

ENDÜSTRİYEL ÖLÇEKTE ISIL İŞLEM UYGULANAN BAZI ODUN ÖRNEKLERİNDE VIDA TUTMA DİRENCİ VE MANTAR ÇÜRÜKLÜK TESTİ PERFORMANSI

Ahmet CAN¹, Sibel YILDIZ²

¹Arş.Gör., Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Müh. Böl.74200
Bartın, e-posta: acan@bartin.edu.tr

²Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Müh.
Böl. 61080 Trabzon, e-posta: sibelyildizz@gmail.com

ÖZET

Günümüzde alternatif bir odun koruma yöntemi olarak değerlendirilen ısıtma işlemi oduna boyut stabilizasyonu kazandırmak ve tahrip edici organizmalara karşı odunun biyolojik direncini artırmak gibi önemli amaçlara yönelik olarak uygulanmaktadır. Bu çalışmada, endüstriyel ölçekte ısıtma işlemi uygulanmış ladin, karaçam, kayın ve kavak odunu örneklerinin vida tutma direnci ve mantar çürüklük testlerine karşı performansları araştırılmıştır. İğne yapraklı ağaç türleri; 212 °C ve 220 °C 'de, yapraklı ağaç türleri ise 180 °C ve 190 °C 'de 90 ve 120'şer dakika süre ile ısıtma işlemine tabi tutulmuştur. Vida tutma direnci ASTM-D, mantar çürüklük deneyi ise EN 113 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlardan ısıtma işlemi vida tutma direnci değerlerini düşürdüğü anlaşılmıştır. Isıtma işlemi uygulanan iğne yapraklı ağaç türlerinde mantar çürüklük dayanımı artmış, yapraklı ağaç türlerinden ise iğne yapraklı ağaçlar kadar olumlu sonuçlar elde edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Isıtma işlemi, mantar çürüklük testi, vida tutma direnci.

ABSTRACT

Nowadays, heat treatment is that alternative method for protection of wood. The aim of heat treatment increase dimensional stabilization and biological resistance of wood against destructive organisms. In this study, the screw holding strength and fungal decay test of heat treated spruce (*Picea orientalis*), European black pine (*Pinus nigra*), beech (*Fagus orientalis*) and poplar (*Populus deltoides*) wood species were investigated. Softwoods were subjected to the heat treatment in an industrial plant at

212 °C and 220 °C for 90 and 120 minutes whilst hardwoods were heated at 180 °C and 190 °C for 90 and 120 minutes. Screw holding strength and decay test were determined according to the ASTM-D and EN 113 respectively. Results indicated that screw holding strength decreased after heat treatment. Heat treated softwoods fungal decay resistance is increased, in hardwoods is not obtained positive results until softwoods.

Key words: Heat treatment, fungi decay test, screw holding strength

1. GİRİŞ

Yüzyıllar öncesinden bu yana insanoğlu ahşabı çeşitli ihtiyaçlarında kullanmak ve daha dayanıklı kılmak için birçok işleme tabi tutmuştur. Doğal kurutma, teknik kurutma, ısıtma, yakma, yağlama gibi metotlar ahşabın iyileştirmesi için günümüze kadar uygulana gelen basit yöntemlerden bazılarıdır. Bu yöntemlerin gelişmiş teknolojilerle modernize edilmiş hali olarak nitelendirebileceğimiz ısıtma işlemi uygulaması; hızlı büyüyen ve dayanıklılığı düşük olan iğne yapraklı ve yapraklı ağaç türlerinin kalitesini yükseltmek bakımından ekonomik ve çevre dostu bir seçenek olarak gözükmemektedir. 1990 yılından bu yana ısıtma işlemi üzerine yapılan kapsamlı araştırmalar sayesinde Thermowood ticari bir ürün olarak orman ürünleri pazarındaki yerini almıştır. Endüstriyel ölçekte ısıtma işlemi süreci ve Thermowood ticari ismi, Finlandiya endüstrisinin Finlandiya araştırma merkezi (VTT) ile yaptığı ortak çalışmalar sayesinde ortaya çıkmıştır. Yıldız (2002).

Thermowood; ahşabın yüksek derecede ısı (180°C ve 212 °C) ve su buharıyla termal olarak modifiye edilmesiyle elde edilen bir üründür. Bu işlem; ahşabın cins, kalınlık ve başlangıç rutubeti gibi bazı değişkenler dikkate alınarak 48-96 saat süre ile uygulanmaktadır. URL-1 (2011).

Selüloz, hemiselüloz ve lignin yapıtaşlarından meydana gelen ağaç malzemenin ısıtma işlemine maruz bırakılmasıyla birlikte kimyasal yapısında önemli değişiklikler meydana gelmektedir. Böylelikle ağaç malzemenin bazı özellikleri iyileştirilirken bazı özelliklerinde düşüşler meydana gelebilmektedir. Isıtma işlemi sonrası mekanik özelliklerde genellikle bir düşüş gözlenirken fiziksel ve biyolojik özelliklerin arttığı vurgulanmaktadır. (Mazela vd., 2004; Jamsa ve Vitainemi, 2001; Yıldız, 2002; Can vd. 2010). Isıtma işlemi uygulaması ile tahrip edici mikroorganizmalara karşı odunun biyolojik dayanımının artması; odun bünyesinde doğal olarak var olan suyun kaybolması, mevcut hidroksil gruplarının azalması ve bu grupların çürüklüğe hassas olmayan gruplarla yer değiştirmesi ile açıklanmaktadır. Böylece enzimatik karakterli bir saldırının normal odundaki kadar hızlı bir şekilde meydana gelmediği savunulmaktadır. (Stamm 1956; Yıldız 2002).

Birçok kullanım yeri bulunan odun hammaddesinin en verimli kullanma yerinin tespiti, onun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ile mümkün olabileceği bilinmektedir. Çivi ve vida tutma direnç özelliği odunun fiziksel özelliklerindedir. Yapısal amaçlı kullanılan ahşap malzemenin montajı sırasında çoğunlukla yapıştırıcılar kullanılmakla birlikte, bu maksatla vidalar vazgeçilmez bir gereç olma özelliğini sürdürmektedir. Çivi ve vida özellikle mobilya ve yapı sektöründe

birleştirme ve sabitleştirme amacı ile sıkça kullanılan materyallerdir. Bu materyallerin hangi rutubette, hangi ağaç türünde en iyi sonucu verdiğinin bilinmesi, odun hammaddesinin verimli kullanılması yönünden önemlidir. (Örs, vd.; Ferah, 1991). Isıl işlem muamelesinin bu tür bağlantı elemanlarının performansına ne şekilde tesir edebileceği bu çalışma ile bir miktar irdelenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla Türkiye’de doğal olarak yetişen ve orman ürünleri sanayinde yoğun olarak kullanılan bazı iğne yapraklı (ladın, karaçam) ve yapraklı (kayın, kavak) ağaç odunları, endüstriyel ölçekte ısıl işleme tabi tutulmuştur. Söz konusu ağaç türlerinin ısıl işlem sonundaki vida tutma direnci ve mantar çürüklük testlerine karşı performans değerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. METOD (YÖNTEM)

Çalışmada kullanılan ladin (*Picea orientalis*), karaçam (*Pinus nigra*), kayın (*Fagus orientalis*) ve kavak (*Populus deltoides*) türleri ısıl işlemin gerçekleştirildiği fabrikadan temin edilmiştir. 5 x 10 x 80 cm (kalınlık x genişlik x uzunluk) boyutlarında ebatlandırılan örnekler Nova Orman Ürünleri San. Tic. A.Ş.’nin Gerede’de bulunan Thermowood Kereste Üretim Fabrikasında, Thermowood metoduna göre ısıl işleme tabi tutulmuşlardır. Fırındaki odunun yapısına ve fırın sıcaklığına bağlı olarak kabin içerisine otomasyon sistemi ile koruyucu buhar verilmiştir. Isıl işlem sonrasında büyük boyutlu örneklerden daha küçük boyutlu deney örnekleri elde edilmiştir. Ağaç malzemelere uygulanan ısıl işlem sıcaklık ve süreleri Çizelge 1’de görülmektedir.

Çizelge 1. Isıl işlem sıcaklık ve süreleri

Ağaç Türü	Sıcaklık (°C)	Süre (dak.)
İğne yapraklı (Karaçam, Ladin)	212, 220	90, 120
Yapraklı (Kayın, Kavak)	180, 190	90, 120

Vida tutma direnci deneyi ASTM-D (1961) standardına göre yapılmıştır. Standartta belirtilen 4.5 mm çap ve 40 mm uzunluktaki düz başlı, düşük karbonlu çelikten yapılmış vidalar kullanılmıştır. Odun örnek boyutları 50 (Teğet) x 50 (Radyal) x 150 (Lifler yönü) mm olarak kullanılmıştır. ASTM-D (1961). Örneklerin her birinin teğet kesitinde, çapı vida iç çapının %70’i (2.1 mm) ve derinliği ise 13 mm olacak şekilde kılavuz delikleri delinmiştir. Kılavuz delik delme işlemi anında, örneklerin yarılmasını önlemek için delik yerleri, örnek başlarından en az 38 mm, örnek kenarından en az 19 mm ve iki vida arası aralık en az 68 mm olacak şekilde seçilmiştir. Daha sonra; örnekler vidalarla teğet kesit yüzeyi ile dik açı yapacak şekilde ve toplam vida girme derinliği vidanın yivli kısmının uzunluğuna eşit olacak şekilde elektrikli tornavida ile vidalama işlemine tabi tutulmuştur. Deneylerde örneklere yükleme anından itibaren en büyük yüke ulaşıncaya kadar 2.5 mm/dak sabit hızla yük uygulanmıştır. Ladin, karaçam ve kavak türleri için 500 kp,

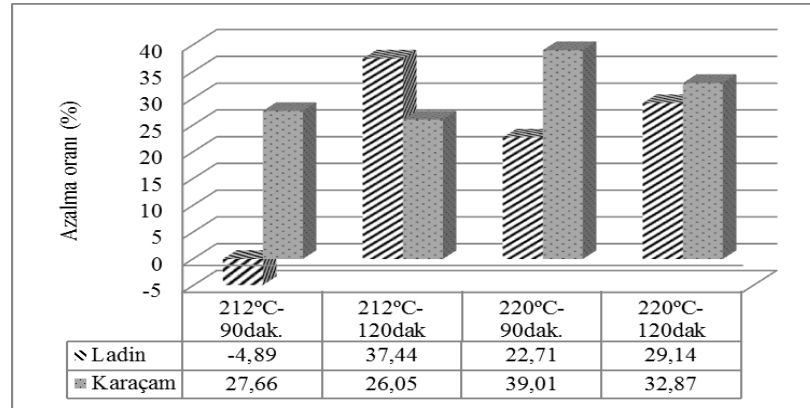
kayın örnekleri için 2000 kp'luk yükler seçilmiştir. Yükler; 500 kp için ± 1 kp, 2000 kp için ise ± 5 kp duyarlılıkta ölçülmüştür.

Çürüklük mantarlarına karşı direnç performansları EN 113 (1996) standardına göre belirlenmiştir. Ladin, Karaçam, Kavak ve Kayın olmak üzere farklı ağaç türleri için, her bir ağaç türüne ait iki farklı süre ve iki farklı sıcaklık olmak üzere 4 varyasyon üzerinden denemeler gerçekleştirilmiştir. Kullanılan odun örnek boyutları standartta belirtilen boyutlardan farklılık göstermektedir. 0,5 x 1,5 x 3 cm boyutlarında hazırlanan örnekler her varyasyon için 4 tekrarlı olacak şekilde, 64 adet test ve 64 adet kontrol örneğinden oluşmuştur. Kavak ve Kayın yapraklı ağaç örnekleri için *Trametes versicolor* mantarı, Ladin ve Karaçam iğne yapraklı ağaç odunları için *Coniphora puteana* mantar kültürleri petri kaplarına aşılanmıştır. EN 113 (1996).

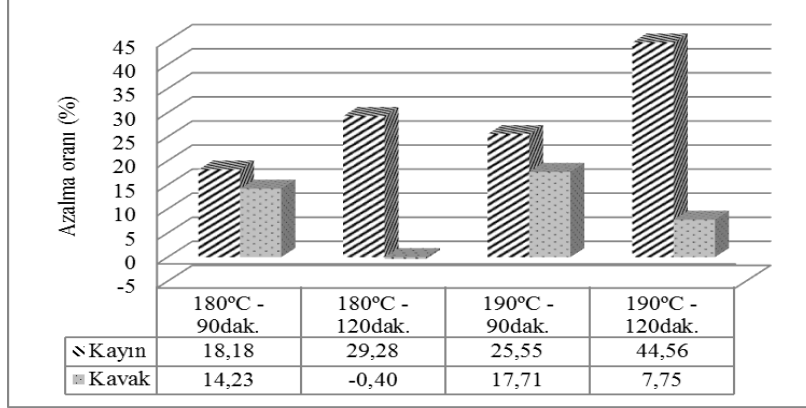
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

1. Vida Tutma Direnci

Genel olarak sıcaklık artışına paralel olarak vida tutma direnci azalış göstermiştir. En yüksek vida tutma direnci 180 °C'de 90 dak. süre ile ısıtılmış odun örneklerinde gerçekleşmiştir (405 Kp). En düşük vida tutma direnci ise 212 °C'de 120 dak. süre ile ısıtılmış ladin örneklerinde gerçekleşmiştir (122 Kp). Isıtılmış sıcaklık ve süresinin artışına paralel olarak ladin odunu vida tutma direnci azalma göstermiştir. Karaçam odununda ise ısıtılmış sıcaklık artışının etkisi daha az belirgindir. Test örneklerinde kontrole oranla vida tutma direncinde meydana gelen değişim şekil 1 ve 2'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Ladin, karaçam odun test örneklerinde kontrol örneklerine kıyasla elde edilen vida tutma direnci değerlerine ait azalma oranları



Şekil 2. Kayın, kavak odun test örneklerinde kontrol örneklerine kıyasla elde edilen vida tutma direnci değerlerine ait azalma oranları

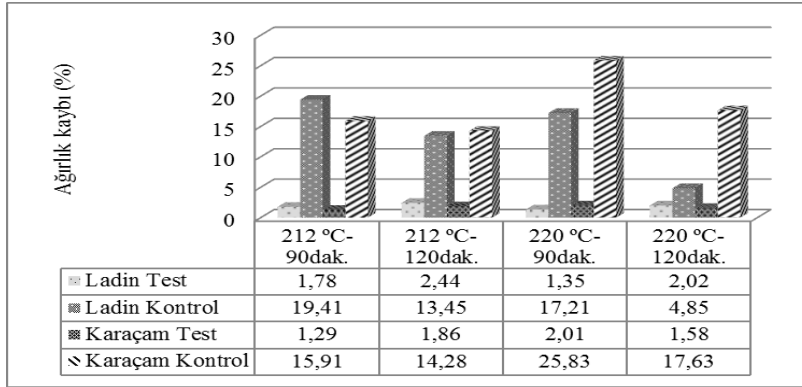
Ladin odunu örneklerinde artan ısı işlem sıcaklığı ve süresiyle birlikte vida tutma direncinin azalma eğilimine girdiği görülmektedir. Şekil 1'deki verilere göre; 220 °C'de yapılan ısı işlem ladin odununda vida tutma direncini, 212 °C'deki ısı işleme göre daha belirgin bir biçimde etkilemiştir. En fazla azalma 220 °C'de 120 dakika süreli ısı işlem uygulamasında meydana gelmiştir (%29,14). Karaçam odununda meydana gelen vida tutma direnci kaybı ladin odununa göre daha belirgindir. 212 °C'de ladin örneklerinin bazı gruplarında vida tutma direnci artış göstermesine rağmen, karaçam örneklerinde %26- 27 oranında bir kayıp olmuştur. Vida tutma direncinin en düşük olduğu varyasyon, 220 °C'de 90 dak. süre ısı işlem uygulanmış karaçam odunu örneklerinde tespit edilmiştir. 212 °C'de 90 dakikalık uygulama %26,05 oranında bir azalma ile en az etkilenen varyasyon olmuştur.

Yapraklı ağaç türlerinde de ısı işlem sonrasında vida tutma direncinde azalmalar meydana gelmiştir. Şekil 2'deki değerlere göre; Sıcaklık ve sürenin en yüksek olduğu 190 °C'de 120 dakikalık ısı işlem uygulaması sonrası kayın odunu örneklerinin vida tutma direnci %44,56 oranında azalma göstermiştir. Bu değer aynı zamanda bütün ağaç türleri içerisindeki en yüksek kayıp miktarını ifade etmektedir. Kavak odununda, vida tutma direncindeki azalma kayındaki kadar belirgin değildir. Ayrıca, kavak odunu örneklerinde artan ısı işlem sıcaklık ve süresinin vida tutma direncine doğrusal bir etki yapmadığı söylenebilir. 180 °C'de 90 dakikalık uygulamada %14,23'lük bir kayıp söz konusu iken aynı sıcaklığın daha uzun süreyle uygulandığı 180 °C'de 120 dakikalık uygulamada hiçbir kaybın meydana gelmemesi enteresan bulunmuştur. Daha önceki çalışmalarda, düşük özgül ağırlığa sahip türlerde ısı işlemin vida tutma direncine olan etkisinin daha az olduğu belirtilmiştir. URL-3 (2011). Kavak ağacı yoğunluğu (0,45 gr/cm³) kayın ağacı yoğunluğundan (0,669 gr/cm³) düşük olduğu için yaptığımız çalışmada elde edilen sonuçlar literatürde belirtilen yapıyla uyumluluk göstermektedir. Malkoçoğlu (2011).

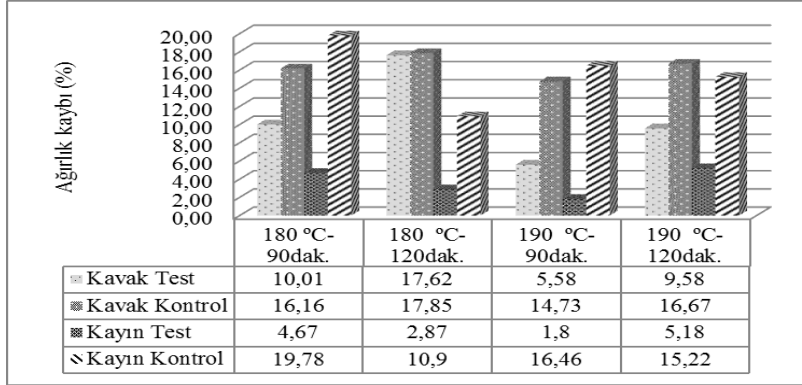
Yapılan çalışmalarda doğu kayını kontrol örneklerinin teğet kesitteki vida tutma direnci ortalama olarak 433 kp ve kavak kontrol örneklerinin ise ortalama 122 kp olarak bulunmuştur. (Akyıldız ve Malkoçoğlu 2001; Efe vd. 2009).

2. Mantar Çürüklük Testi (MÇT)

Beyaz çürüklük mantarı *Trametes versicolor* mantarı degradasyonuna maruz bırakılan kavak, kayın test ve kontrol örnekleri ile esmer çürüklük mantarı *Coniophora puteana* mantarına maruz bırakılan ladin, karaçam test ve kontrol örneklerine ait ağırlık kaybı değerleri % olarak Şekil 3-4'de verilmiştir.



Şekil 3. MÇT'ye tabi tutulan Ladin ve Karaçam odunu örneklerinde ısı işleminin ağırlık kaybı üzerine etkisi



Şekil 4. MÇT'ye tabi tutulan Kayın ve Kavak odunu örneklerinde ısı işleminin ağırlık kaybı üzerine etkisi

Şekil 3'e göre, doğu ladini test örneklerinde ağırlık kaybı değerleri 212 °C için %1,78-2,44 arasında; 220 °C için %1,35-2,02 arasında gerçekleşmiştir. Buna göre; ladin örneklerinde ısı işlem sonucunda, emprenye maddeleri için kabul sınırı olan %3 ağırlık kaybı değerleri sağlanmaktadır. Yani, ısı işlem ladin odununa bir emprenye maddesi kadar mantar çürüklük dayanımı sağlamaktadır. Burada, süre artışından ziyade sıcaklık artışının daha etkili olduğu ifade edilebilir. Karaçam odununda elde edilen değerler ladin odununa göre daha olumludur. Söz konusu değerler 212 °C'deki ısı işlem uygulaması için %1,29- 1,86 arasında; 220 °C'deki ısı işlem uygulaması için %1,58-2,01 arasında değişmektedir. Buna göre;

karaçamda bütün varyasyonlarda elde edilen değerler, ısıtma işlemli karaçam odununun mantar çürüklük testinden başarıyla çıktığını göstermektedir. Dolayısıyla, karaçam odununda hangi sıcaklık veya süre varyasyonu uygulanırsa uygulansın iyi bir mantar çürüklük dayanımı elde edileceği belirtilebilir. Her iki ağaç türünde mantar çürüklük testinde kullanılan mantar türü, binalarda değerlendirilen İYA odunlarında önemli derecede zarar yapan kiler mantarı (*Coniophora puteana*)'dır. Bu mantarın agresif yapıda bir mantar olup, kısa sürede çok önemli ağırlık ve direnç kayıplarına yol açan esmer çürüklük yaptığı bilinmektedir. Isıtma işleminin bu mantar türüne karşı laboratuvar koşullarında başarılı sonuçlar vermesi, ısıtma işlemli İYA odunlarının, mantar çürüklük riski yüksek olan kullanım yerlerinde ve coğrafi bölgelerde kullanılmasını olanaklı kılacaktır.

Isıtma işleminin biyolojik dayanıklılığı arttırdığı birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Örneğin; Dirol ve Guyonnet (1993), 200- 260 °C arasında yaptıkları ısıtma işlem sonrasında kontrol örneklerinde %40'a varan ağırlık kaybı olmasına rağmen test örneklerinde %1 lik bir ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Mazela vd. (2003), 220 °C'de 24 saat süre ile ısıtma işlem uyguladıkları çalışmada test ve kontrol örneklerinin *Coniophora puteana* mantarına maruz bırakılması sonrası kontrol örneklerinde %39'luk bir ağırlık kaybı meydana gelmiş iken test örneklerinde %1'lik bir ağırlık kaybı meydana geldiğini belirtmişlerdir (Dirol ve Guyonnet 1993; Militz 2002; Mazela vd. 2003; Schmidt 2006; URL-2 2010).

Şekil 4'e göre; YA odunlarında ve özellikle kavak odunu test örneklerinde mantar çürüklük testi sonucunda meydana gelen ağırlık kayıplarının kayın odunu test örneklerine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durumda mantar çürüklük dayanımı bakımından ısıtma işleminin yoğunluğu düşük olan ağaç türlerinde daha az etkili olduğu söylenebilir. Doğru kayını odunu örneklerinde ağırlık kaybı değerleri 180 °C'deki ısıtma işlem uygulaması için %2,87-4,67 arasında; 190 °C'deki ısıtma işlem uygulaması için %1,8- 5,18 arasında gerçekleşmiştir. 190 °C'de 120 dakika varyasyonunda test örneklerinde yüksek oranda ağırlık kaybı olması mantar gelişiminin bu varyasyonda yoğun olmasına bağlanabilir. Aynı varyasyonun kontrol grubunda %15,22 oranında bir ağırlık kaybı söz konusu olmuştur. 190 °C'de uzayan sürenin ağırlık kaybına olumlu bir katkı sağlamadığı sonucuna varılmıştır.

Kavak odunu test örneklerindeki ağırlık kaybı değerleri 180 °C'deki uygulama için %10,01-17,62 arasında; 190 °C'deki uygulama için ise %5,58- 9,58 arasında olmuştur. Burada da söz konusu sıcaklıklarda uzayan ısıtma işlem süresi ağırlık kaybını azaltıcı yönde bir etki oluşturmamıştır. Kavak odunu test örneklerinde elde edilen yüksek ağırlık kayıpları, ısıtma işleminin bu ağaç türünde empenye maddeleri kadar etkili olmadığını göstermektedir. Ancak yine de, ısıtma işleminin kontrol örneklerine göre 180 °C- 120 dakika hariç önemli derecede bir koruma etkisi gösterdiği söylenebilir. Kavak odununda, ısıtma işlem sıcaklığının 10 °C artmasıyla, çürüme direncinde oldukça önemli artış ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, mantar çürüklük dayanımı için kavak odununda en yüksek sıcaklıkta ısıtma işlem yapılması doğru bir yaklaşım olacaktır.

Isıtma işlem sıcaklık ve süresinin artması hücre çeperindeki hemiselülozun daha fazla bozunması ve/veya modifikasyonuna sebep olmaktadır. Hemiselülozda meydana

gelen bu bozunma mantar gelişimini yavaşlatmaktadır (Yıldız, 2002; Dirol ve Guyonnet, 1993).

Welzbacher ve Rapp (2002), plato işlemi ile yaptıkları ısıtma işlem sonrasında, ısıtma işlemli test örneklerinde %5 ile %16 arasında bir ağırlık kaybı meydana geldiğini gözlemlemişlerdir Welzbacher ve Rapp (2002).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İğne yapraklı ağaç türlerinde ısıtma işleminin sıcaklık ve süre varyasyonlarına bağlı olarak vida tutma direncini etkilediği anlaşılmaktadır. Yapraklı ağaç türlerinde de ısıtma işlemi sonrasında vida tutma direncinde azalmalar meydana gelmiştir. Kavak odununda, vida tutma direncindeki azalma kayındaki kadar belirgin değildir. Ayrıca, ısıtma işlem sıcaklık ve süresinin vida tutma direncine doğrusal bir etkisinin olmadığı belirtilebilir. Isıtma işlem sıcaklığının artışına paralel olarak vida tutma direnci azalma göstermiştir. Vida tutma direncinin önem kazandığı yerlerde düşük sıcaklıklarda ısıtma işlem uygulanmış örneklerin tercih edilmesi yerinde olacaktır.

Isıtma işlem sonrası iğne yapraklı ağaç türlerinde çürüklüğe karşı önemli ölçüde dayanım gerçekleşmiştir. Ladin odununda süre artışından ziyade sıcaklık artışının daha etkili olduğu ifade edilebilir. Ladin odunu örneklerinde sıcaklık artışına paralel olarak ağırlık kaybına azalma tespit edilmiştir. En düşük ağırlık kaybı 220 °C 'de 90 dak. süre varyasyonunda elde edilmiştir (%1,35). Karaçam odununda elde edilen değerler ladin odununa göre daha olumludur. Yapraklı ağaçlarda oluşan ağırlık kaybı iğne yapraklı ağaçlara nazaran daha yüksek seviyededir. En düşük ağırlık kaybı 190 °C'de 90 dak. varyasyonunda elde edilmiştir (%1,8). Kavak odununda gözlenen ağırlık kayıpları, ısıtma işleminin bu ağaç türünde empenye maddeleri kadar etkili olmadığını göstermektedir.

Isıtma işlem uygulanan İYA ve YA türlerinde önemli derecede mantar çürüklük dayanımı elde edilmiştir. Bu durum özellikle İYA türlerinde ön plana çıkmaktadır. Buna göre; biyolojik dayanımın önem kazandığı, örneğin bahçe mobilyası veya kamelya/çardak gibi kullanım yerlerinde ısıtma işlemli İYA odunları kullanılması daha yararlı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Akyıldız, M.,H. ve Malkoçoğlu, A. (2001). Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetişen Önemli Bazı Ağaç Odunlarının Vida Tutma Dirençleri. Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1, 54-60.
- ASTM- D. (2006). Standard Test Methods for Mechanical Fasteners in Wood, ASTM-D 1761.
- Can, A., Yıldız, S., Yıldız, Ü.,C. ve Tomak, E.D. (2010). Effects of Boron Impregnation and Heat Treatment on the Some Physical and Mechanical

Properties of Spruce and Pine Wood, 1.Uluslararası Türk-Japon Çevre ve Ormancılık Sempozyumu, Kasım, Trabzon, Bildiriler kitabı II: 753-766.

- Dirol, D. ve Guyonnet, R. (1993). The Improvement of Wood Durability by Retification Process, IRG/WP/ 40015, Section 4, 11.
- Efe, H., Kasal, A., Dizel, T., Arslan, A.,R. ve Erdem, H.,E. (2009). Masif ve Lamine Ağaç Malzemelerin (LAM) Alyan Vida Tutma Mukavemeti, Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 9,2, 95-105.
- EN-113. (1996). Wood Preservatives- Determination of Toxic Values of Wood Preservatives Against Wood Destroying Basidiomycetes Cultured on Agar Medium. European Committee for Standardisation (CEN), Brussels, Belgium.
- Ferah, O. (1991). Bazı önemli ağaç türlerimizin vida ve çivi tutma direnç özelliklerinin belirlenmesi, Ormancılık araştırma enstitüsü yayınları, Teknik bülten No:252. F.D.C: 812.791.
- Jamsa , S., Viitaniemi, P. (2001). Heat treatment of wood better durability without chemicals. In: Rapp A.O. (Ed.), Review on Heat Treatments of Wood. Cost Action E22. Proceedings of the Special Seminar, Antibes, France, pp. 17–22. 2001
- Kartal, S.N. (2006). Combined Effect of Boron Compounds and Heat Treatments on Wood Properties: Boron Release and Decay and Termite Resistance, *Holzforschung*, 60, 455– 458.
- Korkut, S. ve Kocaefe, D. (2002). Isıl İşlemin Odun Özellikleri Üzerine Etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi* 5,2, 11-34.
- Malkoçoğlu, A. (2011). Mobilya Endüstrisi Ders Notu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.
- Mazela, B., Zakrzewski, R., Grzeskowiak, W., Cofta, G. ve Bartkowiak, M. (2003). Preliminary Research On The Biological Resistance of Thermal Modified Wood. In Abstracts of the First European Conference on Wood Modification. Ghent, Belgium.
- Mazela, B., Zakrzewski, R., Grzes'kowiak, W., Cofta, G. (2004). Bartkowiak, M., Resistance of thermally modified wood to basidiomycetes. *Wood Technology* 7 (1), 253–262.
- Militz, H. (2002). Thermal Treatment of Wood: European Processes and Their Background, IRG/WP 02-40241, 33rd Annual Meeting, Section 4, 1-17, Cardiff-Wales.
- Örs, Y., Özen, R., Doğanay, S. (1998). Mobilya üretiminde kullanılan ağaç malzemelerin vida tutma dirençleri. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22,29-34.
- Schmidt, O. (2006). Wood and Tree Fungi. K.T.Ü. Kütüphane, Trabzon.

- Stamm, A.,J. (1956). Thermal Degradation of Wood and Cellulose, Ind. Eng. Chem, 48,3, 413-417.
- Yıldız, S. (2002). Isıl işlem uygulanan Doğu Kayını ve Doğu Ladini Odunlarının Fiziksel Teknolojik ve Kimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yıldız, S. Ve Can, A. (2012). Isıl İşlem Uygulanmış Ladin, Karaçam, Kayın ve Kavak Odunlarının Korozyon Özellikleri, KSÜ Mühendislik Bil. Der., Özel Sayı, 62-68, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Welzbacher, C.,R. ve Rapp, A.,O. (2002). Comparison of Thermally Modified Wood Originating From Four Industrial Scale Processes – Durability. Paper prepared for the 33. Annual Meeting, Cardiff, Wales.
- URL-1. Thermowood metodu. <http://www.novawood.com.tr/twMetodu.aspx>. Son erişim tarihi: 23. 09.2011.
- URL-2. Heat Treatment of wood. www.vtt.fi/rte/wmt/index.htm. Son erişim tarihi: 11 Eylül 2010.
- URL-3. <http://www.novawood.com.tr/images/Brosurler/novaElkitabi.pdf>. Son erişim tarihi: 20 Ocak 2011.