

Kahramanmaraş Sutcu Imam



University

Journal of Engineering

Sciences



Kavak Odununun Kimyasal Özellikleri Üzerine Termal ve Basıncılı Termal Modifikasyon İşlemlerinin Etkisi

Effects of The Thermal and thermally compressed modification Treatments on Chemical Properties of The Poplar Woods

İbrahim BEKTAŞ^{1*}, Gonca DÜZKALE SÖZBİR¹, Bekir Cihad BAL¹, Ertuğrul ALTUNTAŞ¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: İbrahim BEKTAŞ, ibtas63@yahoo.com

ÖZET

Bu çalışmada, hızlı büyüyen ve doğal dayanıklılığı az fakat önemli türlerimizden biri olan kavak odununun (*Populus usbekistanica*) kimyasal içeriği üzerine termal ve basınçlı termal modifikasyon işlemlerinin etkisi belirlenmeye çalışıldı. Bu amaçla, kavak odunu numuneleri termal ve basınçlı termal modifikasyona maruz bırakıldı. Termal ve basınçlı termal modifikasyonun kavak odununun kimyasal özellikleri üzerine etkisi araştırıldı. Araştırma sonuçları, 160°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda odunda hemiselüloz içeriğinin bozunmasından dolayı, holoselüloz (Selüloz+hemiselüloz) miktarının azaldığını (% 10.8) gösterdi. Aynı zamanda, basınçlı termal modifikasyon işlemine maruz kalmış kavak örneklerinin holoselüloz içeriğinin de % 2.2 oranında azaldığı belirlendi. Ekstraktif maddelerin dikkate alınmamasından dolayı, sıcaklık artışlarının lignin miktarını da arttırdığı görüldü. Termal ve basınçlı termal modifikasyonu işlemlerinin bir sonucu olarak, 160°C'nin üzerinde uygulanan sıcaklık derecelerinde kimyasal içeriklerde bir degradasyon oluşmasına karşın, 160°C ve altındaki sıcaklıklarda kavak odunu numunelerinin kimyasal özellikleri üzerinde önemli derecede bir bozunmanın meydana gelmediği gözlemlendi. Sonuç olarak, termal işlem uygulama sürelerinin artması ile, test numunelerinin holoselüloz içeriklerinde önemli bir azalma olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: Termal işlem, termal basınç, kavak, kimyasal özellikler,

ABSTRACT

In this study, it was tried to determine the effect of thermal and pressure thermal modification processes on the chemical content of poplar wood (*Populus usbekistanica*) which is one of our important species that grows fast and has little natural durability. For this reason, poplar wood test samples were subjected to thermal and thermal-pressure modifications. The effects of the thermally modified and thermally compressed on chemical properties of the poplar woods were investigated. The results indicated that, due to the applied temperatures above 160°C caused degradation in hemicellulose content, holocellulose (cellulose + hemicelluloses) content of the samples was decreased. At the same time, there were no remarkable changes in holocellulose content of the heat-compressed poplar wood compared with the control samples. Since the extractive substances are not taken into account, it was seen obviously that as temperature increases, the lignin content of the poplar samples also increased. As a result of thermally modified and thermally compressed, it was observed that the heat treatment process below 160°C has no degradation on the chemical properties of poplar woods; however, degradation of the chemical properties was occurred, when the poplar woods were exposed above 160°C. Finally, it was seen that holocellulose content decreases as the duration of the treatment increases.

Keywords: Thermal process, thermal pressure, poplar wood, chemical properties,

1. GİRİŞ

Gelişen Dünya'da nüfus ve refah seviyesi arttıkça, odun hammaddesi daha çok kullanılmakta ve bu malzemeye duyulan ihtiyaç ta artmaktadır. Ancak, mevcut odun esaslı hammadde kaynakları, bu şekliyle artan talebi karşılamaktan hayli uzak görünmektedir. Bu amaçla, geçmişten beri odunun doğal şekilde kullanım ömrünü uzatmaya yönelik çalışmalara olan ilgi, her geçen gün artmaktadır.

1990 yılından bu yana ısı işlem üzerine yapılan kapsamlı araştırmalar sayesinde Thermowood ticari bir ürün olarak orman ürünleri pazarındaki yerini almıştır. Endüstriyel ölçekte ısı işlem süreci ve Thermowood ticari ismi, Finlandiya endüstrisinin Finlandiya araştırma merkezi (VTT) ile yaptığı ortak çalışmalar sayesinde ortaya çıkmıştır (Yıldız, 2002).

Çalışılan çeşitli odun modifikasyonu işlemlerinin tümü içerisinde termal modifikasyon ticari olarak en çok ilerleyendir. Odunun termal modifikasyonu, çürüme direncini arttırdığı ve odunun boyutsal stabilizasyonunu iyileştirmek için yararlı bir metot olarak tanımlanmıştır. Termal muameleli odun mobilya, zemin kaplamaları ve panel üretimi gibi birçok iç ve dış mekân uygulamalarında kullanılmaktadır. Termal muamelede, higroskopisite, boyutsal stabilite, biyolojik direnç ve renk değişimleri esas alınmaktadır (Patzelt ve ark., 2003, Hill, 2006). Bugüne kadar yapılan önceki çalışmalarda, termal modifikasyon sonucu odunda meydana gelen kimyasal değişimler farklı araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Örneğin;

Cabalova ve ark.(2016), Saplı meşe odununu örneklerini 160, 180, 200 ve 220°C sıcaklık derecelerine, 3, 6, 9 ve 12 saat süre ile maruz bıraktıktan sonra yaptıkları ölçümlerde, sıcaklık ve uygulama süresi arttıkça, lignin içeriğinin arttığı, hemiselüloz miktarının ise azaldığını tespit etmiştir.

Akyıldız ve ark. (2009) da, karaçam odununda holoselüloz miktarının sıcaklık ve uygulama süresi ile ters orantılı olarak seyrettiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada uygulanan Pearson korelasyonunda, holoselüloz miktarı ile sıcaklık ve uygulama süresi arasında negatif yönlü bir ilişkinin varlığı belirlenmiş ve bu ilişkinin göstergeleri sırası ile $r = 0.74$ ($P < 0.01$) ve $r = 0.34$ ($P < 0.05$) olarak hesaplanmıştır. Aynı çalışmada, holoselüloz miktarında en fazla azalmanın 230°C ve 8 h süre sonucu hesaplanan % 29.9, en düşük azalma miktarının ise 130°C ve 2 h sürede elde edilen % 0.1 değerleri olduğu yer almıştır.

Wenzl (1970) tarafından yapılan bir başka araştırmada ise ısı işlem sıcaklığı 28 günde 160°C ye ulaştığında, kayın odunu yongalarının ağırlıklarının % 10 ve holoselüloz içeriklerinin % 48.6 azaldığı ifade edilmektedir.

Çeşitli odunların termal, hidrotermal ve higrotermal muameleleri, ağırlık kaybı ile sonuçlanmış ve genellikle yumuşak odun türleri ile kıyaslandığında sert odun türlerinin ağırlık kaybının daha yüksek olduğu bulunmuştur (Militz, 2002; Bal ve Bektaş, 2012; Bal, 2013b; Gündüz ve ark., 2015).

Odunun ısıtılması, kullanılan ısıtma idaresine bağlı olarak, bulunan prosesin çeşitliliğine neden olmaktadır. Hemiselüloz ve diğer makromoleküler bileşiklerden daha geniş boyutlarda bozunmaktadır (Shafizadeh ve Chin, 1977). Fakat selüloz ve ligninin ilişkili stabilitesini belirlemek zordur. Genel olarak polisakkarit materyali kaybı, özellikle 180°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda muamele şartlarına bağlı olarak önemlidir.

Bu çalışma ile doğal dayanıklılığı az ve hızlı büyüyen ağaç türlerinden kavak odununun, çevreye duyarlı yöntemler olarak bilinen termal ve basınçlı termal modifikasyon metotlarının uygulanması sonucu, kimyasal içeriğinde meydana gelen değişiklikler belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışma ile, doğal dayanıklılığı az ve hızlı büyüyen ağaç türlerinden kavak odununun, çevreye duyarlı yöntemlerle (termal ve basınçlı termal modifikasyon metodlarıyla), kullanım ömrünün uzatılması planlandı. Uygulanan işlemlerle elde edilen termal odun ve yoğunlaştırılmış termal odununun, kimyasal özellikleri üzerine termal işlem ve basınçlı termal işlemin etkisi ortaya kondu.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Denemelerde, piyasadan satın alma yolu ile temin edilen hızlı gelişen ağaç türlerinden Asya Servi Kavağı (*Populus usbekistanica*) odunlarından hazırlanan 20×20×30 mm boyutlarında ki örnekler kullanılmıştır (Şekil 1).

2.2. Metod

Testlerde uygulanan işlemler ve aşamaları aşağıda kısaca özetlenmiştir.

2.2.1. Termal modifikasyon işlemi

Etüv 100°C sıcaklığa ulaşıncaya kadar, kabinde su buharı (100 ml) kullanılmıştır. 100°C den sonra, su buharı ortamdan uzaklaştırılmış ve sıcaklık artışı istenilen sıcaklığa gelene kadar devam ettirilmiştir.

2.2.2. Basınçlı termal modifikasyon işlemi

Çok sayıda pres basıncı ve sıcaklığı denenmiş, en uygun prosesin, 120°C–200°C sıcaklık derecelerinde (120°C'nin altında örnek yüzeyinde termal muamele oluşmadı ve 200°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise örnek yüzeyleri yandı) 40-50 atm

basınçta (Denemelerde belirlenen 40-50 bar basıncın üzerine çıkıldığında örneklerin ezildiğini ve 40-50 bar basıncının altında ise %50 sıkıştırma oranına ulaşılamadı) 30 dak sürede gerçekleşen işlem olduğu belirlenmiş ve uygulanmıştır.

2.2.3. Testlerde uygulanan parametreler

Testlerde uygulanan termal modifikasyon işleminde kullanılacak parametreler Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1: Termal ve basınçlı termal modifikasyon işlemlerinde kullanılacak parametreler.

İşlem kodu	Termal işlem		Basınçla muamele	
	Sıcaklık (°C)	Süre (h)	Basınç (atm)	Süre (min)
KN	Hiçbir işlem uygulanmamış kontrol numunesi			
A1	120	1	-	-
A3	120	3	-	-
A1P	120	1	40-50	30
A3P	120	3	40-50	30
B1	160	1	-	-
B3	160	3	-	-
B1P	160	1	40-50	30
B3P	160	3	40-50	30
C1	200	1	-	-
C3	200	3	-	-
C1P	200	1	40-50	30
C3P	200	3	40-50	30
BN	Sadece basınca maruz kalmış kontrol numunesi			

2.2.4. Holoselüloz Tayini

Holoselüloz tayini Wise'nin klorit metodu (Wise and Karl, 1962)'na uygun olarak yapıldı. Hava kurusu hale getirilen örneklerin kimyasal analizlerde kullanılacak yeterli miktarı TAPPI T 257om-85 standart yöntemine göre laboratuvar tipi Wiley değirmeninde öğütülerek 40 mesh (425µ) ve 60 mesh (250µ)'lik sarsıntılı eleklerde elenmiştir. 40 mesh'lik elekten geçen ve 60 mesh'lik elek üzerinde kalan kısım alınarak ağız kapaklı cam kavanozlara konulmuş ve kimyasal analizlerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin rutubet miktarları TAPPI T 246om-88 standardına uygun olarak 103±20C'de kurutularak belirlenmiştir (Anonim, 1992). Kavak odunu numunelerinde holoselüloz miktarları (HS), tam kuru madde miktarının rutubetli madde miktarına oranlanması ile hesaplandı. Hazırlanan örnekler aşağıdaki kimyasal analizlere tabi tutulmuştur:

2.2.5. Lignin Tayini

Numunelerde ihmal edilebilir oranlarda bulunan ekstraktif madde miktarları (Literatür taramalarında (Birler, 2010; Balatinecz, ve Kretschmann, 2001; Huş, 1959; Toplu, 1999; Öner ve Aslan 2002) kavak odununda holoselüloz ve lignin toplam miktarlarının % 98'in üzerinde olması nedeni ile ölçümlerde ekstraktif maddelere yer verilmemiştir.) dikkate alınmadığı için lignin yüzde miktarları (LM), doğrudan holoselüloz +lignin=100) değeri dikkate alınarak, (LM (%)=100 – holoselüloz miktarı (%)) eşitliği ile belirlendi.



Şekil 1: Testlerde kullanılan deneme örneklerinden görünüş.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Termal işlem

Laboratuar denemeleri sonucu holoselüloz miktarı ile ilgili ölçümler ve lignin içeriğine ait hesaplamalarda elde edilen bulgular Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Termal işlem muamelesi ile ilgili veriler.

İşlem Kodu	İÖA (g)	İSA (g)	M (%)	Holoselüloz				Lignin			
				Tam kuru (g)	(%)	KF (%)	Kayıp (%)	Tam kuru (g)	(%)	KF (%)	Artış (%)
KN	5.083	5.068	0.30	3.889	76.74	0	0	1.179	23.26	0	0
A1	5.071	4.985	1.70	3.859	77.41	0.68	0.87	1.126	22.59	-0.68	-0.87
A3	5.027	4.891	2.71	3.772	77.12	0.38	0.49	1.119	22.88	-0.38	-0.49
B1	5.032	4.963	1.37	3.855	77.67	0.94	1.20	1.108	22.33	-0.94	-1.20
B3	5.031	4.944	1.73	3.889	78.66	1.92	2.44	1.055	21.34	-1.92	-2.44
C1	5.078	5.043	0.69	3.611	71.60	-5.13	-7.18	1.432	28.40	5.13	7.18
C3	5.082	5.049	0.65	3.566	70.63	-6.11	-8.65	1.483	29.37	6.11	8.65
Top.	-	-	-	-	-	-	-10.83	-	-	-	10.83

İÖA: İşlem öncesi ağırlık (Holoselüloz+Lignin+su); İSA: İşlem sonrası ağırlık (Holoselüloz+Lignin); M: Rutubet miktarı; KF: Kontrol örneğinden farkı (Ekstraktif madde miktarları dikkate alınmadı).

Tablo 2’den görüleceği üzere elde edilen bulgular, uygulanan yüksek sıcaklık miktarının (200°C) hemiselüloz içeriğinde oluşturduğu bozunmalara bağlı olarak holoselüloz miktarlarının azaldığını göstermektedir. Tablodaki veriler ortalama olarak ele alındığında, holoselüloz içeriğindeki % 10.83 oransal azalmaya karşın, lignin miktarında % 10.83’lük oransal bir artışın olduğu söylenebilir. Bu tespitler, literatürde yer alan Cabalova ve ark.(2016) ile Akyıldız ve ark. (2009)’da ortaya konan sonuçlarla da paraleldir.

Kontrol örneği ile 120 °C sıcaklığa maruz kalan örnekler kıyaslandığında, 1 saat süre ile termal muamelenin, holoselüloz içeriğine azaltıcı bir etkisinin olmadığı, fakat muhtemelen uçucu ekstraktif miktarının azalmasından dolayı oransal holoselüloz miktarının arttığı (% 0.87) belirlenmiştir. Aynı sıcaklıkta 3 saat boyunca uygulanan ısıl işlemde ise ekstraktif kayıplarına rağmen az da olsa (% 0.49), oransal bir artışın olduğu görülmektedir.

160°C sıcaklıkla termal muamelede de 120°C deki durumla paralel bir seyir söz konusudur. 1 saatlik ısıl işlem sonucunda kontrol örneğine göre, holoselüloz içeriğinde % 1.20 ve 3 saatlik termal işlem uygulanması ile % 2.44 düzeyinde bir oransal artış kaydedilmiştir.

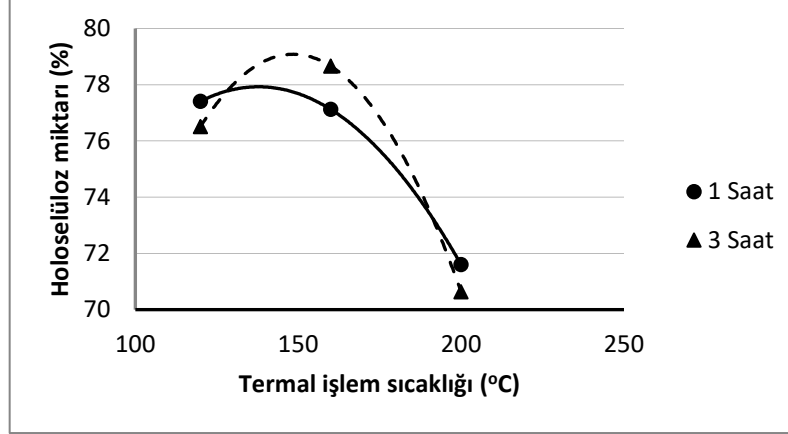
Termal işlem sıcaklığı 200°C’ye çıkarıldığında, holoselüloz içeriğinde önemli azalmalar meydana geldiği Tablo 2’deki değerlerden açıkça anlaşılmaktadır. 200°C’de 1 saatlik termal işlem uygulanması sonucu holoselüloz yüzdesinde kontrol örneğine göre % 7.18 ve 3 saatlik bir muamele sonucunda ise % 8.65’lik oransal bir kaybın olduğu görülmektedir. Kavak odunu üzerine uygulanan yüksek sıcaklık miktarı hemiselüloz içeriğinde bozunmalara neden olduğu için holoselüloz miktarında azalmaya neden olmuştur. Bu sonuç, okaliptüs odunu için 180°C ve üzerindeki termal işlem uygulamaları ile Batista et al. (2016) tarafından holoselüloz ve lignin için teyit edilmiştir. Bu azalmaların, kavak odununun yüksek sıcaklık derecelerindeki kullanım yerlerinde holoselüloz (Hemiselüloz ve selüloz) içeriği bakımından dikkate alınması gereken bir unsur olduğu söylenebilir. Yapılan bazı çalışmalarda normal kavak odununda holoselüloz miktarları Balatnec ve Kretschmann (2001)’da % 80.6 (Amerikan kavağında) ve Huş (1959) da % 79.5 olarak elde edilmiştir.

Termal işlem uygulaması sonucunda odunun temel bileşenlerinde değişmelerin meydana geldiği ve özellikle işlem sıcaklığının artması ile bu değişmelerin daha da belirginleştiği yapılan birçok çalışmada ortaya konmuştur. Özellikle, hemiselülozların ilk bozunmaya başlayan ve en fazla etkilenen odun bileşeni olduğu belirtilmiştir. Hemiselüloz yüzdesinin azalmasına karşılık lignin yüzdesinin arttığı bildirilmiştir (Yıldız ve ark. 2006; Brito, 2008). Ayrıca, termal işlem sonucu odunun, pH değerinde etkilendiği, ortaya çıkan bazı asitler (formik asit ve asetik asit) sebebiyle pH’ın 5.0-5.5 değerinden 3.5-4.0’a doğru azaldığı belirtilmiştir (Mburu ve ark. 2008; Korkut ve Kocaefe, 2009). Odunun termal işlem sonucunda hemiselüloz içeriğindeki ve Ph seviyesinde azalma, lignindeki artma sebebiyle biyolojik dayanıklılığı artmakta ve mantar ve küf gibi mikroorganizmalara karşı daha dayanıklı hale gelmektedir. Ayrıca, termal işlem sonucu, odunda mantara karşı zehir etkisi gösteren bazı fenolik bileşiklerinde arttığı bildirilmiştir (Korkut ve Kocaefe, 2009).

Ekstraktif maddelerin ihmal edilmesi ile holoselüloz dışında kavak odununu teşkil eden önemli öğelerden biri olan lignin içeriği ise, uygulanan sıcaklık derecesinin yükselmesi ile birlikte hesaplanan lignin yüzdesinde oransal bir artışın olduğu, Tablo 2’deki verilerden anlaşılmaktadır. Bu sonuç, Cabalova ve ark.(2016) tarafından Saplı meşe odununda yaptıkları araştırma sonuçları ile de uyumludur. Bu artma ve azalışların büyük oranda (100=Holoselüloz (%)+Lignin (%)) kabulünün bir

neticesi olduğu açıktır. Burada hesaplanan değerlerin, ekstraktifler dikkate alındığı takdirde, % 1-2 kadar daha düşük olacağı beklenebilir. Balatıncz ve Kretschmann (2001) tarafından ABD’de de yapılan bir çalışmada normal kavak odunda lignin oranı % 19.3 ve Huş (1959)’da lignin % 17.3 şeklinde hesaplanmıştır.

Holoselüloz içeriği ile uygulanan 3 farklı termal işlem sonucu, kavak odunu numunelerinde meydana gelen değişim, Şekil 2’de verilen grafikte görülmektedir.



Şekil 2. Holoselüloz miktarı ile termal muamele arasındaki ilişki.

Şekil 2’deki grafikten de açıkça görüleceği üzere, kavak odununda holoselüloz içeriği, uygulanan termal işlemde, sıcaklık derecesinin artması ile önemli oranda azalmaktadır. Şekil 2’deki eğrilerden hem 1 saatlik hem de 3 saatlik sürelerle uygulanan 160°C’nin üzerindeki termal sıcaklıkların, kavak odununda kimyasal içerikleri üzerine tesirinin artacağı ve bu artışın 200°C ve üzerinde uygulanacak sıcaklıklarda çok daha önemli olacağı görülmektedir. Bu ifade, Cabalova ve ark.(2016)’ın elde ettiği sonuçlarla örtüşmektedir.

Aynı şekilde, holoselüloz içeriği üzerine muamele süresinin (1 ve 3 saat) etkisinin nispeten az olduğu da Şekil 2’deki grafikten anlaşılmaktadır.

3.2. Termal basınçla muamele

Termal basınç muamelesi sonucu, holoselüloz ve lignin yüzdelere bağlı olarak elde edilen kayıp ve artış oranları Tablo 3’te görülmektedir.

Tablo 3: Termal basınçla muamele bulguları.

İşlem Kodu	Holoselüloz miktarı					Lignin	
	BSA (g)	BÖ (%)	BS (%)	Kayıp (%)	BF (%)	KF (%)	Artış (%)
KN	-	76.74	-	-	-	-	-
BN ^(*)	3.836	-	76.86	-	-	-	-
A1P	3.855	77.41	77.34	0.09	0.62	0.78	0.09
A3P	3.767	77.12	77.01	0.14	0.19	0.35	0.14
B1P	3.848	77.67	77.53	0.18	0.86	1.02	0.18
B3P	3.875	78.66	78.07	0.75	1.55	1.70	0.75
C1P	3.592	71.60	71.22	0.53	-7.92	-7.75	0.53
C3P	3.545	70.63	70.21	0.59	-9.47	-9.30	0.59
Toplam	-	-	-	2.28	-14.16	-13.20	2.28

(*)Basınç öncesi ağırlık=4.991 g; BSA: Basınç sonrası ağırlık; BÖ: Basınç öncesi; BS: Basınç sonrası; BF: Basınç kontrol örneğinden farkı; KF: Kontrol örneğinden farkı.

Tablo 3’te uygulanan termal basınç işlemi sonucunda yoğunlaştırılmış termal işlemlerle kavak örneklerinde ölçülen değerler incelendiğinde, termal işlemde elde edilen değerlere kıyasla holoselüloz miktarında toplamda % 2.28 bir değer kaybının, lignin yüzdesinde ise (ekstraktif madde kayıplarının dikkate alınmadığı da hesaba katılarak) aynı değerde oransal bir artışın olduğu görülebilir.

Aynı tabloda termal basınca maruz kalmış örneklerde ölçülen holoselüloz değerleri basınç kontrol örneği (BN)’ne göre % 14.16’lık bir azalma, ana kontrol örneği (KN) ile mukayese edildiğinde ise, % 13.20’lik bir düşüşün olduğu anlaşılabılır.

Tablo 3'teki veriler termal işlem bazında ele alındığında ise, holoselüloz kayıp yüzdelерinin, uygulanan termal sıcaklık arttıkça, diğer numuneler termal sıcaklık ve uygulama süresindeki artışı ile doğru orantılı olarak arttığını göstermektedir. Ancak, bu artış, 3 saat süre ile 160°C termal işleme tabii tutulan örneklerde % 0.75 olarak hayli yüksek olarak gerçekleşmiştir. Bu farkın, termal işlem sonucu Tablo 2'de verilen holoselüloz kayıp yüzdesine bağlı olarak oluşması muhtemeldir.

Aynı zamanda, termal basınca bağlı kayıplar değerlendirildiğinde ise 1 ve 3 saatlik basınç süreleri (3/1=) 3 kat süre artışına karşın, holoselüloz içeriğindeki kayıpların, 120°C için (0.14/0.09=) 1.5 kat, 160°C için (0.45/0.18=) 4.2 kat ve 200°C için (0.59/0.53=) 1.1 kat oranında oluştuğu anlaşılmaktadır. Bu sonuca bakılarak, termal işlem süresindeki artışın, termal basınç değerleri üzerine etkili olduğu söylenebilir.

Ayrıca, deneyler sırasında yapılan incelemelerde, termal basınçla muamelelerin, örnek yüzeylerinde oluşturduğu çökmeler sonucu, örneklerin yüzeysel lignin miktarının artmasına neden olduğu da gözlenmiştir. Öte yandan, Jennings ve ark. (2006) tarafından, yoğunlaştırılmış ahşabın yüzey özelliklerinin aynı zamanda ısı, nem ve sıkıştırmanın etkisiyle de değişebileceği belirtilmektedir.

4. SONUÇLAR

Asya servi kavağı odununun kimyasal özellikleri üzerine termal işlem ve basınçlı termal modifikasyon uygulanmasının etkilerinin araştırıldığı bu çalışma ile aşağıdaki çıktılara ulaşıldı;

–Uygulanan yüksek sıcaklık miktarının hemiselüloz içeriğinde bozunmalara neden olmasından dolayı, örneklerde ölçülen holoselüloz oranlarının % 10.8 azaldığı görüldü.

–120°C termal işlem muamelesinin, kontrol örneği ile kıyaslandığında, örneklerin holoselüloz içeriğine etkisinin olmadığı, fakat uçucu ekstraktif madde miktarının azalmasından dolayı oransal holoselüloz miktarının arttığı belirlendi.

–160°C sıcaklık muamelesinde de 120°C 'dekine paralel bir durum gözlemlendi. Ancak, artan sıcaklık nedeni ile ekstraktifmadde kayıplarının artması ile, 120°C deki holoselüloz oranlarından daha yüksek değerlere ulaşıldı.

–Uygulanan termal işlemin sıcaklığının 200°C'ye çıkarılması ile holoselüloz miktarında önemli oranda azalmalar tespit edildi. Bu azalmalar 1 sa'lik muamelede % 7, 3 sa'lik muamelede ise % 8'in üzerinde gerçekleşti.

–Uygulanan sıcaklık miktarının artması ile birlikte, ekstraktif maddelerin dikkate alınmaması nedeni ile lignin miktarlarında, holoselüloz kayıplarına bağlı olarak oransal artışlar belirlendi.

–Basınç işlemi ile yoğunlaştırılmış termal işlemleri kavak odununda ise termal işlemde hesaplanan holoselüloz değerlerine oranlanarak hesaplanan holoselüloz kayıpları % 2.3 dolayında gerçekleşti. Aynı değerler kontrol örneğine (BN) göre % 13, basınç kontrol (BN) örneğine göre ise % 14 oranında bir azalma tespit edildi.

–Termal işlem süresi 3 kat artırıldığında, termal basınç uygulanmasına maruz kalan örneklerin holoselüloz içeriklerindeki kayıp oranları 1.1–4.2 kat arasında hesaplandı.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından 2013/2-40M numaralı proje kapsamında maddi olarak desteklenmiştir.

6. KAYNAKLAR

Akyıldız, M.H., Ateş, S., and Özdemir, H., (2009), "Technological and chemical properties of heat-treated Anatolian black pine wood", African Journal of Biotechnology, 8(11): 2565-2572.

Anonymous, (1992). "TAPPI Test Methods", TAPPI Press, Atlanta, Georgia.

Bal, B.C., Bektaş, İ, 2012, The effects of heat treatment on the physical properties of juvenile wood and mature wood of Eucalyptus grandis. Bioresources 7(4): 5117-5127.

Bal, B.C., 2013b, A Comparative Study of the Physical Properties of Thermally Treated Poplar Wood and Plane Wood, Bioresources 8(4):6493-6500.

Balatinecz, J., Kretschmann, D.E., (2001), "Properties and Utilization of Poplar Wood, Poplar Culture in North America", The 21st session of the International Poplar Commission, National Research Council of Canada.

- Batista, D.C., Muniz, G.I.B., Oliveira, J.T.S., Paes, J.B., Nisgoski, S., 2016. "Effect of the Brazilian thermal modification process on the chemical composition of Eucalyptus grandis juvenile wood – Part 1: Cell wall polymers and extractives contents", *Maderas, Cienc. tecnol.* vol.18 no.2, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000025>
- Birler, A.S., (2010), "Türkiye’de kavak yetiştirme fidanlık – ağaçlandırma – koruma hâsılat – ekonomi – odun özellikleri", Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 393 ISSN: 1300-395X, Araştırma Müdürlüğü Yayın No: 262, çeşitli yayınlar serisi No: 22, İzmit, sayfa:224.
- Brito, J.O., Silva, F.G., Leão, M.M., Almeida, G., (2008), "Chemical composition changes in eucalyptus and pinus woods submitted to heat treatment", *Bioresour Technol*, 99(18):8545-8.
- Cabalova, I., Kacık, F., Tribulova, T., (2016), "The effects of heat treatment on the chemical alterations of Oak wood", *Trans Tech Publications, Key Engineering Materials*.
- Esteves, B.M., Pereira, H.M., (2009), "Heat treatment of wood", *Bioresources*, 4(1).370-404.
- Gündüz, G., Aşık, A., Aydemir, D., Kılıç, A., (2015), "Bakteriyel selüloz üretimi ve karakterizasyonu", *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 10(2), 1-10.
- Hill, C., (2006), "Wood modification –chemical, thermal and other processes", *Wiley Series in Renewable Resources*, Jhon Wiley & Sons. Ltd.
- Huş, Savni, (1959), "Kavak odununun kimyevi yönden değerlendirme imkanları", *İ.Ü Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt IX, Sayı II*, sayfa: 46.
- Jennings, J.D., Zink-Sharp, A., Frazier, C.E. and Kamke,F.A., (2006), "Properties of compression-densified wood. Part II. surface energy", *J. Adhes. Sci. Technol.*, 20(4):335–344.
- Korkut, S., and Kocafe, D., (2009), "Isıl işlemin odun özellikleri üzerine etkisi", *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 5(2):11-34.
- Mburu, F., Dumarçay, S., Bocquet, J. F., Petrissans, M., and Gérardin, P., (2008), "Effect of chemical modifications caused by heat treatment on mechanical properties of Grevillea robusta wood", *Polymer Degradation and Stability*, 93(2):401-405.
- Militz, H., (2002), "Thermal treatment of wood. European process and their background", In: Cardiff-Wales, IRG/WP02 40241 33rd. Annual Meeting.
- Öner, N., Aslan, S., (2002), "Titrek kavak (*Populus tremula* l.) odununun teknolojik özellikleri ve kullanım yerleri", *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 1, ISSN: 1302-7085, Sayfa:135-146*.
- Patzelt, M., Emsenhuber, G. and Stingl, R., (2003), "Color measurement as means of quality control of thermally treated wood", *Abstracts of the First European Conference on Wood Modification, Chent, Belgium*.
- Shafizadeh, F., Chin, P.P.S., (1977), "Wood techonology; Chemical Aspects", *American Chemical Society. Washington*.
- Toplu, F., (1999), "Fırat Kavağı", *Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Çeşitli Yayınlar Serisi No:1, Cilt No: 688, Sayfa: 44-49*.
- Wenzl, H., (1970), "The Chemical Technology of Wood", *Academic press, New York*, p: 684.
- Wise, E.L., and Karl, H.L., (1962), "Cellulose and hemicelluloses in pulp and paper science and technology", In: *Pulp*, Ed: Earl Libby, C., Vol. I, McGraw Hill-Book Co., New York.
- Yıldız, S., Gezer, E.D., and Yıldız, Ü.C., (2006), "Mechanical and chemical behavior of spruce wood modified by heat", *Building and Environment*, 41(12):1762-1766.
- Yıldız, S., (2002), "Isıl İşlem Uygulanan Doğu Kayını Ve Doğu Ladini Odunlarının Fiziksel Teknolojik ve Kimyasal Özellikleri", *Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon*.