

SERİ  
SERIES  
SERIE A  
SÉRIE

CİLT  
VOLUME  
BAND 28  
TOME

SAYI  
NUMBER  
HEFT 1  
FASCICULE  
1978

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

## DERGİSİ

**REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,  
UNIVERSITY OF ISTANBUL  
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL**

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



# TÜRKİYE'NİN ÖNEMLİ BAZI ORMAN AĞAÇ TÜRLERİ KERESTELERİNİN TEKNİK KURUTMA ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR <sup>1</sup>

Dr. Ramazan KANTAY <sup>2</sup>

## Kısa Özet

Bu araştırma ile Türkiye kereste endüstrisinde önemli yeri olan bazı orman ağacı türleri (Toros Karaçamı, Uludağ Göknaarı, Toros Sediri, Çoruh Meşesi ve Doğu Kayını) nın kurutma özellikleri saptanmış ve belli kalınlıktaki keresteleri için kurutma programları hazırlanmıştır. Araştırmada klasik kurutma metodu uygulanmış ve herbir ağaç türü için yüksek kaliteli, kaliteli ve şiddetli olmak üzere üç ayrı program önerilmiştir. Ayrıca koruyucu bir kurutma için pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve uygulayıcı taraftan kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde temel hareket noktası olarak ele alınabilecek koruyucu programlar da önerilmiştir. Temel hareket noktası olarak ele alınabilecek bu koruyucu programların hazırlanmasında kullanılması uygun olan sıcaklık dereceleri ve kurutma meyli değerleri aşağıda belirtilmiştir.

**Sıcaklık dereceleri :** Lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde 24 mm kalınlıktaki kereste için çam ve sedirde 75°C, göknarda 80°C; 48 mm kalınlıktaki kereste için sedir ve göknarda 70°C, çamda 65°C dir. Meşenin 25 mm kalınlıkta olan taze haldeki kerestesi için 40°C, ön kurutma yapılmış kerestesi için 45°C, aynı kalınlıktaki kayın için 60°C dir. Lif doygunluğ rutubet derecesinin altında adı geçen iğne yapraklı ağaç türlerinin 24 mm kalınlıktaki keresteleri için 90°C, 48 mm kalınlıktaki keresteleri için ise 80°C dir. Meşe için 60°C, Kayın için 80°C dir.

**Kurutma meyli değerleri :** 24 mm kalınlıktaki kereste için çam ve sedirde 3,50, göknarda 3,85; 48 mm kalınlıktaki kereste için çam ve sedirde 3,25, göknarda 3,50 dir. 25 mm kalınlıktaki meşe için 1,80, kayın için ise 2,25 tir.

<sup>1</sup>) İ.Ü. Orman Fakültesinde yapılmış olan 221 sayfa metin, 45 resim ve 91 tabloyu içeren doktora tezidir. nın çok kısaltılmış özetidir.

<sup>2</sup>) İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Ürünlerinden Faydalanma Kürsüsü, İstanbul.

## 1. MATERYAL VE ELDE EDİLMESİ

Araştırmalar, pratiğe uyma bakımından Türk kereste standartlarına uygun şekilde biçilen boyutlardaki keresteler üzerinde yapılmıştır. Araştırmaya konu olan ağaç türlerinden Toros Karaçamında 24 deneme yapılmış ve 770 m<sup>3</sup> tomruktan elde edilen 480 m<sup>3</sup> deneme kerestesi kullanılmıştır. Uludağ Göknarında keza 24 deneme yapılmış ve 746 m<sup>3</sup> tomruktan elde edilen 480 m<sup>3</sup> deneme kerestesi kullanılmıştır. Toros Sedirinde ise 27 deneme yapılmış 54 m<sup>3</sup> deneme kerestesi kullanılmıştır. Yapraklı ağaçlardan Çoruh meşesinde 18 deneme yapılmış 72 m<sup>3</sup> deneme kerestesi kullanılmış, kayında da 15 deneme yapılarak 510 m<sup>3</sup> tomruktan elde edilen 300 m<sup>3</sup> kereste kullanılmıştır. Böylece toplam olarak 108 deneme yapılmış ve 2240 m<sup>3</sup> tomruktan elde edilen 1386 m<sup>3</sup> kereste kullanılmıştır (bkz. Tablo No. 1).

Kurutma kereste kalınlığı önemli bir faktördür. Değişik kereste kalınlıkları için ayrı kurutma programlarının hazırlanması ve uygulanmasına ihtiyaç vardır. Bu araştırmada üzerinde çalışılan kereste kalınlığı olarak, gerek piyasada en fazla kullanılan kalınlıklar olması, gerekse dış memleketlerde seçilen kalınlıklar olması nedeni ile 25 mm ile 50 mm kereste kalınlıkları seçilmiştir. Ancak, memleketimiz iğne yapraklı kereste standardı TS 51 (1962) de bu kalınlıklar 24 mm ve 48 mm olarak verildiğinden bu türlerde bu kalınlıklar üzerinde çalışılmıştır.

Bu araştırmalarla ilgili denemelerin bir kısmı İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Mahsullerini Değerlendirme Kürsüsü Kurutma Laboratuvarında, alüminyum özel alaşımından yapılmış 2 m<sup>3</sup> kapasiteli metal HILDEBRAND «HD 74 MK» markalı fırında, diğer kısmı ise, Orman Bakanlığı Orman Ürünleri Sanayi Genel Müdürlüğü Ayancık ve Devrek kereste fabrikalarında, beton ve tuğladan yapılmış olan 20 m<sup>3</sup> kapasiteli kargir «MOORE DRY KILN CO.» markalı fırında yapılmıştır (Resim 1 ve 2).

## 2. METOD

Bugün, teknik kurutmada prensipleri değişik olan çeşitli kurutma metodları mevcuttur. Bu araştırmada memleketimiz ve diğer memleketlerde ağaç malzemenin kurutulmasında pratikte en fazla kullanılan «100°C sıcaklık derecesinin altındaki sıcaklıklarda hava ve su buharı karışımı içerisinde kurutma metodu» yani «klasik kurutma metodu» uygulanmıştır. Metotta, prensip olarak, kurutulacak ağaç malzeme çevresinde hava ve su buharı karışımı meydana getirilmekte ve bu hava ve su buharı karışımının kurutulan keresteden içerisine su alma özelliğinden yararlanılmaktadır.

Bu araştırmanın asıl amacı olan, pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek kurutma programlarının elde edilmesinde takip edilen yol aşağıda özetlenmiştir.

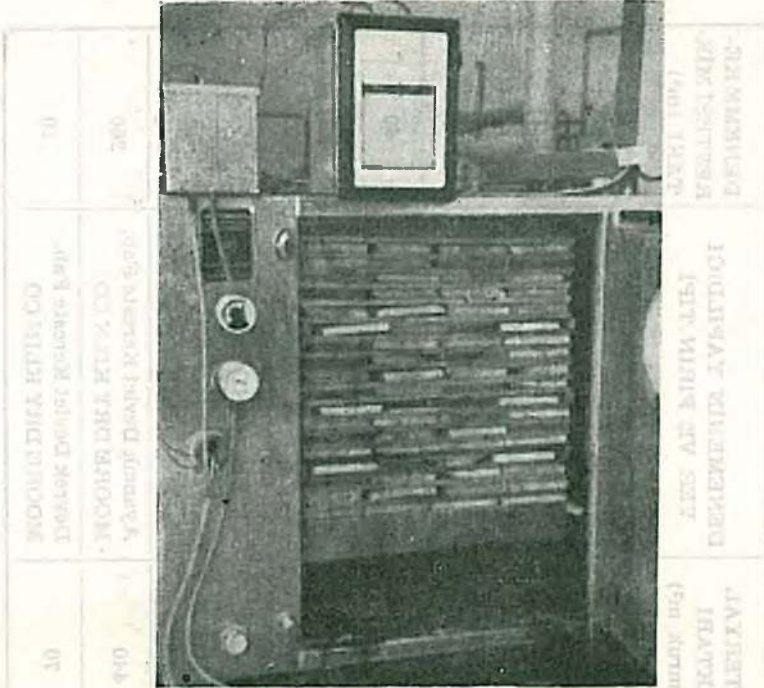
Önce, ağaç türünün özellikleri ve kereste kalınlığı dikkate alınarak, lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde çeşitli sıcaklıklar ve denge rutubetleri esas alınmak suretiyle ve lif doygunluğu rutubet derecesinin altında ise, çeşitli sıcaklık ve kurutma meyli değerlerine göre deneme kurutma programları hazırlanmıştır. Sonra, böyle hazırlanan kurutma programları ayrı ayrı uygulanmış ve uygulamalar sırasında ara, uygulamalardan sonra sonuç kalite kontrolleri yapılarak, denemelerin, yani deneme kurutma programlarının değerlendirilmesinde esas olabilecek veriler, gözlem ve inceleme sonuçları, teknik ve pratik çeşitli bilgiler protokollere kaydedilmiştir. Daha



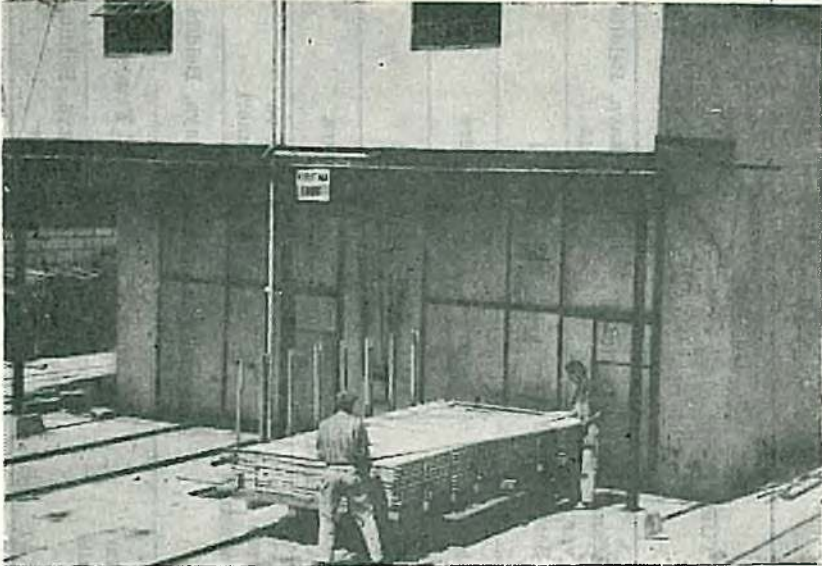
Tablo No. 1 : Araştırmada kullanılan deneme materyalinin alındığı orman işletmeleri, materyalin miktarı ve denemelerin yapıldığı yerler ile fırın tipleri.  
 Tabelle 1 : Überblick über die Versuchsmateriel und Ihre Herstellungsforstbetriebe und Trocknungskammertypen.

| AĞAÇ TÜRÜ  | DENEME MATERYALİNİN ALINDIĞI YER |                            | MATERYAL MİKTARI (Tomruk m <sup>3</sup> ) | DENEMENİN YAPILDIĞI YER VE FIRIN TİPİ          | DENEME KERESTESİ MİKTARI (m <sup>3</sup> ) |
|--|----------------------------------|----------------------------|---|--|--|
|  | İŞLETMESİ                        | BÖLGESİ                    |   |  |  |
| Toros Karaçamı<br>( <i>P. nigra</i> var. <i>pallasiana</i> Schneid.) | Devrek                           | Pürenkaya, Beldibi Davulga | 700                                       | Devrek Devlet Kereste Fab. MOORE DRY KILN CO.  | 440  |
|  | Ayancık                          | Çangal                     | 70  | Ayancık Devlet Kereste Fab. MOORE DRY KILN CO. | 40   |
| Uludağ Göknarı<br>( <i>A. bornmülleriana</i> Mattf.)                 | Dirgine                          | Karadere                   | 680                                       | Devrek Devlet Kereste Fab. MOORE DRY KILN CO.  | 440  |
|  | Ayancık                          | Çangal                     | 66  | Ayancık Devlet Kereste Fab. MOORE DRY KILN CO. | 40   |
| Toros Sediri<br>( <i>C. libani</i> A. Richard.)                      | Elmalı                           | Çıglıkara                  | 82  | İ.Ü. Orman Fakültesi HILDEBRAND «HD 74 MK»     | 54   |
| Çoruh Meşesi<br>( <i>Q. dscherochensis</i> K. Koch)                  | Bahçeköy                         | Bentler ve Kurtkemerli     | 60  | İ.Ü. Orman Fakültesi HILDEBRAND «HD 74 MK»     | 32   |
|  | Devrek                           | Pürenkaya, Beldibi         | 72  | Devrek Devlet Kereste Fab. MOORE DRY KILN CO.  | 40   |
| Doğu Kayını<br>( <i>F. orientalis</i> Lipsky)                        | Ayancık                          | Çangal, Yemişli            | 440                                       | Ayancık Devlet Kereste Fab. MOORE DRY KILN CO. | 260  |
|  | Devrek                           | Pürenkaya, Beldibi Davulga | 70  | Devrek Devlet Kereste Fab. MOORE DRY KILN CO.  | 40   |





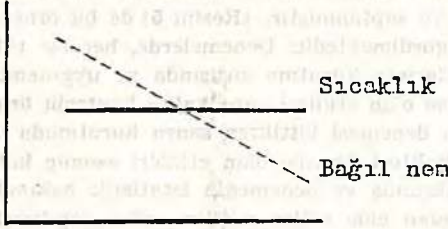
Resim 1 : Denemelerin yapıldığı HILDEBRAND «HD 74 MK» marka kurutma fırını (I.Ü. Orman Fak.)  
Foto : R. KANTAY.



Resim 2 : Denemelerin yapıldığı «MOORE DRY KILN CO.» marka iki odalı kurutma fırını (Devrek Devlet Kereste Fabrikası) Foto : R. KANTAY.

sonra ise, elde edilen bu kurutma protokolleri incelenerek teknik kurutulmuş kereste standartlarında belirtilen kalite faktörlerine göre istatistik yolla değerlendirilmiştir.

Deneme kurutma programlarının hazırlanmasında ve kurutmanın bu programlara göre yönetilmesinde pratikte en çok tatbik edilen şekil uygulanmıştır. Burada, prensip olarak ana kurutma faktörlerinden sıcaklık yaklaşık olarak sabit tutulmakta, bağıl nem ise kuruma ilerledikçe düşürülmektedir. Bu şematik olarak aşağıda gösterilmiştir.



F. KOLLMANN (1965, s. 37) den

Yukarıda belirtilen prensip dikkate alınarak, her hangi bir deneme kurutma programının denenmek istenen kurutma şartlarına göre düzenlenmesinde R. KEYL-WERTH (1950, s. 375) in «kurutma meyli» esasından faydalanılmıştır.

Kurutma meyli, kurutulan kerestenin kurutma sırasında her hangi bir andaki ortalama rutubetinin, o anda fırında mevcut sıcaklık ve bağıl nemin kerestede meydana getirebileceği ortalama denge rutubetine oranıdır. Yani fırın içerisinde kontrol anında mevcut sıcaklık ve bağıl nem sabit tutulduğu takdirde, kurutma bu şartların sağladığı denge rutubetine ulaşmaya doğru yönelmektedir.

$$\text{Kurutma meyli TG} = \frac{Um (\%) }{Ugl (\%)}$$

Um = Kereste içerisinde her hangi bir kontrol anındaki ortalama rutubet miktarı (%).

Ugl = Aynı anda fırın içerisindeki sıcaklık ve bağıl nemin kereste içerisinde meydana getirebileceği denge rutubetidir (%).

Böylece, başlangıç rutubetinden sonuç rutubete kadar çeşitli rutubet basamaklarında, rutubete bağlı olarak kurutma şartlarını, yani kurutma fırını içerisindeki hava su buharı karışımının sıcaklık ve bağıl neminin ve bunlara bağlı olarak denge rutubetinin gidişini gösteren kurutma programlarının düzenlenmesinde, lif doygunluğu rutubet derecesinden sonuç rutubete kadar her rutubet basamağındaki denge rutubeti, kurutma meyli formülü yardımı ile hesaplanmıştır.

Buna göre formül şu şekildedir :

$$Ugl (\%) = \frac{Um (\%) }{TG}, \text{ yani denge rutubeti } (\%) = \frac{\text{Bellı rutubet basamağında kerestede mevcut rutubet miktarı } (\%) }{\text{Denenmek amacı ile seçilen kurutma meyli}}$$

Böylece, hesaplanan denge rutubeti yüzdelerini oluşturan sıcaklık dereceleri ve bağıl nem yüzdeleri, şu şekilde bulunmuştur :

- Sıcaklık, ağaç türü ve kereste kalınlığı dikakte alınarak sıcaklık denemeleri yapmak suretiyle,
- Bağlı nem ise, denemelerle bulunan en uygun sıcaklık derecesi kuru termometre sıcaklık derecesi olarak alınmak suretiyle (Tablo No. 2) den alınmıştır.

Sıcaklık araştırması denemelerinde uygulanan deneme kurutma programlarının hazırlanmasında kurutma meyli değeri 0,85 olarak alınmıştır (TGL 21503, 1966).

Deneme kurutma programlarının uygulanmasında, denemeye iştirak eden kerestede kurutma esnasında meydana gelen rutubet değişimleri ve miktarı (**rutubet kontrolü örnek tahtaları**) yardımı ile izlenmiş ve saptanmıştır. (Resim 5) de bu örneklerin elde edilişi ve istife yerleşme düzeni görülmektedir. Denemelerde, her bir rutubet kademesinde uygulanan kurutma şartlarının kurutma sırasında ve uygulandıkları süre zarfında kerestenin kalitesi üzerine olan etkileri «**ara kalite kontrolü örnek tahtaları**» üzerinde incelenmiştir. Kurutma denemesi bittikten sonra kurutmada uygulanan programın kurutulan kerestenin kalitesi üzerine etkileri «**sonuç kalite kontrolü örnek tahtaları**» yardımı ile saptanmış ve denemenin istatistik bakımından sonuç değerlendirilmesi bu örnek tahtalardan elde edilen verilere göre yapılmıştır. Yukarıda adı geçen örnek tahtaların kereste istifi enine kesitindeki dağılımları (Resim 6) da şematik olarak gösterilmiştir.

Örnek tahtaların sayısı, her bir denemede denemeye iştirak eden tahta sayısına ve dolayısıyla kurutma fırını kapasitesi ve kereste kalınlığına bağlı olarak saptanmış olup, bunlar aşağıda verilmiştir.

2 m<sup>3</sup> kapasiteli HILDEBRAND «HD 74 MK.» markalı fırında yapılan denemelerde :

- 24 mm ve 25 mm kalınlıktaki tahtaların kurutulmasında, 6 adet rutubet kontrolü, 6 adet ara kalite kontrolü ve 20 adet sonuç kalite kontrolü örnek tahtası,
- 48 mm kalınlıktaki kalasların kurtulmasında, 6 adet rutubet kontrolü, 4 adet ara kalite kontrolü ve 12 adet sonuç kalite kontrolü örnek tahtası alınmıştır.

20 m<sup>3</sup> kapasiteli «MOORE DRY KILN CO.» markalı fırında yapılan denemelerde :

- 24 mm ve 25 mm kalınlıktaki tahtaların kurutulmasında, 9 adet rutubet kontrolü, 9 adet ara kalite kontrolü ve 50 adet sonuç kalite kontrolü örnek tahtası,
- 48 mm kalınlıktaki kalasların kurutulmasında, 9 adet rutubet kontrolü, 6 adet ara kalite kontrolü ve 30 adet sonuç kalite kontrolü örnek tahtası alınmıştır.

Deneme kurutma programlarının uygulanması sırasında kereste rutubetinin ve kalitesinin gidişi devamlı surette takip edilerek inceleme, gözlem ve ölçme sonuçları protokollere kaydedilmekle beraber, programların asıl değerlendirilmesi uygulama bittikten sonra yapılan sonuç kalite kontrollerinde elde edilen verilere göre yapılmıştır.

Sonuç kalite kontrollerinde, teknik (sun'î) olarak kurutulmuş kerestenin kalitesini karakterize eden ve iki grup altında toplanan şu kalite özellikleri ele alınmıştır :



Tablo No. 2 :

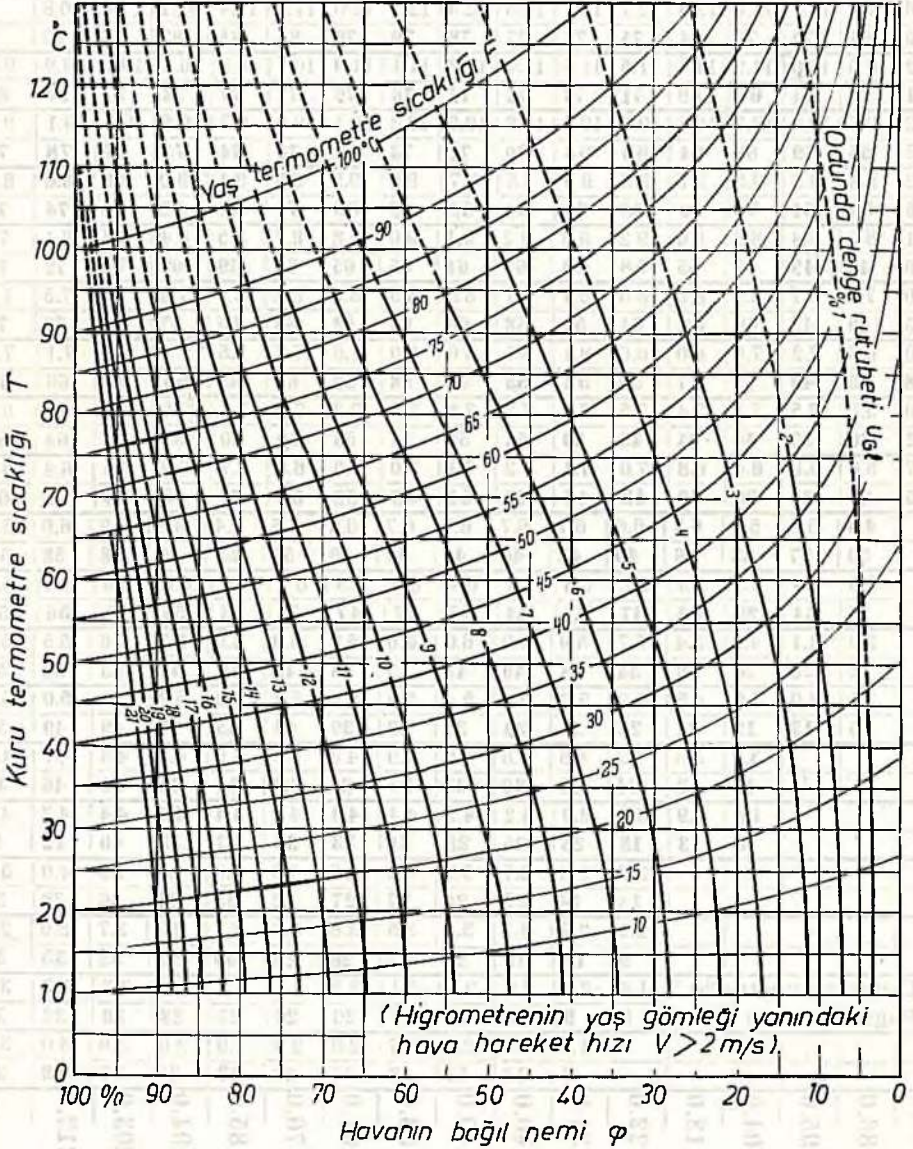
| $C^{\circ} = \frac{F^{\circ} - 32}{1.8}$ |      | Kuru termometre sıcaklık derecesi |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |                |  |
|--|------|-----------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|----------------|--|
|  |      | 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  | 14.9  | 14.6  |     | 3.6            |  |
|  | 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  |     | 5.4            |  |
|  | 73   | 79                                | 80   | 82    | 83    | 84    | 85    | 86    | 87    | 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  |     | 7.2            |  |
|  | 68   | 73                                | 75   | 77    | 73    | 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  |     | 9.0            |  |
|  | 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 | 10.8           |  |
|  | 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 | 12.6           |  |
|  | 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 | 14.4           |  |
|  | 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 | 16.2           |  |
|  | 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 | 18.0           |  |
|  | 25   | 40                                | 45   | 48    | 52    | 54    | 57    | 58    | 60    | 63    | 63    | 65    | 66    | 67    | 68    | 68    | 70  |                |  |
| 11                                       | 4.0  | 6.5                               | 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 | 19.8           |  |
|  | 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 | 21.6           |  |
|  | 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 | 23.4           |  |
|  | 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 | 25.2           |  |
|  |      | 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 | 27.0           |  |
|  |      | 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   | 5.6   | 5.5   | 5.4 | 28.8           |  |
|  |      | 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 | 32.4           |  |
|  |      | 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 | 36.0           |  |
|  |      |                                   |      | 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 | 39.6           |  |
|  |      |                                   |      | 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 | 43.2           |  |
|  |      |                                   |      |       |       | 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 | 46.8           |  |
|  |      |                                   |      |       |       | 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   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3 | 50.4           |  |
|  |      |                                   |      |       |       |       |       | 5     | 9     | 13    | 17    | 20    | 23    | 26    | 27    | 28    | 30  |                |  |
| 30                                       |      |                                   |      |       |       |       |       | 1.5   | 2.1   | 2.4   | 2.7   | 2.8   | 2.9   | 2.9   | 3.0   | 3.0   | 3.0 | 54.0           |  |
|  |      |                                   |      |       |       |       |       | 6     | 10    | 13    | 18    | 20    | 23    | 23    | 26    | 27    | 28  |                |  |
|  | 68.0 | 86.0                              | 95.0 | 104.0 | 113.0 | 122.0 | 131.0 | 140.0 | 149.0 | 158.0 | 167.0 | 176.0 | 185.0 | 194.0 | 203.0 | 212.0 |     | F <sup>o</sup> |  |

$$F^{\circ} = 1.8 + 32$$

Not : Tablodaki denge rutubeti değerleri KEYLWERTH - NOACK (1964) dan (Resim 3), bağıl nem yüzdeleri ise HILDEBRAND (1962) den (Başım 4) alınmıştır.

1. Kerestenin nitelikleri ile ilgili olan ve sınıflama şeklinde belirtilen kalite özellikleri (nitel kalite özellikleri), yani

- Çatlaklar (Enine kesit çatlakları, öz çatlakları, yüzey çatlakları, iç çatlakları, halka çatlakları)
- Şekil değişimleri (Oluklaşma, eğilme, kılıcına eğilme, burulma, dalgalanma)
- Renk değişimleri
- Reçine sızması

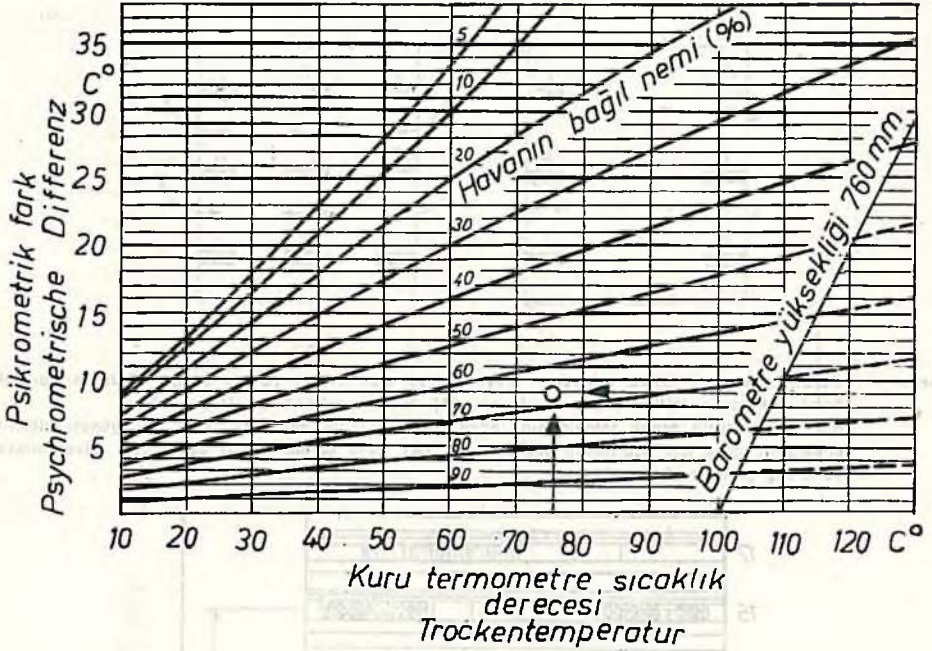


Resim 3 : Ağaç malzemede, çevresindeki havanın sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak meydana gelen higroskopik denge (R. KEYLWERTH-ve D. NOACK 1964).



2. Kerestenin nicelikleri ile ilgili yani ölçülüp sayısal olarak ifade edilebilen kalite özellikleri (değişkenler, nicel kalite özellikleri), yani

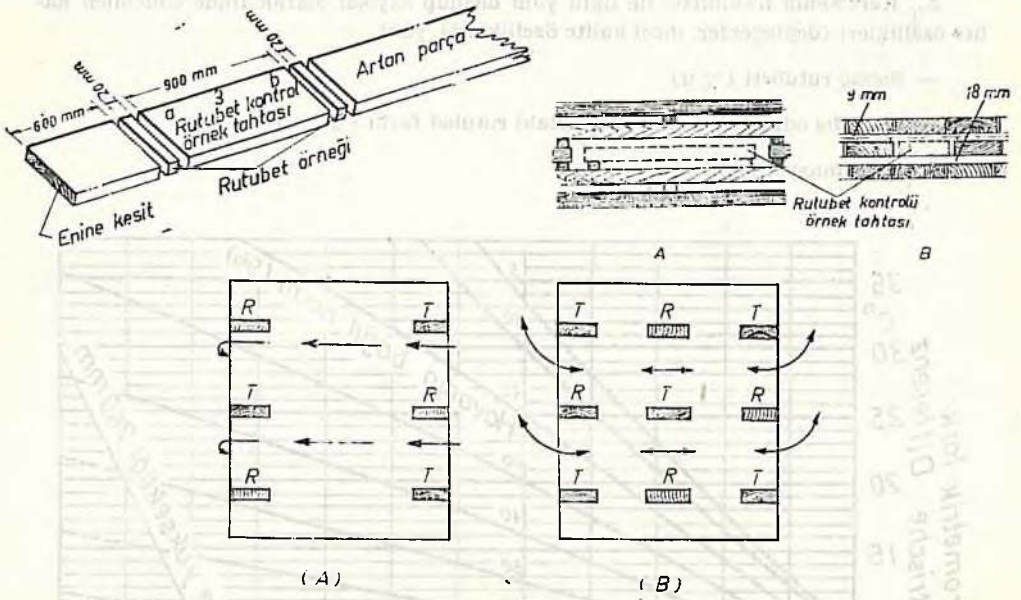
- Sonuç rutubeti (% u)
- İç ve dış odun tabakaları arasındaki rutubet farkı (%  $\Delta u$ )
- Deformasyon yüzdesi (% D)



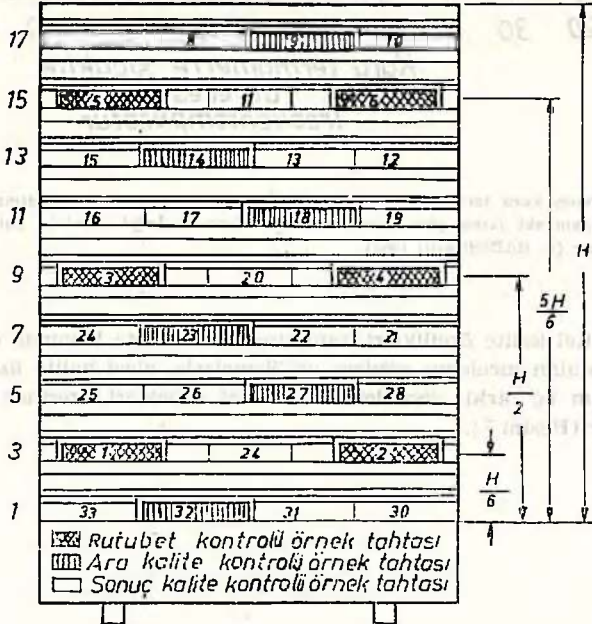
Resim 4 : Psikrometrenin kuru termometre sıcaklık derecesine ve kuru ve yağ termometre sıcaklık dereceleri arasındaki farka göre kurutma fırını havasının bağıl neminin bulunmasında kullanılan diyagram (R. HILDEBRAND 1962).

Kerestenin nitel kalite özellikleri, tam standart kereste boyunda olan örnek tahtalar üzerinde yapılan inceleme, gözlem ve ölçmelerle, nicel kalite özellikleri ise her bir örnek tahtanın üç farklı yerinden alınan test örnekleri üzerinde yapılan ölçmelerle saptanmıştır (Resim 7).





Resim 5: Rutubet kontrolü örnek tahtasının boyutları ve elde edilişi (Üstte solda). Rutubet kontrolü örnek tahtasının istifin (A) yan yüzüne, (B) önyüzüne konması (Üstte sağda). Rutubet kontrolü örnek tahtalarının radyal (R) ve yıllık halkalara teğet (T) yönde bölünmüş olmalarına göre istif içerisinde dağılımları: (A) hava hareket yönü sabit, (B) Hava hareket yönü değişken fırınlarda (Altta).



Resim 6: Çeşitli amaçlar için kullanılan örnek tahtaların HILDEBRAND «HD 74 MK» markalı fırında istif enine kesitinde dağılışı.

### 3. DENEMELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

#### 3.1. Nitel kalite özelliklerine göre değerlendirme

Sonuç kalite kontrollerinde teknik olarak kurutulmuş kerestenin kalitesini karakterize eden nitelikleri ile ilgili çatlaklar (enine kesit çatlakları, öz çatlakları, yüzey çatlakları; iç çatlakları), şekil değişimleri (oluklaşma, eğilme, burulma, dalgalanma), renk değişimleri, reçine sızması gibi kalite özellikleri kontrol edilip gerekli veriler saptanmış olmakla beraber, kurutma denemelerinin değerlendirilmesinde yalnız çatlaklar, renk değişimleri ve reçine sızması esas alınmıştır. Zira, şekil değişmelerinin oluşumu üzerine kurutma şartlarının etkisinden başka istifleme hatalarının da etkisi vardır. Yapılan denemelerde meydana gelen şekil değişmelerinin, kurutmada uygulanan kurutma şartlarının etkisi ile mi, yoksa kerestenin istiflenmesinde yapılan hatalar nedeni ile mi oluştuğunu ayırt etme olanağı bulunmadığından, kurutma şartlarının etkisi araştırılan böyle araştırmalarda şekil değişimleri kalite özelliği olarak esas alınmamaktadır (TGL 21504, 1969).

Diğer taraftan kurutma denemelerinde esas alınan ve sıcaklık araştırmalarında önemli birer kalite faktörü olan renk değişimleri ve reçine sızması, kurutma meyli araştırmalarında önemli değildir. Bunun için, hem sıcaklık derecelerinin araştırılmasında hem de kurutma meyli değerinin araştırılmasında önemli olan çatlaklar kerestenin nitelikleri ile ilgili karakteristik ana kalite faktörü olarak kabul edilmiştir.

Her deneme kurutma programının uygulanmasından sonra, yeterli sayıdaki örnek tahta üzerinde yapılmış olan sonuç kalite kontrollerinde saptanıp protokollere kaydedilen veriler denemeleri değerlendirmek amacı ile incelenerek, 20 mm den daha derin enine kesit çatlakları ve münferit olmayan öz çatlakları ile yüzey ve iç çatlaklarından her hangi birisini ihtiva eden örnek tahtalar belirtilmiştir. Bu tahtalar sayılarak denemenin uygulandığı toplam örnek tahtalar içerisinde kusurlu tahtaların sayısı saptanmıştır. Saptanan bu toplam kusurlu örnek tahta sayısını ( $\Sigma k$ ), toplam örnek tahta sayısına ( $\Sigma n$ ) bölmek suretiyle kusurlu oranı veya bu oranı 100 ile çarparak, kusurlu yüzdesi bulunmuştur (F. AKÜN 1973) :

$$\text{Kusurlu oranı (p)} = \frac{\text{Toplam kusurlu örnek tahta sayısı } (\Sigma k)}{\text{Toplam örnek tahta sayısı } (\Sigma n)}$$

Kusurlu oranı p'nin örneklemeden doğan dağılım varyasyonlarının sınırlarını bulmak için kusurlu oranı standart sapmasının bulunmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Kusurlu oranı standart sapması } \sigma = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Yukarıda belirtildiği gibi bulunan kusurlu oranı miktarlarının kurutma denemelerinin uygunluğu bakımından değerlendirilmesinde gerekli karşılaştırmaları yapmak için, çalız görülen standart bir kusurlu oranı değerine gerek duyulmaktadır. Bu bakımdan, çeşitli yayınlar ve kerestenin kurutulması üzerine yayınlanmış en yeni standart (TGL 21504, 1969) incelenmiş, ancak böyle bir değere rastlanmamıştır. Bu durumda, kurutma denemelerinde uygulanan programların kusurlu oranı değeri bakımından kabul edilebilmesi için, örnek tahta gurubunda kusurlu oranının  $p = 0$  olması beklendiği takdirde, bu  $p = 0$  değerinin tek etekli (tek yanlı) üst güven sınırı;

$$\pi_0 = 1 - n\sqrt{\alpha}$$

veya  $\alpha = 0,05$  ve  $n = 50$  olması halinde daha yaklaşık olarak

$$\pi_0 = \frac{3}{n}$$

formülleri ile hesaplanmaktadır. Burada  $\alpha$ , güven sınırı,  $n$  örnek tahta sayısıdır (L. SACHS 1972).

Araştırmamızda  $\hat{p} = 0$  için üst güven sınırı, % 95 güvenlik sınırı esas alınarak

$$n = 20 \text{ için } \pi_0 = 0,139$$

$$n = 30 \text{ için } \pi_0 = 0,095$$

$$n = 50 \text{ için } \pi_0 = 0,058$$

bulunmuştur. Buna göre,

$$n = 20 \text{ alınan denemelerde kusurlu oranı } p > 0,139$$

$$n = 30 \text{ alınan denemelerde kusurlu oranı } p > 0,095$$

$$n = 50 \text{ alınan denemelerde kusurlu oranı } p > 0,058$$

olduğu takdirde, elde edilen kusurlu oranının koruyucu olmayan şiddetli bir kurutmayı ifade ettiği ve böyle bir denemede uygulanan kurutma programının denemeye konu olan ağaç türünün söz konusu kalınlıktaki kerestesinin kurutulmasında uygun olmadığı kabul edilmiştir. Kusurlu oranı  $p$  bu değerlerden daha düşük bulunduğu takdirde ise, söz konusu denemelerde niceliklerle ilgili kalite kontrolleri sürdürülmüş ve deneme nicel kalite faktörlerine göre değerlendirilmiştir.

### 3.2. Nicel kalite özelliklerine göre değerlendirme

Kerestenin nicel kalite özelliklerini gösteren sonuç rutubeti ( $u$ ), iç ve dış odun tabakaları arasındaki rutubet farkı ( $\Delta u$ ) ve deformasyon yüzdesi ( $D$ ) faktörlerine ait test örneklerinin hazırlanması, bunlar üzerindeki ölçmeler ve bu ölçmelerin değerlendirilmesi TGL 21504 (1969) a göre yapılmıştır. (Resim 8) de iç ve dış odun tabakaları arasındaki rutubet farkının bulunmasında kullanılan test örneklerinin alınışı, (Resim 9) da da deformasyon yüzdesinin saptanmasında kullanılan bir örneğin hazırlanışı gösterilmiştir. Her bir denemede istatistiki kalite kontrolleri için yeterli sayıda alınan test örnekleri üzerinde adı geçen faktörlere ait gerekli ölçmeler yapılmıştır. Elde edilen ölçü değerlerinin aritmetik ortalamaları ( $\bar{u}$ ,  $\bar{\Delta u}$ ,  $\bar{D}$ ) ve standart sapmaları bulunmuştur. Bunlardan yararlanarak :

— Ortalama sonuç rutubeti ( $\bar{u}$ ) den ( $\pm R'$ ) kadar farklı bulunan değerler arasındaki normal dağılım alanı hesaplanarak, ( $\bar{u} \pm R'$ ) aralığında kalan sonuç rutubeti ölçü değerlerinin yüzde oranları ve miktarları <sup>1)</sup>,

<sup>1)</sup>  $\bar{u} \pm R'$  aralığında kalan sonuç rutubeti değerleri yüzde oranı :

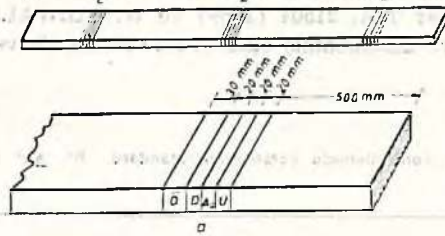
$$z = \frac{\pm R'}{S}$$

formülü ile  $z$  standart normal değişken değerlerinin hesaplanıp  $\bar{u} \pm zS$  aralığının oluş oranının normal dağılım tablosundan iki yanlı alan için okunmasıyla,

$\bar{u} \pm R'$  aralığında kalan sonuç rutubeti değerlerinin sayısı ise, bu normal eğri alan tablosundan bulunan oranı örnek tahta sayısı ile çarpmak suretiyle bulunmuştur (K. GÜRTAN 1974).

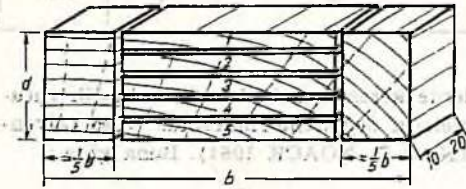
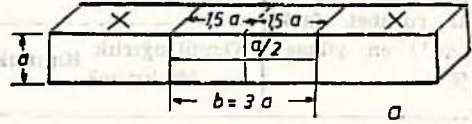


İç ve dış odun tabakaları arasındaki rutubet farkı ölçü değerlerinin 0 ile  $\Delta u$  gibi bir değer arasında değişeceği ve bu değişimin normal dağılım gösterdiği kabul edilerek bu dağılımda  $\Delta u'$  gibi bir değerden daha küçük olan değerlerinin yüzde oranları ve miktarları <sup>1</sup>.

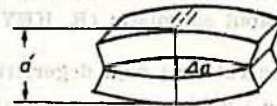
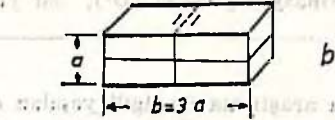


- (a) Sonuç rutubeti test örneği  
 ( $\Delta u$ ) İç ve dış odun tabakaları arasındaki rutubet farkı test örneği  
 (D) Deformasyon yüzdesi test örneği  
 (O) Özgül ağırlık ve karınlık test örneği

Resim 7: Sonuç kalite kontrolü örnek tahtasından çeşitli test örneklerinin alınması.



Resim 8: Tahta enine kesitli içi içindeki rutubet dağılımının saptanmasında kullanılan bir örneğin hazırlanması (KEYLWERTH - NOACK Resim 1964).



Resim 9: Deformasyon testi için bir örneğin hazırlanması.

<sup>1</sup> Standart  $\Delta u'$  değerinden küçük değerlerin yüzde oranları ve miktarları :

$$z = \frac{\Delta u' - \bar{\Delta u}}{s}$$

formülü ile z standart normal değişken değeri hesaplanıp,

$$\Delta u + zs = \Delta u'$$

aralığına giren değerlerin oranı normal eğri tablosundan tek yanlı değere 0,5000 eklemek suretiyle bulunmuştur (K. GÜRKAN 1974).

— Deformasyon yüzdesi ölçü değerlerinin sıfır ile D gibi bir değer arasında değişeceği ve bu değişimin normal dağılım gösterdiği kabul edilerek, bu dağılımda D gibi bir değerden daha küçük olan değerlerin yüzde oranları ve miktarları<sup>1</sup>, ayrı ayrı bulunmuştur.

Yukarıda adı geçen R',  $\Delta u'$  ve D' değerleri standart değerler olup, bunlar kurutulan kerestenin sonuç rutubetine, kalınlığına ve özgül ağırlığına bağlı olarak değişmektedir. Bu değerler TGL 21504 (1969) ve W. GILWALD, E. HÜBNER ve M. MÜLLER (1968) e göre düzenlenmiş olan (Tablo No. 3) de verilmiş bulunmaktadır.

Tablo No. 3 : Sonuç kalite kontrollerinde yararlanılan standart R',  $\Delta u'$  ve D' değerleri (TGL 21504, 1969'a göre).

| Kalite özellikleri   |  | Sonuç rutubeti (u) |           |     |
|--|--|--------------------|-----------|-----|
|  |  | u < %12            | u > %12   |     |
| Sonuç rutubeti değişim genişliği (R')  | %  | $\pm 2,0$          | $\pm 3,0$ |     |
| İç ve dış odun tabakaları arasındaki rutubet farkı ( $\Delta u'$ ) en yüksek % | Özgül ağırlık Kalınlık $r_o \leq 560 \text{ kg/m}^3$ { | 40 mm ye kadar     | 2,5       | 4,0 |
|  |  | 40 mm den büyük    | 3,5       | 6,0 |
|  | Özgül ağırlık Kalınlık $r_o > 560 \text{ kg/m}^3$ {    | 40 mm ye kadar     | 2,0       | 4,0 |
|  |  | 40 mm den büyük    | 2,5       | 6,0 |
| Deformasyon yüzdesi (D'), en yüksek  | %  | 3,0                | 10,0      |     |

Bu araştırma ile ilgili yapılan denemelerde kereste % 12 den daha küçük rutubet derecelerine kadar kurutulmuş ve denemelerin değerlendirilmesinde % 95 Güvenlik yeterli kabul edilmiştir (R. KEYLWERTH ve D. NOACK 1964). Buna göre :

- Sonuç rutubeti ölçü değerlerinin % 95 ve daha fazlası  $u \pm R'$  aralığında yani % ( $u \pm 2.00$ ) değerleri arasında kalan denemeler sonuç rutubeti faktörü bakımından,
- İç ve dış odun tabakaları arasındaki rutubet farkı ölçü değerlerinin % 95 ve daha fazlası standart en büyük rutubet farkı %  $\Delta u'$  değerinden daha küçük olan denemeler rutubet farkı faktörü bakımından,

<sup>1</sup> Standart normal değişken değeri :

$$z = \frac{D' - \bar{D}}{s} \text{ formülü ile hesaplanıp } \bar{D} + zs = D'$$

aralığına giren değerlerin oranı, normal eğri tablosundan tek yanlı değere 0,5000 eklemek suretiyle bulunmuştur (K. GÜRTAN 1974).

— Deformasyon yüzdesi ölçü değerlerinin % 95 ve daha fazlası standart en büyük deformasyon yüzdesi D' değerinden daha küçük bulunan denemeler deformasyon yüzdesi faktörü bakımından uygun kabul edilmiştir.

Sonuç kalite kontrollerinde elde edilen verilere göre, bir kurutma denemesinin uygun kabul edilmesi için önce kusurlu oranı bakımından uygun olması kabul edilmiştir. Zira, iyi bir teknik kurutmada her şeyden önce kerestenin çatlatılması gerekmektedir. Kusurlu oranı bakımından uygun olan deneme, şayet değişgenlerle ilgili diğer üç faktör bakımından da uygunsa, uygun kabul edilmiştir.

### Örnek :

#### a) Kusurlu oranına göre değerlendirme

24 mm kalınlıktaki toros karaçamı kerestesinin kurutulmasında herhangi bir denemede örnek tahta sayısı  $\Sigma k = 50$ , kusurlu tahta sayısı  $\Sigma n = 2$  olduğu takdirde kusurlu oranı :

$$\text{kusurlu oranı } (p) = \frac{\Sigma k}{\Sigma n} = \frac{2}{50} = 0,04$$

$n = 50$  için üst güven sınırı  $\pi_0 = 0,058$  dir (bkz. sayfa 107).

Denemede bulunan değer bu değerden küçük olduğu için deneme kusurlu oranı faktörü bakımından uygun kabul edilir ve nicel kalite faktörlerine göre değerlendirilmesine geçilir.

#### b) Sonuç rutubetine göre değerlendirme

$n = 150$ ,  $\bar{u} = \% 8,36$ ,  $s = \% 0,74$  olduğu takdirde (Tablo No. 3) den  $R' = \% \pm 2,00$  olacağına göre

$$z = \frac{\pm 2,00}{0,74} = 2,70$$

bulunur.

Normal eğri alan tablosundan  $z = \pm 2,70$  aralığında kalan alan 0,9930 olarak verildiğinden (K. GÜNTAN 1974 s, 625, Tablo 35) denemede ölçülen sonuç rutubeti değerlerinin yüzde 99 dan daha fazlası  $\% (\bar{u} \pm 2,00)$  aralığında kalmaktadır. Böylece, deneme % 95 güvenlik yeterli sayıldığı takdirde<sup>1</sup>, sonuç rutubeti bakımından uygun olduğu anlaşılır. Bundan sonra iç ve dış tabakalar arasındaki rutubet farkı faktörüne göre uygunluk kontrolüne geçilir.

#### c) İç ve dış odun tabakaları arasındaki rutubet farkına göre değerlendirme

$n = 102$ ,  $\Delta \bar{u} = \% 1,50$ ,  $s = \% 0,54$  ve  $r_0 = 0,544$  olduğu takdirde, sonuç rutubeti % 12 den daha düşük olan bu denemede standart  $\Delta u'$  değeri (Tablo No. 3) den alınırsa % 2,50 olarak alınmalıdır. Böylece,

<sup>1</sup>  $z = 1,00$  alındığı takdirde, ölçü değerlerinin % 68,27 si  $(\bar{u} \pm R')$  aralığında kalmakta ve böyle bir kurutmada kurutma süresi kısır, kurutma kalitesi çok düşük olmaktadır.  $z = 3,00$  alındığı takdirde ise, ölçü değerlerinin % 99,73 ü  $(\bar{u} \pm R')$  aralığında bulunmakta ve böyle bir kurutmada, kurutma süresi çok uzun, kurutma kalitesi çok yüksekte bulunmaktadır.



$$z = \frac{\Delta u' - \overline{\Delta u}}{s} = \frac{2,50 - 1,50}{0,54} = 1,85$$

bulunur.

% 0 ile  $\Delta u' = \% 2,50$  arasında kalan ( $\Delta u$ ) değerlerinin oranı 0,9678 bulunur (K. GÜRTAN 1974, s. 625, Tablo 35). Böylece, deneme % 95 güvenlikle iç ve dış odun tabakaları arasındaki rutubet farkı faktörü bakımından da uygundur.

d) Deformasyon yüzdesi faktörüne göre değerlendirme

$$n = 102, \overline{D} = \% 1,56, s = \% 0,70 \text{ olduğu takdirde,}$$

sonuç rutubeti % 12 den daha düşük olan bu denemede standart  $D'$  değeri (Tablo No. 3) den % 3,00 olarak alınır,

$$z = \frac{D' - \overline{D}}{s} = \frac{3,00 - 1,56}{0,70} = 2,05$$

bulunur.

% 0 ile  $D' = \% 3,00$  arasında kalan ( $D$ ) değerlerinin oranı 0,9798 bulunur (K. GÜRTAN 1974, s. 625, Tablo 35). Böylece deneme % 95 güvenlikle deformasyon yüzdesi bakımından da uygundur.

Bilindiği gibi uygun kabul edilen denemelerde değişgenlere ait ölçü değerlerinin istenen standart sınırlar arasında kalan yüzde oranları arttıkça denemenin kalitesi artmakta, fakat böylece denemede kurutma süresi de uzamakta ve dolayısıyla kurutma masrafları artarak kurutma ekonomiklikten gittikçe uzaklaşmaktadır. Bu bakımdan ve değerlendirmelerde kolaylık ve pratiklik sağlamak için denemeler,

1. Yüksek kaliteli (Çok koruyucu),

2. Kaliteli (koruyucu),

3. Koruyucu olmayan şiddetli

olarak kabul edilmiş ve böylece üç gruba ayrılmıştır. Bu gruplamada kabul edilen kalite faktörleri ile ilgili sınırlar aşağıda belirtilmiştir.

1. Yüksek kaliteli (çok koruyucu) denemeler :

— Kusurlu oranı sıfırdır.

— Sonuç rutubeti testlerinde elde edilen ölçü değerlerinin % 99 ve daha fazlası ( $\overline{u} \pm R'$ ) sınırları arasında kalmaktadır.

— İç ve dış tabakalar arasındaki rutubet farkı testlerinde elde edilen ölçü değerlerinin % 99 ve daha fazlası, standart en büyük rutubet farkı olan ( $\Delta u'$ ) den daha küçüktür.

— Deformasyon yüzdesi ölçü değerlerinin % 99 ve daha fazlası, standart en yüksek deformasyon yüzdesi olan ( $D'$ ) değerinden daha küçüktür.

## 2. Kaliteli (koruyucu) denemeler :

- Kusurlu oranı sıfırdan büyük ve  $\hat{p} = 0$  standart kusurlu oranının örnek sayısına göre değişen üst kontrol sınır değerinden küçüktür.
- Sonuç rutubeti testlerinde elde edilen ölçü değerlerinin % 95 ile % 99 u ( $u \pm R'$ ) sınırları arasında kalmaktadır.
- İç ve dış tabakalar arasındaki rutubet farklı testlerinde elde edilen ölçü değerlerinin % 95 ile % 99 u, standart en büyük rutubet farkı olan ( $\Delta u'$ ) değerinden daha küçüktür.
- Deformasyon yüzdesi testlerinde elde edilen ölçü değerlerinin % 95 ile % 99 u, standart en büyük deformasyon yüzdesi olan ( $D'$ ) değerinden daha küçüktür.

## 3. Koruyucu olmayan şiddetli denemeler :

- Kusurlu oranı  $\hat{p} = 0$ , standart kusurlu oranının örnek sayısına göre değişen üst kontrol sınır değerinden büyüktür.

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Bu kısımda araştırmaya konu olan en önemli Türkiye Orman Ağacı türlerinden Toros Karaçamı (*P. nigra* var. *pallasiana* Schneid.), Uludağ Göknarı (*A. bornmülleriana* Mattf.), Toros Sediri (*C. libani* A. Richard), Çoruh Meşesi (*Q. dschorochensis* K. Koch) ve Doğu Kayını (*F. orientalis* Lipsky) kerestelerinin yapılan denemeler ve bu denemeler sırasındaki inceleme ve gözlemler sonucu ortaya çıkarılan önemli bazı kurutma özellikleri kısaca açıklanmıştır. Ayrıca denemeler ve sonuçları her bir ağaç türü için düzenlenen tablolar içerisinde toplu olarak gösterilmiştir.

### 4.1. Toros Karaçamı (*P. nigra* var. *pallasiana* Schneid.)

Toros Karaçamının 24 mm ve 48 mm kalınlıktaki toplam 480 m<sup>3</sup> deneme kerestesi üzerinde yapılan 24 denemede inceleme, gözlem ve ölçmelerle elde edilen verilerin değerlendirilmesi suretiyle varılan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Toros Karaçamı kerestesi oldukça kolay ve çabuk kurumaktadır. Çatlama, şekil değişmesi, sertleşme (kabuklaşma) gibi kurutma kusurlarına karşı fazla hassas değildir, fakat reçine sızması ve renk değişmesi gibi kusurlara karşı, özellikle yüksek sıcaklık derecesi uygulandığı takdirde oldukça hassastır. Bu bakımdan reçine sızması ve renk değişmesinin kusur sayılmadığı hallerde daha başlangıçtan itibaren oldukça şiddetli şartlar altında kurutmak mümkündür.

Toros Karaçamı kerestesinin kurutulmasında uygulanabilecek en yüksek sıcaklık derecelerinin araştırılmasında,

- Tahtalar, yani 24 mm kalınlıktaki kereste üzerinde yapılan denemelerde lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde 80°C (176°F), lif doygunluğu rutubet derecesinin altında ise, 90°C (203°F) sıcaklık derecelerine kadar çıkılmış ve kaliteli bir kurutma elde edilmiştir.

- Kalaslar, yani 48 mm kalınlıktaki kereste üzerinde yapılan denemelerde lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde 70°C (158°F), lif doygunluğu rutubet derecesinin altında ise 85°C (185°F) sıcaklık derecelerine kadar çıkılmış ve kaliteli bir kurutma elde edilmiştir.

Uygulanabilecek en yüksek sıcaklık derecesinin saptanması amacıyla yapılan denemeler ve sonuçları toplu olarak (Tablo No. 4) de verilmiştir. Ancak, tablonun daha kolay anlaşılmasını sağlamak için burada ayrıntılı bir şekilde açıklanması uygun bulunmuştur. Böylece, aynı zamanda düzenleme şekli bakımından bu tabloya benzeyen 9, 14, 19, 24 numaralı tablolarda açıklanmış olmaktadır.

(Tablo No. 4) de yukarıdan aşağıya doğru olan 1 numaralı sütunda deneme numarası, 2 numaralı sütunun birinci kısmında denemenin yapıldığı yer, ikinci kısmında deneme yapılan fırın tipi ve üçüncü kısmında da denemede üzerinde çalışılan kereste miktarı (m<sup>3</sup> olarak) gösterilmiştir. 3 numaralı sütunda denemede uygulanan kurutma programı numarası gösterilmiş olup, araştırmanın orijinalinde bu programlar verilmiştir. Ancak, araştırmanın çok kısaltılmış özeti olan bu yazıda çok sayıda olan bu programları vermek mümkün olamamıştır. Kurutmada uygulanan sıcaklıkların belirtildiği 4 numaralı sütunun birinci kısmında başlangıç rutubetten lif doygunluğu rutubet derecesine kadar uygulanacak sıcaklık derecesi (T<sub>1</sub>), ikinci kısmında ise lif doygunluğu rutubet derecesinin altında uygulanacak sıcaklık derecesi (T<sub>2</sub>) gösterilmiştir. Tablonun 6, 7, 8 numaralı sütunlarında sırası ile deneme kerestesinin başlangıç ve sonuç rutubetleri tam kuru özgül ağırlığı ve erişilen sonuç rutubetteki kalınlığı açıklanmıştır. Özgül ağırlık ve kalınlık sütunlarında ayrı ayrı kısımlarda sırası ile aritmetik ortalama, standart sapma, örnek sayısı ve değişim genişliği gösterilmiştir. Tablonun 9 numaralı sütununda ise denemelerin değerlendirilmesinde esas alınan kusurlu oranı esas alınmıştır. Bu sütunun birinci kısmında kusurlu oranı, ikinci kısmında bu oranın standart sapması ve üçüncü kısmında da örnek sayısı belirtilmiştir.

Başlangıç rutubetinden lif doygunluğu rutubet derecesine kadar kurutmada güvenle uygulanabilecek en düşük denge rutubetinin araştırılmasında,

- Tahtalar üzerinde yapılan denemelerden, en düşük denge rutubeti olarak %10,1 değerinin (kuru termometre sıcaklık derecesi 75°C, (167°F), bağıl nem % 73, psikrometrik fark 7°C uygulandığı denemede kaliteli bir kurutma elde edilmiştir.
- Kalaslar üzerinde yapılan denemelerden, en düşük denge rutubeti olarak % 11,3 değerinin (kuru termometre sıcaklık derecesi 65°C (149°F), bağıl nem % 75, psikrometrik fark 6°C uygulandığı denemede kaliteli bir kurutma elde edilmiştir (Tablo No. 5).

Lif doygunluğu rutubet derecesinden sonuç rutubete kadar kurutmada, kurutmanın programlanması ve yönetilmesinde esas alınabilecek kurutma meyli değerinin araştırılmasında,

- Tahtalar üzerinde yapılan ve 3,00 ile 3,25 büyüklüğündeki kurutma meyli değerlerinin uygulandığı denemelerde yüksek kaliteli, 3,50 ile 3,75 büyüklüğündeki kurutma meyli değerlerinin uygulandığı denemelerde kaliteli, 4,00 ile 4,50 büyüklüğündeki kurutma meyli değerlerinin uygulandığı denemelerde ise gidetli kurutma elde edilmiştir.



| 1                  | 2  |                    | 3                | 4                  |                      | 5             | 6                |             | 7                                  |       |                                    |                   | 8                 |       |                   |                       | 9              |      |               | 10         |                              |  |
|--------------------|--|--------------------|------------------|--------------------|----------------------|---------------|------------------|-------------|------------------------------------|-------|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------|-------------------|-----------------------|----------------|------|---------------|------------|------------------------------|--|
| Deneme<br>numarası | Denemelerin yapıldığı yer, fırın tipi, kereste miktarı |                    | Program Numarası | Uygulanan sıcaklık |                      | Kurutma Meyli | Kereste Rutubeti |             | Kerestenin tam kuru özgül ağırlığı |       |                                    |                   | Kereste Kalınlığı |       |                   |                       | Kusurlu Oranı  |      |               | Düşünceler |                              |  |
|                    | Yer  | Fırın tipi         |                  | Kereste Mik.       | Lif doy. rutubetinin |               | Üstünde          | Altında     | U.                                 | U.    | Kerestenin tam kuru özgül ağırlığı |                   |                   |       | Kereste Kalınlığı |                       |                |      | Kusurlu Oranı |            |                              |  |
|                    |  |                    |                  |                    |                      |               |                  |             |                                    |       | (m <sup>3</sup> )                  | (T <sub>1</sub> ) | (T <sub>2</sub> ) | (TG)  | (%)               | (gr/cm <sup>3</sup> ) | (mm)           | p    | s             |            | n                            |  |
|                    |  |                    |                  |                    |                      |               |                  | $\bar{r}_0$ | s                                  | n     | R                                  | $\bar{d}$         | s                 | n     | R                 | p                     | s              | n    |               |            |                              |  |
| 1                  | Devrek Kereste Fabrikası                               | Moore Dry Kiln Co. | 20               | 1                  | 60°C<br>140°F        | 95°C<br>203°F | 0,85             | 100,0       | 8,0                                | 0,546 | 0,052                              | 60                | 0,727<br>0,454    | 23,98 | 1,12              | 60                    | 26,10<br>21,50 | 0,04 | 0,027         | 50         | 24 mm kalınlıktaki Kerestede |  |
| 2                  |  |                    | 20               | 2                  | 60°C<br>140°F        | 90°C<br>194°F | 0,85             | 94,0        | 8,0                                | 0,585 | 0,075                              | 60                | 0,792<br>0,400    | 24,03 | 1,11              | 60                    | 26,10<br>22,00 | 0    | —             | 50         |                              |  |
| 3                  |  |                    | 20               | 3                  | 75°C<br>167°F        | 90°C<br>194°F | 0,85             | 112,0       | 8,0                                | 0,541 | 0,068                              | 60                | 0,761<br>0,401    | 24,24 | 0,91              | 60                    | 25,90<br>22,00 | 0    | —             | 50         |                              |  |
| 4                  |  |                    | 20               | 4                  | 80°C<br>176°F        | 90°C<br>194°F | 0,85             | 88,0        | 8,0                                | 0,546 | 0,055                              | 60                | 0,724<br>0,428    | 24,10 | 0,87              | 60                    | 26,05<br>22,10 | 0,02 | 0,019         | 50         |                              |  |
| 5                  |  |                    | 20               | 5                  | 70°C<br>158°F        | 85°C<br>185°F | 0,85             | 82,0        | 10,0                               | 0,541 | 0,068                              | 60                | 0,784<br>0,442    | 48,60 | 1,63              | 60                    | 51,75<br>44,50 | 0,04 | 0,027         | 50         |                              |  |
| 6                  |  |                    | 20               | 6                  | 65°C<br>149°F        | 75°C<br>167°F | 0,85             | 80,0        | 10,0                               | 0,582 | 0,082                              | 60                | 0,804<br>0,391    | 49,04 | 1,99              | 60                    | 52,70<br>44,90 | 0    | —             | 50         | 48 mm kalınlıktaki Kerestede |  |

Tablo No. 4 : Toros Karaçamı (*P. nigra* var. *pallasiana* Schneid.) kerestesi üzerinde yapılan sıcaklık araştırması denemeleri ve toplu sonuçları.

Tabelle 4 : Untersuchungsergebnisse zulaessigen Höchsttemperatur bei der Trocknung von Schwarzkiefer Schnittholz (*Pinus nigra* var. *pallasiana* Schneid.).

| 1  | 2  |               | 3                              |          |                   |               | 4                |                | 5                                  |                |                |      | 6             |    |   | 7  |            |
|----|--|---------------|--------------------------------|----------|-------------------|---------------|------------------|----------------|------------------------------------|----------------|----------------|------|---------------|----|---|--|------------|
|    | Denemelerin yapıldığı yer, Fırın tipi, kereste miktarı |               | Uygulanan program              |          |                   |               | Kereste rutubeti |                | Kerestenin tam kuru özgül ağırlığı |                |                |      | Kusurlu oranı |    |   |  | Düşünceler |
|    | Yer  | Fırın tipi    | Kereste mik. (m <sup>3</sup> ) | Sıcaklık | Psikrometrik fark | Bağıl nem (%) | Denge rutb. (%)  | U <sub>a</sub> | U <sub>e</sub>                     | r <sub>0</sub> | s              | n    | R             | p  | s |  |            |
| 7  |  |               |                                |          |                   |               |                  |                |                                    |                |                |      |               |    |   | Devrek Kereste Fabrikası<br>Moore Dry Kiln Co. |            |
| 8  | 20   | 75°C<br>167°F | 6°C<br>10,8°F                  | 76       | 11,0              | 91,0          | 27,5             | 0,545          | 0,058                              | 60             | 0,667<br>0,451 | 0    | —             | 50 |   |  |            |
| 9  | 20   | 75°C<br>167°F | 7°C<br>12,6°F                  | 73       | 10,1              | 89,0          | 28,0             | 0,541          | 0,051                              | 60             | 0,691<br>0,419 | 0,04 | 0,027         | 50 |   |  |            |
| 10 | 20   | 65°C<br>149°F | 8°C<br>10,8°F                  | 75       | 11,3              | 80,0          | 28,5             | 0,536          | 0,058                              | 60             | 0,674<br>0,433 | 0,02 | 0,019         | 50 |   |  |            |
| 11 | 20   | 65°C<br>149°F | 5,5°C<br>9,9°F                 | 76,5     | 11,8              | 77,0          | 29,0             | 0,533          | 0,051                              | 60             | 0,681<br>0,409 | 0    | —             | 50 |   |  |            |

Tablo No. 5 : Toros Karaçamı (P. nigra var. pallasiana Schneid.) kerestesi üzerinde yapılan lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde uygulanabilecek en düşük denge rutubetli araştırması denemeleri ve toplu sonuçları.

Tabelle 5 : Untersuchungsergebnisse der minimalen Gleichgewichtsfeuchte bei der Trocknung oberhalb des Fasersättigungsbereichs von Schwarzkiefer Schnittholz (P. nigra var. pall. Schn.).

- Kalaslar üzerinde yapılan ve 3,00 büyüklüğündeki kurutma meyli değerinin uygulandığı denemede yüksek kaliteli, 3,25 büyüklüğündeki kurutma meyli değerinin uygulandığı denemelerde kaliteli, 3,50 büyüklüğündeki kurutma meyli değerinin uygulandığı denemede ise şiddetli kurutma elde edilmiştir.

Koruyucu bir kurutma için uygulanabilecek kurutma meyli değerinin araştırılması denemeleri ve sonuçları (Tablo No. 6) da verilmiştir. Tablonun kolay anlaşılması için burada açıklanmasında fayda vardır. Böylece, benzer şekilde düzenlenmiş olan 11, 16, 21, 25 numaralı tablolarda açıklanmış olacaktır.

(Tablo No. 6) da yukarıdan aşağıya doğru 1 numaralı sütunda deneme numarası, 2 numaralı sütunda denemenin yapıldığı yer, fırın tipi ve denemede kullanılan kereste miktarı gösterilmiştir. 3 numaralı sütunda denemede uygulanan program numarası belirtilmiş olup araştırmanın orijinalinde bu programlar ek tablolar halinde verilmiştir. Ancak, araştırmanın çok kısaltılmış özeti olan bu yazıda bu programların verilmesi mümkün görülmemiştir. Bundan sonra gelen 4, 5 ve 6 numaralı sütunlarda kurutma programının hazırlanmasında esas alınan faktörler, yani sıcaklık derecesi, denge rutubeti yüzdesi ve kurutma meyli değerleridir. Daha sonra 7, 8 ve 9 numaralı sütunlarda deneme kerestesinin bazı özellikleri, yani sırasıyla rutubet durumu, tam kuru özgül ağırlığı ve erişilen sonuç rutubetindeki kalınlığı gösterilmiştir. Tabloda 10, 11, 12, 13 ve 14 numaralı sütunlarda ise deneme sonuçları özetlenmiştir. Bilindiği gibi, bir kurutma denemesinin sonuç değerlendirilmesinin yapılmasında esas alınan faktörler, kurutulmuş kerestenin nitel ve nicel özellikleriyle ilgili kalitesini belirten kusurlu oranı, sonuç rutubeti, iç ve dış odun tabakaları arasındaki rutubet farkı ve kerestede ki kurutma gerilmelerinin derecelerini gösteren deformasyon yüzdesidir. Tabloda bu faktörlere alt ilgili istatistik ölçüler yani aritmetik ortalama, standart sapma, örnek sayısı, değişim genişliği ve (z) normal değişken değeri sütunlar kısımlara ayrılarak sırası ile belirtilmiştir. Ayrıca, (z) normal değişken değerine göre  $(u \pm R')$  aralığına giren sonuç rutubeti değerlerinin yüzde oranları 11 numaralı sütunun son kısmında,  $\Delta u' = \Delta u + zs$  aralığına giren iç ve dış tabakalar arasındaki rutubet farkı yüzde oranları 12 numaralı sütunun son kısmında,  $D' = D + zs$  aralığına giren deformasyon yüzdesi değerlerinin yüzde oranları ise, 13 numaralı sütunun son kısmında verilmiştir. Kurutma denemelerinin süreleri 14 numaralı sütunda gösterilmiş, denemelerle ilgili önemli bazı açıklamalar da 15 numaralı sütunda yapılmıştır.

Buraya kadar yapılan kısa açıklamalardan anlaşılacağı gibi kurutmadaki kalite isteklerine göre uygulayıcıya yüksek kaliteli, kaliteli yada şiddetli olmak üzere çeşitli şiddetlerde uygulama yapma imkanı sağlama amacı ile çeşitli kurutma programları önermek mümkündür. Ancak, koruyucu bir kurutma için pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve her uygulayıcının kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde çıkış noktası olarak ele alınabilecek bir program önermek de mümkündür. Araştırma sonuçlarına göre Toros Karaçamının 24 mm. ve 48 mm. kalınlıktaki kerestesi için bu programlar ana hatları ile şöyledir :

- Tahtalar, yani 24 mm kalınlıktaki kereste için; lif doyumluğu rutubet derecesinin üstünde kuru termometre sıcaklık derecesi 75°C (167°F) ve denge rutubeti % 10,1 (bağıl nem % 73), lif doyumluğu rutubet derecesinin altında kuru termometre sıcaklık derecesi 90°C (194°F) ve ortalama kurutma meyli değeri 3,50 alınmak suretiyle hazırlanan kurutma programı (Tablo No. 7 ve Resim 10).



| Deneme Numarası | Yapılan işlemler         |            |               | Program Numarası      | Oygunluk Sıcaklık |                | Lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde uygulanan |                |                   | Kurutma Meyilli Rutubeti |                  |                | Tam Kuru Örgümlü Ağırlık |       |       |     | Kereste Kalınlığı |       |      |                | Kusurlu Oranı  |       |       |                |
|-----------------|--------------------------|------------|---------------|-----------------------|-------------------|----------------|--|----------------|-------------------|--------------------------|------------------|----------------|--------------------------|-------|-------|-----|-------------------|-------|------|----------------|----------------|-------|-------|----------------|
|                 | Yer                      | Fırın tipi | Kereste mikt. |                       | Ostünde           | Altında        | Psikrometrik fark                                    | Bağıl nem %    | Denemeye rutub. % | Kurutma Meyilli          | Başlangıç rutub. | Sonuç rutub.   | (gr/cm <sup>2</sup> )    |       |       |     | (mm)              |       |      |                |                |       |       |                |
|                 | m <sup>3</sup>           |            |               |                       | T <sub>1</sub>    | T <sub>2</sub> |  |                | Ugl               | TG                       | U <sub>1</sub>   | U <sub>2</sub> | T <sub>0</sub>           | s     | n     | R   | d                 | s     | n    | R              | P              | s     | n     |                |
| 12              | Devrek Kereste Fabrikası | Company    | kılın         | 20                    | 7                 | 75°C<br>187°F  | 80°C<br>194°F  | 6°C<br>10.8°F  | 76                | 11.0                     | 3.00             | 108.0          | 8.0                      | 0.560 | 0.084 | 60  | 0.755<br>0.421    | 23.88 | 1.01 | 60             | 25.50<br>21.00 | 0     | —     | 50             |
| 13              |                          |            |               | 20                    | 8                 | 75°C<br>187°F  | 90°C<br>194°F  | 6°C<br>10.8°F  | 76                | 11.0                     | 3.25             | 143.0          | 8.5                      | 0.544 | 0.045 | 60  | 0.717<br>0.431    | 24.07 | 1.00 | 63             | 25.85<br>21.45 | 0     | —     | 50             |
| 14              |                          |            |               | 20                    | 9                 | 75°C<br>187°F  | 90°C<br>194°F  | 6°C<br>10.8°F  | 76                | 11.0                     | 3.50             | 100.0          | 8.5                      | 0.581 | 0.082 | 60  | 0.757<br>0.391    | 23.92 | 0.04 | 60             | 26.10<br>22.10 | 0.02  | 0.019 | 50             |
| 15              |                          |            |               | 20                    | 10                | 75°C<br>187°F  | 90°C<br>194°F  | 6°C<br>10.8°F  | 76                | 11.0                     | 3.75             | 80.0           | 8.5                      | 0.521 | 0.081 | 60  | 0.781<br>0.397    | 24.24 | 1.07 | 60             | 26.80<br>21.85 | 0.06  | 0.032 | 50             |
| 16              |                          |            |               | 20                    | 11                | 75°C<br>187°F  | 90°C<br>194°F  | 6°C<br>10.8°F  | 76                | 11.0                     | 4.00             | 70.0           | 8.0                      | 0.554 | 0.086 | 60  | 0.749<br>0.401    | 24.25 | 0.84 | 60             | 25.90<br>22.15 | 0.20  | 0.056 | 50             |
| 17              |                          |            |               | 20                    | 12                | 75°C<br>187°F  | 90°C<br>194°F  | 6°C<br>10.8°F  | 76                | 11.0                     | 4.50             | 100.0          | 7.0                      | 0.528 | 0.040 | 60  | 0.709<br>0.408    | 24.00 | 1.03 | 60             | 25.65<br>21.50 | 0.50  | 0.005 | 50             |
| 18              |                          |            |               | 20                    | 9                 | 75°C<br>187°F  | 90°C<br>194°F  | 6°C<br>10.8°F  | 76                | 11.0                     | 3.50             | 98.0           | 8.0                      | 0.558 | 0.054 | 60  | 0.726<br>0.482    | 24.49 | 0.90 | 60             | 25.90<br>21.90 | 0     | —     | 50             |
| 19              |                          |            |               | Ayvancık kerest. fab. | Dry               | kılın          | 20   | 9              | 75°C<br>187°F     | 90°C<br>194°F            | 6°C<br>10.8°F    | 76             | 11.0                     | 3.50  | 110.0 | 8.0 | 0.528             | 0.108 | 60   | 0.801<br>0.463 | 24.10          | 0.83  | 60    | 26.40<br>22.00 |
| 20              | 20                       | 9          | 75°C<br>187°F |                       |                   |                | 90°C<br>194°F  | 6°C<br>10.8°F  | 76                | 11.0                     | 3.50             | 90.0           | 8.5                      | 0.544 | 0.067 | 60  | 0.738<br>0.408    | 24.54 | 0.76 | 60             | 26.85<br>23.00 | 0.04  | 0.027 | 50             |
| 21              | Devrek Kereste fab.      | Moore      | kılın         | 20                    | 13                | 65°C<br>149°F  | 80°C<br>176°F  | 5.5°C<br>9.9°F | 76.5              | 11.8                     | 3.50             | 70.0           | 10.0                     | 0.528 | 0.094 | 60  | 0.750<br>0.416    | 49.65 | 1.94 | 51             | 54.35<br>47.10 | 0.10  | 0.054 | 30             |
| 22              |                          |            |               | 20                    | 14                | 65°C<br>149°F  | 80°C<br>176°F  | 5.5°C<br>9.9°F | 76.5              | 11.8                     | 3.25             | 100.0          | 8.0                      | 0.535 | 0.088 | 60  | 0.786<br>0.409    | 49.24 | 1.41 | 48             | 52.00<br>48.90 | 0.033 | 0.032 | 30             |
| 23              |                          |            |               | 20                    | 15                | 65°C<br>149°F  | 80°C<br>176°F  | 5.5°C<br>9.9°F | 76.5              | 11.8                     | 3.00             | 85.0           | 8.0                      | 0.528 | 0.060 | 60  | 0.718<br>0.436    | 48.98 | 1.44 | 60             | 51.75<br>46.85 | 0     | —     | 30             |
| 24              |                          |            |               | 20                    | 14                | 65°C<br>149°F  | 80°C<br>176°F  | 5.5°C<br>9.9°F | 76.5              | 11.8                     | 3.25             | 88.0           | 8.0                      | 0.550 | 0.092 | 60  | 0.757<br>0.421    | 49.09 | 1.18 | 60             | 52.00<br>47.00 | 0.02  | 0.019 | 50             |

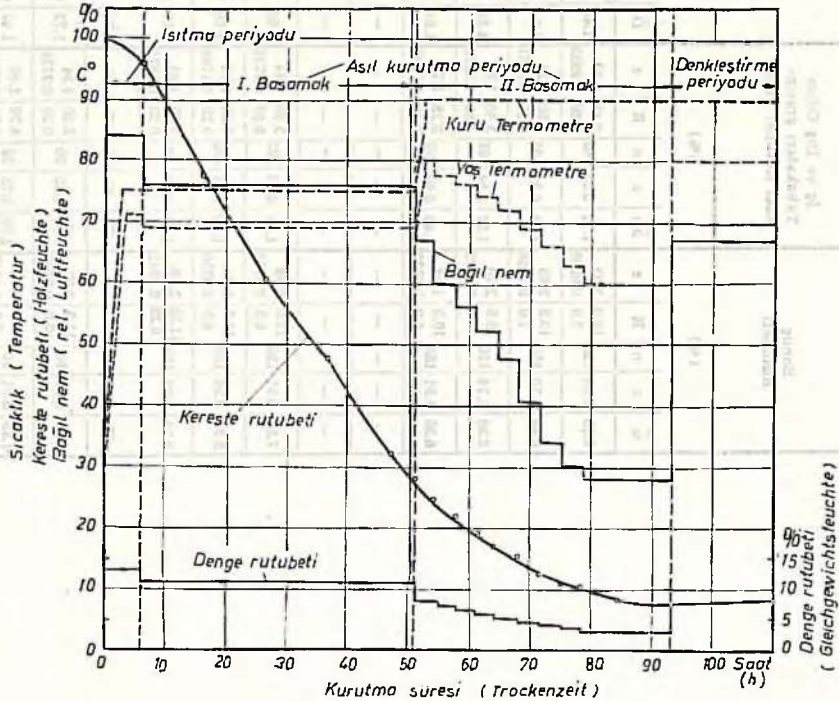
Tablo No. 6 : Toros Karaçamı (P. nigra var. pallasiana Schneid.) kerestesi üzerinde yapılan kurutma meyilli araştırması denemeleri ve toplu sonuçları.  
Tabelle 6 : Untersuchungsergebnisse der zulaessigen Trocknungsgefuelle bei der Trocknung von Schwarzkiefer Schnittholz (P. nigra var. pallasiana Schneid.).

| Sonuç Rutubeti |      |     |               |                | İç ve Dış Odun Tabakaları arasındaki Rutubet Farkı |      |     |              |                | Deformasyon miktarı |      |     |              |                | Kurutma Süresi (saat) |              |              | Düşünceler  |
|----------------|------|-----|---------------|----------------|--|------|-----|--------------|----------------|---------------------|------|-----|--------------|----------------|-----------------------|--------------|--------------|---|
| (%)            |      |     |               |                | (%)  |      |     |              |                | (%)                 |      |     |              |                | Derinlere Kırılma     | Asıl kurutma | Denkleştirme |   |
| ü              | s    | n   | R             | z              | Δu   | s    | n   | R            | z              | D                   | s    | n   | R            | z              |                       |              |              |   |
| 8.23           | 0.66 | 150 | 10.0<br>7.0   | 3.03<br>0.9976 | 1.12   | 0.53 | 102 | 2.45<br>0.20 | 2.60<br>0.9953 | 1.46                | 0.54 | 102 | 2.70<br>0.42 | 2.85<br>0.9980 | 2.5                   | 118          | 17           | Yüksek kaliteli<br>Kurutma hızı: 0.85 %/saat                      |
| 8.46           | 0.70 | 150 | 10.5<br>7.0   | 2.85<br>0.9956 | 1.28   | 0.55 | 102 | 2.80<br>0.25 | 2.21<br>0.9861 | 1.64                | 0.63 | 102 | 3.54<br>0.45 | 2.16<br>0.9846 | 2.5                   | 146          | 17           | Yüksek kaliteli kabul edilebilir<br>Kurutma hızı: 0.92 %/saat     |
| 8.38           | 0.74 | 150 | 10.5<br>6.0   | 2.70<br>0.9930 | 1.50   | 0.54 | 102 | 3.00<br>0.50 | 1.85<br>0.9878 | 1.56                | 0.70 | 102 | 4.05<br>0.20 | 2.05<br>0.9798 | 2.5                   | 87           | 17           | Kaliteli<br>Kurutma hızı: 1.05 %/saat                             |
| 8.35           | 1.01 | 150 | 10.5<br>6.0   | 1.98<br>0.9522 | 1.45   | 0.60 | 102 | 3.25<br>0.50 | 1.75<br>0.9599 | 1.84                | 0.74 | 102 | 4.70<br>0.50 | 1.57<br>0.9418 | 2.5                   | 70           | 17           | Kaliteli kabul edilebilir<br>Kurutma hızı: 1.02 %/saat            |
| -              | -    | -   | -             | -              | -  | -    | -   | -            | -              | -                   | -    | -   | -            | -              | 2.5                   | 60           | -            | Şiddetli<br>Kurutma hızı: 1.03 %/saat                             |
| -              | -    | -   | -             | -              | -  | -    | -   | -            | -              | -                   | -    | -   | -            | -              | 2.5                   | 118          | -            | Siddetli kabuklaşma nedeniyle<br>Kurutma hızı düşük . 0.80 %/saat |
| 7.89           | 0.96 | 150 | 11.0<br>5.5   | 2.08<br>0.9624 | 1.43   | 0.55 | 102 | 3.00<br>0.50 | 1.94<br>0.9738 | 1.60                | 0.70 | 99  | 4.00<br>0.40 | 1.84<br>0.9671 | 2.5                   | 80           | 17           | Kaliteli<br>Kurutma hızı: 1.11 %/saat                             |
| 8.34           | 0.98 | 150 | 10.7<br>6.0   | 2.24<br>0.9750 | 1.26   | 0.61 | 102 | 3.25<br>0.25 | 2.03<br>0.9780 | 1.58                | 0.72 | 102 | 4.10<br>0.45 | 1.97<br>0.9756 | 2.5                   | 98           | 17           | Kaliteli<br>Kurutma hızı: 1.14 %/saat                             |
| 8.72           | 0.95 | 150 | 11.25<br>6.25 | 2.10<br>0.9842 | 1.45   | 0.57 | 99  | 3.50<br>0.25 | 1.84<br>0.9671 | 1.67                | 0.80 | 102 | 4.25<br>0.60 | 1.66<br>0.9515 | 2.5                   | 75           | 17           | Kaliteli<br>Kurutma hızı: 1.10 %/saat                             |
| -              | -    | -   | -             | -              | -  | -    | -   | -            | -              | -                   | -    | -   | -            | -              | 5                     | 100          | 34           | Siddetli<br>Kurutma hızı: 0.60 %/saat                             |
| 8.53           | 0.99 | 90  | 11.5<br>6.0   | 2.02<br>0.9566 | 1.85   | 0.85 | 90  | 5.20<br>0.20 | 1.94<br>0.9738 | 1.72                | 0.69 | 90  | 4.25<br>0.55 | 1.85<br>0.9678 | 5                     | 137          | 34           | Kaliteli<br>Kurutma hızı: 0.69 %/saat                             |
| 7.85           | 0.84 | 90  | 9.0<br>6.0    | 2.41<br>0.9840 | 1.70   | 0.75 | 90  | 4.70<br>0.20 | 2.40<br>0.9918 | 1.40                | 0.64 | 90  | 3.10<br>0.00 | 2.50<br>0.9938 | 5                     | 128          | 34           | Yüksek kaliteli kabul edilebilir<br>Kurutma hızı: 0.60 %/saat     |
| 8.46           | 0.95 | 90  | 11.0<br>5.5   | 2.11<br>0.9852 | 1.84   | 0.63 | 90  | 5.00<br>0.20 | 2.00<br>0.9772 | 1.64                | 0.60 | 90  | 3.25<br>0.40 | 2.27<br>0.9884 | 5                     | 123          | 24           | Kaliteli<br>Kurutma hızı: 0.65 %/saat                             |

| Kereste Rutubeti (U) | Kurutma Meyli (TG) | Denge Rutubeti (Ugl) | Kuru Termometre Sıcaklık Derecesi |     | Yaş Termometre Sıcaklık Derecesi |       | Psikrometrik Fark |      | Bağıl Nem |
|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|-----|----------------------------------|-------|-------------------|------|-----------|
|                      |                    |                      | C°                                | F°  | C°                               | F°    | C°                | F°   |           |
| %                    |                    | %                    |                                   |     |                                  |       |                   |      | %         |
| Başl. rutb.          |                    |                      |                                   |     |                                  |       |                   |      |           |
| —                    | —                  | 13,1                 | 75                                | 167 | 71                               | 159,8 | 4                 | 7,2  | 84        |
| —28                  | —                  | 11,0                 | 75                                | 167 | 69                               | 156,2 | 6                 | 10,8 | 76        |
| 28—26                | 3,55               | 7,9                  | 90                                | 194 | 80                               | 176,0 | 10                | 18,0 | 67        |
| 26—24                | 3,50               | 7,4                  | 90                                | 194 | 79                               | 174,2 | 11                | 19,8 | 64        |
| 24—22                | 3,50               | 6,9                  | 90                                | 194 | 77,5                             | 171,5 | 12,5              | 22,5 | 60        |
| 22—20                | 3,50               | 6,3                  | 90                                | 194 | 76                               | 168,8 | 14                | 25,2 | 56        |
| 20—18                | 3,50               | 5,7                  | 90                                | 194 | 74                               | 165,2 | 16                | 28,8 | 52        |
| 18—16                | 3,50               | 5,2                  | 90                                | 194 | 72                               | 161,6 | 18                | 32,4 | 47        |
| 16—14                | 3,50               | 4,6                  | 90                                | 194 | 69                               | 156,2 | 21                | 37,8 | 40,5      |
| 14—12                | 3,50               | 4,0                  | 90                                | 194 | 66                               | 150,8 | 24                | 43,2 | 34        |
| 12—10                | 3,50               | 3,5                  | 90                                | 194 | 63                               | 145,4 | 27                | 48,6 | 30        |
| 10—8                 | 3,33               | 3,0                  | 90                                | 194 | 60                               | 140,0 | 30                | 54,0 | 26        |
| 8—6                  | 2,70               | 3,0                  | 90                                | 194 | 60                               | 140,0 | 30                | 54,0 | 26        |
| 6—8                  | —                  | 7,9                  | 90                                | 194 | 80                               | 176,0 | 10                | 18,0 | 67        |

Tablo No 7 : Toros Karaçamı tahtaları için, pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde çıkış noktası olarak ele alınabilecek kurutma programı.

Tabella 7 : Trocknungsprogramm für Schwarzkiefern bretter. (Dieser Programm kann in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden und den Praktiker nach Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramm dienen.)



Resim 10 : (Tablo no 7) de verilen kurutma programının bir denemede uygulanışı ve bu denemede kereste rutubetinin gidişi (Kereste kalınlığı 24 mm.).

Bild 10 : Vorlauf der Trocknung nach der Tabelle 7 bei der Trocknung Schwarzkiefern Bretter (24 mm. stark).



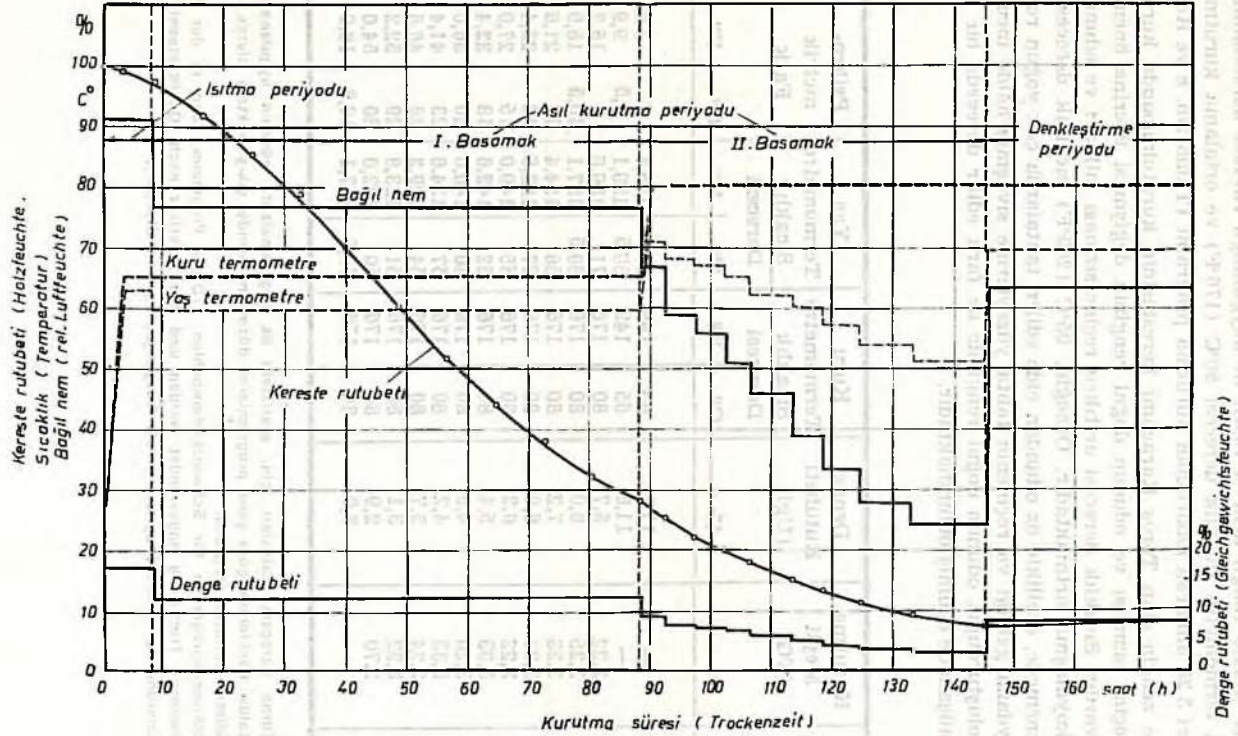
— Kalaslar, yani 48 mm. kalınlıktaki kereste için; lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde kuru termometre sıcaklık derecesi 65°C (149°F) ve denge rutubeti % 11,8 (bağıl nem % 76,5), lif doygunluğu rutubet derecesinin altında kuru termometre sıcaklık derecesi 80°C (176°F) ve ortalama kurutma meylli değeri 3,25 alınarak hazırlanan kurutma programı (Tablo No. 8 ve Resim 11).

Reçinece zengin olan Toros Karaçamı kerestesinin kurutulmasında kurutma sıcaklığının reçine sızması ve odunun doğal renginin değişmesi üzerine önemli derecede etkisi vardır. Sıcaklık derecesi arttıkça reçine sızması miktarı ve odunun doğal rengindeki koyulaşma artmaktadır. Örneğin, 95°C (203°F) sıcaklık derecesinin uygulandığı denemede, özellikle öz odundan elde edilen tahtalarda çok yoğun reçine sızmasının meydana geldiği ve reçinenin tahta yüzeylerine sıvaşmış halde ince ve sert bir tabaka oluşturduğu, odunun doğal renginde de fark edilir derecede bir koyulaşma olduğu müşahade edilmiş bulunmaktadır.

| Kereste Rutubeti (U) | Kurutma Meyli (TG) | Denge Rutubeti (U <sub>gl</sub> ) | Kuru Termometre Sıcaklık Derecesi |     | Yaş Termometre Sıcaklık Derecesi |       | Psikrometrik Fark |      | Bağıl Nem |
|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----|----------------------------------|-------|-------------------|------|-----------|
|                      |                    |                                   | C°                                | F°  | C°                               | F°    | C°                | F°   |           |
| %                    |                    | %                                 |                                   |     |                                  |       |                   |      | %         |
| Başl. rutb.          |                    |                                   |                                   |     |                                  |       |                   |      |           |
| —                    | —                  | 17,1                              | 65                                | 149 | 63                               | 145,4 | 2                 | 3,6  |           |
| — 28                 | —                  | 11,8                              | 65                                | 149 | 59,5                             | 139,1 | 5,5               | 9,9  | 76,5      |
| 28—26                | 3,22               | 8,7                               | 80                                | 176 | 71                               | 159,8 | 9                 | 16,2 | 67        |
| 26—24                | 3,25               | 8,0                               | 80                                | 176 | 69,5                             | 157,1 | 10,5              | 18,9 | 63,5      |
| 24—22                | 3,33               | 7,2                               | 80                                | 176 | 68                               | 154,4 | 12                | 21,6 | 59        |
| 22—20                | 3,23               | 6,8                               | 80                                | 176 | 67                               | 152,6 | 13                | 23,4 | 56        |
| 20—18                | 3,22               | 6,2                               | 80                                | 176 | 65                               | 149,0 | 15                | 27,0 | 51        |
| 18—16                | 3,33               | 5,4                               | 80                                | 176 | 62                               | 143,6 | 18                | 32,4 | 46        |
| 16—14                | 3,26               | 4,9                               | 80                                | 176 | 60                               | 140,0 | 20                | 36,0 | 39        |
| 14—12                | 3,33               | 4,2                               | 80                                | 176 | 57                               | 134,6 | 23                | 41,4 | 33,5      |
| 12—10                | 3,24               | 3,7                               | 80                                | 176 | 54                               | 129,2 | 26                | 46,8 | 28        |
| 10—8                 | 3,22               | 3,1                               | 80                                | 176 | 51                               | 123,8 | 29                | 52,2 | 24,5      |
| 8—6                  | 2,70               | 2,9                               | 80                                | 176 | 50                               | 122,0 | 30                | 54,0 | 23        |
| 6—8                  | —                  | 8,0                               | 80                                | 176 | 69,5                             | 157,1 | 10,5              | 18,9 | 63,5      |

Tablo No 8 : Toros Karaçamı kalasları için, pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde çıkış noktası olarak ele alınabilecek kurutma programı.

Tabelle 8 : Trocknungsprogramm für Schwarzkiefernbohlen. (Dieses Programm kann in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden und den Praktiker nach Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramm dienen.)



Resim 11 : (Tablo no 8) de verilen kurutma programının bir denemede uygulanışı ve bu denemede kereste rutubetinin gidışı (Kereste kalınlığı 48 mm.).

Bild 11 : Verlauf der Trocknung nach der Tabelle 7 bei der Trocknung Schwarzkiefernbohlen (48 mm. stark).

## 4.2. Uludağ Göknaarı (A. bornmülleriana Mattf.)

Uludağ göknaarının 24 mm ve 48 mm kalınlıktaki toplam 480 m<sup>3</sup> deneme kerestesi üzerinde yapılan 24 denemede, inceleme, gözlem ve ölçmelerle elde edilen verilerin değerlendirilmesi suretiyle varılan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Uludağ Göknaarı kerestesi Toros Karaçamı gibi oldukça kolay ve çabuk kurumaktadır. Çatlama, şekil değişmesi ve sertleşme hali gibi kurutma kusurlarına karşı fazla meyilli değildir. Isıtma periyodunda yüksek bağıl nem uygulamak kaydı ile Toros Karaçamına nazaran daha şiddetli şartlar altında kurutmak mümkündür.

Kurutmada uygulanabilecek en yüksek sıcaklık derecesinin araştırılmasında,

- Tahtalar üzerinde yapılan denemelerde,  $T_1 = 90^\circ\text{C}$  ( $194^\circ\text{F}$ ),  $T_2 = 95^\circ\text{C}$  ( $203^\circ\text{F}$ ) sıcaklık derecelerine kadar çıkılmış ve kaliteli bir kurutma elde edilmiştir.
- Kalaslar üzerinde yapılan denemelerde  $T_1 = 75^\circ\text{C}$  ( $167^\circ\text{F}$ ),  $T_2 = 85^\circ\text{C}$  ( $185^\circ\text{F}$ ) sıcaklık derecelerine kadar çıkılmış ve kaliteli bir kurutma elde edilmiştir (Tablo No. 9).

Başlangıç rutubetinden lif doygunluğu rutubet derecesine kadar kurutmada güvle uygulanabilecek en düşük denge rutubetinin araştırılmasında,

- Tahtalar üzerinde yapılan denemelerden, en düşük denge rutubeti olarak % 8,7 değerinin ( $T_1 = 80^\circ\text{C}$  ( $176^\circ\text{F}$ ), bağıl nem % 67 ve psikrometrik fark  $9^\circ\text{C}$ ) uygulandığı denemede şiddetli kurutma elde edilmiştir. Buna karşılık % 9,3 değerinin ( $T_1 = 8^\circ\text{C}$  ( $176^\circ\text{F}$ ), bağıl nem % 71 ve psikrometrik fark  $8^\circ\text{C}$ ) uygulandığı denemede kaliteli bir kurutma elde edilmiştir.
- Kalaslar üzerinde yapılan denemelerden, en düşük denge rutubeti olarak % 10,3 değerinin uygulandığı ( $T_1 = 70^\circ\text{C}$  ( $158^\circ\text{F}$ ), bağıl nem % 73, psikrometrik fark  $7^\circ\text{C}$ ) denemede kaliteli kurutma elde edilmiştir. Sonuçlar toplu halde (Tablo No. 10) da özetlenmiştir.

Lif doygunluğu rutubet derecesinden sonuç rutubetine kadar kurutmada kurutmanın programlanması ve yönetilmesinde esas alınabilecek kurutma meylli değerinin araştırılmasında,

- Tahtalar üzerinde yapılan ve 3,50 büyüklüğündeki kurutma meylli değerlerinin uygulandığı denemede yüksek kaliteli, 3,75 ile 3,85 büyüklüğündeki kurutma meylli değerinin uygulandığı denemelerde kaliteli, 4,00 ile 4,25 büyüklüğündeki kurutma meylli değerlerinin uygulandığı denemelerde ise şiddetli kurutma elde edilmiştir.
- Kalaslar üzerinde yapılan ve 3,85 büyüklüğündeki kurutma meylli değerinin uygulandığı denemede şiddetli, 3,75 büyüklüğündeki kurutma meylli değerinin uygulandığı denemede kaliteli ve 3,50 büyüklüğündeki kurutma meylli değerinin uygulandığı denemelerden birinde yüksek kaliteli diğerinde kaliteli bir kurutma elde edilmiştir. Tahta ve kalaslar üzerinde yapılan denemeler ve sonuçları (Tablo No. 11) de gösterilmiştir.



| 1<br>Deneme<br>uma-<br>rası | 2<br>Denemelerin ya-<br>pıldığı yer, fırın<br>tipi, kereste mik-<br>tarı |                    | 3<br>Prog-<br>ram<br>Nu-<br>ma-<br>rası | 4<br>Uygulanan sı-<br>caklık<br>Lif doyğ. ru-<br>tubetinin |                              | 5<br>Ku-<br>rut-<br>ma<br>Meyli | 6<br>Kereste<br>Rutubeti<br>(%) |      | 7<br>Kerestenin tam kuru<br>özgül ağırlığı<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) |                |             |    | 8<br>Kereste<br>kalınlığı<br>(mm) |       |           |    | 9<br>Kusurlu<br>Oranı |      |       | 10<br>Düşün-<br>celer |   |   |
|-----------------------------|--|--------------------|---|--|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------|---|----------------|-------------|----|-----------------------------------|-------|-----------|----|-----------------------|------|-------|-----------------------|---|---|
|                             | Yer  | Fırın<br>tipi      |   | Ke-<br>reste<br>Mik.<br>(m <sup>3</sup> )                  | Üstünde<br>(T <sub>1</sub> ) |                                 | Altında<br>(T <sub>2</sub> )    | (TG) | U <sub>a</sub>  | U <sub>c</sub> | $\bar{r}_o$ | s  | n                                 | R     | $\bar{d}$ | s  | n                     | R    | p     |                       | s   | n   |
|                             |  |                    |   |  |                              |                                 |                                 |      |   |                |             |    |                                   |       |           |    |                       |      |       |                       |   |   |
| 1                           | Devrek Kereste Fabrikası   | Moore Dry Kiln Co. | 20                                      | 1  | 60°C<br>140°F                | 95°C<br>203°F                   | 0,85                            | 80,0 | 9,0   | 0,387          | 0,079       | 60 | 0,558<br>0,322                    | 24,85 | 0,78      | 60 | 26,15<br>23,45        | 0,04 | 0,027 | 50                    | 24 mm<br>kalınlık-<br>taki ke-<br>restede |   |
| 2                           |  |                    | 20                                      | 2  | 60°C<br>140°F                | 90°C<br>194°F                   | 0,85                            | 90,0 | 8,5   | 0,406          | 0,031       | 60 | 0,527<br>0,359                    | 24,64 | 0,59      | 60 | 25,90<br>23,96        | 0    | —     | 50                    |   |   |
| 3                           |  |                    | 20                                      | 3  | 80°C<br>176°F                | 90°C<br>194°F                   | 0,85                            | 65,0 | 9,0   | 0,433          | 0,063       | 60 | 0,623<br>0,357                    | 23,73 | 0,94      | 60 | 26,50<br>22,15        | 0    | —     | 50                    |   |   |
| 4                           |  |                    | 20                                      | 4  | 85°C<br>185°F                | 90°C<br>194°F                   | 0,85                            | 96,0 | 8,5   | 0,405          | 0,047       | 60 | 0,500<br>0,319                    | 24,87 | 0,92      | 60 | 27,10<br>23,40        | 0,04 | 0,027 | 50                    |   |   |
| 5                           |  |                    | 20                                      | 5  | 90°C<br>194°F                | 90°C<br>194°F                   | 0,85                            | 85,0 | 9,0   | 0,387          | 0,045       | 60 | 0,547<br>0,323                    | 24,64 | 0,53      | 60 | 26,50<br>23,10        | 0,06 | 0,032 | 50                    |   |   |
| 6                           |  |                    | 20                                      | 6  | 75°C<br>167°F                | 85°C<br>185°F                   | 0,85                            | 63,0 | 9,0   | 0,398          | 0,042       | 60 | 0,524<br>0,319                    | 48,76 | 1,81      | 60 | 51,75<br>45,00        | 0,06 | 0,032 | 50                    |   | 48 mm<br>kalınlık-<br>taki ke-<br>restede |
| 7                           |  |                    | 20                                      | 7  | 70°C<br>158°F                | 80°C<br>176°F                   | 0,85                            | 68,0 | 8,5   | 0,412          | 0,047       | 60 | 0,570<br>0,353                    | 50,10 | 2,42      | 60 | 55,10<br>46,00        | 0    | —     | 50                    |   |   |

bio No. 10 : Uruđag Gökneri (A. bormülleriana Matt.) kerestesi üzerinde yapılan lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde uygulanabilecek en düşük değege rutubet araştırması denemeleri ve toplu sonuçları.  
10 : Untersuchungsergebnisse der minimalen Gleichgewichtsluchte bei der Trocchnung oberhalb des Fasersättigungsbereichs von Bormüllerianenschichtholz (A. bormülleriana Matt.).

| 1  | 2                   | 3                       | 4   | 5                    | 6  | 7    |      |       |       |    |       |       |      |       |    |                              |
|--|---------------------|-------------------------|---|----------------------|--|------|------|-------|-------|----|-------|-------|------|-------|----|------------------------------|
| Denemenin yapıldığı yer, Fırın tipi, kereste miktarı | Uygulanan Program   | Kereste rutubeti (%)    | Kerestenin tam kuru özgül ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> ) | Kusurlu oranı        | Düşünceleler   |      |      |       |       |    |       |       |      |       |    |                              |
| Yer   Fırın tipi                                     | Sıcak-Ilık fark     | Psikro-metrik nem rutb. | Kesir   | (%)                  | U <sub>a</sub> U <sub>c</sub> T <sub>0</sub> s n R p s n |      |      |       |       |    |       |       |      |       |    |                              |
| (m <sup>3</sup> )                                    | metrik nem rutb.    | (%)                     | (%)   | (g/cm <sup>3</sup> ) | (%)  | —    | (%)  | n     |       |    |       |       |      |       |    |                              |
| Devrek Kereste Fabrikası                             | Moore Dry Kınıl Co. | 20                      | 80°C 176°F  | 7,0°C 12,6°F         | 74   | 80,0 | 30,0 | 0,409 | 0,033 | 61 | 0,463 | 0,250 | 0    | —     | 50 | 24 mm kalınlıktaki kerestede |
|  |                     | 20                      | 80°C 176°F  | 8,0°C 14,4°F         | 71   | 74,0 | 32,0 | 0,391 | 0,039 | 60 | 0,469 | 0,297 | 0,04 | 0,027 | 50 | 43 mm kalınlıktaki kerestede |
|  |                     | 20                      | 80°C 176°F  | 9,0°C 16,2°F         | 67   | 92,0 | 32,0 | 0,409 | 0,047 | 60 | 0,527 | 0,329 | 0,12 | 0,043 | 50 | 49 mm kalınlıktaki kerestede |
|  |                     | 20                      | 70°C 158°F  | 7,0°C 12,6°F         | 73   | 76,0 | 33,0 | 0,402 | 0,032 | 60 | 0,543 | 0,341 | 0,02 | 0,019 | 50 |                              |
|  |                     | 20                      | 70°C 158°F  | 6,5°C 11,7°F         | 74,5   | 81,0 | 33,0 | 0,417 | 0,046 | 60 | 0,570 | 0,353 | 0    | —     | 50 |                              |

| Deneme Numarası | pi ve kereste miktarı    |            | Program Numarası | Lif doyg. rutb. derecesinin |         |         | tubet derecesinin üstünde uygulanan |             |               | Kurutma Meyli | Başlangıç rutb. | Sonuç rutb. | Tam Kuru Özgül Ağırlık |                |       |      | Kereste Kalınlığı |                |                |       | Kusurlu Oranı |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
|-----------------|--------------------------|------------|------------------|-----------------------------|---------|---------|-------------------------------------|-------------|---------------|---------------|-----------------|-------------|------------------------|----------------|-------|------|-------------------|----------------|----------------|-------|---------------|------|-------|----|-----|------|------|------|-------|----------------|-------|-------|----|-------|-------|------|----|-------|-------|-------|----|
|                 | Yer                      | Fırın tipi |                  | Kereste mikt.               | Ostünde | Allında | Psikrometrik fark                   | Bağal nem % | Denge rutb. % |               |                 |             | (gr/cm <sup>3</sup> )  |                |       |      | (mm)              |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
|                 |                          |            |                  |                             |         |         |                                     |             |               |               |                 |             | T <sub>1</sub>         | T <sub>2</sub> | Ugl   | TG   | U <sub>1</sub>    | U <sub>2</sub> | r <sub>0</sub> | s     | n             | R    | d̄    | s  | n   | R    | p    | s    | n     |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
|                 |                          |            |                  |                             |         |         |                                     |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      |                   |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       | m <sup>3</sup> |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 13              | Devrek Kereste Fabrikası | Co.        | Kilin            | 20                          | 8       | 80°C    | 90°C                                | 7           | 74            | 9.9           | 3.50            | 11.0        | 8.5                    | 0.409          | 0.049 | 60   | 0.569             | 24.76          | 0.72           | 60    | 28.10         | 0    | —     | 50 |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 176°F           |                          |            |                  |                             |         | 194°F   | 0.296                               |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 33.40             |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 14              |                          |            |                  |                             |         | 20      | 9                                   |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 80°C              |                |                |       | 90°C          |      |       |    | 7   | 74   | 9.9  | 3.75 | 105.0 | 8.0            | 0.403 | 0.089 | 60 | 0.599 | 24.17 | 1.03 | 60 | 26.75 | 0     | —     | 50 |
| 176°F           |                          |            |                  |                             |         | 194°F   | 0.216                               |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 22.00             |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 15              |                          |            |                  |                             |         | 20      | 10                                  |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 80°C              |                |                |       | 90°C          |      |       |    | 7   | 74   | 9.9  | 4.00 | 60.0  | 7.5            | 0.419 | 0.043 | 60 | 0.600 | 24.50 | 1.40 | 60 | 28.40 | 0.04  | 0.027 | 50 |
| 176°F           |                          |            |                  |                             |         | 194°F   | 0.353                               |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 21.90             |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 16              | Moore                    | Dry        | Kilin            | 20                          | 11      | 80°C    | 90°C                                | 7           | 74            | 9.9           | 4.25            | 85.0        | 7.0                    | 0.429          | 0.088 | 60   | 0.603             | 24.80          | 0.67           | 60    | 28.15         | 0.12 | 0.045 | 50 |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 176°F           |                          |            |                  |                             |         | 194°F   | 0.299                               |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 22.90             |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 17              |                          |            |                  |                             |         | 20      | 12                                  |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 80°C              |                |                |       | 90°C          |      |       |    | 7   | 74   | 9.9  | 3.85 | 117.0 | 7.5            | 0.429 | 0.046 | 60 | 0.554 | 24.91 | 0.71 | 60 | 28.10 | 0.02  | 0.019 | 50 |
| 176°F           |                          |            |                  |                             |         | 194°F   | 0.348                               |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 23.45             |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 18              |                          |            |                  |                             |         | 20      | 12                                  |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 80°C              |                |                |       | 90°C          |      |       |    | 7   | 74   | 9.9  | 3.85 | 88.0  | 8.0            | 0.405 | 0.046 | 60 | 0.524 | 24.24 | 1.20 | 60 | 27.70 | 0     | —     | 50 |
| 176°F           |                          |            |                  |                             |         | 194°F   | 0.322                               |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 22.10             |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 19              | Ayancıık Keres. Fab.     | Dry        | Kilin            | 20                          | 12      | 80°C    | 90°C                                | 7           | 74            | 9.9           | 3.85            | 83.0        | 8.0                    | 0.442          | 0.082 | 60   | 0.599             | 24.40          | 0.67           | 60    | 25.45         | 0    | —     | 50 |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 176°F           |                          |            |                  |                             |         | 194°F   | 0.320                               |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 22.95             |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 29              | Devrek Kereste Fab.      | Moore      | Dry              | 20                          | 12      | 80°C    | 90°C                                | 7           | 74            | 9.9           | 3.85            | 125.0       | 8.0                    | 0.445          | 0.069 | 60   | 0.603             | 24.60          | 0.82           | 60    | 26.45         | 0.02 | 0.019 | 50 |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 176°F           |                          |            |                  |                             |         | 194°F   | 0.353                               |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 22.90             |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 21              |                          |            |                  |                             |         | 20      | 13                                  |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 70°C              |                |                |       | 80°C          |      |       |    | 6.5 | 74.5 | 10.7 | 3.85 | 96.0  | 9.0            | 0.421 | 0.050 | 60 | 0.589 | 49.22 | 1.55 | 60 | 53.05 | 0.133 | 0.061 | 30 |
| 158°F           |                          |            |                  |                             |         | 176°F   | 0.256                               |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 46.60             |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 22              |                          |            |                  |                             |         | 20      | 14                                  |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 70°C              |                |                |       | 80°C          |      |       |    | 6.5 | 74.5 | 10.7 | 3.75 | 77.5  | 8.5            | 0.429 | 0.060 | 60 | 0.675 | 49.45 | 1.63 | 60 | 55.60 | 0.066 | 0.045 | 30 |
| 158°F           |                          |            |                  |                             |         | 176°F   | 0.273                               |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      | 46.10             |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 23              | 20                       | 15         | 70°C             | 80°C                        | 6.5     | 74.5    | 10.7                                | 3.50        | 88.0          | 8.0           | 0.420           | 0.070       | 60                     | 0.623          | 49.08 | 1.97 | 60                | 52.50          | 0              | —     | 30            |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 158°F           | 176°F                    | 0.311      | 45.75            |                             |         |         |                                     |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      |                   |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 24              | 20                       | 15         | 70°C             | 80°C                        | 6.5     | 74.5    | 10.7                                | 3.50        | 102.5         | 8.0           | 0.426           | 0.045       | 60                     | 0.603          | 49.34 | 1.44 | 60                | 52.50          | 0.033          | 0.032 | 30            |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |
| 158°F           | 176°F                    | 0.341      | 46.00            |                             |         |         |                                     |             |               |               |                 |             |                        |                |       |      |                   |                |                |       |               |      |       |    |     |      |      |      |       |                |       |       |    |       |       |      |    |       |       |       |    |

Tablo No. 11 : Uludağ Göknaarı (A. bornmülleriana Mattf.) kerestesi üzerinde yapılan kurutma meyli araştırması denemeleri ve toplu sonuçları.

Tabelle 11 : Untersuchungsergebnisse der zulaessigen Trocknungsgelaele Bel der Trocknung von Bornmüllersestannenschnittthoz (A. bornmülleriana Mattf.).

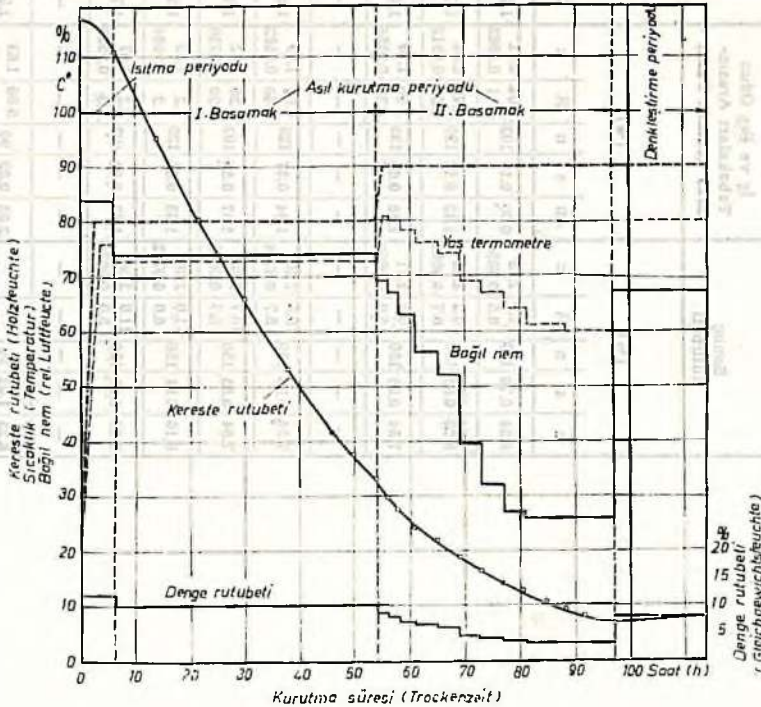


| Sonuç Rutubeti |      |     |             |                | İç ve Dış Odun Tabakaları Arasındaki Rutubet Farkı |      |     |              |                | Deformasyon miktarı |      |     |              |                | Kurutma Süresi (saat)  |              |              | Düşünceler   |
|----------------|------|-----|-------------|----------------|--|------|-----|--------------|----------------|---------------------|------|-----|--------------|----------------|------------------------|--------------|--------------|--|
| (%)            |      |     |             |                | (%)  |      |     |              |                | (%)                 |      |     |              |                | Derinlere kadar ısıtma | Asıl kurutma | Denkleştirme |  |
| ū              | s    | n   | R           | z              | Āu   | s    | n   | R            | z              | Ā                   | s    | n   | R            | z              |                        |              |              |  |
| 8.38           | 0.70 | 150 | 11.0<br>6.5 | 2.85<br>0.9856 | 0.90   | 0.55 | 102 | 2.64<br>0.11 | 2.91<br>0.9982 | 1.48                | 0.61 | 120 | 3.45<br>0.45 | 2.49<br>0.9936 | 2.5                    | 92           | 17           | Yüksek kaliteli<br>Kurutma hızı : 1.10 %/saat                        |
| 8.20           | 0.66 | 150 | 10.2<br>6.7 | 2.39<br>0.9802 | 1.42   | 0.52 | 120 | 2.75<br>0.50 | 2.08<br>0.9812 | 1.63                | 0.70 | 120 | 3.80<br>0.80 | 1.98<br>0.9750 | 2.5                    | 80           | 17           | Kaliteli ve oldukça<br>yüksek koruyucu<br>Kurutma hızı : 1.21 %/saat |
| 7.34           | 0.95 | 150 | 10.5<br>5.0 | 2.11<br>0.9652 | 1.48   | 0.60 | 120 | 3.90<br>0.30 | 1.70<br>0.9554 | 1.74                | 0.87 | 120 | 6.35<br>0.60 | 1.45<br>0.9285 | 2.5                    | 56           | 17           | Kurutma hızı : 1.95 %/saat   |
| —              | —    | —   | —           | —              | —  | —    | —   | —            | —              | —                   | —    | —   | —            | —              | 2.5                    | 83           | 17           | Siddetli<br>Kurutma hızı : 0.94 %/saat                               |
| 7.36           | 0.88 | 150 | 9.5<br>5.7  | 2.28<br>0.9774 | 1.34   | 0.67 | 120 | 4.00<br>0.40 | 1.73<br>0.9582 | 1.69                | 0.75 | 120 | 3.82<br>0.78 | 1.77<br>0.9509 | 2.5                    | 01           | 17           | Kaliteli<br>Kurutma hızı : 1.20 %/saat                               |
| 7.84           | 0.85 | 150 | 10.7<br>5.7 | 2.35<br>0.9812 | 1.37   | 0.59 | 102 | 3.20<br>0.20 | 1.92<br>0.9726 | 1.64                | 0.72 | 120 | 4.33<br>0.60 | 1.88<br>0.9609 | 2.5                    | 69.5         | 17           | Kaliteli ve oldukça<br>yüksek koruyucu<br>Kurutma hızı : 1.15 %/saat |
| 8.10           | 0.91 | 150 | 11.0<br>6.0 | 2.20<br>0.9722 | 1.33   | 0.64 | 120 | 3.2<br>0.2   | 1.83<br>0.9664 | 1.53                | 0.87 | 120 | 4.75<br>0.35 | 1.69<br>0.9545 | 2.5                    | 66           | 17           | Kaliteli<br>Kurutma hızı : 1.13 %/saat                               |
| 8.00           | 0.96 | 150 | 11.0<br>5.0 | 2.08<br>0.9624 | 1.53   | 0.58 | 102 | 3.2<br>0.2   | 1.67<br>0.9525 | 1.73                | 0.78 | 90  | 6.00<br>0.60 | 1.63<br>0.9484 | 2.5                    | 92           | 17           | Kaliteli kabul edilebilir<br>Kurutma hızı : 1.27 %/saat              |
| —              | —    | —   | —           | —              | —  | —    | —   | —            | —              | —                   | —    | —   | —            | —              | 5                      | 122          | 34           | Siddetli<br>Kurutma hızı : 0.71 %/saat                               |
| 8.25           | 1.02 | 90  | 11.0<br>6.0 | 1.96<br>0.9500 | 2.05   | 0.89 | 90  | 5.00<br>0.50 | 1.63<br>0.9484 | 1.86                | 0.66 | 90  | 3.77<br>0.64 | 1.57<br>0.9406 | 5                      | 103          | 34           | Kaliteli kabul edilebilir.<br>Kurutma hızı : 0.67 %/saat             |
| 7.94           | 0.78 | 00  | 10.0<br>6.0 | 2.56<br>0.9896 | 1.42   | 0.72 | 120 | 4.75<br>0.50 | 2.89<br>0.9881 | 1.68                | 0.56 | 90  | 3.00<br>0.90 | 2.36<br>0.9909 | 5                      | 115          | 34           | Yüksek kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.76 %/saat                        |
| 7.96           | 0.89 | 90  | 10.0<br>5.5 | 2.25<br>0.9756 | 2.06   | 0.87 | 90  | 4.70<br>0.70 | 1.68<br>0.9515 | 1.88                | 0.62 | 90  | 3.69<br>0.81 | 1.80<br>0.9641 | 5                      | 114          | 34           | Kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.82 %/saat                               |

| Kereste Rutubeti (U) | Kurutma Meyli (TG) | Denge Rutubeti (Ugl) | Kuru Termometre Sıcaklık Derecesi |     | Yağ Termometre Sıcaklık Derecesi |       | Psikrometrik Fark |      | Bağıl Nem |
|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|-----|----------------------------------|-------|-------------------|------|-----------|
|                      |                    |                      | C°                                | F°  | C°                               | F°    | F°                | C°   |           |
| %                    |                    | %                    |                                   |     |                                  |       |                   |      | %         |
| Başl. rutb.          |                    |                      |                                   |     |                                  |       |                   |      |           |
| —                    | —                  | 12,8                 | 80                                | 176 | 76                               | 168,8 | 4                 | 7,2  | 84        |
| —34                  | —                  | 9,9                  | 80                                | 176 | 73                               | 163,4 | 7                 | 12,6 | 74        |
| 34—32                | 3,85               | 8,8                  | 90                                | 194 | 81,5                             | 178,7 | 8,5               | 15,3 | 70,5      |
| 32—30                | 3,81               | 8,4                  | 90                                | 194 | 81                               | 177,8 | 9                 | 16,2 | 69        |
| 30—28                | 3,80               | 7,9                  | 90                                | 194 | 80                               | 176,0 | 10                | 18,0 | 67        |
| 28—26                | 3,89               | 7,2                  | 90                                | 194 | 78,5                             | 173,3 | 11,5              | 20,7 | 63        |
| 26—24                | 3,82               | 6,8                  | 90                                | 194 | 77,5                             | 171,5 | 12,5              | 22,5 | 60        |
| 24—22                | 3,80               | 6,3                  | 90                                | 194 | 76                               | 168,8 | 14                | 25,2 | 56        |
| 22—20                | 3,86               | 5,7                  | 90                                | 194 | 74                               | 165,2 | 16                | 28,8 | 52        |
| 20—18                | 3,85               | 5,2                  | 90                                | 194 | 72                               | 161,6 | 18                | 32,4 | 47        |
| 18—16                | 3,91               | 4,6                  | 90                                | 194 | 69                               | 156,2 | 21                | 37,8 | 39,5      |
| 16—14                | 3,81               | 4,2                  | 90                                | 194 | 67                               | 152,6 | 23                | 41,4 | 36        |
| 14—12                | 3,78               | 3,7                  | 90                                | 194 | 64                               | 147,2 | 26                | 46,8 | 32        |
| 12—10                | 3,85               | 3,1                  | 90                                | 194 | 61                               | 141,8 | 29                | 52,2 | 27        |
| 10—8                 | 3,33               | 3,0                  | 90                                | 194 | 60                               | 140,0 | 30                | 54,0 | 26        |
| 8—6                  | 2,67               | 3,0                  | 90                                | 194 | 60                               | 140,0 | 30                | 54,0 | 26        |
| 6—8                  | —                  | 7,9                  | 90                                | 194 | 80                               | 176   | 10                | 18,0 | 67        |

Tablo No 12 : Uludağ Göknarı tahtaları için, pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde çıkış noktası olarak ele alınabilecek kurutma programı.

Tabelle 12 : Trocknungsprogramm für Bornmüllerstannenbretter. (Dieser Programm kann in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden und den Praktiker nach Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramm dienen.)



Resim 12 : (Tablo No. 12) de verilen kurutma programının bir denemede uygulanışı ve bu denemede kereste rutubetinin gidişi (Kereste kalınlığı 24 mm.).

Bild 12 : Verlauf der Trocknung nach der Tabelle 12 bei der Trocknung Bornmüllerstannenbretter

(Tablo No. 11) in tetkikinden de anlaşılacağı gibi, kalite isteklerine göre geçitli programlar uygulamak mümkündür. Ancak, koruyucu bir kurutma için, pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve kurutmadaki kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde, çıkış noktası olarak ele alınabilecek kurutma programları şunlardır :

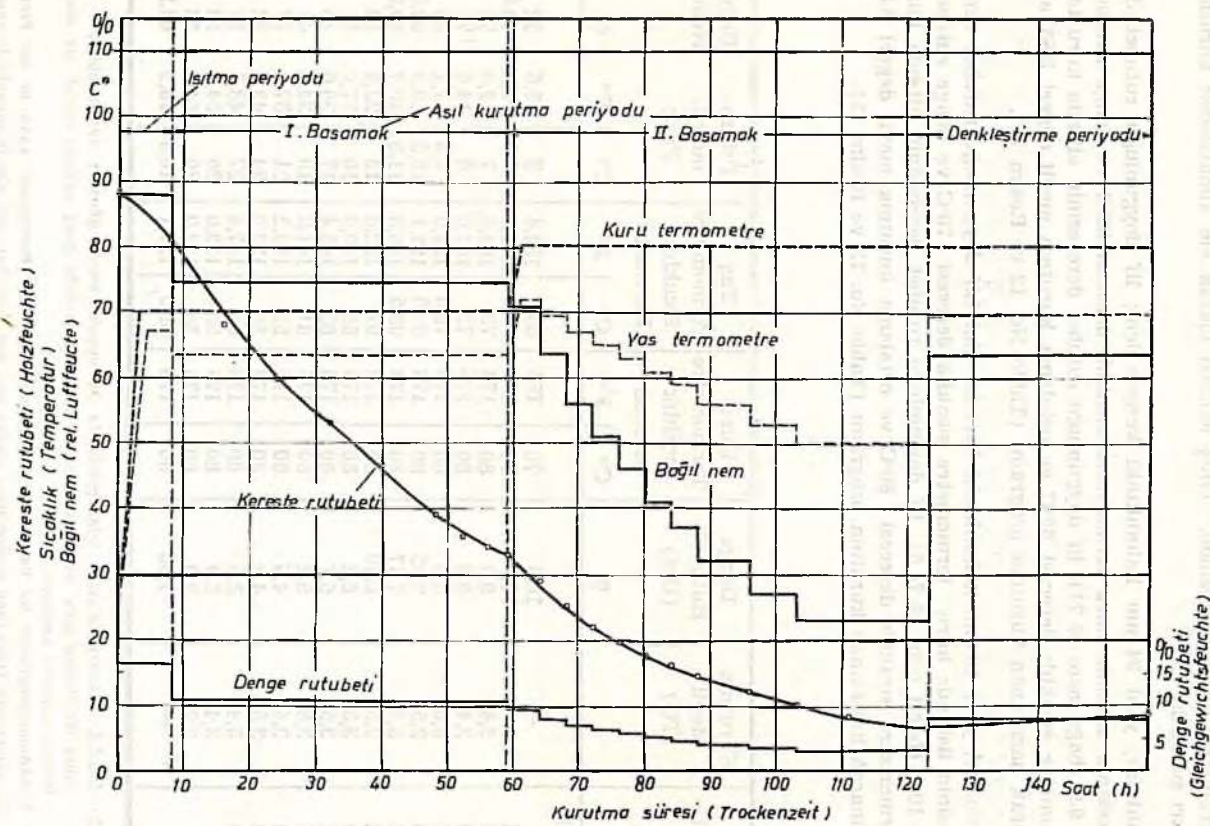
- Tahtalar, yani 24 mm kalınlıktaki kereste için; lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde kuru termometre sıcaklık derecesi 80°C ve denge rutubeti % 9,9 (bağlı nem % 74), lif doygunluğu rutubet derecesinin altında kuru termometre sıcaklık derecesi 90°C ve ortalama kurutma meylli değeri 3.85 alınarak hazırlanan kurutma programı (Tablo No. 12 ve Resim 12).
- Kalaslar, yani 48 mm kalınlıktaki kereste için; Lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde kuru termometre sıcaklık derecesi 70°C ve denge rutubeti % 10,7 (bağlı nem % 74,5), lif doygunluğu rutubet derecesinin altında kuru termometre sıcaklık derecesi 80°C ve ortalama kurutma meylli değeri 3.50 alınarak hazırlanan kurutma programı (Tablo No. 13 ve Resim 13).

| Kereste Rutubeti (U) | Kurutma Meyli (TG) | Denge Rutubeti (Ugl) | Kuru Termometre Sıcaklık Derecesi |     | Yağ Termometre Sıcaklık Derecesi |       | Psikro-metrik Park |      | Bağlı Nem % |
|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|-----|----------------------------------|-------|--------------------|------|-------------|
|                      |                    |                      | C°                                | F°  | C°                               | F°    | C°                 | F°   |             |
| —                    | —                  | 10,8                 | 70                                | 158 | 63                               | 154,4 | 2                  | 3,6  | 92          |
| —34                  | —                  | 10,8                 | 70                                | 158 | 63,5                             | 146,3 | 6,5                | 11,7 | 74,5        |
| 34-32                | 3,43               | 9,9                  | 80                                | 176 | 73                               | 163,3 | 7                  | 12,6 | 74          |
| 32-30                | 3,44               | 9,3                  | 80                                | 176 | 72                               | 161,6 | 8                  | 14,4 | 71          |
| 30-28                | 3,53               | 8,4                  | 80                                | 176 | 70,5                             | 153,9 | 9,5                | 17,1 | 66          |
| 28-26                | 3,52               | 7,95                 | 80                                | 176 | 69,5                             | 157,1 | 10,5               | 19,9 | 63,5        |
| 26-24                | 3,50               | 7,47                 | 80                                | 176 | 68,5                             | 155,3 | 11,5               | 20,7 | 60,5        |
| 24-22                | 3,52               | 6,80                 | 80                                | 176 | 67                               | 152,6 | 13                 | 23,4 | 56          |
| 22-20                | 3,50               | 6,2                  | 80                                | 176 | 65                               | 149,0 | 15                 | 27,0 | 51          |
| 20-18                | 3,50               | 5,7                  | 80                                | 176 | 63                               | 145,4 | 17                 | 30,6 | 46          |
| 18-16                | 3,50               | 5,2                  | 80                                | 176 | 61                               | 141,8 | 19                 | 34,2 | 41          |
| 16-14                | 3,48               | 4,6                  | 80                                | 176 | 59                               | 138,2 | 21                 | 37,8 | 37          |
| 14-12                | 3,50               | 4,0                  | 80                                | 176 | 56                               | 132,8 | 24                 | 43,2 | 32          |
| 12-10                | 3,43               | 3,5                  | 80                                | 176 | 53                               | 127,4 | 27                 | 48,6 | 27          |
| 10-8                 | 3,44               | 2,9                  | 80                                | 176 | 50                               | 122,0 | 30                 | 54,0 | 23          |
| 8-6                  | 2,76               | 2,9                  | 80                                | 176 | 50                               | 122,0 | 30                 | 54,0 | 23          |
| 6-8                  | —                  | 7,95                 | 80                                | 176 | 69,5                             | 157,1 | 10,5               | 18,9 | 63,5        |

Tablo No. 13 : Uludağ Göknarı kalasları için, pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde çıkış noktası olarak ele alınabilecek kurutma programı.

Tabelle 13 : Trocknungsprogramm für Bornmüllerstannenbohlen. (Dieser Programm kann in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden und den Praktiker nach Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramm dienen.).





Resim 13 : (Tablo No. 13) te verilen kurutma programının bir denemede uygulanışı ve bu denemede kereste rutubetinin gidişi (Kereste kalınlığı 48 mm.).

Bild 13 : Verlauf der Trocknung nach der Tabelle 13 bei der Trocknung Bornmüllerstannenbohlen (48 mm. stark).

#### 4.3. Toros Sediri (C. İbani A. Richard)

Toros Sedirinin 24 mm ve 48 mm kalınlıktaki toplam 54 m<sup>3</sup> deneme kerestesi üzerinde yapılan 27 denemede, gözlem ve ölçmelerle elde edilen verilerin değerlendirilmesi suretiyle varılan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Toros Sediri kerestesi Toros Karaçamı ve Uludağ Gökarnı gibi oldukça kolay ve çabuk kurumaktadır. Çatlama, şekli değişmesi ve kabuklaşma gibi kurutma kusurlarına karşı fazla hassas değildir. Fakat, reçine sızması renk değişmesi gibi kusurlara karşı, özellikle yüksek sıcaklık dereceleri uygulandığı takdirde oldukça hassastır. Bu bakımdan reçine sızmasının ve renk değişmesinin kusur sayılmadığı hallerde daha başlangıçtan itibaren oldukça şiddetli şartlar altında kurutma mümkündür.

Toros Sediri kerestesinin kurutulmasında uygulanabilecek en yüksek sıcaklık derecesinin araştırılmasında,

- Tahtalar, yani 24 mm kalınlıktaki kereste üzerinde yapılan denemede, lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde 90°C (194°F), lif doygunluğu rutubet derecesinin altında 95°C (203°F) sıcaklık derecelerine kadar çıkılmış ve kaliteli bir kurutma elde edilmiştir.
- Kalaslar, yani 48 mm kalınlıktaki kereste üzerinde denemelerde, lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde 70°C (158°F), lif doygunluğu rutubet derecesinin altında 80°C (176°F) sıcaklık derecelerine kadar çıkılmış ve yüksek kaliteli bir kurutma elde edilmiştir. Lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde 80°C (176°F) sıcaklık derecesine kadar çıkılan bir denemede elde edilen verilerin şiddetli kurutmaya ifade ettiği görülmüştür (Tablo No. 14).

Başlangıç rutubetinden lif doygunluğu rutubet derecesine kadar kurutmada, güvenle uygulanabilecek en düşük denge rutubetinin araştırılmasında,

- Tahtalar, üzerinde yapılan denemelerden, en düşük denge rutubeti olarak % 9,5 değerinin (kuru termometre sıcaklık derecesi 75°C (167°F), bağıl nem % 69, psikrometrik fark 8°C) uygulandığı denemede şiddetli kurutma elde edilmiştir. Buna karşılık % 10,1 değerinin uygulandığı (kuru termometre sıcaklık derecesi 75°C (167°F), bağıl nem % 73, psikrometrik fark 7°C) denemede yüksek kaliteli kurutma elde edilmiştir.
- Kalaslar üzerinde yapılan denemelerden, en düşük denge rutubeti olarak % 10,7 değerinin (kuru termometre sıcaklık derecesi 70°C (158°F), bağıl nem % 74,5, psikrometrik fark 5,6°C) uygulandığı denemede kaliteli kurutma elde edilmiştir (Tablo No. 15).

Lif doygunluğu rutubet derecesinden sonuç rutubete kadar kurutmada, kurutmanın programlandırılması ve yönetilmesinde esas alınabilecek kurutma meyli değerinin araştırılması,

- Tahtalar üzerinde yapılan 3,25 büyüklüğündeki kurutma meylinin uygulandığı denemede yüksek kaliteli, 3,50 ile 3,75 büyüklüğündeki kurutma meyillerinin uygulandığı denemelerde kaliteli, 4,00 ile 4,25 büyüklüğündeki kurutma meyillerinin uygulandığı denemelerde ise şiddetli kurutma elde edilmiştir.
- Kalaslar üzerinde yapılan ve 3,75 büyüklüğündeki kurutma meylinin uygulandığı denemede şiddetli, 3,25 ile 3,50 büyüklüğündeki kurutma meyillerinin uygulandığı denemelerde kaliteli kurutma elde edilmiştir (Tablo No. 16).

| Deneme Numarası | Denemelerin yapıldığı yer, fırın tipi, kereste miktarı |                       | Program Numarası | Uygulanan sıcaklık             |                      | Kuruma Meyli  | Kereste Rutubeti |                | Kerestenin tam kuru özgül ağırlığı |                       |       |                | Kereste kalınlığı |       |      |                | Kusurlu oranı  |      |       | Düşünceler |                               |
|-----------------|--|-----------------------|------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|------------------|----------------|------------------------------------|-----------------------|-------|----------------|-------------------|-------|------|----------------|----------------|------|-------|------------|-------------------------------|
|                 | Yer  | Fırın tipi            |                  | kereste Mik. (m <sup>3</sup> ) | Lif doy. rutubetinin |               | %                | U <sub>a</sub> | U <sub>s</sub>                     | (gr/cm <sup>3</sup> ) |       |                |                   | p     | s    | n              |                |      |       |            |                               |
|                 |  |                       |                  |                                | Ostünde              |               |                  |                |                                    | Altında               | (TG)  | r <sub>0</sub> | s                 |       |      |                | n              | R    | d     |            | s                             |
| 1               | I. Ü. Orman Fakültesi                                  | Hildebrand "ED 74 MK" | 2                | 1                              | 60°C<br>140°F        | 95°C<br>203°F | 0,85             | 83,0           | 8,00                               | 6,437                 | 0,039 | 50             | 0,599<br>0,357    | 24,85 | 0,87 | 50             | 27,10<br>23,20 | 0,05 | 0,048 | 20         | 24 mm kalınlık-taki kerestede |
| 2               |  |                       | 2                | 60°C<br>140°F                  | 90°C<br>194°F        | 0,85          | 102,0            | 7,50           | 6,467                              | 0,054                 | 30    | 0,600<br>0,311 | 25,40             | 0,63  | 31   | 27,00<br>24,40 | 0              | —    | 20    |            |                               |
| 3               |  |                       | 2                | 3                              | 70°C<br>158°F        | 90°C<br>194°F | 0,85             | 93,0           | 8,00                               | 6,464                 | 0,044 | 50             | 0,623<br>0,343    | 25,24 | 0,57 | 50             | 27,00<br>24,00 | 0    | —     | 20         |                               |
| 4               |  |                       | 2                | 4                              | 80°C<br>176°F        | 90°C<br>194°F | 0,85             | 87,0           | 8,50                               | 6,459                 | 0,040 | 26             | 0,570<br>0,404    | 25,11 | 1,30 | 40             | 27,00<br>22,10 | 0,05 | 0,048 | 20         |                               |
| 5               |  |                       | 2                | 5                              | 90°C<br>194°F        | 90°C<br>194°F | 0,85             | 80,0           | 8,00                               | 6,437                 | 0,047 | 50             | 0,603<br>0,351    | 25,24 | 0,47 | 50             | 26,50<br>24,00 | 0,10 | 0,051 | 20         |                               |
| 6               |  |                       | 2                | 6                              | 60°C<br>140°F        | 85°C<br>185°F | 0,85             | 94,0           | 8,50                               | 6,465                 | 0,043 | 50             | 0,615<br>0,393    | 50,77 | 1,55 | 50             | 54,35<br>43,00 | 0,10 | 0,061 | 20         |                               |
| 7               |  |                       | 2                | 7                              | 70°C<br>158°F        | 80°C<br>176°F | 0,85             | 76,0           | 8,50                               | 6,453                 | 0,030 | 28             | 0,523<br>0,385    | 50,27 | 0,88 | 30             | 53,85<br>43,05 | 0    | —     | 20         |                               |
| 8               |  |                       | 2                | 8                              | 80°C<br>176°F        | 80°C<br>176°F | 0,85             | 74,0           | 8,00                               | 6,478                 | 0,054 | 30             | 0,572<br>0,340    | 50,71 | 1,27 | 30             | 52,90<br>47,65 | 0,15 | 0,079 | 20         |                               |
| 9               |  |                       | 2                | 9                              | 50°C<br>122°F        | 60°C<br>140°F | 0,85             | 95,0           | 8,50                               | 6,474                 | 0,075 | 30             | 0,652<br>0,303    | 50,24 | 1,19 | 30             | 53,25<br>47,85 | 0    | —     | 20         |                               |

Tablo No. 14 : Toros Sedirli (Cedrus libani A. Richard.) kerestesi üzerinde yapılan sıcaklık araştırması denemeleri ve toplu sonuçları.

Tabelle 14 : Untersuchungsergebnisse der zulaessigen Höchsttemperatur bei der Trocknung von Libanenzeder (C. libani A. Richard.).



bio No. 15 : Toros Sedri (Cedrus libani A. Richard) kerestesi üzerinde yapılan, ilf doygunluğu rutubet derecesinin üstünde uygulanabilecek en düşük denge rutubet araştırması ve toplu sonuçları.  
 15 : Untersuchungsresultate der minimalen Gleichgewichtsluchte bei der Trocknung oberhalb Faserzellaufnahmefähigkeit von Libanon-zeder (C. libani A. Richard).

| Denemenin yapıl-<br>dığı yer, Fırın<br>tipi, Kereste<br>miktarı | Ke-<br>reste<br>mik.<br>tipi | Uygulanan<br>Program |                           |                             |      | Kereste<br>rutubeti |                | Kerestenin tam kuru<br>özgül ağırlığı |       |       |    | Kusurlu<br>Oranı |      |       | Düşün-<br>celer |                                     |
|---|------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|------|---------------------|----------------|---------------------------------------|-------|-------|----|------------------|------|-------|-----------------|-------------------------------------|
|   |                              | Sıcak-<br>lık        | Psikro-<br>mekrit<br>fark | Bağıl Denge<br>nem<br>rutb. | (%)  | U <sub>s</sub>      | U <sub>e</sub> | T <sub>0</sub>                        | s     | n     | R  | p                | s    | n     |                 |                                     |
| i. Ü. Orman Fakültesi   | Hildebrand HD 74 MK.         | 2                    | 75°C<br>167°F             | 6°C<br>10,8°F               | 76   | 11,0                | 92             | 22,5                                  | 0,471 | 3,039 | 30 | 0,568<br>0,422   | 0    | —     | 20              | 24 mm ka-<br>lınlıdaki<br>kerestede |
|   |                              | 2                    | 75°C<br>167°F             | 7°C<br>12,6°F               | 73   | 10,1                | 89             | 21,5                                  | 0,448 | 0,045 | 30 | 0,586<br>0,326   | 0    | —     | 20              |                                     |
|   |                              | 2                    | 75°C<br>167°F             | 8°C<br>14,4°F               | 69   | 9,5                 | 104            | 22,0                                  | 0,457 | 0,050 | 30 | 0,564<br>0,375   | 0,15 | 0,079 | 20              |                                     |
|   |                              | 2                    | 70°C<br>158°F             | 6,5°C<br>11,7°F             | 74,5 | 10,7                | 72             | 24,0                                  | 0,465 | 0,049 | 27 | 0,613<br>0,392   | 0,05 | 0,048 | 20              |                                     |
|   |                              | 2                    | 70°C<br>158°F             | 6°C<br>10,8°F               | 76   | 11,1                | 83             | 23,0                                  | 0,474 | 0,071 | 33 | 0,621<br>0,314   | 0    | —     | 20              |                                     |

| Deneme Numarası | pi ve kereste miktarı |                     |               | Program Numarası | Lif doyğ. rutb. derecesinin |               | tubet derecesinin üstünde uygulanan |            |                | Kurutma Meyli |                 |             | Tam Kuru Özgül Ağırlık |                |       |                | Kereste Kalınlığı |                |      |                | Kusurlu Oranı |       |    |
|-----------------|-----------------------|---------------------|---------------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------------------------|------------|----------------|---------------|-----------------|-------------|------------------------|----------------|-------|----------------|-------------------|----------------|------|----------------|---------------|-------|----|
|                 | Yer                   | Fırın tipi          | Kereste mikt. |                  | Üstünde                     | Altında       | Psikro-metrik fark                  | Bağl nem % | Den-ge rutb. % | Kurutma Meyli | Başlangıç rutb. | Sonuç rutb. | (gr/cm <sup>3</sup> )  |                |       |                | (mm)              |                |      |                | p             | s     | n  |
|                 |                       |                     |               |                  |                             |               |                                     |            |                |               |                 |             | $\bar{r}_0$            | s              | n     | R              | $\bar{d}$         | s              | n    | R              |               |       |    |
| 15              | I. Ü. Orman Fakültesi | Hildebrand HD 74 MK | 2             | 10               | 75°C<br>167°F               | 90°C<br>194°F | 7°C<br>12.6°F                       | 73         | 10.1           | 3.50          | 116.0           | 7.50        | 0.492                  | 0.050          | 40    | 0.688<br>0.367 | 25.24             | 1.10           | 43   | 27.50<br>23.35 | 0             | —     | 20 |
| 16              |                       |                     | 2             | 11               | 75°C<br>167°F               | 90°C<br>194°F | 7°C<br>12.6°F                       | 73         | 10.1           | 3.75          | 129.0           | 7.50        | 0.473                  | 0.053          | 27    | 0.573<br>0.300 | 24.98             | 1.27           | 40   | 28.40<br>23.00 | 0             | —     | 20 |
| 17              |                       |                     | 2             | 12               | 75°C<br>167°F               | 90°C<br>194°F | 7°C<br>12.6°F                       | 73         | 10.1           | 4.00          | 104.0           | 7.50        | 0.466                  | 0.065          | 30    | 0.559<br>0.371 | 25.21             | 1.31           | 48   | 27.70<br>22.65 | 0.10          | 0.061 | 20 |
| 13              |                       |                     | 2             | 13               | 75°C<br>167°F               | 90°C<br>194°F | 7°C<br>12.6°F                       | 73         | 10.1           | 4.25          | 102.0           | 8.50        | 0.478                  | 0.094          | 40    | 0.647<br>0.254 | 25.34             | 1.08           | 46   | 27.15<br>23.00 | 0.25          | —     | 20 |
| 10              |                       |                     | 2             | 14               | 75°C<br>167°F               | 90°C<br>194°F | 7°C<br>12.6°F                       | 73         | 10.1           | 3.25          | 96.0            | 8.00        | 0.483                  | 0.052          | 40    | 0.605<br>0.395 | 24.94             | 1.36           | 52   | 27.10<br>22.80 | 0             | —     | 20 |
| 20              |                       |                     | 2             | 11               | 75°C<br>167°F               | 90°C<br>194°F | 7°C<br>12.6°F                       | 73         | 10.1           | 3.75          | 118.0           | 7.50        | 0.406                  | 0.040          | 40    | 0.052<br>0.350 | 25.23             | 0.52           | 40   | 28.00<br>22.50 | 0.10          | 0.061 | 20 |
| 21              |                       |                     | 2             | 11               | 75°C<br>167°F               | 90°C<br>194°F | 7°C<br>12.6°F                       | 73         | 10.1           | 3.75          | 104.0           | 8.50        | 0.460                  | 0.024          | 25    | 0.528<br>0.412 | 25.62             | 1.34           | 40   | 27.70<br>22.86 | 0             | —     | 20 |
| 22              |                       |                     | 2             | 11               | 75°C<br>167°F               | 90°C<br>194°F | 7°C<br>12.6°F                       | 73         | 10.1           | 3.75          | 88.0            | 8.00        | 0.475                  | 0.054          | 40    | 0.663<br>0.361 | 24.70             | 1.36           | 40   | 27.20<br>22.20 | 0.05          | 0.048 | 20 |
| 23              |                       |                     | 2             | 10               | 75°C<br>167°F               | 90°C<br>194°F | 7°C<br>12.5°F                       | 73         | 10.1           | 3.50          | 103.0           | 8.50        | 0.478                  | 0.090          | 40    | 0.640<br>0.375 | 24.49             | 1.10           | 60   | 26.50<br>22.50 | 0             | —     | 20 |
| 24              |                       |                     | 2             | 15               | 70°C<br>158°F               | 80°C<br>176°F | 6°C<br>10.8°F                       | 76         | 11.1           | 3.50          | 98.0            | 8.0         | 0.473                  | 0.032          | 30    | 0.584<br>0.368 | 49.25             | 2.04           | 40   | 52.90<br>45.90 | 0.10          | 0.061 | 20 |
| 25              |                       |                     | 2             | 16               | 70°C<br>150°F               | 80°C<br>176°F | 6°C<br>10.8°F                       | 76         | 11.1           | 3.75          | 90.0            | 8.5         | 0.476                  | 0.100          | 40    | 0.664<br>0.296 | 49.30             | 2.05           | 00   | 52.90<br>46.00 | 0.20          | —     | 20 |
| 26              |                       |                     | 2             | 17               | 70°C<br>158°F               | 80°C<br>176°F | 6°C<br>10.8°F                       | 76         | 11.1           | 3.25          | 106.5           | 8.0         | 0.482                  | 0.051          | 28    | 0.591<br>0.365 | 49.50             | 1.42           | 30   | 52.00<br>47.00 | 0             | —     | 20 |
| 27              | 2                     | 17                  | 70°C<br>158°F | 80°C<br>176°F    | 8°C<br>10.8°F               | 76            | 11.1                                | 3.25       | 104.0          | 8.0           | 0.482           | 0.045       | 30                     | 0.609<br>0.410 | 50.50 | 1.47           | 40                | 55.00<br>47.65 | 0.05 | 0.048          | 20            |       |    |

Tablo No. 16 : Toros Sedri (C. İbani A. Richard) kerestesi üzerinde yapılan kurutma meyli araştırması denemeleri ve toplu sonuçları.

Tabelle 16 : Untersuchungsergebnisse der zulässigen Trocknungsgefalle bei der Trocknung von Libanonzeder (C. İbani A. Richard).

| Sonuç Rutubeti |      |    |               |                | İç ve Dış Odun Tabakaları arasındaki Rutubet Farkı |      |    |              |                | Deformasyon miktarı |      |    |              |                | Kurutma Süresi (saat)    |              |              | Düğünceler   |
|----------------|------|----|---------------|----------------|--|------|----|--------------|----------------|---------------------|------|----|--------------|----------------|--------------------------|--------------|--------------|--|
| (%)            |      |    |               |                | (%)  |      |    |              |                | (%)                 |      |    |              |                | Derinlere kadar ısıtılma | Asıl kurutma | Denkleştirme |  |
| u              | s    | n  | R             | z              | Δu   | s    | n  | R            | z              | D                   | s    | n  | R            | z              |                          |              |              |  |
| 7.32           | 0.90 | 00 | 10.00<br>5.83 | 2.22<br>0.9736 | 1.26   | 0.48 | 60 | 2.62<br>0.37 | 2.50<br>0.9951 | 1.91                | 0.59 | 60 | 4.33<br>0.96 | 1.85<br>0.9678 | 2.5                      | 52.5         | 17           | Oldukça yüksek kaliteli<br>Kurutma hızı: 2.08 %/saat       |
| 7.66           | 0.96 | 00 | 10.24<br>5.20 | 2.08<br>0.9624 | 1.18   | 0.69 | 60 | 3.40<br>0.24 | 1.91<br>0.9719 | 2.05                | 0.57 | 60 | 3.62<br>1.22 | 1.67<br>0.9525 | 2.5                      | 56           | 17           | Kaliteli<br>Kurutma hızı: 2.17 %/saat                      |
| 7.66           | 1.03 | 60 | 10.50<br>5.49 | 1.94<br>0.9476 | 1.32   | 0.59 | 60 | 3.62<br>0.40 | 2.00<br>0.9772 | 2.05                | 0.68 | 60 | 4.90<br>1.10 | 1.40<br>0.9192 | 2.5                      | 49           | 17           | Şiddetli<br>Kurutma hızı: 1.97 %/saat                      |
| —              | —    | —  | —             | —              | —  | —    | —  | —            | —              | —                   | —    | —  | —            | —              | 2.5                      | 41           | 17           | Çok şiddetli<br>Kurutma hızı: 2.28 %/saat                  |
| 7.73           | 0.80 | 60 | 10.00<br>6.15 | 2.33<br>0.9901 | 0.91   | 0.59 | 54 | 2.66<br>0.06 | 2.69<br>0.9964 | 1.52                | 0.61 | 60 | 3.00<br>0.54 | 2.25<br>0.9875 | 2.5                      | 55           | 17           | Yüksek kaliteli<br>Kurutma hızı: 1.59 %/saat               |
| 7.21           | 0.90 | 60 | 9.15<br>4.92  | 2.04<br>0.9586 | 1.15   | 0.66 | 42 | 2.81<br>0.14 | 2.00<br>0.9773 | 1.93                | 0.65 | 54 | 3.73<br>0.85 | 1.65<br>0.9505 | 2.5                      | 52           | 17           | Kaliteli<br>Kurutma hızı: 2.12 %/saat                      |
| 8.61           | 0.89 | 60 | 10.54<br>7.03 | 2.24<br>0.9750 | 1.27   | 0.56 | 45 | 3.11<br>0.20 | 2.20<br>0.9861 | 1.88                | 0.59 | 60 | 3.12<br>0.64 | 1.90<br>0.9713 | 2.5                      | 50           | 17           | Oldukça yüksek kaliteli<br>Kurutma hızı düşük. 1.90 %/saat |
| 7.95           | 0.07 | 59 | 10.36<br>6.00 | 2.29<br>0.9780 | 1.08   | 0.61 | 51 | 2.69<br>0.25 | 2.69<br>0.9909 | 1.87                | 0.62 | 00 | 3.26<br>1.00 | 1.82<br>0.9656 | 2.5                      | 43           | 17           | Kaliteli<br>Kurutma hızı: 1.86 %/saat                      |
| 8.43           | 0.76 | 60 | 10.84<br>6.90 | 2.63<br>0.9916 | 0.85   | 0.56 | 42 | 2.00<br>0.11 | 2.94<br>0.9984 | 1.75                | 0.58 | 54 | 2.98<br>0.55 | 2.10<br>0.9840 | 2.5                      | 47           | 17           | Yüksek kaliteli sayılır<br>Kurutma hızı: 2.00 %/saat       |
| 8.22           | 0.97 | 60 | 11.50<br>6.00 | 2.06<br>0.9006 | 2.13   | 0.67 | 45 | 4.38<br>1.17 | 2.04<br>0.9793 | 1.87                | 0.68 | 45 | 4.48<br>0.65 | 1.60<br>0.9515 | 5                        | 76           | 34           | Kaliteli<br>Kurutma hızı: 1.18 %/saat                      |
| —              | —    | —  | —             | —              | —  | —    | —  | —            | —              | —                   | —    | —  | —            | —              | 5                        | 84           | 34           | Şiddetli<br>Kurutma hızı: 0.97 %/saat                      |
| 8.41           | 0.80 | 00 | 11.00<br>7.90 | 2.50<br>0.9876 | 1.70   | 0.78 | 45 | 3.68<br>0.46 | 2.31<br>0.9896 | 1.84                | 0.55 | 45 | 3.71<br>0.85 | 2.10<br>0.9821 | 5                        | 100          | 34           | Oldukça yüksek kaliteli<br>Kurutma hızı: 1.02 %/saat       |
| 8.11           | 0.87 | 00 | 11.67<br>6.75 | 2.30<br>0.9786 | 2.14   | 0.67 | 45 | 4.70<br>1.28 | 2.03<br>0.9788 | 1.92                | 0.64 | 45 | 4.08<br>1.07 | 1.69<br>0.9545 | 5                        | 83           | 34           | Kaliteli<br>Kurutma hızı: 1.16 %/saat                      |



| Kereste Rutubeti (U) | Kurutma Meyli (TG) | Denge Rutubeti (Ugl) | Kuru Termometre Sıcaklık Derecesi |     | Yağ Termometre Sıcaklık Derecesi |       | Psikro-metrik Fark |      | Bağlı Nem % |
|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|-----|----------------------------------|-------|--------------------|------|-------------|
|                      |                    |                      | C°                                | F°  | C°                               | F°    | C°                 | F°   |             |
| Başl. rutb.          |                    |                      |                                   |     |                                  |       |                    |      |             |
| —                    | —                  | 13,1                 | 75                                | 167 | 71                               | 159,8 | 4                  | 7,2  | 84          |
| —21                  | —                  | 10,1                 | 75                                | 167 | 68                               | 154,4 | 7                  | 12,6 | 73          |
| 21—19                | 3,50               | 6,00                 | 90                                | 194 | 75                               | 167,0 | 15                 | 27,0 | 54          |
| 19—17                | 3,49               | 5,45                 | 90                                | 194 | 73                               | 163,4 | 17                 | 30,6 | 49,5        |
| 17—15                | 3,54               | 4,80                 | 90                                | 194 | 70                               | 158,0 | 20                 | 36,0 | 43          |
| 15—13                | 3,57               | 4,20                 | 90                                | 194 | 67                               | 152,6 | 23                 | 41,4 | 36          |
| 13—11                | 3,51               | 3,70                 | 90                                | 194 | 64                               | 147,2 | 25                 | 46,8 | 32          |
| 11—9                 | 3,50               | 3,14                 | 90                                | 194 | 61                               | 141,8 | 29                 | 52,2 | 27          |
| 9—6                  | 3,50               | 2,57                 | 90                                | 194 | 58                               | 136,4 | 32                 | 57,6 | 24          |
| 6—8                  | —                  | 7,90                 | 90                                | 194 | 80                               | 176,0 | 10                 | 18,0 | 67          |

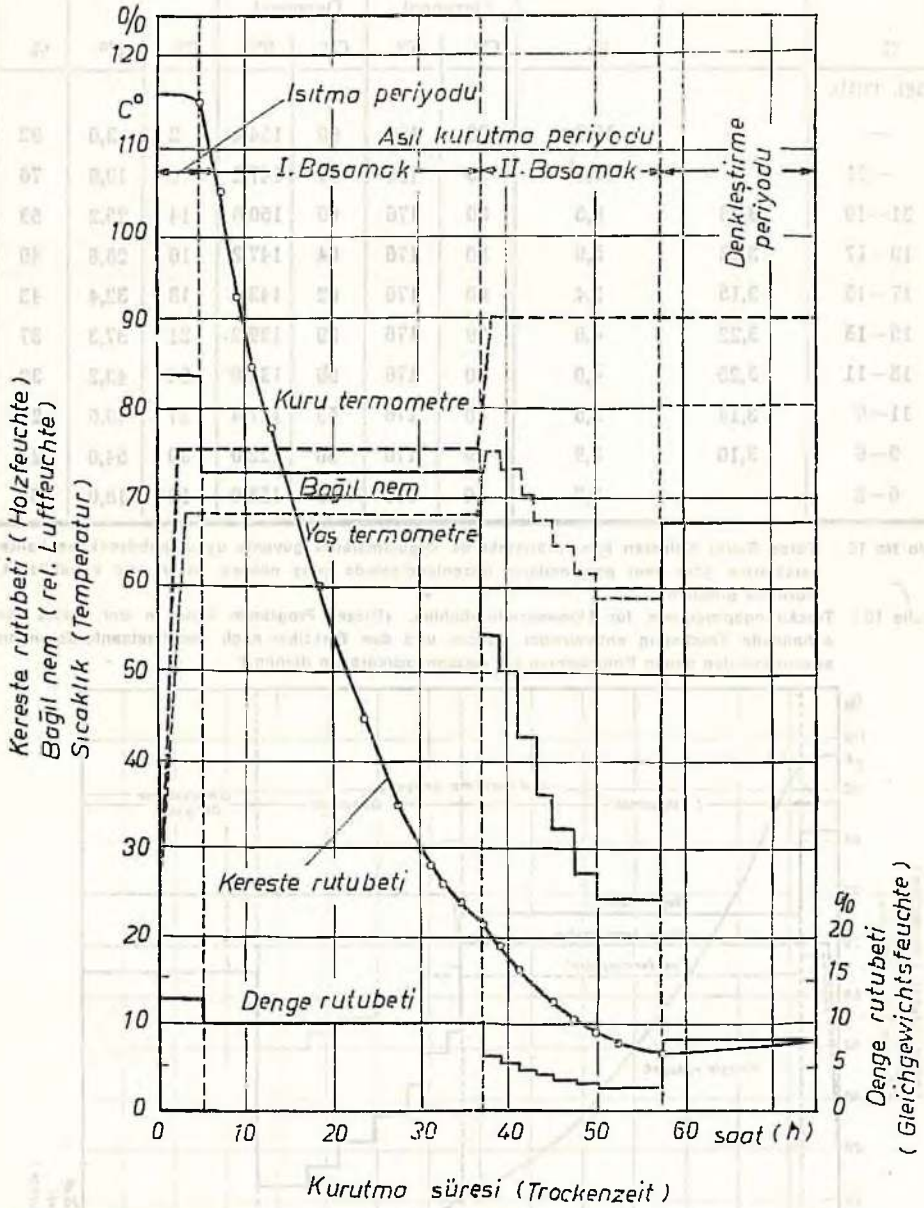
Tablo No 17 : Toros Sedir tahtaları için, pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde çıkış noktası olarak ele alınabilecek kurutma programı.

Tabelle 17 : Trognungsprogramm für Libonenzedernbretter. (Dieser Programm kann in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden und den Praktiker nach Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramm dienen.).

Bununla beraber, koruyucu bir kurutma için pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve uygulayıcı tarafından kurutmadaki kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde, çıkış noktası olarak ele alınabilecek kurutma programları şunlardır :

- Tahtalar, yani 24 mm kalınlıktaki kereste için; lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde kuru termometre sıcaklık derecesi 75°C (167°F) ve denge rutubeti % 10,1 (bağlı nem % 73), lif doygunluğu rutubet derecesinin altında kuru termometre sıcaklık derecesi 90°C (194°F) ve ortalama kurutma meyli değeri 3,50 alınmak suretiyle hazırlanan kurutma programı (Tablo No. 17 ve Resim 14).
- Kalaslar, 48 mm kalınlıktaki kereste için; lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde kuru termometre sıcaklık derecesi 70°C (158°F) ve denge rutubeti % 11,1 (bağlı nem % 76), lif doygunluğu rutubet derecesinin altındaki kuru termometre sıcaklık derecesi 80°C ve (176°F) ve ortalama kurutma meyli değeri 3,25 alınmak suretiyle hazırlanan kurutma programı (Tablo No. 18, Resim 15).

Ođunu, boyuna ve yatık patolojik reçine kanallarını havi Toros Sedir kerestesinin kurutulmasında, kurutma sıcaklığının reçine sızması üzerine önemli derecede etkisi vardır. Sıcaklık derecesi arttıkça reçine sızması miktarı artmaktadır. Örneğin, 95°C (203°F) sıcaklık derecesinin uygulandığı denemede yoğun reçine sızması mey-



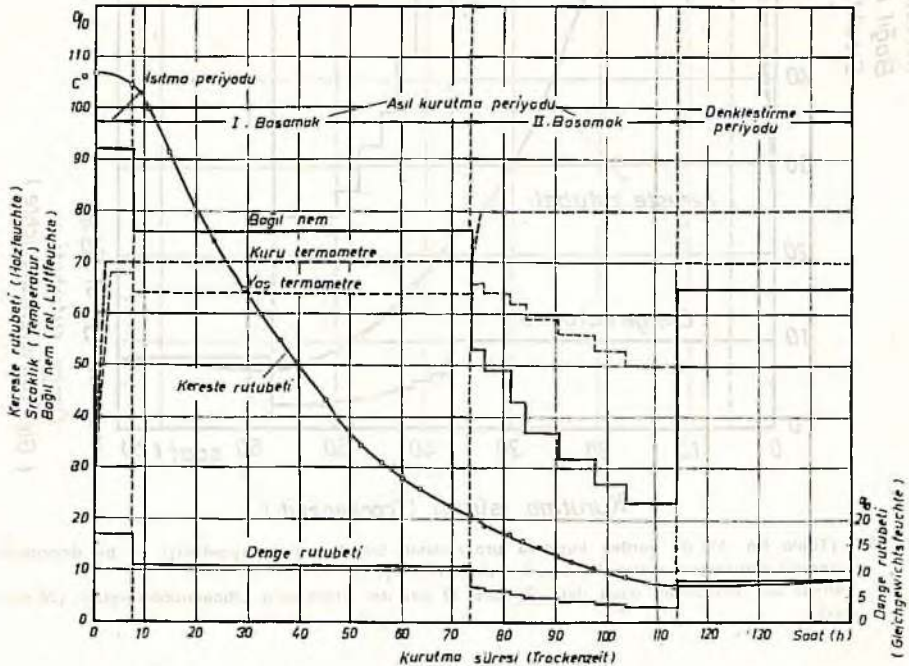
Resim 14 : (Tablo No. 17) de verilen kurutma programının bir denemede uygulanışı ve bu denemede kereste rutubetinin gidışı (Kereste kalınlığı: 24 mm.).

Bild 14 : Verlauf der Trocknung nach der Tabelle 17 bei der Trocknung Libonenzederbretter (24 mm. stark).

| Kereste Rutubeti (U) | Kurutma Meyli (TG) | Denge Rutubeti (Ugl) | Kuru Termometre Sıcaklık Derecesi |     | Yaş Termometre Sıcaklık Derecesi |       | Psikrometrik Fark |      | Bağıl Nem |
|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|-----|----------------------------------|-------|-------------------|------|-----------|
|                      |                    |                      | C°                                | F°  | C°                               | F°    | C°                | F°   |           |
| %                    |                    | %                    |                                   |     |                                  |       |                   |      | %         |
| Başl. ruth.          |                    |                      |                                   |     |                                  |       |                   |      |           |
| —                    | —                  | 16,8                 | 70                                | 158 | 68                               | 154,4 | 2                 | 3,6  | 92        |
| —21                  | —                  | 11,1                 | 70                                | 158 | 64                               | 147,2 | 6                 | 10,8 | 76        |
| 21—19                | 3,23               | 6,5                  | 80                                | 176 | 66                               | 150,8 | 14                | 25,2 | 53        |
| 19—17                | 3,22               | 5,9                  | 80                                | 176 | 64                               | 147,2 | 16                | 28,8 | 49        |
| 17—15                | 3,15               | 5,4                  | 80                                | 176 | 62                               | 143,6 | 18                | 32,4 | 43        |
| 15—13                | 3,22               | 4,6                  | 80                                | 176 | 59                               | 138,2 | 21                | 37,3 | 37        |
| 13—11                | 3,25               | 4,0                  | 80                                | 176 | 56                               | 132,8 | 24                | 43,2 | 32        |
| 11—9                 | 3,14               | 3,5                  | 80                                | 176 | 53                               | 127,4 | 27                | 48,6 | 27        |
| 9—6                  | 3,10               | 2,9                  | 80                                | 176 | 50                               | 122,0 | 30                | 54,0 | 23        |
| 6—8                  | —                  | 8,2                  | 80                                | 176 | 70                               | 158,0 | 10                | 18,0 | 65        |

Tablo No 18 : Toros Sedirli Kalasları için, pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde çıkış noktası olarak ele alınabilecek kurutma programı.

Tabelle 18 : Trocknungsprogramm für Libonenzederbohlen. (Dieser Programm kann in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden und den Praktiker nach Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramm dienen.)



Resim 15 : (Tablo No. 13) de verilen kurutma programının bir denemesinde uygulanışı ve bu denemede Bild 15 : Verlauf der Trocknung nach der Tabelle 18 bei der Trocknung Libonenzederbohlen (48 mm. Stärk).

kereste rutubetinin gidışı (Kereste kalınlığı: 48 mm.).



dana geldiği ve özellikle patalojik yatık reçine kanallarından sızan reçinenin tahta yüzeylerinde yayılarak koyu kahverengi büyük noktalar teşkil ettiği görülmüştür.

Keza, uygulanan kurutma sıcaklığının odunun doğal renginin değişmesi üzerine de etkisi olmuştur. Denemeler sırasında odunun doğal renginde meydana gelen değişme ile ilgili yapılan gözlemlerde, yüksek sıcaklık uygulanması halinde koyulaşmanın daha yoğun olduğu müşahade edilmiştir.

Bundan başka, bu ağaç türü üzerinde yapılan sıcaklık araştırması denemelerinde doğal haldeki kokunun değiştiği ve özellikle yüksek sıcaklık uygulamak suretiyle düşük rutubet derecelerine kadar kurutulmuş kerestede doğal haldeki koku yerine rahatsız edici bir kokunun meydana geldiği görülmüştür.

#### 4.4. Çoruh Meşesi (*Q. dschorochensis* K. Koch)

Çoruh Meşesinin 25 mm kalınlıktaki 72 m<sup>3</sup> deneme kerestesi üzerinde yapılan 18 denemede, inceleme, gözlem ve ölçmelerle elde edilen verilerin değerlendirilmesi suretiyle varılan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Özgül ağırlığının yüksek, öz ışınlarının geniş olması, fazla çalışması, trahelerinin tüllerle tıkalı bulunması, fazla miktarda tanen ihtiva etmesi gibi çeşitli doğal özellikleri nedeniyle Çoruh Meşesi kerestesi yavaş ve güç kurumaktadır. Kurutma esnasında çatılma, çarpılma, kabuklaşma, hücre çökmeleri (kollaps) ve renk değişmesi gibi önemli kurutma kusurlarının oluşumuna karşı çok hassastır. Bu kusurlardan kaçınmak ve kabul edilebilir seviyede bir kurutma yapmak için, kurutmanın tüm basamaklarında, fakat özellikle lif doyunluğu rutubet derecesinin üstünde yavaş ve dikkatli hareket edilmesi önemlidir.

Çoruh Meşesi kerestesinin teknik kurutulmasında, kurutma kusurlarının oluşumu üzerine kerestenin başlangıç rutubetinin önemli derecede etkisi vardır. Taze haldeki kerestenin kurutulmasında kereste rutubeti % 45 e ulaşıncaya kadar hareket edilmesi ve yüksek sıcaklık uygulanmasından kaçınılması gerekmektedir. Bu bakımdan, denemelerimizde Çoruh Meşesi kerestesi, taze haldeki kereste ile ön kurutma yapılarak rutubeti yaklaşık % 45 e düşürülmüş kereste olmak üzere iki kategoride düşünülmüş ve araştırılmıştır.

Çoruh Meşesi kerestesinin kurutulmasında uygulanabilecek en yüksek sıcaklık derecelerinin araştırılmasında,

- Ön kurutma yapılmamış taze haldeki kereste üzerinde yapılan denemelerden lif doyunluğu rutubet derecesinin üstünde  $T_1 = 45^\circ\text{C}$  ( $113^\circ\text{F}$ ), lif doyunluğu rutubet derecesinin altında  $T_1 = 65^\circ\text{C}$  ( $149^\circ\text{F}$ ) sıcaklık derecelerinin uygulandığı denemede kaliteli,  $T_1 = 40^\circ\text{C}$  ( $104^\circ\text{F}$ ) ve  $T_2 = 65^\circ\text{C}$  ( $149^\circ\text{F}$ ) sıcaklık derecelerinin uygulandığı denemede yüksek kaliteli kurutma elde edilmiştir. Daha yüksek sıcaklık derecelerinin uygulandığı denemede ise, elde edilen verilerin şiddetli kurutmayı ifade ettiği görülmüştür.
- Ön kurutma yapılarak yaklaşık % 45 rutubet derecesinin altına kadar kurutulmuş kereste üzerinde yapılan denemelerden,  $T_1 = 50^\circ\text{C}$  ( $122^\circ\text{F}$ ) ve  $T_2 = 70^\circ\text{C}$  ( $158^\circ\text{F}$ ) sıcaklık derecelerinin uygulandığı denemede kaliteli,  $T_1 = 45^\circ\text{C}$  ( $113^\circ\text{F}$ ) ve  $T_2 = 65^\circ\text{C}$  ( $149^\circ\text{F}$ ) sıcaklık derecelerinin uygulandığı denemede ise yüksek kaliteli kurutma elde edilmiştir (Tablo No. 19).

Başlangıç rutubetinden lif doyunluğu rutubet derecesine kadar kurutmada, güvenle uygulanabilecek en düşük denge rutubetinin araştırılmasında,

- Taze haldeki kereste üzerinde yapılan denemelerden, en düşük denge rutubeti olarak % 18,1 değerinin uygulandığı (kuru termometre sıcaklık derecesi 40°C (104°F) bağıl nem % 88 ve psikrometrik fark 2°C) denemede şiddetli kurutma elde edilmiştir. Buna karşılık % 19,1 değerinin uygulandığı (kuru termometre sıcaklık derecesi 40°C (104°F), bağıl nem % 90, psikrometrik fark 1,4°C) denemede yüksek kaliteli kurutma elde edilmiştir.
- Ön kurutma yapılarak yaklaşık % 45 rutubet derecesine kadar kurutulmuş kereste üzerinde yapılan denemelerden, en düşük denge rutubeti olarak % 18,2 değerinin uygulandığı (kuru termometre sıcaklık derecesi 45°C (113°F), bağıl nem % 89, psikrometrik fark 2°) denemede yüksek kaliteli kurutma elde edilmiştir (Tablo No. 20).

Lif doygunluğu rutubet derecesinden sonuç rutubete kadar kurutmada, kurutmanın programlanması ve yönetilmesinde esas alınabilecek kurutma meylli değerinin araştırılmasında,

- Taze haldeki kereste üzerinde yapılan ve 2,35 ile 2,00 büyüklüğündeki kurutma meyillerinin uygulandığı denemelerde şiddetli, 1,30 büyüklüğündeki kurutma meylinin uygulandığı denemede kaliteli kurutma elde edilmiştir.
- Ön kurutma yapılmış kereste ile çalışılan ve 1,30 büyüklüğündeki kurutma meylinin uygulandığı denemelerde yüksek kaliteli kurutma elde edilmiştir (Tablo No. 21).

Bununla beraber, koruyucu bir kurutma için; pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve uygulayıcı tarafından, kurutmadaki kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde, çıkış noktası olarak güvenle ele alınabilecek kurutma programları şunlardır :

- Taze haldeki kereste için; lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde kuru termometre sıcaklık derecesi 40°C (104°F), denge rutubeti % 19,1 (bağıl nem % 90), lif doygunluğu rutubet derecesinin altında kuru termometre sıcaklık derecesi 65°C (149°F) ve kurutma meylli değeri 1,80 alınarak hazırlanan kurutma programı (Tablo No. 22 ve Resim 16).
- Ön kurutma yapılmış kereste için; lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde kuru termometre sıcaklık derecesi 45°C (113°F) ve denge rutubeti % 18,2 (bağıl nem % 89), lif doygunluğu rutubet derecesinin altında kuru termometre sıcaklık derecesi 65°C (149°F) ve ortalama kurutma meylli değeri 1,30 alınarak hazırlanan kurutma programı (Tablo No. 23 ve Resim 17).

Ön kurutma yapılmış kerestede koruyucu bir kurutma için önerilmiş olan kurutma programı (Tablo No. 23), ön kurutma yapılmış ham parkelerin kurutulmasında tahkik mahiyetinde uygulanmış ve yüksek kaliteli bir kurutma elde edilmiştir.

#### 4.5. Doğu Kayını (*F. orientalis* Lipsky)

Doğu Kayınının 25 mm kalınlıktaki 300 m<sup>3</sup> deneme kerestesi üzerinde yapılan 15 denemede, inceleme, göziem ve ölçmelerle elde edilen verilerin değerlendirilmesi suretiyle varılan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Doğu Kayını kerestesi Çoruh Meşesi kerestesine nazaran daha kolay ve çabuk kurumaktadır. Çatlama, çarpılma, kabuklaşma ve hücre çökmeleri gibi kurutma kusurlarına karşı Çoruh Meşesi kadar hassas değildir. Böyle olmakla beraber, ısıtma



periyodunda fazla miktarda enine kesit ve yüzey çatlakları göstermektedir. Bu çatlaklardan kaçınmak için bu periyotda yüksek bağıl nem uygulanması gerekmektedir. Ancak, bu sırada yüksek bağıl nemin etkisi ile odunun doğal renginde koyulaşma meydana gelmektedir.

Kurutmada uygulanabilecek en yüksek sıcaklık derecesinin araştırılmasında,

- Tahtalar, yani 25 mm kalınlıktaki kereste üzerinde yapılan araştırmada, lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde 65°C (149°F) ve 70°C (158°F), lif doygunluğu rutubet derecesinin altında 85°C (185°F) ve 90°C (194°F) sıcaklık derecelerinin uygulandığı denemelerde şiddetli kurutma elde edilmiştir. Buna karşılık, lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde 60°C (140°F) ve lif doygunluğu rutubet derecesinin altında 80°C (176°F) sıcaklık derecelerinin uygulandığı denemelerde yüksek kaliteli kurutma elde edilmiştir (Tablo No. 24).

Başlangıç rutubetinden lif doygunluğu rutubet derecesine kadar kurutmada, güvenle uygulanabilecek en düşük denge rutubetinin araştırılmasında,

- Tahtalar üzerinde yapılan denemelerden en düşük denge rutubeti olarak % 11,4 değerinin (kuru termometre sıcaklık derecesi 60°C (140°F), bağıl nem % 74 ve psikrometrik fark 6°C) uygulandığı denemede şiddetli kurutma elde edilmiştir. Buna karşılık, % 12,5 değerinin (kuru termometre sıcaklık derecesi 60°C (140°F), bağıl nem % 77 ve psikrometrik fark 5°C) uygulandığı denemede kaliteli, % 13,8 (kuru termometre sıcaklık derecesi 60°C (140°F) bağıl nem % 82 ve psikrometrik fark 4°C) değerinin uygulandığı denemede yüksek kaliteli kurutma elde edilmiştir (Tablo No. 25).

Lif doygunluğu rutubet derecesinden sonra sonuç rutubete kadar kurutmada, kurutmanın programlanması ve yönetilmesinde esas alınabilecek kurutma meylinin araştırılmasında,

- Tahtalar üzerinde yapılan ve 2,00 büyüklüğündeki kurutma meyli değerinin uygulandığı denemede yüksek kaliteli, 2,25 büyüklüğündeki kurutmada meylinin uygulandığı denemede kaliteli, 2,50 ile 3,00 büyüklüğündeki kurutma meylinin uygulandığı denemelerde ise, şiddetli kurutma elde edilmiştir (Tablo No. 26).

Bununla beraber koruyucu bir kurutma için, pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve uygulayıcı tarafından, kurutmadaki kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde, çıkış noktası olarak ele alınabilecek kurutma programı,

- Lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde kuru termometre sıcaklık derecesi 60°C (140°F) ve denge rutubeti % 13,8 (bağıl nem % 82), lif doygunluğu rutubet derecesinin altında kuru termometre sıcaklık derecesi 80°C (176°F) ve ortalama kurutma meyli değeri 2,25 alınarak hazırlanan kurutma programıdır (Tablo No. 27 ve Resim 18).



# UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE TECHNISCHE TROCKNUNG VON DEN WICHTIGSTEN TÜRKISCHEN HOLZARTEN ERZEUGTEN SCHNITTHÖLZERN<sup>1</sup>

Dr. Ramazan KANTAY<sup>2</sup>

## Abstract

Mit dieser Untersuchung wurde Trocknungsgrundlagen von den wichtigsten türkischen Holzarten, die Traurische Schwarzkiefer, Bornmüllerstanne, Libanonzeder, Çoruhische Eiche und Orientalische Buche sind, festgestellt und Trocknungsprogramme für genannte Holzarten erzeugten Schnitthölzer erstellt. Als Trocknungsverfahren wurde die Trocknung in Dampf - Luft Gemischen ausgewaehlt. Um in drei verschiedener Qualitaet zu trocknen, wurde in dieser Untersuchung für jede Holzarten drei Trocknungsprogramme erstellt, die sehr schonende, schonende und verstärkte sind. Ausserst wurde ein normales Programm vorgeschlagen, das in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden und den Praktiker nach den Qualitaetsanforderungen anzuordnenden neuen Programme als Ausgangsprogramme dienen kann. Folgende Temperaturen und Trocknungsgefalle können bei der Erstellung dieser Ausgangsprogramme anwenden.

**Die Temperatur :** Bei der Trocknung oberhalb des Fasersaettigungsbereichs von 24 mm dickem Schnittholz sind für Schwarzkiefer und Libanonzeder 75°C, Bornmüllerstanne 80°C; bei der Trocknung von 48 mm Schnittholz sind für Zeder und Tanne 70°C, Kiefer 65°C. Für das 25 mm dicke grüne Eichenschnittholz 40°C, Bucheschnittholz 60°C. Bei der Trocknung unterhalb des Faserseattigungsbereichs von 24 mm dickem genannten Nadelschnitthölzer 90°C, für Eiche 60°C und für Buche 80°C.

**Die Trocknungsgefalle :** Bei der Trocknung von 24 mm dickem Kiefer und Zeder 3,50, Tanne 3,85; von 48 mm dickem Kiefer und Zeder 3,25, Tanne 3,50. Bei der Trocknung von 25 mm dickem genannten Eiche 1,80 und Buche 2,25.

## 1. EINLEITUNG

Die Ziele dieser Versuche sind :

- Erstellen von Trocknungsplaenen für das Schnittholz der wichtigsten türkischen Baumarten je nach Dicke.

<sup>1</sup> Zusammenfassung von unter gleichem Titel mit dem Inhalt von 221 Textseiten, 45 Abbildungen, 91 Tabellen veröffentlichter Untersuchung.

<sup>2</sup> An der forstlichen Fakultät der Universität Istanbul.

- Feststellen von Trocknungsgrundlagen für die genannten Holzarten und Unterstützen der Holz Trocknungswerke mit den gewonnenen technischen und praktischen Erkenntnissen.

Folgende Holzarten wurden ausgewählt: Traurische Schwarzkiefer (*Pinus nigra* var. *pallasiana* Schneid.), Bornmüllerstanne (*Abies bornmülleriana* Mattf.), Libanonzeder (*Cedrus libani* A. Richard), Çoruhische Eiche (*Quercus dschorochensis* K. Koch) und Orientalische Buche (*Fagus orientalis* Lipsky).

Die Proben wurden nach den türkischen Normen vorbereitet. Die Dicke der Proben betragen 24 mm und 48 mm für Nadelhölzer und 25 mm und 50 mm für Laubhölzer.

Insgesamt wurde 108 Versuche an 1386 m<sup>3</sup> Schnittholzproben durchgeführt. Für einen Teil dieser Versuche wurde der Hildebrand - Schnittholztrockner HD-74-MK mit einem Inhalt von 2 m<sup>3</sup> benutzt. Für den anderen Teil verwendete man eine aus Ziegelstein und Beton gebaute Trockenkammer der Firma «Moore Dry Kiln Co.». Als Trocknungsverfahren wurde Trocknung in Dampf - Luft Gemischen ausgewählt. Wie bekannt, ist die Trocknungstemperatur bei diesem klassischen Verfahren niedriger als 100°C.

Zur Erstellung von Trocknungsprogrammen für praktische Zwecke wurde folgender Weg gewählt:

Erst wurde die für eine Holzart theoretisch geeignete Trocknungsprogramme ausgedacht und dann diese Programme durchgeführt. Der Trocknungsablauf wurde beobachtet und einige wichtige Daten darüber festgestellt. Nach der Trocknung wurde die Trocknungsqualitaet geprüft und darüber ein Protokoll angefertigt. Bei der Trocknung wurde die Temperatur konstant gehalten, waehrend die rel. Luftfeuchtigkeit langsam herabgesetzt wurde. Zur Erstellen von Trocknungsprogrammen wurde das Trocknungsgefaele gewählt. Wie bekkant, ist das Trocknungsgefaele das Verhaeltnis zwischen der augenblicklichen mittleren Holzfeuchte ( $U_m$ ) und der Gleichgewichtsfeuchte ( $U_{gl}$ ) (R. KEYLWERTH 1950, s. 375).

$$\frac{\text{augenblickliche mittlere Holzfeuchte } (U_m)}{\text{Gleichgewichtsfeuchte } (U_{gl})} = \text{Trocknungsgefaele}$$

Bei der Erstellung eines Trocknungsprogramms wurde die Gleichgewichtsfeuchte aus dem Trocknungsgefaele wie folgt abgeleitet.

$$\text{Gleichgewichtfeuchte} = \frac{\text{augenblickliche mittlere Holzfeuchte}}{\text{Trocknungsgefälle}}$$

Zur Feststellung der Temperaturschwankungen, insbesondere der max. Temperatur, wurde als Trocknungsgefaele 0,85 ausgewählt, ebenso zum Korrigieren von Trocknungsprogrammen (TGL 21503, 1969).

Die Versuche wurden nach der End - Qualitaetskontrolle klassifiziert. Die Faktoren, die künstlich getrocknete Schnitthölzer hinsichtlich der Qualitaetselgenschaften kennzeichnen, wurde wie folgt in zwei Gruppen eingeteilt:

1. Faktoren, die nicht exakt messbar sind und die Beschaffenheit des Trockengutes bilden:

- Risse (Hirn-, Kern-, Oberflaechen- und Innenrisse)
- Formaenderung (Welligkeit, Verwerfen, Verdrehen, Verschalung, usw.)
- Verfaerbung oder Farbaenderung
- Harzausfluss oder Harzaustritt

2. Faktoren, die mess- und zählbar sind und den Zustand des Trockengutes bilden :

- End-Holzfeuchtigkeit ( $u$ )
- Holzfeuchtigkeitsdifferenz zwischen Aussen - und Innenschicht ( $\Delta u$ )
- Deformationsprozent ( $D'$ )

Die Faktoren der ersten Gruppe wurden auf der ganzen Laenge der Probekbrettern festgestellt. Die Faktoren der zweiten Gruppe wurden Testproben festgestellt, die aus der Probekbrettern auf drei verschiedenen Stellen entnommen wurden. Die zwei Testproben wurde 50 cm weit von beiden Enden und die dritte Testprobe wurde genau an der Mitte der Probekbrette entnommen.

## 2. AUSWERTUNG

Unter den Faktoren der ersten Gruppe wurde nur die Rissbildung als ausschlaggebend betrachtet. Allgemein wurden die Schnitthölzer, die mit den Hirnrissen von mehr als 20 mm Tiefe; vermehrt auftretender Kernrisse; Innenrissen und Oberflaechenrissen sind, als Ausschuss beiseitegelegt. Bei jeder Versuchsreihe wurde die Zahl von fehlerhaften Proben durch die Probenzahl dividiert, und so der Ausschuss - Prozentsatz festgestellt. Zum Vergleich der Versuchsergebnisse musste ein nach bestimmten Voraussetzungen berechneter theoretischer Ausschuss - Prozentsatz vorhanden sein. Nimmt man den Ausschuss - Prozentsatz mit  $\hat{p} = 0$ , so erhaelt man einseitige obere Vertrauensgrenze nach der Gleichung (L. SACH 1972, s. 260 - 261).

$$\pi_0 = 1 - n\sqrt{\alpha}$$

für  $\alpha = 0,05$  und  $n = 50$

$$\pi_0 = \frac{3}{n}$$

Bei den Versuchen wurde der Ausschuss - Prozentsatz  $\hat{p} = 0$  angenommen und die einseitige Obere Vertrauensgrenze mit einer statistischen Sicherheit von % 95 theoretisch berechnet Daraus ergab sich

$$\text{für } n = 20 \quad \pi_0 = 0,139$$

$$n = 30 \quad \pi_0 = 0,095$$

$$n = 50 \quad \pi_0 = 0,058$$

Wenn der festgestellte Ausschuss - Prozentsatz grösser als die theoretisch berechneten Werte ist, dann ist das angewandte Trocknungsprogramm für die untersuchte Holzarten mit genannter Dicke nicht geeignet. Das bedeutet, dass dieses Trocknungsprogramm nicht schonend genug sondern zu scharf ist. Im umgekehrten Fall wurde die Faktoren der zweiten Gruppe behandelt.



Nach TGL 21504 (1969) wurden die Proben zur Bestimmung der Holzfeuchtigkeit und Feuchtigkeitsverteilung im Probenquerschnitt entnommen und die gewonnenen Daten ausgewertet. So wurde für jeden Faktor ein arithmetische Mittelwert und eine Standardabweichung ermittelt. Dann wurde dies für jede Versuchreihe wiederholt und wie folgt weiter vorgegangen :

- Die Schwankungsbreite der mittleren Holzfeuchtigkeit  $R'$  wurde theoretisch berechnet und die Messwerte, die zwischen  $(\bar{u} + R')$  liegen als gültig angenommen und prozentual errechnet.
- Es wurde angenommen, dass sich die Feuchtigkeitsdifferenz zwischen Aussen- und Innenschicht von 0 bis  $\Delta u$  ändert und diese eine Gaussche Normalverteilung zeigt. Bei dieser Verteilung wurden die Werte, die kleiner als  $\Delta u'$  sind, prozentual und absolut errechnet.
- Auch wurde angenommen, dass sich das Deformationsprozent von 0 bis  $D$  ändert und eine Gaussche Normalverteilung zeigt. Hier wurden auch die Werte, die kleiner als  $D'$  sind, als absolut und prozentual errechnet.

Die angenommene Werte  $R'$ ,  $\Delta u'$  und  $D'$  sind Standardwerte, die von der End-Feuchtigkeit, der Dicke und der Rohdichte des Trockengutes abhaengig sind. Sie sind in folgender tabelle angegeben, die nach TGL 21504 (1969) und W. GILLWALD, E. HÜBNER und H. MÜLLER (1968, s. 108 - 109) zusammengestellt ist.

| Qualitaetsmerkmale   |                           | End - Holzfeuchtesatz |           |     |
|--|---------------------------|-----------------------|-----------|-----|
|  |                           | bis 12 %              | über 12 % |     |
| Spannweite des End-Holzfeuchtesatzes ( $R'$ ) %  |                           | $\mp 2$               | $\mp 3$   |     |
| Feuchtesatzdifferenz zwischen mittlerer und ausserer Darrschichte des Trocknungsgutes in % bei ( $\Delta u'$ ) | $\leq 560 \text{ kg/m}^3$ | Holz- bis 40 mm dicke | 2,5       | 4,0 |
|  |                           | über 40 mm            | 3,6       | 6,0 |
|  | $> 560 \text{ kg/m}^3$    | Holz- bis 40 mm dicke | 2,0       | 4,0 |
|  |                           | über 40 mm            | 2,5       | 6,0 |
| Deformation der Trennschnittprobe höchstens ( $D'$ )   |                           | 3,0                   | 10,0      |     |

Bei den Versuchen würden die Proben so weit getrocknet, dass ihre End-Feuchtigkeit weniger als 12 % betrug. Bei der Auswertung wurde eine statistische Sicherheit von 95 % als ausreichend vorgesehen (R. KEYLWERTH und NOACK 1964, s. 36). Danach wurden die Messwerte als gültig angenommen, wenn,

- 95 % oder mehr der Werte der Endfeuchte zwischen theoretischen Werten  $\bar{u} \pm R'$  liegen
- 95 % oder mehr der festgestellten Feuchtigkeitsdifferenzen zwischen Aussen- und Innenschicht kleiner als der max. Wert  $\Delta u'$  nach des Norm sind,
- 95 % oder mehr der gemessenen Deformationswerte kleiner sind als das max.  $D'$  Deformationsprozent nach der Norm.

Um die Eignung eines Trocknungsprogramms nach den durch die End-Qualitätskontrolle gewonnenen Erkenntnissen festzustellen, muss erst der Ausschuss-Prozentsatz, wie ausführlich behandelt, unter einer gewissen statistische Grenze bleiben. Auf keinen Fall dürfen bei einer schonenden Trocknung Risse am Trockengut auftreten. Weiter müssen die Zustandsfaktoren  $u$ ,  $\Delta u$  und  $D$  annehmbar sein. Je langsamer die Trocknung vorgenommen wird, desto schonender ist. Sie aber mit zunehmender Trocknungszeit nehmen auch die Trocknungskosten zu. Mit anderen Worten : Qualitaet kostet mehr. Darum wurde die Trocknung zum praktischen Zwecke in drei Gruppen eingeteilt :

1. sehr schonende Trocknung
2. schonende Trocknung
3. verstaerkte Trocknung

Für jede Gruppe wurden die Grenze der Einflussfaktoren wie folgt bestimmt :

1. Bei einer sehr schonenden Trocknung :

- Der Ausschuss - Prozentsatz muss gleich null sein.
- 99 % oder mehr der gemessenen End - Feuchtigkeit muss sich zwischen den Werten  $\bar{u} \mp R'$  befinden.
- 99 % oder mehr der festgestellten Feuchtigkeitsdifferenzen zwischen Aussen- und Innenschicht und der gemessenen Deformations - prozente müssen kleiner als die in der Norm ( $\Delta u'$  und  $D'$ ) angegebenen max. Werte sein.

2. Bei einer schonenden Trocknung :

- Der Ausschuss - prozentsatz darf grösser als null sein. Aber er muss für  $\hat{p} = 0$  unter der einseitigen oberen Vertrauensgrenze liegen (siehe s. 145).
- 95 ... 99 % der gemessenen End-Feuchtigkeiten müssen sich zwischen den Werten  $\bar{u} \mp R'$  befinden.
- 95 ... 99 % der festgestellten Feuchtigkeitsdifferenzen zwischen Aussen- und Innenschicht und der gemessenen Deformationsprozente müssen kleiner als die in der Norm angegebenen max. Werte ( $\Delta u'$  und  $D'$ ) sein.

3. Bei einer verstaerkten Trocknung :

- Der Ausschuss - prozentsatz muss für  $\hat{p} = 0$  nur kleiner als die einseitige obere Vertrauensgrenze sein.

### 3. VERSUCHSERGEBNISSE

#### 3.1. Taurische Schwarzkiefer (*Pinus nigra* var. *pallasiana* Schneid.)

An Schnittholzproben (insgesamt 480 m<sup>3</sup>, 24 und 48 mm Dicke) wurden 24 Versuche durchgeführt. Die Auswertung der dadurch ermittelten Daten führten zu folgenden Ergebnissen :

Schwarzkieferschnittholz laesst sich ziemlich leicht und schnell trocknen und ist nicht sehr empfindlich für Rissbildung, Formaenderun und Verschalung bei der Trocknung. Bei hohe Trocknungstemperaturen zeigte sich Harzausfluss und merkliche Farbaenderungen.

Die Untersuchung der zulaessigen Höchsttemperatur bei der Trocknung :

- Bei der Trocknung von 24 mm dickem Schnittholz wurde die Temperatur oberhalb des Fasersaettigungsbereiches bis 80°C, unterhalb des Fasersaettigungsbereiches bis 90°C gesteigert und dadurch eine schonende Trocknung verwirklicht.
- Bei der Trocknung von 48 mm dicken Schnittholz wurde die Temperatur oberhalb des Fasersaettigungspunktes bis 70°C, unterhalb des Fasersaettigungspunktes bis 85°C gesteigert und auf diese Weise eine schonende Trocknung erreicht (Tabelle 4).

Die Untersuchung der minimalen Gleichgewichtsfeuchte bei der Trocknung von Anfangsfeuchte bis zum Fasersaettigungsbereich :

- Bei der Trocknung des 24 mm dicken Schnittholzes wurde eine minimale Gleichgewichtsfeuchte von 10,1 % (Trockentemperatur 75°C, rel. Luftfeuchtigkeit 73 % und Psychrometerdifferenz 7°C) angewendet und dadurch eine schonende Trocknung erreicht.
- Bei der Trocknung des 48 mm dicken Schnittholz wurde eine minimale Gleichgewichtsfeuchte von 11,3 % (Trockentemperatur 65°C, rel. Luftfeuchtigkeit 75 % und Psychrometerdifferenz 6°C) angewendet und dadurch eine schonende Trocknung erreicht (Tabelle 5).

Die Untersuchung der zulaessigen Trocknungsgefaele bei der Trocknung von Fasersaettigungsfeuchte bis zur Endfeuchtigkeit :

- Bei der Trocknung von 24 mm dickem Schnittholz wurden die Trocknungsgefaele von 3,00, 3,25, 3,50, 3,75, 4,00 und 4,50 gewaehlt und mit den Trocknungsgefaelen von 3,00 und 3,25 sehr schonende, mit den Trocknungsgefaelen von 3,50 und 3,75 schonende, mit den Trocknungsgefaelen von 4,00 und 4,50 verstaerkte Trocknung erreicht.
- Bei der Trocknung von 48 mm dicken Schnittholz wurden die Trocknungsgefaele von 3,00 sehr schonende, mit dem Trocknungsgefaele von 3,25 schonende, mit dem Trocknungsgefaele von 3,50 verstaerkte Trocknung erreicht (Tabelle 6).

Aus diesen Ergebnissen ausgehend können folgende Trognungsprogramme vorgeschlagen werden, die in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden und dem Praktiker nach den Qualitaetsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramme dienen können :



- Trocknungsprogramm für die 24 mm dicken Schnitthölzer ist oberhalb der Fasersaettigungsfeuchte Trockentemperatur 75°C und die Gleichgewichtsfeuchte 10,1 % (rel. Luftfeuchte 73 %). Unterhalb der Fasersaettigungsfeuchte ist die Trockentemperatur 90°C und das mittlere Trocknungsgefalle 3,50 (Abb. 10).
- Trocknungsprogramm für die 48 mm dicken Schnitthölzer ist oberhalb der Fasersaettigungsfeuchte 65°C und die Gleichgewichtsfeuchte 11,8 % (rel. Luftfeuchte 76,5 %). Unterhalb der Fasersaettigungsfeuchtigkeit ist Trockentemperatur 80°C und das mittlere Trocknungsgefalle 3,25 (Abb. 11).

Die Trocknungstemperatur übt starken Einfluss auf Harzaustritt und Farbaenderung bei der Trocknung von Schwarzkiefer aus. Mit zunehmender Temperatur nimmt auch der Harzaustritt zu, und wird die natürliche Holzfarbe dunkler.

### 3.2. Bormüllerstanne (*Abies bormülleriana* Mattf.)

Insgesamt wurde 24 Versuche durchgeführt. Dazu wurden 480 m<sup>3</sup> Schnittholzproben in zwei verschiedenen Dicken von 24 mm und 48 mm verbraucht. Die Auswertung der dadurch ermittelten Daten führte zu folgenden Ergebnissen :

Bormüllerstanne laesst sich wie Schwarzkiefer ziemlich leicht und schnell trocknen. Sie zeigte keine Neigung zu Trocknungsfehlern wie z.B. Risse, Formaenderung, Farbaenderung, Verschalung. In der Aufheizperiode mit der Voraussetzung der Anwendung von hoher rel. Luftfeuchtigkeit ist es möglich, sie im Vergleich mit Schwarzkiefer unter extremeren Bedingungen zu trocknen.

Die Untersuchung der zulaessigen Höchsttemperatur bei der Trocknung :

- Bei der Trocknung von 24 mm dickem Schnittholz wurde die Temperatur oberhalb des Fasersaettigungspunktes bis 90°C, unterhalb des Fasersaettigungspunktes bis 95°C gesteigert und dadurch eine schonende Trocknung verwirklicht.
- Bei der Trocknung von 48 mm dickem Schnittholz wurde die Temperatur oberhalb des Fasersaettigungspunktes bis 75°C, unterhalb des Fasersaettigungspunktes bis 85°C gesteigert und dadurch eine schonende Trocknung erreicht (Tabelle 9).

Die Untersuchung der minimalen Gleichgewichtsfeuchte bei der Trocknung von Anfangsfeuchte bis zum Fasersaettigungsbereich :

- Bei der Trocknung des 24 mm dicken Schnittholzes wurde eine minimale Gleichgewichtsfeuchte 9,3 % (Trockentemperatur 80°C, rel. Luftfeuchte 71 % und Psychrometerdifferenz 8°C) angewaendet und dadurch eine schonende Trocknung erreicht.

- Bei der Trocknung 48 mm dicken Schnittholz wurde ein minimale Gleichgewichtsfeuchte von 10,3 % (Trockentemperatur 70°C, rel. Luftfeuchte 73 % und Psychrometerdifferenz 7°C) angewendet und dadurch ein Trocknung erreicht (Tabelle 10).

Die Untersuchung der zulaessigen Trocknungsgafaelle bei der Trocknung von Fasersaettigungsfeuchte bis zur Endfeuchtigkeit :

- Bei der Trocknung von 24 mm dickem Schnittholz wurden die Trocknungsgefaelle von 3,50, 3,75, 3,85, 4,00 und 4,25 gewaehlt und mit dem Trocknungsgefaelle von 3,50 sehr schonende, mit den Trocknungsgefaellen von 3,75 und 3,85 schonende, mit den Trocknungsgefaellen von 4,00 und 4,25 verstaerkte Trocknung erreicht.
- Bei der Trocknung von 48 mm dickem Schnittholz wurden die Trocknungsgefaellen von 3,85, 3,75 und 3,50 gewaehlt und mit dem Trocknungsgefaelle von 3,85 verstaerkte, mit dem Trocknungsgefaelle von 3,75 schonende, mit dem Trocknungsgefaelle von 3,50 sehr schonende Trocknung erreicht (Tabelle 11).

Von diesen Ergebnissen ausgehend können folgende Trocknungsprogramme vorgeschlagen werden, die in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden und dem Praktiker nach den Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramme dienen können :

- Trocknungsprogramm für die 24 mm dicken Schnitthölzer ist oberhalb der Fasersaettigungsfeuchte die Trockentemperatur 80°C und die Gleichgewichtsfeuchte 9,9 % (rel. Luftfeuchte 74 %). Unterhalb der Fasersaettigungsfeuchte ist die Trockentemperatur 90°C und das mittlere Trocknungsgefaelle 3,85 (Abb. 12).
- Trocknungsprogramm für die 48 mm dicken Schnitthölzer ist oberhalb der Fasersaettigungsfeuchte die Trockentemperatur 70°C und die Gleichgewichtsfeuchte 10,7 % (rel. Luftfeuchte 74,5 %). Unterhalb der Fasersaettigungsfeuchte ist die Trockentemperatur 80°C und das mittlere Trocknungsgefaelle 3,50 (Abb. 13).

**3.3. Libanonzeder (Cedrus libani A. Richard)**

An Schnittholzproben (insgesamt 54 m<sup>3</sup>, 24 und 48 mm Dicke) wurden 27 Versuche durchgeführt. Die Auswertung der dadurch ermittelten Daten führte zu folgenden Ergebnissen :

Libanonzederschnittholz laesst sich wie Schwarzkiefer und Bornmüllerstanne ziemlich leicht und schnell trocken und ist nicht sehr empfindlich für Rissbildung, Formaenderung und Verschalung bei der Trocknung. Bei hohe Trocknungstemperaturen zeigte sich wie bei Schwarzkiefer Harzausfluss und merkliche Farbaenderungen.

Die Untersuchung der zulaessigen Höchsttemperatur bei der Trocknung :

- Bei der Trocknung von 24 mm dicken Schnittholz wurde die Temperatur oberhalb des Fasersaettigungsbereich bis 90°C, unterhalb des Fasersaettigungsbereich bis 95°C gesteigert und dadurch eine schonende Trocknung erreicht.
- Bei der Trocknung von 48 mm dickem Schnittholz wurde die Temperatur oberhalb des Fasersaettigungsbereich bis 70°C, unterhalb des Fasersaettigungsbereich bis 80°C gesteigert und dadurch eine schonende Trocknung erreicht (Tabelle 14).

Die Untersuchung der minimalen Gleichgewichtsfeuchte bei der Trocknung von Anfangsfeuchte bis zum Fasersaettigungsbereich :

- Bei der Trocknung des 24 mm dicken Schnittholzes wurde eine minimale Gleichgewichtsfeuchte 9,5 % (Trockentemperatur 75°C, rel. Luftfeuchte 69 % und Psychrometerdifferenz 8°C) angewandt und dadurch eine verstaerkte Trocknung erreicht. Dagegen ergab sich mit 10,1 % Gleichgewichtfeuchte (Trockentemperatur 75°C, rel. Luftfeuchte 73 % und Psychrometerdifferenz 7°C) eine sehr schonende Trocknung.
- Bei der Trocknung des 48 mm dicken Schnittholzes wurde eine minimale Gleichgewichtsfeuchte 10,7 % (Trockentemperatur 70°C, rel. Luftfeuchte 74,5 % und Psychrometerdifferenz 6,5°C) angewandt und dadurch eine schonende Trocknung erreicht (Tabelle 15).

Die Untersuchung der zulaessigen Trocknungsgefuelle bei der Trocknung von Fasersaettigungspunkt bis zur Endfeuchtigkeit :

- Bei der Trocknung von 24 mm dicken Schnittholz wurden die Trocknungsgefuelle von 3,25, 3,50, 3,75, 4,00 und 4,25 gewaehlt und mit dem Trocknungsgefuelle von 3,25 sehr schonende, mit den Trocknungsgefuellen von 3,50 und 3,75 schonende, mit den Trocknungsgefuellen von 4,00 und 4,25 verstaerkte Trocknung erreicht.
- Bei der Trocknung von 48 mm dickem Schnittholzes wurden die Trocknungsgefuelle von 3,75, 3,50 und 3,25 gewaehlt und mit den Trocknungsgefuelle von 3,50 und 3,25 schonende Trocknung erreicht (Tabelle 16).

Von diesen Ergebnissen ausgehend können folgende Trocknungsprogramme vorgeschlagen werden, die in der Praxis für schonende Trocknung angewandt werden und dem Praktiker nach den Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramme dienen können :

- Trocknungsprogramm für das 24 mm dicken Schnittholz ist oberhalb der Fasersaettigungsfeuchte die Trockentemperatur 75°C und die Gleichgewichtsfeuchte 10,1 % (rel. Luftfeuchte 73 %). Unterhalb der Fasersaettigungsfeuchte ist die Trocknungstemperatur 90°C und das mittlere Trocknungsgefuelle 3,50 (Abb. 14).



— Trocknungsprogramm für das 48 mm dicken Schnittholz ist oberhalb der Fasersättigungsfeuchte die Trockentemperatur 70°C und die Gleichgewichtsfeuchte 11,1 % (rel. Luftfeuchte 76 %). Unterhalb der Fasersättigungsfeuchte die Trockentemperatur 80°C und das mittlere Trocknungsgefälle 3,25 (Abb. 15).

Die Trocknungstemperatur übt starken Einfluss auf Harzaustritt und Farbaenderung bei der Trocknung von Libanonzeder (wie Schwarzkiefer) aus. Mit zunehmender Temperatur nimmt auch der Harzaustritt zu, und die natürliche Holzfarbe wird dunkler.

#### 3.4. Çoruhische Eiche (*Quercus dschorochensis* K. Koch)

An Schnittholzproben (insgesamt 72 m<sup>3</sup>, 25 mm Dicke) wurden 18 Versuche durchgeführt. Die Auswertung der dadurch ermittelten Daten führte zu folgenden Ergebnissen :

Das Schnittholz von Eiche laesst sich sehr langsam und schwer trocknen. Es neigt so sehr zum Rissen, Verschalen, Verwerfen und Zellkollaps. Diese Fehler zu vermeiden und in annehmbaren Grenzen zu halten muss bei allen Stufen der Trocknung besonders bei der Trocknung oberhalb des Fasersättigungspunkt, grosse Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die Anfangsfeuchtigkeit ist sehr wichtig für das Vorkommen der Trocknungsfehler bei der technischen Trocknung des Eichenschnittholzes. Ein besondere Problem ist die Trocknung des waldfirschen Eichenschnittholzes in der Kammer. Für eine schonende Trocknung des grünem Eichenschnittholzes bis zu etwas 45 % mittleren Feuchtigkeitsgehaltes muss man mit einem möglichst geringen Feuchtigkeitsgefälle arbeiten und man muss dabei hohe Temperatur vermeiden. Aus diesem Grund ist das Eichenschnittholz in zwei Gruppen angeordnet und untersucht worden. Die erste Gruppe besteht aus dem grünem Eichenschnittholz und die zweite Gruppe besteht aus dem bis zu 45 % mittleren Feuchte getrockneten Eichenschnittholzes.

Die Untersuchung der zulaessigen Höchsttemperatur bei der Trocknung :

- Bei der Trocknung von grünem Eichenholz wurden die Temperaturen oberhalb den Fasersättigungsbereiches von 40°C, unterhalb des Fasersättigungsbereiches von 65°C angewendet und dadurch eine sehr schonende Trocknung erreicht. Dagegen ergab sich mit Temperaturen oberhalb des Fasersättigungsbereiches von 45°C, unterhalb des Fasersättigungsbereiches von 65°C eine schonende Trocknung. Bei höheren Temperaturen wurde verstaerkter Trocknung festgestellt.
- Bei der Trocknung von vorgetrocknetem Eichenschnittholz wurden die Temperaturen oberhalb des Fasersättigungsbereiches von 45°C, unterhalb des Fasersättigungsbereiches von 65°C angewendet und eine sehr schonende Trocknung festgestellt. Dagegen wurden mit Temperaturen oberhalb des Fasersättigungsbereiches von 50°C, unterhalb des Fasersättigungsbereiches von 70°C eine schonende Trocknung erreicht (Tabelle 19).

Die Untersuchung der minimalen Gleichgewichtsfeuchte bei der Trocknung von Anfangsfeuchte bis zum Fasersättigungsbereich :

- Bei der Trocknung -von grünem Eichenschnittholz wurde eine minimale Gleichgewichtsfeuchte von 18,1 % (Trockentemperatur 40°C, rel. Luftfeuchte 90 % und psychrometerdifferenz 2°C) angewendet und eine sehr schonende Trocknung erreicht.
- Bei der Trocknung von vor getrocknetem Eichenschnittholz wurde eine minimale Gleichgewichtsfeuchte von 18,2 % (Trockentemperatur 45°C, rel. Luftfeuchte 89 % und Psychrometerdifferenz 2°C) angewendet und dadurch eine sehr schonende Trocknung erreicht (Tabelle 20).

Die Untersuchung der zulaessigen Trocknungsgefalle bei der Trocknung von Fasersaettigungsfeuchte bis zur Endfeuchtigkeit :

- Bei der Trocknung von grünem Eichenschnittholz wurden die Trocknungsgefalle 1,80, 2,00 und 2,35 gewaehlt und mit dem Trocknungsgefalle von 1,80 schonende, mit den Trocknungsgefalle von 2,00 und 2,35 verstaerkte Trocknung erreicht.
- Bei der Trocknung von vorgetrocknetem Eichenschnittholz wurde das Trocknungsgefalle 1,80 gewaehlt und dadurch eine schonende Trocknung erreicht.

Von diesen Ergebnissen ausgehend können folgende Trocknungsprogramme vorgeschlagen werden, die in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden, und dem Praktiker nach den Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramme dienen können :

- Trocknungsprogramm für grünes Eichenschnittholz ist oberhalb der Fasersaettigungsfeuchte die Trockentemperatur 40°C und die Gleichgewichtsfeuchte 19,1 % (rel. Luftfeuchte 90 %). Unterhalb der Fasersaettigungsfeuchte ist die Trockentemperatur 65°C und das mittlere Trocknungsgefalle 1,80 (Abb. 16).
- Trocknungsprogramm für vorgetrocknetes Eichenschnittholz ist oberhalb der Fasersaettigungsfeuchte die Trockentemperatur 45°C und Gleichgewichtsfeuchte 18,2 % (rel. Luftfeuchte 89 %). Unterhalb der Fasersaettigungsfeuchte ist die Trockentemperatur 65°C und das mittlere Trocknungsgefalle 1,80 (Abb. 17).

| 1 | 2  |                      |              | 3 | 4                |                           | 5    | 6                  |                           | 7              |  |             |                | 8     |                        |           |                | 9    |               |    | 10                            |   |   |
|---|--|----------------------|--------------|---|------------------|---------------------------|------|--------------------|---------------------------|----------------|--|-------------|----------------|-------|------------------------|-----------|----------------|------|---------------|----|-------------------------------|---|---|
|   | Denemelerin yapıldığı yer, fırın tipi, kereste miktarı |                      |              |   | Program numarası | Uygulanan sıcaklık        |      | Kurutma Meyli (TG) | Kereste rutubeti (%)      |                | Kerestenin tam kuru özgül ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> ) |             |                |       | Kereste kalınlığı (mm) |           |                |      | Kusurlu oranı |    |                               |   |   |
|   | Yer  | Fırın tipi           | Kereste mik. |   |                  | Ostünde (T <sub>1</sub> ) |      |                    | Altında (T <sub>2</sub> ) | U <sub>a</sub> | U <sub>e</sub>   | $\bar{r}_0$ | s              | n     | R                      | $\bar{d}$ | s              | n    | R             | p  |                               | s | n |
| 1 | i. Ü. Orman Fakültesi                                  | Hildebrand HD 74 NK* | 2            | 1 | 55°C<br>131°F    | 75°C<br>167°F             | 0,85 | 59,0               | 8,0                       | 0,698          | 0,084  | 60          | 0,900<br>0,570 | 24,95 | 0,81                   | 60        | 26,50<br>23,25 | 0,40 | 0,12          | 20 | Taze haldeki kerestede        |   |   |
| 2 |  |                      | 2            | 2 | 50°C<br>122°F    | 70°C<br>158°F             | 0,85 | 56,0               | 10,0                      | 0,684          | 0,080  | 60          | 0,900<br>0,527 | 25,06 | 0,59                   | 60        | 26,00<br>23,95 | 0,25 | 0,088         | 20 |                               |   |   |
| 3 |  |                      | 2            | 3 | 45°C<br>113°F    | 65°C<br>149°F             | 0,85 | 60,0               | 8,5                       | 0,765          | 0,109  | 60          | 0,996<br>0,557 | 24,72 | 0,91                   | 60        | 26,25<br>22,95 | 0,05 | 0,045         | 20 |                               |   |   |
| 4 |  |                      | 2            | 4 | 40°C<br>104°F    | 65°C<br>149°F             | 0,85 | 58,0               | 8,5                       | 0,700          | 0,070  | 60          | 0,826<br>0,452 | 24,96 | 1,01                   | 60        | 26,15<br>23,95 | 0    | —             | 20 |                               |   |   |
| 5 |  |                      | 2            | 2 | 50°C<br>122°F    | 70°C<br>158°F             | 0,85 | 44,0               | 8,0                       | 0,738          | 0,060  | 60          | 0,856<br>0,595 | 25,15 | 0,72                   | 60        | 27,00<br>23,45 | 0    | —             | 20 | Ön kurutma yapılmış kerestede |   |   |
| 6 |  |                      | 2            | 8 | 45°C<br>113°F    | 65°C<br>149°F             | 0,85 | 45,0               | 8,0                       | 0,720          | 0,085  | 40          | 0,996<br>0,570 | 24,62 | 1,06                   | 42        | 27,00<br>22,70 | 0    | —             | 20 |                               |   |   |

Tablo No. 19 : Çoruh Meşesi (*Quercus dschorochensis* K. Koch) kerestesi üzerinde yapılan sıcaklık araştırması denemeleri ve toplu sonuçları.

Tabelle 19 : Untersuchungsergebnisse der zulaessigen Höchsttemperatur bei der Trocknung von Eichenschnittholz (*Q. dschorochensis* K. Koch).



| 1  | 2                            |  |            | 3                              |                |                   |               | 4                |                | 5                                  |                |    |                | 6             |       |    | 7                      |                               |
|----|------------------------------|--|------------|--------------------------------|----------------|-------------------|---------------|------------------|----------------|------------------------------------|----------------|----|----------------|---------------|-------|----|------------------------|-------------------------------|
|    | Dene-<br>me<br>Numa-<br>rası | Denemenin yapıldığı Yer, Fırın tipi, Kereste miktarı |            | Uygulanan Program              |                |                   |               | Kereste Rutubeti |                | Kerestenin tam kuru özgül ağırlığı |                |    |                | Kusurlu Oranı |       |    |                        | Düşünceler                    |
|    |                              | Yer  | Fırın tipi | Kereste mik. (m <sup>3</sup> ) | Sıcaklık       | Psikrometrik fark | Bağal nem (%) | Denge rutb. (%)  | U <sub>a</sub> | U <sub>e</sub>                     | r <sub>0</sub> | s  | n              | R             | p     | s  |                        |                               |
| 7  | İ. Ü. Orman Fakültesi        | Hildebrand "HD 74 MK"                                | 2          | 40°C<br>104°F                  | 1,0°C<br>1,8°F | 94                | 21,5          | 60,0             | 26,0           | 0,683                              | 0,081          | 40 | 0,933<br>0,487 | 0             | --    | 30 | Taze haldeki Kerestede |                               |
| 8  |                              |  | 2          | 40°C<br>104°F                  | 1,5°C<br>2,7°F | 90                | 19,1          | 63,0             | 25,0           | 0,718                              | 0,059          | 40 | 0,900<br>0,624 | 0             | --    | 30 |                        |                               |
| 9  |                              |  | 2          | 40°C<br>104°F                  | 2,0°C<br>3,6°F | 88                | 18,1          | 65,0             | 25,0           | 0,713                              | 0,075          | 40 | 0,947<br>0,565 | 0,133         | 0,062 | 30 |                        |                               |
| 10 |                              |  | 2          | 45°C<br>113°F                  | 2,0°C<br>3,6°F | 89                | 18,2          | 44,0             | 24,5           | 0,686                              | 0,067          | 40 | 0,813<br>0,534 | 0             | --    | 30 |                        | Ön kurutma yapılmış kerestede |
| 11 |                              |  | 2          | 45°C<br>113°F                  | 2,5°C<br>4,5°F | 86                | 17,0          | 45,0             | 25,0           | 0,682                              | 0,055          | 40 | 0,814<br>0,578 | 0,10          | 0,054 | 30 |                        |                               |

RAMAZAN KANTAY

Tablo No. 20 : Çoruh Meşesi (*Q. dschorochensis* K. Koch) kerestesi üzerinde yapılan ilif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde uygulanabilecek en düşük denge rutubetli araştırması denemeleri ve toplu sonuçları.

Tabelle 20 : Untersuchungsergebnisse der minimalen Gleichgewichtsfeuchte bei der Trocknung oberhalb des Fasersättigungsbereichs von Eichen-schnittholz (*Q. dschorochensis* K. Koch).

| Deneme Numarası | Yer, Fırın Ke-<br>restesi ve kereste<br>miktari |                    |   | Program Numarası | Sıcaklık |               | Lif doygunluğu ru-<br>tubet derecesinin<br>üstünde uygulanan |                   |                          | Kurutma Meyli | Rütubeti |      | Tam Kuru Örgül<br>Ağırlık         |                               |                       |                | Kereste<br>Kalınlığı |       |      |     | Kusurlu<br>Oranı |      |       |     |   |   |   |
|-----------------|---|--------------------|---|------------------|----------|---------------|--|-------------------|--------------------------|---------------|----------|------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------|----------------------|-------|------|-----|------------------|------|-------|-----|---|---|---|
|                 | Yer   | Fırın<br>tipi      | Ke-<br>reste<br>mikt.<br>m <sup>3</sup> |                  | Üstünde  | Altında       | Psikro-<br>metrik<br>fark                                    | Bağıl<br>nem<br>% | Den-<br>ge<br>rutb.<br>% |               | Ugl      | TG   | Başlangıç rutb.<br>U <sub>1</sub> | Sonuç rutb.<br>U <sub>2</sub> | (gr/cm <sup>3</sup> ) |                |                      |       | (mm) |     |                  |      | p     | s   | n |   |   |
|                 |   |                    |   |                  |          |               |  |                   |                          |               |          |      |                                   |                               | T <sub>1</sub>        | T <sub>2</sub> | r <sub>0</sub>       | s     | n    | R   | d̄               | s    |       |     |   | n | R |
|                 |   |                    |   |                  |          |               |  |                   |                          |               |          |      |                                   |                               |                       |                |                      |       |      |     |                  |      |       |     |   |   |   |
| 12              | i. Ü. Orman Fakültesi                           | Hilsebrand         | HD 74 MK*                               | 2                | 5        | 40°C<br>104°F | 65°C<br>149°F  | 1.5°C<br>2.7°F    | 90                       | 19.1          | 2.35     | 73.0 | 9.5                               | 0.694                         | 0.080                 | 62             | 0.933<br>0.565       | 24.59 | 1.07 | 60  | 26.10<br>22.06   | 0.35 | 0.11  | 20  |   |   |   |
| 13              |   |                    |   | 2                | 6        | 40°C<br>104°F | 65°C<br>149°F  | 1.5°C<br>2.7°F    | 90                       | 19.1          | 2.00     | 77.0 | 8.5                               | 0.709                         | 0.124                 | 60             | 1.239<br>0.487       | 24.17 | 1.44 | 40  | 26.90<br>21.55   | 0.20 | 0.089 | 20  |   |   |   |
| 14              |   |                    |   | 2                | 7        | 40°C<br>104°F | 65°C<br>149°F  | 1.5°C<br>2.7°F    | 90                       | 19.1          | 1.80     | 60.0 | 8.5                               | 0.694                         | 0.075                 | 60             | 0.910<br>0.485       | 23.88 | 1.21 | 60  | 25.90<br>21.70   | 0.05 | 0.045 | 20  |   |   |   |
| 15              |   |                    |   | 2                | 8        | 45°C<br>113°F | 65°C<br>149°F  | 2°C<br>3.6°F      | 89                       | 18.2          | 1.80     | 44.0 | 8.5                               | 0.685                         | 0.095                 | 60             | 0.842<br>0.420       | 23.85 | 1.41 | 60  | 26.25<br>21.75   | 0    | —     | 20  |   |   |   |
| 16              | Devrek Kereste Fab.                             | Moore Dry Kiln Co. | Hd74 MK*                                | 20               | 8        | 45°C<br>113°F | 65°C<br>149°F  | 2°C<br>3.6°F      | 89                       | 18.2          | 1.80     | 45.0 | 7.5                               | 0.691                         | 0.127                 | 64             | 0.971<br>0.491       | 24.51 | 0.97 | 100 | 25.95<br>21.90   | 0    | —     | 50  |   |   |   |
| 17              |   |                    |   | 20               | 9        | 50°C<br>122°F | 70°C<br>158°F  | 2°C<br>3.6°F      | 90                       | 18.1          | 1.80     | 42.0 | 7.5                               | 0.687                         | 0.138                 | 55             | 0.981<br>0.466       | 23.90 | 0.74 | 60  | 26.75<br>23.15   | 0.02 | 0.019 | 50  |   |   |   |
| 18              |   |                    |   | 20               | 8        | 45°C<br>113°F | 65°C<br>149°F  | 2°C<br>3.6°F      | 89                       | 18.2          | 1.80     | 42.0 | 7.0                               | 0.681                         | 0.111                 | 60             | 0.903<br>0.541       | 23.90 | 1.19 | 60  | 25.75<br>21.15   | 0    | —     | 150 |   |   |   |
| 19              |   |                    |   | 20               | 9        | 50°C<br>122°F | 70°C<br>158°F  | 2°C<br>3.6°F      | 90                       | 18.1          | 1.80     | 40.0 | 6.5                               | 0.674                         | 0.104                 | 60             | 0.955<br>0.532       | 24.46 | 0.78 | 60  | 26.00<br>22.90   | 0.10 | 0.023 | 150 |   |   |   |
| 20              | i. Ü. Orm. Fak. Hild. Hd74 MK*                  |                    |   | 2                | 10       | 60°C<br>140°F | 80°C<br>176°F  | 2°C<br>3.6°F      | 90                       | 17.6          | 1.80     | 64.0 | 7.5                               | 0.726                         | 0.082                 | 60             | 0.942<br>0.486       | 24.16 | 1.31 | 20  | 26.65<br>22.35   | 0.63 | 0.37  | 20  |   |   |   |

Tablo No. 21 : Çoruh Meşesi (Quercus dschorochensis K. Koch) kerestesinde yapılan kurutma meylli araştırması denemeleri ve toplu sonuçları.

Tabelle 21 : Untersuchungsergebnisse der zulässigen Trocknungsgefäelle bei der Trocknung von Elchenschnittholz (Q. dschorochensis K. Koch.).

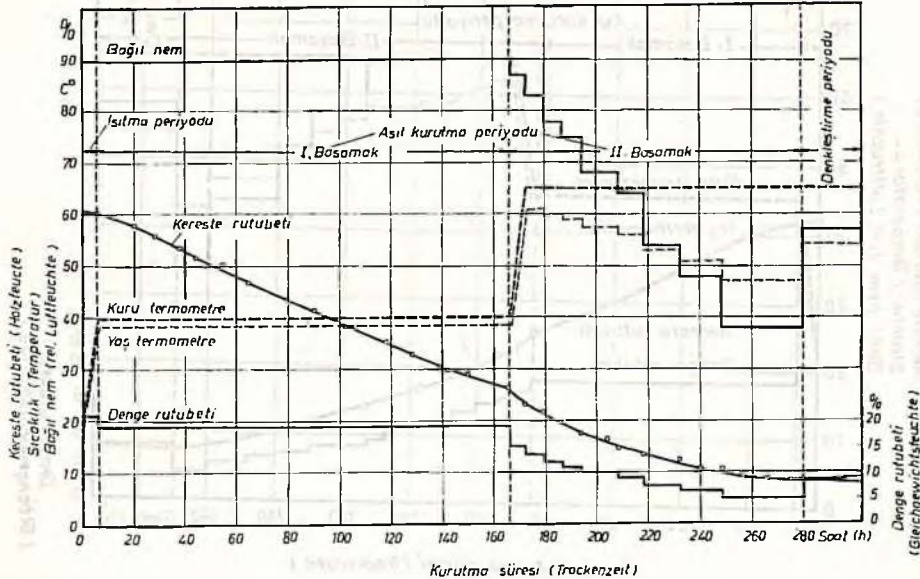
| 11             |      |     |               |                | 12   |      |     |              |                | 13                  |      |     |              |                | 14                     |              |  | 15   |                               |
|----------------|------|-----|---------------|----------------|--|------|-----|--------------|----------------|---------------------|------|-----|--------------|----------------|------------------------|--------------|--|--|-------------------------------|
| Sonuç Rutubeti |      |     |               |                | İç ve Dış Odun Tabakaları Arasındaki Rutubet Farkı |      |     |              |                | Deformasyon miktarı |      |     |              |                | Kurutma Süresi (saat)  |              |  | Düşünceler   |                               |
| (%)            |      |     |               |                | (%)  |      |     |              |                | (%)                 |      |     |              |                | Derinlere kadar ısıtma | Asıl kurutma | Denkleştirme                           |  |                               |
| ü              | s    | n   | R             | z              | Δu   | s    | n   | R            | z              | D                   | s    | n   | R            | z              |                        |              |  |  |                               |
| -              | -    | -   | -             | -              | -  | -    | -   | -            | -              | -                   | -    | -   | -            | -              | 4                      | 414          | -                                      | Siddetli, kabuklaşma<br>Kurutma hızı : 0.15 %/saat             | Taze haldeki kereste          |
| -              | -    | -   | -             | -              | -  | -    | -   | -            | -              | -                   | -    | -   | -            | 4              | 336                    | 22.5         | Şiddetli<br>Kurutma hızı : 0.20 %/saat |  |                               |
| 9.06           | 0.97 | 60  | 11.14<br>6.93 | 2.06<br>0.9606 | 0.92   | 0.56 | 42  | 2.78<br>0.19 | 1.93<br>0.9732 | 1.88                | 0.68 | 60  | 3.72<br>0.44 | 1.65<br>0.9505 | 4                      | 280          | 22.5                                   | Kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.18 %/saat                         | Ön kurutma yapılmış kereste   |
| 9.22           | 0.80 | 60  | 11.67<br>7.40 | 2.50<br>0.9876 | 0.88   | 0.33 | 40  | 3.27<br>0.04 | 3.39<br>0.9997 | 1.40                | 0.70 | 60  | 3.40<br>0.43 | 2.28<br>0.9887 | 4                      | 183          | 22.5                                   | Yüksek kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.19 %/saat                  |                               |
| 7.29           | 0.78 | 150 | 9.5<br>5.5    | 2.56<br>0.9896 | 0.53   | 0.33 | 99  | 1.70<br>0    | 4.45<br>0.9999 | 1.19                | 0.62 | 150 | 2.37<br>0.37 | 2.91<br>0.9932 | 4                      | 262          | 22.5                                   | Yüksek kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.14 %/saat                  | Ön kurutma yapılmış ham parke |
| 7.36           | 0.85 | 150 | 10.0<br>5.5   | 2.31<br>0.9812 | 1.00   | 0.53 | 102 | 2.40<br>0.18 | 1.89<br>0.9706 | 1.67                | 0.66 | 102 | 4.30<br>0.50 | 2.01<br>0.9778 | 4                      | 251          | 22.5                                   | Kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.14 %/saat                         |                               |
| 7.40           | 0.83 | 150 | 9.5<br>6.0    | 2.40<br>0.9836 | 1.02   | 0.40 | 120 | 1.85<br>0.15 | 2.45<br>0.9929 | -                   | -    | -   | -            | -              | 4                      | 243          | 22.5                                   | Yüksek kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.14 %/saat*                 |                               |
| 6.80           | 0.93 | 150 | 9.0<br>4.7    | 2.15<br>0.9684 | 1.04   | 0.45 | 102 | 3.2<br>0.2   | 2.13<br>0.9834 | -                   | -    | -   | -            | -              | 4                      | 229          | 22.5                                   | Kurutma hızı : 0.15 %/saat                                     |                               |
| -              | -    | -   | -             | -              | -  | -    | -   | -            | -              | -                   | -    | -   | -            | -              | 4                      | 158          | -                                      | Şiddetli, Kollaps, iç catlakları<br>Kurutma hızı : 0.36 %/saat |                               |



| Kereste Rutubeti (U) | Kurutma Meyli (TG) | Denge Rutubeti (Ugl) | Kuru Termometre Sıcaklık Derecesi |     | Yağ Termometre Sıcaklık Derecesi |       | Psikrometrik Fark |      | Bağlı Nem |
|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|-----|----------------------------------|-------|-------------------|------|-----------|
|                      |                    |                      | C°                                | F°  | C°                               | F°    | C°                | F°   |           |
| Başl. rutb.          |                    |                      |                                   |     |                                  |       |                   |      |           |
| —                    | —                  | —                    | 40                                | 104 | 39,5                             | 103,1 | 0,5               | 0,9  | 97        |
| —26                  | —                  | 19,1                 | 40                                | 104 | 38,5                             | 101,3 | 1,5               | 2,7  | 90        |
| 26—24                | 1,73               | 15,0                 | 65                                | 149 | 62                               | 143,6 | 3                 | 5,4  | 87        |
| 24—22                | 1,76               | 13,6                 | 65                                | 149 | 61                               | 141,8 | 4                 | 7,8  | 83        |
| 22—20                | 1,79               | 12,3                 | 65                                | 149 | 60                               | 140,0 | 5                 | 9,0  | 78        |
| 20—18                | 1,78               | 11,3                 | 65                                | 149 | 59                               | 138,2 | 6                 | 10,8 | 75        |
| 18—16                | 1,80               | 10,0                 | 65                                | 149 | 57,5                             | 135,5 | 7,5               | 13,4 | 68        |
| 16—14                | 1,75               | 9,1                  | 65                                | 149 | 56                               | 132,8 | 9                 | 16,2 | 64        |
| 14—12                | 1,86               | 7,5                  | 65                                | 149 | 53                               | 127,4 | 12                | 21,6 | 54        |
| 12—10                | 1,79               | 6,7                  | 65                                | 149 | 51                               | 123,8 | 14                | 25,2 | 48        |
| 10—8                 | 1,85               | 5,4                  | 65                                | 149 | 47                               | 116,6 | 18                | 32,4 | 37        |
| 8—6                  | 1,86               | 4,3                  | 65                                | 149 | 43                               | 109,4 | 22                | 39,6 | 28        |
| 6—8                  | —                  | 8,0                  | 65                                | 149 | 57                               | 134,6 | 11                | 19,8 | 57        |

Tablo No 22 : Çoruh Meşesi taze haldeki tahtaları için, pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde çıkış noktası olarak ele alınabilecek kurutma programı.

Tabelle 22 : Trocknungsprogramm für grüne Eichenbretter. (Dieser Programm kann in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden und den Praktiker nach Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramm dienen).



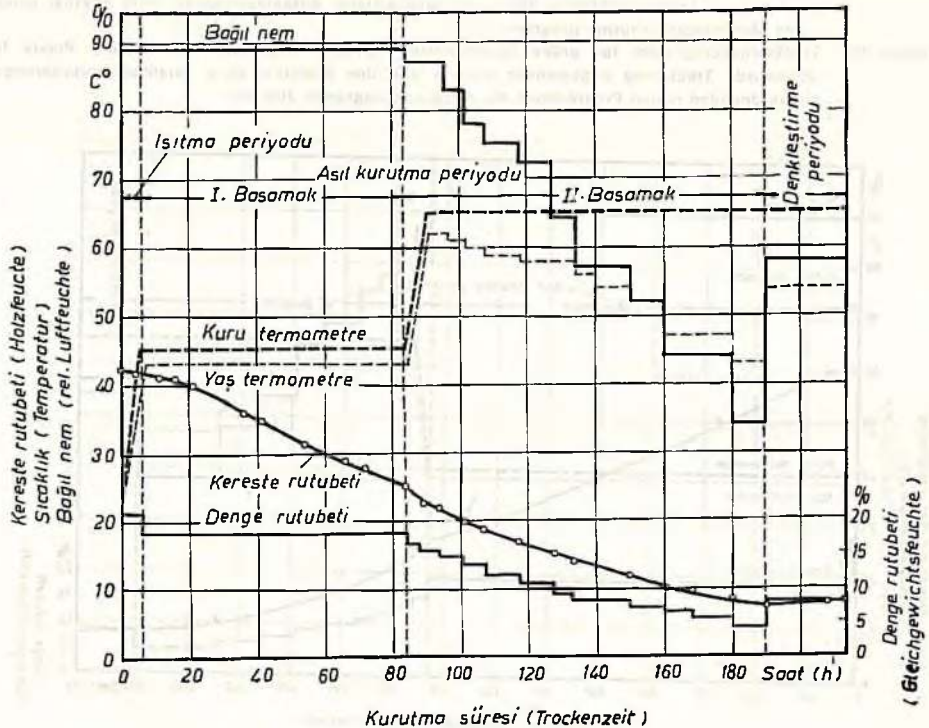
Rasim 16 : (Tablo No. 22) de verilen kurutma programının bir denemede uygulanışı ve bu denemede kereste rutubetinin gidışı (Kereste kalınlığı 25 mm.).

Bilir 16 : Verlauf der Trocknung nach der Tabelle 22 bei der Trocknung von grünem Eichenbrettern (25 mm. stark).

| Kereste Rutubeti (U) | Kurutma Meyli (TG) | Denge Rutubeti (Ugl) | Kuru Termometre Sıcaklık Derecesi |     | Yaş Termometre Sıcaklık Derecesi |       | Psikrometrik Fark |      | Bağıl Nem |
|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|-----|----------------------------------|-------|-------------------|------|-----------|
|                      |                    |                      | C°                                | F°  | C°                               | F°    | C°                | F°   |           |
| %                    |                    | %                    |                                   |     |                                  |       |                   |      | %         |
| Başl. rutb.          |                    |                      |                                   |     |                                  |       |                   |      |           |
| —                    | —                  | 21,4                 | 45                                | 113 | 44                               | 111,2 | 1                 | 1,8  | 94        |
| —26                  | —                  | 18,2                 | 45                                | 113 | 43                               | 109,4 | 2                 | 3,6  | 89        |
| 26—24                | 1,73               | 15,0                 | 65                                | 149 | 62,3                             | 144   | 3                 | 5,4  | 87        |
| 24—22                | 1,76               | 13,6                 | 65                                | 149 | 61                               | 141,8 | 4                 | 7,2  | 83        |
| 22—20                | 1,79               | 12,3                 | 65                                | 149 | 60                               | 140,0 | 5                 | 9,0  | 78        |
| 20—18                | 1,78               | 11,3                 | 65                                | 149 | 59                               | 138,2 | 6                 | 10,8 | 75        |
| 18—16                | 1,80               | 10,0                 | 65                                | 149 | 57,5                             | 135,5 | 7,5               | 13,4 | 68        |
| 16—14                | 1,75               | 9,1                  | 65                                | 149 | 56                               | 132,8 | 9                 | 16,2 | 64        |
| 14—12                | 1,86               | 7,5                  | 65                                | 149 | 53                               | 127,4 | 12                | 21,6 | 54        |
| 12—10                | 1,79               | 6,7                  | 65                                | 149 | 51                               | 123,8 | 14                | 25,2 | 48        |
| 10—8                 | 1,85               | 5,4                  | 65                                | 149 | 47                               | 116,6 | 18                | 32,4 | 37        |
| 8—6                  | 1,86               | 4,3                  | 65                                | 149 | 43                               | 109,4 | 22                | 39,6 | 28        |
| 6—8                  | —                  | 3,0                  | 65                                | 149 | 57                               | 134,6 | 11                | 19,8 | 57        |

Tablo No 23 : Çoruh Meşesi ön kurutma yapılmış tahtaları için, pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde çıkış noktası olarak ele alınabilecek kurutma programı.

Tabelle 23 : Trocknungsprogramm für vorgetrocknete Eichenbretter. (Dieser Programm kann in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden und den Praktiker nach Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramm dienen.)



Resim 17 : (Tablo No. 23) de verilen kurutma programının bir denemede uygulanışı ve bu denemede kereste rutubetinin gidişi (Kereste kalınlığı: 25 mm.).

Bild 17 : Verlauf der Trocknung nach der Tabelle 23 bei der Trocknung von vorgetrocknetem Eichenbrettern (25 mm. stark).

### 3.5. Orientalische Buche (*Fagus orientalis* Lipsky)

An Schnittholzproben (insgesamt 300 m<sup>3</sup>, 25 mm Dicke) wurden 15 Versuche durchgeführt. Die Auswertung der dadurch ermittelten Daten führten zu folgenden Ergebnissen :

Buchenschnittholz laesst sich leichter und schneller als Eichenschnittholz trocknen. Es ist weniger empfindlich gegen trocknungsfehler (Rissbildung, Formaenderung, Verschalung) als Eichenschnittholz. Damit entstehen viele oberflächen- und Hirnrisse in der Aufheizperiode, in der notwendige hohe relative Luftfeuchtigkeit in der Kammer gehalten werden muss, um dieses Trocknungsfehler zu vermeiden. In diesem Fall aendert sich jedoch die natürliche Holzfarbe.

Die Untersuchung der zulaessige Höchsttemperatur bei der Trocknung :

- Bei der Trocknung von 25 mm dickem Schnittholz wurden die Temperatur oberhalb des Fasersaettigungsbereich von 60°C, 65°C und 70°C, unterhalb der Fasersaettigungsbereiches von 80°C, 85°C und 90°C gewaehlt und mit der Temperaturen oberhalb des Fasersaettigungsbereiches 60°C und unterhalb des Fasersaettigungsbereich 80°C eine schonende Trocknung erreicht (Tabelle 24).

Die Untersuchung der minimalen Gleichgewichtsfeuchte bei der Trocknung von Anfangsfeuchte bis zum Fasersaettigungsbereich :

- Bei der Trocknung des 25 mm dicken Schnittholzes wurde eine minimale Gleichgewichtsfeuchte von 12,5 % (Trockentemperatur 60°C, rel. Luftfeuchte 77 % und Psychrometerdifferenz 5°C) angewendet und daduch eine schonende Trocknung erreicht (Tabelle 25).

Die Untersuchung der zulaessigen Trocknungsgefaele bei der Trocknung von Fasersaettigungsfeuchte bis zur Endfeuchtigkeit :

- Bei der Trocknung von 25 mm dickem Schnittholz wurden die Trocknungsgefaele von 3,00, 2,50, 2,35, 2,25 und 2,00 gewaehlt und mit den Trocknungsgefaeallen von 3,00 und 2,50 verstaerkte, mit den Trocknungsgefaeallen 2,35 und 2,25 schonende, mit dem Trocknungsgefaealle 2,00 sehr schonende Trocknung erreicht (Tabelle 26).

Von diesen Ergebnissen ausgehend können folgende Trocknungsprogramme vorgeschlagen werden, die in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden, und dem Praktiker nach den Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramme dienen können :

- Trocknungsprogramm für die 25 mm dicken Schnittholz ist oberhalb der Fasersaettigungsfeuchte Trockentemperatur 60°C und die Gleichgewichtsfeuchte 13,8 % (rel. Luftfeuchte 82 %). Unterhalb der Fasersaettigungsfeuchte ist der Trockentemperatur 80°C und das mittlere Trocknungsgefaele 2,25 (Abb. 18).



| 1        | 2   |                            | 3                 | 4                |                    | 5              | 6             |                  | 7     |                                    |             |                | 8     |                   |           |                | 9    |               |    | 10 |            |   |   |
|----------|---|----------------------------|-------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------|------------------|-------|------------------------------------|-------------|----------------|-------|-------------------|-----------|----------------|------|---------------|----|----|------------|---|---|
|          | Denemelerin yapıldığı yer, fırın tipi, kereste miktarı      |                            |                   | Program Numarası | Uygulanan sıcaklık |                | Kurutma Meyli | Kereste rutubeti |       | Kerestenin tam kuru özgül ağırlığı |             |                |       | Kereste kalınlığı |           |                |      | Kusurlu oranı |    |    | Düşünceler |   |   |
|          | Yer   | Fırın Ke-<br>reste<br>mik. |                   |                  | Ostünde            |                |               | Altında          | (%)   | (%)                                | $\bar{r}_0$ | s              | n     | R                 | $\bar{d}$ | s              | n    | R             | p  |    |            | s | n |
| Numarası | (m <sup>3</sup> )   | (T <sub>1</sub> )          | (T <sub>2</sub> ) | (TG)             | U <sub>o</sub>     | U <sub>a</sub> |               |                  |       |                                    |             |                |       |                   |           |                |      |               |    |    |            |   |   |
| 1        | Ayancık Devlet Kereste Fab-<br>rikası<br>Moore Dry Kiln Co. | 20                         | 1                 | 50°C<br>122°F    | 90°C<br>194°F      | 0,85           | 52,0          | 8,0              | 0,607 | 0,063                              | 61          | 0,709<br>0,400 | 25,19 | 0,68              | 60        | 27,10<br>24,00 | 0,20 | 0,056         | 50 |    |            |   |   |
| 2        |   | 20                         | 2                 | 50°C<br>122°F    | 80°C<br>176°F      | 0,55           | 55,0          | 8,5              | 0,618 | 0,069                              | 60          | 0,817<br>0,457 | 24,86 | 0,70              | 60        | 26,10<br>23,00 | 0    | —             | 50 |    |            |   |   |
| 3        |   | 20                         | 3                 | 60°C<br>140°F    | 80°C<br>176°F      | 0,25           | 70,0          | 8,0              | 0,612 | 0,081                              | 60          | 0,841<br>0,410 | 25,06 | 0,72              | 60        | 27,00<br>23,40 | 0    | —             | 50 |    |            |   |   |
| 4        |   | 20                         | 4                 | 70°C<br>158°F    | 80°C<br>176°F      | 0,85           | 74,0          | 8,5              | 0,622 | 0,098                              | 60          | 0,841<br>0,351 | 25,11 | 0,77              | 60        | 26,50<br>23,50 | 0,24 | 0,08          | 50 |    |            |   |   |
| 5        |   | 20                         | 5                 | 65°C<br>149°F    | 85°C<br>185°F      | 0,85           | 68,0          | 8,0              | 0,599 | 0,056                              | 60          | 0,809<br>0,494 | 25,06 | 0,77              | 60        | 27,00<br>23,75 | 0,08 | 0,035         | 50 |    |            |   |   |

Tablo No. 24 : Doğu Kayını (*F. orientalis* Lipsky) kerestesi üzerinde yapılan sıcaklık araştırması denemeleri ve toplu sonuçları.

Tabelle 24 : Untersuchungsergebnisse der zulaessigen Höchsttemperatur bei der Trocknung von Buchenschnittholz (*F. orientalis* Lipsky).

| 1<br>Dene-<br>me<br>Numa-<br>rası | 2<br>Denemenin yapıldığı yer, Fırın tipi, Kereste miktarı |                    |   | 3<br>Uygulanan Program |                           |                     |                       | 4<br>Kereste rutubeti |                | 5<br>Kerestenin tam kuru Özgül ağırlığı |       |    |                | 6<br>Kusurlu Oranı |       |    | 7<br>Düşün-<br>celer |
|-----------------------------------|---|--------------------|---|------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|---|-------|----|----------------|--------------------|-------|----|----------------------|
|                                   | Yer   | Fırın tipi         | Ke-<br>reste<br>Mik.<br>(m <sup>3</sup> ) | Sıcak-<br>lık          | Psikro-<br>metrik<br>fark | Bağıl<br>nem<br>(%) | Denge<br>rutb.<br>(%) | (%)                   |                | (gr/cm <sup>3</sup> )                   |       |    |                | p                  | s     | n  |                      |
|                                   |   |                    |   |                        |                           |                     |                       | U <sub>a</sub>        | U <sub>e</sub> | $\bar{r}_0$                             | s     | n  | R              |                    |       |    |                      |
| 6                                 | Ayancı Kereste Fabrikası                                  | Moore Dry Kiln Co. | 20  | 60°C<br>140°F          | 4,0°C<br>7,2°F            | 82                  | 13,8                  | 76,0                  | 29,0           | 0,609                                   | 0,057 | 60 | 0,736<br>0,476 | 0                  | —     | 50 |                      |
| 7                                 |   |                    | 20  | 60°C<br>140°F          | 5,0°C<br>9,0°F            | 77                  | 12,5                  | 72,0                  | 28,0           | 0,633                                   | 0,073 | 63 | 0,828<br>0,463 | 0,02               | 0,019 | 50 |                      |
| 8                                 |   |                    | 20  | 60°C<br>140°F          | 6,0°C<br>10,8°F           | 74                  | 11,4                  | 80,0                  | 28,5           | 0,612                                   | 0,072 | 63 | 0,804<br>0,443 | 0,12               | 0,043 | 50 |                      |

Tablo No. 25 : Doğu Kayını (*F. orientalis* Lipsky) kerestesi üzerinde yapılan lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde uygulanabilecek en düşük denge rutubeti araştırması denemeleri ve sonuçları.

Tabelle 25 : Untersuchungsergebnisse der minimalen Gleichgewichtsfauchte bei der Trocknung oberhalb des Faseraeittigungsbereichs von Buchenschnittholz (*F. orientalis* Lipsky).

| Deneme Numarası | Denemenin yapıldığı yer, fırın tipi ve kereste miktarı |            |               | Program Numarası | Uygulanan Sıcaklık         |                | Lif doygunluğu rutubet derecesinin üstünde uygulanan |             |                | Kurutma Meyli | Kereste Rutubeti |             | Tam Kuru Özgül Ağırlık |       |                |                | Kereste Kalınlığı |       |      |    | Kusurlu Oranı |      |       |     |   |   |   |
|-----------------|--|------------|---------------|------------------|----------------------------|----------------|--|-------------|----------------|---------------|------------------|-------------|------------------------|-------|----------------|----------------|-------------------|-------|------|----|---------------|------|-------|-----|---|---|---|
|                 | Yer  | Fırın tipi | Kereste mikt. |                  | Lif doy. rutb. derecesinin |                | Psikrometrik fark                                    | Bağıl nem % | Den-ge rutb. % |               | Başlangıç rutb.  | Sonuç rutb. | (gr/cm <sup>3</sup> )  |       |                |                | (mm)              |       |      |    |               |      |       |     |   |   |   |
|                 |  |            |               |                  | Üstünde                    | Altında        |  |             |                |               |                  |             | Ugl                    | TG    | U <sub>a</sub> | U <sub>e</sub> | r <sub>0</sub>    | s     | n    | R  | d             | s    | n     | R   | p | s | n |
|                 |  |            |               |                  | T <sub>1</sub>             | T <sub>2</sub> |  |             |                |               |                  |             |                        |       |                |                |                   |       |      |    |               |      |       |     |   |   |   |
| 9               | Devrek Kereste Fab.                                    | Co.        | Kiin          | 20               | 6                          | 60°C           | 80°C   | 4°C         | 82             | 13.8          | 3.00             | 52.0        | 8.0                    | 0.614 | 0.080          | 60             | 0.811             | 24.97 | 0.95 | 60 | 27.00         | 0.50 | 0.070 | 50  |   |   |   |
| 10              |  |            |               |                  |                            | 140°F          | 176°F  | 7.2°F       |                |               |                  |             |                        |       |                |                | 0.427             |       |      |    | 23.50         |      |       |     |   |   |   |
| 11              |  |            |               |                  |                            | 60°C           | 80°C   | 4°C         |                |               |                  |             |                        |       |                |                | 0.904             |       |      |    | 27.00         |      |       |     |   |   |   |
| 12              |  |            |               |                  |                            | 140°F          | 176°F  | 7.2°F       |                |               |                  |             |                        |       |                |                | 0.446             |       |      |    | 23.55         |      |       |     |   |   |   |
| 13              |  |            |               |                  |                            | 60°C           | 80°C   | 4°C         |                |               |                  |             |                        |       |                |                | 0.816             |       |      |    | 27.00         |      |       |     |   |   |   |
| 14              |  |            |               |                  |                            | 140°F          | 176°F  | 7.2°F       |                |               |                  |             |                        |       |                |                | 0.453             |       |      |    | 23.85         |      |       |     |   |   |   |
| 15              | Moore  | Dry        | Kiin          | 20               | 10                         | 60°C           | 80°C   | 4°C         | 82             | 13.8          | 2.25             | 74.0        | 8.0                    | 0.627 | 0.107          | 60             | 0.890             | 24.59 | 1.23 | 60 | 26.50         | 0    | —     | 50  |   |   |   |
| 16              |  |            |               |                  |                            | 140°F          | 176°F  | 7.2°F       |                |               |                  |             |                        |       |                |                | 0.486             |       |      |    | 21.00         |      |       |     |   |   |   |
| 16              | Moore  | Dry        | Kiin          | 20               | 10                         | 60°C           | 80°C   | 4°C         | 82             | 13.8          | 2.25             | 66.0        | 8.0                    | 0.583 | 0.089          | 84             | 0.811             | 25.01 | 0.75 | 60 | 27.00         | 0    | —     | 50  |   |   |   |
| 15              |  |            |               |                  |                            | 140°F          | 176°F  | 7.2°F       |                |               |                  |             |                        |       |                |                | 0.423             |       |      |    | 23.00         |      |       |     |   |   |   |
| 15              | Moore  | Dry        | Kiin          | 20               | 10                         | 60°C           | 80°C   | 4°C         | 82             | 13.8          | 2.25             | 53.0        | 8.0                    | 0.608 | 0.041          | 59             | 0.731             | 24.88 | 1.38 | 60 | 26.90         | 0    | —     | 50  |   |   |   |
| 16              |  |            |               |                  |                            | 140°F          | 176°F  | 7.2°F       |                |               |                  |             |                        |       |                |                | 0.487             |       |      |    | 22.10         |      |       |     |   |   |   |
| 16              | Moore  | Dry        | Kiin          | 20               | 10                         | 60°C           | 80°C   | 4°C         | 82             | 13.8          | 2.25             | 40.0        | 7.0                    | 0.599 | 0.056          | 60             | 0.809             | 23.89 | 0.53 | 60 | 25.00         | 0    | —     | 150 |   |   |   |
| 16              |  |            |               |                  |                            | 140°F          | 176°F  | 7.2°F       |                |               |                  |             |                        |       |                |                | 0.494             |       |      |    | 22.90         |      |       |     |   |   |   |

Tablo No. 26 : Doğu Kayını (F. orientalis Lipsky) kerestesi üzerinde yapılan kurutma meyli denemeleri ve toplu sonuçları.

Tabella 26 : Untersuchungsergebnisse der zulässigen Trocknungsgefalle bei der Trocknung von Buchenschnittholz (F. orientalis Lipsky).

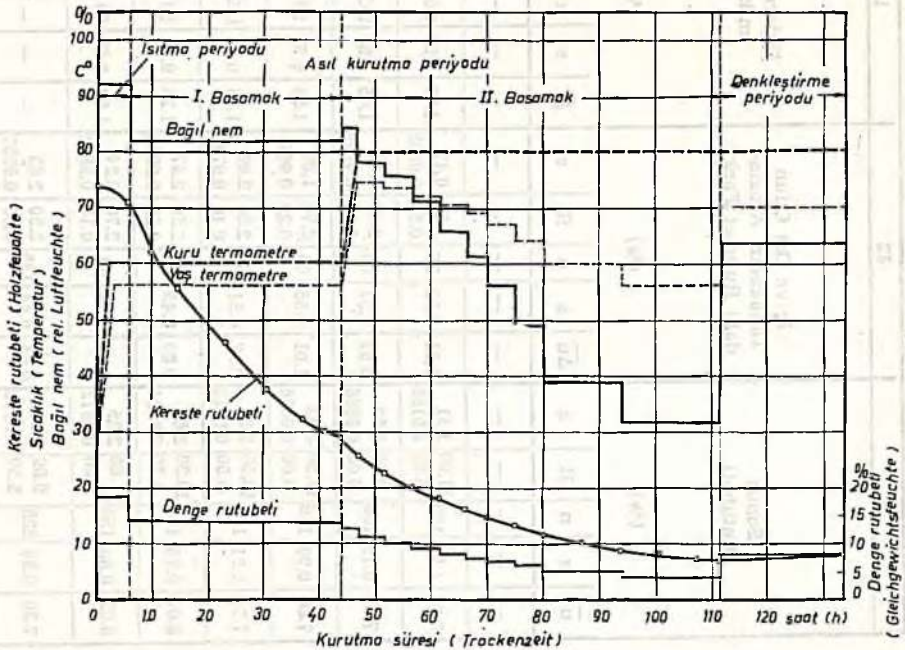


| 11             |      |     |               |                | 12   |      |     |              |                | 13                  |      |     |              |                | 14                     |              |              | 15  |   |
|----------------|------|-----|---------------|----------------|--|------|-----|--------------|----------------|---------------------|------|-----|--------------|----------------|------------------------|--------------|--------------|---|---|
| Sonuç Rutubeti |      |     |               |                | İç ve Dış Odun Tabakaları Arasındaki Rutubet Farkı |      |     |              |                | Deformasyon miktarı |      |     |              |                | Kurutma Süresi (saat)  |              |              | Düşünceler                                    |   |
| (%)            |      |     |               |                | (%)  |      |     |              |                | (%)                 |      |     |              |                | Devirlere kadar ısıtma | Asıl kurutma | Denkleştirme |   |   |
| $\bar{u}$      | s    | n   | R             | z              | $\Delta\bar{u}$                                    | s    | n   | R            | z              | $\bar{D}$           | s    | n   | R            | z              |                        |              |              |   |   |
| —              | —    | —   | —             | —              | —  | —    | —   | —            | —              | —                   | —    | —   | —            | —              | —                      | 4            | 88           | 2.25  | Şiddetli, kabuklaşma nedeni ile süre uzun, Kurutma hızı : 0.50 %/saat |
| 8.20           | 1.52 | 150 | 11.00<br>5.00 | 1.31<br>0.8188 | 1.61   | 0.82 | 36  | 3.50<br>0.50 | 0.47<br>0.6808 | 4.77                | 1.96 | 36  | 9.83<br>1.03 | —              | 4                      | 82           | 22.5         | Şiddetli<br>Kurutma hızı : 0.70 %/saat        |   |
| 7.43           | 0.79 | 150 | 9.60<br>6.00  | 2.53<br>0.9886 | 0.83   | 0.37 | 60  | 2.00<br>0.25 | 3.16<br>0.9992 | 1.45                | 0.06 | 102 | 3.25<br>0.25 | 2.35<br>0.9906 | 4                      | 123          | 22.5         | Yüksek kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.55 %/saat |   |
| 7.86           | 0.99 | 150 | 11.50<br>5.00 | 2.02<br>0.9566 | 1.01   | 0.55 | 90  | 2.70<br>0.20 | 1.30<br>0.9641 | 1.58                | 0.77 | 99  | 4.00<br>0.40 | 1.84<br>0.9671 | 4                      | 90           | 22.5         | Kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.60 %/saat        |   |
| 7.74           | 0.91 | 150 | 10.50<br>5.50 | 2.20<br>0.9722 | 0.97   | 0.51 | 90  | 2.50<br>0.10 | 2.02<br>0.9783 | 1.43                | 0.77 | 102 | 4.70<br>0.40 | 2.04<br>0.9793 | 4                      | 107          | 22.5         | Kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.63 %/saat        |   |
| 8.07           | 0.75 | 150 | 10.20<br>6.20 | 2.67<br>0.9924 | 0.39   | 0.45 | 90  | 2.50<br>0.20 | 2.47<br>0.9932 | 1.35                | 0.70 | 90  | 3.45<br>0.20 | 2.36<br>0.9909 | 4                      | 96           | 22.5         | Yüksek kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.60 %/saat |   |
| 8.03           | 0.83 | 150 | 11.00<br>6.00 | 2.35<br>0.9812 | 0.90   | 0.49 | 90  | 2.70<br>0.10 | 2.24<br>0.9974 | 1.50                | 0.69 | 90  | 3.70<br>0.20 | 2.17<br>0.9856 | 4                      | 94           | 22.5         | Kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.49 %/saat        |   |
| 7.30           | 0.84 | 225 | 9.50<br>5.50  | 2.37<br>0.9822 | 0.84   | 0.44 | 135 | 2.50<br>0.20 | 2.63<br>0.9957 | —                   | —    | —   | —            | —              | 4                      | 77           | 22.5         | Parke, kaliteli<br>Kurutma hızı : 0.43 %/saat |   |

| Kereste Rutubeti (U) | Kurutma Meyli (TG) | Denge Rutubeti (Ugl) | Kuru Termometre Sıcaklık Derecesi |     | Yağ Termometre Sıcaklık Derecesi |       | Psikrometrik Fark |      | Bağıl Nem |
|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|-----|----------------------------------|-------|-------------------|------|-----------|
|                      |                    |                      | C°                                | F°  | C°                               | F°    | C°                | F°   |           |
| %                    |                    | %                    |                                   |     |                                  |       |                   |      | %         |
| Bağıl. rutb.         |                    |                      |                                   |     |                                  |       |                   |      |           |
| —                    | —                  | —                    | 60                                | 140 | 58,5                             | 137,3 | 1,5               | 2,7  | 92        |
| —29                  | —                  | 18,6                 | 60                                | 140 | 56                               | 132,8 | 4                 | 7,2  | 82        |
| 29—27                | 2,25               | 13,3                 | 80                                | 176 | 76                               | 168,8 | 4                 | 7,2  | 84        |
| 27—25                | 2,30               | 12,8                 | 80                                | 176 | 75                               | 167,0 | 5                 | 9,0  | 80        |
| 25—23                | 2,25               | 11,6                 | 80                                | 176 | 74,5                             | 166,1 | 5,5               | 9,9  | 78,5      |
| 23—21                | 2,25               | 11,1                 | 80                                | 176 | 73,5                             | 164,3 | 6,5               | 11,7 | 75,5      |
| 21—19                | 2,25               | 10,3                 | 80                                | 176 | 72                               | 161,6 | 8                 | 14,4 | 71        |
| 19—17                | 2,25               | 9,3                  | 80                                | 176 | 70,5                             | 158,9 | 9,5               | 17,1 | 66        |
| 17—15                | 2,21               | 8,4                  | 80                                | 176 | 69                               | 156,2 | 11                | 19,8 | 62        |
| 15—13                | 2,20               | 7,7                  | 80                                | 176 | 67                               | 152,6 | 13                | 23,4 | 56        |
| 13—11                | 2,21               | 5,9                  | 80                                | 176 | 64                               | 147,2 | 16                | 28,8 | 49        |
| 11—9                 | 2,25               | 4,9                  | 80                                | 176 | 60                               | 140,0 | 20                | 36,0 | 39        |
| 9—6                  | 2,25               | 4,0                  | 80                                | 176 | 56                               | 132,8 | 24                | 43,2 | 32        |
| 6—8                  | —                  | 8,0                  | 80                                | 176 | 69,5                             | 157,1 | 10,5              | 18,9 | 63,5      |

Tablo No 27 : Doğu Kayını tahtaları için pratikteki ilk uygulamalarda güvenle uygulanabilecek ve kalite isteklerine göre yeni programların düzenlenmesinde çıkış noktası olarak ele alınabilecek kurutma programı.

Tabelle 27 : Trocknungsprogramm für orientalische Buchenbrätter. (Dieser Programm kann in der Praxis für schonende Trocknung angewendet werden und den Praktiker nach Qualitätsanforderungen anzuordnenden neuen Programmen als Ausgangsprogramm dienen.)



Resim 18 : (Tablo No. 26) da verilen kurutma programının bir denemede uygulantısı ve bu denemede kereste rutubetinin gidışı (Kereste kalınlığı 25 mm.).

Blid 18 : Verlauf der Trocknung nach der Tabelle 26 bei der Trocknung orientalische Buchenbrätter (25 mm. stark).

## KAYNAKLAR

- AKÜN, F., 1973. *Istatistik ve Kalite kontrolü. İ.T.Ü. Kütüphanesi, sayı 923, İstanbul.*
- GILDWALD, W., HÜBNER, H., und MÜLLER, H., 1968. *Die Nachbehandlung bei der technischen Holz Trocknung. Holztechnologie, 9 Jahrg., H. 2, s. 105 - 109, Leipzig.*
- GÜRTAN, K., 1974. *Istatistik ve Araştırma Metodları. İ.Ü. İşletme Fak. Yayınlarındandır. İ.Ü. Yayın No. 1941, İşletme Fak., Yayın No. 32, İstanbul.*
- HILDEBRAND, R., 1962. *Die Schmutzholztrocknung. Selbstverlag der Firma R. Hildebrand Maschinenbau GmbH Oberboihingen/Württ.*
- KEYLWERTH, R., 1950. *Das «Trocknungsgefälle» und die Steuerung von Holz-Trockenanlagen Holz - Zentralblatt, Jahrg. 76, Nr. 36, s. 375, Stuttgart.*
- KEYLWERTH, R. NOACK, D. 1964. *Die Kammertrocknung von Schnittholz. Holz als Roh - und Werkstoff Bd. 22, s. 29 - 36.*
- KOLLMANN, F., 1965. *Allgemeine Grundlagen der Holz Trocknung. Holz - trocknung, Holzwirtschaftliches Jahrbuch Nr. 15, s. 11 - 41, Stuttgart.*
- SACHS, L., 1972. *Statistische Auswertungsmethoden. Springer - Verlag, Berlin - Heidelberg, New - York.*
- TGL 21504 (1969). *Technische Trocknung von Schnittholz, Güte und Prüfung des getrockneten Holzes (DDR Standard).*
- TS 51 1962. *İğne yapraklı yapı kerestesi, Ankara.*