

***Laurus nobilis*, *Vitex agnus-castus* ve *Tamarix parviflora* Türlerinin Kimyasal İçeriği ve Fenolik Ekstraktiflerinin İncelenmesi**

Samim YAŞAR*¹, Ali Uğur CEVİZ¹, Yasin KARATEPE²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

(Alınış / Received: 10.02.2016, Kabul / Accepted: 26.02.2016, Online Yayınlanma / Published Online: 20.05.2016)

Anahtar Kelimeler

Laurus nobilis
Tamarix parviflora
Vitex agnus-castus
Kimyasal bileşim
Fenolik ekstraktifler

Özet: Bu çalışmada *Laurus nobilis*, *Vitex agnus-castus* ve *Tamarix parviflora* bitkilerinden alınan örneklerde kimyasal bileşim ve fenolik ekstraktifler incelenmiştir. Bu türlerin endüstriyel anlamda oduna alternatif olabilirliği ve antioksidan üretiminde hammadde olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. *Laurus nobilis*, *Vitex agnus-castus* ve *Tamarix parviflora* bitkilerine ait örneklerde holoselüloz, selüloz, α -selüloz, lignin ve kül miktarları ile etanol sikloheksan, soğuk su, sıcak su ve %1 NaOH çözünürlükleri sırasıyla %73.26-76.32, %53.58-54.52, %43.28-44.73, %20.39-21.27, %2.12-2.79, %2.49-2.71, %9.67-11.70, %10.77-12.42 ve %21.77-24.48 aralığında bulunmuştur. HPLC analizleri toplam fenolik madde miktarının *Vitex agnus-castus*'da (2.09 mg/g), *Tamarix parviflora*'da (1.05 mg/g) ve *Laurus nobilis*'de (0.58 mg/g) olduğunu göstermiştir. *Laurus nobilis*'te en yüksek miktardaki fenolik ekstraktif madde epikateşin (0.23 mg/g) ve *Tamarix parviflora*'da gallik asit (0.17 mg/g) olarak belirlenmiş, *Vitex agnus-castus*'da ise *p*-hidroksibenzoik asit (0.95 mg/g) olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, çalışma konusu bitkilerin iğne yapraklı ve yapraklı türlerle karşılaştırılabilir düzeyde olduğunu göstermiş olup, söz konusu maki türlerinin orman ürünleri endüstrisinde ve ticari antioksidan üretiminde hammadde olarak kullanılabileceklerini ortaya koymuştur.

Investigation of Chemical Composition and Phenolic Extractives of *Laurus nobilis*, *Vitex agnus-castus* and *Tamarix parviflora* Species

Keywords

Laurus nobilis
Tamarix parviflora
Vitex agnus-castus
Chemical composition
Phenolic extractives

Abstract: In this study, the chemical composition and the phenolic extractives of the species *Laurus nobilis*, *Vitex agnus-castus* and *Tamarix parviflora* were investigated. The practicability of these species as an alternative raw material in the forest industry and in the production of antioxidant was examined. In the samples belonging to the species *Laurus nobilis*, *Vitex agnus-castus* and *Tamarix parviflora*, the following values were obtained: holocellulose content 73.26-76.32%, cellulose content 53.58-54.52%, α -cellulose content 43.28-44.73%, lignin content 20.39-21.27%, ash content 2.12-2.79%, ethanol cyclohexane solubility 2.49-2.71%, cold water solubility 9.67-11.70%, hot water solubility 10.77-12.42% and 1% NaOH solubility 21.77-24.48%. HPLC analyses showed that the total amount of phenolic extractives was found to be 2.09 mg/g in *Vitex agnus-castus*, 1.05 mg/g in *Tamarix parviflora* and 0.58 mg/g in *Laurus nobilis*. The dominant phenolic extractive was determined as epicatechin (0.23 mg/g) in *Laurus nobilis*, gallic acid (0.17 mg/g) in *Tamarix parviflora* and *p*-hydroxybenzoic acid (0.95 mg/g) in *Vitex agnus-castus*. The results demonstrated that the obtained values from studied plants were comparable to hardwoods and softwoods and mentioned maquis species might be useful raw material for some industrial processes of forest products and commercial production of antioxidant.

1. Giriş

İlk çağlardan bugüne odunun barınak, el aletleri ve gereçlerinin yapımında kullanılması insanlığı için büyük önem arz etmiştir. Teknolojinin ilerlemesi orman kaynaklı endüstri kollarının gelişmesini teşvik etmiş ve ağaç malzemenin farklı şekillerde kullanımı artırmıştır [1]. Endüstrideki gelişmeler ve yenilenebilir kaynaklara olan talebin artması sonucu odunun sadece orman endüstrisinde değil, içerisinde bulunan kimyasal maddelerden dolayı eczacılık, kozmetik ve gıda gibi farklı endüstri alanlarında kullanım olanaklarına sahip olabileceği vurgulanmıştır [2].

İnsanlığın ilerleyişine bağlı olarak orman kökenli ürünlere olan gereksinimin artması ve ormanların azalması sebebiyle oluşan talebin karşılanabilmesi için orman endüstrisi oduna alternatif hammadde arayışı içerisine girmiştir. Küresel ısınmanın etkilerinin hissedilmeye başlandığı günümüzde ormanların değeri anlaşılmış olup, gerekli önlemler için çalışmalar hız kazanmıştır. 1990 ile 2009 yılları arasında 20 yıllık periyodu içeren ormancılık ana planı ortaya koymuştur ki, endüstriyel odun talebi tahmini olarak, 1990 yılında 13 milyon metreküp ve bu gereksinimin 2009 yılında 22.5 milyon metreküpe ulaşacağı öngörülmüştür. Oysa ülkemizde toplam endüstriyel odun arzının kavaktan elde edilen odun dahil olmak üzere 10 ile 16 milyon metreküp arasında değiştiği bilinmektedir [3].

Günümüzde, antioksidan özellikleri itibarıyla fenolik bileşenlere her geçen gün artan bir ilgi söz konusudur. Doğal kaynaklardan elde edilen antioksidanlar gıda endüstrisi ve ilaç endüstrisinde hammadde olarak kullanım açısından tercih edilmektedir. Fenolik maddelerin, kalp rahatsızlıklarında ve kanser tedavisinde önleyici faktör olduğu ortaya konulmuştur. Endüstriyel anlamda önemli olan bitkisel fenolik bileşenlerin araştırmaları sıklıkla yapılmakta ve her geçen gün alternatif kaynaklar üzerine incelemeler artmaktadır [2,4].

Bu çalışmada, hammadde niteliği taşıyabilmeleri açısından oduna ve fenolik madde kaynaklarına alternatif olarak kullanılabilir veya birlikte değerlendirilebilecek bitkisel kaynak özelliği taşıyan ve maki vejetasyonu içerisinde geniş bir yayılış alanına sahip olan *Laurus Nobilis* (Defne), *Tamarix parviflora* (Ilgın) ve *Vitex agnus-castus* (Hayıt) türleri

kimyasal içerik ile fenolik ekstraktif madde çeşitliliği ve miktarları bakımından incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmada, 2010 yılı Eylül ayının ikinci haftasında Aşağıgökdere (Isparta) yöresinde yetişen maki bitkileri defne, ilgın ve hayıttan alınan dal ve gövde örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Örnekler, her bir tür için beş farklı bireyden sağlanmıştır. Dal olarak kullanılan örnekler, bitkinin en yüksek noktasından aşağıya doğru tepe tacının 1/3'lük kısmının alt bölgesinden dört farklı yönde alınmıştır. Gövde örnekleri ise bitki gövdesinin orta bölümlerinden alınmıştır.

Elde edilen dal ve gövdeye ait örnekler kabukları soyulduktan sonra öncelikle yongalanmış ve sonrasında hava kurusu hale getirilerek karıştırılmıştır. Öğütme işleminde Retsch SK1 değirmeni kullanılmış ve örnekler 40-100 mesh'lik eleklerden geçirilmiştir.

2.2. Metot

Etanol-sikloheksan çözünürlüğü, örneklerin soxhlet cihazında öncelikle etanol sikloheksan (1:2) karışımı ile 6 saat ve devamında etanol ile ekstraksiyonu ile belirlenmiştir. Holoselüloz tayininde Wise ve Karl'a [5], selüloz tayininde Kurschner ve Hoffer'e [6] ait metotlar kullanılmıştır. α -selüloz tayininde TAPPI T 203 os-71, Lignin tayininde TAPPI T 222 om-88, Kül tayininde TAPPI T 211 om-85, Suda çözünürlüğün belirlenmesinde TAPPI T 207 om-88 ve %1'lik NaOH çözünürlüğünün belirlenmesinde TAPPI T 212 om-88 yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Fenolik ekstraktif madde analizi örneklerin öncelikle soxhlet cihazında 6 saat süreyle metanol ekstraksiyonuna tabi tutulmasından sonra elde edilen ekstraktlarda SHIMADZU sistem HPLC cihazı ve DAD dedektör yardımıyla Caponio vd.'ne ait yöntem modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir [7]. Enjeksiyonda 20 μ L hacim uygulanmıştır. Mobil faz olarak A: % 3 asetik asit ile B: metanol çözeltileri kullanılmış (Çizelge 1) ve akış hızı 0.8 mL/dakika olarak düzenlenmiştir. Kromatografik ayırmada, 30 °C'de Agilent Eclipse XDB-C18 kolonundan (250x4.6 mm; id 5 μ m) faydalanılmıştır [8].

Çizelge 1. HPLC gradient programı

Dakika	0.1	20	28	35	50	60	62	70	73	75	80	81
%A	93	72	75	70	70	67	58	50	30	20	0	93
%B	7	28	25	30	30	33	42	50	70	80	100	7

%A: % 3 Asetik asit, %B: Metanol

3. Bulgular ve Tartışma

Örneklere ait kimyasal bileşim ve çözünürlük değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Holoselüloz miktarları %73.26-76.32, selüloz miktarları %53.58-54.52, α -selüloz miktarları %43.28-44.73, lignin

miktarları %20.39-21.27, kül miktarları %2.12-2.79, etanol sikloheksan çözünürlüğü %2.49-2.71, soğuk su çözünürlüğü %9.67-11.70, sıcak su çözünürlüğü %10.77-12.42 ve %1 NaOH çözünürlüğü %21.77-24.48 aralığında sıralanmıştır.

Çizelge 2. Örneklerin kimyasal bileşimi ve çözünürlük değerleri (%)

	Defne	İlgın	Hayıt
Holoselüloz miktarı	73.26 ^a	76.32 ^b	74.64 ^c
Selüloz miktarı	53.59 ^a	54.52 ^b	53.58 ^a
α-selüloz miktarı	43.28 ^a	44.73 ^b	43.68 ^a
Lignin miktarı	21.19 ^a	20.39 ^b	21.27 ^a
Kül miktarı	2.12 ^a	2.62 ^b	2.79 ^c
Etanol sikloheksan çözünürlüğü	2.71 ^a	2.49 ^b	2.53 ^b
Soğuk su çözünürlüğü	11.70 ^a	9.67 ^b	11.47 ^a
Sıcak su çözünürlüğü	12.24 ^a	10.77 ^b	12.42 ^c
%1 NaOH çözünürlüğü	24.48 ^a	21.77 ^b	24.33 ^a

a-c: Duncan testi homojen grupları

İstatiksel değerlendirme, örneklere ait yüzdesel değerlerden ayrı ayrı 3 elemanlı gruplar halinde veri kütükleri oluşturulup devamında yüzdesel değerlerin ArcsinP^{1/2} dönüşümleri yapıldıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Aritmetik ortalamalar Basit varyans analizi (Anova Testi) ile kontrol edilmiş ve Anova testi sonucunda istatistiksel açıdan farklılığın olduğu durumlarda farklı grupların saptanabilmesi için Duncan testi kullanılmıştır. P<0.01 düzeyinde defne ve hayıtta α -selüloz grupları, ılgın ve hayıtta etanol sikloheksan çözünürlüğü grupları, P<0.001 düzeyinde defne ve hayıtta selüloz, lignin, soğuk su çözünürlüğü ve %1 NaOH çözünürlüğü grupları aritmetik ortalamalar bakımından benzer bulunmuş, fakat holoselüloz, kül ve sıcak su çözünürlüğü gruplarında tüm örneklerde farklılık görülmüştür (Çizelge 2).

İğne yapraklı türlerden sarıçam (*Pinus sylvestris*), karaçam (*Pinus nigra*) ve kızılçam (*Pinus brutia*) odununda belirlenen holoselüloz, α -selüloz, lignin, kül, alkol benzen çözünürlüğü, sıcak su çözünürlüğü, soğuk su çözünürlüğü ve %1 NaOH çözünürlüğü değerlerinin ortalamaları sırasıyla %71.83, 48.5, 27.2, 0.3, 2.77, 3.53, 2.13 ve 12.77 şeklindedir [9]. Sarıçam [10], karaçam [11] ve kızılçam [12] odununda tespit edilen selüloz miktarlarının ortalaması %53.6 değerindedir.

Yapraklı türlerden saplı meşe (*Quercus robur*), ova akçaağacı (*Acer campestre*) ve adi gürgen (*Carpinus betulus*) odununda holoselüloz, selüloz, lignin, kül, alkol benzen çözünürlüğü, sıcak su çözünürlüğü, soğuk su çözünürlüğü ve %1 NaOH çözünürlüğü değerlerinin ortalamaları %73.37, 47.67, 22.4, 0.58, 5.2, 7.33, 4.83 ve 19.6 şeklinde sıralanmaktadır [13]. Kayın (*Fagus orientalis*) [14], kavak (*Populus euroamericana*) [15] ve yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) [16] odununda α -selüloz miktarlarının ortalaması %45.5 değerindedir.

Maki türlerinden *Styrax officinalis* (Tespah), *Pistacia terebinthus* (Menengiç), *Myrtus communis* (Mersin), *Fontanesia phillreaoides* (Çilbırtı) ve *Paliurus spinachristi*'de (Karaçalı) holoselüloz, selüloz, α -selüloz, lignin, kül, etanol sikloheksan çözünürlüğü, soğuk su çözünürlüğü, sıcak su çözünürlüğü ve %1 NaOH çözünürlüğü değerlerinin ortalamaları sırasıyla %73.27, 52.06, 42.33, 23.43, 2.15, 2.70, 11.64, 12.82 ve 28.41 şeklindedir [8].

Materyaldeki holoselüloz içeriği polisakkarit miktarını göstermekte olup dönüşüm ürünü olan monosakkaritlerin kaynağı olması, selüloz ve α -selüloz içeriği kağıt üretiminin en önemli bileşeni olması ve dönüşüm ürünü olan glukozun kaynağı olması, lignin içeriği ağartılmamış hammaddede lif maddesi bileşeni, ağartma ve şekerleştirme proseslerinden sonra enerji hammaddesi, polimer hammadde ve dönüşüm ürünleri hammaddesi olması bakımından önem arz etmektedir [17,18]. Hammaddenin kül içeriğinin yüksek olması selüloz türevleri endüstrisinde kullanılacak hamurlarda tercih edilmemekte, kül miktar ve bileşenleri itibarıyla materyalin pH derecesini etkilemektedir [19].

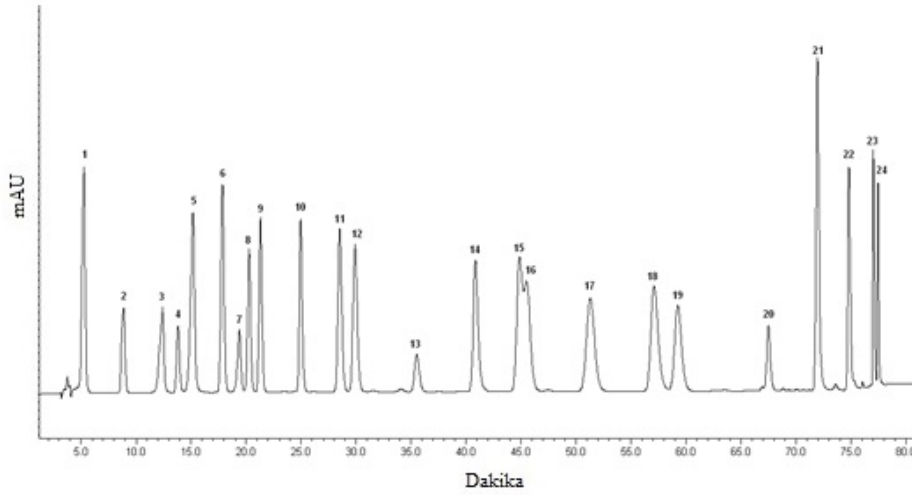
Materyaldeki ekstraktif bileşenlerin tümünü tek bir çözücü ile izole etmek mümkün olmamaktadır. Genellikle etanol-benzen, etanol-toluen ve etanol-sikloheksan karışımlarından faydalanılarak materyaldeki yağlar, reçine, stereoller ve terpenlerin yanısıra suda çözünebilir organik maddeler de elde edilebilmektedir [20]. Sıcak su ekstraksiyonu, inorganik tuzlar ve düşük moleküllü polisakkaritlerin yanı sıra bir miktar reçine ve nişastanın da çözünmesinde rol oynamaktadır. Ayrıca sudan, bazı türlerde hemiselülozların izole edilmesinde çözücü olarak yararlanılmaktadır. %1 NaOH ekstraksiyonu ile materyaldeki bir kısım lignin, düşük moleküllü hemiselülozlar ve bir kısım kısa molekül zincirine sahip selüloz çözünebilmektedir [21].

Örneklerde tespit edilen holoselüloz, selüloz, α -selüloz, ekstraktif madde miktarları odunla ve maki türleri ile karşılaştırılabilir düzeyde bulunmuştur. Kül, soğuk su çözünürlüğü, sıcak su çözünürlüğü ve %1 NaOH çözünürlüğü sonuçları maki türleri ile benzerlik gösterirken, odundan oldukça yüksek değerler sergilemektedirler. Örneklere ait lignin içerikleri ise daha çok yapraklı odunu ve maki türleri değerleri düzeyinde bulunmaktadır.

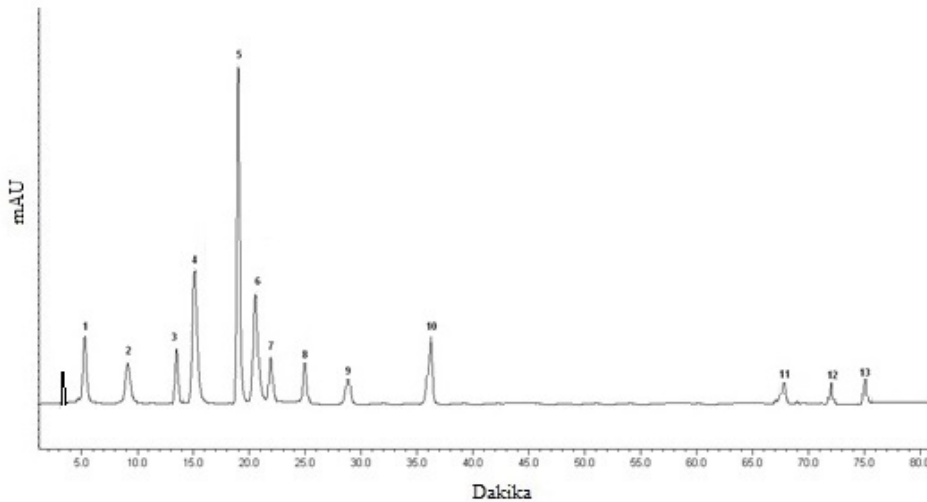
Lignoselülozik bir materyalin kağıt üretimine hammadde olabilmesi için selüloz içeriğinin %30 oranından daha yüksek olması gerekmektedir [22]. Bir diğer çalışmada kağıt hamuru üretimi açısından hammaddenin %35 ve üstü selüloz, %40 ve üstü α -selüloz içermesinin uygun olacağı belirtilmiştir [23]. Hammaddenin çözünürlük değerlerinin, özellikle %1 NaOH çözünürlüğünün yüksek olması kağıt hamuru üretiminin verimini düşüreceği bilinmektedir [18].

Elde edilen holoselüloz değerleri, türlerin önemli düzeyde polisakkarit kaynağı olduğunu sergilemekte ve daha ötesinde dönüşüm ürünleri potansiyeli bakımından odunla karşılaştırılabilir seviye ortaya koymaktadır. Selüloz ve α -selüloz değerleri, çalışma örneklerinin kağıt hamuru üretiminde hammadde olarak kullanılacaklarını göstermektedir. Özellikle %1 NaOH çözünürlüğünün yüksek oluşu nedeniyle türlerin kağıt hamuru üretiminden ziyade selüloz türevleri üretimi için uygun olacağı söylenebilir. Kül oranlarının yüksek oluşu, bir kısım üretim proseslerinde türlerin hammadde olarak kullanılmalarının sakıncalı durumlar ortaya çıkaracağını göstermektedir.

HPLC analizleri ile elde edilen ve fenolik ekstraktiflerin belirlenmesinde kullanılan standartlara ait kromatogram Şekil 1'de ve defne örneğine ait kromatogram Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 1. Standartlara ait HPLC kromatogramı (1:gallik asit, 2:protokateşik asit, 3:kateşin, 4:*p*-hidroksibenzoik asit, 5:klorojenik asit, 6:kafeik asit, 7:epikateşin, 8:siringik asit, 9:vanilin, 10:*p*-kumarik asit, 11:ferulik asit, 12:sinapnik asit, 13:benzoik asit, 14:*o*-kumarik asit, 15:rutin, 16:naringin, 17:hesperidin, 18:rosmarinik asit, 19:eriodiktiol, 20:sinamik asit, 21:kuersetin, 22:luteolin, 23:kamferol, 24:apigenin)



Şekil 2. Defne örneğine ait HPLC kromatogramı (1:gallik asit, 2:protokateşik asit, 3:*p*-hidroksibenzoik asit, 4:klorojenik asit, 5:epikateşin, 6:siringik asit, 7:vanilin, 8:*p*-kumarik asit, 9:ferulik asit, 10:benzoik asit, 11:sinamik asit, 12:kuersetin, 13:luteolin)

Fenolik ekstraktif olarak, defnede gallik asit, protokateşik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, klorojenik asit, epikateşin, siringik asit, vanilin, *p*-kumarik asit, ferulik asit, benzoik asit sinamik asit, kuersetin ve luteolin, ılgında gallik asit, protokateşik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, klorojenik asit, epikateşin, siringik asit, vanilin, *p*-kumarik asit, ferulik asit,

benzoik asit, sinamik asit, kuersetin ve kamferol, hayıtta ise gallik asit, protokateşik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, klorojenik asit, epikateşin, siringik asit, vanilin, *p*-kumarik asit, benzoik asit, sinamik asit, kuersetin, luteolin ve kamferol tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Örneklerdeki fenolik ekstraktif madde kompozisyonu (mg/g)

Fenolik ekstraktif	Defne	İlgın	Hayıt
gallik asit	0.04	0.17	0.02
protokateşik asit	0.02	0.08	0.06
<i>p</i> -hidroksibenzoik asit	0.03	0.13	0.95
klorojenik asit	0.09	0.10	0.57
epikateşin	0.23	0.12	0.02
siringik asit	0.06	0.04	0.02
vanilin	0.02	0.05	0.01
<i>p</i> -kumarik asit	0.02	0.04	0.04
ferulik asit	0.01	0.01	-
benzoik asit	0.04	0.11	0.21
sinamik asit	0.01	0.02	0.01
kuersetin	0.01	0.03	0.02
luteolin	0.01	-	0.04
kamferol	-	0.16	0.10
Toplam	0.58	1.05	2.09

Defne, ılgın ve hayıtta tespit edilen miktarı en yüksek fenolik ekstraktif maddelerin sırasıyla epikateşin (0.23 mg/g), gallik asit (0.17 mg/g) ve *p*-hidroksibenzoik asit (0.95 mg/g) olduğu görülmüştür. Toplam fenolik ekstraktif madde miktarları, defne, ılgın ve hayıtta 0.58, 1.05 ve 2.09 mg/g şeklinde belirlenmiştir (Çizelge 3).

Kılıç ve Niemz tarafından 12 tropik türe ait odundaki tespit edilen toplam fenolik ekstraktif madde miktarlarının ortalaması 0.37 mg/g şeklindedir [24]. 14 iğne yapraklı türe ait kozalak ve meyvelerdeki belirlenen fenolik ekstraktif madde miktarlarının ortalaması 1.42 mg/g değerindedir [25]. 6 iğne yapraklı türe ait kabuklardaki toplam fenolik ekstraktif madde miktarlarının ortalaması 36.71 mg/g değerine sahiptir [26]. 5 adet maki bitkisinde saptanan toplam fenolik ekstraktif madde miktarlarının ortalaması 1.17 mg/g değerindedir [8].

Çalışma türlerinde saptanan toplam fenolik ekstraktif madde miktarları kabukta [26] belirlenen değere oranla oldukça düşük seviyede iken, odun [24], kozalak, meyve [25] ve bazı maki türlerinde [8] belirlenen değerlerle karşılaştırılabilir düzeyde değerler ortaya koymaktadır.

4. Sonuç

Çalışmada maki bitkileri defne, ılgın ve hayıtta kimyasal yapı ile fenolik ekstraktiflerin çeşitliliği ve miktarları incelenmiştir. Holoselüloz, selüloz, α -selüloz ve lignin içerikleri göz önüne alındığında, söz konusu bitkiler odunun kullanılabilir kimyasal proseslerde hammadde olarak yararlanılabilecek

nitelikler göstermektedirler. Ancak araştırma bitkileri, oduna oranla yüksek miktarlarda kül içermeleri itibariyle bir kısım kimyasal proseslerde hammadde olabilme yönünde olumsuz duruma düşmektedirler. Belirlenen çözünürlük değerleri odunla karşılaştırıldığında, çalışma materyali türlerin orman ürünleri endüstrisine ait ilgili proseslerde hammadde olarak kullanılabilecekleri görülmektedir. Türlerde tespit edilen fenolik madde çeşitliliği ve miktarları değerlendirildiğinde, söz konusu maki bitkilerinin ticari antioksidan üretiminde hammadde olarak kullanılabilecekleri ortaya çıkmaktadır.

Kaynakça

- [1] Yaman, B., Gencer, A. 2005. Trabzon koşullarında yetiştirilen kiwi (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C. F. Liang & A. R. Ferguson)'nin lif morfolojisi. S.D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A2, 149-155.
- [2] Willför, S. M., Hemming, J., Reunanen, M., Holmbom, B. 2003. Phenolic and Lipophilic Extractives in Scots Pine Knots and Stemwood. *Holzforchung*, 57, 359-372.
- [3] Öner, N., Aslan, S. 2002. Titrek Kavak Odununun Teknolojik Özellikleri ve Kullanım Yerleri. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 1, 135-146.
- [4] Kahkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., Heinonen, M. 1999. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 47, 3954-3962.

- [5] Wise, E. L., Karl, H. L., 1962. Cellulose and Hemicellulose in Pulp and Paper Science and Technology. Libby, C. E., ed. 1962, Vol:1, Mc Graw Hill Book Co., New York.
- [6] Kurschner, K., Hoffer, A. 1969. Ein neues Verfahren zur Bestimmung der Zellulose in Hölzern und Zellstoffen. Technologie und Chemie der Papier- u. Zellstoff-Fabrikation, 26, 125-139.
- [7] Caponio, F., Alloggio, V., Gomes, T. 1999. Phenolic compounds of virgin olive oil: influence of pastepreparationtechniques. Foodchemistry, 64, 203-209.
- [8] Yaşar, S., Demir, F., Karatepe, Y. 2016. Bazı maki türlerinin kimyasal içeriği ve fenolik ekstraktifleri üzerine araştırmalar. Turkish Journal of Forestry, Yayına sunuldu.
- [9] Kılıç, A., Sariusta, S. E., Hafizoğlu, H. 2010. Sarıçam, Karaçam ve Kızılçam basınç odununun kimyasal yapısı. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 12(18), 33-39.
- [10] Usta, M. 1989. Sülfat Pişirmesinde Açığa Çıkan Toplam İndirgenmiş Kükürt (TRS) Bileşiklerinin Oksijenle Yükseltgenmesi. K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- [11] Kırıcı, H., Ateş, S., Boran S. 2002. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra subsp. Pallasiana*) Odunlarının Asli Hücre Çeperi Bileşenlerinin Belirlenmesi ve Kağıt Hamuru Üretimine Uygunluğunun Araştırılması. II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 3, 1057-1063.
- [12] Kırıcı, H. 1991. Alkali Sülfat Antrakinin Etanol (ASAE) Yöntemiyle Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odunundan Kağıt Hamuru Üretim Koşullarının Belirlenmesi. K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- [13] Gülsoy, S. K. 2003. Bazı Yapraklı Ağaçların Kanseri Ve Normal Odunlarının Kimyasal-Anatomik Yapıları, Lif Morfolojisi Ve Kağıt Özellikleri Yönünden Araştırılması. Z.K.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- [14] Tank, T. 1978. Türkiye Kayın ve Gürgen Türlerinin NSSC (Nötral Sülfat Yarıkimyasal) Metodu ile Değerlendirilmesi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No: 2326/231, İstanbul.
- [15] Akgül, M., Kırıcı, H. 2002. Kavak Odunundan Etanol-Su Yöntemiyle Çözünebilir Hamur Üretimi Olanaklarının Araştırılması. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 5(1), 72-85.
- [16] Kırıcı, H. 1987. Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Odununun Kağıt Endüstrisinde Değerlendirilme Olanakları, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- [17] Wegener, G. 1982. Die Rolle des Holzes als Chemierohstoff und Energieträger, Teil 2: Verwertungsmöglichkeiten für Cellulose, Polyosen und Lignin. Holz als Roh- und Werkstoff, 40, 209-214.
- [18] Fengel, D., Wegener, G. 1984. Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Walter de Gruyter Verlag, Berlin, New York.
- [19] Kırıcı, H. 2009. Kağıt Hamuru Endüstrisi. Ders Notları Serisi, Geliştirilmiş 4. Baskı, K.T.Ü., Orman Fakültesi, Trabzon.
- [20] Garves, K. 1981. Zum Ersatz von Benzol in Holzextraktionen. Holz als Roh- und Werkstoff, 39, 253-254.
- [21] Pettersen, R. C. 1984. The chemical composition of wood. ss 57-126. Powel, R. ed. 1984. The Chemistry of Solid Wood, Advances in Chemistry, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, cilt 207, Madison.
- [22] Tutuş, A. 2000. Buğday (*Triticum aestivum* L.) Saplarından Kağıt Hamuru Üretiminde Kullanılan Soda-Oksijen, Soda-Antrakinin ve Soda Yöntemlerinin Silis Problemi ve Diğer Yönlerden Karşılaştırılması. Z.K.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bartın.
- [23] Çömlekçiöğlü, N. 2005. Ülkemizde Doğal Olarak Yayılış Gösteren *Crambe* Spp.'nin Kimyasal İçeriğinin Ve Endüstriyel Kullanım Alanlarının İncelenmesi. K.S.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- [24] Kılıç, A., Niemz, P. 2012. Extractives in some tropical woods. Eur. J. Wood Prod., 70, 79-83.
- [25] Kılıç, A., Hafizoğlu, H., Tümen, İ., Dönmez, İ. E., Sivrikaya, H., Hemming, J. 2011. Phenolic Extractives of Cones and Berries from Turkish Coniferous Species. Eur. J. Wood Prod., 69, 63-66.
- [26] Willför, S., Ali, M., Karonen, M., Reunanen, M., Arfan, M., Harlamow, R. 2009. Extractives in bark of different conifer species growing in Pakistan. Holzforschung, 63, 551-558.