



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OKALİPTÜS KERESTESİNİN DOĞAL KURUTMA
ŞARTLARI ÜZERİNE DENEMELER:
KAHRAMANMARAŞ İLİ ÖRNEĞİ

AYŞENUR KILIÇ AK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2016

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OKALİPTÜS KERESTESİNİN DOĞAL KURUTMA
ŞARTLARI ÜZERİNE DENEMELER:
KAHRAMANMARAŞ İLİ ÖRNEĞİ

AYŞENUR KILIÇ AK

Bu tez,
Orman Endüstri Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2016

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Ayşenur KILIÇ AK tarafından hazırlanan “OKALİPTÜS KERESTESİNİN DOĞAL KURUTMA ŞARTLARI ÜZERİNE DENEMELER: KAHRAMANMARAŞ İLİ ÖRNEĞİ” adlı bu tez, jürimiz tarafından 29/07/2016 tarihinde oy birliği ile Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ (DANIŞMAN)

Orman End. Müh.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Öner ÜNSAL (EŞ DANIŞMAN)

Orman End. Müh.

İstanbul Üniversitesi

Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU (ÜYE)

Orman End. Müh.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet TUTUŞ (ÜYE)

Orman End. Müh.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Gökhan GÜNDÜZ (ÜYE)

Orman End. Müh.

Bartın Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ayşenur KILIÇ AK



Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No:2015/1-86YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**OKALİPTÜS KERESTESİNİN DOĞAL KURUTMA ŞARTLARI ÜZERİNE
DENEMELER: KAHRAMANMARAŞ İLİ ÖRNEĞİ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

AYŞENUR KILIÇ AK

ÖZET

Dikili haldeki ağaçlar bünyesinde önemli miktarda su tutmaktadır. Bu yüzden son kullanım yerine gelmeden önce kullanım yerinin gerektirdiği rutubet derecesine kadar kurutulması gerekmektedir. Aksi halde kullanım yerinde odunda çeşitli deformasyonlar (çarpılma, burulma, oluklaşma vb.) meydana gelebilmektedir.

Bu çalışmada, 3, 6, 12 cm kalınlıklarda sulamasız ve 6 cm kalınlıkta çift ve tek taraflı sulamalı okaliptüs kerestesi kullanılmıştır. Kurutma yöntemi olarak, Akdeniz bölgesinde yer alan Kahramanmaraş iklim şartları altında doğal kurutma metodu tercih edilmiştir. Açık havada ve kapalı alanda olacak şekilde iki farklı ortamda istiflenen kerestelerde, kurutmaya yaz periyodu (etkili kurutma) içerisinde yer alan Haziran ayında başlanmış ve kurutmanın gidişi 1 yıl boyunca takip edilmiştir.

Çalışmada elde edilen veriler iki periyotta değerlendirilmiştir. Birinci aşama kereste rutubetlerinin hedef sonuç rutubetine (%12) ulaştığı etkili kurutma periyodu, ikinci aşama ise bir yıllık kurutma süresinin sonunda ulaşılan fiili sonuç rutubetlerinin ölçüldüğü dönemdir. Açık alanda yapılan doğal kurutmada etkili kurutma periyodu içerisinde, kurutmanın başlangıcından 1.5 ay sonra 3 cm kalınlıktaki keresteler ile 6 cm kalınlıktaki tek sulamalı, 2 ay sonra ise 6 cm kalınlıktakiler ile yine 6 cm kalınlıkta olan çift sulamalı keresteler hedef sonuç rutubeti değerine kadar kurumıştır. 12 cm kalınlıktaki kerestelerin rutubeti %16.8 değerine inmiş olup hedef sonuç rutubetine ulaşamamıştır. Kapalı alanda kurutulan kerestelerden 12 cm kalınlıktakiler hariç diğerleri kurutma başlangıcından yaklaşık 3.5 ay sonra hedef sonuç rutubetine ulaşmıştır. 12 cm kalınlıktaki keresteler ancak %19.7 değerine kadar kurumıştır.

Kerestelerin, EDG (Avrupa Kurutma Grubu) 'deki kriterlere göre kurutma kalitesi değerlendirilmiştir. Kurutma kalitesi hedef sonuç rutubetine ulaşıldığı anda ortalama rutubete göre tüm keresteler E sınıfı kaliteye sahip iken, kurutmanın sonlandırıldığı anda yapılan değerlendirmede farklı kalite sınıflarına dahil olduğu görülmüştür. Kurutma meylinin incelenmesi açısından yapılan ölçümlerde ise 12 cm'lik keresteler hariç diğerleri E (extra) kalite sınıfına girmiştir. Kollaps oluşumu bakımında ise sulamalı kerestelerde

sulamasızlara göre daha az kollaps oluşumu belirlenmiştir. Yüzey çatlakları, iç çatlakları ve uç çatlaklarının bütün kerestelerde, kalınlık arttıkça uzunluk ve derinliğinin de arttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kahramanmaraş, Okalıptüs kereste, doğal kurutma, EDG kriterleri.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Temmuz / 2016

Danışman: Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ

Eş Danışman: Prof. Dr. Öner ÜNSAL

Sayfa Sayısı: 62

**EXPERIMENTS ON NATURAL DRYING CONDITIONS OF EUCALYPTUS
TIMBER: SAMPLE OF KAHRAMANMARAS
(M.Sc. THESIS)**

AYŞENUR KILIÇ AK

ABSTRACT

Planted trees hold a substantial amount of water inside their structure. That is why the trees have to be dried until they reach the moisture content of the usage area before they become as a final product. Otherwise, various deformations could appear on the wood within the usage area (warping, twisting, throughability etc.)

In this study, edges timber with 3, 6, 12 cm thickness as well as one and double-side wane edged wood of eucalyptus timber with 6 cm were used. As a drying method, natural drying technique under the conditions of Kahramanmaraş Province located in Mediterranean Region was preferred. Timbers were stacked in two different environments of outdoor and indoor areas. Drying started in summer period (effective drying) on June and the drying process was followed for 1 year.

The data obtained in the study was assessed in two periods. The first phase is effective drying period where timber moisture reaches the target content (12%), the second phase is the period where actual result moisture is measured at the end of a one-year drying period. In effective drying period of open-air area, after 1.5 months later of the beginning of the drying process 3 cm thickness timbers and 6 cm thickness one-side wane edged and after 2 months, 6 cm thickness timbers and 6 cm thickness double-side wane edge timbers have reached to target moisture content. Moisture of 12 cm thickness timbers has not reached the target moisture and their moisture was just decreased to %16.8. Timbers dried in indoor area, except the ones with 12 cm thickness, reached the target moisture after 3.5 months later of the beginning of the drying process. 12 cm thickness timbers just dried up to the value of 19.7%.

Drying quality of timbers were evaluated according to EDG (European Drying Group) recommendation. At the moment of the drying quality target result, when evaluated by means of the average moisture, while all the timbers hold the E class quality, according to the evaluation during the end of the drying process, they were involved in different quality classes.

Measurements made within the drying gradient evaluation, except the 12 cm timbers, the rest had an E (exclusive) quality class. According to the collapse formation, wane edged timbers had less collapse compared to edged timbers. Surface cracks, internal cracks and end cracks were evaluated in all timbers and it was observed that as the thickness increased, height and depth of cracks were also increased.

KeyWords: Kahramanmaras, Eucalyptus timbers, natural drying, EDG criteria.

University of Kahramanmaraş Sütçü İmam
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Industry Engineering, July / 2016

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ

Co-Supervisor: Prof. Dr. Öner ÜNSAL

Page Numbers: 62

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı gerçekleştirdiğim süreçte, beni yönlendiren, destekleyen, engin bilgi ve tecrübelerinde faydalandığım, tüm çalışmalarım süresince değerli görüş ve fikirlerini benimle paylaşan tez danışman hocam sayın Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ ile birlikte çalışmanın doğrultusunu belirlemede yardımları ve çok değerli katkıları olan eş danışman hocam sayın Prof. Dr. Öner ÜNSAL'a,

Çalışmanın tamamlanmasında katkıları olan Arş. Gör. Mustafa ÇİÇEKLER, Arş. Gör. Faik CEYLAN ve Arş. Gör. Müge ÖZTÜRK'e,

Bu süreçte her zaman yanımda olan ve ilgisini, sevgisini hiç eksik etmeyerek sabırla bana rahat çalışma ortamı oluşturan biricik eşim Emre AK'a,

Son olarak, tez çalışmam süresince ihmal ettiğim, bugünlere gelmemde önemli özverileri olan canım anneme ve babama,

sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

Ayşenur KILIÇ AK

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Kurutma Hakkında Genel Bilgiler	2
1.1.1. Kurutmanın tanımı ve önemi	2
1.2. Kurutma Süresine Etki Eden Önemli Faktörler	3
1.2.1. Hava sıcaklığı	4
1.2.2. Havanın bağıl nemi.....	4
1.2.3. Havanın hareket hızı	5
1.3. Ağaç Malzemenin Rutubeti ve Ölçülmesi	6
1.3.1. Ağaç malzemede rutubetin ölçülmesi.....	7
1.3.1.1. Kurutma yöntemi ile rutubet tayini	7
1.3.1.2. Rutubet ölçer ile rutubet tayini	7
1.4. Kurutma Yöntemleri	8
1.4.1. Teknik kurutma.....	8
1.4.2. Doğal kurutma	8
1.4.2.1. İstif yerinin seçilmesi	9
1.4.2.2. İstiflerin oluşturulması	9
1.4.3. Etkili kurutma periyodu	9

1.4.4. Teknik kurutma ile doğal kurutmanın karşılaştırılması.....	10
1.5. Ağaç Malzemede Kurutma Esnasında Meydana Gelebilecek Kusurlar	11
1.5.1. Sertleşme hali (Kabuklaşma).....	11
1.5.2. Enine kesit (Uç) çatlakları	11
1.5.3. Yüzey çatlakları	12
1.5.4. İç çatlakları (Honeycombing)	12
1.5.5. Şekil değişimleri	12
1.5.6. Hücre çökmeleri (Kollaps).....	13
1.5.7. Renk değişimleri	13
1.5.8. Reçine sızması	13
1.6. Araştırmaya Konu Olan Okaliptüs (<i>Eucalyptus Camaldulensis</i>) Hakkında Bilgiler	13
1.7. <i>Eucalyptus Camaldulensis</i> ’in Ticarete Kullanım Alanları	14
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	16
3.MATERYAL VE METOD	23
3.1. Materyal.....	23
3.1.1. Araştırma materyalinin temini.....	23
3.1.2. Deneme alanının tanıtımı.....	23
3.1.3. Araştırma materyalinin hazırlanması.....	24
3.1.4. Örnek kerestelerin dağılımı	24
3.1.5. İstiflerin hazırlanması	25
3.1.5.1. Açık alanda kurutulacak olan istiflerin kurulması	25
3.1.5.2. Kapalı alanda kurutulacak olan istifin kurulması	26
3.2. Metod.....	27
3.2.1. İstif çıtalarının hazırlanması	27
3.2.2. Kereste rutubetinin ölçülmesi	28

3.2.2.1. Elektrikli rutubet ölçerle rutubetin ölçülmesi	28
3.2.3. Dış kurutma faktörlerinin belirlenmesi.....	29
3.2.4. Kurutma sırasında istiflerde yapılan diğer ölçümler	29
3.2.4.1. Kurutma kalitesinin belirlenmesi	30
4.BULGULAR VE TARTIŞMA	33
4.1. Açık Havada Kurutulan Kerestelere Ait Bulgular	33
4.1.1. Kahramanmaraş ili sıcaklık-bağıl nem değerleri ve etkili kurutma periyodu	33
4.1.2. Açık havada kurutulan kerestelere ait Haziran-Eylül ayları arası rutubet dağılımı	34
4.1.2.1. 3 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi	34
4.1.2.2. 6 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi	35
4.1.2.3. 12 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi	36
4.1.2.4. 6 cm kalınlıktaki tek ve çift sulamalı kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi	37
4.1.3. Açık alanda kurutulan sulamalı ve sulamasız kerestelere ait yıllık rutubet değişimi.....	38
4.2. Kapalı Alanda Kurutulan Kerestelere Ait Bulgular.....	40
4.2.1. Kurutma ortamının sıcaklık-bağıl nem değerleri ve etkili kurutma periyodu	40
4.2.2. Kapalı alanda kurutulan kerestelere ait Haziran-Eylül arası rutubet dağılımı	41
4.2.2.1. 3 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi	41
4.2.2.2. 6 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi	42
4.2.2.3. 12 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi	42

4.2.2.4. Kapalı ortamda kurutulan 6 cm kalınlıktaki tek ve çift sulamalı kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi .	43
4.2.3. Kapalı alanda kurutulan sulamalı ve sulamasız kerestelere ait yıllık rutubet değişimi.....	44
4.3. Açık ve Kapalı Alanda Kurutulan Kerestelerin İstiflendiği Ortamlara Ait Kurutma Parametrelerinin Karşılaştırılması	46
4.3.1. Açık ve kapalı alanda kurutulan sulamasız kerestelerin rutubetlerinin karşılaştırılması.....	46
4.3.2. Açık ve kapalı alanda kurutulan sulamalı kerestelerin rutubetlerinin karşılaştırılması	48
4.4. Sonuç Kalite Kontrolü	48
4.4.1. Ortalama rutubet değerlerinden maksimum sapma miktarları	49
4.4.1.1. Hedeflenen sonuç rutubetinde maksimum sapma miktarları.....	49
4.4.1.2. Kurutma bitimindeki rutubetin, hedef sonuç rutubetinden maksimum sapma miktarları.....	49
4.4.2. Hedef sonuç rutubeti ile münferit rutubet ölçümleri arasındaki maksimum sapma	50
4.4.3. Kollaps (hücre çökmesi) oluşumu	51
4.4.4. Yüzey çatlakları	52
4.4.5. İç çatlakları	52
4.4.6. Uç çatlakları.....	53
4.4.7. Öz çatlakları ve şekil değişimleri.....	54
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	56
KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Kerestede kurutma esnasında meydana gelen şekil değişimleri.....	12
Şekil 3.1. Tomrukların kesilmesi (a) ve bölmeden çıkarılması (b)	23
Şekil 3.2. Farklı kalınlıklarda biçilen okalıptüs keresteleri	24
Şekil 3.3. Denemelerde kullanılan kerestelerin örnek dağılım şeması.....	25
Şekil 3.4. Açık havada istif edilen sulamasız kereste istifi	26
Şekil 3.5. Açık havada kurutulacak olan kereste istifleri	26
Şekil 3.6. Kapalı alanda kurutulan sulamasız kereste istifi	27
Şekil 3.7. Elektrikli rutubet ölçer.....	28
Şekil 3.8. Sıcaklık ve nem ölçer	29
Şekil 3.9. Kereste enine kesitlerinde rutubet ölçüm konumları.....	31
Şekil 3.10. Yüzey çatlakları (a), iç çatlakları (b), uç çatlakları (c).....	31
Şekil 3.11. İç çatlakların ölçülmesi için alınan örneklerin boyutları.....	32
Şekil 3.12. Kollaps miktarının ölçülmesi	32
Şekil 4.1. Kerestelerin kurutulduğu hava koşullarına ait 15 günlük sıcaklık ve bağıl nem değerleri	33
Şekil 4.2. Etkili kurutma periyodunda 3 cm'lik keresteler için kurutma parametrelerinin seyri.....	34
Şekil 4.3. Etkili kurutma periyodunda 6 cm'lik keresteler için kurutma parametrelerinin seyri.....	36
Şekil 4.4. Etkili kurutma periyodunda 12 cm'lik keresteler için kurutma parametrelerinin seyri.....	37
Şekil 4.5. Haziran-Eylül ayları arası 6 cm'lik tek ve çift sulamalı keresteler için kurutma parametrelerinin seyri	38
Şekil 4.6. Açık alanda kurutulan sulamalı ve sulamasız kerestelere ait yıllık kurutma parametrelerinin seyri	39

Şekil 4.7. Kapalı ortamda kurutulan kerestelerin kurutulduğu hava koşullarına ait aylık sıcaklık ve bağıl nem değerleri	40
Şekil 4.8. Kapalı ortamda kurutulan 3 cm'lik kerestelere ait etkili kurutma periyodunda kurutma parametrelerinin seyri.....	41
Şekil 4.9. Kapalı ortamda kurutulan 6 cm'lik kerestelere ait etkili kurutma periyodunda kurutma parametrelerinin seyri.....	42
Şekil 4.10. Kapalı ortamda kurutulan 12 cm'lik kerestelere ait etkili kurutma periyodunda kurutma parametrelerinin seyri.....	43
Şekil 4.11. Kapalı alanda kurutulan 6 cm'lik tek ve çift sulamalı keresteler için Haziran-Eylül ayları arası kurutma parametrelerinin seyri	44
Şekil 4.12. Kapalı ortamda kurutulan 3, 6, 12 cm kalınlıktaki kerestelerde yıllık rutubet, sıcaklık ve bağıl nem değerleri	45
Şekil 4.13. Farklı ortamlardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri.....	46
Şekil 4.14. Açık havada ve kapalı alanda kurutulan sulamalı kerestelerin rutubetlerinin karşılaştırılması.....	47
Şekil 4.15. Açık ve kapalı alanda kurutulan sulamalı kerestelerin rutubetlerinin karşılaştırılması.....	48
Şekil 4.16. Kollaps oluşumu gözlenen bazı keresteler	52
Şekil 4.17. Farklı kalınlıklardaki kerestelerde iç çatlaklar	53
Şekil 4.18. Öz çatlağı meydana gelen bazı kereste örnekleri	54
Şekil 4.19. Kılıcına eğilme (a), oluklaşma (b).....	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Kerestelerin boyut, şekil ve miktarı	24
Çizelge 3.2. İstiflerde kullanılan çıtaların ebatları ve birbirlerine uzaklığı.....	28
Çizelge 3.3. Sonuç kurutma kalitesinin rutubet miktarına göre değerlendirilmesinde yararlanılan toleranslar	31
Çizelge 3.4. Sonuç kurutma kalitesinin değerlendirilmesinde yararlanılan diğer kriterler .	32
Çizelge 4.1. Kerestelerin hedef sonuç rutubetine göre ortalama rutubete göre ölçülen kalite sınıfları.....	50
Çizelge 4.2. Kerestelerde kollaps oluşum oranları	51
Çizelge 4.3. Kerestelerde meydana gelen yüzey çatlaklarının değerlendirilmesi	52
Çizelge 4.4. Kerestelerde meydana gelen iç çatlak oluşum yüzdeleri.....	53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

M:	metre
CM:	santimetre
MM:	milimetre
MAX:	maksimum
MİN.:	minimum
RUT:	rutubet
EDG:	European Drying Group (Avrupa Kurutma Grubu)
HSR:	Hedef sonuç rutubeti
OSR:	Ortalama sonuç rutubeti
MSR:	Münferit sonuç rutubeti
M_{3-A}:	Açık havada kurutulan 3 cm kalınlıktaki kerestelerin rutubeti
M_{6-A}:	Açık havada kurutulan 6 cm kalınlıktaki kerestelerin rutubeti
M_{12-A}:	Açık havada kurutulan 12 cm kalınlıktaki kerestelerin rutubeti
M_{6TS-A}:	Açık havada kurutulan 6 cm kalınlıktaki tek tarafı sulamalı kerestelerin rutubeti
M_{6ÇS-A}:	Açık havada kurutulan 6 cm kalınlıktaki çift tarafı sulamalı kerestelerin rutubeti
M_{3-K}:	Kapalı alanda kurutulan 3 cm kalınlıktaki kerestelerin rutubeti
M_{6-K}:	Kapalı alanda kurutulan 6 cm kalınlıktaki kerestelerin rutubeti
M_{12-K}:	Kapalı alanda kurutulan 12 cm kalınlıktaki kerestelerin rutubeti
M_{6TS-K}:	Kapalı alanda kurutulan 6 cm kalınlıktaki tek tarafı sulamalı kerestelerin rutubeti
M_{6ÇS-K}:	Kapalı alanda kurutulan 6 cm kalınlıktaki çift tarafı sulamalı kerestelerin rutubeti
TS:	Tek tarafı sulamalı
ÇS:	Çift tarafı sulamalı

1.GİRİŞ

Günümüzde artan nüfus ile orantılı olarak yeni malzemelere olan talebin artmasına rağmen, ağaç malzeme estetik güzelliği ve dayanıklılığı sayesinde hala en fazla tercih edilen hammaddelerdendir. Ağaç malzeme nihai ürün haline getirilene kadar birçok süreçten geçer ve bu süreçlerin en önemlilerinden biride kurutmadır. Çünkü kullanım amacına uygun kurutulmayan ağaç malzemedede, kullanım yerinde birçok sorunla karşılaşılmaktadır.

Dikili haldeki her ağaç ağırlığının yaklaşık olarak yarısı kadar bünyesinde su tutmaktadır (Bousquet, 2000). Kurutmanın hedefi de, ağacın bünyesinde bulundurduğu kullanım amacına uygun olmayan suyu, en kısa zamanda ve kalitesini olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde dışarı atmaktır. Bu yüzden ağaç malzemenin kurutulması endüstriyel anlamda büyük önem taşımaktadır.

Higroskopik özellikleri nedeni ile ağaç malzeme veya ağaçtan yapılmış herhangi bir eşya çeşitli kullanım yerlerinde hava şartlarına uyarak belli bir denge rutubetine ulaşmaktadır. Kullanılış amacı ve yerine göre yeterli derecede kurutulmayan ağaç malzemenin boyutlarında daralma veya genişlemeler meydana gelir. Bunun sonucu olarak ise ağaç malzemedede çatlama, birleşme yerlerinden ayrılma, şekil değişimi gibi istenmeyen kusurlar ortaya çıkmaktadır (Örs ve Keskin, 2008).

Günümüzde yaygın olarak teknik kurutma, doğal kurutma ve güneş enerjisi ile kurutma yöntemleri kullanılır. Doğal kurutma, kurutma parametrelerine etki etmeden olağan iklim şartlarında yapılır. Çoğu zaman doğal kurutma ile istenilen sonuç rutubetine ulaşılamasa da teknik kurutmaya göre daha az kusur oluşturur (Berkel, 1978).

Bu çalışma ile Akdeniz Bölgesinde kolaylıkla yetiştirilebilen ve büyük öneme sahip hızlı gelişen Okaliptüs kerestesi atmosferik şartlar altında, kurumayı etkileyen dış faktörler değiştirilmeden kurutularak, istenmeyen kusurların en aza indirilmesi hedeflenmiştir. Yapılan çalışma ile elde edilecek veriler, okaliptüs odununun doğal kurutma şartlarının belirlenmesi açısından önemlidir. Pratikte doğal kurutmanın, teknik kurutmaya bir ön kurutma şeklinde uygulanması da maliyet ve kurutma kalitesi bakımından önemlidir. Genel olarak masif ağaç malzeme kurutma açısından, 0-30 mm, 30-60 mm ve 60-100 mm kalınlıklarda üç grupta değerlendirilmektedir (Kantay, 1993). Bu değerlendirme göz önüne alınarak, çalışmada ilk 2 gurubun üst sınırını oluşturan 30 mm, 60 mm kalınlıktaki keresteler ile daha fazla bir kalınlık 120 mm tercih edilerek Kahramanmaraş şartlarında

doğal kurutulması denenmiştir. Bu kurutma sürecinde, iklimik faktörler, kurutma süresi, kereste kalınlığı gibi faktörlerin etkisi de araştırılmıştır.

1.1. Kurutma Hakkında Genel Bilgiler

1.1.1. Kurutmanın tanımı ve önemi

Kurutma, ağaç malzemede bulunan ve kullanım amacına uygun olmayan fazla suyun dışarıya atılmasıdır (Berkel, 1978). Başka bir deyişle kurutma, kuruma esnasında kaliteyi düşüren kusurlara meydan verilmeden ağacın kesiminden sonra odun içerisinde doğal olarak bulunan fazla suyun dışarıya çıkarılması ile ağaç malzemenin kullanılacağı yerin gerektirdiği en uygun rutubet derecesine getirilmesidir (Örs ve Keskin, 2008).

İdeal bir kurutmada:

- 1) Kurutulacak ağaç malzemenin kalitesinin korunması
- 2) Kurutma süresinin mümkün olduğu kadar kısa olması
- 3) Kurutma giderlerinin en düşük seviyede tutulması amaçlanmaktadır (Kantay, 1993).

Kesimden sonra taze haldeki ağaç gövdesi içerisinde fazla miktarda su bulunur. Dikili haldeki orman ağaçlarında veya kesildikten hemen sonra taze halde diri odun içerisinde bulunan su miktarı %200'e, hatta bazı yabancı ağaç türlerinde bu miktarında üstünde olmaktadır (Berkel, 1978). Örneğin, araştırmaya konu olan okaliptüs, uzun ve iri gövdeleri sayesinde diğer ağaç türlerinden farklı olarak yetişkin bir okaliptüs ağacı bünyesinde 200 ile 1000 litre su bulundurabilir.

Kullanım yerindeki kuruluk derecesine uygun olmayan ağaç malzeme dışarıdan rutubet alarak veya dışarıya rutubet vererek boyutlarını değiştirmektedir. Bu yüzden, ağaçtan yapılmış malzemelerde birtakım kusurlar ortaya çıkmaktadır. Arzu edilmeyen bu kusurların önüne geçebilmek için ağaç malzeme kullanılmadan önce kullanılacağı yerin gerektirdiği en uygun rutubet derecesine kadar kurutulması gerekmektedir.

Ağaç malzeme anizotropik bir malzeme olduğu için her yönde (teğet, radyal ve boyuna) farklı çalışmaktadır. Bu nedenle kullanılan yerlerde bazı olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu olumsuzlukları en aza indirmek için kurutma işlemi büyük bir önem arz etmektedir. Kurutma faydaları şu şekilde özetlenebilir;

1. Boyutsal değişiklikleri en aza indirmek: Aęaę malzeme çevresi ile rutubet alışverişı yaptığı sırada daralır veya genişler. Kullanılacağı alanın hava şartlarının gerektirdiğı rutubet dengesine kadar kurutulduğu takdirde boyutundaki olası değişmeler fark edilmeyecek kadar az olacaktır.

2. İşlenmesi esnasındaki kayıpları azaltmak: Kurutulmuş ağağ malzemede biçme sırasında daha az talaş kaybı meydana gelmekte ve rendeleme, frezeleme zımparalama işlemleri ile daha düzgün yüzeyler elde edilebilmektedir.

3. Kullanım yerinde çalışmasını engellemek: Lif doygunluğu rutubetinin altındaki rutubet derecelerinde ağağ malzemenin çevresinde hava ile su alışverişı yaparak üç farklı yönde çalışır. Aęaę malzemenin çalışmanın engellenmesi ve bunun sonucunda oluşabilecek çatlama, çarpılma, şekil değişiklikleri ve birleşme yerlerindeki açılmalar gibi sakıncalar önlenecektir.

4. Yüzey işlemlerini iyileştirmek: Kurutulmuş ağağ malzemenin verniklenme, boyanma, cilalanma ve çivi tutma kabiliyeti artar. Dış etkenlere karşı yapılan koruyucu yüzey işlemlerinde başarı oranı yüksektir.

5. Mukavemet özelliklerini iyileştirmek: Lif doygunluğu rutubet derecesinin altında higroskopik bölgeyi teşkil eden %0 ile %30 rutubet dereceleri arasında rutubetin azalması ile elastikiyet modülü, direnci, sertliği ve aşınmaya karşı direnci artar. Diğer taraftan, kurutma ile ısı iletkenliği azalmakta, elektriğı izole etme kabiliyeti ise artmaktadır (Berkel, 1978).

6. Leke ve ürümleri önlemek: Odun rutubeti %20 veya daha az olduğu esnada mantarların zararlı etkilerinden korunabilmektedir. Ayrıca kuru odun termitleri ve bazı böcekler hariç %10 veya daha az rutubette böcek saldırıları meydana gelmez (Pratt, 1974).

Kesiminden kullanım aşamasına kadar odunun içerisinde meydana gelen tüm daralma ve deformasyonlar onun kullanılmadan önce neden kurutulması gerektiğinin temel sebebini oluşturur.

1.2. Kurutma Süresine Etki Eden Önemli Faktörler

Kurutmanın gidişine etki eden en önemli faktörler;

1-Hava sıcaklığı

2-Havanın bağıl nemi

3-Havanın hareketi'dir.

1.2.1. Hava sıcaklığı

Ağaç malzemenin kurutulmasında, kurutulan malzemenin çevresindeki havanın sıcaklığının büyük önemi vardır. Hava sıcaklığı ile havanın buhar basıncı ve bağıl nemi değişmektedir. Böylece kurutma esnasında odun içerisindeki suyun buharlaştırılması ve 1 m³ havanın içerisine alabileceği su buharı miktarı havanın sıcaklığı ile ilişkilidir. Havanın sıcaklığı arttıkça 1 m³ havanın içerisine alabileceği su buharı miktarı da artmaktadır.

Genellikle yüksek hava sıcaklık dereceleri kurutmanın süresi üzerine kısaltıcı bir etki yapar. Fakat hava sıcaklığının artması ağaç malzeme içerisindeki suyun difüzyon hızını artırmakta olup, kurutulan malzeme içerisindeki suyun iç tabakalarından dış tabakalara doğru hareketini hızlandırmakta ve yüzeylere toplanan suyun buharlaşmasını sağlamaktadır (Kurtoğlu, 1984).

Ağaç malzemenin kurutulmasında yalnız kurutulan malzemenin çevresindeki havanın sıcaklığı değil aynı zamanda kerestenin yüzeyindeki ısı derecesi de önemlidir. Kurutma esnasında ağaç malzemenin yüzeyindeki ısı derecesi çevresindeki havanın sıcaklığından farklı olabilir. Doğal kurutmada, kereste depolarında direk güneş ışınları etkisi altında kalarak yüzeyi fazla miktarda ısınan kerestede bazen kurutma şartları şiddetli ve tehlikeli bir hal almakta, bunun sonucu olarak kurutulan malzemenin enine kesitlerinde ve yan yüzeylerinde çatlamlar meydana gelmektedir (Berkel, 1978).

1.2.2. Havanın bağıl nemi

Havanın nemi, bir hacim birimde yani 1 m³ hava içerisinde bulunan su buharının ağırlığı g/cm³ ile belirtilir. Buna mutlak nem (m) denir. Belli bir sıcaklıktaki 1 m³ havayı doymun hale getiren su buharı miktarına ise doyuran nem denmektedir. Ağaç malzemenin kurutulması bakımından havanın mutlak neminin bilinmesi tek başına yeterli değildir. Asıl önemli olan, havadaki su buharının doymuş halden ne kadar uzaklaştığının bilinmesidir. Bunun için mutlak nemin, havanın birim hacmini doyuran nemine (M) oranı kullanılmaktadır. Havanın birim hacmi içerisinde gerçekte bulunan su buharı miktarının, yani mutlak nemin (m), aynı hava sıcaklığında havanın doymun hale gelinceye kadar alabileceği su buharı miktarına yani doyuran nem (M)'e oranına bağıl nem denmektedir (1.1). Bağıl nem, belirli bir hava sıcaklığında havanın doymun haldeki su buharı miktarına oranla gerçekte ne kadar su buharı bulunduğunu göstermektedir.

$$\text{Bağıl nem} = \varphi = \frac{m}{M} = \frac{\text{Mutlak nem}}{\text{Doyuran nem}} \times 100 [\%] \quad (1.1)$$

Havanın sıcaklığı arttıkça bir hacim biriminin doymuş hale gelinceye kadar içerisinde alabileceği su buharı miktarı da artar. Böylece havanın su buharı ile doymuş hale gelmesi hava sıcaklığına bağlıdır.

Ancak, ağaç malzemenin kurutulmasında kerestede suyun iyi bir şekilde buharlaştırılmasında yalnız bağıl nem etkili olmayıp, bunun yanında havanın sıcaklığı, havanın hareketi, hava basıncı ve kurutulan malzemenin türü de önemli bir rol oynamaktadır. Fakat kerestenin dış tabakalarındaki suyun buharlaştırılarak kurutulmasında havanın bağıl neminin etkisi, havanın sıcaklığına nazaran daha büyüktür (Berkel, 1978).

Havanın bağıl nemi %10 olduğu takdirde kuru, %65 olduğu takdirde orta derecede rutubetli, %90 olduğunda ise çok rutubetli olarak ifade edilmektedir. Bağıl nem yüzdeleri yardımı ile havanın ne derece rutubet alabileceği hakkında bilgi sahibi olunmaktadır. Kuru havada ağaç malzeme çok hızlı kurumakta, buna karşılık rutubetli havada yavaş kurumaktadır. Kuru havanın kurutucu etkisi yüksek, rutubetli havanın ise düşük bulunmuştur (Kantay, 1979; Kantay, 1993).

1.2.3. Havanın hareket hızı

Havanın hareket hızı, hareket halindeki olan ufak bir kısım havanın bir saniyede aldığı yol anlamına gelmektedir ve anemometre yardımı ile ölçülür. Birimi ise m/sn'dir.

Doğal kurutmada buharlaşan rutubet rüzgar vasıtasıyla kerestenin yüzeyinden uzaklaştırılmaktadır. Gerek doğal, gerekse teknik kurutma da hava hareketinin iki önemli görevi vardır.

1- Hava taşıyıcı bir cisim olarak sıcaklığı kurutulan ağaç malzemeye iletir ve odun içerisindeki suyun ısıtılması, viskozitesinin azaltılması suretiyle iç tabakalardan dış tabakalara doğru hareketini sağlar.

2- Havanın bir diğer görevi de nem taşıyan bir cisim olarak kurutulan ağaç malzeme de dışarıya çıkan ve buharlaşarak kerestenin yüzeyinde biriken nemi alarak uzaklaştırmak ve bunun yerine nem kabiliyeti daha yüksek olan bir havanın gelmesini sağlamaktır (Berkel, 1978).

Hava hareket hızının yükselmesi ile çatlama ve sertleşme gibi kurutma kusurlarında artış görülmektedir. Bu yüzden hava hareket hızının belli sınırlar içerisinde olması kurutmanın kalitesini iyileştirmektedir.

Kereste istif katları arasında hava hareketi 2 şekilde olmaktadır. Bunlar tabakalı (laminar) ve turbulent hareket şeklidir. Hava hareket hızının yeterli olmadığı duruma tabakalı hava hareketi denilmekte ve hız profili parabol şeklindedir. Yeterli bir hava hareket hızında ise istif katları arasındaki hava hareketi birbirine paralel tabakalar halinde olmayıp spiral şekilde ve kuvvetli döndürücü bir hareket halinde olmaktadır. Böylece profilin her tarafında ortalama hız yaklaşık olarak aynı kalmakta ve buna turbulent hava hareketi denilmektedir. Kurutmada istif katları arasında bu şekilde bir hava hareketi istenmektedir. Çünkü bu şekilde hareket eden hava, kerestenin pürüzlü yüzeyinde biriken rutubeti içerisine daha iyi almakta ve hava sıcaklığını ağaç malzemeye daha iyi iletmektedir. Hava hareket hızı yapraklı ağaçlarda ve egzotik türlerde 1.3-2; iğne yapraklı ağaçlarda 2-4 m/sn olmalıdır (Kantay, 1993).

1.3. Ağaç Malzemenin Rutubeti ve Ölçülmesi

Odun içerisinde su hücre çeperinde ve hücre boşluklarında bulunur. Hücre çeperinde bulunan suya serbest su, hücre çeperi içerisinde bulunan suya hücre çeperine bağlı su veya higroskopik su denilmektedir. Kurutma esnasında önce serbest su sonra bağlı su odundan ayrılmaktadır. Serbest suyun odundan uzaklaşması hızlı ve kolay bağlı suyun uzaklaşması ise güç ve yavaştır. Odunda serbest suyun uzaklaştığı ve bağlı suyun mümkün olduğunca yüksek miktarda bulunduğu rutubet haline lif doygunluğu rutubet hali denir. Lif doygunluğu hali ağaç malzeme açısından önemli bir kavramdır. Çünkü ağaç malzemede su kaybı ile meydana gelen boyutsal değişiklikler lif doygunluğuna ulaştıktan sonra başlamaktadır. Ayrıca lif doygunluğuna ulaşınca kadar kuruma sabit ve hızlı, lif doygunluğunun altında ise yavaştır. Lif doygunluğu rutubet derecesi ağaç gövdesinin çeşitli kısımlarına, odun yapısının kaba ve ince oluşuna göre farklı olup ortalama %30 olarak alınmaktadır.

Dikili halde bulunan bir ağaç gövdesinin su durumuna taze hal denilmektedir. Ağaç malzemenin açıkta doğal olarak kurutulması ile ulaşılan kuruluk derecesine hava kurusu rutubet hali denilmektedir ve bu hal bilimsel çalışmalarda %12 olarak alınmaktadır (Kantay, 1993).

1.3.1. Ağaç malzemede rutubetin ölçülmesi

Ağaç malzemede rutubetin ölçülmesi üç şekilde yapılmaktadır. Bunlar sırası ile kurutma yöntemi ile rutubet tayini, rutubet ölçerle rutubet tayini ve mutlak su miktarının bulunmasıdır.

1.3.1.1. Kurutma yöntemi ile rutubet tayini

Kurutma yöntemi ile rutubet tayini için hassas terazi, kurutma dolabı ve desikatöre ihtiyaç vardır. Rutubeti bulunacak ağaç malzemeden rutubet örneği alınır. Rutubet örneği alındığı keresteyi temsil edebilecek büyüklükte ve özellikte olmalı, genişliği 1-2 cm, boyu kereste genişliğine eşit uzunlukta olmalıdır ve enine kesitten itibaren en az 50 cm içerden alınmalıdır. Daha sonra rutubet örneği temizlenir ve tartılır. Yaş ağırlığı (W_y) hesaplandıktan sonra kurutma dolabında $103\pm 2^\circ \text{C}$ tam kuru hale gelinceye kadar kurutulur ve tartılır. Tam kuru (W_0) ağırlığı hesaplanır. Daha sonra aşağıdaki eşitliğe göre rutubet miktarı tam kuru ağırlığın yüzdesi aşağıda 1.2 no'lu denklemde gösterildiği gibi hesaplanır (Bektaş, 1997).

$$M = \frac{W_y - W_0}{W_0} \times 100 (\%) \quad (1.2)$$

1.3.1.2. Rutubet ölçer ile rutubet tayini

Elektrikli rutubet ölçerler odunun elektriksel özelliklerinden faydalanılarak yapılmıştır. Odunun elektriksel direnci üzerinde lif doygunluğu noktası çok önemlidir. Lif doygunluğunun altında %4-25 rutubet sınırları içerisinde %1 hassasiyete kadar ölçüm yapmak mümkündür. Lif doygunluğunun üstünde daha kaba bir ölçüm yapmak mümkündür.

Rutubet ölçerken dikkat edilecek hususlar

Direnç tipi rutubet ölçerle rutubetin ölçülmesinde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

1. Rutubet ölçmeye başlamadan önce rutubet ölçer iyi bir şekilde kontrol edilmeli ve kullanma kılavuzuna göre fonksiyonlarını yapıp yapmadığı kontrol edilmelidir.
2. Ağaç malzemenin enine kesitlerinden, uçlarından rutubet ölçülmemelidir.
3. Elektrotlar liflere dik yönde çakılmalıdır.
4. Ağaç malzemenin kalınlığına, biçimine uygun elektrot tipi kullanılmalıdır.

5. Yağmur, kar ve sudan ıslanmış kısımlardan ölçüm yapılmamalıdır.
6. Budaklı, urlu kısımlardan ve tam öz kısmından rutubet ölçülmemelidir.
7. Odun emprenye edilmiş veya tutkallanmış ise rutubet ölçer doğru göstermez.
8. Herhangi bir kerestenin rutubetini tespit etmek için bir yerinden ölçüm yapmak yeterli değildir. En az 3, mümkünse daha fazla yerinden ölçüm yapılarak ortalaması alınmalıdır (Bozkurt ve Göker, 1996).

1.4. Kurutma Yöntemleri

Genel olarak kurutma yöntemleri; teknik kurutma ve doğal kurutma olarak ikiye ayrılmaktadır. Ancak bu iki esas kurutma arasında bir geçit teşkil eden hızlandırılmış doğal kurutma da bulunmaktadır (Berkel, 1978; Örs, 1986).

1.4.1. Teknik kurutma

Kurutma şartlarının denetlenebildiği kapalı ortam ya da kabinlerden ibaret olan kurutma fırınlarında yapılan kurutmadır. Klasik kurutma fırınlarında sıcak ($t < 100^{\circ}\text{C}$) ve nemli hava ile kurutma sağlanırken, yüksek sıcaklıklarda ($t > 100^{\circ}\text{C}$) kızgın buhar ya da nemli hava ile kurutma, kimyasal kurutma, ozonlu kurutma, elektrikli kurutma, yüksek frekanslı akım tekniği ile kurutma, kızıl ötesi ışınlar ile kurutma, organik maddeler ile kurutma, vakumlu kurutma gibi özel kurutma metotları mevcuttur (Örs ve Keskin, 2008).

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

1.4.2. Doğal kurutma

Doğal kurutmada ağaç malzeme, dış kurutma faktörleri bakımından uygun bir yerde tekniğine uygun şekilde istif edilmekte ve havanın sıcaklığı, havanın bağıl nemi, havanın hareketi ve yönü gibi dış kurutma faktörlerine hiçbir teknik müdahale söz konusu

olmamaktadır. Böylece kurutma kereste istifinin bulunduğu yerde, iklim koşulları altında meydana gelmektedir. Ağaç malzemenin kuruması, havanın sıcaklığını ve bağıl nemini etkileyen coğrafi mevki, yükselti, rüzgar, güneşli veya yağışlı günler, gece, gündüz, mevsimler gibi birçok faktörün etkisi altında meydana gelmektedir.

Doğal kurutmada istif yerinin seçilmesi, düzenlenmesi ve kerestenin istiflenmesinde alınacak bazı pratik ve teknik tedbirlerle adı geçen kurutma faktörlerinin etkili hale getirilmesi ile kurutma sırasında meydana gelen kayıp ve kusurların azaltılması mümkündür.

1.4.2.1. İstif yerinin seçilmesi

Doğal kurutmada kerestenin kurutmak amacı ile istif edildiği yere kereste deposu veya istif yeri adı verilir. İstif yerinin seçilmesinde ekstrem iklim koşullarının hüküm sürdüğü yerlerden kaçınılmalıdır. Zemini kuru ve sağlam olmalıdır. İstif yeri zemini toprak olmamalıdır. En iyisi asfalt veya betonla kaplamaktır (Kantay, 1993).

1.4.2.2. İstiflerin oluşturulması

İstif temeli, istif ayakları ve bu ayakları birleştiren kirişlerden ibarettir. Zemin ile istif arasında iyi bir havalandırma sağlayacak ölçülerde bir boşluk teşkil eden istif temeli kurulmalı ve kereste bu temel üzerine istif edilmelidir.

Kerestenin istiflenmesinde en çok, dar veya geniş aralıklı çıtalı sandık şeklindeki istifleme yöntemi kullanılmaktadır. Çıtalı sandık şeklinde istiflemeye çıtaların görevi keresteler arasında yeterli miktarda aralık meydana getirmek ve böylece havanın istifin her tarafına yeknesak bir şekilde ulaşmasını sağlamak ve aynı zamanda kerestenin dönmeden düzgün şeklini koruyarak kurumasını gerçekleştirmektir. Çıta kalınlıklarına bağlı olan bu aralıklar ne küçük ne de fazla büyük olmalıdır. Kış aylarında dar aralık renk değişmesi ve çürüme, yaz aylarında büyük aralık çatlama tehlikesi doğurabilir. Doğal kurutmada kullanılan istif çıtaları hava kurusu halde olmalıdır. İstif çıtaları masif halde ve kesitleri dikdörtgen veya kare biçimindedir (Kantay, 1993).

1.4.3. Etkili kurutma periyodu

Herhangi bir yerde doğal kurutmada kurutma süresi; ağaç türü, kereste kalınlığı ve kurutmaya başlama zamanına (istifleme mevsimi) bağlı olarak değişmektedir. Burada özellikle kurutmaya başlama zamanı son derecede önemlidir. Kurutma süresini ve kurutma

kalitesini, dolayısıyla kurutma ekonomisini doğrudan etkilemektedir. Yıl içerisinde hızlı kurutma için hava şartlarının en etkili olduğu periyot yaz periyodudur. Bu periyoda etkili kurutma periyodu veya etkin kuruma dönemi adı verilmektedir. Bu periyot kurutmanın yapıldığı yerde hava sıcaklığının ve bağıl neminin bir yıl içerisinde değişimini gösteren eğrilerin kesişme noktaları arasında bulunan periyottur.

Etkili kurutma periyodunda kuruma hızı yüksek ve buna bağlı olarak kurutma süresi kısadır. Buna karşılık kurutma kalitesi düşüktür. Doğal kurutmada etkili kurutma periyodunda taze haldeki kerestenin kurutulmasına başlamak doğru değildir. Özellikle bağıl nemin % 70'in altına düştüğü aylar çok tehlikelidir. Başlanılmak zorunda kalınırsa kalite düşmelerini önlemek için gerekli tedbirler alınmalıdır. Örneğin, istifler üstü kapalı yerlerde kurulmalıdır. Açıkta kurulacaksa ince çıta kullanılmalı, istifin üzeri örtülmeli, kereste enine kesitleri çatlamaya karşı korunmalıdır (Kantay, 1993).

1.4.4. Teknik kurutma ile doğal kurutmanın karşılaştırılması

Doğal kurutmada, istenilen rutubet miktarını elde etmek için uzun süre gerekmede ve ağaç malzeme doğal kurutma süresince mantar ve böcek tahribatlarına karşı korumasız kalmaktadır (Örs, 1986). Buna karşın, teknik kurutma kısa zamanda istenilen rutubet derecesini sağlamasına rağmen yakıt ve işletme masrafları yüksektir (Kantay, 1985a; 1985b; Özalp ve Ordu, 2010). Maliyet açısından değerlendirildiğinde doğal kurutma daha avantajlıdır.

Doğal kurutma, açıkta, atmosferik şartlar altında, kurutmayı etkileyen dış faktörler değiştirilmeden yapılan kurutmadır. Bu kurutma şekli ile elde edilen sonuç rutubeti özellikle kapalı ve kaloriferle ısıtılan yerlerde kullanılan malzeme ve eşya için istenilen sonuç rutubeti bakımından yeterli değildir. Doğal kurutma ile kurutulmuş ağaç malzemeden imal edilmiş mobilya, lambri, parke ve kapı gibi değerli malzemeler ısıtılan iç mekanlarda kullanıldığında rutubet kaybı nedeniyle çalışmakta, birleşme yerleri açılmakta böylece büyük bir deformasyona uğramaktadır (Kantay, 1993). Teknik kurutma ise kurutma tesisleri kullanılmak suretiyle dış kurutma faktörleri değiştirilmekte ve ayarlanmakta, böylece kereste doğal kurutmaya nazaran daha düşük ve kullanım yerlerinin gerektirdiği sonuç rutubetlerine kadar kurutulabilmektedir (Berkel, 1978; Örs, 1986).

Doğal kurutma yöntemi ile kurutulan ağaç malzeme uzun süre depoda kurumak için bekletildiğinden bu süre zarfında sermaye ölü durumdadır ve piyasanın uygun olduğu

zamanlarda keresteyi hemen piyasaya sürmek ve piyasa hareketlerine uymak mümkün değildir (Kantay, 1969).

1.5. Ağaç Malzemedeki Kurutma Esnasında Meydana Gelebilecek Kusurlar

Kurutma sırasında meydana gelen ve ağaç malzemenin az veya çok kalitesini ve değerini düşüren çatlaklar, sertleşme hali, hücre çökmesi, biçim değişimleri, renk değişimleri gibi oluşumlara kurutma kusurları denmektedir. Kurutma tesisinin hatasız bir şekilde kurulması, kereste istifinin tekniğine uygun yapılması, kurutma şartlarının ağaç malzemenin özelliklerine uygun seçilmesi halinde; kurutma kusur ve kayıpları en aza indirilebilmektedir. Genel olarak kurutma kusurları şunlardır:

1.5.1. Sertleşme hali (Kabuklaşma)

Yüksek başlangıç rutubetine sahip ve güç kuruyan kereste şiddetli kurutma şartları altında kurutulursa, ilk önce yüzeye yakın dış odun tabakaları hızlı bir şekilde kuruyarak lif doygunluğu rutubet derecesine ulaşmakta ve daralmaya çalışmaktadır. Daralmaya çalışan dış tabakalar iç tabakalar üzerine basınç etkisi yaparak bu kısımları da daralmaya zorlamaktadır. Böylece, kereste yüzeylerinde, liflere dik yönde çekme gerilmeleri meydana gelmektedir. Kerestenin yüzeylerinde meydana gelen bu çekme gerilmeleri yüzeylerde bir uzama etkisi yapmaktadır. Çekme gerilmeleri nedeniyle meydana gelen uzama odunun elastiklik sınırını aşmadığı sürece kerestede hiçbir kusur ortaya çıkmamakta fakat, eğer uzama elastiklik sınırını aşmış ise ve yüzeylerdeki kuruma hızlı bir şekilde devam ediyorsa dış tabakalar sertleşmektedir. Bu duruma Kollmann (1955)'da dış sertleşme hali denmektedir. Dış tabakaların sertleşmesi, yüksek başlangıç rutubeti içeren ve doğrudan gelen güneş ışınlarına maruz kalan kerestenin sıcak yaz aylarında doğal olarak kurutulması esnasında da meydana gelebilmektedir.

1.5.2. Enine kesit (Uç) çatlakları

Kerestenin enine kesitlerinin (uçlarının) diğer kısımlardan daha çabuk kuruması nedeniyle, özellikle doğal kurutmada meydana gelmektedir. Enine kesitleri kapatmak suretiyle bu çatlaklar önlenir. Örneğin çok değerli kerestelerin uçları parafine veya polietilenglikole batırılabilir.

1.5.3. Yüzey çatlakları

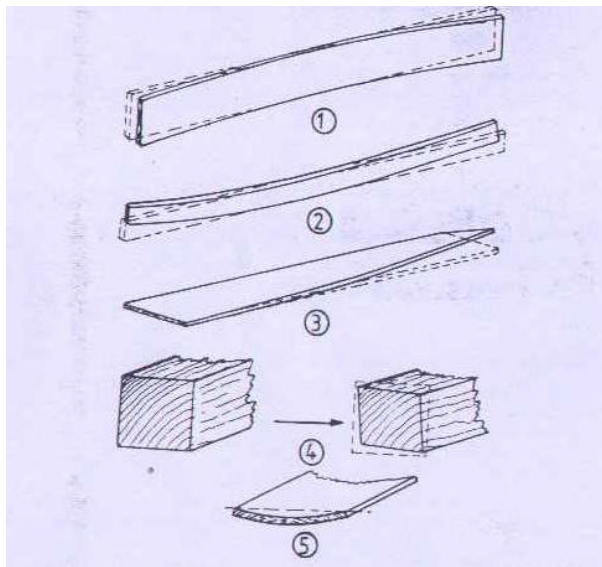
Yüzey çatlakları doğal kurutmada direkt gelen güneş ışınlarının ve kuru havanın etkisi ile hızlı kuruma sonucu, teknik kurutmada ise yüksek sıcaklık ve düşük bağıl nem gibi şiddetli kurutma şartları altında kurutmanın ilk safhalarında meydana gelmektedir. Doğal kurutmada bu çatlakları önlemek için istifler tekniğine uygun şekilde yapılmalıdır. Yapılan istifler örtülmeli ve güneşten korunmalıdır.

1.5.4. İç çatlakları (Honeycombing)

İç çatlakları şiddetli sertleşmenin bir sonucudur. Kurutmanın ileri safhalarında kerestenin iç kısımlarında gerçekleşen liflere dik yöndeki çekme gerilmeleri, odunun liflere dik yöndeki direncini aştığı takdirde iç çatlakları oluşmaktadır. Bu çatlaklar bazen çok sayıda boşluklar teşkil ederek bal peteği görünümünü andırırlar. Bu nedenle bu tür çatlaklara için **Petekleşme** (honeycombing)'de denmektedir.

1.5.5. Şekil değişimleri

Kurutma esnasında, kuruma sonucu ağaç malzemenin düzlemlerinde meydana gelen farklılaşmalardır. TS. 697 (1969)'a göre "Çarpılmalar" adı altında toplanan şekil değişimleri oluklaşma, eğilme, kılıcına eğilme ve burulma şeklinde isimlendirilir. Ayrıca, özellikle kare kesitli ve enine kesitte yıllık halkaları kenarları ile 45 derecelik açı teşkil eden ağaç malzemede görülen şekil değişmesi vardır ki buna "mainleşme" denilmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Kerestede kurutma esnasında meydana gelen şekil değişimleri (Kantay, 1993)
(1. Eğilme, 2. Kılıcına eğilme, 3. Burulma, 4. Mainleşme, 5. Oluklaşma)

1.5.6. Hücre çökmeleri (Kollaps)

Meşe, kayın ve okaliptüs gibi bazı ağaç türlerinin odunları taze halden lif doygunluğuna kadar şiddetli kurutma şartları altında hızlı bir şekilde kurutulacak olursa, ağaç malzemedede anormal büyüklükte bir daralma meydana gelmektedir ve bu kollaps olarak adlandırılmaktadır.

1.5.7. Renk değişimleri

Kurutma ve buharlama esnasında ağaç malzemedede meydana gelen renk değişimleri (doğal rengin herhangi bir renk maddesi ile muamele etmeksizin değişmesi), odunun esas bileşiklerindeki kimyasal değişmelerin bir sonucudur. Örneğin taze haldeki yapraklı ağaç keresteleri kurutma fırınlarında şiddetli kurutma şartları altında (sıcaklık 60°C'den yüksek, bağıl nem %65'ten fazla) kurutulacak olursa, odunun esas bileşiklerinden olan lignin ve hemiselülozlarda meydana gelen bazı kimyasal değişmeler nedeniyle odunun rengi koyulaşmaktadır. Diğer taraftan odunun yan bileşiklerinin (örneğin, tanen ve renkli maddeler) oksidasyonu, ağaç malzemedede meydana gelen renk değişmelerinin diğer önemli bir grubunu teşkil etmektedir.

1.5.8. Reçine sızması

Reçine sızması çoğunlukla bir kurutma kusuru olarak görülmemektedir. Ancak, ağaç malzeme yüzeyinde ince ve sert bir tabaka halinde bulunacak olursa rendeleme, yüzey işlemleri ve tutkallamada sakınca yaratmaktadır. Bu nedenle reçine sızması istenmeyen hallerde kurutma esnasında uygulanan sıcaklığın düşük tutulması uygundur.

1.6. Araştırmaya Konu Olan Okaliptüs (*Eucalyptus Camaldulensis*) Hakkında Bilgiler

Hızlı büyüyen ve 50 m boya ulaşabilen bir türdür. Tanence zengin olan ve levhalar halinde dökülen kabuk, gençken gümüş renginde, yaşlılarda esmer boz renktedir. Yaprakları mızrak ya da tırpan biçiminde, saplı ve her iki yüzü de mavimsi yeşil renktedir. Çiçekler beyaz renkte olup 5-10 çiçekli şemsiye kurulları halinde yaprakların koltuğundadır. Meyve kapsülleri 5-6 mm uzunlukta olup topaç biçimindedir.

Okaliptüs cinsinin anavatanı Avustralya olup, Türkiye'de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. ticari amaçla yetiştirilmektedir ve yabancı kaynaklı bu bitki tabileşmiştir (Davis, 1972). Türkiye'de Güney Anadolu'da yetiştirilen ağaçlar *Eucalyptus camaldulensis* türüne ait olup memleketimizde "Adana Okaliptüsü" ismiyle tanınmaktadır (Baytop, 1999;

Saatçioğlu ve Malyer, 2009). Kalipitos, Ökalipitos, Sulfata ağacı (Muğla), Okaliptüs (Aydın, İçel, Muğla) ve Sıtma ağacı olarak da bilinir (Tuzlacı, 2006).

Türkiye’de ilk defa 1885 yılında Adana-Mersin demiryolu hattına dikilmek üzere Fransızlar tarafından getirilmiştir. Ülkemizde en büyük okaliptüs (*Eucalyptus Camaldulensis* Dehn.) sahası Tarsus’da bulunan Karabucak Okaliptüs Ormanı’dır. İlk etapta 1939 yılında Tarsus-Karabucak bataklığını kurutmak üzere dikimi yapılmış olan bu ağaç günümüzde orman ürünleri endüstrisinde kullanılmaya başlanmıştır (Yaltırık ve Efe, 2000; Korkut ve ark., 2008).

Ülkemizin özellikle güney bölgelerinde yetiştirilen Okaliptüs, kısa zamanda geniş çap yapması ve düzgün gövdeye sahip olması nedeni ile dünyada orman endüstrisine mal olmuş bir ağaç türüdür. Ülkemizde 1939 yılından beri yetiştirilmekte olan bu bitkiden önce demiryolu traversleri ve köprü yapımı için daha sonra kağıt sanayinin hammaddesi olan selüloz başta olmak üzere çeşitli amaçlarla değişik orman ürünleri elde edilmektedir (Gül Baba, 1990). Diğer taraftan son yıllarda okaliptüs ağacının enerji amaçlı üretimi, uçucu yağlarından yararlanılması ve doğal arıtımda kullanılabilmesi nedeniyle okaliptüsü dikkatleri üzerine çeken bir bitki konumuna getirmiştir (Doğanlar, 2007).

1.7. *Eucalyptus Camaldulensis*’in Ticarete Kullanım Alanları

İlk etapta mevcut bataklıkları kurutmak amacı ile dikilmiş olan bu ağaç günümüzde orman ürünleri endüstrisine ekonomik değer olarak katılmaya başlamıştır. Hızlı büyüyen bir tür olması bazı kullanım yerleri için onu önemli bir hammadde haline getirmiştir. Önceleri ambalaj sandığı olarak değerlendirilen okaliptüs, günümüzde bina inşaatlarında, demiryolu traverslerinde, kaplama, mobilya, sandık, tornacılık, zirai aletler, araba kasaları, müzik aletleri, spor malzemeleri, sandal ve takaların yapımı, maden direği, tel direği ve lif-yonga odunu olarak önemli oranda kullanılmaktadır (Bektaş ve ark., 2008; Korkut ve ark., 2008).

Kerestesi ve odunu Arjantin çelik sanayinde odun kömürü olarak geniş oranda kullanılmaktadır. Odunu genel olarak inşaatlarda kullanılmaktadır. Sudan gibi birçok ülkede rüzgar perdesi olarak yetiştirildiği gibi çiçekleri arıcılık sektöründe, balcılıkta tercih edilmektedir (Arslan ve ark., 1994; Ünsal ve Kantay, 2008).

Dünyada bu kadar geniş kullanım alanı bulunan okaliptüs odunu, Türkiye’de piyasaya yeterli düzeyde sunulamaması ve kullanım alışkanlığının olmaması nedeniyle

daha dar bir alanda kullanılmaktadır (Ayata, 2008). Ambalaj sanayinde, naylon seralarda iskelet olarak, inşaat sektöründe, iskelelerde direk olarak, narenciye bahçelerinde çatal sırık olarak, yakacak odun olarak, bataklık arazilerde çalışan makinelerin batmaması amacı ile altına sermek için, müzik aletleri yapımında, tekne omurgası yapımında, kontrplak ve kağıt yapımında kullanılmaktadır. Müzik aletlerinde gitar, ud, tamburun alt kısmında, piyano mekanizmasında ve klasik kemençe yapımında kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır (Ayata, 2008).



2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kantay (1977) tarafından yapılan ‘Kereste kurutmada bazı temel koşullar, kurutma kusurları ve önleme çareleri’ adlı çalışmada doğal kurutma koşulları (İstif yerinin seçimi, istif özellikler ve bakımı) ve teknik kurutma koşulları (kurutma tesis ve teçhizatı, istiflenmesi ve fırına yerleştirilmesi, kurutmanın yönetilmesi) açıklanmıştır. Kerestenin doğal ve teknik olarak kurutulmasında meydana gelebilecek kurutma kusurlarının (renk değişimleri, çatlama, dış sertleşme (kabuklaşma), şekil değişimleri, hücre çökmeleri (kollaps) ve reçine sızmasının neler olduğu, nasıl meydana geldiği, hangi testlerle muayene edilebileceği ve bunlara engel olmak için ne gibi tedbirlerin alınabileceği açıklanmıştır. Aynı zamanda kurutmanın en az kusur ve değer kaybı ile en kısa sürede ve en ekonomik şekilde başarıya ulaştırılabilmesi için yerine getirilmesi gerekli olan bazı temel koşullar ve önemli hususlar üzerinde de kısaca durulmuştur.

Yang (1980), 48° kuzey enleminde iki yıllık bir süreçte güneş enerjisi ile çalışan fırınında yapılan kurutma ile doğal kurutmaya karşılaştırmıştır. Çalışmada, Eylül 1977-Haziran 1978 ve Ağustos 1978-Nisan 1979 arasında iki kurutma periyodu uygulanmıştır. Fırında kurutma süresinin açık havada kurutmaya göre kışın 2-3, yazın 9 kat daha hızlı olduğu kurutma kusurlarının ise açık havada kurutmaya oranla 5-9 kat daha az olduğu görülmüştür. Fırında, taze çam kerestesi (51 mm x 102 mm x 1.2 m) yazın %60 rutubetten %19 rutubete kadar 12 günde, kışın ise aynı rutubete 100 günde ulaşılmıştır. Açık havada Kasım ayında başlatılan kurutmada 230 günde, Ağustos ayında başlatılan kurutmada ise 243 günde %19 rutubete ulaşmıştır. Taze kereste güneş fırınında Ağustos ayında 30 günde, kış mevsiminde 140 günde %18 rutubete kadar kurutulmuştur. İki yıllık deneme sonucunda kereste sonuç rutubeti ve kalitesi açısından güneş enerjili kurutmanın doğal kurutmaya göre daha üstün olduğu ortaya çıkmıştır.

Kantay (1985), tarafından yapılan çalışmada Gökmar (*Abies bornmülleriana* Matff.) ve Çam (*Pinus nigra* var. *Pallasiana* Schneid.) tomrukları kullanılmıştır. Biçilen keresteler arasından kalınlığı 25 ve 50 mm, boyu 400 cm, genişliği 180-280 mm arasında değişen keresteler seçilmiştir. Kurutma süresince, kurutulan kerestenin rutubetinde meydana gelen değişimler ve rutubet miktarları rutubet kontrol örnek tahtaları ile kontrol edilmiştir. Denemeler toplam 62 gün sürmüştür. Kurutmanın ilk haftasında gökmar kalaslarının rutubeti %59.1’den %36.9’a, tahtaların rutubeti ise %65’den %31.5’e düşmüştür. Aynı hafta kurutmaya başlanılan çam diri odun tahtaları %139’dan %72’ye, özodun tahtaları da

%41.5'den %28.3'e düşerek büyük rutubet kaybına uğramıştır. Kurutmanın ikinci haftası lif doygunluğu rutubet derecesinin altına düşmüş olan tahtalarda kurumunun yavaşladığı gözlenmiştir. Çalışmanın sonucunda yaz periyodu içerisinde yapılan doğal kurutma süresinin kısa ama kurutma kalitesinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kereste kalınlığının kurutma hızı üzerine belirgin bir etkisi olduğu görülmüştür. Denemelerde kurutma kalitesi bakımından da gözlemler yapılmış ve kurutmanın başlangıcında taze haldeki göknar tahta ve kalasların kurumunun daha başlangıcında (ilk 3 günü içerisinde) hemen hemen tamamında enine kesit ve yüzey çatlakları olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum sıcak yaz aylarında yapılan kurutmada kereste dış tabakalarının ve enine kesitlerinin birkaç gün içinde lif doygunluğu rutubet derecesinin altına kadar kuruduğu sonucuna ulaşılmasını sağlamıştır.

Üçüncü (1991), güneş enerjisi ile kereste kurutmanın Trabzon iklim şartlarında kullanılabilirliğini ve enerji tasarrufuna katkısını belirleme amacıyla yaptığı bu çalışmada sera tipi güneş fırınlarının kullanılmasını araştırmıştır. Kurutmada *Picea Orientalis* L. (Link.) keresteleri kullanılmıştır. 1.2 m³ kapasiteli ve 6 m² toplayıcı alanına sahip güneş fırınında 50 mm kalınlıkta, 2 m uzunlukta, 18-26 cm genişlikteki keresteleri 1 Haziran 1989 ile 31 Mayıs 1990 tarihleri arasında kurutulmuştur. Güneş fırınında kurutma ile doğal kurutmanın karşılaştırılması için aynı dönemde doğal kurutma da yapılmıştır. Yaz döneminde güneş fırınında gerçekleştirilmiş olan kurutma denemeleri ortalama %70 başlangıç rutubetinden kerestenin bir ayda %10-%12 rutubete kadar kurutulabileceğini göstermiştir. Kış döneminde ise bir ayda %18.3 rutubetine kadar kurutulabilmiş ancak 2 aylık kurutma periyodu sonunda kereste rutubeti %13.2'ye ulaşmıştır. Açık havada yaz döneminde %66.5 başlangıç rutubetinden bir ayda ortalama %25.5'e kadar kurutulabilmiş ve doğal kurutma koşullarıyla en az 3 ayda kerestelerin %15 sonuç rutubetine kadar kuruduğu gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonucunda güneş enerjisi ile kurutmanın nisan ve ekim ayları arasında uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca teknik kurutmaya göre 550 kwh enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Ünsal (1994) tarafından, farklı kalınlıklardaki *Juglans regia* L. (Adi Ceviz) keresteleri teknik kurutma yöntemiyle kurutulmuş ve sonrasında kurutma kusurları incelenmiştir. Çalışmada, 30 mm kalınlıkta ve 70 mm kalınlıkta keresteler kullanılmıştır. Yapılan kurutma denemeleri sonucunda 30 mm kalınlıkta ceviz kerestesinin %35 başlangıç rutubetinden %8 sonuç rutubetine kadar olan kurutma süresi yaklaşık 330 saat, 70 mm kalınlığındaki ceviz kerestelerinin ise %38 başlangıç rutubetinden %12 sonuç rutubetine

kadar olan kurutma süresi 600 saat olarak hesaplanmıştır. Kurutma kalitesinin kontrolünde EDG (1992)'den yararlanılmıştır. 30 mm kalınlıktaki kerestelerin kurutulması sonucunda kurutma kalitesi açısından yapılan değerlendirmede sonuç rutubeti, rutubet meyli, kurutma gerilmeleri, çatlak ve kollaps oluşumu açısından en yüksek kurutma kalitesine (E sınıfı) ulaşıldığı tespit edilmiştir. 70 mm kalınlıktaki kerestelerin kurutulması sonucunda ise kurutma kalitesi açısından yapılan değerlendirmede sonuç rutubeti ve rutubet meyli bakımından kaliteli kurutma (Q sınıfı) kalitesine, kurutma gerilmelerinin oluşumu, çatlaklar ve kollaps oluşumu bakımından ise yüksek kurutma kalitesine (E sınıfı) ulaşılmıştır.

Aytekin (1997), bu çalışmada biçilmiş ağaç malzemenin başlangıç rutubetinden sonuç rutubetine kadar çeşitli aşamalarında, kurutma şartlarının ne şekilde olacağını belirlemek, bunu görsel olarak kullanıcıya sunmak amacıyla kullanımı kolay olan bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Programın geliştirilmesi için Turbo Pascal 7.0 programlama dili kullanılmış ve Mühlböck kurutma fırınlarındaki bilgisayarların çalışma prensipleri temel alınmıştır. Çalışmada kurutmayı etkileyen faktörler, odun özellikleri, kurutma yöntemleri, kurutma kusurları ele alınmıştır. Kurutma süresi deneysel yöntemde 50 saat, teorik yöntemde 76 saat bulunmuştur. Kurutma programları ile hesaplanan kurutma süreleri gerçek süreleri tam olarak yansıtmasa da kurutma yapacak kişiye bilgi vermesi açısından önemli olduğunu belirtmiştir. Her ağaç türü için farklı programlamanın kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmada fırında uygulanacak kurutma programının, teknik kurutmanın başarısını nasıl etkilediği ortaya konulmuştur.

Allegretti et al. (2000), İtalya'nın 4 farklı yerleşim biriminden alınan *Eucalyptus grandis* keresteleri ile Güney İtalya'dan alınan *Eucalyptus trabutii* kerestesinin karşılaştırılmasının yapıldığı bu çalışmada, kurutma sürecinde meydana gelen çatlama, yarıma, kollaps oluşumu ile rutubetin ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmada, fırınlamadan sonra vakum basınçla kurutma kullanılmıştır. Kurutma sonrası kesilen kerestelerin kalitesi (düzlemsellik, çatlak, deformasyon gibi) EDG'ye göre değerlendirilmiştir. 2 m uzunlukta 20 mm kalınlığında ve bu ölçülerle orantılı genişlikte alınan kerestelere 22 günden 3 aya kadar ön kurutma yapılmıştır. Başlangıç rutubeti %90'dan %30'a kadar çok hızlı düşmüştür. Bu süreçte rutubet günde ortalama %6.7 oranında azalmıştır. Daha sonra farklı fırınlarda 3, 7 ve 9 günlük periyotlarda rutubet miktarları %12'ye getirilmiştir. İlk ön kurutma sırasında gerilme artışından dolayı okaliptüs kerestesinde degradasyonlar meydana gelmiştir. Bu gerilmeler teğet yönde büyük çatlaklar ve kavislenme oluşmasına

sebepe olmuştur. Farklı bölgelerden alınan numuneler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Sadece *Eucalyptus trabutii*'de ön kurutmanın sonunda *Eucalyptus grandis* 'e göre daha çok kollaps oluşumu ve iç gerilmeden kaynaklı deformasyon göstermiştir. Kurutmanın sonunda odunun kalitesi EDG'ye göre sınıflandırılmış ve rutubet meyl E (exclusive), sertleşme Q (quality) sınıfı olarak bulunmuştur.

Kantay (2004), yaptığı çalışmada Doğu Kayını kerestesinin doğal kurutma özelliklerini, kurutmaya başlama zamanına göre kurutma sürelerini ve özellikle yıl içerisinde en uygun doğal kurutmaya başlama zamanını tespit etmek amacıyla 25, 40, 60, 80 mm kalınlıkta keresteler kullanmıştır. Kerestenin istiflenmesinde çita kalınlığının etkisini ortadan kaldırmak için tüm istiflerde 25x50 mm enine kesit boyutlarında çitalar kullanılmıştır. Çalışma Düzce ilinin iklim koşullarında gerçekleştirilmiş olup, en kısa kurutma süresi ve en uygun kurutmaya başlama zamanı Ağustos ayı olarak bulunmuştur. En uzun kurutma süresi de Ekim ayında başlanan kurutma da gözlemlenmiştir. Kurutma kalitesi açısından ise en uygun kurutma Kasım ayında başlanan partide görülmüştür. Kurutma süresince her hafta rutubet durumu tespit edilmiş olup rutubet kontrolünde tartma yöntemi kullanılmıştır. Kasım-Aralık-Ocak grubunu oluşturan denemelerde ince kerestelerin 4-5 ay, kalın keresteler 8-10 ay içerisinde %20 rutubete kadar kurumaktadır. Mart-Nisan-Mayıs grubunu oluşturan denemelerde ince kerestelerin 1-2 ay, kalın keresteler 4-5 ay içerisinde %20 rutubete kadar kurumaktadır. Temmuz-Ağustos-Eylül grubunu oluşturan denemelerde ince kerestelerin 15-30 gün içerisinde %20 rutubete kadar kururken, kalın keresteler %20 rutubete kadar kurumadan sonbahar ayları gelmiştir. Kurutma kalitesine bakıldığında yaz aylarında biten denemelerde rutubet farkları ve deformasyon yüzdeleri yüksek kış aylarında düşük olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak kurutmaya başlama zamanına karar vermek kadar kurutmayı bitirecek zamana da karar vermenin önemli olduğu belirtilmiştir.

Sehlstedt-Persson (2005) yaptığı bir çalışmada Sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve Avrupa ladini (*Picea abies*) türlerinin farklı sıcaklıklarda rutubet miktarı ve kurutma kusurları araştırılmıştır. Kurutma fırınlarında iki tür için düşük sıcaklık 100°C'nin altında ve yüksek sıcaklık 110°C-120°C arasında kurutma yapılmıştır. Ağacın farklı yerlerinden alınan örneklerine 60°C'ye kadar artırarak uygulanan sıcaklıkta rutubet miktarı 20 saatte %30 seviyesine düşmüştür. Lif doygunluk noktasına ulaştığı zaman daralma sonuçları, Sarıçam için teğet yönde %7.7, Avrupa Ladini için %7.8-%8.8, radyal yönde Sarıçam için

%4 Avrupa Ladini için %3.6-%4.4 daralma meydana geldiğini göstermiştir. Paralel yönde bakıldığında ise %0.5'den az olduğu görülmüştür.

Mugabi et al. (2010) tarafından, *Eucalyptus grandis* ile yapılan bir çalışmada yüzey çatlakları, bal peteği görünümü, kollaps gibi kurutma kusurları ile rutubet miktarı eğrisi arasındaki korelasyon değerlendirilmiştir. Kusurlar ve rutubet miktarı eğrisi için 39 kabuğu soyulmuş ve fırınlanmış *E.grandis* kerestesi kullanılmıştır. Keresteler 2 farklı bölgeden temin edilmiştir. Yüzey çatlakları ve bal peteği oluşumunun uzunluğu, genişliği ve derinliği şerit metre, cetvel ve kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Çalışmada 3 farklı kurutma programı uygulanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda bütün keresteler için bal peteği görünümü ve kollaps oluşumu pozitif yönde, yüzey çatlakları ve rutubet miktarı negatif yönde korelasyon eğrisine sahiptir. Buna ek olarak yüzey çatlaklarının genişliği, uzunluğu ve derinliği de pozitif korelasyon eğrisine sahiptir. Ayrıca bu çalışmada yüzey çatlaklarının, bal peteği oluşumu ve kollaps ile ilişkili olmadığı bu yüzden de iç çatlakların tahmin edilmesinde yüzey çatlaklarının temel alınmaması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Tan ve ark. 2011 tarafından yapılan çalışmada Tarsus yöresinden alınan 17 adet okaliptüs'ten (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) yararlanılmış ve deneyler TSE standartlarına göre hazırlanmış olan örnekler üzerinde yapılmıştır. Buharlanmış ve buharlanmamış okaliptüs odununun fiziksel özelliklerinden; odun-su ilişkileri belirlenmiştir. Odun-su ilişkilerinin belirlenmesinde 1 m'lik gövde kısımlarından yararlanılmıştır. Hazırlanan latalar, 1 ay açık hava koşullarında bekletildikten sonra bir kısmı buharlama işlemi için ayrılmıştır. Sonuç olarak; buharlanmamış okaliptüs odununda daralma yüzdeleri liflere paralel yönde %8, teğet yönde %6.23, radyal yönde %5, hacmen daralma %11; buharlanmış okaliptüs odununda daralma yüzdeleri liflere paralel yönde %6.88, teğet yönde %9.82, radyal yönde %7.88 ve hacimsel olarak %17.7 olarak bulunmuştur. Buharlanmış okaliptüs odununda ortalama genişleme miktarları, liflere paralel yönde %8.04, teğet yönde %9.77, radyal yönde %7.42 genişleme ise %17.13; buharlanmamışta ortalama genişleme miktarı, liflere paralel yönde %9.46, teğet yönde 10.47, radyal yönde %9.16 ve hacimsel olarak %19.66 olarak gerçekleşmiştir. Sonuçlar buharlanmış ve buharlanmamış olarak kendi arasında, aynı ağaç türü ve benzer ağaç türleri ve diğer çalışma sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Sonuç itibarıyla buharlanmış ve buharlanmamış odun arasında yüzdeleri azda olsa artırmasının odun türü, anatomik yapı, buharlama süresi vb. birçok etkenden kaynaklandığı söylenmiştir.

Salas and Moya (2014) tarafından 14 yaşındaki Tik ağacı (*Tectona grandis*) ve Gmelina (*Gmelina arborea*) keresteleri kullanılarak Costa Rica'da yapılan bir çalışmada üç farklı kurutma metoduyla (teknik, güneş enerjisi ve açık hava) üç mevsim (kurak, yağışlı ve geçiş sezonu) boyunca meydana gelen rutubet miktarındaki değişiklikler, renk değişimleri, kurutma kusurları değerlendirilmiştir. Keresteler 2.5 cm kalınlığında 335 cm uzunluğunda kesilmiş olup genişlik T. Grandis için 10 cm G. arborea için 10-30 cm alınmıştır. Fırında kurutma sonucunda %12 rutubet miktarına T. Grandis 5-12 günde G. Arborea ise 9-19 günde ulaşmıştır. Güneş enerjisi ile kurutmada %12 rutubet miktarına T. Grandis 35 günde G. Arborea ise 54-85 günde ulaşmıştır. Açık havada kurutma sonucunda her iki türde kurak sezonda %15 rutubet miktarının altına düşmemiştir. Fırında kurutmada, kurutmanın yapıldığı sezona bakılmaksızın en hızlı kurutma gerçekleşmiştir. Açık havada kurutma ise fırında kurutmaya göre daha uzun sürede gerçekleşmiş ve sonuç rutubetinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Her iki tür için fırında kurutulan kerestelerde daha fazla sayıda ve büyüklükte kusurlar oluşmuştur. Açık havada gerçekleştirilen kurutmada ise kusurların şiddeti ve sayısı daha azdır. Güneş enerjisi ile kurutmada sezonun bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. 3 kurutma metodunda da aynı derecede renk değişimi gözlenmiştir fakat *T. Grandis* kurutulduktan sonra daha koyu bir renk almıştır.

Ananias et al. (2014); 17 yaşındaki *Eucalyptus nitens* odununun 3 farklı bölgesinden (özden 5. yıllık halkaya kadar (öz odun) , 6 ve 10. yıllık halkalar arası (geçiş zonu) son olarak 11. ve 17. yıllık halkalar arası (dış odun)) yıllık halkalara paralel ve yıllık halkalara dik yönde numuneler kestirip bunlarda kurutma esnasında oluşan kollaps ve daralma miktarını belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda yıllık halkalara paralel kesilenlerin yıllık halkalara dik kesilenlere göre biraz daha hızlı kuruduğu belirlenmiştir. Geçiş zonundan alınan numunelerin diğer bölgelerden kesilenlere göre kollaps oluşumuna daha fazla yatkın olduğu görülmüş olup bunun sebebi geçiş zonunda ilkbahar odunu katılım oranının daha fazla oluşu olarak açıklanmıştır. Geçiş zonunda kollaps oluşumu odunun diğer bölgelerine göre %50 daha fazla bulunmuştur. Ayrıca daralma ve kollaps oluşumu radyal yönde daha az meydana gelmiştir.

Yuniarti et al. (2015), yapılan çalışmada *Eucalyptus saligna* türünde farklı kurutma sıcaklıklarında kollaps oluşumu araştırılmıştır. 12 yaşındaki *Eucalyptus saligna* ağacından 100x40 mm boyutlarında numuneler Mayıs ve Haziran aylarında alınmış ve 4°C soğutma odalarında kullanılabilecek kadar bekletilmiştir. Numunelerden 20 mm örnekler alınarak kurutma fırınında ağırlığı değişmez hale gelene kadar 103±2°C'de kurutulmuştur. Sonuçlar

Avustralya kurutma kalitesi standartlarına (AS/NZS 2001) göre değerlendirilmiştir. 20°C'den 40°C'ye kadar kurutulan numunelerde iç çatlaklar yüzünden enine kesitte odun kaybı 30°C'de en yüksek seviyede gözlenmiştir. İç çatlakların varlığı ve yüzeyi testereden etkilenmiş numune sayısı kollaps göstergesi olarak kullanılmıştır. 35°C enine kesitteki ondüleli yüzey ve iç çatlak miktarı en fazla görülmüştür.

Bown and Lasserre (2015); *Eucalyptus globulus* ve *Eucalyptus nitens* tomruklarının Şili'de açık havada kurutulması üzerine bir çalışma yaparak tomrukların nakliye masraflarını azaltmayı amaçlamışlardır. İki ayrı türde, farklı tomruk uzunluklarında (244 ve 350 cm) ve tomruğun kabuklu-kabuksuz oluşunu parametre olarak belirlemiş ve tomrukları 3 ayrı zamanda (kış, ilkbahar, yaz) kurutmaya bırakmıştır. En hızlı kuruma yazın kurutulmaya bırakılan istifte (43 gün) gerçekleşmiştir. Bunu ilkbaharda (146 gün) başlanan deneme takip etmiş en yavaş ise kışın başlanan (167 gün) olarak ölçülmüştür. Çalışmada; kurutma hızına en çok etki eden parametrenin kurutmaya başlanılan mevsim olduğu görülmüştür. Ayrıca; *E.globulus*, *E.nitens* 'den %20, kabuğu soyulmuş olan tomrukların kabuklulara göre %8 ve 244 cm uzunluğundaki tomrukların 350 cm olanlara göre %3 daha hızlı kuruduğu belirlenmiştir.

Basri et al. (2015) tarafından *Acacia Mangium*'a kesimden önce farklı periyotlarda (0, 4 ve 8 ay) kabuk soyma işlemi uygulanarak, dikili halde kabuk soymanın ağacın kurutma karakterine olan etkisi değerlendirilmiş ve bu çalışmanın sonucunda kabuğu soyulmuş ağaçlardan elde edilen kerestelerin soyulmamışlara göre daha kaliteli olduğu gözlenmiştir. 8 ay boyunca kabuksuz olan ağacın daha hafif ve dayanıklı olduğunun yanı sıra, enine kesit çatlaklarının ve çalışmasının (radyal-teğet yönde) daha az olduğu belirlenmiştir. En kaliteli kurutma, en uzun süre kabuksuz olarak bekletilen ağaçta gerçekleşmiş ve deformasyon, bal peteği oluşum oranı en azdır.

3.MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma materyalinin temini

Kurutma denemelerinde, açık ve kapalı hava şartlarında kurutulmak üzere 19 adet Okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis*) ağacı Mersin Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Tarsus-Karabucak Orman İşletme Şefliği'nden dikili halde temin edilmiştir. Kesilen ağaçlardan 3'er m uzunluğunda ortalama çapları 39 olan toplam 31 adet tomruk alınmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Tomrukların kesilmesi (a) ve bölmeden çıkarılması (b)

3.1.2. Deneme alanının tanıtımı

Ağaçların kesildiği alan Akdeniz Bölgesi, Mersin ili Tarsus ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Coğrafi bakımdan 34° 42' 12" - 34° 55' 20" doğu boylamları ile 36° 44' 56" - 36° 55' 96" kuzey enlemleri arasındadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 0-15 metre arasında değişmektedir ve ortalama rakım 10 m'dir.

Coğrafi yönden Doğu Akdeniz Bölgesinde ve Akdeniz iklim kuşağı içindedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları yağışlı ve ılıman geçer. Yıllık sıcaklık ortalaması 17.9°C'dir. Yıllık yağış miktarı ortalama 50.3 mm, yıllık toplam 594.3 mm olup bu toplam yağış miktarın 269.4 mm'lik kısmı vejetasyon süresinde düşmektedir. Ortalama bağıl nem %69.9'dur.

3.1.3. Araştırma materyalinin hazırlanması

Elde edilen tomrukların bir kısmından 3 cm, 6 cm, 12 cm kalınlıkta, 15 cm genişlikte ve 3 m uzunluğunda sulamasız keresteler biçilmiştir (Şekil 3.2). Kalan kısmından ise 6 cm kalınlığında, 15 cm genişliğinde ve 3 m uzunluğunda tek sulamalı ve çift sulamalı keresteler elde edilmiştir (Çizelge 3.1).



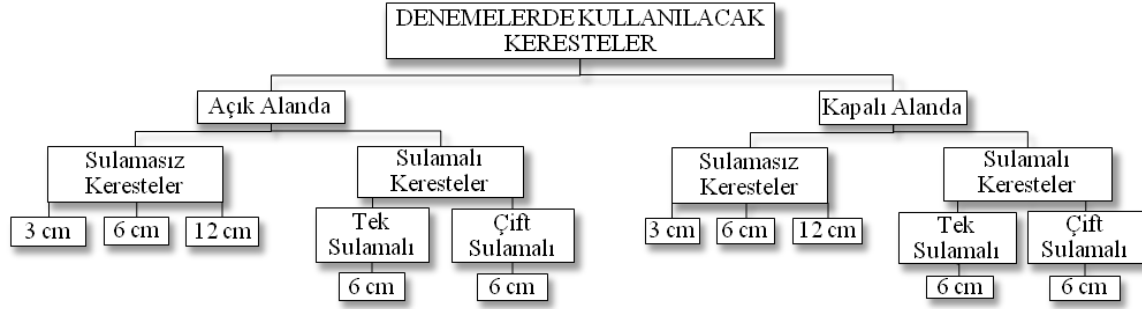
Şekil 3.2. Farklı kalınlıklarda biçilen okalıptüs keresteleri

Çizelge 3.1. Kerestelerin boyut, şekil ve miktarı

<u>Kalınlık (cm)</u>	<u>Genişlik</u>	<u>Uzunluk</u>	<u>Kereste şekli</u>	<u>m³</u>
3	15 cm	3 m	Sulamasız	0.47
6	15 cm	3 m	Sulamasız	1.21
12	15 cm	3 m	Sulamasız	2.37
6	Değişken	3 m	Tek sulamalı	0.70
6	Değişken	3 m	Çift sulamalı	1.54
<u>Toplam:</u>				6.29

3.1.4. Örnek kerestelerin dağılımı

Kurutulacak kerestelerin, kalite ve sonuç rutubetlerinin değerlendirilmesi amacı ile kalınlık ve sulama durumlarına göre oluşturulan deneme örnek şeması Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Denemelerde kullanılan kerestelerin örnek dağılım şeması

3.1.5. İstiflerin hazırlanması

Denemelerde kullanılacak keresteler çıtalı sandık şeklinde istif edilmiş olup ortalama genişliği 100 cm ve yüksekliği 140 cm'dir. Burada çıtaların amacı keresteler arasında yeterli miktarda aralık meydana getirerek havanın istif katları arasında homojen dolaşımını ve şeklini koruyarak kurummasını sağlamaktır. İstifler kurutma şartlarına ve yapılarına göre aşağıdaki şekilde kurulmuştur.

3.1.5.1. Açık alanda kurutulacak olan istiflerin kurulması

3.1.5.1.1. Sulamasız kereste istifinin kurulması

Keresteler, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi'ne getirilip fakültenin direk güneş ışığına maruz kalmayan uygun bir alanına istif edilmiştir. İstif alanı yaz aylarında öğlene kadar güneş alıp, öğleden sonra gölgedir. Kış aylarında ise öğlene kadar gölge olup, öğleden sonra belirli saatlerde çok az güneş almaktadır. İstifler Şekil 3.4'te görüldüğü gibi yerden su almayacak şekilde beton zemine 5 x 10 ayaklar üzerine kurulmuş ve aşağıdan yukarıya doğru çıkıldıkça kereste kalınlıkları azalacak şekilde oluşturulmuştur. Burada, istif tabanında 12 cm, ortada 6 cm ve üste 3 cm kalınlığındaki keresteler yerleştirilmiştir. İstifin en üstüne ise şekil değişimlerini engellemek amacı ile ahşap ağırlıklar konmuştur.



Şekil 3.4. Açık havada istif edilen sulamasız kereste istifi

3.1.5.1.2. Tek sulamalı ve çift sulamalı kereste istifinin kurulması

Tek ve çift sulamalı kerestelerden oluşan istif, sulamasız kereste istifinin hemen yanına yapılmıştır (Şekil 3.5). Açık hava da istiflenen kerestelerin dış etkenlerden korunması için (güneş, yağmur, kar vb.) üzeri branda ile örtülmüştür.



Şekil 3.5. Açık havada kurutulacak olan kereste istifleri

3.1.5.2. Kapalı alanda kurutulacak olan istifin kurulması

Açık havada sulamasız kerestelerden oluşturulan istifin bir benzeri, kıyaslama yapmak amacı ile Orman Fakültesi içerisinde bir odaya (kapalı alan) kurulmuştur (Şekil

3.6). Odanın kapısı ve penceresi hava akımı sağlanmak amacı ile sürekli açık tutulmuştur. Zemin beton olup istiflerin yer ile olan temasını kesmek için 5×10cm ölçülerinde istif altlığı kullanılmıştır.



Şekil 3.6. Kapalı alanda kurutulan sulamasız kereste istifi

Açık havada kurulan istifle karşılaştırılması amacı ile istifin üst kısmına tek ve çift sulamalı keresteler yerleştirilmiştir.

3.2. Metod

3.2.1. İstif çıtalarının hazırlanması

İstiflenen kerestelerin arasında istif çıtaları kullanılmıştır. İstif katları arasında kullanılacak çıtaların kalınlığı aşağıdaki 3.1 no'lu formüle (Kantay, 1993) göre hesaplanmıştır:

$$d_{\text{ç}} = 10 + 0.3d_k \text{ (mm)} \quad (3.1)$$

Burada, $d_{\text{ç}}$: çıta kalınlığı (mm), d_k : kereste kalınlığı (mm)'dir.

Yukarıdaki formüle uygun olarak istiflerde kullanılan çıtalara ait bilgiler Çizelge 3.2. verilmiştir.

Çizelge 3.2. İstiflerde kullanılan çıtaların ebatları ve birbirlerine uzaklığı

Kereste kalınlığı (mm)	Çıta kalınlığı (mm)	Çıta genişliği (mm)	Çıtalar arasındaki açıklık (cm)
30	20	25	70
60	30	25	70
120	45	30	70 ^(*)

(*)Farklı kalınlıklardaki kerestelerin tamamı aynı istifte bulunduğundan dolayı çıtalar arası mesafe eşit alınmıştır.

İstiflerde kullanılmak 100 cm uzunluğunda istif çam çıtaları hazırlanmıştır.

3.2.2. Kereste rutubetinin ölçülmesi

3.2.2.1. Elektrikli rutubet ölçerle rutubetin ölçülmesi

Kerestelerin rutubeti, Gann- Hydromette HT 65 marka (Şekil 3.7.) elektrikli rutubet ölçer ile ölçülmüştür. HT 65 direnç prensibine göre çalışan elektronik bir ahşap nem ölçüm cihazı olup, 1-18 cm kereste kalınlıkları için uygundur. Rutubet ölçümlerinde kereste kalınlığına uygun çiviler kullanılmıştır. Cihazın üzerinde rutubet ölçüm, sıcaklık ve ağaç türü grubu ayarlama butonları bulunmaktadır. Sıcaklık ve ağaç türü grubu ayarlandıktan sonra rutubet ölçüm butonuna basılarak dijital ekrandan kereste rutubeti okunmaktadır.



Şekil 3.7. Elektrikli rutubet ölçer

Deneme materyali olarak kullanılan okaliptüs kerestesinin grubu kullanım kılavuzunda verilene uygun '3' olarak alınmıştır. Hava sıcaklığı olarak, Meteorolojiden o anda alınan sıcaklık verileri kullanılmıştır. Rutubet ölçümleri normal şartlarda, kereste

enine kesitlerinden 50 cm içeriden kereste yüzeylerinden ve liflere dik şekilde ölçülmelidir. Ancak, kerestelerin istiflerde üst üste bulunuşu nedeniyle ölçümler, kereste enine kesitlerinden ve dışa bakan yan yüzlerinden yapılarak üç ölçümün ortalaması alınmıştır. Ölçümlerin tamamı bu şekilde yapıldığı için hesaplamalarda önemli sapmalara neden olmayacağı düşünülmektedir.

3.2.3. Dış kurutma faktörlerinin belirlenmesi

Doğal kurutmanın gidişini kontrol etmek amacıyla kurutma üzerine etki eden faktörlerden hava sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgar hızının bilinmesi gerekir.

Bu amaçla, açık alandaki istiflerde sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı değerleri Kahramanmaraş Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden anlık olarak temin edilmiştir. Ayrıca kurutma sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılmak üzere açık hava faktörlerinden haftalık ortalama yağış miktarları da alınmıştır.

Kapalı alandaki istiflerde doğal kurutmanın gidişini kontrol etmek amacıyla kurutma üzerine etki eden faktörlerden hava sıcaklığı ve bağıl nem periyodik olarak aşağıdaki şekilde ölçülmüştür.

Kapalı alandaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri, Şekil 3.8.'de görülen Geratech DT-172 marka sıcaklık ve nem kayıt cihazı ile ölçülmüştür. Cihaz ile düzenli olarak ortamın minimum, maksimum sıcaklık ve bağıl nem değerleri 4 saatlik aralıklarla kaydedilmiştir.



Şekil 3.8. Sıcaklık ve nem ölçer

3.2.4. Kurutma sırasında istiflerde yapılan diğer ölçümler

Doğal kurutmanın sonucunun değerlendirilmesinde katkısı olacağı amacı ile temel kurutma faktörlerine ilaveten istiflerde aşağıdaki ölçümler de yapılmıştır.

3.2.4.1. Kurutma kalitesinin belirlenmesi

Örnek keresteler istiften alınmış ve kalite kontrolleri “Avrupa Kurutma Grubu”(EDG 1994)’na göre yapılmıştır. Kalite standardı, Avrupa ahşap ticaretinin önde gelenleri, ahşap işleme endüstrileri araştırmacıları ve eğitimcilerinin işbirliği ile geliştirilmiştir. Bu standart, büyük boyutlu keresteler hariç 80 mm kalınlığa kadar olan ağaç malzemede kullanılmaktadır. Kılavuza göre kurutulmuş ağaç malzeme S (Standard=normal), Q (Quality dried=kaliteli) ve E (Exclusive=ekstra) olarak 3 gruba ayrılır. İstiflerin sonuç kalite kontrolleri, aşağıda açıklanan EDG kriterlerine göre yapılmıştır.

1- Rutubet miktarı

- a. Ortalama rutubet miktarı
- b. Rutubet dağılımı

2- Kurutma ile oluşan çatlaklar

- a. Yüzey çatlakları
- b. İç çatlakları
- c. Uç çatlakları

3- Kollaps (Hücre çökmesi)

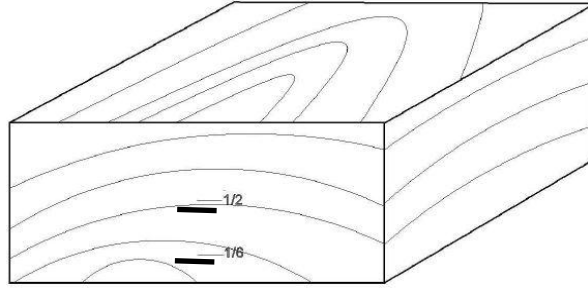
4- Şekil değişimleri

EDG’ye göre rutubet ölçümleri içerisinde hedef sonuç rutubeti (HSR) ile ortalama sonuç rutubeti (OSR) ve münferit sonuç rutubeti (MSR) arasındaki sapma kriterler baz alınarak değerlendirilmiştir.

HSR ile MSR ölçümleri arasındaki maksimum sapmayı bulmak için kerestenin enine kesitlerinde, kalınlığın 1/2 ve 1/6’sında rutubet ölçümleri yapılmış (Şekil 3.9) ve sapma miktarları bulunarak Çizelge 3.3’e göre sınıflandırılmıştır.

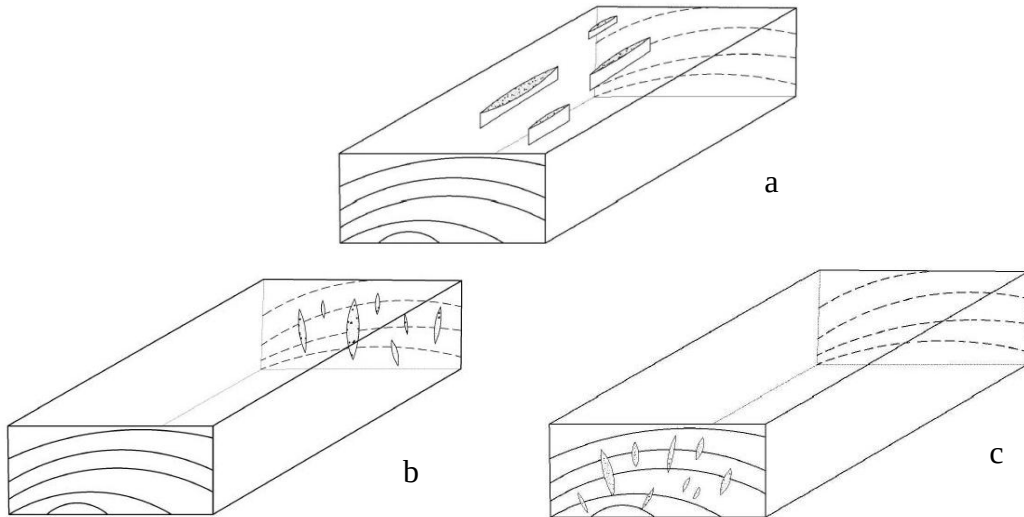
Çizelge 3.3. Sonuç kurutma kalitesinin rutubet miktarına göre değerlendirilmesinde yararlanılan toleranslar^(*)

<u>Kriterler</u>	<u>S (Standart=Normal)</u>	<u>Q (Quality=Kaliteli)</u>	<u>E (Exclusive=Ekstra)</u>
Hedef Sonuç Rutubeti (%) İle Ortalama Rutubet Arasındaki Maksimum Sapma	$HSR \pm 0.3 \times HSR$	$HSR \pm 0.2 \times HSR$	$HSR \pm 0.1 \times HSR$
Hedef (%) Sonuç Rutubeti İle Münferit Rutubet Ölçümleri Arasındaki Maksimum Sapma	$HSR \times 0.4$	$HSR \times 0.3$	$HSR \times 0.2$



Şekil 3.9. Kereste enine kesitlerinde rutubet ölçüm konumları

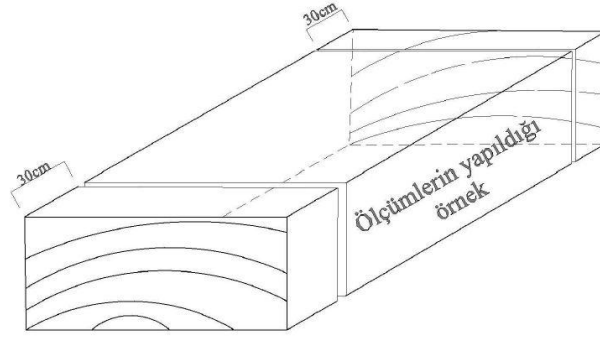
Çatlaklar, EDG 1994'e uygun olarak değerlendirilmiştir. Yüzey çatlaklarında (Şekil 3.10.a) max. derinlik, iç çatlaklarda çatlakların sayısı ve bütün içerisindeki yüzdesi (Şekil 3.10.b), uç çatlakların (Şekil 3.10.c) ise max. uzunluğu ve bütün içerisindeki yüzdesi alınarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.10. Yüzey çatlakları (a), iç çatlakları (b), uç çatlakları (c)

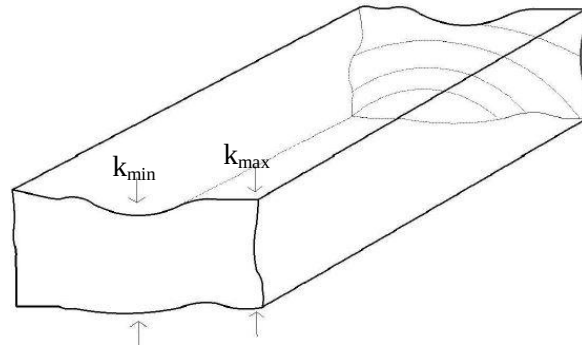
İç çatlaklar, Şekil 3.11'da gösterildiği gibi kereste enine kesitlerden 300 mm içeriden alınan örneklerin enine kesitleri üzerinde belirlenmiştir. Bu kontrollerde,

oluklaşma, eğilme, kılıcına eğilme, burulma gibi şekil değişimleri gözle muayene edilmiştir.



Şekil 3.11. İç çatlakların ölçülmesi için alınan örneklerin boyutları

Kollaps miktarları ise EDG'ye uygun olarak, kerestelerin enine kesitlerinin en kalın ve en ince yerleri ölçülüp (Şekil 3.12), farkı alınarak ($K = k_{\max} - k_{\min}$) bulunmuştur (Çizelge 3.4).



Şekil 3.12. Kollaps miktarının ölçülmesi

Çizelge 3.4. Sonuç kurutma kalitesinin değerlendirilmesinde yararlanılan diğer kriterler^(*)

<u>Kalite kontrolde dikkate alınan diğer kriterler</u>		<u>Severe</u> <u>(Şiddetli)</u>	<u>Moderate</u> <u>(Orta)</u>	<u>Low</u> <u>(Düşük)</u>
Kollaps (K, mm)		Max. 6	Max. 3	Max. 2
Çatlaklar	Yüzey Çatlakları Derinliği (D, mm) (Her bir yüzeyde)	D>5	2<D<5	D<2
	İç Çatlakları (Bal peteği oluşumu)	Örneklerin %10'undan fazla	Örneklerin %2-10 arasında	Örneklerin %2'sinden az
	Uç Çatlakları (U, mm) (Örneklerin %10'unda)	U>200	50<U<200	U< 50

^(*)EDG (1994)'ten uyarlanmıştır.

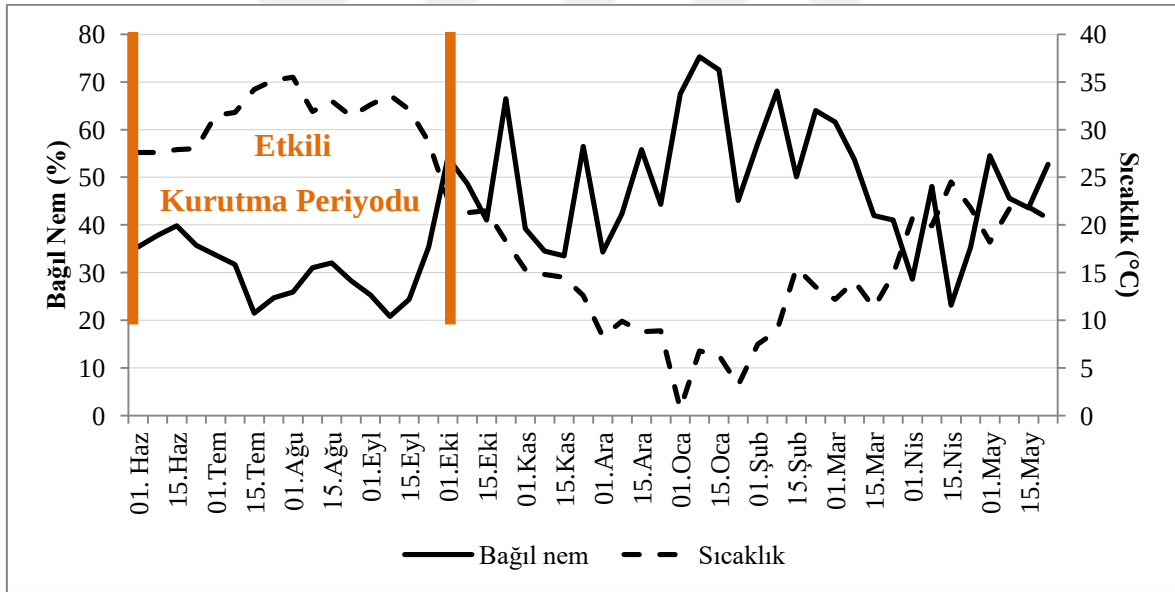
4.BULGULAR VE TARTIŞMA

Doğu Akdeniz mikro iklimasının tipik bir örneği olan Kahramanmaraş Merkez’de Okaliptüs keresteleri üzerinde yapılan doğal kurutma sonucu açıkta ve kapalı alanda kurulan istiflerden elde edilen veriler aşağıda değerlendirilmiştir. Tomrukların biçilmeden önceki ortalama rutubetleri %85-90 arasındadır. Kurutmaya, 2015 yılı Haziran ayında başlanmış ve 2016 yılı Mayıs ayında son ölçümler alınarak çalışma tamamlanmıştır.

4.1. Açık Havada Kurutulan Kerestelere Ait Bulgular

4.1.1. Kahramanmaraş ili sıcaklık-bağıl nem değerleri ve etkili kurutma periyodu

Açık havada kurutmada, kurutuma üzerinde etkili en önemli faktörlerden ikisi sıcaklık ve bağıl nem’dir. Bu faktörlere bağlı olarak Kahramanmaraş şartlarında kuruma hızının en yüksek olduğu “**etkin kurutma periyodu**”nu belirlemek amacı ile haftalık sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin ortalaması Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Kerestelerin kurutulduğu hava koşullarına ait 15 günlük sıcaklık ve bağıl nem değerleri

Şekil 4.1’deki grafikten, haftalık ortalamaların en yüksek olduğu sıcaklık değeri Ağustos ayının ilk haftasında (35.5°C), en düşük değeri ise Ocak ayının ilk haftasında (0.7°C) kaydedildiği görülmektedir. Bağıl nemin ise haftalık ortalama en yüksek değeri Ocak ayının 2. haftasında (%75.3), en düşük ise Eylül ayının 2. haftasında (%20.8) ölçülmüştür. Aynı grafikten, en hızlı kurumanın, sıcaklığın yüksek, bağıl nemin düşük olduğu Haziran ile Eylül ayları arasında gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

Ayrıca, bu veriler, Kahramanmaraş şartlarında ektili kurutma periyodunun Haziran ile Eylül ayları arasında oluştuğunu da göstermiştir.

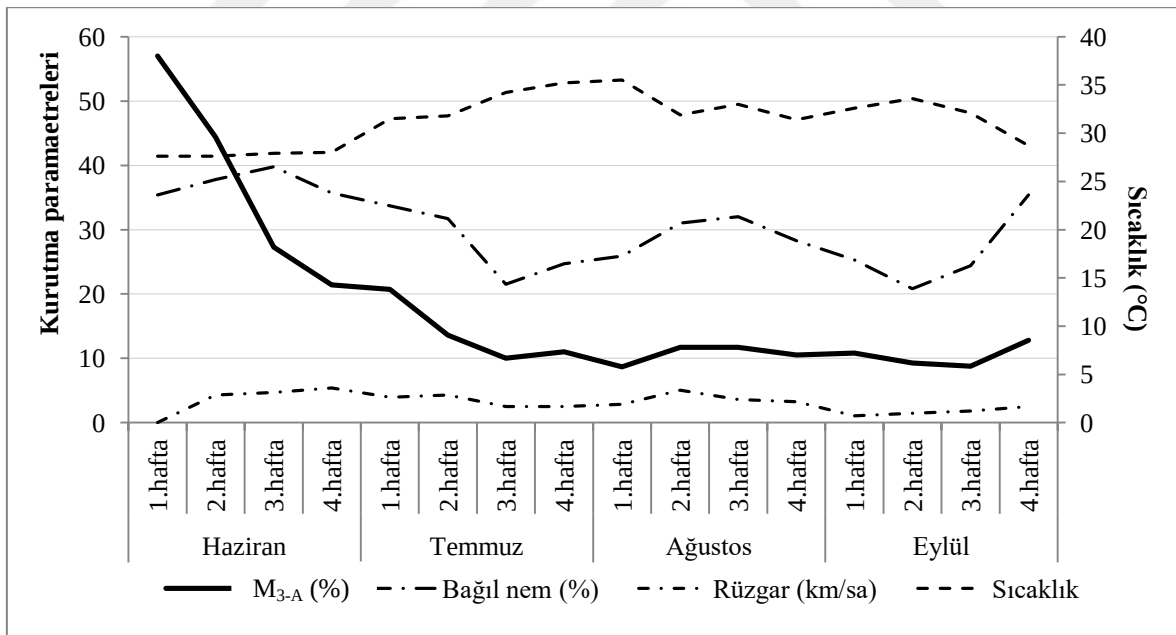
Bu noktadan hareketle, bundan sonra rutubet seyrini gösteren grafiklerde rutubet değerleri, etkili kurutuma periyodu içerisinde “haftalık”, diğer aylarda ise “aylık” bazda verilecektir.

4.1.2. Açık havada kurutulan kerestelere ait Haziran-Eylül ayları arası rutubet dağılımı

Bu başlık altında yapılacak değerlendirmeler, deneme örnek şemasına (Şekil 3.3) uygun olarak, kalınlıklar ve sulama durumları esas alınarak yapılmıştır.

4.1.2.1. 3 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi

Şekil 4.2’de, kurutmaya başlama zamanını takip eden ilk 4 ay içerisinde 3 cm’lik kerestelerdeki rutubet değişimi (M_{3-A}) ve bu değişime etki eden sıcaklık, bağıl nem, rüzgar ve yağış değerleri haftalık olarak verilmiştir.



Şekil 4.2. Etkili kurutma periyodunda 3 cm'lik keresteler için kurutma parametrelerinin seyri

Kurutmanın başlangıcında kerestelerin ortalama rutubeti %57 olarak ölçülmüştür. Haziran ayı süresince rutubette hızlı bir düşüş gözlenmiş olup bir aylık periyot içerisinde %20.7'ye düşmüştür. Bu düşüş, Allegretti et al. (2000) tarafından yapılan çalışma ile de uyumludur. Bu çalışmada başlangıç rutubeti %90 ölçülen 2 cm kalınlığındaki okaliptüs

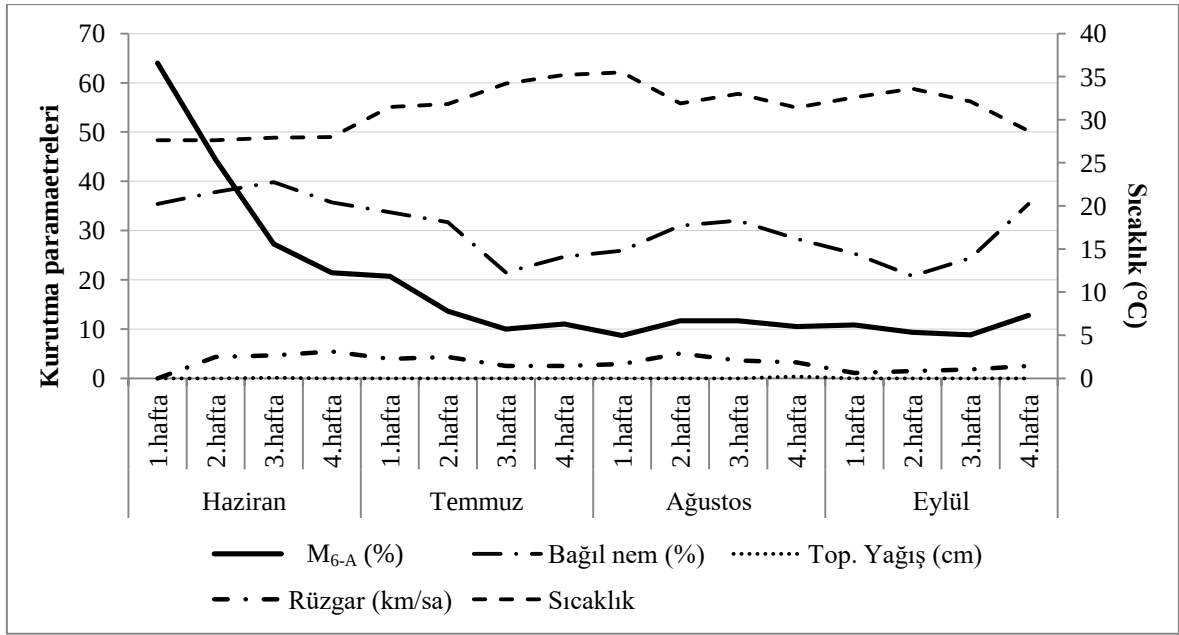
keresteleri üzerinde yapılan kurutmanın başlangıcından 22 gün sonra ortalama rutubet miktarının %20'ye düştüğü belirtilmiştir. Kantay (2004) tarafından Düzce ili iklim koşullarında doğu kayını ile yapılan başka bir çalışmada 2,5-4 cm kalınlıktaki kerestelerde (başlangıç rutubetleri sırası ile %55, %72.7) 15-30 gün içerisinde %20 rutubete indiği belirtilmiştir. Salas and Moya (2014), Tik ağacı (başlangıç rut: %45) ve Gmelina (başlangıç rut: %26) kerestelerini kurutarak Costa Rica'da yaptıkları doğal kurutma sonucunda her iki türde kurak sezonda kerestelerin %15 rutubet miktarının altına düşmediğini gözlenmişlerdir.

Haziran ayına ait ortalama sıcaklık 27.8°C ve bağıl nem ise %37.2 'dir. Temmuz ayı boyunca ortalama sıcaklığın (+4.1°C) artması ile birlikte, rutubetteki düşüş devam ederek Temmuz ayının üçüncü haftasında yani kurutmanın başlangıcından 1.5 ay sonra istenilen sonuç rutubetine en yakın değere %10'a inmiştir. Ağustos'un ilk haftasında ise rutubet en düşük değere ulaşarak %8.7'ye kadar düşmüştür. Etkili kurutma periyodu içerisinde takip eden haftalarda Eylül'ün son haftasına kadar rutubet değerleri paralel seyretmiş, bu tarihten sonra kurutma faktörlerine bağlı olarak yükselmeye başlamıştır. Bu dönemde, rüzgar hızı 0 ile 5.4 km/sa, yağış miktarı ise 0 ile 1.3 mm arasında değişiklik göstererek kereste rutubeti üzerinde belirgin bir etki oluşturmamıştır.

4.1.2.2. 6 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi

Şekil 4.3'de, etkili kurutma periyodu içerisinde 6 cm'lik kerestelerdeki rutubet değişimi (M_{6-A}) ve bu değişime etki eden sıcaklık, bağıl nem, rüzgar ve yağış değerleri haftalık olarak verilmiştir.

Şekil 4.3'de görüldüğü gibi kerestelerin başlangıç rutubeti %64 olarak ölçülmüştür. Haziran ve Temmuz ayları boyunca rutubette kademeli bir düşüş, Haziran ayı sonunda rutubet %25.3, Temmuz ayı sonunda ise %13.6'ya düşmüştür. Keresteler Ağustos ayının ilk haftasında, kurutmanın başlangıcından 2 ay sonra, hedeflenen sonuç rutubetine (%12) yakın değere (%11.4) ulaşmıştır. Eylül ayının üçüncü haftasında ise en düşük rutubet miktarı olan %9.8'e düşmüştür. Üçüncü (1991) güneş enerjisi ve doğal kurutma yöntemlerini 5 cm kalınlığındaki ladin kerestesi kullanarak karşılaştırmış ve Trabzon ili iklim koşullarında başlangıç rutubeti %66.5 olan kerestelerin yaklaşık 3 ayda %15 sonuç rutubetine kadar kuruyabildiğini gözlemlemiştir.

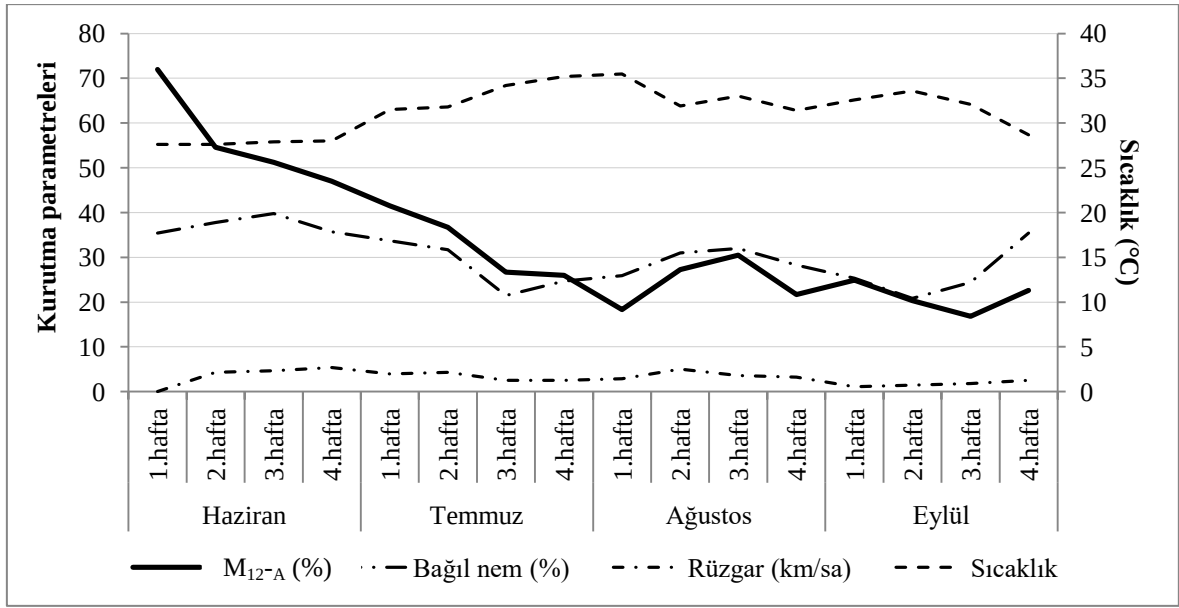


Şekil 4.3. Etkili kurutma periyodunda 6 cm'lik keresteler için kurutma parametrelerinin seyri

Kantay (2004) tarafından doğu kayınının doğal kurutulması amacıyla Temmuz ayında başlatılan denemede kalın kerestelerin (6-8 cm kalınlık) %20 rutubete kadar kurumadan sonbahar aylarının geldiği belirtilmiştir. Yang (1980) tarafında yapılan başka bir çalışmada ise taze çam kerestesi Ağustos ayında başlatılan doğal kurutma yöntemi ile 243 günde %19 rutubet oranına düştüğünü gözlemlemiştir. Literatürde kaydedilen bu sonuçlar, Şekil 4.3'te yer alan verilerle kıyaslandığında, Kahramanmaraş şartlarında yapılan doğal kurutma sonucu yaz sezonunda (3.5 ay) ulaşılan minimum rutubet değerlerinin, daha düşük olduğu söylenebilir. Ancak, bu sonuçta, kurutma faktörlerinin yanı sıra, istifin kurulduğu alanın konumu, ağaç türü ve kereste kalınlıklarındaki farklılıkların da etkili olduğu muhakkaktır.

4.1.2.3. 12 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi

Şekil 4.4'de, kurutmaya başlama zamanını takip eden ilk 4 ay içerisinde 12 cm kalınlıktaki kerestelerin rutubet değişimi (M_{12-A}) ve bu değişime etki eden kurutma faktörleri haftalık olarak verilmiştir.



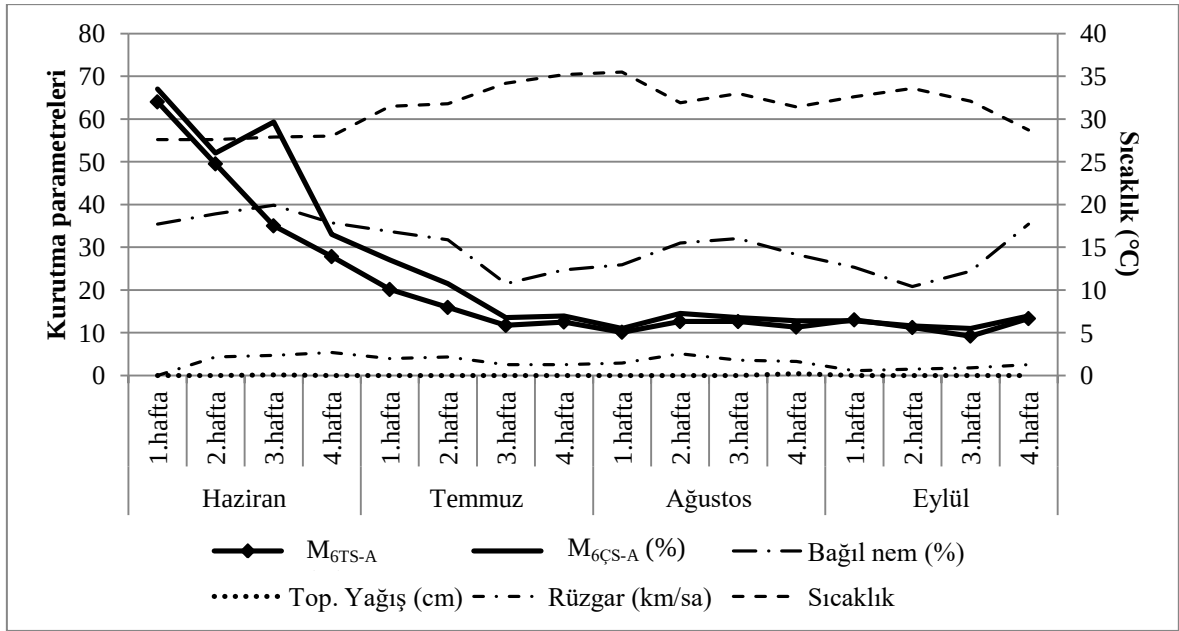
Şekil 4.4. Etkili kurutma periyodunda 12 cm'lik keresteler için kurutma parametrelerinin seyri

12 cm'lik kerestelerin başlangıç rutubeti %72 olup Haziran ayının sonunda %41.5'e düşmüştür. Temmuz ayında sıcaklığın artması ile rutubet %26'ya inmiş ve Ağustos ayının ilk haftası en düşük değerlerden biri olan %18.3'e düşmüştür. Eylül ayının 3. haftasında ise ortalama sıcaklığın yüksek, bağıl nemin düşük olmasına paralel olarak kereste rutubeti en düşük değeri olan %16.8'e kadar inmiştir. 12 cm'lik kerestelerde hedeflenen sonuç rutubetine etkili kurutma periyodu içerisinde ulaşamamıştır (Şekil 4.4).

4.1.2.4. 6 cm kalınlıktaki tek ve çift sulamalı kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi

Şekil 4.5'de, 6 cm kalınlıktaki tek tarafı sulamalı (M_{6TS-A}) ve çift taraf sulamalı ($M_{6ÇS-A}$) kerestelerin kurutmaya başlama zamanını takip eden ilk 4 ay içerisindeki rutubet değişimleri ve bu değişime etki eden kurutma faktörleri haftalık olarak verilmiştir.

Tek sulamalı (TS) kerestelerin başlangıç rutubeti %64 ölçülmüş olup Haziran ayının sonunda %27.8'e düşmüştür. Temmuz ayının üçüncü haftasında kereste rutubeti hedef sonuç rutubetine (%11.7) kadar inmiştir. Eylül ayının üçüncü haftasında ortalama sıcaklık değerinin 33.6°C'ye ve bağıl nemin bu 4 aylık periyotta geldiği minimum değer olan %20.8'e indiği anda, rutubet TS keresteler için ölçülen minimum değer %9.2 olmuştur.



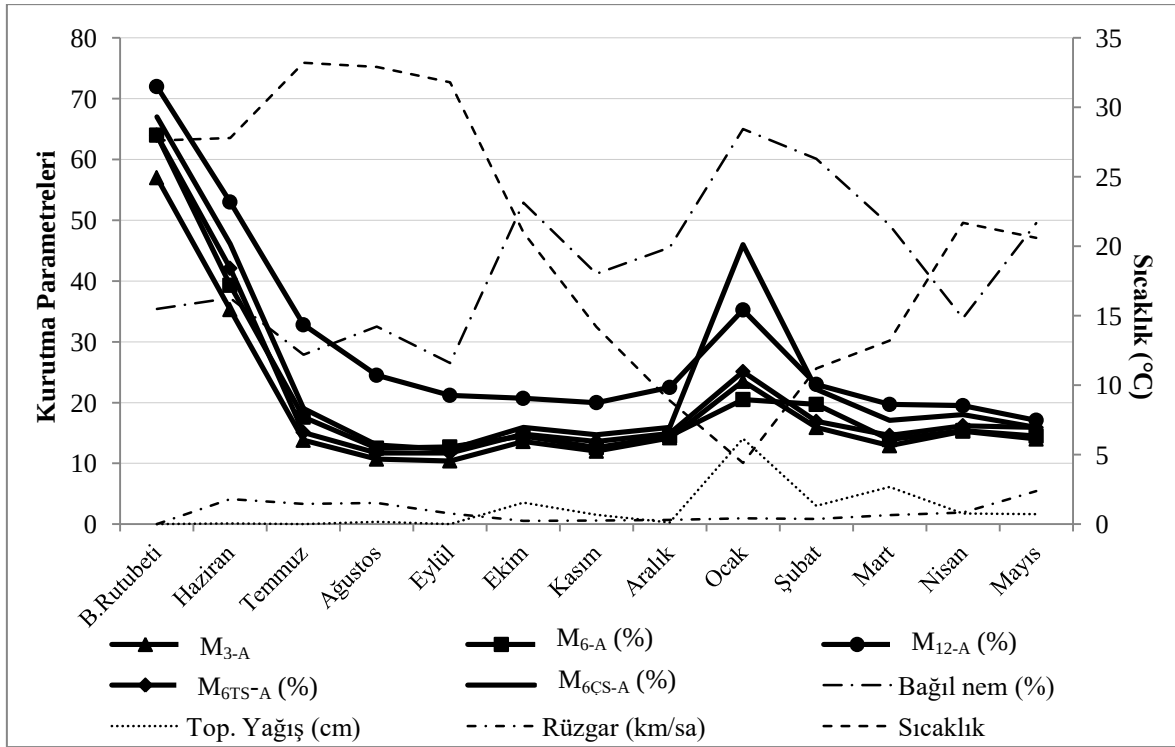
Şekil 4.5. Haziran-Eylül ayları arası 6 cm'lik tek ve çift sulamalı keresteler için kurutma parametrelerinin seyri

Çift sulamalı (ÇS) kerestelerde ise başlangıç rutubeti %67'dir. İlk haftanın sonunda %52' ye gerilemiş, üçüncü hafta ise 1,3 cm olan yağışın etkisiyle rutubet tekrar %59.3'e yükselmiştir. Fakat dördüncü hafta ani ve hızlı bir düşüşle %33 rutubet derecesine inmiştir. Temmuz ayında ise diğer kerestelerde olduğu gibi rutubet miktarında düşüş kademeli olarak devam etmiş ve son hafta %13.9 olmuştur. Ağustos ayının ilk haftası ise hedeflenen sonuç rutubetine (%12) ve ölçülen en düşük değere (%11) ulaşılmıştır.

Şekil 4.5 'teki grafikte yer alan TS ve ÇS kerestelerdeki rutubet gidişine ait 4 aylık veriler karşılaştırıldığında, TS kerestelerin rutubetlerinin ölçülen noktalarda, ÇS kerestelerde ölçülen aynı noktalarda elde edilen değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu farkın sulamadan kaynaklandığı söylenebilir.

4.1.3. Açık alanda kurutulmuş sulamalı ve sulamasız kerestelere ait yıllık rutubet değişimi

Şekil 4.6'da aylara göre sulamasız (M_{3-A} , M_{6-A} , M_{12-A}) ve sulamalı kerestelere (M_{6TS-A} , $M_{6ÇS-A}$) ait ortalama yıllık rutubet değerleri ile kerestelerin kuruma süresine etki eden ortalama sıcaklık, bağıl nem, rüzgar ve toplam yağış miktarları verilmiştir.



Şekil 4.6. Açıktaki kurutulmuş sulamalı ve sulamasız kerestelerin yıllık kurutma parametrelerinin seyri

Şekil 4.6'da yer alan eğriler kıyaslandığında, başlangıçta aylık ortalama sonuç rutubetlerinin küçükten büyüğe doğru M_{3-A}, M_{6-A}, M_{6TS-A}, M_{6ÇS-A} ve M_{12-A} şeklinde sıralandığı görülecektir. Bu sıralama literatür bilgileri ile de örtüşmektedir. Bilindiği gibi, kereste kalınlıkları arttıkça, kerestelerin kuruma hızı yavaşlamakta ve süresi artmaktadır (Ünsal, 2002). Ekim ve Ocak aylarında artan yağışlarla beraber rutubette bir artış olmuş, sonra tekrar düşüş meydana gelmiştir. Ocak ayında ortalama yağışın 14.06 cm olmasıyla birlikte, kerestelerdeki rutubet alışı en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Burada en fazla rutubeti (%46) ÇS kerestelerin aldığı görülmektedir. Bu durumun, M_{6ÇS-A} kerestelerinin istifteki konumlarından ileri geldiği tahmin edilmektedir.

12 aylık süre sonunda 3, 6, 12 cm kalınlıklardaki keresteler, ölçülen son rutubet değerlerine göre %14, 14.5, 17.1 şeklinde sıralanabilir. Şekil 4.2'de yer alan 3 cm kalınlıktaki kerestelerin rutubeti, kurutmaya başlama anından itibaren yaklaşık olarak 1.5 ay sonra (Temmuz ayının üçüncü haftasında) hedeflenen sonuç rutubetine inmiştir. Şekil 4.4'de verilen grafikte verilen 6 cm kalınlıktaki kerestelerde ise kurutmaya başladıktan ancak 2 ay sonra HSR'ne ulaşılabilmiştir.

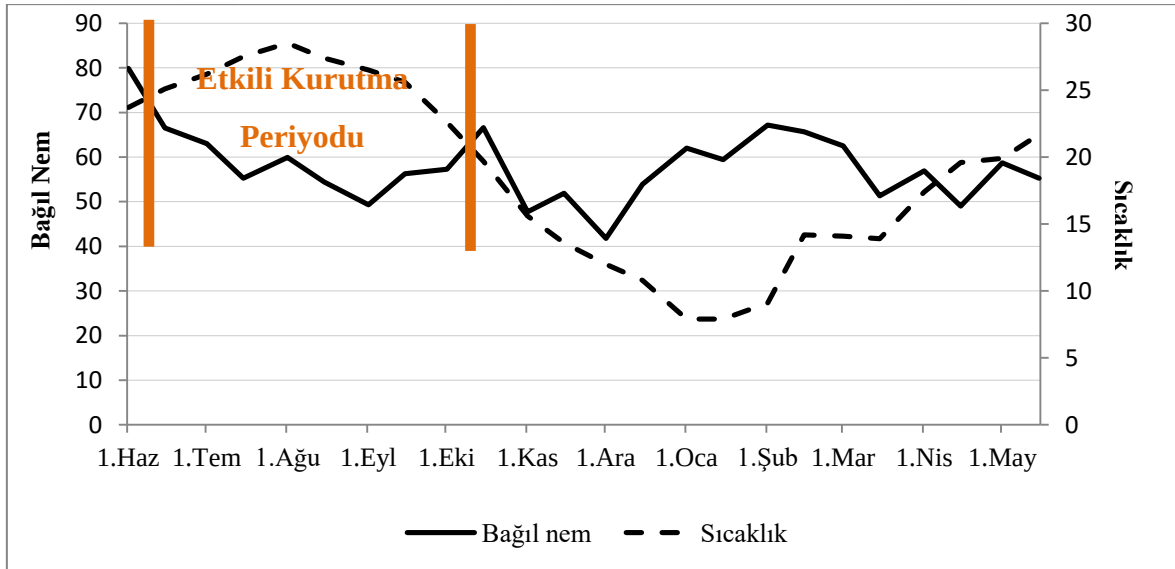
Sulamalı kerestelerin 12 ayın sonunda ulaştıkları ortalama rutubet değeri ise %15.9'dur. Buna karşılık, sulamalı keresteler için Şekil 4.6'dan da anlaşılacağı üzere HSR'ye (%12), TS kerestelerde Temmuz ayının üçüncü haftasında, ÇS kerestelerde

Ağustos ayının ilk haftasında ulaşılmıştır. Sulamalı kerestelerde ölçülen düşük rutubet değerlerinin istifin konumundan dolayı olduğu düşünülebilir. Bu keresteler daha fazla güneş ve hava akımına maruz kalmaktadır. Aynı şekilde, yağışlı aylarda özellikle Ocak ayında yine istifin konumundan dolayı diğer kerestelere oranla çok daha fazla rutubet almıştır.

4.2. Kapalı Alanda Kurutulan Kerestelere Ait Bulgular

4.2.1. Kurutma ortamının sıcaklık-bağıl nem değerleri ve etkili kurutma periyodu

Kapalı ortama yerleştirilen cihazdan alınan sıcaklık ve nem değerlerine ait veriler Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Kapalı ortamda kurutulan kerestelerin kurutulduğu hava koşullarına ait aylık sıcaklık ve bağıl nem değerleri

Kapalı ortama ait maksimum ortalama sıcaklık Ağustos ayında 28.5°C, en düşük sıcaklık ise Ocak ayında 7.9°C olarak kaydedilmiştir. Bağıl nem ise en yüksek %79.9 olarak kerestelerin ilk istifinin yapıldığı anda, en düşük değer ise Aralık ayında %41.8 olarak ölçülmüştür. Şekil 4.7'de gösterilen eğriler, kapalı ortam şartlarında doğal kurutmada en uygun kurutma periyodu, açık alanda kurutmada olduğu gibi, sıcaklığın yüksek, bağıl nemin düşük olduğu yaz döneminde (Haziran-Eylül) olduğunu ortaya koymuştur.

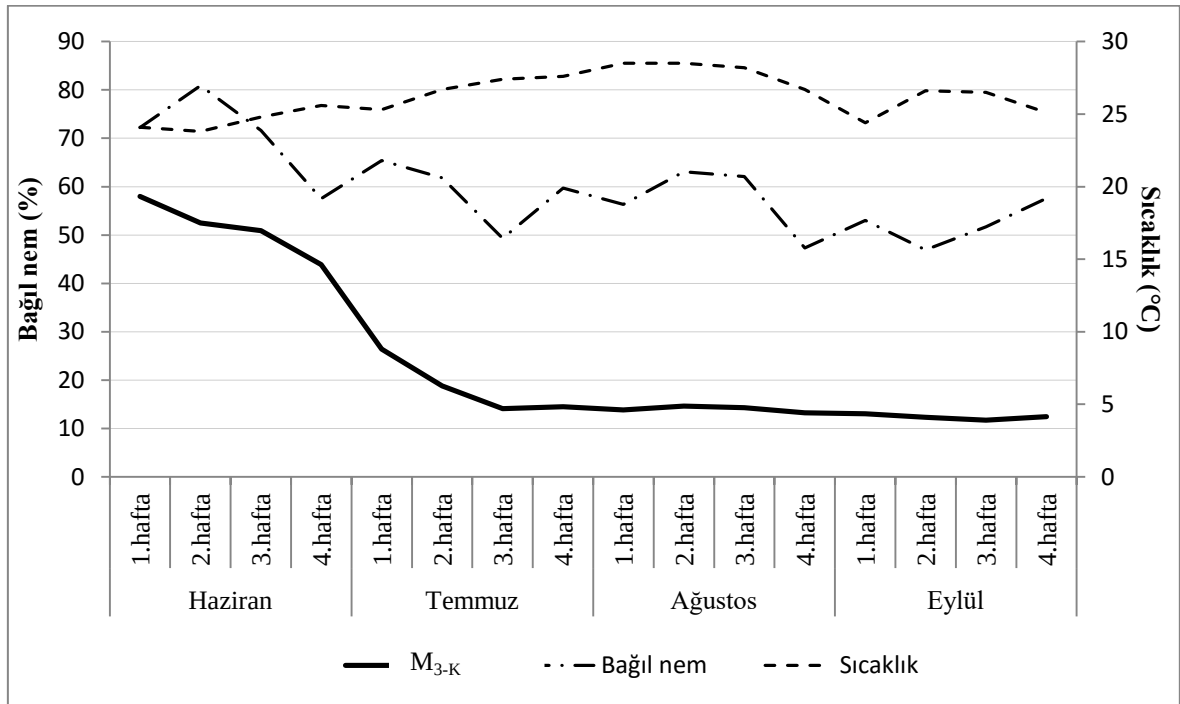
Bu verilere dayanarak, bundan sonra rutubet seyrini gösteren grafiklerde rutubet değerleri, etkili kurutuma periyodu içerisinde “haftalık”, diğer aylarda ise “aylık” bazda verilecektir.

4.2.2. Kapalı alanda kurutulan kerestelere ait Haziran-Eylül arası rutubet dağılımı

Bu bölümde yapılacak olan değerlendirmeler, deneme örnek şemasına (Şekil 3.3) uygun olarak, kalınlıklar ve sulama durumları esas alınarak yapılmıştır.

4.2.2.1. 3 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi

Kapalı alanda istif edilen 3 cm kalınlıktaki kerestelerin Haziran-Eylül arası rutubet (M_{3-K}), sıcaklık ve bağıl nem değerleri Şekil 4.8’de verilmiştir.

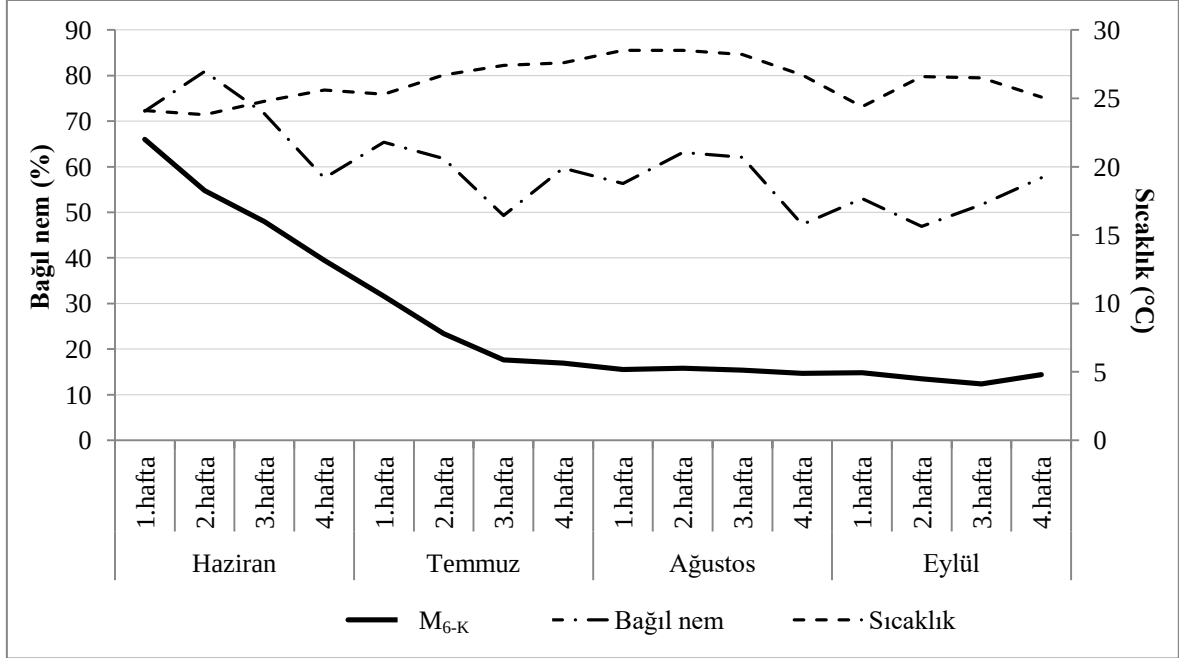


Şekil 4.8. Kapalı ortamda kurutulan 3 cm'lik kerestelere ait etkili kurutma periyodunda kurutma parametrelerinin seyri

Şekil 4.8'deki verilere göre, kapalı alanda kurutulan 3 cm kalınlıktaki kerestelerin başlangıç rutubeti %58 olarak ölçülmüştür. Haziran'ın son haftası %43.9'a düşmüştür. Rutubetteki bu yavaş düşüş, ortamdaki bağıl nemin yüksek oluşu ile açıklanabilir. İlerleyen günlerde sıcaklığın artıp, bağıl nemin giderek azalması ile rutubetteki düşüş de artmaktadır. Buna bağlı olarak, Temmuz'un ilk haftasında %26.4 olarak ölçülen rutubet değeri Ağustos ayının sonunda %13.2'e kadar düşmüştür. Eylül ayının ikinci haftasında ise hedef sonuç rutubetine ulaşmış ve yine aynı ayın üçüncü haftasında ise en düşük rutubet değeri (%11.7) ölçülmüştür.

4.2.2.2. 6 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi

Kapalı alanda istif edilen 6 cm kalınlıktaki kerestelerin etkili kurutma periyodu içerisindeki rutubet (M_{6-K}), sıcaklık ve bağıl nem değerleri Şekil 4.9'da verilmiştir.

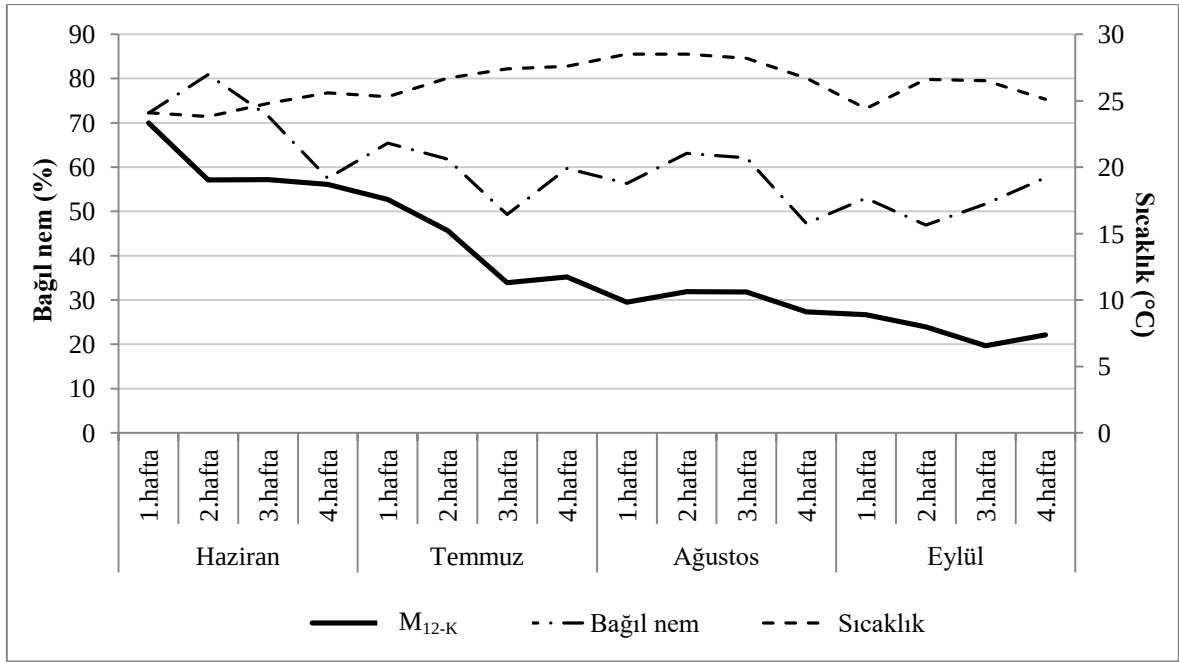


Şekil 4.9. Kapalı ortamda kurutulan 6 cm'lik kerestelere ait etkili kurutma periyodunda kurutma parametrelerinin seyri

Kapalı alanda istif edilen 6 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerin başlangıç rutubeti %66 olarak kaydedilmiştir. Kerestelerin rutubetleri Temmuz ayının üçüncü haftasına kadar kademeli olarak düşüş göstermiş ve %17.6'ya kadar inmiştir. Sonraki haftalarda kuruma yavaşlayarak devam etmiş ve Eylül'ün üçüncü haftasında ise HSR'ne (%12) ulaşmıştır.

4.2.2.3. 12 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi

Şekil 4.10'da kapalı alandaki istif edilen 12 cm kalınlıktaki kerestelere ait Haziran-Eylül arası rutubet (M_{12-K}), sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmiştir.

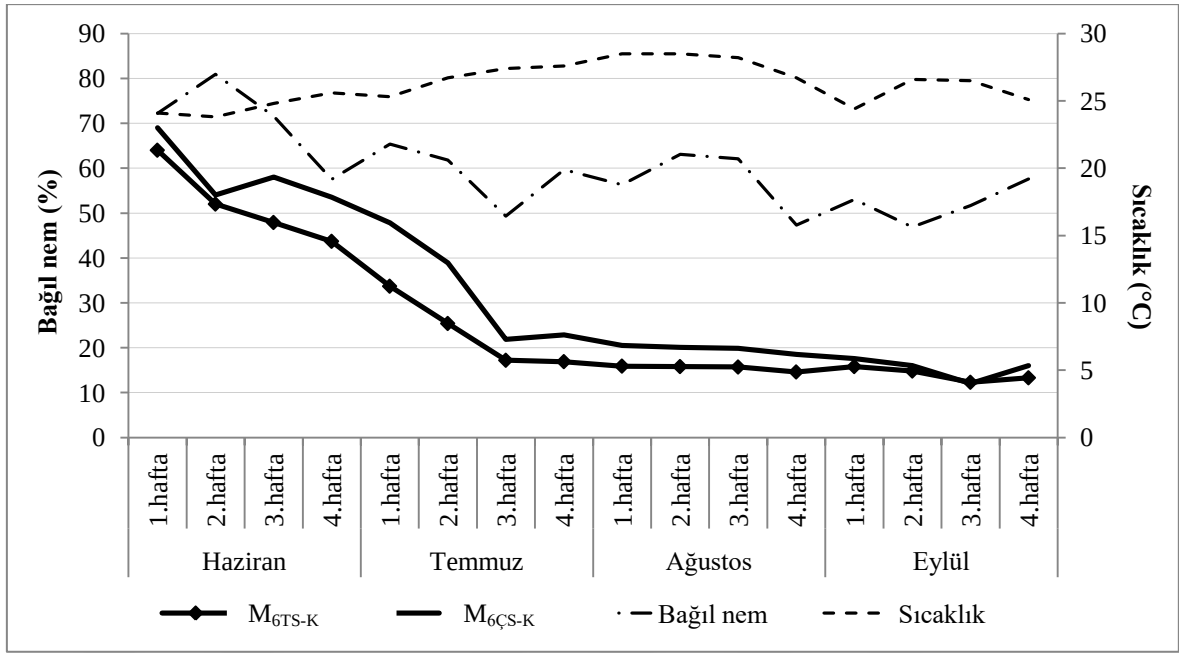


Şekil 4.10. Kapalı ortamda kurutululan 12 cm'lik kerestelere ait etkili kurutma periyodunda kurutma parametrelerinin seyri

12 cm kalınlıktaki kerestelerin başlangıç rutubeti %70'tir. Haziran ayının sonunda rutubet %56.1'e düşmüştür. Temmuz ayının üçüncü haftasına kadar rutubet kaybı hızlı olmuş ve kerestelerin rutubeti Temmuz ayının sonunda %35.2'ye inmiştir. Ağustos ayının ilk haftası rutubet %29.5'e düşmüş, ikinci ve üçüncü haftalarında ise sıcaklığın çok değişmeyip bağıl nemin artmasıyla sırasıyla %31.9 ve %31.8 olmuştur. Eylül ayının üçüncü haftasında ise en düşük rutubet değerine (%19.7) düşmüştür. Şekil 4.10'dan da görüldüğü üzere 12 cm kalınlıktaki kerestelerde HSR'ye ulaşamamıştır.

4.2.2.4. Kapalı ortamda kurutululan 6 cm kalınlıktaki tek ve çift sulamalı kerestelerde Haziran-Eylül ayları arası haftalık rutubet değişimi

Kapalı alanda istif edilen 6 cm kalınlıktaki TS (M_{6TS-K}) ve ÇS (M_{6ÇS-K}) kerestelerin etkili kurutma periyodu içerisindeki rutubet, sıcaklık ve bağıl nem değerleri Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



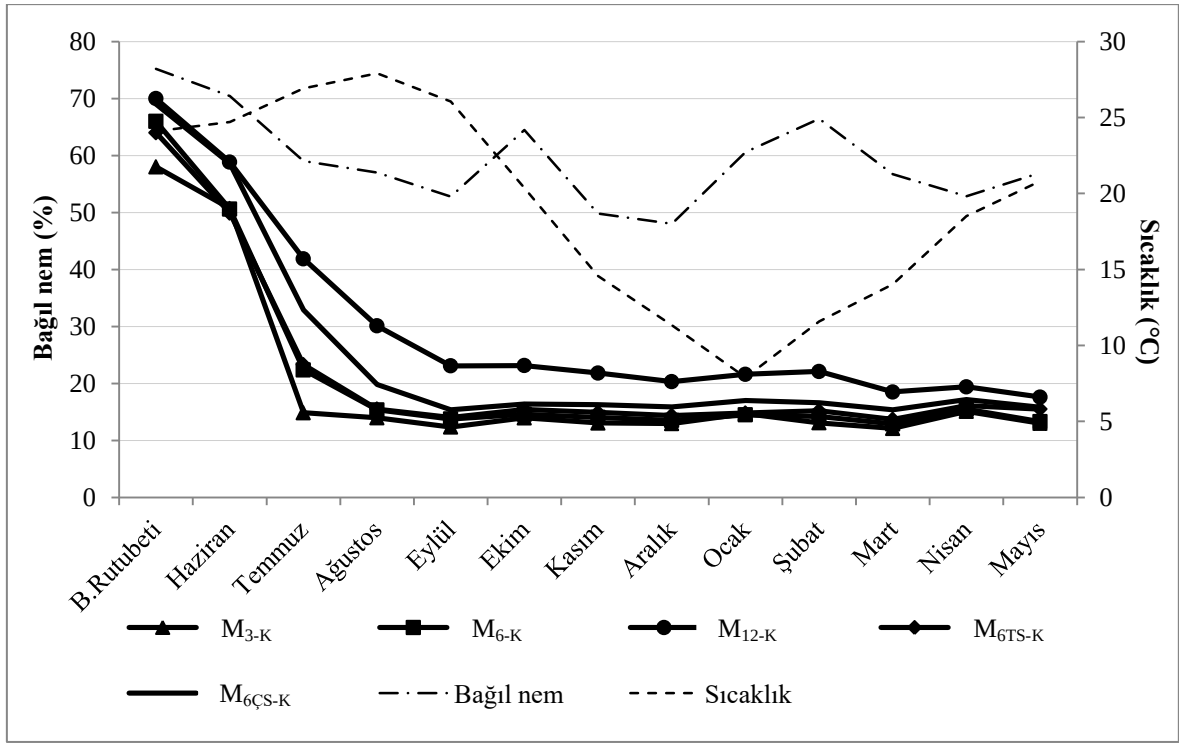
Şekil 4.11. Kapalı alanda kurutululan 6 cm'lik tek ve çift sulamalı keresteler için Haziran-Eylül ayları arası kurutma parametrelerinin seyri

TS kerestelerin başlangıç rutubeti %64 olup Haziran ayının sonunda %43.7'ye düşmüştür. Temmuz ayında rutubet kademeli olarak düşüş göstermiş ve üçüncü haftasında %17.2 olarak ölçülmüştür. Ağustos ayından itibaren belli bir seviyeye ulaşmış ve bağıl nemin en düşük ölçüldüğü (%46.9) Eylül'ün ikinci haftasından sonra Eylül ayının üçüncü haftasında HSR'ne ulaşmıştır.

ÇS kerestelerde ise başlangıç rutubeti ise %69'dur. Sıcaklığın giderek artması ile keresteler Temmuz ayının üçüncü haftasına kadar rutubet kaybetmiş ve %21.9'a inmiştir. Ağustos ayında %20.5 ile %18.5 değerleri arasında seyretmiş ve Eylül ayının üçüncü haftasında HSR'ne ve aynı zamanda kerestelerde ölçülen en düşük rutubet değerine düşmüştür.

4.2.3. Kapalı alanda kurutululan sulamalı ve sulamasız kerestelere ait yıllık rutubet değişimi

Şekil 4.12' de yer alan eğriler kıyaslandığında, başlangıçta aylık ortalama sonuç rutubetlerinin küçükten büyüğe doğru M_{3-K}, M_{6-K}, M_{6TS-K}, M_{6ÇS-K} ve M_{12-K} şeklinde sıralandığı görülecektir. 12 ayın sonunda ise 3, 6, 12 cm kalınlıklardaki kerestelerde ölçülen son rutubet değerleri sırası ile %13, %13.3 ve %17.6 şeklinde sıralanabilir.



Şekil 4.12. Kapalı ortamda kurutulan 3, 6, 12 cm kalınlıktaki kerestelerde yıllık rutubet, sıcaklık ve bağıl nem değerleri

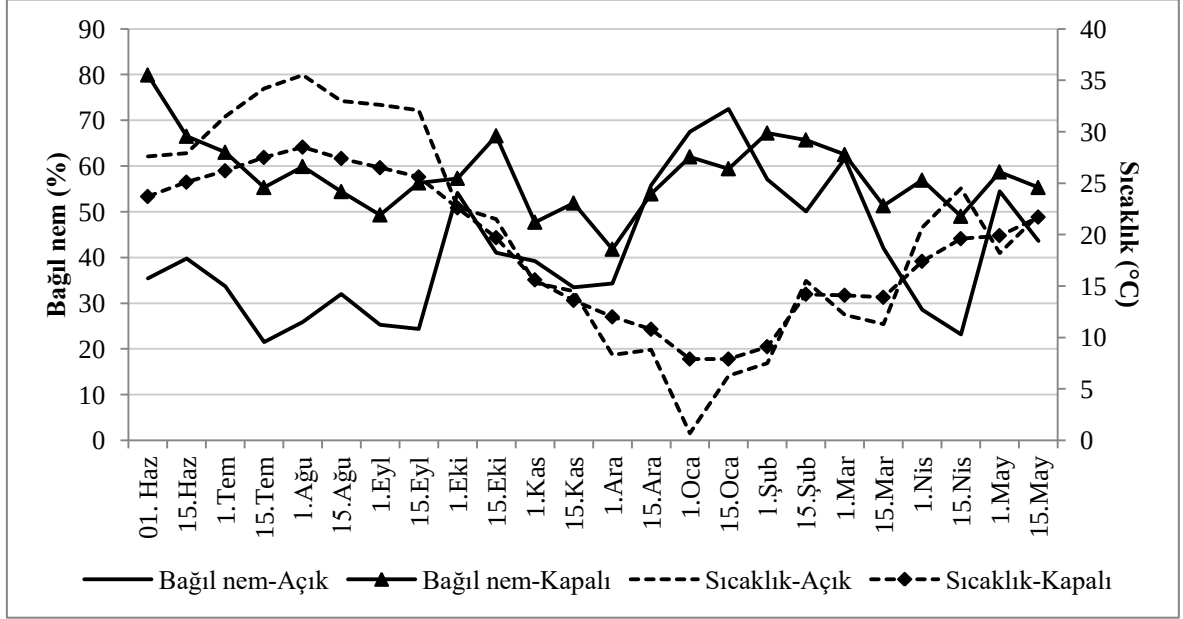
Şekil 4.9 ve 4.10 da verilen değerler göz önüne alındığında, 3 ve 6 cm'lik kerestelerin en düşük değerleri Eylül'ün 3. haftasında %11.7 ve %12.4 olarak ölçülmüştür. Görüldüğü üzere kurutmaya başlandığı andan itibaren ortalama 4 ay gibi bir sürede düşük kalınlıktaki keresteler en düşük rutubet derecelerine gelmiştir. 12 cm kalınlıktaki keresteler ise bir yıl boyunca rutubet kaybetmeye devam etmiş ve son ölçümün yapıldığı Mayıs'ta ancak %17.6'ya kadar düşebilmiştir. Bu veriler ışığında, 12 cm kalınlıktaki kerestelerin etkili kurutma periyodu sonunda ancak %20'lere inebildiği, kurutmanın devam etmesinin ulaşılan sonuç rutubeti üzerinde kayda değer bir değişim yapmadığı Şekil 4.12'deki grafikten görülmektedir.

Sulamalı kerestelerin rutubetleri ise 12 ayın sonunda ortalama olarak %15.7'dir. Buna karşılık, sulamalı keresteler için Şekil 4.11'ten de anlaşılacağı üzere hedeflenen sonuç rutubetine (%12) TS ve ÇS kerestelerde, sulamasız 6 cm kalınlıktaki kerestelerde olduğu gibi Eylül ayının üçüncü haftasında ulaşılmıştır.

Eylül ayından sonra rutubette çok büyük bir değişiklik olmamış, sıcaklık ve bağıl neme bağlı olarak küçük dalgalanmalar meydana gelmiştir.

4.3. Açık ve Kapalı Alanda Kurutulan Kerestelerin İstiflendiği Ortamlara Ait Kurutma Parametrelerinin Karşılaştırılması

Bu bölümde iki farklı ortamda kurutulan kerestelerin rutubet değişimi, deneme örnek şemasına (Şekil 3.3) uygun olarak, kalınlıklar ve sulama durumları esas alınarak yapılmıştır. Ortamların sıcaklık ve bağıl nem değerleri kıyaslama yapmak amacı ile Şekil 4.13'te verilmiştir.



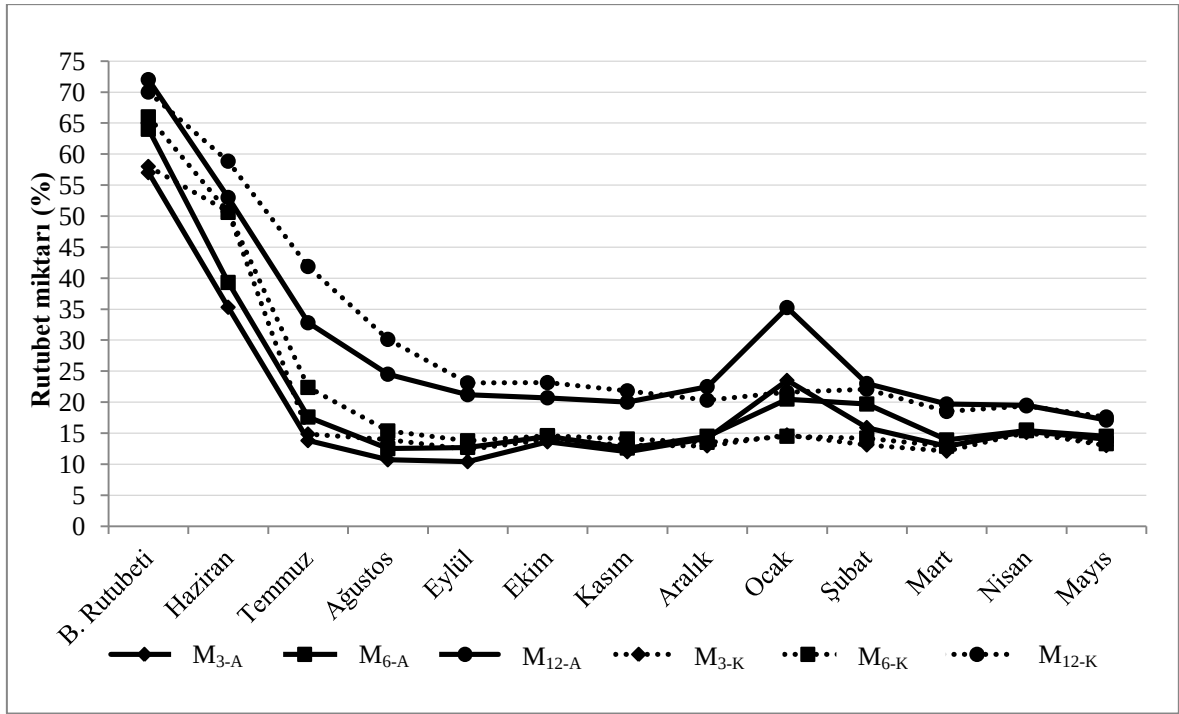
Şekil 4.13. Farklı ortamlardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri

Şekil 4.13' e göre yaz aylarında sıcaklık kapalı alana göre daha yüksek iken, kış aylarında daha düşük değerlere ulaşmıştır. Bağıl nem değerleri ise kapalı alanda, açık hava şartlarına göre genel olarak daha yüksektir. Ayrıca, yaz aylarında kış aylarında ise sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin birbirine yakın olduğu aynı grafikte görülmektedir.

4.3.1. Açık ve kapalı alanda kurutulan sulamasız kerestelerin rutubetlerinin karşılaştırılması

Şekil 4.14'de her iki ortama ait sulamasız kerestelerin rutubet verileri karşılaştırılmıştır.

Şekil 4.14'deki grafik incelendiğinde açık havada kurutulan 3 cm kalınlıktaki keresteler ile kapalı alanda kurutulan 12 cm kalınlıktaki keresteler hariç diğer tüm kerestelerin Eylül ayının üçüncü haftasında en düşük rutubet değerlerine ulaştığı görülmektedir.



Şekil 4.14. Açık havada ve kapalı alanda kurutulan sulamalı kerestelerin rutubetlerinin karşılaştırılması

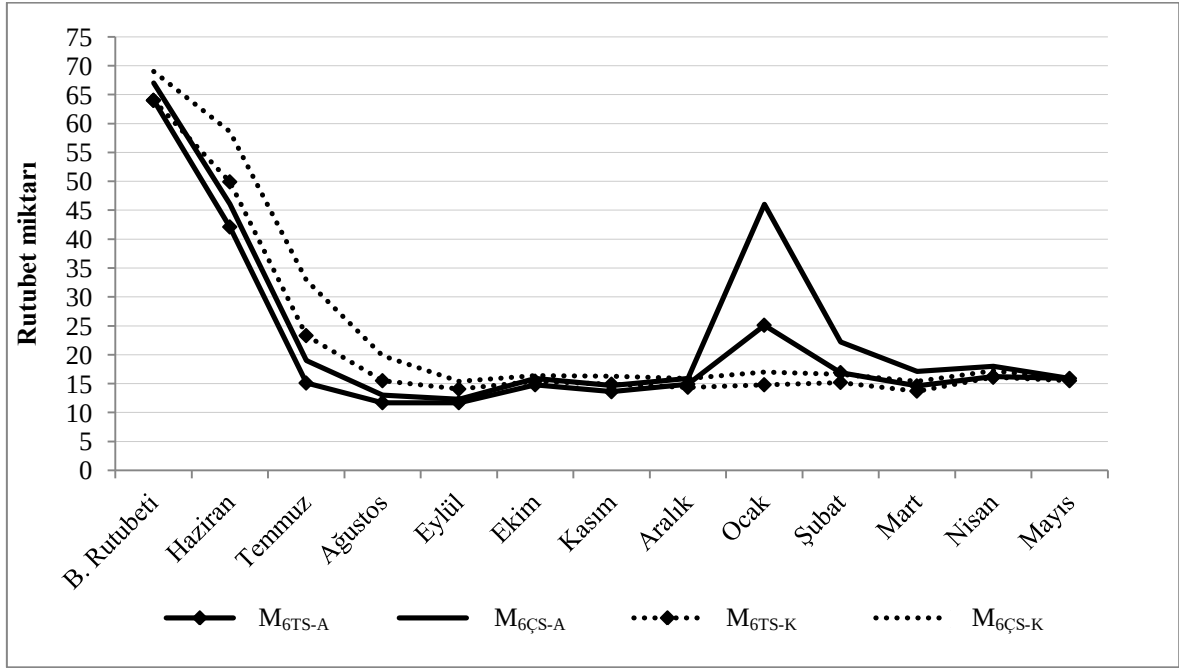
Açık havada kurutulan 3 cm kalınlıktaki keresteler Temmuz ayının üçüncü haftası yani kurutmanın başlangıcından 1.5 ay sonra HSR'ne ulaşırken (%12), kapalı alanda kurutulan 3 cm'lik kerestelerin ise Eylül ayının ikinci haftasında HSR'ne ulaştığı görülmektedir.

6 cm kalınlıktaki keresteler ise açık havada Ağustos ayının ilk haftası yani kurutmanın başlangıcından 2 ay sonra HSR'ne düşerken kapalı alandakiler ise Eylül ayının üçüncü haftasında yani yaklaşık olarak 3.5 ay sonra sonuç rutubetine ulaşmıştır.

Açık havada kurutulan 12 cm kalınlıktaki kerestelerde ise en düşük rutubet değeri Eylül ayının üçüncü haftasında %16.8 ölçülürken, kapalı alanda kurutulanlarda ise bir yılın sonunda %17.6 değeri ölçülmüştür.

Açık ve kapalı alanlarda ölçülen sonuç rutubetlerinde oluşan farklılığın, kurutma faktörlerinden kaynaklandığı aşikardır. Şekil 4.13'den de görüleceği gibi, bağıl nem kapalı alanda daha yüksek, sıcaklığın ise açık havada diğerine göre yaz aylarında daha yüksek, diğer aylarda daha düşük olduğu görülebilir.

4.3.2. Açık ve kapalı alanda kurutulan sulamalı kerestelerin rutubetlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.15. Açık ve kapalı alanda kurutulan sulamalı kerestelerin rutubetlerinin karşılaştırılması

Şekil 4.15 değerlendirildiğinde, açık havada kurutulan kerestelerin, kapalı alanda kurutulanlara göre daha hızlı rutubet kaybettiği gözlenmiştir. Açık havada kurutulan kerestelerin rutubetleri kurutmayı etkileyen dış faktörlere daha çok maruz kaldığından kısmen daha düşüktür. Yine bu faktörlerin etkisiyle rutubetlerinde ani değişimlerin meydana geldiği aylar yaşanmıştır. Ocak ayında meydana gelen 14.06 cm toplam yağış seviyesinde keresteler hızlı bir şekilde rutubet almıştır. Çift sulamalı kerestelerinde bu durum açıkça görülebilir.

Açık havada kurutulan tek sulamalı keresteler ortalama 1.5 ay sonra HSR'ne ulaşırken, kapalı alanda kurutulanlar 3.5 ay sonra ulaşabilmiştir. Çift sulamalı kerestelerde rutubeti ise açık alanda 2 ay sonra HSR değerine inmiş iken kapalı alandakiler 3.5 ay sonra %12'ye inebilmiştir.

4.4. Sonuç Kalite Kontrolü

Kurutma tamamlandıktan sonra sonuç kalite değerlendirmeleri, EDG'de yer alan esaslar doğrultusunda aşağıdaki kriterler dikkate alınarak yapılmıştır:

1. Hedef sonuç rutubeti ile ortalama rutubet arasındaki maksimum sapma

2. Hedef sonuç rutubeti ile münferit rutubet ölçümleri arasındaki maksimum sapma
3. Kollaps (Hücre çökmesi)
4. Çatlaklar
 - a. Yüzey çatlakları
 - b. İç çatlakları
 - c. Uç çatlakları
5. Öz çatlaklar ve şekil değişimleri

Sonuç kalite kontrollerinin yapılmasında, rutubet ölçümleri dışında kalan değerlendirmelerde kapalı alanda kurutulan tek ve çift sulamalı kerestelerin yetersiz kalmasında dolayı, bu keresteler dikkate alınmamıştır.

4.4.1. Ortalama rutubet değerlerinden maksimum sapma miktarları

Bu başlık altında yapılan değerlendirmeler, EDG’de yer alan kalite sınıfları baz alınarak yapılmıştır.

4.4.1.1. Hedeflenen sonuç rutubetinde maksimum sapma miktarları

Kurutulan tüm keresteler için hedef sonuç rutubeti %12’dir. Çizelge 3.3’te verilen değer aralıkları dikkate alındığında, S (normal) kalite sınıfı için rutubet aralığı 8.4-15.6, Q (Kaliteli) sınıfı için 9.6-14.4 ve E (Ekstra) sınıf için 10.8-13.2 değerleri hesaplanmıştır.

Hedeflenen sonuç rutubetine (%12), 12 cm kalınlıktaki keresteler hariç diğer tüm keresteler ulaşmıştır. M_{3-A} , M_{6-A} , M_{6TS-A} , M_{6CS-A} , M_{3-K} , M_{6-K} , M_{TS-K} ve M_{CS-K} ’nın sonuç rutubetleri göz önüne alındığında hepsinin E (Ekstra) kalite sınıfına girdiği görülmektedir.

4.4.1.2. Kurutma bitimindeki rutubetin, hedef sonuç rutubetinden maksimum sapma miktarları

Çizelge 4.1’de kerestelerin sonuç rutubetine göre yer aldıkları kalite sınıfları görülmektedir.

Çizelge 4.1. Kerestelerin hedef sonuç rutubetine göre ortalama rutubete göre ölçülen kalite sınıfları

Ortam	Kalınlık (cm)	Numune sayısı	S (Normal)	Q (Kaliteli)	E (Extra)
Açık havada	3	15	-	7	8
	6	20	2	2	16
	12	20	9	3	1
Kapalı alanda	3	15	-	1	14
	6	20	11	8	-
	12	20	-	-	-

Çizelge 4.1'e göre, açık havada kurutulan kerestelerden 3 cm kalınlığa sahip olanların %53'ü E kalite, %47' si Q kalite sınıfına girmektedir. 6 cm'liklerin ise %80'i E kalite, %10'u Q, geri kalanı ise S kalite sınıfına dahil olmuştur. 12 cm kalınlıklardakilerde %5'i E kalite, %15'i Q, %45'i S kalite sınıfına girerken %35'i herhangi bir kalite sınıfına girememiştir.

TS kerestelerin %89'u E kalite, %11'i Q kalite sınıfına dahil olurken, ÇS kerestelerin ise %71'i E sınıfı, %24'ü Q kalite, %5'i ise S kalite sınıfına girmektedir.

Kapalı alanda kurutulan kerestelerden ise 3 cm kalınlıktakilerin %93'ü E kalite, %7'si Q kalite sınıfındadır. 6 cm kalınlıktakilerden ise %40'ı Q kalite, %60'ı S kalite sınıfına dahil olurken, 12 cm kalınlıktakilerin tamamı hiçbir kalite sınıfına girememiştir.

Kapalı alanda kurutulan 3 cm kalınlıktaki keresteler, açık havada kurutulanlara göre %40 daha fazla E kalite sınıfına sahiptir. Buradan da anlaşılabileceği üzere en ince kalınlığa sahip keresteler kapalı alanda daha kaliteli kurumuştur. 6 cm kalınlıktakilerde, kapalı alanda kurutulanlarda hiç E kalite sınıfı kereste bulunmamaktadır. 12 cm kalınlıklarda ise kapalı alanda ulaşılan HSR kalite bazında herhangi bir sınıfa girememiştir. Bu veriler doğrultusunda kalınlık arttıkça açık havada kurutmanın rutubet bakımından daha iyi sonuç verdiği söylenebilir.

4.4.2. Hedef sonuç rutubeti ile münferit rutubet ölçümleri arasındaki maksimum sapma

Münferit rutubet ölçümleri kerestelerin tamamı üzerinde yapılarak, kereste enine kesitlerinden 30 cm içeriden alınan kereste deney numunelerinin kalınlıklarının 1/2 ve 1/6'sından yapılan ölçümlerin farkları ($M_{1/2}-M_{1/6}$), hedef sonuç rutubetine (%12) göre Çizelge 3.3'te belirtilen sınırlar dikkate alınarak yapılmıştır. Rutubet farkı, S kalite sınıfı için %4.8, Q sınıfı için %3.6 ve E sınıfı için %2.4 olarak belirlenmiştir. Burada 12 cm kalınlıktaki keresteler EDG (1994)'deki esaslara uyularak dikkate alınmamıştır. Münferit

rutubet ölçümlerine göre 12 cm dışında kalan diğer tüm kalınlıklardaki sulamalı ve sulamasız keresteler, E sınıfı kalite grubuna dahil olmuştur. Allegretti et al. (2000), *Eucalyptus trabutii* ve *Eucalyptus grandis* üzerinde yaptıkları çalışmada kurutmanın sonunda, odunun kalitesi EDG'ye göre sınıflandırmış ve rutubet meyli E kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir.

4.4.3. Kollaps (hücre çökmesi) oluşumu

Kollaps oluşumu kereste enine kesitlerindeki en büyük kalınlık ile en küçük kalınlığın farkı alınarak belirlenir. Bu sınıflandırmaya 12 cm kalınlıktaki keresteler çok fazla yüzey ve uç çatlağına sahip olduğu için dahil edilmemiştir.

Çizelge 3.4'de verilen kriterlere göre değerlendirilen kollaps oluşumu, Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Kerestelerde kollaps oluşum oranları

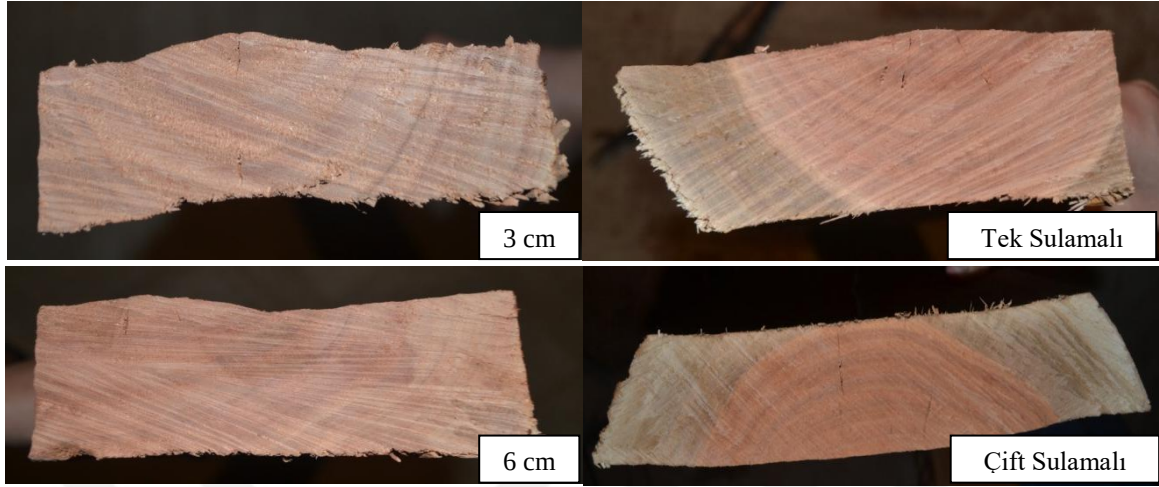
Ortam	Kalınlık (cm)	Numune sayısı	Şiddetli (%)	Orta (%)	Düşük (%)
Açık havada	3	15	26	-	74
	6	20	25	15	60
Kapalı alanda	3	15	13	33	54
	6	20	35	25	40

Çizelge 4.2'deki verilere göre, açık alanda kurutulan 3 cm kalınlıktaki kerestelerin %74'ü, kapalı alanda kurutulanların ise %54'ü "düşük" oranda kollaps oluşumu göstermiştir. Orta ve düşük sınıflardaki kollaps oluşumları dikkate alındığında kapalı alanda kurutmada kollaps oluşumunun daha az olduğu söylenebilir.

6 cm kalınlıktaki kerestelerde ise kapalı ortamda kurutulan kerestelerde "şiddetli" oranda kollaps oluşumu daha fazladır.

Açık havada kurutulan tek sulamalı kerestelerin ise %70'i düşük, %15'i şiddetli kollaps oluşumuna sahiptir. Çift sulamalı kerestelerin ise %75'i düşük, %5'i şiddetli kollaps içermektedir. Buradan da anlaşılabileceği üzere, sulamalı keresteler ile sulamasız 6 cm kalınlıktaki keresteler karşılaştırıldığında, sulamalı kerestelerde kollaps oluşumunun daha az olduğu görülmektedir. Çift sulamalı kerestelerde en az seviyede hücre çökmesi oluşmuştur. Bu durum, sulamalı kerestelerin daha yavaş ve uzun sürede kuruması, dolayısıyla şiddetli iç gerilmelere daha az maruz kalması ile açıklanabilir.

Şekil 4.16'da verilen bazı kerestelerde meydana gelen kollaps oluşumları görülmektedir.



Şekil 4.16. Kollaps oluşumu gözlenen bazı keresteler

4.4.4. Yüzey çatlakları

Yüzey çatlakları her bir kerestenin bütün yüzeylerinde ölçülmüştür. Yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kerestelerde meydana gelen yüzey çatlaklarının değerlendirilmesi

<u>Ortam</u>	<u>Kalınlık (cm)</u>	<u>Numune sayısı</u>	<u>Siddetli (%)</u>	<u>Orta (%)</u>	<u>Düşük(%)</u>
Açık havada	3	15	13	6	81
	6	20	15	-	85
	12	20	50	30	20
Kapalı alanda	3	15	13	-	87
	6	20	30	15	55
	12	20	75	10	15

Yüzey çatlaklarının ölçümünde bütün kerestelerin yüzeyleri tek tek incelenmiştir. Yüzey çatlağı olmayan keresteler "düşük" sınıfına alınmıştır. En fazla yüzey çatlakları, kapalı alanda kurutulan 12 cm kalınlıktaki kerestelerde, en az yüzey çatlağı ise yine kapalı alanda kurutulan 3 cm'lik kerestelerde ölçülmüştür. 6 cm'lik sulamasız keresteler değerlendirildiğinde ise açık havada kurutulanlarda daha iyi sonuç alınmıştır.

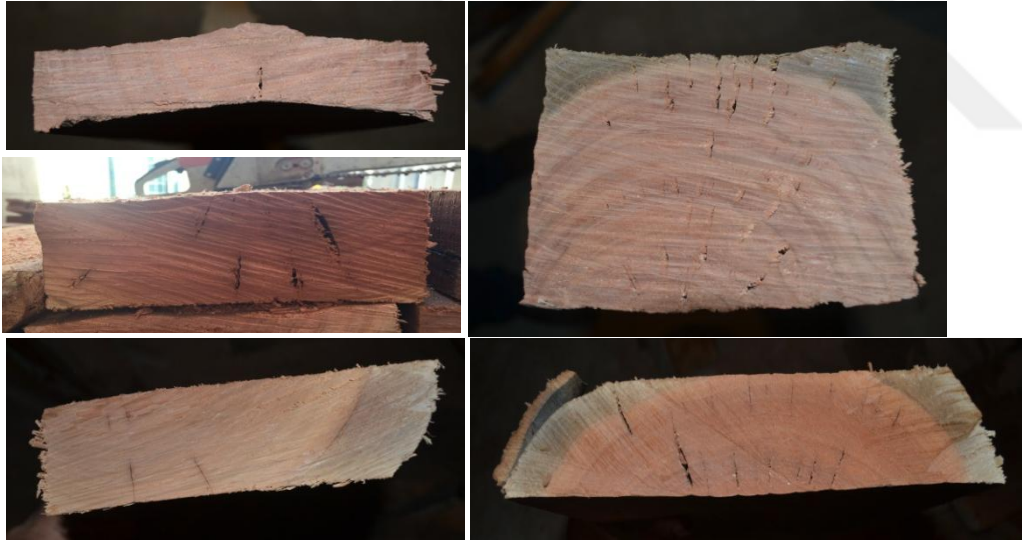
4.4.5. İç çatlakları

Kerestelerde meydana gelen iç çatlakların tespiti, kerestelerin iki ucundan 30 cm kesilerek enine kesitlerde gözlenmiştir. Çizelge 4.4'te kerestelerde meydana gelen iç çatlakların yüzdesi görülmektedir.

Çizelge 4.4. Kerestelerde meydana gelen iç çatlak oluşum yüzdeleri

<u>Ortam</u>	<u>Kalınlık</u>	<u>Numune sayısı</u>	<u>İç çatlak gözlenen örnek sayısı</u>	<u>Siddetli(%)</u>
Açık havada	3 cm	15	2	13
	6 cm	20	6	30
	12 cm	20	9	45
Kapalı alanda	3 cm	15	-	0
	6 cm	20	5	25
	12 cm	20	17	85

EDG toleranslarına göre kereste partisinin %10'undan fazlasında iç çatlak görüldüğü takdirde sınıflandırmada 'şiddetli' adlandırılmaktadır. Buna göre Çizelge 4.3, EDG kriterlerinin yer aldığı Çizelge 3.4'e göre değerlendirildiğinde kapalı alanda kurutulan 3 cm'lik keresteler dışında kalan bütün kereste kalınlıklarında "şiddetli" oranda iç çatlak oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.17). Kapalı alanda kurutulan 3 cm kalınlıktaki kerestelerde ise iç çatlak bulunmamaktadır. Kerestelerin tamamı ortalama rutubet miktarlarına göre kıyaslandığında, kapalı alandaki 3 cm'lik kerestelerin daha kaliteli kuruduğu görülmüştür.



Şekil 4.17. Farklı kalınlıklardaki kerestelerde iç çatlaklar

4.4.6. Uç çatlakları

Uç çatlakların uzunluğu, kerestenin enine kesitlerinde görülen çatlakların boyları ölçülerek tespit edilmiştir. Çizelge 3.4'te verilen, EDG toleranslarına göre kereste partisinin %10'undan fazlası 50 mm'den daha az çatlak içeriyorsa 'düşük', 50-200 mm arasında ise 'orta' ve 200 mm'den fazla ise 'şiddetli' olarak adlandırılmaktadır.

Uç çatlakların uzunluk oranları en az kapalı alanda kurutulan 3 cm'lik kerestelerde ölçülmüş ve bu keresteler uç çatlağı uzunluğuna göre "düşük" kalite sınıfa girmiştir. Geriye kalanların tamamı ise 'orta' sınıfına dahil olmuştur.

4.4.7. Öz çatlakları ve şekil değişimleri

Öz çatlakları ve şekil değişimleri gözle teşhis edilmiştir. 12 cm'lik kerestelerde açık havada kurutulan kerestelerin %50'sinde, kapalı alanda kurutulanların ise %45'inde öz çatlağına rastlanmıştır. Şekil 4.18'de enine kesitlerde meydana gelen öz çatlaklara ait görseller yer almaktadır.



Şekil 4.18. Öz çatlağı meydana gelen bazı kereste örnekleri

Kapalı alanda kurutulan 3 cm kalınlıktaki kerestelerin birinde kılıcına eğilme (Şekil 4.19.a), açık havada kurutulan 3 cm kalınlıktaki kerestelerin birinde ise oluklaşma (Şekil 4.19.b) meydana gelmiştir. Her iki kereste de istifin üst katlarında, ahşap ağırlıkların hemen altında bulunmaktadır. Ayrıca açık havada kurutulan keresteler, kapalı alanda kurutulanlara göre daha koyu renktedir.



Şekil 4.19. Kılıcına eğilme (a), oluklaşma (b)

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Kerestelerin kurutulmasına, yaz periyodunda yılın en sıcak aylarından biri olan Haziran ayında başlatılmıştır. Toplam bir yıl süren çalışma Kahramanmaraş ili iklim koşullarında gerçekleştirilmiştir. Yıl içerisinde en yüksek sıcaklık ortalaması Temmuz ayında 33.2°C, en düşük sıcaklık ortalaması ise Ocak ayında 4.4°C olarak ölçülmüştür. Sıcaklığın en düşük olduğu Ocak ayında en yüksek bağıl nem değeri %65, en düşük bağıl nem değeri ise yine sıcaklığın en yüksek olduğu Temmuz ayında %27.9 olarak kaydedilmiştir. Açık havada kurutulan keresteler, kurutmanın başlangıcından 1.5 ay sonra 3 cm kalınlıktaki keresteler ile tek sulamalı keresteler, 2 ay sonra 6 cm kalınlıktakiler ile yine 6 cm kalınlıkta olan çift sulamalı keresteler hedef sonuç rutubetine kadar kurumuştur. Bu sonuçlara göre kerestelerin kabuklarının soyulmasının rutubet üzerinde çok büyük bir etkisi olmadığı söylenebilir. 3 ve 6 cm kalınlıklardaki kerestelerin hızlı rutubet kaybetmiş olması, kurutmanın şiddetli koşullar altında başladığını göstermiştir. 12 cm kalınlıktaki keresteler ise 3.5 ay sonra ancak %16.8 rutubete değerine inmiştir.

Kapalı alanda kurutulan kerestelerden 12 cm kalınlıktakiler hariç diğerleri ise kurutma başlangıcından yaklaşık 3.5 ay sonra hedef sonuç rutubetine kadar kurumuştur. 12 cm kalınlıktaki keresteler ise kurutmanın sonlandırıldığı anda %17.6'ya inebilmiştir.

Açık havada kurutulan sulamalı kerestelerin ise Eylül ayı içerisinde rutubet miktarları sulamasız 6 cm kalınlıktaki kerestelerden daha düşük çıkmıştır. Bu farklılığın istiflerin konumlarından kaynaklandığı düşünülebilir.

Kurutma kalitesinin belirlenmesi için yapılan ölçümlere göre ortalama rutubet miktarları dikkate alındığında kapalı alanda kurutulan 3 cm kalınlıktaki kerestelerin %93'ü E kalite sınıfında iken, açık alanda kurutulan 3 cm kalınlıktaki kerestelerin %53'ü E kalite sınıfına girebilmektedir. 6 cm kalınlıklar kıyaslandığında ise açık havada kurutulanların kalitesinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. 12 cm'liklerde ise açık havada kurutulanların %80'i S (standart) kalite sınıfına girerken, kapalı alandakilerin tamamı hiçbir kalite sınıfına girememiştir.

Kurutma kalitesi rutubet meyli bakımında değerlendirildiğinde ise 12 cm kalınlıktaki keresteler hariç geriye kalan kerestelerin E (extra) kalite sınıfına girdiği gözlenmiştir.

Kurutmayı etkileyen diğer kalite kriterlerinden olan kollaps en düşük oranda kapalı alanda kurutulan 3 cm kalınlıktaki kerestelerde gözlenmiştir. Çift sulamalı kerestelerde %75, TS kerestelerde ise %70 düşük oranda kollaps olduğu görülmüştür. 6 cm kalınlıktaki sulamasız kerestelerle, sulamalıları kıyaslandığında, sulamalı kerestelerde daha az kollaps olduğu anlaşılmıştır.

Yüzey çatlakları ise en az 3 cm kalınlıktaki kerestelerde meydana gelirken en fazla kapalı alanda kurutulan 12 cm kalınlıktaki kerestelerde meydana gelmiştir. Kalınlık arttıkça yüzey çatlaklarının derinliği de artmıştır.

İç çatlaklar en fazla kapalı alanda kurutulan 12 cm kalınlıktaki kerestelerde ölçülmüş, bunu açık havada kurutulan sulamalı keresteler takip etmiştir. Kapalı alanda kurutulan 3 cm kalınlıktaki kerestelerde hiç yüzey çatlağı meydana gelmezken, açık havada kurutulan 3 cm'liklerin %13'ünde iç çatlak oluşmuştur.

Uç çatlakları da en az kapalı alanda kurutulan 3 cm kalınlıktaki kerestelerde gözlenmiştir.

Sonuç olarak, kereste kalınlığının kuruma hızı ve kalitesi üzerine belirgin bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Kalın keresteler daha yavaş kurumasına karşın, daha fazla kurutma kusuruna sahiptir. Sonuçların değerlendirilmesi ile etkili kurutma periyodunda (Haziran-Eylül) yapılan doğal kurutmada, kurutma süresinin kısa olmasına karşın, kurutma kalitesinin kötü olduğu kanaatine ulaşılmıştır. Bu sonuç, kurutmaya bahar aylarında başlanması ile daha iyi sonuçlar alınabileceğini göstermektedir. Ayrıca daha düşük kereste kalınlıklarında daha iyi sonuçlar alınabileceği düşünülmektedir.

Günümüzde, doğal kurutma kuruma süresinin uzun olmasından dolayı pek tercih edilmemektedir. Fakat teknik kurutma öncesi bir ön kurutma olarak yapılması halinde teknik kurutmada maliyet açısından daha olumlu sonuçlar alınması mümkündür.

Doğal kurutma üzerine, ileride yapılacak daha kapsamlı çalışmalar ile çeşitli bölgeler içinde en uygun kurutmaya başlama zamanı, en uygun kalınlık ve iklim şartları tespit edilmesi ile teknik kurutma da birim maliyet düşürülebilir.

KAYNAKLAR

- Allegretti, O., Canitano, G., Marconi, S., Negri, M., Travan, L. 2000. Eucalyptus Drying Process: Qualitative Comparison of Different Clones Cultivated in Italy, Proceedings of the International Conference *Eucalyptus in the Mediterranean basin: Perspectives and New Utilization*. October 15-19, 2000 Taormina-Italy.
- Ananias, A.R., Sepulveda-Villarreal, V., Perez-Pena, N., Leandro-Zuniga, L., Salvo-Sepulveda, L., Salinas-Lira, C., Cloutier, A. and Elustondo D.M. 2014. Collapse of Eucalyptus Nitens Wood After Drying Depending on the Radial Location within the Stem, *Drying Technology*, 32:1699-1705.
- Arslan, S., Demetçi, E., Sözen, R. 1994. Eucalyptus Camaldulensis Dehn. Odununun Bazı Anatomik, Kimyasal ve Teknolojik Özelliklerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar. Proje no: TOAG-874, TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Ankara.
- Ayata, Ü. 2008. Okaliptüs (Eucalyptus Camaldulensis ve Eucalyptus Grandis)'ün Odun Özellikleri ve Kağıt Endüstrisinde Kullanımının Araştırılması, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Aytekin, A. 1997. Kereste kurutma fırınları için kurutma programlarının bilgisayarla hazırlanması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Basri, E., Yuniarti, K., Wahyudi, I., Saefudin, Damayanti, R. 2015. Effects of Girdling on Wood Properties and Drying Characteristics of *Acacia Mangium*, *Journal of Tropical Forest Science*, 27(4): 498-505.
- Baytop, T. 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi, Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitabevleri, II. Baskı ISBN: 975-420-021- 1. İstanbul, 480s.
- Bektaş, İ. 1997. Kızılçam (Pinus Brutia Ten.) Odununun Teknolojik Özellikleri ve Yörelere Göre Değişimi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bektaş, İ., Tutuş, A., Ayata, Ü. 2008. Eucalyptus Grandis ve Eucalyptus Camaldulensis Odunlarının Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi ve Başlıca Kullanım Alanları. I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu, 15-17 Nisan, Tarsus, ss: 314-323.
- Berkel, A. 1978. Kerestenin Doğal ve Hızlandırılmış Doğal Kurutulması Tekniği, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 2488, Orman Fakültesi, Yayın No: 266, İstanbul.
- Bousquet, D. 2000. Lumber Drying: An Overview of Current Processes, Extension Forest Resources Specialist University of Vermont Extension and School of Natural Resources, pp:1-8
- Bown, H.E., Lasserre J. 2015. An Air-Drying Model for Piled Logs of *Eucalyptus Globulus* and *Eucalyptus Nitens* in Chile, *New Zealand Journal of Forestry Science* 45:17.

- Bozkurt, A.Y., Göker, Y. 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 436, 2. Baskı, İstanbul.
- Davis, P. H. 1972. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Edinburgh University Press Volume: 4, page 173.
- Doğanlar, M. 2007. Türkiye’de Okaliptüs Ağaçlarında Saptanan Zararlı Hymenopter’ler, Tanımları, Zarar Şekilleri, Biyolojileri, Ekonomik Önlemleri ve Mücadele Yöntemleri. Proceeding of International Symposium, Bottlenecks, Solution, and Priorities in the Context of Function of Forest Resources, The 150th Anniversary of Forestry Education in Turkey, October 17-19, 2007, İstanbul. pp. 635-645.
- EDG 1994. Assesment of Drying Quality of Timber, European Drying Group.
- Gülbaba, G. 1990. Okaliptüs Yapraklarından Elde Edilen Eterik Yağlar, Kullanım Yerleri ve Yaprak İşletmeciliği. Türkiye’de Okaliptüs yetiştiriciliğinin 50. Yılı, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi. 1:51-64.
- Kantay, R. 1969. Parkelik Ağaç Malzemenin Kurutulması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B 19(3):53-69.
- Kantay, R. 1977. Kereste Kurutmada Bazı Temel Koşullar, Kurutma Kusurları ve Önleme Çareleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B 27(2):86-123.
- Kantay, R., Bozkurt, A. Y. 1979. Biçilmiş Ağaç Malzemenin Kurutulmasında Kullanılan Kurutma Metodlarının Isı Ekonomisi Bakımından İncelenmesi, Isı Bilim ve Tekniği II. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, ss:235-253 İstanbul.
- Kantay, R. 1985a. Çam ve Gökmar Kerestesi ile Yapılan Bir Doğal Kurutma Denemesi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B 35(2):40-51.
- Kantay, R. 1985b. Kereste Kurutma Programlarının Hazırlanmasına İlişkin Temel Esaslar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:35 Sayı:1
- Kantay, R. 1993. Kereste Kurutma ve Buharlama, Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı No:6, İstanbul.
- Kantay, R. 2004. Kayın Kerestesinin Doğal Kurutulması Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A 54(2):1-23.
- Kollmann, F. 1955. Technologie des Holzes und der Holzwerk Stoffe, Zeiter Band. Springer Verlag/Berlin.
- Korkut, S., Korkut, D. S., Bekar, İ. 2008. Okaliptüs (*Eucalyptus Camaldulensis* Dehn.) Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Isıl İşlemin Etkisi. I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu, 15-17 Nisan, Tarsus, ss:209-214.
- Kurtoğlu, A. 1984. Hava Kurusu Odunda Rutubet Değişimleri ve Türkiye’de Doğunun Muhtemel Denge Rutubeti Miktarlarının Dağılımı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3202, O.F. Yayın No: 362, İstanbul.

- Mugabi, P., Rypstra, T., Vermaas, H.F., Nel, D.G. 2010. Correlation Between Drying Defects, Their Parameters and Moisture Gradient in Kiln-Dried, South African Grown *Eucalyptus Grandis* Poles, *Maderas Ciencia Y Tecnologia*, 12(3):199-208.
- Örs, Y. 1986. Kurutma ve Buharlama Tekniği, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Ders Notlar Serisi, No:15, Trabzon.
- Örs, Y., Keskin, H. 2008. Ağaç Malzeme Teknolojisi, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Özalp, M., Ordu, M. 2010. Kereste Kurutmada Kullanılan Enerji Kaynağının Maliyete Etkileri, *Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* Sayı 22, ss:99-108.
- Pratt, G. H. 1974. Timber Drying Manual, Building Research Establishment, London.
- Saatçioğlu, G., Malyer, H. 2009. Okalıptüs (*Eucalyptus* L.), *Uludağ Arıcılık Dergisi* Şubat, 16-18.
- Salas, C., Moya, R. 2014. Kiln-, Solar-, and Air-Drying Behavior of Lumber of *Tectona Grandis* and *Gmelina Arborea* from Fast-Grown Plantations: Moisture Content, Wood Color, and Drying Defects, *Drying Technology*, 32: 301–310.
- Sehlstedt-Persson, M. 2005. Properties of Solid Wood Responses to Drying and Heat Treatment, Lulea University of Technology Department of Skelleftea Campus, Division of Wood Science and Technology, Licentiate thesis.
- Tan, H., Ay, N., Bakır, D., Tufan, M., Peker, H. 2011. Buharlamanın Okalıptüs (*Eucalyptus Camaldulensis Dehn.*) Odununun Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (1):49-56.
- TS 697, 1969. Sert Keresteler (Terimler, Tarifler ve Ölçme Metodları).
- Tuzlacı, E. 2006. Türkiye Bitkileri Sözlüğü-A Dictionary of Turkish Plants, Alfa Yayınları, 353s.
- Üçüncü, K. 1991. 41° Kuzey Enleminde Trabzon'da Güneş Enerjisi ile Kereste (Doğu Ladini) Kurutma Olanaklarının Araştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Ünsal, Ö. 1994. Ceviz Kerestesinin Teknik Kurutma Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ünsal, Ö. 2002. Teknik Kurutmada Fırın Boyutlarının ve Hava Hareket Hızının Kurutma Kalitesi ve Süresi Üzerine Etkisi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri a 52(1):99-112.
- Ünsal, Ö., Kantay, R. 2008. Okalıptüs Odununun Kurutma Özellikleri ve Kullanımı. I. Ulusal Okalıptüs Sempozyumu, 15-17 Nisan, Tarsus, ss:202-208.
- Yaltırık, F., Efe, A. 2000. Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae-Angiospermae, İ.Ü. Yayın No: 4265, Orman Fakültesi Yayın No: 465, ISBN 975-404-594-1, İstanbul.

- Yang, K. L. 1980. Solar Kiln Performance at a High Latitude 48°N, Forest Prod. J., 30(3): 37–40.
- Yuniarti, K., Ozarska, B., Brodie, G., Harris, G., Waugh, G. 2015. Collapse Development of *Eucalyptus Saligna* Under Different Drying Temperatures, Journal of Tropical Forest Science 27(4): 462–471.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Ayşenur KILIÇ AK
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 04.04.1989, Ankara
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (344) 280 18 10
Faks : 0 (344) 280 17 12
e-posta : akilic@ksu.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ / Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü	2016
Lisans	BÜ / Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü	2012
Lise	Çağrıbey Anadolu Lisesi	2007

İş Denevimi

Yıl	Yer	Görev
2013-Halen	KSÜ	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce YDS: 87.5

Yayınlar

1. Gündüz, G., Aşık, A., Aydemir, D., **Kılıç, A.**, 2015. “Bakteriyel Selüloz Üretimi ve Karakterizasyonu” Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 10 (2), 1-10 .
2. Bektaş, İ., Oruç, S., Bal, B.C., **Ak, A.K.**, 2016. “Saplı Meşe (*Quercus robur* L.) Odununun Fiziksel Özelliklerinin Toprak Değişkenleriyle İlişkisi” Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 12 (1), 61-71 .