

DOI: 10.7596/taksad.v1i4

Ahşap Kurutmada Yüksek Frekans-Vakum Teknolojisi*

Öner ÜNSAL¹, Cengiz GÜLER², Gülşah MOLLAMEHMETOĞLU³

Özet

Katma değerli olmasına karşın kurutulması güç ağaç türlerine ait kalın kerestelerin, klasik kurutma metoduyla çok uzun sürelerde kurutulabilmesi ve istenen kalite düzeylerinin tam olarak elde edilememesi nedeniyle günümüzde Yüksek Frekans-Vakum kombinasyonlu kurutma metodu (YFV) kendini göstermiş durumdadır. Geçmişte özellikle yatırım maliyetleri ve teknolojik altyapı zorlukları nedeniyle yaygınlaşamayan bu yöntem tekrar güncel hale gelmiştir.

Bu kurutma metodunda prensip; ısı kaynağının, elektrik enerjisi olmasıdır. Dolayısı ile katı ve sıvı yakıtı göre çevre dostu olduğu kabul edilebilir. Bu metot ile ağaç malzemeye gönderilen elektromanyetik dalgaların meydana getirdiği ısıdan yararlanmak suretiyle, kalın ve güç kuruyan, başlangıç nemi yüksek olan ağaç türlerinin %10 un altındaki sonuç nemlerine kadar çok kısa sürelerde kurutulması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada öncelikle kurutma teknoloji hakkında genel bilgi verilmiştir. Daha sonra ise, günümüze kadar yapılan orijinal çalışmalar özetlenerek klasik yöntemle kurutulmasında önemli zorluklar olan, kurutma süresi çok uzun olan veya hiç kurutulamayan Meşe, Ceviz, Kayın, İroko, Kestane gibi ağaç türlerinin kalın kerestelerinin kurutulması denemelerinden elde edilen sonuçlar ortaya konulmuştur. Son bölümde ise elde edilen bu sonuçlar özellikle

* Bu makale Karabük Üniversitesi tarafından düzenlenmiş olan “Tüketim Toplumu ve Çevre” konulu Ulusal Sempozyumda sunulan tebliğin geliştirilmiş şeklidir.

¹ Prof. Dr., İstanbul Üni. Orman Fakültesi, 34474 Bahçeköy/İstanbul, onsal@istanbul.edu.tr

² Doç. Dr., Düzce Üni. Orman Fakültesi, 81620, Düzce, cengizguler@düzce.edu.tr

³ Orm. End. Müh., RECEP SİVRİKAYA Orm. Ürün.Ltd.Şti. Düzce, gulsah@recep Sivrikaya.com.tr

metodun donanım ve işletme giderleri, ortaya çıkan kurutma süreleri ve kalite düzeyleri, çevreye uyumlu teknoloji ekseninde ele alınmıştır. Ayrıca, bu metodun kereste kurutma dışında diğer tarımsal ürün ve atıkların kurutulmasında kullanılabilir olması nedeniyle çevreye uyumlu üretim ve geri dönüşüme sağladığı katkı da bu kapsamda irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kurutma, Yüksek Frekans, Vakum, Mikrodalga, Kurutma Süresi

High-Frequency-Vacuum Wood Drying Technology

Abstract

High density wood species dried very long period's and very low quality levels with method in conventional drying. So High Frequency-Vacuum Combined drying method has become. Due to the difficulties of the past and the technological infrastructure investment costs, especially not common, this method has become again.

This method of drying, vacuum drying ovens working method, the heat source is not in harmony with the environment full of electricity is that instead of solid or liquid fuels. With this method, the heat caused by electromagnetic waves sent through the use of wood materials, heavy and power-dry, with a high initial moisture content of 10% of tree species in a very short time until the drying of moisture under the intended results.

In this study, the drying is given general information about the technology. Classical method for drying a very long period of time drying Oak, Walnut, Beech, Iroko, Chestnut thick timber tree species, such as by drying results are presented. In the last section, the results of the method of hardware and operating expenses, especially emerging environmentally-friendly technology in drying times and quality levels are discussed. In addition, this method other than timber drying can also be used for drying agricultural products and wastes. Contribute to provide environmentally friendly manufacturing and recycling are examined in this context.

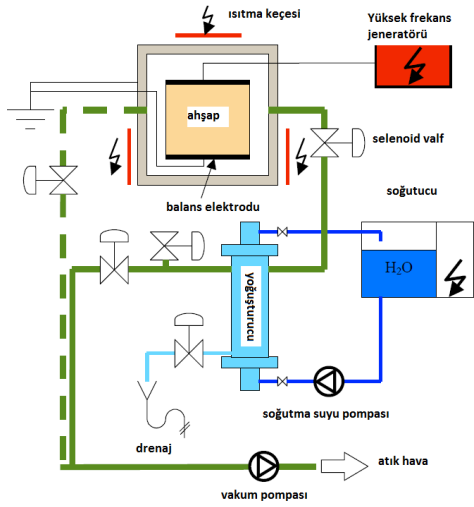
Key Words: Drying, High Frequency, Vacuum, Microwave, Drying time

1. Giriş ve Genel Bilgiler

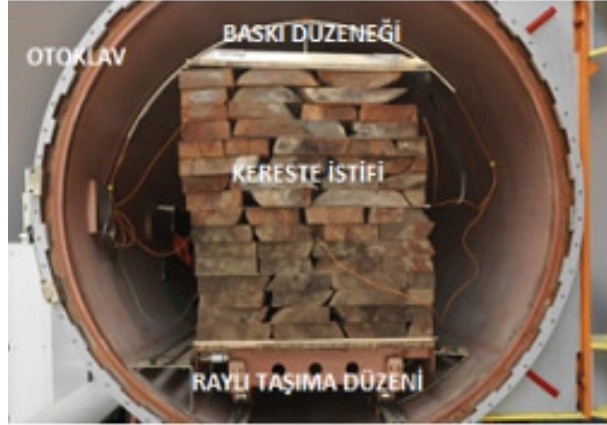
Masif ağaç malzemeye uygulanan en yaygın endüstriyel kurutma yöntemleri; klasik, kondenzasyonlu ve vakumlu kurutma yöntemleridir. Bu yöntemler dışında çok yaygın olamamakla birlikte, yüksek sıcaklık, yüksek frekans ve mikrodalga kurutma yöntemleri uygulanabilmektedir. Bu yöntemler içinde özellikle Yüksek Frekansla birlikte vakum uygulama taşıdığı avantajları nedeniyle bir adım öne çıkmış görünmektedir.

Mevcut endüstriyel kurutma uygulamalarında ısıtma kereste yüzeylerinden içeriye doğru iken yüksek frekanslı vakumlu (YFV) da ısıtma yüksek nemli olan iç kısımdan başlayıp yüzeylere doğru ilerlemektedir. Dolayısıyla, bu sistemlerde ısıtma çok süratli olmakta ve kurutma süresi önemli oranda kısalmışken kurutma kalitesi korunabilmektedir. Kereste kurutmada klasik veya geleneksel yöntemlerde enerji gideri fazla ve süre uzundur. Kurutma süresini hızlandırmak için sıcak hava kombinasyonu ile birlikte radyo frekansı [RF] (dielektrik metodu) kullanmak olduğu belirtilmiştir (Avramidis, 1999; Kobayashi et al., 1999; Resch ve Gautsch, 2001; Cai ve Hayashi, 2001; Güler, Ünsal 2012). Sistemde ısıtma kaynağı olan yüksek frekans jeneratöründen alınan elektromanyetik enerji kullanılmakta, kurutma ortamının ısısı düşük olduğundan ve kereste dış yüzeyleri daha soğuk kaldığından keresteden ortama geçmesi muhtemel ısı kayıpları da en aza indirilmiş olmaktadır.

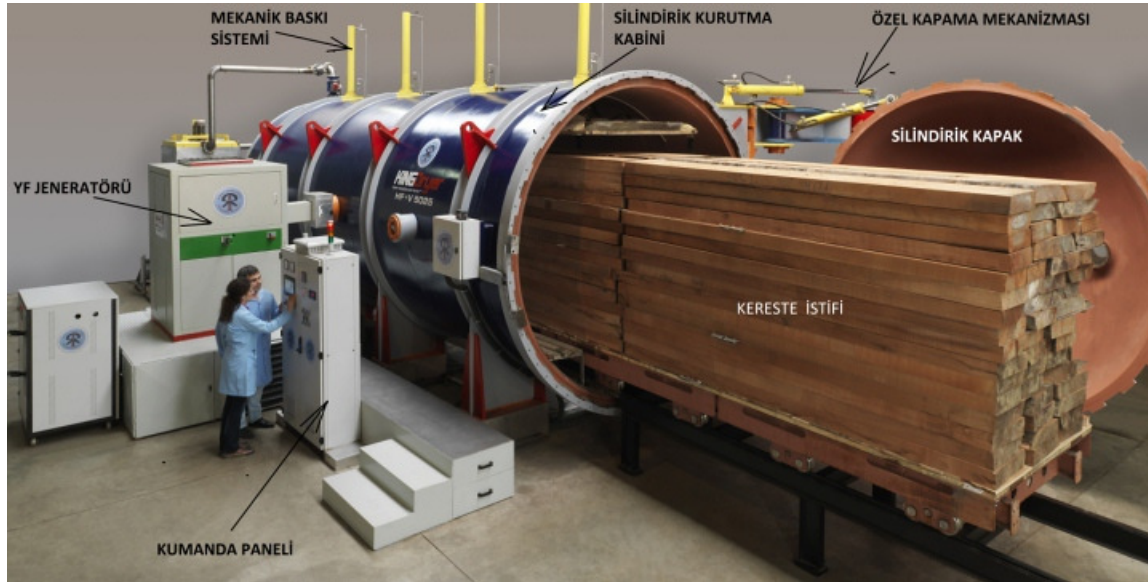
Teorik olarak yüksek frekans ile kurutma yönteminde iki uygulama şekli öne çıkmaktadır. Bunlardan biri; ağaç malzemenin sabit, diğeri de hareketli olduğu sistemlerdir. Statik yöntemde, ağaç malzeme genelde silindirik şeklinde olan otoklava çıtasız istifler şeklinde şarj edilmekte, istiflere belli aralıklarla yerleştirilmiş olan kondensatör levhaları arasında bulunan ve birbirlerine sıkı şekilde temas halinde olan keresteler yüksek frekans ile ısıtılmakta ve akabinde uygulanan vakumla hızlı ve güvenli bir kurutma gerçekleşmektedir (Şekil 1, Resim 1). Dinamik yöntemde ise sistem, elektrotlardan birisini hareketli bandın oluşturduğu diğeri ise üstte sabit olduğu kanal şeklinde olup, kurutulacak kereste bu bant üzerinde ilerlemektedir.



(a)



(b1)



(b2)

Şekil 1: (a)Yüksek Frekans-Vakum kombinasyonlu kurutma sistemi şematığı_(Statik yöntem) (Resch and Hansmann, 2002). Resim 1: (b1) Fırında istifleme ve kablo tertibatı (b2) Bu yöntemle kurutma yapan, yaklaşık 25 m³ kereste kapasiteli bir kurutma fırını genel görünümü (www.kingdryer.com).

Yüksek frekans ile kurutma uygulamalarını genel olarak değerlendirdiğimizde; temiz ve çevreye duyarlı bir ısı kaynağı olduğu, dolayısıyla atık bırakmadığı, kereste dışındaki fırın ekipmanlarının ısıtılmasına ihtiyaç göstermediği için yaklaşık % 40-50 düzeyinde enerji verimliliği sağladığı, çok rutubetli kısımların çok, az rutubetli kısımların daha az enerji

çekmesi nedeniyle homojen ve seçici bir kurutmanın yapılabildiği, işletme ve bakım masraflarının düşük olduğu, kısa kurutma sürelerinden dolayı depolama tasarrufu ve hızlı nakit akışı sağladığı ve iç çatlağı, kömürleşme ve renk değişikliği riskleri olmakla beraber, klasik kurutmaya göre daha kaliteli son ürün elde edilebildiği ifade edilebilir. Bütün bunlara karşın, komplike bir altyapıya ihtiyaç göstermesi nedeniyle yatırım maliyetlerinin artışı ve özel güvenlik tedbirlerine ihtiyaç gösteren gibi sistem oluşu dikkate alınması gereken detaylardandır (Burdurlu, 1995).

YFV kurutma sisteminde, klasik kurutma uygulamalarında ciddi bir yatırım gerektiren katı veya sıvı yakıtlı ısı merkezlerine ihtiyaç bulunmamakta, ayrıca bahsedilen ısı kaynaklarından çevreye salınan baca gazlarının yarattığı zararlı etkilerde dikkate alındığında YF ile kurutmanın bu anlamda daha cazip olduğu anlaşılmaktadır. Diğer yandan fırın iç ekipmanı olarak kerestelere üstten baskı mekanizmasının olması deformasyonları engellediğinden kurutma kalitesine olumlu katkı sağlamaktadır. Ayrıca, çitasız istifleme imkânını vermesi fırın şarj kapasitesini yaklaşık % 40 oranında artırmakta olup bu da sistemin yatırım giderlerini, özellikle vakumlu kurutmaya göre kabul edilebilir kılmaya katkı sağlamaktadır. Tablo 1’de ağaç malzeme içerisinde bulunan 1 kg suyun uzaklaştırılması için geçen süre ve buna bağlı olarak kullanılan enerji miktarı gösterilmiştir.

Tablo 1. Ağaç malzeme içerisinde bulunan 1 kg suyun uzaklaştırılması için gereken süre ve enerji miktarı.

Kurutma süresi (gün)	Ağaç türü	Kalınlık (mm)	Giriş rutubeti	Çıkış rutubeti	Kullanılan enerji (kwh)	Su mik (lt)	1kg suyu uzaklaştırmak için gereken enerji (Kwh/lt)
15-17	Meşe kereste	60	%65-55	%8-15	4263,8	1054	4,05
8	Ceviz (dipçik)	78	%85-75	%7-17	3851,1	1470	2,62
9	Iroko	110	%75-65	% 8-15	3213	915	3,51

2. Konu ile ilgili Yapılan Araştırmalar ve Kritiği

Geçmiş 1930'lara kadar uzanan YF bazlı kurutma uygulamaları son dönemde vakumla kombine edilen sabit sistemler şeklinde kendini göstermiş ve yapılan orijinal araştırmalarda bu yönde gerçekleşmiştir.

Korkut, 2011'e göre; Resch, 2003; "Oduunun Vakumlu kurutma ile kombine edilmiş yüksek frekansla ısıtılması" başlıklı derleme çalışmasında son dönemde yapılan araştırmalar ve elde edilen sonuçlara bakacak olursak; Yapılan orijinal bir araştırmada, 100 mm kalınlığında kırmızı meşe mobilya parçalarıyla yapılan kurutmada, % 82 başlangıç neminden % 6 sonuç nemine 66 saatte ulaşılabilmektedir. Enerji gideri 7.7 MJ/kg (1 kg suyun buharlaşması için harcanan enerji 2.14.kWh/kg) şeklinde gerçekleşmiştir. Kanada'da yapılan diğer bir çalışmada, 101 mm kalınlıkta yumuşak ağaç kerestesi taze halden % 15 neme kadar kurutulduğunda enerji gideri 4.64 MJ/kg (1.29 kWh/kg) şeklinde gerçekleşmiştir. Yine kalın yumuşak ağaçlarla yapılan bir çalışmada, % 60 nemden % 18 neme kadar kurutmada 5.3MJ/kg veya 1.47 kWh/kg enerji gideri oluşmuş, bunun 1 m³ keresteye yansımaları yaklaşık 232 kWh/m³ olarak gerçekleşmiştir.

Ünsal ve Güler, 2012'de yüksek frekanslı vakumlu kurutma fırınının diğer kurutma tiplerine göre birçok üstünlükleri olduğunu vurgulamışlardır.

Bu bölümde, 2011 yılında KOSGEB desteğiyle üretilen Kral Ahşap Ltd. Şti. ye ait değişik kapasitelerde YFV kurutma fırınlarında yapılan kurutma denemelerinden elde edilen sonuçlar özetlenecek olursa;7,9 cm kalınlığında, yaklaşık 5 m³ buharlanmış ceviz dipçik, % 80-90 başlangıç neminden % 8-15 sonuç nemine kadar 123 saatte kurutulmuş ve 1 kg suyun buharlaşması için 2.49 Kwh/kg enerji harcanmıştır. 1m³ kurutma maliyeti 119,94 TL dir. Resim 2 ve 3'de kurutmadan çıkan ceviz dipçik taslakları ile kurutmadan çıkarılan sapelli keresteleri gösterilmektedir.



Resim 2: Kurutmadan çıkan Ceviz dipçik taslaklarının genel görünümü

Aynı çalışma kapsamında 29 cm kalınlığa kadar sapelli kereste aynı başlangıç nemlerinden aynı sonuç nemlerine kadar yaklaşık 228 saatte kurutulmuş, sonuçta 1 kg suyun buharlaşması için 2.83 Kwh/kg enerji harcanmıştır (Resim 3).



Resim 3: Kurutmadan çıkan sapelli kerestelerin genel görünümü

Yapılan bu orjinal çalışmaların devamı olarak, ortalama 10 cm kalınlıkta, yüksek başlangıç nemlerinden %10 un altındaki sonuç nemlerine kadar, Kayın, Ceviz, Meşe, İroko, Kestane, Sapelli kerestelerinin kurutulmasıyla 36 saat ile 226 saat arasında değişen kurutma sürelerinin ortaya çıktığı belirlenmiştir. Bu durum bize bu kurutma yöntemiyle, klasik kurutma uygulamalarıyla haftalar ve hatta aylar süren kurutmaların 1.5 ile 9 gün arasında tamamlanabileceğini ortaya koymaktadır.

Yukarıda kurutma sonuçları verilen kurutma sisteminin çevre dostu ve geri dönüşüme uyumlu oluşunu destekleyen diğer bir pozitif sonuç, kurutma sonucu ağaç malzemenen çıkan suyun vakumla katışıksız yani saf olarak geri kazanılabilmesidir. Tamamen kapalı bir kurutma ortamı mevcut olup, bir baca veya ilave nemlendirme düzeneği olmadığından keresteden çıkan suya herhangi bir katılım olmamakta, bu sayede çıkan suyun değerlendirilmesi anlamlı hale gelmektedir. Bu noktada hale hazırda yukarıda bahsi geçen kurutmalardan çıkan tonlarca su geri kazanılmış ve kimyasal analizlerden geçirilerek endüstriyel bakım ürünlerinde kullanımı yönünde önemli mesafeler katedilmiştir.

3. Sonuç ve Tartışma

Yüksek frekanslı kurutma sistemi, yüksek ilk yatırım maliyetlerine karşın, işletme giderleri, çok kısa kurutma süreleri ve kurutma kalitesiyle, özellikle vakumlu kurutma ile kombine edildiğinde, kurutmaya hassas ağaç türlerinin 10 cm'den daha kalın kerestelerinin kurutulması için makul görünmektedir. Diğer klasik veya kondenzasyonlu teknik kurutma yöntemleri ile özellikle hassas ağaç türlerinde 90 günden daha fazla süre gerekmektedir. Yüksek frekanslı vakumlu kurutma sisteminde ağaç türü ve kalınlığına bağlı olarak bu süre 7-10 güne inmekte hatta iğne yapraklı yumuşak ağaç türlerinde ise bu süre 2-3 gün kadar sürmektedir. Bu çalışmada ifade edildiği gibi 8 cm kalınlığındaki ceviz keresteleri 6 günde kurutulabilmiştir. Literatürde de benzer sonuçlar hâkimdir (Avramidis, 1999; Resch 2003). Elde edilen sonuçlara göre 1m³ kurutma maliyeti yaklaşık 120 TL olmasına karşın süre dikkate alındığında kurutma maliyeti klasik yöntemlere göre yarı yarıya azalmıştır.

Diğer yandan, bu sistem günümüzde sadece kereste kurutmada değil, narenciye ürünleri, tarımsal ve diğer çevresel atıkların kurutulmasında da kullanılabilir. Bu noktada, çevresel atıkların geri kazanımı olarak ifade ettiğimiz biyoenerji çevriminde kurutucu olarak bu sistemin kullanılması daha cazip görünmektedir. Ayrıca bu yöntemle, bilinen diğer teknik kurutma yöntemleriyle istenen sonuç rutubetlerine kadar kusursuz şekilde kurutulamayan ve kütük ev yapımında kullanılan yuvarlak ağaç malzemenin ve meşe gibi kurutmaya hassas ağaç türlerinden imal edilen büyük ebatlı kiriş ve kolonların çok kısa sürelerde kurutulması söz konusu olabilmektedir.

Sonuç itibarıyla, yapılan bilimsel ve pratiğe dayalı araştırmalar, belli çapa kadar yuvarlak yumuşak ağaçlarda dahil olmak üzere, özellikle ebatlı ve güç kuruyan bazı ağaç türlerinin bu yöntemle klasik yöntemlerin 1/10 oranına kadar varan kısa sürelerde kurutulmasının mümkün olabileceği, ayrıca diğer tarım ve gıda atıklarını da kurutarak geri kazanım proseslerine katkı sağlayabileceği ve kurutma sonunda ortaya çıkan doğal suyun tamamının geri kazanımı ve katma değerli ürünlerde kullanılması konusunda bize kayda değer sonuçlar vermektedir.

Bilgi Notu: Bu makalede sözedilen temel konu Ticaret ve Sanayi Bakanlığı'nca SAN-TEZ projesi olarak desteklenmiştir. Bu nedenle yayındaki hiçbir görüş, tespit ve kanaatin Bakanlığın resmi görüşü niteliğini taşımamaktadır.

Kaynaklar

Avramidis, S. (1999). Radio frequency vacuum drying of wood. Proceed. Intl. Conference of COST E15 Wood Drying, Edinburgh UK Dean, A.R., 1963: Drying timber by R.F.-Heating, Wood 28, 2: 65

Burdurlu, E. 1995. Kereste Endüstrisi ve Kurutma. Hacettepe Üniversitesi, Ankara

Cai, Y., Hayashi, K. (2001). Pressure and temperature distribution in wood during radio-frequency/vacuum drying. *Proc. 7th Int. IUFRO Wood Drying Conference*. July 9–13, Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba, Japan, pp. 386–391. Dean, A.R., 1963: Drying timber by R.F.-Heating, Wood 28, 2: 65

Güler, C., Ünsal Ü., (2012). Yüksek Frekanslı Vakumlu Kurutma, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 112: 212-220.

Kobayashi, Y., Miura, I. and Kawai, Y. (1999). High performance drying using combination of HF and hot air under atmospheric pressure. *Proc. 6th IUFRO Int. Wood Drying Conference*, University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa, pp. 18–21.

Korkut, S. (2011). Kereste Kurutmada Yeni Trend: Yüksek Frekans, I. ulusal Akdeniz orman ve çevre sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş

Resch, H., Hansmann, C. (2002). Tests to dry thick Eucalyptus boards in vacuum using high frequency heating, 4th COST E15 Workshop, Methods for Improving Drying Quality of Wood, 30/31 May 2002, Santiago de Compostela, Spain

Resch, H. (2003). High-Frequency Heating Combined with Vacuum Drying of Wood. 8th International Wood Drying Conference, Nanjing-China

Resch, H. and Gautsch, E. (2001). High-frequency current/vacuum lumber drying. *Proc. 7th Int. IUFRO Wood Drying Conference*. July 9–13, Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba, Japan, pp. 128–133.

www.kingdryer.com, Kral Ahşap Ürün. Ltd. Şti. Düzce, Türkiye