

Azot gazı varlığında yapılan ısıtma işleminin kavak odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkileri

Hasan Orhan^a, Bekir Cihad Bal^{b,*}

Özet: Bu çalışmada, azot gazı varlığında yapılan ısıtma işleminin, kavak (*Populus* subsp.) odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Isıtma transfer aracı olarak azot gazı ve hava olmak üzere iki farklı ısıtma transfer aracı kullanılmış ve ısıtma işleminin bazı mekanik özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada, bir gruba ön işlem olarak vakumla odun boşluklarındaki havanın uzaklaştırılması ve yerine azot gazı transferi yapılmıştır. Sonra, ısıtma işlemi uygulanmıştır ve bu ön işlemin etkisi de belirlenmiştir. Laboratuvar deneylerinde statik eğilme direnci, eğilmede elastisite modülü, şok direnci gibi mekanik özellikler araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; ısıtma işleminin, kavak odununun mekanik özellikleri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Eğilme direnci ve şok direnci ısıtma işlemi sonrası azalırken, elastisite modülünün bir miktar arttığı belirlenmiştir. Azot gazı varlığında yapılan ısıtma işleminin mekanik özellikler üzerine etkisinin, hava varlığında yapılanlara göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Isıtma işlemi, Kavak odunu, Azot gazı, Mekanik özellikler

Effects of heat treatment in the presence of nitrogen gas on some mechanical properties of poplar wood

Abstract: In this study, the effects of heat treatment performed in the presence of nitrogen gas on some mechanical properties of poplar (*Populus* subsp.) wood were determined. Two different heat transfer media, nitrogen gas and air, were used as heat transfer media, and the effect of heat treatment on some mechanical properties was investigated. In this study, as a pre-treatment, the air in the wood cavities was removed by vacuum and nitrogen gas was transferred instead in a group. Then, heat treatment was applied and the effect of this pre-treatment was also determined. In laboratory experiments, mechanical properties such as static bending strength, modulus of elasticity in bending, impact bending were investigated. According to the data obtained; it was determined that heat treatment has an effect on the mechanical properties of poplar wood. While the bending strength and impact bending decreased after heat treatment, it was determined that the elastic modulus increased a little. It has been determined that the effect of heat treatment in the presence of nitrogen gas on mechanical properties is less than those performed in the presence of air.

Keywords: Heat treatment, Poplar wood, Nitrogen gas, Mechanical properties

1. Giriş

Günümüzde ısıtma işlemi prosesi bir odun modifikasyon yöntemi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Birçok faktör ısıtma işleminin sonuçları üzerine etkilidir. Bu faktörler; sıcaklık, işlem süresi, ısıtma transfer aracı, odun türü (yumuşak odun-sert odun), başlangıç rutubet miktarı, odun yoğunluğu ve odunun ekstraktif madde miktarıdır. Günümüzde, ısıtma transfer aracı olarak, su buharı, hava, bitkisel yağlar ve azot gazı kullanan birçok farklı endüstriyel ısıtma işlemi metodu geliştirilmiştir (Esteves ve Pereira, 2009; Korkut ve Kocaefe, 2009).

Odunun mekanik özellikleri; ağaç malzemenin boyut ve şekil değişimleri, gerilme ve kırılmaya yol açan mekanik cinsten dış kuvvetlere karşı koyma durumunu belirtmektedir. Bir malzeme olarak odunun, dış kuvvetlerin etkilerine karşı koyması, kuvvetin büyüklüğüne, yönüne, çeşidine ve zamanına bağlıdır. Ayrıca, ağaç malzemenin

şekli de karşı koyma gücünü etkilemektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Kuvvetin tesir ediş şekline (uygulama şekli) göre 4 farklı yükleme şekli vardır. Bunlar; devamlı ve yavaş yavaş artan statik yüklemeler, ani şok şeklindeki dinamik yüklemeler, yeknesak ve uzun süreli yorma yüklemeleri ve tesir yönü tekdüze olarak değişen değişken yüklemeler şeklinde olduğu bildirilmiştir (Örs ve Keskin, 2001).

Odunun kimyasal, fiziksel, mekanik özellikleri, biyolojik dayanıklılığı, estetik görünüş özellikleri ve ses özellikleri odunun kullanım yerlerini belirlerken göz önünde bulundurulması önemli özelliklerindedir. Ayrıca, odunun maliyeti bu kullanım yerini belirlerken etkili olan faktörlerden birisidir. Estetik bakımdan üstün olan ve genelde mobilya ve iç mekân elemanlarında bu özelliği sebebiyle kullanılan ağaç türlerinin odunlarından elde edilen bu elemanlar fiyat olarak diğerlerine göre yüksektir. Bunun yayında, bir ağaç türünün odununun maliyetinin yüksek ya da düşük olmasına o ağaç türünün yetişme süresinde etki

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye

^b Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Malzeme Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): bcbal@hotmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 07.03.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 14.06.2021



Citation (Atıf): Orhan, H., Bal, B.C., 2021. Azot gazı varlığında yapılan ısıtma işleminin kavak odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 22(2): 165-170.

DOI: [10.18182/tjf.892685](https://doi.org/10.18182/tjf.892685)

etmektedir. Kavak, söğüt, bazı çam türleri, pavlonya ve okaliptüs türleri hızlı büyüyen ağaç türleridir ve genelde maliyetleri düşüktür. Bu ağaç türlerinin odunları hammadde olarak birçok farklı endüstride kullanılmaktadır. Bu ağaç türlerinin odunları yapacak odun olarak farklı alanlarda kullanılması gerekirse farklı metotlarla modifiye edilerek veya koruma işlemleri uygulayarak kullanılmaktadır. Isıl işlem modifikasyon yöntemi bu yöntemlerden birisidir.

Bu güne kadar ısıl işlem modifikasyonu üzerine yapılan bilimsel çalışmalarda, ısıl işlem modifikasyonu uygulanan odunun daralma-genişleme özelliklerinin iyileştiği (Bal, 2016; Taşdelen vd., 2019), biyolojik dayanıklılığının arttığı ve daha dayanıklı hale geldiği (Jämsä ve Viitaniemi, 2001; Esteves ve Pereira, 2009; Candelier vd., 2013a; Düzkale ve Bektaş, 2019), renginin değiştiği (Yaşar, 2009; Ayata vd., 2018; Karamanoğlu ve Kaymakçı, 2018; Ayata, 2020; Yazıcı ve Özlüsoy, 2020), su almasının azaldığı (Bal, 2013; Taşdelen vd., 2019) ve bu olumlu iyileşmelerin yanında mekanik özelliklerinin azaldığı (Calonego vd., 2012; Candelier vd., 2013b; Bal ve Bektaş, 2013; Bal, 2014; Bal, 2018) bildirilmiştir. Bu nedenle, ısıl işlem metotları üzerinde yapılan çalışmalarda mekanik özelliklerin azalmasını önleyen veya en aza indiren bir ısıl işlem yöntemi geliştirebilmek önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, kavak odunundan hazırlanan test örneklerinin azot gazı varlığında yapılan ısıl işlem sonrası, eğilme direnci, elastikiyet modülü ve şok direncinde (dinamik eğilme direnci) meydana gelen değişmelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, deneme materyali olarak kavak (*Populus* subsps.) odunu kullanılmıştır. Kavak odunu Kahramanmaraş ili, Küçüknacar köyünden tomruk olarak elde edilmiştir. Tomruklar bir kereste atölyesinde biçilmiş ve keresteye dönüştürülmüştür. Biçme işlemi TS 2470 (1976)'ya göre yapılmıştır.

Deneylerde kullanılmak üzere belirlenen 300 cm uzunluğundaki kavak tomrukları kereste atölyesine taşınmıştır. Beş farklı tomruk, önce öz kısmı tam ortada kalacak şekilde Şekil 1'de görüldüğü gibi 10 x 10 x 300 cm (kalınlık x genişlik x uzunluk) ölçülerinde biçilmiştir. Sonra bu parçalardan 2.5 x 10 x 150 cm boyutlarında tahtalar elde edilmiştir.

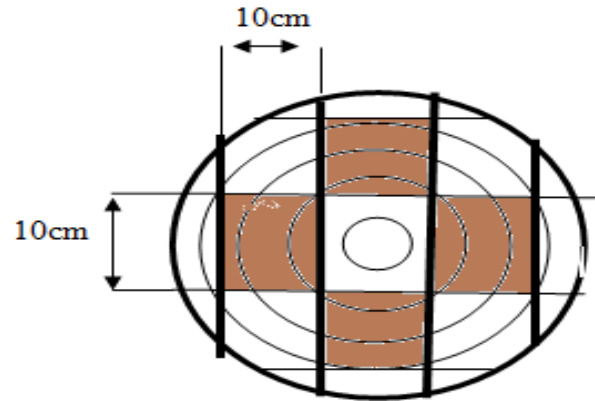
Bu tahtalar düzgün bir şekilde istif edilmiş ve yapay havalandırma ile kurumaları sağlanmıştır. Sonra, oda şartlarında 4 hafta kurutma yapıldıktan sonra, 2 x 2 x 150 cm olacak şekilde çitalara kesilmiştir. Elde edilen bu çitalar yaklaşık 1 ay süre ile oda şartlarında şartlandırılmıştır. Sonra eğilme direnci ve şok direnci için gerekli olan test örnekleri bu çitalardan 2 x 2 x 30 cm ölçüsünde hazırlanmıştır. Her bir grup için 33 adet test örneği hazırlanmıştır. Çitalardan art arda kesilen her bir test örneği farklı bir test grubuna dâhil edilmiştir. Böylece her bir çitadan her bir test grubu için bir tane test örneği kesilmiştir. Böylece test grupları arasında odunun kendi doğal yapısından kaynaklanan farklılıklar en aza indirilmeye çalışılmıştır.

İnert gazlar, genel olarak istenmeyen kimyasal reaksiyonların test örneğini etkilemelerini önlemek için kullanılır. Bu nedenle yapılan denemelerde inert bir gaz olan

azot gazı kullanılmıştır. Kullanılan azot gazı, Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren özel bir firmadan (OKNAL Sinaî ve Tıbbi Gazlar) tedarik edilmiştir.

2.2. Yöntem

Denemelerde kullanılmak üzere dört farklı test grubu hazırlanmıştır. Çizelge 1'de görülebileceği gibi, bu gruplardan 1 numaralı grup kontrol grubu olarak 2, 3 ve 4 numaralı gruplar ise deney grupları şeklinde planlanmıştır. 2 numaralı grup test örnekleri normal atmosfer şartlarında 210°C de 3 saat işlem görmüştür. 3 numaralı gruptaki test örnekleri ise azot atmosferinde 210°C de ve 3 saat işlem görmüştür. 4 Numaralı gruptaki test örnekleri ise önce 3 saat vakum uygulanarak odun boşluklarındaki hava alınmaya çalışılmış ve sonra etüv içerisine azot gazı verilerek ön işlem yapılmış ve sonra 3 saat 210°C de işlem görmüştür. Böylece çalışma sonunda, kontrol grubu ile karşılaştırılarak hem sıcaklığın hem azot gazının ve hem de azot gazı ile ön işlemin farkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Statik eğilme direnci denemeleri TS 2474 (1976)'ya ve eğilme elastikiyet modülü TS 2478 (1976)'ya göre yapılmıştır. Test örnekleri 2 x 2 x 30 cm boyutlarında hazırlanmıştır. Testlerde mesnet açıklığı 24 cm olarak ayarlanmıştır. Kuvvet teğet yönde uygulanmıştır. Testlerin yapılmasında ALŞA marka hidrolik prensiple çalışan bir test cihazı kullanılmıştır. Şok direnci testleri TS 2477 (1976)'ya göre 2 x 2 x 30 cm'lik test örnekleri üzerinde ve ALŞA marka şok direnci test cihazı ile yapılmıştır.



Şekil 1. Tomruklardan elde edilen parçalar

Çizelge 1. Deneme planı ve grupların şartları

1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup
Kontrol Grubu İşlem yok	Normal şartlar altında 210°C'de 3saat ısıtıl işlem uygulanmış	Azot gazı altında 210°C'de 3 saat ısıtıl işlem uygulanmış	Azotla ön işlem ve azot gazı altında 3 saat ön işlem ve 210°C'de 3 saat ısıtıl işlem uygulanmış

Isıl işlem uygulanmasında 64 litre kapasiteli JSR marka bir vakumlu etüv kullanılmıştır. Vakumlu etüve azot gazı ve vakum pompası bağlantısı Şekil 2'de görüldüğü gibi yapılmıştır. Normal atmosfer şartlarında yapılan 2 numaralı grubun ısıtıl işlem uygulaması yapılırken vakum ve azot gazı kullanılmamıştır. 3 numaralı ve 4 numaralı gruplarda ise kapak kapatıldıktan sonra vakum uygulanmış ve dış atmosfer ile bağlantı kesilmiştir. Sonra, etüv içerisine azot gazı verilmiştir. Vakum azaldıkça tekrar vakum pompası çalıştırılmış ve sonra tekrar azot gazı beslenmiştir. Her üç deney grubunda da toplam ısıtıl işlem süresi ısıtılma periyodu dahil 3 saat uygulanmıştır. Bu sürenin sonunda test örnekleri etüvden çıkarılmış ve oksijenle temas etmesini önlemek için bir naylon poşete bırakılmış, sonra bu şekilde soğutulmuştur. Soğutma işlemi sonrası yaklaşık 4 hafta klima dolabında 20°C sıcaklık ve %65 bağıl nem şartlarında kondisyonlanmıştır.

2.2.1. İstatistik analizlerin yapılması

Laboratuvar denemeleri sonrası, mekanik özelliklerle ilgili testlerden elde edilen bulgular Excel programına kaydedilmiş ve düzenlenmiştir. Bazı istatistik değerler (aritmetik ortalama, standart sapma, maksimum değer ve minimum değer) bu program vasıtasıyla elde edilmiştir. Gruplar arasında önemli bir fark olup olmadığı basit varyans analizi ile (One-Way ANOVA) SPSS 13.0 programında %95 güven aralığında belirlenmiştir. Gruplar arasında fark olduğu belirlendiğinde ise hangi grupların diğerlerinden farklı olduğu Duncan çoklu ayırım testi ile belirlenmiştir. Elde edilen istatistik sonuçları ilgili çizelgelerde gösterilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

Testler sonucunda elde edilen eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve şok direncine ait istatistik değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde genel olarak eğilme direnci ve şok direncine ait kontrol grubu test örneklerinden, deney grubu test örneklerine göre daha yüksek mekanik özellikler elde edildiği görülmektedir. Ancak eğilmede elastikiyet modülü değerleri, deney grubu test örneklerinde kontrol grubu test örneklerinden daha yüksek ölçülmüştür. Çizelgede verilen deney grubu tam kuru yoğunluk değerleri kontrol grubuna göre biraz daha düşüktür.

Çizelge 2'de verilen eğilme direncine ait istatistik değerler incelendiğine en yüksek aritmetik ortalamanın kontrol grubunda ölçüldüğü en küçük ortalamanın ise normal atmosfer şartlarında yapılan 2 numaralı grupta

ölçüldüğü görülmektedir. 3 numaralı ve 4 numaralı gruplarda elde edilen eğilme direnci değerleri 2 numaralı gruptan elde edilenden biraz daha yüksektir. Eğilme direnci verilerinde dört grup arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için ANOVA testi yapılmış ve sonuçlar aşağıda Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgede verilen bu ANOVA testi sonucuna göre gruplar arasında önemli seviyede ($P < 0.001$) farklılık olduğu görülmektedir.

Çizelgede verilen elastikiyet modülüne ait değerler incelendiğinde genel olarak kontrol grubu test örneklerine göre deney grubu test örneklerinin elastikiyet modülü değerleri biraz daha büyük ölçülmüştür. En yüksek elastikiyet modülü ise 3 numaralı grupta azot gazı atmosferinde işlem gören test örneklerinde belirlenmiştir. Azot gazı ile işlem gören 3 ve 4 numaralı gruplar arasındaki fark çok küçüktür. Bu gruplar arasında fark olup olmadığını belirlemek için ANOVA testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgede verilen bu sonuçlara göre elastikiyet modülü grupları arasında önemli seviyede ($P < 0.001$) farklılık bulunmaktadır.

Çizelgede 2'de verilen deney grubu test örneklerinin şok direnci değerleri kontrol grubuna göre daha düşüktür. Bir diğer deyişle, uygulanan ısıtıl işlemin, şok direnci üzerinde yaklaşık olarak %50 düzeyinde azalmaya sebep olduğu görülmektedir. En düşük şok direnci 0.218 kgm/cm² olarak 2 numaralı grupta ölçülmüştür. 3 numaralı grup ile 4 numaralı grup arasında küçük bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu verilere göre; gruplar arasındaki farklılıklar, Çizelge 3'de görülebileceği gibi, istatistiksel olarak önemli düzeydedir ($P < 0.001$).



Şekil 2. Isıl işlem uygulaması yapılan vakumlu etüv, vakum pompası ve azot gazı tüpü

Çizelge 2. Mekanik özelliklere ait bulgular (Orhan 2017)

Grup	İD	TKY kg/m ³	ED (N/mm ²)	EM (N/mm ²)	ŞD (kgm/cm ²)
1.grup*	x	378	62,8A	4214,2B	0,528A
	ss	24	4.1	700.1	0.109
	mak	466	70.3	5430.2	0.718
	min	342	53.2	2550.7	0.237
2.grup	x	361	51.7C	4684.7A	0.218C
	ss	24	5.2	580.2	0.048
	mak	450	62.0	6236.5	0.307
	min	313	36.8	3547.5	0.141
3.grup	x	365	55.4C	4919.9A	0.241B
	ss	22	6.1	825.4	0.046
	mak	412	66.5	6576.1	0.345
	min	320	39.7	2460.4	0.163
4.grup	x	366	55.8B	4813.7A	0.248B
	ss	17	4.4	677.9	0.035
	mak	402	63.6	6618.3	0.320
	min	340	47.8	3635.1	0.188

*1. Grup; kontrol grubu, 2. Grup; Normal şartlar altında, 3. Grup; Azot şartları altında, 4. Grup; Azotla ön işlem ve azot şartları altında, İD: istatistik değerler, x: aritmetik ortalama, ss: standart sapma, mak: maksimum değer, min: minimum değer, TKY: tam kuru yoğunluk, ED: eğilme direnci, EM: elastikiyet modülü, ŞD: şok direnci

Çizelge 3. Eğilme direnci, elastikiyet modülü ve şok direncine ait ANOVA testi sonuçları

Bağımlı değişken	Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler	F	Önem düzeyi
ED	Gruplar arası	2092	3	697	27.86	0.000*
	Gruplar içi	3078	123	25		
	Toplam	5170	126			
EM	Gruplar arası	9393367	3	3131122	6.38	0.000*
	Gruplar içi	60341401	123	490580		
	Toplam	69734768	126			
ŞD	Gruplar arası	2	3	0.67	152.79	0.000*
	Gruplar içi	0.52	120	0		
	Toplam	2.52	123			

*İstatistiksel olarak çok ileri düzeyde önemli.

Şok direnci test örnekleri, test sonrası kırılma bölgesindeki kıymık uzunluğuna göre incelenmiştir. TS 2477 (1976) numaralı standartta belirtilen kıymık uzunluğu kriterine göre, 3 mm'den kısa kıymıklı ise gevrek ve 3 mm'den uzun kıymıklı ise esnek olarak nitelendirilmektedir. Şok direnci testi sonrası test örneklerinin görüntüsü aşağıda Şekil 3'de verilmiştir. Şekilde verilen fotoğraf incelendiğinde, şok direnci test örneklerinin kırılma şekilleri bakımından birbirlerinden farklılık gösterdiği görülmektedir. Özellikle kontrol grubu test örneklerinin kırılma şekilleri uzun kıymıklıdır. Diğer gruplarda ise genel olarak kısa kıymıklı bir kırılma şekli gözlemlenmiştir. Özellikle, normal atmosfer şartlarında ısıtma işlemi uygulanan 2 numaralı gruptaki test örneklerinin diğer 3 ve 4 numaralı gruplardaki test örneklerinden daha kısa kıymıklı bir kırılma oluşturdukları görülmektedir. Bu duruma göre, kontrol grubu test örneklerinin esnek, ısıtma işlemi sonrası deney gruplarına ait test örneklerinin gevrek bir özellik gösterdikleri söylenebilir.

Yapılan önceki çalışmalarda, ısıtma işlemi uygulaması sonrası test örneklerinin mekanik özelliklerinin değiştiği, özellikle eğilme direnci ve şok direncinin azaldığı birçok çalışmada ortaya konmuştur (Borrega ve Karenlampi, 2008; Mburu vd., 2008; Korkut ve Kocaefe 2009; Esteves ve Pereira, 2009; Bal ve Bektaş, 2013; Bal, 2014). Ancak yapılan bazı önceki çalışmalarda, elastikiyet modülünün nasıl değiştiğine dair farklı bazı sonuçlar rapor edilmiştir. Bu çalışmaların bazılarında elastikiyet modülünün azaldığı (Korkut vd., 2008; Bal, 2014), bazılarında değişmediği (Bekhta ve Niemz, 2003) ve bazılarında ise arttığı (Santos,

2000) yönünde farklı sonuçlar bildirilmiştir. Bu gibi farklı sonuçlar elde edilmesinin birçok farklı sebebi bulunmaktadır. Odun üzerine yapılan mekanik özelliklerle ilgili testlerde ağaç türü, rutubet ve yoğunluk mekanik özellikleri etkileyen en önemli özelliklerdendir (Kollman ve Cote, 1968; Örs ve Keskin, 2001). Bunların yanında diğer bazı özellikler ısıtma işleminin etkisini değiştirmektedir. Bunlar ise; test grupları arasında homojenliğin sağlanamaması, işlem şartları, odun özellikleri, ısıtma işlem öncesi ve sonrası işlemler şeklinde sıralanabilir. Bu nedenle, mekanik özelliklerle ilgili farklı bazı sonuçların bulunması, malzemenin kaynaklanan sebeplerdir. Ancak, bazı araştırmacılar tarafından elastikiyet modülünün artmasının sebebinin ligninin ısıtma işlemi esnasında dallanması ve selülozun kristalleşmesi olarak gösterilmektedir (Kocaefe vd., 2008). Mekanik özellikler ile ilgili olarak tespit edilen diğer bir önemli konuda, ısıtma işlemi uygulamasından en fazla etkilenen mekanik özelliğin şok direnci olduğudur. Yapılan bu çalışma sonunda, şok direnci her üç deney grubunda kontrol grubu test örneklerine göre şok direncinde yaklaşık %50 kadar azalma meydana gelmiştir. Bu durum, malzemenin esnek ya da gevrek olması ile ilgili bir konudur. ısıtma işlemi gören ağaç malzemenin gevrekliği son derece artmaktadır. Daha kırılabilir bir hale gelmektedir. Bu konuda yapılan önceki çalışmalarda benzer sonuçlar rapor edilmiş ve en fazla etkilenen mekanik özelliğin şok direnci olduğu bildirilmiştir (Korkut vd., 2008; Bal ve Bektaş 2013; Bal, 2014).



Şekil 3. Şok direnci test örnekleri test sonrası görüntüsü

4. Sonuç

Bu çalışmada, kavak odunundan elde edilen test örneklerinin farklı şartlarda ısıtma işlemi uygulaması sonrası bazı mekanik özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre varılan sonuçlar şu şekilde sıralanabilir;

- Eğilme direnci, elastikiyet modülü ve şok direncinin ısıtma işlemi uygulamasından farklı şekillerde etkilendiği belirlenmiştir. Eğilme direnci ve şok direnci ısıtma işlemi sonrası azalırken, elastikiyet modülünün bir miktar arttığı belirlenmiştir. Kontrol grubuna göre en fazla azalan eğilme direnci ve şok direnci grubu normal atmosfer şartlarında yapılan ısıtma işlemi grubunda ölçülmüştür.
- Deney gruplarından azot gazı atmosferinde ön işlem gören grupla, ön işlem uygulanmayan grup arasında fark vardır, ancak bu fark istatistiksel olarak önemsizdir.
- Kontrol grubuna kıyasla deney grubu test örneklerinin renkleri gözlemlendiğinde, test örneklerinin renklerinde koyulaşma olduğu görülmektedir. En fazla renk değişimi normal atmosfer şartlarında yapılan ısıtma işlemi uygulamasında görülmektedir.
- Normal atmosfer basıncında ve hava atmosferinde yapılan ısıtma işlemi uygulamasına göre azot gazı atmosferinde yapılan deneylerden mekanik özellikler için daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Açıklama

Bu makale, Hasan ORHAN isimli yazarın "Kavak odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine azot gazı varlığında yapılan ısıtma işleminin etkilerinin belirlenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır. Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje Numarası: 2017/1-60 YLS.

Kaynaklar

- Ayata, Ü., Gürleyen, T., Gürleyen, L., 2018. 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. DOI: 10.33725/mamad.428913.
- Ayata, Ü., 2020. Ayous odununun bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ve ısıtma işlemi sonrası renk ve parlaklık özellikleri. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3(1): 22-33. DOI: 10.33725/mamad.724596.
- Bal, B.C., 2013. A comparative study of the physical properties of thermally treated poplar wood and plane wood. *BioResources*, 8(4): 6493-6500. DOI: 10.15376/biores.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. DOI: 10.1007/s00107-013-0753-9.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., 2013. The Effects of heat treatment on some mechanical properties of juvenile wood and mature wood of *Eucalyptus grandis*. *Drying Technology*, 31(4): 479-485. DOI: 10.1080/07373937.2012.742910.
- Bal, B.C., 2016. Sıcak bitkisel yağ ile muamele edilen Toros göknarı odununun bazı fiziksel özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2): 20-26. DOI: 10.17780/ksujes.58765
- 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., Niemi, P., 2003. Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood. *Holzforchung*, 57: 539-546. DOI: 10.1515/hf.2003.080.
- Borrega, M., Karenlampi, P.P., 2008. Mechanical behaviour of heat-treated spruce (*Picea abies*) wood at constant moisture content and ambient humidity. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 66: 63-69. DOI: 10.1007/s00107-007-0207-3.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın no: 445, İstanbul.
- Calonego, F.W., Severo, E.T.D., Ballarin, A.W., 2012. Physical and mechanical properties of thermally modified wood from *E. Grandis*. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(4): 453-460. DOI: 10.1007/s00107-011-0568-5.

- 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. DOI:10.1016/j.polymdegradstab.2012.10.022.
- Candelier, K., Dumarçay, S., Pétrissans, A., Gérardin, P., 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. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2013.05.026.
- Düzkale, S.G., Bektaş, İ., 2019. Esmer çürüklük mantarına karşı ısıtılmış ve yoğunlaştırılmış kavak odununun biyolojik dayanımının araştırılması. *Turkish Journal of Forestry*, 20(4): 421-426. DOI: 10.18182/tjf.636671.
- Esteves, B.M., Pereira, H.M., 2009. Wood modification by heat treatment: A review. *BioResources* 4(1): 370-404. DOI: 10.15376/biores.4.1.370-404.
- Karamanoğlu, M., Kaymakçı, A., 2018. Higrotermal yaşlandırma işleminin ısıtılmış kestane odununun renk ve sertlik özellikleri üzerine etkisi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(1): 31-37. DOI: 10.33725/mamad.429726.
- Kocaefe, D., Shi, L.J., Yang, D.Q., Bouazara, M., 2008. Mechanical properties, dimensional stability, and mold resistance of heat-treated jack pine and aspen. *Forest Products Journal*, 58(6): 88-93.
- Kollmann, F.F., Cote, Jr W.A., 1968. Principles of Wood Science and Technology, Volume I. Solid Wood, In Principles Of Wood Science and Technology. Springer-Verlag.
- 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. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.05.015.
- Korkut, S., Kocaefe, D., 2009. Isıtılmış odun özellikleri üzerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 5(2): 11-34.
- Mburu, F., Dumarçay, S., Bocquet, J.F., Petrissans, M., Gerardin, P., 2008. Effect of chemical modifications caused by heat treatment on mechanical properties of grevillea robusta wood. *Polymer Degradation and Stability*, 95(11): 2169-2174. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2007.11.017.
- Orhan, H., 2017. Kavak odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine azot gazı varlığında yapılan ısıtılmış işlemin etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş. Örs, Y., Keskin, H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi. Gazi Üniversitesi Ders Kitabı, Atlas Yayın Dağıtım, Ankara.
- Jämsä, S., Viitaniemi, P., 2001. Heat treatment of wood–Better durability without chemicals. In: Rapp AO, editor. In: Review on heat treatments of wood. Cost Action E22. Proceedings of the special seminar, Antibes, France, Pp. 17–22
- Santos, J.A., 2000. Mechanical behavior of eucalyptus wood modified by heat. *Wood Science and Technology*, 34(1): 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. DOI: 10.18182/tjf.566647.
- TS 2470, 1976. Odunla fiziksel ve mekanik deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2474, 1976. Odunun statik eğilme dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2477, 1976. Odunun çarpımda eğilme dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2478, 1976. Odunun statik eğilmede elastiklik modülünün tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yaşar, S., 2009. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) ekstraktif maddelerinde ısıtılmış uygulanması sonucu oluşan renk değişimleri üzerine araştırma. *Turkish Journal of Forestry*, 10(1): 95-100.
- Yazıcı, H., Özlüsoy, İ., 2020. Hızlandırılmış yaşlandırmanın ısıtılmış uygulanmış Akdeniz defnesi (*Laurus nobilis* L.) odunun bazı yüzey özelliklerine etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, 21(4): 468-474. DOI: 10.18182/tjf.809139.