

Kereste Kurutmada Enerji Verimliliği - Güneş Enerjisi İle Kızılçam (*Pinus brutia*) Kerestesi Kurutma Örneği

*¹Hızır Volkan GÖRGÜN, ²Hasan KORKMAZ ve ¹Öner ÜNSAL

¹Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, 34473, İstanbul, Türkiye
²Orman Endüstri Mühendisi

Önsöz

Üretimde kullanılan hammadde, işçilik, enerji gibi faktörlerin maliyeti her geçen gün daha çok ön plana çıkmaktadır. Ancak günümüzde doğal kaynakların azalması, çevre sorunlarının artması gibi nedenlerle, çevreye karşı duyarlılık da maliyet kadar önemli hale gelmiştir. Bu yüzden harcanılan enerjinin maliyeti ile birlikte verimliliği, sürdürülebilirliği ve çevreye olan etkilerinin azaltılması ön plana çıkmaya başlamıştır. Bunun sonucu olarak mevcut enerji türleri yerine, doğanın doğal döngüsü içerisinde yer alan rüzgar, güneş, dalga gibi enerji türleri yerini almaya başlamıştır. Enerji kullanımındaki bu değişim, hammaddesi yenilenebilir olan ahşap endüstrisine de yansımaktadır.

Bu çalışmada masif ahşabın kurutulması için ısı kaynağı olarak güneş enerjisini kullanan bir kurutma fırını tercih edilmiştir. Bu yöntemde farklı kalınlıklardaki Kızılçam keresteleri istenen sonuç rutubetine, diğer yöntemlere oranla ortalama %50 enerji tasarrufuyla kurutulmuşlardır. Sonuç olarak bu alanda kullanılan diğer enerji türleriyle karşılaştırıldığında, temiz bir enerji türü olan güneş enerjisi ile düşük maliyetli ve kaliteli bir kurutma yapılabildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, Kızılçam, Kereste Kurutma, Sürdürülebilirlik

Energy Efficiency in Lumber Drying - Sample of Drying Red Pine (*Pinus brutia*) Using Solar Energy

*¹Res. Ast. Hızır Volkan GÖRGÜN, ²Hasan KORKMAZ and ¹Prof. Dr. Öner ÜNSAL

¹Faculty of Forestry, Department of Forest Industry Engineering, Istanbul University, 34473, Istanbul, Turkey
² Forest Industry Engineer

Abstract

Cost of raw materials, labor, energy, factors used in production came into prominence in every day. However, today because of the reduction of natural resources, increasing of environmental awareness have become important as much costs as. So energy efficiency, sustainability and environmental influences begin significant as the cost of wasted energy. As a consequence natural energies as wind, solar, wave energy types, etc. began to displace instead of the present energy types. Evolution in energy use reflected to industries of renewable raw materials as the timber.

In this study a drying kiln was preferred solar energy which uses as a heat source for drying solid wood. In this method, Red Pine lumbers which have different thickness were dried to desired final moisture with %50 energy consumption relatively to other methods. Consequently when solar energy compared to other types of energy, drying can be observed with low cost and high quality.

Key words: Solar energy, Red Pine, Lumber Drying, Sustainability

1. Giriş

Gelişen teknoloji ve nüfus artışıyla birlikte, artan enerji tüketiminin karşılanabilmesi için genellikle fosil kökenli yakıtlar tercih edilmektedir. Ancak bu tür yakıtların talep ve maliyetindeki artışla birlikte çevreye olumsuz etkileri sebebiyle alternatif enerji kaynaklarına yönelme olmuştur. Bu amaçla jeotermal, rüzgar, dalga, güneş gibi temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar başlatılmıştır. Bu kaynaklardan güneş enerjisi, mevsime ve coğrafi konuma göre değişen etki oranına karşın, diğer kaynaklara göre temini kolay, sürekliliği bulunan, yüksek yatırım maliyetleri gerektirmeyen temiz bir enerji kaynağıdır. Bu enerji türünden elektrik enerjisi elde edilebilmesi için fotovoltatik pilleri, ısı enerjisi elde edilebilmesi için de hava veya sıvı kullanan kolektörler de tercih edilmektedir. Havali güneş kolektörleri genellikle binaların ısıtılmasında, orman ve tarım ürünlerinin kurutma işlemlerinde tercih edilmektedir.

Higroskopik bir malzeme olan ahşap, bulunduğu ortamın sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak boyutlarını değiştirebilmektedir. Ahşabın kaynağı olan ağaç, dikili halde kuru ağırlığının yaklaşık 2 katı kadar rutubete sahiptir. Biçme işlemleri sonunda bu rutubet, beklemeden de kaynaklanan kayıplarla birlikte daha düşük seviyelere inmektedir. Ancak bu rutubet seviyeleri, ahşabın son kullanım yerindeki ortam şartlarında boyutsal stabilitesini etkileyecek niteliktedir. Bu yüzden ahşabın son ürün olarak değerlendirilebilmesi için, kurutma aşaması vazgeçilmez bir unsurdur.

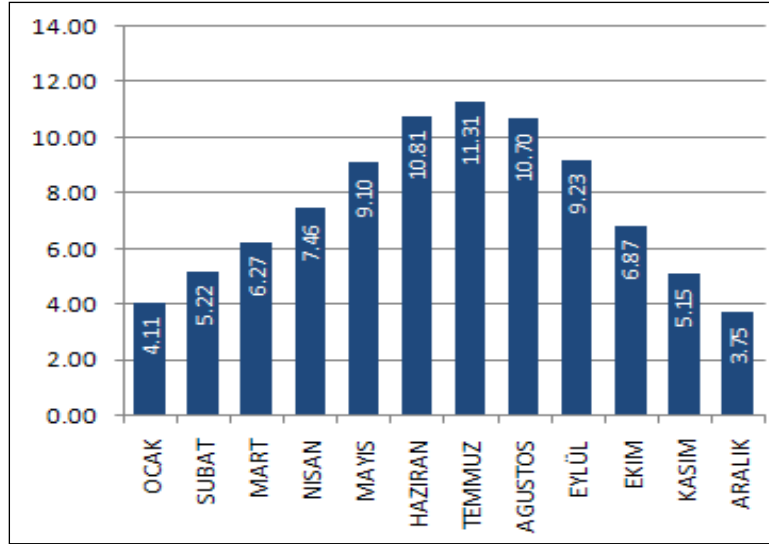
Ahşabın doğrudan doğruya açıkta bırakılarak yapılan doğal kurutma yönteminde, kurutuma kalitesinin düşüklüğü, istenen rutubet seviyelerine inilememesi, kurutma süresinin uzun olması gibi dezavantajlar bulunmaktadır. Ortam şartlarının kontrol edilebildiği teknik kurutma yöntemlerinde, bu dezavantajlar en aza indirgenmeye çalışılmaktadır. Kontrol mekanizması için gerekli olan enerji kurutma maliyetini arttırdığı gibi, kullanılan fosil kökenli yakıtların çevreye olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Örneğin Kantay'a göre [1], klasik kurutmada fırının ısıtılması için %10–25 elektrik ve % 75–90 ısı enerjisi kullanılmaktadır. Bu tür enerjilerin elde edilmesi için gereken maliyetler ile ilgili Özalp ve Ordu [2] tarafından yapılan çalışmada, elektrik enerjisi ve diğer fosil bazlı kömür ve fuel-oil'in maliyetlerinin, diğer enerji türlerine göre yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu veriler ışığında teknik kurutma yöntemlerinde alternatif enerji kaynaklarının kullanılması araştırılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalar güneş enerjisinin daha etkili kullanılmasında yoğunlaşmaktadır [3, 4, 5, 6].

Bu çalışmada ahşabın teknik yöntemle kurutulması için alternatif enerji kaynaklarından güneş enerjisinin kullanılmasıyla, enerji maliyetlerinin ve kurutma sırasında çevreye verilen zararların azaltılması amaçlanmıştır.

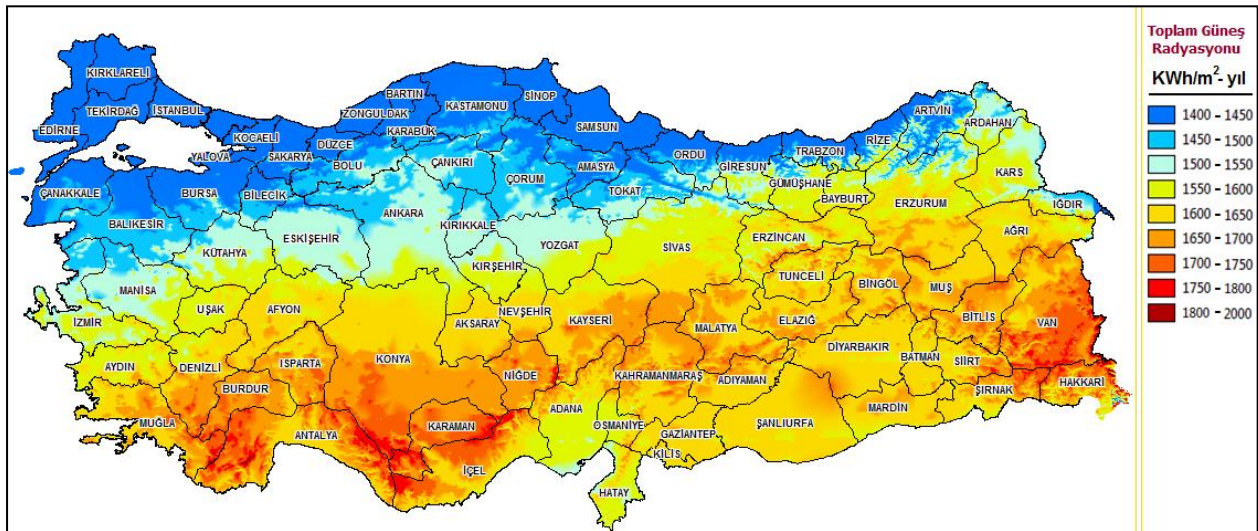
2. Malzeme ve Yöntem

Güneş enerjisinin kereste kurutmada etkin olarak kullanılabilmesi için, güneşlenme süresi ve güneş radyasyonu en önemli kriterler olarak ön plana çıkmaktadır. Şekil A.1'de görüldüğü üzere, Türkiye'de güneşlenme süreleri en fazla yaz aylarında olduğu için, çalışmanın bu aylarda yapılmasına karar verilmiştir. Şekil A.2'de görüldüğü üzere, Türkiye'nin güneyi güneş

radasyonu bakımından ön plana çıkmaktadır. Tarımer ve ark. [7] tarafından yapılan DPT 2002-124702 No.lu proje kapsamında, güneş enerjili ve yoğunlaşmalı bir kurutma fırını bulunduğu için Muğla ili tercih edilmiştir.



Şekil A.1. Aylara Göre Türkiye'de Güneşlenme Süreleri (Saat) [8]



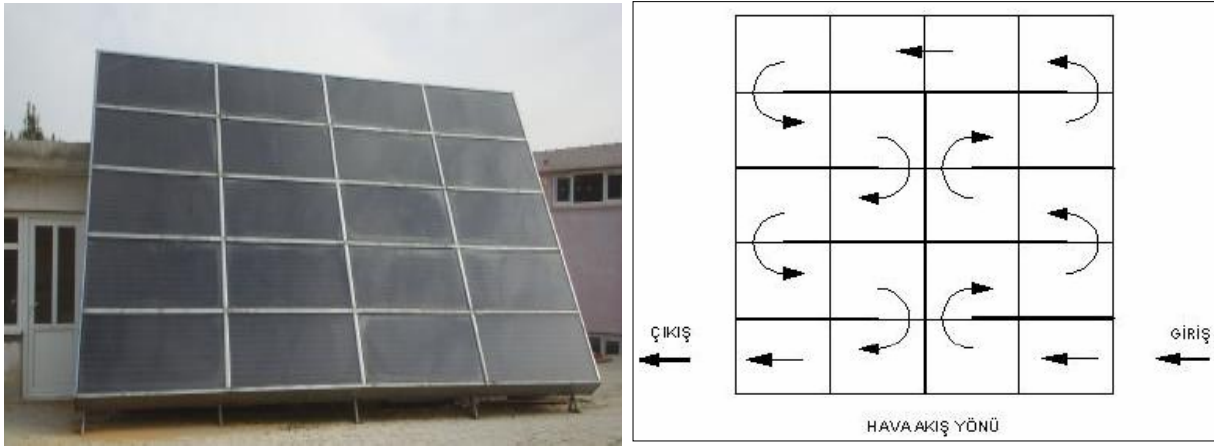
Şekil A.2. Türkiye'de Güneş Enerjisi Dağılım Haritası [8]

Batı Anadolu ve Akdeniz bölgesindeki geniş yayılışından ve odununun tel direği, maden direği yapı malzemesi, yat ve tekne yapımı, ambalaj sandığı gibi çok değişik alanlarda kullanılabilmesinden dolayı Kızılcım (*Pinus brutia Ten.*) türü seçilmiştir [9, 10] (Tablo A.1). Bu çalışma kapsamında keresteler karşılaştırma amaçlı hem güneş enerjili ve hava kolektörlü fırında teknik kurutma ile, hem de doğal kurutma yöntemiyle kurutulmuştur.

Tablo A.1. Kullanılan Kereste Boyutları ve Miktarları

Kereste Boyutları (cm)			Kereste Adedi	
			Doğal Kurutma	Teknik Kurutma
Uzunluk	Genişlik	Kalınlık		
200	10	2,5	10	130
		5	10	70

Teknik kurutmanın gerçekleştirildiği kurutma fırınının 40 m^3 iç hacmi bulunmaktadır ve 40 m^2 yüzey alanı bulunan güneş kolektörüne sahiptir. Şekil A.3'te görülen kolektörden sağlanan sıcak hava fan yardımıyla fırın içerisinde dolaştırılmaktadır. Sabit durumda olan güneş panelinin gün ışığından en iyi verimi alabilmesi için, güneye bakar durumda ve yüzeye 45° 'lik bir açı ile yerleştirilmiştir. Bu panel 20 ayrı odacıktan meydana gelmektedir. Giriş kısmından alınan hava uygun yönlendirmeler sayesinde bütün odacıklardan dolaşmaktadır ve kurutma fırınının içerisine gönderilmektedir.

**Şekil A.3.** Klasik Kurutma Fırını (solda), Güneş Panelinde Hava Akış Yönü (sağda)

Bu fırında iki adet hava kolektörü bulunmaktadır. Bir kolektörde sadece hava sirkülasyonu bulunurken, diğesinde hem hava sirkülasyonu hem de soğutma ünitesi bulunmaktadır. Güneş panelinden gelen havanın nemi, ısı pompası / yoğuşmalı kurutma ünitesinin evaporatöründe soğutma yapılarak alınabilmektedir. Ancak bu çalışmada enerji maliyetlerinin en aza indirgenmesi için, yoğuşma sistemi kullanılmamıştır. Soğutma işlemine ihtiyaç duyulmadığı için kurutma sırasında sadece hava sirkülasyonunu sağlayan fan, elektrik enerjisine (1.1 kWh) ihtiyaç duymaktadır (Şekil A.4).

Güneş kolektörü aracılığıyla elde edilen toplam enerjinin, kullanılacak miktardan fazla olması durumunda, bir kanal vasıtasıyla zeminde bulunan kaya parçalarına yönlendirilerek günlük olarak ısı depolanması sağlanmıştır. Gün batımında dış ortam sıcaklığı, ısıl kütlelerin sıcaklığından daha düşük olduğundan, kütle depoladığı enerjiyi salarak sıcaklık düşüşlerini dengelemektedir (Şekil A.4).



Şekil A.4. Nem Alma Ünitesinin İçerisinde Sirkülasyon Pompası ve Evaporatör (solda) Kurutma Fırınının İç Görünüşü (sağda),

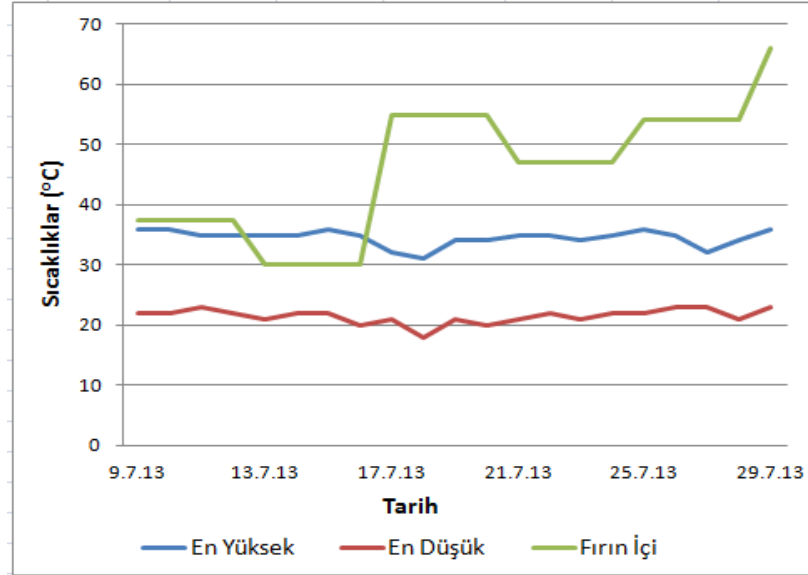
Son olarak yapılan kurutmanın kalitesinin değerlendirilebilmesi için, Avrupa Kurutma Grubunun [11] değerlendirme kriterleri referans alınmıştır.

Tablo A.1. Avrupa Kurutma Grubu'na (EDG) Göre Kurutma Kalitesi Kriterleri

EDG Kriterlerine Göre Kurutma Kalitesinin İncelenmesi				
Kriterler (Ölçütler)		S (Standart)	Q (Kaliteli Kurutma)	E (Özel Amaçlı)
Sonuç Rutubeti (%) İle Ortalama Rutubet Arasındaki En Fazla Sapma Miktarı	$d \leq 40$ mm	+ 2.0 / - 3.0	+ 2.0 / - 2.0	+ 1.5 / - 1.5
	$d > 40$ mm	+ 3.0 / - 3.0	+ 2.5 / - 2.5	+ 2.0 / - 2.0
Sonuç Rutubeti (%) İle Ayrı Ayrı Ölçülen Rutubetler Arasındaki En Fazla Sapma Miktarı	$d \leq 40$ mm	+ 4.0 / Limitsiz	+ 3.0 / - 3.0	+ 2.0 / - 2.0
	$d > 40$ mm	+ 6.0 / Limitsiz	+ 4.0 / - 4.0	+ 3.0 / - 3.0
Dış Sertleşme (Kabuklaşma)	Çatal Örnekler	İlk Ölçüm	Ortalama (2)	Hafif (1)
		24 saat sonraki ölçüm	Şiddetli (3)	Ortalama (2)
Kollaps (Kalınlıktaki Azalma) (Örneklerin %10'unda)		En fazla 6 mm	En fazla 3 mm	En fazla 2 mm
Çatlaklar	Yüzey Çatlakları (Her bir yüzeyde)		En fazla 5 mm derinlikte	En fazla 3 mm derinlikte
	İç Çatlaklar		Örneklerin %10'unda	Örneklerin %5'inde
	Uç Çatlakları (Örneklerin %90'ında)	$d \leq 40$ mm	En fazla 200 mm uzunlukta	En fazla 100 mm uzunlukta
		$d > 40$ mm	300 mm	200 mm
Şekil Değişmeleri		Ahşabın doğal özelliklerinden dolayı oluşan, daralma ve daralmanın anizotropisinden dolayı meydana gelen deformasyonlar izin verilir.		

3. Bulgular

Kurutma sırasında dış ortamda ve fırın içerisindeki havanın sıcaklık değerleri Şekil B.1'de görülmektedir.



Şekil B.1. Kurutma Süresinde Hava ve Fırın İçindeki Sıcaklıklar,
Kaynak: Ölçümler ve [13]

Şekil B.1'de de görüldüğü üzere, kurutma fırını içerisinde serbest suyun alınması sırasında daha düşük sıcaklıkların uygulanması, bağlı suyun alınması için de daha yüksek sıcaklıklar uygulanması söz konusudur.

Tablo B.1. Kerestelerin Zamana Bağlı Rutubet Değişimleri

	Kalınlık (mm)	RUTUBETLER					
		1. GÜN	4. GÜN	8. GÜN	12. GÜN	16. GÜN	20. GÜN
Güneş Enerjisiyle Kurutma	50	52%	25%	17%	14%	12%	9%
	25	45%	18%	13%	10%	9%	8%
Doğal Kurutma	50	49%	26%	18%	17%	14%	12%
	25	42%	14%	11%	10%	9%	8%

Tablo B.1'de de görüldüğü üzere, 50 mm kalınlığındaki keresteler güneş enerjili kurutma fırınında %12 rutubete 16 günde ulaşmıştır. Buna karşın aynı kalınlıktaki keresteler doğal kurutma yöntemiyle %12 rutubete ancak 20 günde ulaşabilmiştir. 25 mm kalınlığındaki kerestelerin kurutma gidişatına bakıldığında ise, her iki yöntemde de kerestelerin benzer sürelerde benzer rutubetlere ulaştığı görülmektedir.

Kurutma sırasında harcanan enerji incelendiği takdirde, güneş enerjili kurutma fırınında sadece sıcak hava dolaşımını sağlayan fanın elektrik tükettiği görülmektedir. Fanın 1 günlük elektrik tüketimi (FET/gün), güneşin olmadığı 8 saat boyunca durdurulduğu göz önüne alınırsa, aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\begin{aligned} FET/gün &= FET \times 1 \text{ Günlük Çalışma Zamanı (saat)} & \text{Eş. (1)} \\ FET/gün &= 1,1 \text{ kWh} \times 16 \text{ sa} \\ &= 17,6 \text{ kW} \end{aligned}$$

Bu değerler ışığında, kurutma sonucu oluşan elektrik tüketimi Tablo B.2'de gösterilmiştir.

Tablo B.2. Güneş Enerjisiyle Kurutma Yönteminde Elektrik Tüketimi

	ELEKTRİK TÜKETİMİ					
	Kalınlık (mm)	Başlangıç Rutubeti (%)	Sonuç Rutubeti (%)	Süre (gün)	Elektrik Tüketimi	Enerjiye Bağlı Gider
Güneş Enerjisiyle	50	52%	12%	16	281,6 kW	51,17 TL
Kurutma	25	45%	13%	9	158,4 kW	28,78 TL

Not: Sanayi elektriği birim fiyatı, 18,17 kr/kWh'tur [14]

Tablo B.2'de de görüleceği üzere, bu fırında bulunan kerestelerin %12 sonuç rutubetine gelebilmesi için, en fazla 281,6 kw elektrik enerjisi tüketilmiştir.

Kurutma sonucunda bazı kerestelerde çatlaklar ve şekil değişimleri (Şekil B.2) tespit edilmesine karşın, yapılan ölçümler sonucu EDG (European Drying Group - Avrupa Kurutma Grubu) kriterlerine göre 1. sınıf bir kurutma yapıldığı tespit edilmiştir [11].



Şekil B.2. Bazı Kerestelerde Oluşan Çatlaklar ve Burulma

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan çalışmanın 8. gününden itibaren dış ortam sıcaklığı ile fırın içersindeki sıcaklık arasında ortalama 30°C fark olduğu görülmektedir. Bu durum çalışmanın yapıldığı Muğla bölgesinde ve yaz mevsiminde güneş kolektörünün etkin bir şekilde çalıştığı bir göstergesidir. Kereste içerisinde bulunan "serbest su" ve "bağlı su" oranlarına bağlı kalarak sıcaklığın değiştirilebilmesi de, fırının ve otomasyon sisteminin etkin bir biçimde çalıştığı bir göstergesidir. Bununla birlikte otomatik kontrol ile çıkış havası sıcaklığının düşük olduğu durumlarda, kullanılacak diğer enerji kaynaklarının devreye alınabileceği söylenebilir.

Yapılan literatür araştırmasında Kızılçam kerestesinin kurutulmasıyla ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Kurutma süresi ve kalitesi, yoğunlukla sıkı bir ilişki içerisinde olduğundan, Kızılçam ile benzer yoğunluktaki ağaç türleri referans alınmıştır [15]. Kızılçam ile benzer yoğunluğa sahip 5, 6,5 ve 9 cm kalınlığındaki Gökmar kerestelerinin sırasıyla 9, 12 ve 20 günde kurutulduğu belirtilmektedir [16, 17]. Bu çalışmada kullanılan keresteler de benzer sürelerde kurutulduğundan, bu yöntemin süre açısından bir dezavantaja sahip olmadığı söylenebilir. Benzer bir çalışma Üçüncü [4] tarafından, 41° Kuzey enlemindeki Trabzon ilinde gerçekleştirilmiştir. Doğu Ladini türünün güneş enerjisiyle kurutulduğu bu çalışmada, yine 50 mm kalınlıkta olan kerestelerin, benzer rutubet seviyelerine 30 günde indiği belirtilmektedir. Bu çalışmanın Muğla'ya göre daha kuzey enlemde yürütülmesinden dolayı, daha uzun sürelerde kurutmaların gerçekleştiği söylenebilir.

Yapılan bu çalışma enerji tüketimi açısından incelendiğinde, güneş enerjili kurutma fırınının klasik kurutmaya göre %30-70 oranında tasarruf sağladığı görülmektedir. Örneğin Cech [18] tarafından yapılan çalışmada, teknik kurutma yönteminde yaklaşık 920 kW harcandığı tespit edilmiştir. Ancak bu çalışmada sadece 290 kW saat enerji harcanması, yaklaşık %70 oranında enerji tasarrufu sağlandığını göstermektedir. Özellikle güneş enerjisinin yoğun olduğu bölgelerde bu tür fırınların tercih edilmesiyle birlikte enerji tüketiminden ve buna bağlı olarak kurutma maliyetlerinden tasarruf edileceği söylenebilir. İşletme maliyetleriyle birlikte, güneş enerjili fırınlar düşük yatırım maliyetlerine sahiptir. Diğer yöntemlere oranla daha basit bir sistemi bulunmaktadır. Bu sayede sistemin kontrolü daha kolay ve etkin bir şekilde sağlandığı gibi, doğal olarak yatırım giderleri de düşmektedir.

Güneş enerjili kurutma fırınlarında kurutma için gerekli olan ısı enerjisi, doğayla uyumlu bir şekilde elde edilmekte ve tüketilmektedir. Diğer yöntemlerde sıcaklığın sağlanabilmesi için, katı veya sıvı yakıtların devamlı bir şekilde yakılması söz konusudur ve bu yolla doğaya zararlı gazların salınımı gerçekleşmektedir. Ayrıca ahşap artıkları gibi kullanılan yakıtların, katma değeri daha yüksek bir ürüne dönüştürülebileceği ve bu durumun gelir kaybına neden olduğu söylenebilir. Isı merkezlerinin devamlı beslenmesi yüksek bir işletme maliyetine sebep olmasının yanı sıra, sadece bu merkezlerin yatırım maliyeti toplam fırın maliyetine yaklaşmaktadır ve kendi içerisinde bir çok risk barındırmaktadır.

Sonuç olarak, kereste kurutmada enerji verimliliğinin sağlanabilmesi için alternatif enerji kaynaklarından güneş enerjisinin kullanılabilmesi söylenebilir. Böylece kurutma endüstrisinde enerji verimliliği sağlanabileceği gibi, kurutma maliyetlerinin azalmasına ve çevreye daha az

zarar veren kurutmaların gerçekleştirilebileceği söylenebilir.

Teşekkür

Bu çalışmada güneş enerjili kurutma fırının kullanılmasına onay veren Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi yönetimine ve kurutma denemelerinin yapılmasına her aşamada katkı sağlayan Yrd. Doç. Dr. Erkan AVCI'ya teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] Kantay R, 1978, "Türkiye'nin Önemli Bazı Orman Ağaç Türleri Kerestelerinin Teknik Kurutma Özellikleri Üzerine Araştırmalar", İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 28 (1).

[2] Özalp M., Ordu M., 2010, Kereste Kurutmada Kullanılan Enerji Kaynağının Maliyete Etkileri, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (99-108), ISSN: 1302-3055.

[3] Aker Ö, 2006, Bilgisayar Kontrollü Güneş Enerjili Ahşap Kurutma Fırınının Otomasyonu Sistemi Tasarımı ve Bir Simülasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla Üniversitesi, Muğla.

[4] Üçüncü K, 1991, "Kuzey enleminde (Trabzon'da) güneş enerjisi ile kereste (doğu ladini) kurutma olanaklarının araştırılması". Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Makina Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi, Trabzon

[5] Simpson WT ve Tschernitz, JL, "Performance of a solar/wood energy kiln in tropical latitudes." Forest products journal 39.1 (1989): 23-30.

[6] Sattar MA, "Solar drying of timber — a review." Holz als Roh-und Werkstoff 51.6: 409-416.

[7] Tarımer İ, Eltez A, Erdil YZ, Eltez M, 2004, Güney Ege Muğla İklim Koşullarında Güneş Enerjisi Yoğuşmalı Kereste Kurutma Tesisi Tasarımı Ve Kurulumu, Dumlupınar Üniversitesi, II. Ulusal Ege Enerji Sempozyumu, 26–27–28 Mayıs 2004, Kütahya. Bildiriler: 165-172

[8] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> [Ulaşım Tarihi: 13.04.2014]

[9] Orman Genel Müdürlüğü, Kızılçam sayfası, [Ulaşım Tarihi: 13.04.2014]
<http://web.ogm.gov.tr/BilgiServisleri/agacturleri/agac4.htm>

[10] Göker Y, As N, Akbulut T, Dündar T, 2000, Lif Kıvrıklığının Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Odununun Bazı Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi, Turkish Journal of Agriculture and Forestry 24 (1): 45-50.

[12] European Drying Group, 1994, Recommendation, Assesment of Drying Quality of Timber, <http://www.timberdry.net/?Download:EDG-documents>, [Ulaşım Tarihi: 13.04.2014]

[13] Accuweather İnternet Sitesi, [Ulaşım Tarihi: 13.04.2014], <http://www.accuweather.com/tr/tr/mugla/319470/july-weather/319470?monyr=7/1/2013&view=table>

[14] Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi, 2014, 01/04/2014'ten İtibaren Uygulanacak Elektrik Tarifeleri, <http://www.tedas.gov.tr/BilgiBankasi/KitaplikElektrikTarifeleri/Tablolar.xls>, [Ulaşım Tarihi: 13.04.2014]

[15] Kantay R, 1993. Kereste Kurutma ve Buharlama. Ormancılık Eğitim Ve Kültür Vakfı, Yayın No: 6, İstanbul.

[16] Ünsal Ö, 2007, Endüstriyel Kereste Kurutma Uygulamalarında Süre Kayıpları Ve Ekonomik Analizi, Uluslararası Orman Kaynaklarının İşlevleri Kapsamında Darboğazlar, Çözüm Önerileri ve Öncelikler Sempozyumu, 17-19 Ekim 2007 Harbiye Askeri Müze ve Kültür Sitesi-İstanbul.

[17] Brunner-Hildebrand, 2007, Drying times conventional dryers, http://www.brunner-hildebrand.com/trockenzeiten_konventionelle_trockner.php [Ulaşım Tarihi: 13.04.2014]

[18] Cech M Y ve Pfaff F, 1978, Dehumidification Drying of Spruce Studs, Forest Products Journal, 28, 3, 22-26.