



SARIÇAM, KARAÇAM VE KIZILÇAM BASINÇ ODUNUNUN KİMYASAL YAPISI

Ayben KILIÇ^{*1}, Süheyla Esin SARIUSTA², Harzemşah HAFIZOĞLU¹

¹ Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, BARTIN

² Orman Endüstri Yüksek Mühendisi

ÖZET

Ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlarında çeşitli dış etkenler nedeniyle oluşan basınç odunlarına ait kimyasal yapılar normal odunla karşılaştırılmıştır.

Genel olarak her üç türün basınç odununda α -selüloz miktarı azalırken, lignin miktarları artmıştır. Lignin miktarındaki artış %5 civarında gerçekleşmiştir. α -selüloz miktarı ise karaçam ve kızılçamda %4 azalırken sarıçamda bu oran % 5 olmuştur. İstatistiksel olarak holoselüloz miktarı sarıçam ve karaçam basınç odunlarında değişmezken, kızılçamda azalma tespit edilmiştir. Sıcak su çözünürlük değerleri sarıçam ve kızılçamda yaklaşık %1 oranında artarken karaçamda bu oran sadece %0,3 olmuştur. Diğer çözünürlük değerlerinden soğuk su ve alkol çözünürlükleri ise istatistiksel olarak sadece karaçam ve kızılçam basınç odununda artış göstermiştir. Kül miktarı sarıçam basınç odununda normal oduna oranla daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Sarıçam, Karaçam, Kızılçam, Reaksiyon odunu, Basınç odunu

CHEMICAL STRUCTURE OF COMPRESSION WOOD OF *PINUS SYLVESTRIS*, *P. NIGRA* AND *P. BRUTIA*

ABSTRACT

Chemical composition of normal wood and compression wood formed by different outdoor effects, in *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* Arnold and *Pinus brutia* Ten was comparatively studied.

In general, the amount of α -cellulose was found to be decrease in the compression wood. In European black pine and Turkish pine, α -cellulose decrease 4%; however, in Scots pine this ratio was 5%. To the contrary lignin content was increased approximately 5% in all species. Statistically, the amount of holocellulose in the compression wood of Scots pine and European black pine did not show any changes while, it was observed to decrease in Turkish pine. Hot water solubility values were found to be increased 1% in Scots pine and Turkish pine. This ratio was only 0.3% in European black pine. However cold water and alcohol solubility were found to be increased statistically only in European black pine and Scots pine. Compared to normal wood ash content was found to be more in compression wood.

Keywords: Scots pine, European Black pine, Turkish pine, Reaction wood, Compression wood.

1.GİRİŞ

Rüzgar, kar, eğimli arazi yapısı, yerçekimi ve ışık gibi dış etkenlerle ağaç gövdesi normal ekseninden saparak eğilmeye zorlanmaktadır. Gövdeyi eğilmeye zorlayan bu etkiye karşı oluşturulan özel odun dokusuna reaksiyon odunu denir (Örs ve Keskin, 2001). Reaksiyon odunu iğne yapraklı ağaçlarda "basınç odunu", yapraklı ağaçlarda ise "çekme odunu" olarak adlandırılır. Basınç ve çekme odunu arasında anatomik, kimyasal, fiziksel ve mekanik farklılıklar vardır (Kollman and Côté, 1968; Kırıcı, 2000). Reaksiyon odunu sadece gövdede değil aynı zamanda dallarda da bulunmaktadır (Merev, 2003). Reaksiyon odunu her ne kadar gerekli ve yararlı olsa da odunun kullanımı açısından önemli bir kusurdur (Haygreen and Bowyer, 1996; Plomion et al., 2001).

Normal oduna oranla basınç odunun anatomik yapısında bazı farklılıklar göze çarpar. Hücrelerarası boşlukların oluşması, traheid boylarının kısalması, hücre çeperi iç tabakası olan S₃ tabakasının bulunmaması, orta tabaka

* Yazışma yapılacak yazar: ayben_kilic@hotmail.com

Makale metni 12.04.2010 tarihinde dergiye ulaştırılmış, 12.05.2010 tarihinde basım kararı alınmıştır.

S₂'nin daha fazla ligninleşmesi sonucu kalınlaşması, mirofibril açılarının artması ve çatlakların oluşması gibi genel değişimler söz konusudur (Bozkurt, 1992) Fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından da farklılıklar bulunmaktadır. Basınç odununda özgül ağırlık miktarı % 15-40 oranında artış göstermektedir. Liflere paralel yöndeki çalışmanın anormal derecede arttığı, radyal ve teğet yönde ise normal oduna ait değerlerin yarısı kadar azaldığı belirlenmiştir. Denge rutubet miktarı aynı nispi rutubet ve sıcaklıklarda biraz daha fazla iken lignin oranındaki artış nedeniyle lif doygunluk noktası (LDN) normalden daha düşüktür. Çekme direnci, elastikiyet modülü, sertlik, eğilme ve basınç dirençleri de azalmıştır (Göker, 1983; Brown et al., 1952).

Basınç ve normal oduna ait kimyasal özellikler karşılaştırıldığında, iki temel farklılık göze çarpmaktadır; yüksek miktarlarda lignin ve galaktan, düşük miktarda selüloz ve galaktoglukomannan (Timell,1986). Ana bileşenlerden lignin normal oduna oranla basınç odununda % 20-30 oranında daha fazla bulunurken yapısal olarak da farklılıklar göstermektedir (Adler, 1977). Basınç odunu lignini genel olarak yüksek oranda *p*-hidroksifenil ünitesi içermektedir. Ladin basınç odunuyla yapılan bir çalışmada % 30 oranında *p*-hidroksifenil ünitesi bulunmuştur (Önnerud and Gellerstedt, 2003). Bir başka çalışmada *Pinus thunbergii* basınç odununda *p*-hidroksifenil ünitelerinin oranı % 18 olarak tespit edilmiştir (Fuhushima and Terashima, 1991). Kondense olmuş guayasil üniteleri de normal oduna oranla basınç odununda daha fazladır. Bu durum, kondense olmuş guayasil ünitelerinin normal odunda orta lamel ve az miktarda da sekonder çeperde oluşması gerekirken basınç odununda tüm tabakalara homojen bir şekilde dağılmasından kaynaklanmaktadır (Fuhushima and Terashima, 1988). Fenil propan üniteleri arasındaki C-C ve β -O-4 bağları basınç odununda daha fazladır.

S₂ hücre çeperi tabakasının kalınlaşması basınç odununda selüloz oranının azalmasına ve kristalleşme derecesinin düşmesine neden olmaktadır (Berkel,1970). Lohrasebi et al. (1999) tarafından *Pinus mariana* basınç odunun kimyasal yapısı incelenmiş ve selüloz miktarı basınç odununda % 37,3 normal odunda % 44,4 bulunmuştur. Başka bir çalışmada, *Pinus palustris* 'de holoselüloz ve α -selüloz oranları basınç odununda sırasıyla % 62,3 ve % 34,9 normal odunda ise % 71,6 ve % 47,8 olarak tespit edilmiştir. Mikrofibrillerin hücre eksenine yaptığı açı basınç odunda önemli oranda artmıştır. Normal odunun S₂ tabakasında yaklaşık 15° olan mikro fibril açısı basınç odununda 45°'ye kadar yükselmiştir (Timell,1986). Tanaka and Koshijima (1981) *Pinus densiflora* 'da oluşan basınç ve karşı odunun selüloz yapısını incelemişler ve kristallik derecesinin basınç odununda % 45-50, karşı odunda % 50-60 ve normal odunda % 50 olduğunu ortaya koymuşlardır.

Hemiselülozların miktarı türler arasında farklılıklar göstermekle beraber, monomer bazında galaktan basınç odununda normal oduna oranla % 10 oranında daha fazla bulunmaktadır. Galaktan basınç odununda sadece traheidlerde bulunmaktadır (Hoffmann and Timell, 1972). Glukoz, mannoz, arabinoz ve ksiloz ise normal odundan daha düşük oranda bulunmaktadır (Timell,1986). Çeşitli organik çözücülerde çözünen ekstraktif madde miktarı ise normal oduna oranla basınç odununda bir miktar daha yüksek bulunmuştur (Morohoshi and Sakakibara,1971; Yasuda and Sakakibara, 1975). Endüstriyel anlamda farklı kullanım alanlarına sahip yerli çam türlerimizden sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) türlerinin gövdesinde dış etkenler nedeniyle meydana gelen ve kullanım alanlarını kısıtlayan basınç odununa ait odun ana bileşenleri bu çalışma kapsamında incelenmiştir.

2.MATERYAL VE METOT

Çalışma materyali olarak seçilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odun örnekleri Bartın-Kurucaşile ve Bolu-Mengen Orman işletme şeflikleri sınırları içerisinde alınmıştır. Her bir tür için 3 farklı ağaç seçilmiştir. Kontrol örnekleri basınç odunu alınan ağaçların düzgün kısımlarından alınmıştır. Örnekler, TAPPI T 257cm-85 ve T 264 om-97 standartlarına göre diskler halinde kesilip, kibrit çöpü büyüklüğüne getirildikten sonra Wiley tipi değirmende öğütülmüş, sarsıntılı elekten geçirilerek 60 mesh'lik elek üzerinde kalan örnekler deneylerde kullanılmıştır.

Basınç ve kontrol örneklerine ait holoselüloz (Browning, 1967), α -selüloz (Rowell et al., 2005) , lignin (TAPPI T 222) ve kül (TAPPI T 211) miktarları tespit edilmiştir. Ayrıca çözünürlük değerleri TAPPI T207 om-99 (sıcak su ve soğuk su çözünürlüğü), TAPPI 204 om-97 (alkol çözünürlüğü) ve TAPPI T212 om-02 (% 1NaOH çözünürlüğü) göre yapılmıştır.

Her bir deney için 6 tekrar yapılmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS programından yararlanılmıştır.

3.TARTIŞMA VE SONUÇ

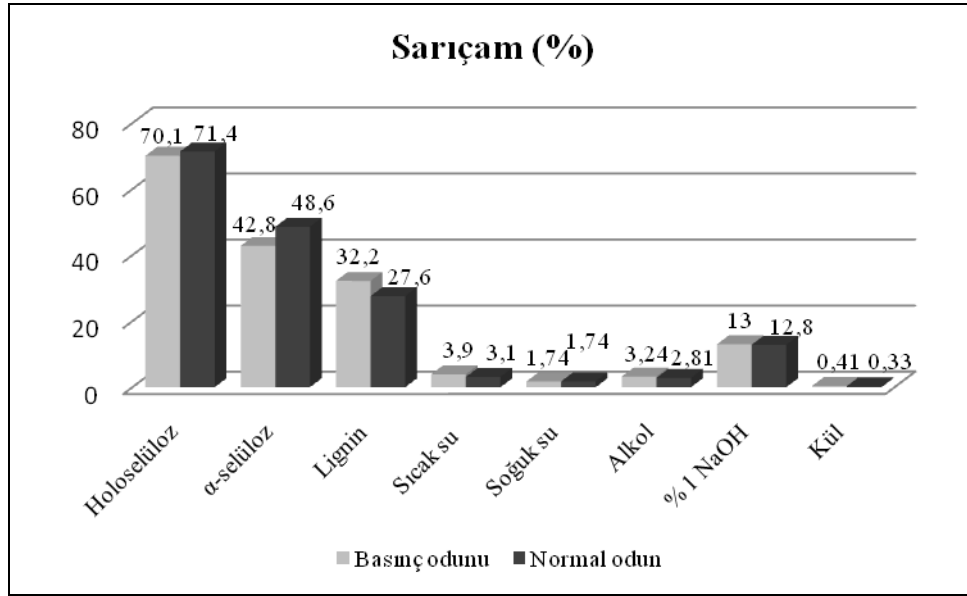
Ülkemizde doğal olarak yetişen ve farklı endüstriyel kullanım alanları olan sarıçam, karaçam ve kızılçam türlerine ait basınç ve normal odunun kimyasal özellikleri incelenerek, iki odunun karşılaştırması yapılmıştır.

Elde edilen veriler sonucunda sarıçamın basınç ve normal odun kısımlarına ait kimyasal özellikler istatistiksel olarak Tablo 1’de değerlendirilmiş ve ortalama değerler Şekil 1’de gösterilmiştir. Genel olarak holoselüloz ve α -selüloz değerleri normal oduna oranla basınç odununda azalırken lignin, alkol, %1’lik NaOH çözünürlüğü ile kül miktarı artış göstermiştir. Sıcak su ve soğuk su çözünürlüğü normal odunla hemen hemen aynı değerleri vermiştir. Ancak, holoselüloz, alkol, soğuk su ve %1’lik NaOH çözünürlüğü değerlerindeki artışın yapılan istatistiki değerlendirmeye bağlı olarak normal odundan farklı olmadığı tespit edilmiştir. Artış oranı istatistiksel olarak anlamlı bulunan α -selüloz miktarı sarıçam basınç odununda %42,8, lignin miktarı ise %32,1 bulunmuştur. Panshin and DeZeeuw (1980) sarıçamda basınç ve normal oduna ait selüloz ve lignin değerlerini sırasıyla %31,8-%40,3 ve %37,9-%27,4 olarak belirlemişlerdir. Wenzel (1970) ise lignin oranını sarıçam basınç odununda % 35,5 ve normal odunda % 29,9 olarak tespit etmiştir.

Tablo 1.Sarıçam basınç ve normal odununun kimyasal özelliklerine ait istatistiksel değerlendirme.

	Odun kısmı	Ortalama değer(%)	Standart sapma	t değeri	Önem düzeyi
Holoselüloz	Basınç	70,11	1,80	-1,278	0,257
	Normal	71,37	3,94		
α-selüloz	Basınç	42,82	0,35	-51,88	0,000
	Normal	48,58	0,39		
Lignin	Basınç	32,19	1,24	10,459	0,000
	Normal	27,57	0,76		
Sıcak su	Basınç	3,90	0,23	4,066	0,010
	Normal	3,10	0,45		
Soğuk su	Basınç	1,74	0,33	0,032	0,976
	Normal	1,74	0,45		
Alkol	Basınç	3,24	1,30	1,729	0,144
	Normal	2,81	0,96		
% 1 NaOH	Basınç	13,04	1,92	0,426	0,688
	Normal	12,88	1,74		
Kül	Basınç	0,41	0,08	5,889	0,028
	Normal	0,33	0,06		

Kimyasal özellikleri bakımından karaçam basınç odunu ve normal odun karşılaştırıldığında α -selüloz oranının azaldığı lignin, sıcak su, soğuk su ve alkol çözünürlüğü değerlerinin arttığı belirlenmiştir (Tablo2). Ancak bu artışlar holoselüloz, soğuk su, %1’lik NaOH ve kül miktarlarında istatistiksel olarak bir fark yaratmamıştır. Şekil 2’de karaçam için α -selüloz miktarının basınç odununda % 46,4 normal odunda ise %50,4 lignin oranı ise sırasıyla % 31,8 ve % 26,7 olduğu görülmektedir. Timell (1986) selüloz, lignin ve ekstraktif madde miktarlarını karaçam basınç odununda sırasıyla %48,2- %36,9 ve %2,75 olarak tespit edilirken aynı değerler normal odunda %60,8- %26,7 ve %2,45 olarak belirlenmiştir. Alfa selüloz miktarının azalması ve lignin miktarının artması genel olarak literatürle uyumlu olmasına rağmen verilerin daha az olması alınan örneklerdeki basınç odunu oranının az olması, bölge farklılıkları gibi etkenlerden kaynaklanabilir.

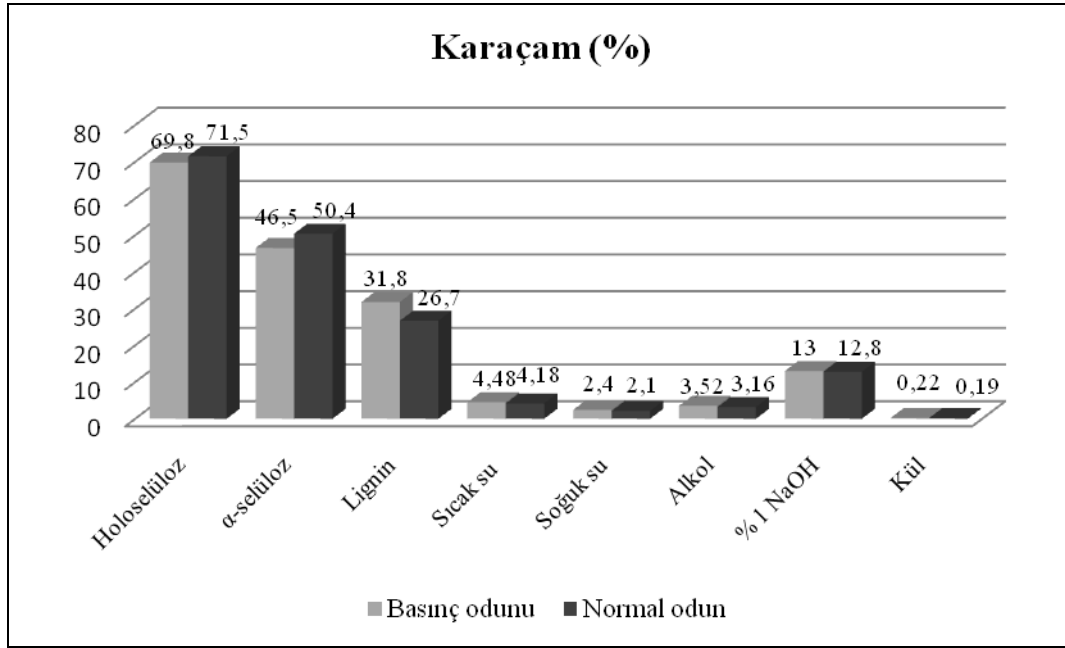


Şekil 1. Sarıçam basınç ve normal odununa ait kimyasal özellikler (%).

Tablo 2. Karaçam basınç ve normal odununun kimyasal özelliklerine ait istatistiksel değerlendirme.

	Odun kısmı	Ortalama değer(%)	Standart sapma	t değeri	Önem düzeyi
Holoselüloz	Basınç	69,84	1,97	-2,354	0,065
	Normal	71,53	2,28		
α-selüloz	Basınç	46,45	2,27	-3,131	0,026
	Normal	50,41	2,62		
Lignin	Basınç	31,80	1,54	12,080	0,000
	Normal	26,74	2,03		
Sıcak su	Basınç	4,48	1,10	5,469	0,002
	Normal	4,18	1,02		
Soğuk su	Basınç	2,40	0,50	2,411	0,059
	Normal	2,11	0,23		
Alkol	Basınç	3,52	1,45	2,987	0,031
	Normal	3,16	1,56		
%1 NaOH	Basınç	13,05	1,69	0,709	0,510
	Normal	12,76	1,83		
Kül	Basınç	0,22	0,00	1,642	0,242
	Normal	0,19	0,02		

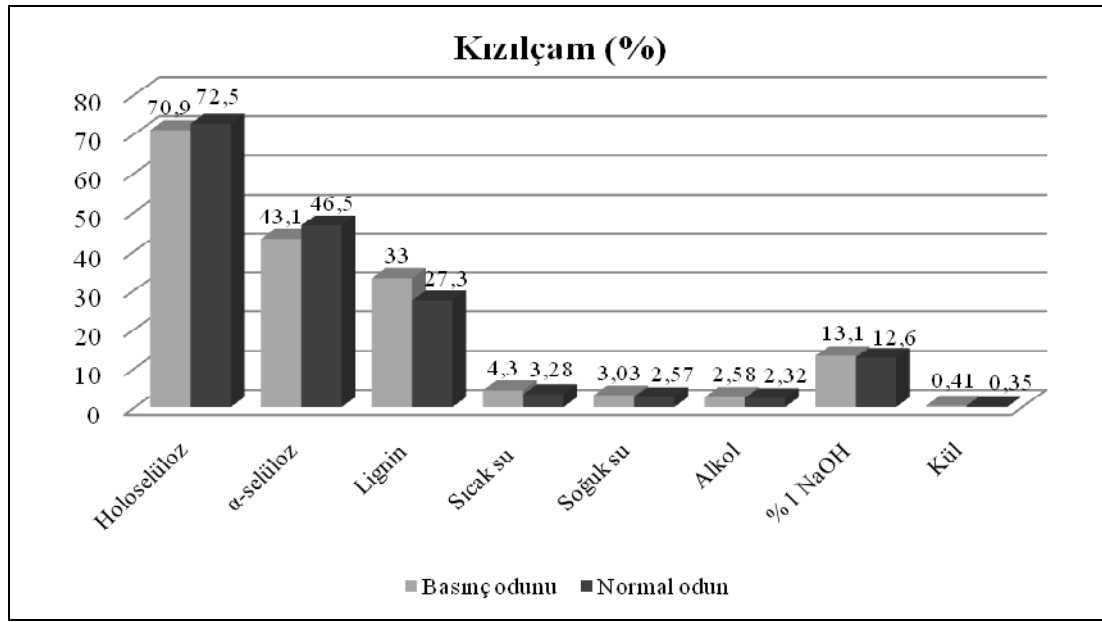
Kızılcım basınç ve normal odunun kimyasal özellikleri ve istatistiksel değerlendirmeler Şekil 3 ve Tablo 3’de verilmiştir. Holoselüloz ve α-selüloz oranları azalırken lignin, sıcak su, soğuk su ve alkol çözünürlükleri artmıştır. α-selüloz oranı kızılcım basınç odununda %43,1 normal odunda ise %46,5 tespit edilmiştir. Diğer önemli bir ana bileşen olan lignin miktarı ise sırasıyla %33,0 ve %27,3 bulunmuştur. İstatistiksel olarak %1’lik NaOH çözünürlüğü ve kül miktarı normal oduna oranla değişmemiştir. Diğer özelliklerdeki değişim miktarları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kızılcım basınç odunu ile ilgili bilgimiz dahilinde herhangi bir çalışma bulunamamıştır.



Şekil 2. Karaçam basınç ve normal odununa ait kimyasal özellikler (%).

Tablo 3. Kızılçam basınç ve normal odununun kimyasal özelliklerine ait istatistiksel değerlendirme.

	Odun kısmı	Ortalama değer(%)	Standart sapma	t değeri	Önem düzeyi
Holoselüloz	Basınç	70,90	1,30	-3,460	0,018
	Normal	72,57	1,24		
α-selüloz	Basınç	43,12	0,34	-5,686	0,002
	Normal	46,5	1,77		
Lignin	Basınç	33,05	0,73	14,138	0,000
	Normal	27,33	0,57		
Sıcak su	Basınç	4,30	0,63	5,547	0,003
	Normal	3,28	0,94		
Soğuk su	Basınç	3,03	0,05	5,206	0,003
	Normal	2,57	0,22		
Alkol	Basınç	2,58	0,34	3,097	0,027
	Normal	2,32	0,21		
% 1 NaOH	Basınç	13,09	0,71	1,789	0,134
	Normal	12,62	0,83		
Kül	Basınç	0,40	0,08	1,788	0,216
	Normal	0,35	0,03		



Şekil 3. Kızılçam basınç ve normal odununa ait kimyasal özellikler (%).

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen veriler ışığında sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç odununa ait α-selüloz değerleri normal oduna kıyasla farklı oranlarda azaldığı, lignin miktarının ise basınç odununda yaklaşık % 5 oranında arttığı tespit edilmiştir. Çözünürlük değerleri de yine normal oduna oranla artmıştır.

Bu çalışma ülkemizde sarıçam, karaçam ve kızılçam basınç odunlarının kimyasal özelliklerinin belirlendiği ilk araştırmadır. Ayrıca, kızılçam basınç odunu dünya literatüründe ilk defa ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar öncelikle bilimsel açıdan önemli olup bu alanda literatüre katkı sağlayacağı gibi üç çam türü ile ilgili kullanım alanlarında yararlanılabilecek veriler içermektedir.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığınca 2007-59-03-01 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Adler, A. 1977. Lignin chemistry- Past, Present and Future, Wood Science and Technology, 11(3), 169.
- Berkel, A. 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Genel Yayın no: 1448, Fakülte Yayın no:147, İstanbul.
- Bozkurt, Y. 1992. Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Yayın no: 3652, Orman Fakültesi Yayın no:415, İstanbul.
- Brown, H. P., Panshin, A. J. And Forsaith, C. C. 1952. Textbook of Wood Technology, Vol:II. The physical, Mechanical and Chemical properties of commercial woods of the United States, McGraw-Hill Book Company, NewYork.
- Browning, B. L. 1967. Methods of Wood Chemistry, Vol.1. Interscience Publishers, NewYork, London.
- Fuhushima, K. and Terashima, N. 1988. Heterogeneity in formation of lignin Part XI: An autradiographic study of the heteroeoneous formation and structure of pine lignin, Wood Science and Technology, 22, 257-259.
- Fuhushima, K. and Terashima, N. 1991. Heterogeneity in formayion of lignin, Part XV formation and structure of lignin in compression wood of Pinus thunbergii stduied by microautradiography, Wood Science and Technology, 25, 371-381.

- Göker, Y. 1983. Reaksiyon Odunu Oluşumunun Ağaç Malzemenin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri üzerine Etkisi hakkında Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi orman fakültesi dergisi, Seri A. Cilt: 33, Sayı 2, İstanbul.
- Haygreen, J.G. and Bowyer, J.L. 1996. Forest Products and Wood Science, 3rd, IOWA State University Press, Ames IOWA.
- Hoffmann, C.G. and Timell, T. E. 1972. Polysaccharides in ray cells of compression wood of Red pine (*Pinus resinosa*), *Tapi*, 55(6), 871-873.
- Kırcı, H. 2000. Kağıt hamuru Endüstrisi Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın no:63, Trabzon.
- Kollmann, F. P. and Côté, A. W. 1968. Principles of Wood Science and Technology I.Solid Wood. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- Lohrasebi, H., Mabee, W.E. and Roy, D.N. 1999. Chemistry and Pulping Feasibility of Compression wood in Black Spruce, *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 19, 13-25.
- Merev, N. 2003. Odun Anatomisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Genel Yayın no:209, Fakülte Yayın no:31, Trabzon.
- Morohoshi, N. And Sakakibara, A. 1971. The chemical composition of reaction wood I, *Mokuzai Gakkaishi*, 17(9), 393.
- Önnerud, H. and Gellerstedt, G. 2003. Inhomogeneities in the chemical structure of spruce lignin, *Holzforschung*, 57(2), 165
- Örs, Y. ve Keskin, H. 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi, T.C.Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, KOSGEB.Ankara.
- Panshin, A. J. and De Zeeuw, C. 1980. Textbook of wood Technology, 720, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Plomion, C., Leprovost, G. and Stokes, A. 2001. Wood Formation in Tress, *Plant Physiol*, 127, 1513-1523.
- Rowell, M. R., Pettersen, R., Han, J. S., Rowell, J. S. and Tshabala, M. A. 2005. Handbook of wood chemistry and Wood composites, 487, CRC Press.
- Tanaka, F. And Koshijima, T. 1981. Characterization of cellulose in compression wood and oppisite wood of a *Pinus densiflora* tree grown under the influence of strong wind, *Wood Sceince and Technology*, 15(4), 265-273.
- Timell, T. E. 1986. Compression Wood in Gymnosperms, 2150, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-NewYork.
- TAPPI T 257cm-85 Sampling and preparing wood for analysis.
- TAPPI T 264 om-97 Preparation of Wood for Chemical Analysis (Including Procedures for Removal of Extractive and Determination of Moisture Content)
- TAPPI T 222 Lignin in Wood.
- TAPPI T 211 Ash in Wood.
- TAPPI T 207 om-99 Water Solubility of Wood and Pulp
- TAPPI T 204 om-97 Solvent Extractives of Wood and Pulp
- TAPPI T 212 om-02 One Percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood and Pulp.
- Yasuda, S. and Sakakibara, A. 1975, The chemical composition of lignin from reaction wood, *Mokuzai Gakkaishi*, 21(6), 363.
- Wenzel, H.F.S. 1970. Chemical technology of wood. Brauns Academic Press., NewYork-London.