

Söğüt (*Salix alba* L.) odun ve kabuğunun kimyasal yapısı

İlhami Emrah Dönmez^{a,*}, Halime Salman^a

Özet: Bu çalışmada Göller Bölgesi'nde doğal olarak yetişen Söğüt (*Salix alba* L.) ağacının odun ve kabuğunun kimyasal yapısı araştırılmıştır. Söğüt ağacının odun ve kabuk örnekleri üzerinde hücre çeperi ana bileşenleri, çözünürlük değerleri, heksan ve aseton:su (95:5, v:v) ekstraksiyonu ile elde edilen lipofilik ve hidrofilik madde miktarı ve bileşenleri araştırılmış olup ayrıca kabukta yağ asidi tayini ve suberin analizi yapılmıştır. Holoselüloz oranı odun ve kabukta %81.70 ve % 70.18, α -selüloz %48.42 ve %40.32, lignin miktarı %24.01 ve %33.81, sıcak su çözünürlüğü %4.09 ve %21.51, %1'lik NaOH çözünürlüğü %13.88 ve %43.48, heksan çözünürlüğü 8.24 mg/g ve 10.64 mg/g, aseton:su çözünürlüğü 31.26 mg/g ve 30.72 mg/g olarak tespit edilmiştir. Heksan ekstraksiyonu sonucu elde edilen lipofilik madde miktarları ve bileşenleri arasında, odunda linoleic asit %25.89, kabukta ise N-ethylacetamide %32.94 olarak en yüksek oranda tespit edilen bileşenlerdir. Heksan ekstraksiyonu sonrası kabuk örneklerinde Supelco 37'li yağ asidi karışımına göre yağ asitleri miktarları araştırılmış ve 55.71 mg/g ile 9,12-octadecadienoic acid en baskın bulunan yağ asidi olarak tespit edilmiştir. Aseton:su ekstraksiyonu sonucu elde edilen hidrofilik madde miktarları ve bileşenleri incelendiğinde ise odunda 2-methyl-4-keto-pentan-2-ol (%17.00) ve kabukta sucrose (%32.24) en fazla bulunan bileşenlerdir.

Anahtar kelimeler: Söğüt, Lipofilik ekstraktifler, Hidrofilik ekstraktifler, Yağ asitleri, Suberin monomerleri

Chemical composition of willow (*Salix alba* L.) wood and bark

Abstract: In this study, the chemical structure of the wood and bark of willow (*Salix alba* L.), grown naturally in the Lakes Region, was investigated. The main components of the cell wall, the solubility values, the amount of lipophilic and hydrophilic substances obtained by hexane and acetone:water (95:5, v:v) extraction of willow wood and bark, and also fatty acid composition and suberin analysis were studied in the bark. Holocellulose amount was determined in wood and bark, respectively, as 81.70% and 70.18%, α -cellulose 48.42% and 40.32%, klason lignin 24.01% and 33.81%, hot water solubility 4.09% and 21.51%, 1% NaOH solubility 13.88% and 43.48%, hexane solubility 8.24 mg/g and 10.64 mg/g, acetone:water solubility 31.26 mg/g and 30.72 mg/g. Linoleic acid (25.89%) in wood and N-ethylacetamide (32.94 %) in bark were determined as the major lipophilic substances after hexane extraction. In addition, after hexane extraction, the amount of fatty acids was investigated in the bark samples according to the Supelco 37 fatty acid mixture, 9,12-octadecadienoic acid (55.71 %) was found to be predominant fatty acid. 2-methyl-4-keto-pentan-2-ol (17.00%) in the wood and sucrose (32.24%) in the bark were seen as the most common components as hydrophilic substances after acetone:water extraction.

Keywords: Willow, Lipophilic extractives, Hydrophilic extractives, Fatty Acids, Suberin monomers

1.Giriş

Türkiye konumu itibari ile biyoçeşitliliğin fazla olduğu bir coğrafyadadır. Ormanlar, yeryüzünün en yararlı, yüksek ve güçlü bitki örtüsünün meydana getirmekte olup en kıymetli doğal kaynaklardır (Odabaşı vd., 2004). Ülkemiz, Akdeniz, İran-Turan ve Avrupa-Sibirya bölgelerinin kesişim noktasında olması, farklı topografik ve iklimsel özellikleri bulundurmasının sonucu olarak çok zengin bir floraya sahiptir. Barındırdığı 9 bine yakın bitki türünün yaklaşık üçte biri endemik olan Türkiye, tıbbi bitkiler açısından da büyük bir potansiyele sahiptir (Güvenç, 2003).

Doğal söğüt taksonları açısından Türkiye ormanlarında zengin çeşitlilik gözlenmektedir. *Salix* (söğüt), çalı, bazen de ağaç halinde kışın yapraklarını döken odunsu bitkilerdir. Dünya genelinde 300 civarında, ülkemizde ise 24 söğüt taksonu bulunurken, birçok tür de park ve bahçelerde süs

bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Söğütlerin birbirleri arasında çok kolay hibrit yapabilmeleri ve çok fazla taksonu olması nedeniyle sistematiklerini yapmak oldukça güçtür. *Salix alba* (Ak Söğüt), *Salix babylonica* (Salkım Söğüt), *Salix caprea* (Sorkun, Keçi Söğüdü, Orman Söğüdü), *Salix fragilis* (Gevrek Söğüt), *Salix cinerea* (Boz Söğüt) ve *Salix viminalis* (Sepetçi Söğüdü) en sık rastlanan söğüt türleridir (Güvenç, 2003). Söğüt yaprakları uzun ve dar, üst tarafta gümüş-gri, alt tarafında yoğun ipeksi beyaz tüylerle ağaca belirgin soluk görünüm vermektedir. Kabuk, derin çatlamış koyu gri ve mantar çıkıntılı şeklindedir (Acar, 2014).

Söğüt ekstraktlarının çeşitli ağrıları gidermek için kullanıldığı 18. yüzyıl öncesi dönemlerde klinik araştırmalarla başladığı bilinmektedir. Babiller, söğüdü farklı organlarından elde ettikleri ekstraktları, ateş, ağrı ve iltihap giderici olarak kullanmışlardır. Söğüt, antik Mısır'ın Ebers Papyrus'undaki bitkisel ilaçlarda listelenmiştir (Nunn,

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): emrahdonmez@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 09.01.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 03.03.2021



Citation (Atıf): Dönmez, İ.E., Salman, H., 2021. Söğüt (*Salix alba* L.) odun ve kabuğunun kimyasal yapısı. Turkish Journal of Forestry, 22(1): 38-42.
DOI: [10.18182/tjf.854824](https://doi.org/10.18182/tjf.854824)

1996). Yapılan çalışmalarda söğüt kabuğunun kullanımı ve tıbbi amaçlı faydalanma alanı oldukça fazladır. Yaralarda antiseptik olarak, ağrıları ve iltihapları iyileştirmek, eklem rahatsızlıkları tedavisinde 6000 yıllık bir geçmişe sahip olan söğüt ağacı, son yıllarda anti-kanser aktiviteleri üzerine kapsamlı araştırmaların ilgi odağı haline gelmiştir (Piatczak vd., 2020). Diğer taraftan, Hipokrat, eski dönemlerde söğüt kabuklarının çiğnenmesiyle ağrı, ateş ve enfeksiyonun önlenebileceğini önermektedir (Mahdi vd., 2006). Tıbbi etki derecesi halen tartışılan ve ilk kez söğüt ağacından elde edilen, salisilik asit, günümüzde soğuk algınlığından kalp rahatsızlıklarına kadar birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır (Raskin, 1995). Söğüt ağacı kabuklarından elde edilen ekstraktlar genellikle salisin yada salisilik asit için değerlendirilmesine rağmen, söğüt ağacının sahip olduğu diğer ekstraktif maddeler özellikle kozmetik sanayisinde önemli rol üstlenmektedir (Sulaiman vd., 2013; Ishikado vd., 2013). Bu çalışmada doğal olarak yetişen söğüt ağacı odun ve kabuklarının genel kimyasal analizi, çözünürlük değerleri, ekstraktif maddelerin yapısı ve miktarı ile suberin monomerleri ilk defa incelenerek literatüre bir katkı yapılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Burdur yöresinden taze olarak kesilerek elde edilen söğüt (*Salix alba* L.) ağacının, dip kütük kısmından (0.50m), orta kısmından (1.30m), ve üst kısmından 5 cm'lik teker şeklinde kesitler alınmış ve bu sayede örneklerin ağacın tamamını temsil etmesi sağlanmıştır. Sonraki aşamada odun ve kabuk kısımları birbirinden ayrılarak daha küçük boyutlara kadar parçalanmıştır. Odun ve kabuk örnekleri keskin bahçe makası, bıçak ve çekiç yardımıyla küçültülerek ve donduruculu-kurutucuda (freeze-dryer) kurutulduktan sonra laboratuvar tipi Willey değirmeninde parçacık boyutu 1 mm olacak şekilde öğütülmüştür. Öğütülen odun örnekleri rutubetten etkilenmemeleri için ağzı kapalı plastik torbalarda analizler yapılınca kadar muhafaza edilmiştir.

2.2. Yöntem

Odun ve kabuk örnekleri üzerinde, holoselüloz miktarı Wise ve John (1952) tarafından geliştirilen klorit yöntemine göre tespit edilmiştir. Lignin miktarı TAPPI T222 om-02 (2002) yöntemine göre 'klason lignini' olarak belirlenmiştir. α -selüloz miktarını belirlemek için ise Rowell vd., 2005 tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Bunun yanı sıra söğüt odun ve kabuk örneklerinde sıcak su çözünürlüğü miktarını belirlemek amacıyla TAPPI T207 cm-99 (1999) yöntemi ve %1'lik NaOH çözünürlüğü miktarını belirlemek için ise TAPPI T212 om-02 (2002) standart yöntemi uygulanmıştır. Ayrıca örneklerde heksan ve aseton:su (95:5, v:v) çözünürlüğü miktarları gravimetrik olarak belirlenmiştir.

Gravimetrik analizler için sokselet cihazında yaklaşık 10 g odun ve kabuk örneği 12 saat süreyle yaklaşık 180 ml heksan ve sonrasında aseton:su (95:5, v:v) karışımıyla ayrı ayrı ekstrakte edilmiştir. Balonda toplanan çözücü ve ekstrakt karışımı döner buharlaştırıcıda 100 ml olacak şekilde uzaklaştırılmış ve bu kısım 100 ml'lik ağız kapalı cam şişelere aktarılmıştır. Daha önceden darası bilinen cam

tüplere aktarılan 10 ml çözücü ve ekstraktları içeren karışımın azot gazı altında sıcak su banyosunda çözücünün uzaklaştırılması sağlanmıştır. Sonrasında tekrar tartılan cam tüplerde kullanılan çözücüde çözünen madde miktarı mg/g olarak belirlenmiştir. Kimyasal analizler aşamasında gerçekleştirilen tüm test ve analizler doğruluğu saptamak amacıyla 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.

Lipofilik ve hidrofilik bileşenleri tespit etmek amacıyla odun ve kabuk örnekleri heksan ve aseton: su (95:5, v:v) gibi organik çözücülerle ekstrakte edilmiştir. Yağ asidi analizi için kabuk örnekleri heksan ile muamele edilmiştir. Bu sayede toplam lipofilik, hidrofilik madde miktarı ve yağ asidi tayini % olarak belirlenmiştir. Suberin monomerleri analizi ise Dönmez vd., (2012) ve Dönmez vd., (2016)'ye göre gerçekleştirilmiştir.

2.3. Kromatografik analizler

Lipofilik ekstraktifler, hidrofilik ekstraktifler ve suberin monomerlerinin yapısı ve miktarını tespit etmek amacıyla GC-MS cihazında aynı kromatografik şartlar uygulanmıştır. Uygun konsantrasyon belirlendikten sonra cam test tüplerine aktarılan heksan ve aseton:su ekstraktları ile suberin monomerlerinin eter fazı azot gazı altında çözücülerinin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Daha önce hazırlanan silillendirme ajanlarıyla muamele edilen ekstraktlar silillendirme sonrası viallere aktarılarak, Kılıç vd., 2010 tarafından belirtilen ve ekstraktifler için kullanılan kromatografik şartlar modifiye edilerek GC-MS'e enjekte edilmiştir.

Lipofilik ve hidrofilik ekstraktifler ile suberin monomerlerini belirlemek amacıyla Shimadzu QP 2010 marka GC-MS cihazı kullanılmıştır. Cihazda HP-5 MS (30 m X 0.25 mm uzunluğunda ve 0.25 μ m film kalınlığında) kolon ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (0.8 ml/dak akış hızı) kullanılmıştır. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 240 °C ve dedektör sıcaklığı 250 °C'dir. Yağ asidi analizini belirlemek amacıyla GC-FID cihazı kullanılmıştır. GC-FID cihazında Hidrojen (40 ml/dak.), kuru hava, (400 ml/dak.) Mobil Faz, Restek 5 MS 30 m. 0.25 iç çapı ve 0.25 μ m film kalınlığında kolon ve taşıyıcı gaz Helyum (1 ml/dak.) kullanılmıştır. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 260 °C olup, sıcaklık programı 100 °C'de 1 dakika bekleyerek 5 °C/dakika artarak 320 °C'ye kadardır.

3. Bulgular ve tartışma

Odun ve kabuk örneklerinde ilk olarak ana bileşenler olan holoselüloz, α -selüloz ve lignin deneyleri yapılmıştır. Çözünürlük deneyleriyle, gravimetrik olarak hücre çeperi yan bileşenleri kantitatif olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Heksan ve aseton:su ekstraktları GC-MS ve GC-FID'da analiz edilerek ekstraktif madde yapıları ve miktarları belirlenmiştir. Ayrıca, kabuk örneklerinde yağ asitlerinin yapısı ve miktarı ile ekstraktiflerden arındırılmış kabuk örneklerinde suberin monomerlerinin yapısı ve miktarı incelenmiştir.

Söğüt odun ve kabuklarında hidrofilik yapıdaki ekstraktif maddeleri belirlemek amacıyla aseton:su (95:5, v:v) ekstraksiyonu sonrasında ekstraktlar GC-MS'de analiz edilmiştir. Aseton:su (95:5, v:v) ekstraktlarının analizinde odun örneklerinde toplam 12 bileşen, kabukta ise 13 bileşen tespit edilmiştir. Tanımlanan bileşenler arasında odunda 2-methyl-4-ketopentan-2-ol (%17.00), kabukta ise sucrose

(%32.24) en yüksek miktarda bulunmuştur. Ayrıca kabukta D-Fructose (%19.52), D-Mannopyranose (%11.04) tanımlanan diğer bileşenlerdir. Çizelge 2’de hidrofilik ekstraktiflerin yapısı ve miktarı verilmiştir.

Lipofilik ekstraktifleri belirlemek amacıyla heksan ekstraktları kullanılmıştır. Heksan ekstraksiyonu sonrasında söğüt odununda 9 bileşen, kabukta ise 11 bileşen tanımlanmıştır (Çizelge 3). Söğüt odununda linoleic acid (%25.89), kabukta N-ethylacetamide (%32.94) en fazla olarak bulunmuştur. Odun ve kabukta palmitic acid (%16.17-%11.39), acetic acid (%10.35- %17.21) tanımlanan diğer bileşenlerdir.

Çizelge 4’te söğüt kabuklarının sahip olduğu yağ asitlerinin yapısı ve miktarı verilmiştir. Supelco tarafından geliştirilen 37’li yağ asidi karışımına göre söğüt kabuklarında mevcut olan yağ asitleri miktarı ortaya konmuştur. Toplamda 10 yağ asidi tespit edilmiştir. Linoleic (Acid 9,12:18:2) acid (% 55,71) en fazla miktarda bulunmuştur. Ayrıca, palmitic (Acid 16:0) acid (% 19,19) ve α -linolenic (Acid 9,12,15-18:3) acid (% 9.59) tanımlanan diğer yağ asidi bileşenleridir.

Ekstraktiflerden arındırılmış kabuk örneklerinde alkali hidroliz yöntemine göre suberin monomerlerinin yapısı ve miktarı belirlenmiştir (Çizelge 5). 18-hydroxy-18:1 acid (16,78 mg/g) en fazla bulunan bileşendir. Ayrıca, 1,18-dioic-18:1 acid (11,93 mg/g), 2-methyl-4-keto-pentan-2-ol (6,66 mg/g) tanımlanan diğer bileşenlerdir.

Eroğlu ve Usta, (1989), *Salix alba* odun örneklerinin holoselüloz miktarını %78.1, selüloz miktarını %53.5, lignin miktarını %21.6, %1’lik NaOH çözünürlüğünü %21.5, sıcak su çözünürlüğünü ise %7.4 olarak tespit etmiştir.

Hafızoğlu, (1982), *salix* türlerinin selüloz miktarını %42.91, pentozanların miktarını %23.31, lignin miktarını %24.70, kül miktarını %0.83 olarak belirtmiştir.

Çizelge 1. Söğüt (*Salix alba* L.) odun ve kabuklarının genel kimyasal analizi

Bileşen	Odun (%)	Kabuk (%)
Holoseülüz (%)	81.70	70.18
α -selüloz (%)	48.42	40.32
Lignin (%)	24.01	33.81
Sıcak su çözünürlüğü (%)	4.09	21.51
%1’lik NaOH çözünürlüğü (%)	13.88	43.48
Heksan çözünürlüğü (mg/g)	8.24	10.64
Aseton:su çözünürlüğü (mg/g)	31.26	30.72

Çizelge 2. Hidrofilik ekstraktiflere ait kimyasal bileşenler ve madde miktarları (%)

Bileşen	Odun (%)	Kabuk (%)
Itaconic Acid	0.80	
Ribonic Acid	2.26	
Benzenepropanoic Acid	2.60	
2-Keto-d-gluconic Acid	7.15	
3,4-Dihydroxymadelic Acid		0.44
2-methyl-4-keto-pentan-2-ol	17.00	6.26
D-Glucitol	2.52	6.01
N,N-diethylacetamide	3.26	0.52
N-Ethylacetamide	6.42	0.93
α -D-Glucopyranoside	2.28	1.10
Sucrose		32.24
D-Fructose	2.93	19.52
D-Mannopyranose	8.67	11.04
Glucose	8.12	0.65
D-Galactose		2.68
D-Turanose		1.12
Melibiose		1.24
Σ Tanımlanamayanlar (n.i.)	35.99	16.25

Çizelge 3. Lipofilik ekstraktiflere ait kimyasal bileşenler ve madde miktarları (%)

Bileşenler	Odun (%)	Kabuk (%)
Oxalic Acid	4.37	5.39
Palmitic Acid	16.17	11.39
Linoleic Acid	25.89	11.68
Oleic Acid	10.65	
α -Linolenic Acid		3.48
4-aminobutyric Acid	3.76	
Arsenous Acid	2.22	
Acetic Acid	10.35	17.21
N-Ethylacetamide	21.95	32.94
Cyclobutan	4.63	
2,4,4-Trimethyl-1-hexene		1.84
3,5,5-Trimethyl-2-hexene		2.62
Heptane		1.75
Glycine		3.07
4-methoxyphenylpent-4-enol		4.62
Σ Tanımlanamayanlar (n.i.)	0.01	4.01

Çizelge 4. Yağ asidi tayinine ait kimyasal bileşenler ve madde miktarları (%)

Bileşen	Kısaltma	Kabuk (%)
Pentadecanoic acid	Acid 15:0	0.70
10-pentadecenoic acid	Acid 10-15:1	0.21
Hexadecanoic acid	Acid 16:0	19.19
Heptadecanoic acid	Acid 17:0	0.35
Octadecanoic acid	Acid 18:0	7.80
9-octadecenoic acid	Acid 9-18:1	3.44
9,12-octadecadienoic acid	Acid 9,12-18:2	55.71
9,12,15-octadecatrienoic acid	Acid 9,12,15-18:3	9.59
8,11,14-eicosatrienoic acid	Acid 8,11,14-20:3	1.73
5,8,11,14,17-eicosapentanoic acid	Acid 5,8,11,14,17-20:5	1.27

Çizelge 5. Alkali hidroliz sonrası kabuk suberin monomerleri ve miktarları (mg/g)

Bileşenler	Kabuk (mg/g)
Palmitic Acid	0.46
Stearic Acid	1.03
Arachidic Acid	1.98
1,4-Dihydroxy-4:0 Acid	2.48
1,16-Dioic-16:0 Acid	4.17
1,18-Dioic-18:1 Acid	11.93
1,18-Dioic-18:0 Acid	1.11
18-Hydroxy-18:1 Acid	16.78
18-Hydroxy-18:0 Acid	1.97
9,18-Dihydroxy-18:1 Acid	0.67
2-Hydroxyethanoic Acid	2.25
α -Hydroxy-N-Butyric Acid	0.52
Dimethylmalonic Acid	0.84
P-Hydroxybenzoic-Acid	0.81
2-Methyl-4-Keto-Pentan-2-OI	6.66
1-tetradecanol	0.13
1-octadecanol	0.47
1-icosanol	0.20
Glycerol	0.63
Butane	0.89
1-hexene	4.05
Heptadecane	0.87
N-heptacosane	1.11
Pentacosane	3.22
Eicosane	0.68
Catechin	0.20
Sitosterol	0.42
Ferulic Acid	0.39

Alkan, (2004), Türkiye'nin önemli yapraklı ve ibre yapraklı ağaç odunlarının mikroskopik yönden incelenmesi çalışmasında *Salix alba* L. odununun kimyasal analizinde holoselülozu %74.69, selülozu %51, lignini %20.58, sıcak su çözünürlüğünü %8.96, %1'lik NaOH çözünürlüğünü 22.34 olarak tespit etmiştir.

Söğüt odun ve kabuğunun ekstraktif yapısı üzerine kısıtlı çalışma literatürde mevcuttur. Bu bakımdan yapılan çalışma farklı ağaç türlerinden elde edilen ekstraktif yapısı ve ekstraktiflerinden arındırıldıktan sonra kabuklardaki suberin monomerlerinin yapısı ve miktarı ile karşılaştırılmıştır.

Gandini vd., (2006), mantar meşesinin (*Quercus suber* L.) kimyasal bileşimi ve buna karşılık gelen endüstriyel kalıntıların ve huş ağacının (*Betula pendula* L.) dış kabuklarının karşılaştırılması araştırmasında suberin monomerik bileşimin analizini, C18 ve C22-hidroksifatlık asitlerin (orta zincir epoksi ve dihidroksi türevleri dahil) ve ardından α -dikarboksilik asitlerin takip ettiği, her iki alt maddede ana bileşenlerin 9,10-epoksi- ana bileşenler olarak 18-hidroksio-oktadekanoik, 18-hidroksioktadek-9-enoik, 9,10,18-trihidroksioktadekanoik ve oktades-9-enoik asitler olduğunu belirtmektedir.

Şen vd., (2010), önemli bir meşe türü olan *Quercus cerris* örneklerinde, suberin monomerik bileşimi, polar olmayan ekstraksiyon bileşimi, element analizi ve kül kompozisyonu açısından incelemiştir. *Q. cerris* mantarı % 2.6 kül, % 16.7 ekstrakt, % 28.5 suberin (yağlı monomerler) ve % 28.1 lignin içerdiğini vurgulamaktadır. Selülozik olmayan monosakkarit kompozisyonu, ksilozun (toplam nötr şekerlerin % 27.8'i) arabinoz ve galaktoz (% 11.5 ve % 7.9) olduğunu belirtmektedir. Suberin monomerleri ise esas olarak, tüm uzun zincirli monomerlerin % 90'ını temsil eden uzun zincirli *p*-hidroksiasitler tarafından oluşturulmaktadır.

Dönmez, (2010) tarafından sarıçam kabuklarının suberin monomerlerinin, alkanoller, alkanolik (düz zincirli) asitler, dioic ve hidroksi asitler gibi gruplardan oluştuğu tespit edilmiştir. Bu grup içerisinde hidroksi asitlerde 18-hidroksi-18:1 asit en fazla bulunan (4,485-10,739 mg/g) bileşendir. Ayrıca, 1,18-dioic-18:1 asidin ise en fazla bulunan (2,590-5,358 mg/g) dioic asit olduğu belirlenmiştir.

4. Sonuçlar

Yeryüzündeki en yaygın söğüt türlerinden birini oluşturan *Salix alba* L.'nin yayılış alanı batıda İspanya'dan başlayarak doğuda Sibiryaya kadar uzanmaktadır. Söğüt ağacı park ve bahçelerde önemli bir süs ağacı olarak değerlendirilirken endüstriyel anlamda gerek odunu gerekse kabuğunun çok fazla değerlendirme imkanı bulunmamaktadır. Söğüt üzerine yapılan araştırmalar, çoğunlukla ağacın sahip olduğu, salicin yapısı ve fitokimyasal profili üzerine odaklanmaktadır. Buna karşılık genel kimyasal yapısı ve ekstraktif kompozisyonu ile ilgili literatürde sınırlı bilgi mevcuttur. Yapılan bu çalışma ile kimyasal yapı açığa çıkarılarak bir literatür oluşturulmaya çalışılmış, söğüt odun ve kabuğunun farklı alanlarda kullanımının belirlenmesi amacıyla bir kaynak ortaya konmuştur. Aseton ekstraktı analizinde kabukta bulunan sukrose, şeker kamışı ve şeker pancarının kullanım alanlarına ek olarak yiyecek ve tatlandırıcı olarak da kullanılabileceği önerilmektedir. Söğüt odun ve kabuk ekstraktif madde kompozisyonu açısından geniş bir bilgi boşluğu mevcuttur. Bu çalışmayla söğüt odun ve

kabuklarının kimyasal yapısı belirlenerek literatüre önemli bir katkı olacaktır.

Kaynaklar

- Acar, N., 2014. Söğüt (*Salix alba*) ekstraktı mordanlı pamuk, yün elyaf ve ahşap numunelerinin sarıkız çayı otu (*Sideritis trojana ehrend*) ile boyanma özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Alkan, Ç., 2004. Türkiye'nin önemli yapraklı ve ibre yapraklı ağaç odunlarının mikroskopik yönden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Dönmez, İ.E., 2010. Yükselti farkına göre sarıçamın (*Pinus sylvestris* L.) anatomik ve kimyasal bileşiminde meydana gelen değişimler. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Dönmez, İ.E., Hafizoğlu, H., Kılıç, A., Hemming, J., Eckerman, C., 2012. Effect of altitude on the composition of suberin monomers in the outer bark of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Industrial Crops and Products*, 37: 441-444.
- Dönmez, İ.E., Hemming, J., Willför, S., 2016. Bark extractives and suberin monomers from *Arbutus andrachne* and *Platanus orientalis*. *BioResources*, 11(1): 2809-2819.
- Eroğlu, H., Usta, M., 1989. Investigations on utilisation possibilities of white willow (*Salix alba* L.) wood in pulp and paper industry. *Journal of Agriculture and Forestry of* 13(2): 35-245.
- Gandini, A., Pascoal, N.C., Silvestre, A.J.D., 2006. Suberin: A promising renewable resource for novel macromolecular materials. *Progress in Polymer Science*, 31: 878-892.
- Güvenç, A., 2003. Ankara Çevresinde Yetişen *Salix L.* (Söğüt) Türleri Üzerinde Farmasötik Botanik Yönünden Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: 2001-08-03-033, Ankara.
- Hafizoğlu, H., 1982. Orman Ürünleri Kimyası, Cilt 1 Odun Kimyası. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 52, Trabzon.
- Ishikado, A., Sono, Y., Matsumoto, M., Robida-Stubbs, S., Okuno, A., Goto, M., King, G.L., Blackwell, T.K., Makino, T., 2013. Willow bark extract increases antioxidant enzymes and reduces oxidative stress through activation of Nrf2 in vascular endothelial cells and *Caenorhabditis elegans*. *Free Radical Biology and Medicine*, 65: 1506-1515.
- Kılıç, A., Hafizoğlu, H., Dönmez, İ.E., Tümen, İ., Sivrikaya, H., Reunanen, M., Hemming, J., 2010. Extractives in the Cones of *Pinus* Species. *European Journal of Wood and Wood Products*, 69: 37-40.
- Mahdi, J.G., Mahdi, A.J., Mahdi, A.J., Bowen, I.D., 2006. The historical analysis of aspirin discovery, its relation to the willow tree and antiproliferative and anticancer potential. *Cell Proliferation*, 39: 147-155.
- Nunn, J.F., 1996. *Ancient Egyptian Medicine*. British Museum Press, London.
- Odabaşı, T., Bozkuş, H.F., Çalışkan, A., 2004. Silvikültür Tekniği. İstanbul Üniversitesi Genel Yayın No 4459, Orman Fakültesi Yayın No 475, İstanbul.
- Piatczak, E., Dybowska, M., Pluciennik, E., Kosla, K., Kolniak-Ostek, J., Kalinowska-Lis, U., 2020. Identification and accumulation of phenolic compounds in the leaves and bark of *Salix alba* (L.) and their biological potential. *Biomolecules*, 10(10): 1391.
- Raskin, I., 1995. Salicylic acid. In: *Plant Hormones, Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. (Ed: Kluwer, D.), Academic Publication, London.
- Rowell, R. M., Pettersen, R., Han, J. S., Rowell, J. S., Tshabalala, M. A., 2005. *Handbook of wood chemistry and wood composites*. CRC Press., New York, USA.

- Sulaiman, G.M., Hussien, N.N., Marzoog, T.R., Awad, H.A., 2013. Phenolic content, antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of ethanolic extract *Salix alba*. American Journal of Biochemistry and Biotechnology, 9: 41–46.
- Şen, A., Miranda, I., Santos, S., Graça, J., Pereira, H., 2010. The chemical composition of cork and phloem in the rhytidome of *Quercus cerris* bark. Industrial Crops and Products 31: 417-422.
- TAPPI, 1999. Test Method T207 cm-99 (water solubility of wood and pulp). Standard by Technical Association of the Pulp and Paper Industry, USA.
- TAPPI, 2002. Test Method T212 om-02 (One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp). Standard by Technical Association of the Pulp and Paper Industry, USA.
- TAPPI, 2002. Test Method T222 om-02 (Acid insoluble lignin in wood and pulp). Standard by Technical Association of the Pulp and Paper Industry, USA.
- Wise, L.E., John, E.C., 1952. Wood Chemistry. 2nd Edition Vol 1-2, Reinhold Publication Co, New York, USA.