

Azot Gazı Atmosferinde Isıl İşlem Uygulanmış Kavak Odununun Fiziksel Özellikleri

Hasan Orhan¹, Bekir Cihad Bal^{2*}

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Malzeme Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 12.03.2022

Kabul: 08.08.2022

Yayın: 15.12.2022

Araştırma Makalesi



Öz-Odunun bazı özelliklerini iyileştirmek amacıyla, farklı odun modifikasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Oduna, 180-220°C sıcaklık ile muamele edilerek uygulanan ısıtma işlemi bu yöntemlerden birisidir. Günümüzde, farklı işlem basamaklarından oluşan ve farklı ısı taşıyıcı araçların kullanıldığı birçok ısıtma işlemi geliştirilmiştir. Isıtma işleminin odunun teknolojik özelliklerinde meydana getirdiği değişiklikler üzerine birçok faktör etkili olmaktadır. Isıtma transfer aracı bu faktörlerden birisidir. Bu çalışmada, ısı taşıyıcı olarak azot gazı ve materyal olarak kavak odunu kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı, azot gazı atmosferinde ve normal atmosferde yapılan ısıtma işleminin, odununun fiziksel özellikleri üzerine etkisini belirlemektir. Bu çalışmada, 1 kontrol grubu ve 3 deney grubu oluşturulmuştur. Bu 4 test grubuna farklı işlemler uygulanmıştır. Kontrol grubuna ısıtma işlemi uygulanmamıştır. Isıtma işlemi uygulaması bir vakumlu etüvde yapılmıştır. İşlem sıcaklığı 210°C ve işlem süresi 3 saat olarak ayarlanmıştır. Sıcaklığın etkisi 2. grup ile azot gazının etkisi 3. grup ile, ve azot gazı ile ön işlemin etkisi ise 4. grupla belirlenmeye çalışılmıştır. Isıtma işlemi sonrası, kavak odununun yoğunluk, denge rutubet yüzdesi, teğet, radyal, boyuna ve hacmen genişleme yüzdeleri ile birlikte genişleme anizotropisi gibi fiziksel özellikler belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; hem normal atmosferde hem de azot gazı atmosferinde yapılan ısıtma işleminin, kavak odununun fiziksel özellikleri üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler – Fiziksel özellikler, kavak odunu, azot gazı, termal muamele, ısıtma işlemi

Physical Properties of Poplar Wood Heat Treated in Nitrogen Gas Atmosphere

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Vocational School of Technical Sciences, Material Department, Kahramanmaraş, Türkiye

Article History

Received: 12.03.2022


Accepted: 08.08.2022


Published: 15.12.2022

Research Article

Abstract – Different wood modification methods have been developed to improve some properties of wood. The heat treatment method, which is applied by treating the wood with a temperature of 180-220°C, is one of these methods. Today, many heat treatment methods have been developed, consisting of different treatment steps and using different heat transfer media. Many factors are effective on the changes in the technological properties of wood by heat treatment. The heat transfer media is one of these factors. In this study, nitrogen gas was used as heat transfer media and poplar wood was used as material. The aim of this study is to determine the effect of heat treatment in nitrogen gas atmosphere and normal atmosphere on the physical properties of wood. In this study, 1 control group and 3 experimental groups were formed. Different procedures were applied to these 4 test groups. No heat treatment was applied to the control group. Heat treatment was done in a vacuum oven. The processing temperature was set at 210°C and the processing time was 3 hours. The effect of temperature was tried to be determined with the 2nd group, the effect of nitrogen gas with the 3rd group, and the effect of the pretreatment with nitrogen gas with the 4th group. After heat treatment, physical properties such as density, equilibrium moisture content, tangential, radial, longitudinal and volumetric swelling percentages and swelling anisotropy of poplar wood were determined. According to the findings obtained; it has been determined that the heat treatment carried out both in the normal atmosphere and in the nitrogen gas atmosphere has a statistically significant effect on the physical properties of the poplar wood.

Keywords – Heat treatment, nitrogen gas, physical properties, poplar wood, thermal treatment

¹  hasanbey_118@hotmail.com

²  bcbal@hotmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Odunun bulunduğu ortamdaki rutubet alıp vermesi ve bunun sonucunda ölçülerinde meydana gelen değişimler bazı kullanım yerlerinde istenmeyen sorunlar oluşmasına neden olmaktadır. Örneğin, masif ağaç malzeme kullanılarak üretilen zemin parkelerinde, bazı mobilyalarda, ahşap yapı elemanlarında bu sorunla geçmişte sıklıkla karşılaşmıştır. Bunun yanında, masif ağaç malzemenin biyolojik olarak dayanıklılığının zayıf olması servis süresini azaltan önemli bir kusurdur. Özellikle toprakla temas eden yerlerde kullanılan masif ağaç malzemelerde mantarların ve böceklerin tahribatı önemli sorunlara sebep olmaktadır. Bu nedenle, odunun bu zayıf yönlerini iyileştirmek amacıyla kullanılan modifikasyon yöntemleri günümüzde yoğun olarak kullanılmaktadır.

Isıl işlem uygulaması bu gün için birçok ülkede endüstriyel olarak uygulanan önemli bir odun modifikasyon yöntemidir. Endüstriyel olarak uygulanan ısıl işlem, farklı ülkelerde farklı bazı yöntemler kullanılarak uygulanmaktadır. Bu yöntemlerde işlemin sonucunu etkileyen birçok farklı faktör bulunmaktadır. Isıl işlem esnasında uygulanan sıcaklık seviyesi, ısıl işlem uygulama süresi, ısı taşıma aracı, odunun ısıl işlem öncesi rutubet içeriği, odun yoğunluğu vs. şeklinde sıralanabilir. Isıl işlem esnasında, ortam değişkenleri olan bu faktörler ısıl işlem sonrası odunun teknolojik özelliklerinde meydana gelen değişimleri etkilemektedir. Örneğin; ısı taşıma aracı olarak bitkisel yağ kullanan yöntemlerde, ısıl işlem sonrası kütle artışı diğer çoğu yöntemde kütle kaybı oluşmaktadır (Esteves and Pereira 2009; Korkut ve Kocaefe 2009).

Odunun farklı teknolojik özelliklerinde, ısıl işlem yöntemi ile muamele edilmesi sonrasında meydana gelen değişimler, yapılan önceki çalışmalarda tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmaların bazılarında farklı ısıl işlem yöntemleri ve farklı ısı taşıyıcı araçlar kullanılmıştır. Herhangi bir kimyasal madde kullanılmadan, ısıl işlem ile muamele edilen odunun biyolojik dayanıklılığında meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Elde edilen verilere göre, ısıl işlem uygulanan odunun biyolojik dayanıklılığının arttığı farklı çalışmalarda rapor edilmiştir (Jamsa and Viitaniemi 2001; Kamdem vd., 2002; Esteves and Pereira 2009; Candelier vd., 2013a). Bal (2016) tarafından yapılan çalışmada, yağ ile yapılan ısıl işlem sonrası odun örneklerinde, kütle artışı genişleme yüzdelерinde azalma rapor edilmiştir. Normal atmosfer şartlarında yapılan ısıl işlem sonrası odun örneklerinin su alma yüzdelерinin azaldığı belirlenmiştir (Bal 2013; Taşdelen vd., 2019). Özellikle yüzey özelliklerinden olan odun renginin ısıl işlem sonrası değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda, rengin homojenleştiği ancak, rengin koyulaştığı ve işlem sıcaklığına bağlı olarak renk koyulaşmasının önemli derecelerde olduğu belirlenmiştir (Yaşar 2009; Ayata vd., 2018a; Karamanoğlu ve Kaymakçı 2018; Aydemir vd., 2019; Ayata 2020; Yazıcı ve Özlüsoylu 2020). Isıl işlem sonrası odunun istenmeyen özelliklerinin iyileştirdiği rapor edilmiştir. Ancak, ısıl işlem uygulanmış odunun, özellikle yüksek sıcaklıklarda muamele edilmesi sonucu mekanik özelliklerinin azaldığı bildirilmiştir (Calonego vd., 2012; Candelier vd., 2013b; Güntekin vd., 2017; Yılmaz Aydın ve Aydın 2020; Yılmaz Aydın 2021). Farklı atmosfer şartlarında yüksek sıcaklıkla muamele edilen karaçam odununun mekanik özelliklerin de meydana gelen değişimler yapılan önceki çalışmalarda incelenmiş ve farklılıklar ortaya konmuştur (Bal 2018; Orhan ve Bal, 2021). Bu durumda, ısıl işlem sonrası masif odunun bazı fiziksel özelliklerinin iyileşmesi olumlu, ancak, mekanik özelliklerinin kötüleşmesi olumsuz bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, yapılan birçok bilimsel çalışmada odunun fiziksel özelliklerini ve biyolojik dayanıklılığını artıran ancak mekanik özelliklerini azaltmayan bir yöntem geliştirmek amaçlanmaktadır. Isıl işlem esnasında ve işlem sonrasında soğutma periyodunda, oksijenle temas eden odun örneklerinin mekanik özelliklerinin azaldığı bilinmektedir. Bitkisel yağ kullanılarak yapılan ısıl işlemin (Oil-Heat Treatment) en önemli amaçları; yağın ısıyı homojen bir şekilde iletmesi ve odun ile oksijen temasını önlemesidir (Sailer vd., 2000) Benzer şekilde, vakum atmosferinde veya azot gazı atmosferinde yapılan ısıl işlemin amacında termal degradasyonu azaltabilmektir (Candelier vd., 2013a,b)

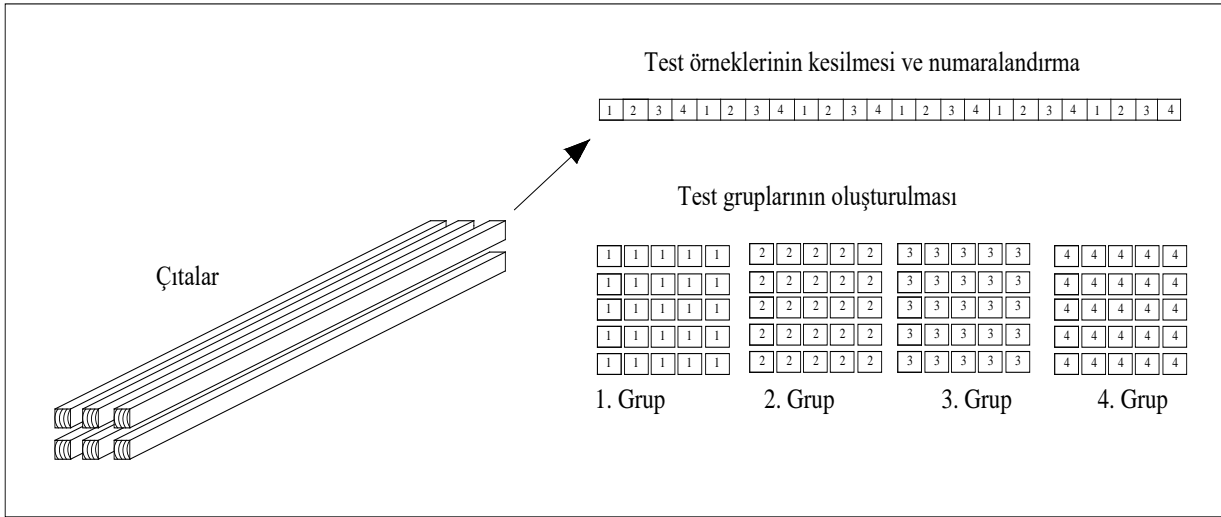
Bu çalışmanın amacı, normal atmosferde, azot gazı atmosferinde ve azot gazı ile ön işlem sonrası yüksek sıcaklıkta uygulanan ısıl işlem sonrası, kavak odunundan hazırlanan test örneklerinin, bazı fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesidir. Azot gazı ile ön işlem uygulamasının amacı,

odun boşluklarında bulunan havanın uzaklaştırılarak yerine azot gazı transfer edilmesinin etkisini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu araştırmada, deneme örneklerinin hazırlanmasında kavak (*Populus subsp.*) odunu kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan kavak kereste, satın alma yoluyla tedarik edilen tomruklardan biçilerek hazırlanmıştır. Sonra bu keresteler 2.5x10x150 cm boyutlarında parçalara ebatlanmıştır. Kurutma işlemi sonrası, parçalardan 2 x 2 x150 cm ölçülerinde çıtalar kesilmiştir. Sonra bu çıtalarda 2x2x3 cm ölçülerinde deneme örnekleri kesilmiştir. Çıtalardan yan yana kesilen test örnekleri farklı bir gruba ayrılmıştır. Sonuç olarak, her bir çıtadan her bir test grubu için eşit sayıda test örneği kesilmiştir. Kontrol ve deney grupları için 33 adet denem örneği hazırlanmıştır. Fiziksel özelliklerin çıtalardan kesilip hazırlanmasına dair şematik görüntü Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Test örneklerinin hazırlanmasına dair şematik görüntü

2.2. Metot

Laboratuvar denemeleri için 1 kontrol grubu ve 3 farklı deney grubu oluşturulmuştur (Tablo 1). Bu gruplardan 1. grup kontrol, 2, 3 ve 4. gruplar deney grupları olarak oluşturulmuştur. Bu 4 test grubuna uygulanan işlemler çizelgede gösterildiği şekilde uygulanmıştır. Kontrol grubuna ısıl işlem uygulanmamıştır. Sıcaklığın etkisi 2. Grup, azot gazının etkisi 3. Grup ile ve azot gazı ile ön işlemin etkisi ise 4. Grupla belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 1

Deneme planı ve ortam şartları

1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	4.GRUP
Kontrol Grubu	Normal şartlar altında	Azot şartları altında	Azotla ön işlem ve azot şartları altında
Isıl işlemsiz	210°C’de 3saat işlem uygulandı	210°C’de 3 saat işlem uygulandı	3 saat ön işlem ve 210°C’de 3 saat ısıl işlem uygulandı

Test örneklerine ısıl işlem vakumlu etüv içerisinde uygulanmıştır. Vakumun ve azot gazı beslemesinin uygulanışı aşağıda Şekil 2’de gösterilmiştir. 2. Gruba ısıl işlem uygulaması esnasında vakum uygulanmamış ve azot gazı verilmemiştir. 3. ve 4. gruplara etüvün kapağı kapatıldıktan sonra düşük vakum

uygulanmıştır. Vakum 100 mbar seviyesine ulaşınca, azot gazı beslenmiştir. Vakum seviyesi düştükçe, vakum pompası çalıştırılmış, vakum artırılmış ve azot gazı verilmiştir. Bu ön işlem 3 saat devam etmiştir. Tüm gruplar için ısıl işlem üç saat olarak yapılmıştır. Isıl işlem bitince, test örnekleri etüvden çıkarılmış ve oksijenle temas etmesini önlemek için, hızlıca naylon poşetlerle sarılmıştır. Test örnekleri poşetler içerisinde soğutulmuştur. Soğutma işleminden sonra, örneklerin ölçüleri ve ağırlıkları ölçülmüştür. Bu değerler ile tam kuru yoğunluk miktarı TS 2472’de belirtilen esaslarla Formül (1) ile hesaplanmıştır. Sonra, test örnekleri yaklaşık dört hafta klima dolabında 20°C sıcaklık ve %65 bağıl nem şartlarında kondisyonlanmıştır. Daha sonra test örneklerinin denge rutubeti miktarı (DRM) TS 2471’e göre hesaplanmıştır. Sonra, test örnekleri damıtık su içerisinde bırakılmış ve 2 hafta sonra çıkarılıp ölçüleri belirlenmiştir. Test örneklerinin tam kuru haldeki ölçüleri ile suda bekletme işlemi sonrası ölçülen ölçüleri arasındaki farklardan genişleme yüzdeleri TS 2484 ve TS 2486’da belirtilen esaslar ve Formül (2) ile hesaplanmıştır.

$$D = \frac{m}{V} \quad (\text{g/cm}^3) \quad (1)$$

Burada; D: yoğunluk, m: ağırlık (g), V: hacimdir (cm³)

$$\alpha = \frac{L_d - L_k}{L_k} \times 100 \quad (\%) \quad (2)$$

Burada; α : daralma, L_d : doygun haldeki uzunluk, L_k : kuru haldeki uzunluktur.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan vakumlu etüv, vakum pompası ve gaz beslemesi

3. Bulgular ve Tartışma

Test örneklerine ısıl işlem uygulandıktan sonra, deneme örnekleri klima dolabında iklimlendirilmiş ve sonra fiziksel özellikler tespit edilmiştir. Bu özellikler; tam kuru yoğunluk (D_0), denge rutubeti miktarı (DRM), teğet genişleme (α_t), radyal genişleme (α_r), teğet genişlemenin radyal genişlemeye oranı olan genişleme anizotropisi (α_t / α_r), boyuna genişleme (α_b), hacimsel genişleme (α_h) yüzdeleridir. Tespit edilen bulgulara ait istatistiksel değerler (İ.D.) Tablo 2’de verilmiştir. Tabloya göre; genel olarak, kontrol grubuyla

kıyaslandığında, fiziksel özelliklerin ısı işlem uygulamasından etkilendiği görülmektedir. Özellikle 2 numaralı grupta yer alan test örneklerinin diğer deney grubu test örneklerine göre fiziksel özelliklerinin daha fazla azaldığı görülmektedir. Deney gruplarından 3 numaralı ve 4 numaralı gruplar arasında belirgin bir farklılığın olmadığı görülmektedir. Tabloda verilen tam kuru yoğunluk değerinin kontrol grubunda 378 kg/m³ olduğu, uygulanan ısı işlem şartlarına göre bu değer değiştiği görülmektedir. Normal atmosfer şartlarında oksijen varlığında uygulanan ısı işlem sonucunda en düşük yoğunluk değeri 361 kg/m³ olarak elde edilmiştir. Deney gruplarından azotla ön işlem uygulanan 4. grupta ise diğer deney gruplarına göre en yüksek tam kuru yoğunluk değeri 366 kg/m³ olarak elde edilmiştir.

Tablo 2

Fiziksel özelliklere ait bulgular, ANOVA ve Duncan testi sonuçları (Orhan 2017)

Gruplar	İ.D.	D ₀	DRM	α_t	α_r	α_t / α_r	α_b	α_h
		kg/m ³	%	%	%	-	%	%
1.grup	x	378A	12,8A	8,6A	3,2A	2,7	0,6A	12,3A
	ss	24	0,5	1,0	0,6	0,6	0,2	1,1
2.grup	x	361B	8,0C	4,9C	2,3B	2,4	0,2B	7,3C
	ss	24	0,8	1,3	0,9	0,8	0,1	1,0
3.grup	x	365B	8,4B	5,3B	2,2B	2,5	0,3B	7,8B
	ss	22	0,9	1,0	0,5	0,7	0,2	0,9
4.grup	x	366B	8,4B	5,6B	2,3B	2,5	0,3B	8,1B
	ss	17	0,7	0,8	0,4	0,5	0,1	1,0
ANOVA		0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	NS*	0,000*	0,000*

x: aritmetik ortalama, s: standart sapma, İ.D.: istatistik değerler, Do: Tam kuru yoğunluk, α_t : Teget yönde genişleme, α_r : Radyal yönde genişleme, α_t / α_r : genişleme anizotropisi, α_b : Boyuna yönde genişleme, α_v : Hacmen genişleme

Tablo 2’de, yapılan ısı işlem uygulamasının tam kuru yoğunluk değeri üzerine etkisini gösteren ANOVA testi ve Duncan testi gösterilmiştir. Tabloya göre; gruplar arasında istatistiksel olarak önemli ($P < 0.001$) bir farklılığın olduğu görülmektedir. Bu tablodaki Duncan çoklu ayırım testine göre kontrol grubu ile deney grupları arasında farklılıkların olduğu ancak deney grupları arasında farkların istatistiksel olarak önemli farklar olmadığı görülmektedir.

Tablo 2’de verilen denge rutubeti yüzdesine ait verilere göre gruplar arasında farklar ($P < 0.001$) belirlenmiştir. Tabloda verilen bulgulara ait istatistik değerler incelendiğinde, kontrol grubunda %12.8 olarak en büyük denge rutubeti miktarının ölçüldüğü, deney gruplarında ise yaklaşık %8 ölçüldüğü görülmektedir. Bu sonuçlara göre, genel olarak, uygulanan ısı işlemin denge rutubeti yüzdesini yaklaşık olarak %4 civarında azalttığı, en fazla azalmanın ise 2 numaralı grup olan normal atmosferde yapılan ısı işlem uygulaması sonucu elde edildiği görülmektedir. Ayrıca, hangi gruplarının birbirlerinden farklı olduğu, hangi grubun en fazla etkilendiği ise yine çizelgede verilen Duncan testi ile gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre kontrol grubu ile deney grupları arasında önemli farklılıkların olduğu ve ayrıca deney grupları arasında da farklar olduğu görülmektedir. Normal atmosfer şartlarında yapılan ısı işlem sonucunda elde edilen denge rutubeti yüzdesi istatistiksel olarak önemli seviyede diğer deney gruplarından farklıdır. Ancak 3 numaralı ve 4 numaralı azot atmosferi şartlarında ısı işlem uygulanan gruplar arasında fark yoktur.

Testler sonunda elde edilen genişleme yüzdelerine ait bulgular incelendiğinde; genel olarak kontrol grubu test örneklerinin genişleme miktarlarının deney grubu test örneklerine göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Kontrol grubu ile deney grupları arasında, genişleme miktarları bakımından istatistiksel olarak önemli ($P < 0.001$) seviyede farklılık belirlenmiştir. Kontrol grubuna ait tüm genişleme miktarlarının diğer deney grubu test örneklerinden daha yüksek bir genişleme miktarına sahip oldukları görülmektedir. Normal atmosferde işlem gören 2 numaralı grup test örneklerinin ise en küçük genişleme miktarlarına sahip

oldukları görülmektedir. 3 ve 4 numaralı gruplar arasında küçük farklar vardır. Ancak bu farklar istatistiksel olarak önemsiz farklardır.

Testler sonunda teğet yöndeki genişleme miktarının, radyal genişleme miktarına oranlanması ile elde edilen genişleme anizotropisi değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Tablo da verilen bu değerler incelendiğinde kontrol grubu ile kıyaslandığında deney gruplarının genişleme anizotropisinin azaldığı görülmektedir. En yüksek genişleme anizotropisi 2.7 ile kontrol grubunda en küçük ise 2.4 ile 2 numaralı grupta elde edilmiştir. ANOVA testi sonuçlarına göre ($P > 0.05$) olduğu için gruplar arasındaki farklar önemsizdir. Kontrol grubu diğer gruplara göre en yüksek genişleme anizotropisine sahiptir. Azot gazı ile ön işlem gören 3 numaralı grup ile 4 numaralı grup arasında bir farklılık tespit edilememiştir. En düşük anizotropi, normal atmosfer şartlarında yapılan 2 numaralı grupta elde edilmiştir. Masif ahşap malzemenin kullanım yerinde, servis süresi boyunca en fazla sorun teşkil eden özelliklerinden birisi genişleme ve daralma anizotropisidir. Masif ağaç malzemedeki teğet yöndeki genişleme ve daralma ile radyal yöndeki genişleme ve daralma bir birinden ne kadar farklılık gösterirse o derecede sorun oluşmaktadır. Örneğin, masif yer döşemeleri, masif lambriyerler, kapı ve pencere doğramaları bu sorunların görülebileceği yerlerdir.

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde; odunun denge rutubeti miktarında meydana gelen azalma, genişleme miktarında meydana gelen azalma ve genişleme anizotropisindeki azalma, odunun kullanım yerindeki istenmeyen özelliklerinin bertaraf edilmesi bakımından önemlidir. Bu konuda yapılan önceki çalışmalarda, ısıtma işleminin odunun fiziksel özellikleri üzerine olumlu etkilerinin tespit edildiği çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Bekhta and Niemz (2003); Korkut ve Kocaefe (2009), Esteves and Pereira (2009), Bal ve Bektaş (2012), Bal (2013, 2014) yapmış oldukları çalışmalarda odunun yüksek ısı ile muamelesi sonrası, ağırlık veya yoğunluk kaybı meydana geldiği, odun-su ilişkilerinin değiştiği, odunun denge rutubetinin azaldığı, genişleme miktarlarının azaldığı, boyutsal olarak daha stabil hale geldiğini belirlemişlerdir. Odunda meydana gelen bu gibi değişimlerin en önemli sebebinin ise; ısıtma işlemi muamelesi esnasında odunun kimyasal yapısında bazı değişimlerin olmasıdır. Bu değişimler öncelikle hemiselülozların bozunması ile başlamakta, sonra selülozun kristalleşmesi ve ligninin dallanması ile devam etmektedir. Ayrıca, bu bozunmalar esnasında yeni bazı bileşiklerin ortaya çıktığı da bir çok araştırmada rapor edilmiştir (Brito vd., 2008; Korkut ve Kocaefe 2009). Bu kimyasal özelliklerde meydana gelen değişimlerle beraber ısıtma işlemi gören odunun, su ile olan ilişkisi de değişmektedir. Özellikle hidroksil gruplarında meydana gelen azalmaların buna sebep olduğu Mitsui vd., (2007) tarafından sitka ladin odunu üzerine yapılan çalışmada ortaya konmuştur. Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar incelendiğinde, ısıtma işlemi uygulaması yönteminden kaynaklanan bazı farklılıklarda görülmektedir. Normal atmosfer şartlarında yapılan ısıtma işlemi uygulamasına ait sonuçlar ile, azot atmosferinde yada vakum atmosferinde yapılan deneylerden elde edilen bulgular arasında farklılıklar vardır. Bununla ilgili olarak bazı önceki çalışmalar örnek verilebilir; Borrega and Karenlampi (2008) sabit rutubet miktarı ve bağıl nem ortamında ısıtma işlemi uygulanmış Ladin odununun mekanik özelliklerini incelemiş ve 150 ve 170°C sıcaklıkta su buharı ile muamele edilen odun örneklerinde kütle kaybı arttıkça mekanik özelliklerden eğilme direnci, elastikiyet modülü ve sertliğin kütle kaybına paralel olarak azaldığını belirlemişlerdir. Bazı diğer çalışmalarda, ısı iletim aracı olarak sıcak bitkisel yağlar kullanılmıştır (Sailer vd., 2000; Tomak vd., 2011; Bal 2015; Bal 2016). Oduna bitkisel yağlar kullanarak ısıtma işlemi uygulanmasında, yağ hem odun yüzeylerine ısının eşit dağılmasını sağlayan bir ısıtma aracı olarak ve hem de odunun oksijen ile temasını ayırıcı bir araç olarak kullanılmaktadır. ısıtma işlemi hemiselülozu bozmakta, lignini modifiye etmekte, odun ekstraktiflerini yaymakta ve odun hücre duvarlarındaki OH gruplarının sayısını azaltmaktadır (Epmeier and Kliger, 2005). Michell (1988) yapmış olduğu çalışmada, hava, oksijen ve azot varlığında lobloby çamı odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin nasıl etkilendiğini belirlemeye çalışmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre; ısıtma işlemi prosesi sonuçlarını en fazla etkileyen faktörün, odun rutubet miktarı olduğunu rapor etmiştir. Gao vd. (2015) farklı sıcaklık derecelerinde, vakum altında kavak odununda yapılan ısıtma işleminin fiziksel, mekanik ve biyolojik dayanıklılığı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda belirlenen verilere göre; vakum altında yapılan ısıtma işlemi sonucunda, kavak odununun fiziksel özelliklerinin modifiye olduğu, ancak

mekanik özelliklerin, özellikle eğilme direncinin önemli seviyede azaldığını rapor etmişlerdir. Candelier vd., (2013a) işlem esnasında uygulanan ısı transfer aracının (azot veya vakum ortamı) odunun teknolojik özelliklerini farklı şekilde etkilediğini belirlemiştir ve denemelerde azot atmosferinde yapılan ısı işlem uygulamasında vakum ortamında yapılan ısı işlem uygulamasına göre monosakkaritlerin (arabinos, galatoz, mannoz, glikoz, xylose) daha fazla etkilendiğini belirlemiştir. Bu çalışmalarda görüldüğü gibi, ısı işlem üzerine yapılan laboratuvar çalışmalarında, uygulanan ısı işlem metodu ve kullanılan ısı iletim aracı fiziksel özellikler üzerine etkilidir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, farklı atmosferlerde uygulanan ısı işlem uygulaması sonrası kavak odunundan elde edilen test örneklerinin bazı fiziksel özellikleri tespit edilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen şu sonuçlar söylenebilir; fiziksel özelliklerin 3 farklı şekilde yapılan ısı işlem uygulamasından etkilendiği ve yoğunluğun, denge rutubeti miktarının ve genişleme miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Özellikle, normal atmosfer altında yapılan, 2 numaralı grupta yer alan test örneklerinin diğer deney grubu test örneklerine göre fiziksel özelliklerinin daha fazla azaldığı görülmektedir. Deney gruplarından 3 numaralı ve 4 numaralı gruplar arasında belirgin bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Normal atmosfer şartlarındaki ısı işleme göre, azot gazı atmosferinde daha iyi fiziksel özellikler elde edildiği söylenebilir. Ancak, elde edilen verilere göre kavak odununun fiziksel özellikleri için 3 saatlik ön işlemin istatistiksel olarak önemli derecede bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre; azot gazı atmosferinde yapılan ısı işlemin kavak odununun fiziksel özellikleri için yeterli modifikasyon sağladığı söylenebilir.

Bilgilendirme

Bu makale, Hasan ORHAN isimli lisansüstü öğrenciye ait “Kavak odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine azot gazı varlığında yapılan ısı işlemin etkilerinin belirlenmesi” başlıklı tezden türetilmiştir. Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje Numarası: 2017/1-60 YLS.

Yazar Katkıları

Yazar Hasan Orhan: Laboratuvar çalışmalarını yapmıştır, verileri toplamıştır.

Yazar Bekir Cihad Bal: Çalışmayı planlamıştır, çalışma planını oluşturmuştur, veri analizini yapmıştır, makaleyi yazmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Ayata, Ü., Gürleyen, T., Gürleyen, L. (2018a). Effect of heat treatment on color and glossiness properties of zebrano, sapelli and merbau woods. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 11-20.
- Ayata, Ü., (2020). Ayous odununun bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ve ısı işleminden sonra renk ve parlaklık özellikleri, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3 (1), 22-33.
- Aydemir, D. , Bürüç, G. ve Bakır, K. (2019). Doğu Kayını ve Saplı Meşe Odunlarının Bazı Özellikleri Üzerine Isıl İşlemin Etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* , 21 (3), 713-721.
- Bal, B.C., (2013). A comparative study of the physical properties of thermally treated poplar wood and plane wood, *BioResources*, 8 (4): 6493-6500.
- Bal, B.C., (2014). Some physical and mechanical properties of thermally modified juvenile and mature black pine wood, *European Journal of Wood and Wood Products*. 72: 61–66,
- Bal, B.C. (2015). Wood-water relationships and biological durability of heat-treated Taurus fir wood. *Pro Ligno*, 11(3), 3-10.
- Bal B.C., (2016). Sıcak bitkisel yağ ile muamele edilen Toros göknarı odununun bazı fiziksel özellikleri,

- KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19 (2), 20-26.
- Bal, B.C., (2018). A Comparative Study of Some of the Mechanical Properties of Pine Wood Treated in Vacuum, Nitrogen, and Air Atmospheres, *Bioresources*, 13(3), 5504-5511.
- Bekhta, P. and Niemz, P. (2003). Effect of High Temperature on The Change in Color, Dimensional Stability and Mechanical Properties of Spruce Wood, *Holzforchung* 57(2003), 539-546.
- Borrega, M. and Karenlampi, P.P. (2008). Mechanical Behavior of heat-treated spruce (*Picea abies*) Wood at Constant moisture content and ambient humidity, *Holz als Roh-und Werkstoff* 66(2008), 63-69.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., (1997). *Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı*, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayınno: 445, S: 1, İstanbul.
- Brito, J. O., Silva, F. G., Leão, M. M., and Almeida, G. (2008). Chemical composition changes in eucalyptus and pinus woods submitted to heat treatment. *Bioresource technology*, 99(18), 8545-8548.
- Calonego, FW, Severo, ETD, Ballarin, AW. (2012). Physical and mechanical properties of thermally modified wood from *E. Grandis*, *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(4): 453-460.
- Candelier, K., Dumarçay, S., Pétrissans, A., Desharnais, L., Gérardin, P., & Pétrissans, M. (2013a). Comparison of chemical composition and decay durability of heat treated wood cured under different inert atmospheres: Nitrogen or vacuum. *Polymer degradation and Stability*, 98(2), 677-681.
- Candelier, K., Dumarçay, S., Pétrissans, A., Gérardin, P., and Pétrissans, M. (2013b). Comparison of mechanical properties of heat-treated beech wood cured under nitrogen or vacuum. *Polymer degradation and stability*, 98(9), 1762-1765.
- Epmeier, H. and Kligler, R. (2005). Experimental Study of Material Properties of Modified Scots Pine, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 63:430-436.
- Esteves, BM., Pereira, HM. (2009). Wood modification by heat treatment: A review, *BioResources* 4(1), 370-404.
- Gao, H., Sun, M.Y., Cheng, H.Y., Gao, W.L. and Ding, X.L. (2015). Effects of Heat Treatment under Vacuum on Properties of Poplar, *BioResources*, 11(1), 1031-1043.
- Güntekin, E., Yılmaz Aydın, T., & Üner, B. (2017). Physical, mechanical and bonding performance of Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) as influenced by heat treatment. *Drvna industrija*, 68(2), 99-108.
- Kamdern, D. P., Pizzi, A., and Jermannaud, A. (2002). Durability of heat-treated wood. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 60(1), 1-6.
- Karamanoğlu, M, Kaymakçı, A ., (2018). Higrotermal yaşlandırma işleminin ısı işlem görmüş kestane odununun renk ve sertlik özellikleri üzerine etkisi, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 31-37.
- Kocaefe, D., Shi, L.J., Yang, D.Q., Bouazara, M. (2008b). Mechanical properties, dimensional stability, and mold resistance of heat-treated jack pine and apsen, *Forest Products Journal* 58(6):88-93.
- Korkut, S., Gündüz, G., Korkut, D.S. (2008). The effects of heat treatment on physical and technological properties and surface roughness of Camıyanı Black Pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* var. *pallasiana*) wood, *Bioresource Technology*, 99:2275-2280.
- Korkut, S., Kocaefe, D. (2009). Isıl işlemin odun özellikleri üzerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 5(2), 11-34.
- Jamsa S., Viitaniemi P. (2001). Heat treatment of wood - Better durability without chemicals, Review on heat treatments of wood, In proceedings of Special Seminar held in Antibes, France.
- Mburu, F., Dumarçay, S., Bocquet, J.F., Petrissans, M. and Gerardin, P. (2008). Effect of Chemical Modifications Caused by Heat Treatment on Mechanical Properties of Grevillea robusta Wood, *Polymer Degradation and Stability* 93 (2008), 401-405.
- Michell, P. H. (1988). Irreversible property changes of small loblolly pine specimens heated in air, nitrogen, or oxygen. *Wood and Fiber Science*, 20(3), 320-335.
- Mitsui, K., Inagaki, T., Tsuchikawa, S. (2007). Monitoring of hydroxyl groups in wood during heat treatment using NIR spectroscopy. *Biomacromolecules*, 9(1): 286-288.
- Orhan H., (2017), *Kavak odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine azot gazı varlığında yapılan ısıl işlemin etkilerinin belirlenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Orhan, H., ve Bal, B. C. (2021). Azot gazı varlığında yapılan ısıl işlemin kavak odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 22(2), 165-170.
- Örs, Y., Keskin, H., (2001). *Ağaç Malzeme Bilgisi*, Gazi Üniversitesi Ders Kitabı, S:77, Ankara.

- Sailer, M., Rapp, A.O, Leithoff, H., Peek, R.D. (2000). Upgrading of wood by application of an oil heat treatment. *HolzRoh- undWerkst* 58(1):15–22.
- Santos, J.A. (2000). Mechanical behavior of Eucalyptus Wood Modified by Heat, *Wood Science and Technology* 34 (2000) 39-43.DOI: 10.1007/s002260050006
- Taşdelen, M, Can, A, Sivrikaya, H. (2019). Some physical and mechanical properties of maritime pine and poplar exposed to oil-heat treatment. *Turkish Journal of Forestry*, 20 (3), 254-260.
- Tomak, E.D.,Viitanen, H., Yıldız, U.C., Hughes, M. (2011). The combine defects of boron and oil heat treatment on the properties of beech and Scots pine wood. Part 2: Water absorption, compression strength, color changes, and decay resistance, *Journal of Materials Science*, 46: 608-615.
- TS 2470 (1976) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2471 (1976) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2472 (1976) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin HacimY oğunluk Değerinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 4084, (1976) Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, TSE, Ankara.
- TS 4086 (1976) Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yaşar, S. (2009). Kızılcıam (Pinus brutia ten.) ekstraktif maddelerinde ısı işlem uygulanması sonucu oluşan renk değişimleri üzerine araştırma. *Turkish Journal of Forestry*, 10 (1) , 95-100
- Yazıcı, H, Özlüsoylu, İ. (2020). Hızlandırılmış yaşlandırmanın ısı işlem uygulanmış Akdeniz defnesi (Laurus nobilis L.) odunun bazı yüzey özelliklerine etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, 21 (4), 468-474.
- Yılmaz Aydın, T. (2021). Evaluation of heating temperature and time on bending properties of Taurus cedar wood, *Turkish Journal of Forestry*, 22 (4), 432-438.
- Yılmaz Aydın, T. ve Aydın, M. (2020). Influence of Temperature and Exposure Duration on the Bending Properties of Oak Wood. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22 (3), 871-877.