

Bazı maki türlerinin kimyasal içeriği ve fenolik ekstraktifleri üzerine araştırmalar

Samim Yaşar^{a,*}, Faruk Demir^a, Yasin Karatepe^b

Özet: Maki bitkileri olan *Styrax officinalis*, *Fontanesia philliraeoides*, *Myrtus communis*, *Paliurus spina-christi* ve *Pistacia terebinthus* türlerini ele alan bu çalışmada, söz konusu türlerin kimyasal bileşimleri ve fenolik ekstraktifleri belirlenmiş, antioksidan üretiminde ve orman endüstrisinde hammadde olarak kullanılabilirlikleri değerlendirilmiştir. Bitkilere ait örneklerde şu değerler elde edilmiştir: Holoselüloz %72.20-74.64, selüloz %50.93-53.48, α -selüloz %41.16-43.50, lignin %22.22-24.46, kül %1.72-2.63, etanol sikloheksan çözünürlüğü %2.33-3.15, soğuk su çözünürlüğü %10.21-15.27, sıcak su çözünürlüğü %10.41-15.92 ve %1 NaOH çözünürlüğü %26.64-30.09 aralığında sıralanmıştır. HPLC analizleri klorojenik asitin (0.15 mg/g) *Styrax officinalis*'de, gallik asitin (0.59 ve 0.91 mg/g) *Myrtus communis* ve *Pistacia terebinthus*'de, kateşinin (0.08 mg/g) *Fontanesia philliraeoides*'de ve epikateşinin (0.85 mg/g) *Paliurus spina-christi*'de en yüksek değere sahip fenolik ekstraktif madde olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, elde edilen değerler doğrultusunda adı geçen maki türlerinin orman endüstrisine alternatif hammadde olabilecek ve ticari antioksidan üretiminde kullanılabilecek düzeyde olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Maki türleri, Kimyasal kompozisyon, Fenolik ekstraktifler

Studies on chemical composition and phenolic extractives of some maquis species

Abstract: In this study which focused on *Styrax officinalis*, *Fontanesia philliraeoides*, *Myrtus communis*, *Paliurus spina-christi* and *Pistacia terebinthus*, the chemical composition and the phenolic extractives in the maquis plants were determined. Practicability of mentioned species as raw material in the forest industry and in the production of antioxidant was examined. In the samples, the following values were determined: Holocellulose 72.20-74.64%, cellulose 50.93-53.48%, α -cellulose 41.16-43.50%, lignin 22.22-24.46%, ash 1.72-2.63%, ethanol cyclohexane solubility 2.33-3.15%, cold water solubility 10.21-15.27%, hot water solubility 10.41-15.92% and 1% NaOH solubility between 26.64-30.09%. HPLC analyses indicated that chlorogenic acid (0.15 mg/g) was the major phenolic extractive in the *Styrax officinalis*, gallic acid (0.59 and 0.91 mg/g) in the *Myrtus communis* and *Pistacia terebinthus*, catechin (0.08 mg/g) in the *Fontanesia philliraeoides* and epicatechin (0.85 mg/g) in the *Paliurus spina-christi*. The results showed that the obtained values from mentioned maquis species were found to be at a sufficient level for raw material in the forest industry and in the production of commercial antioxidant.

Keywords: Maquis species, Chemical composition, Phenolic extractives

1. Giriş

Dünyada nüfusun hızla artması ve buna paralel olarak sanayileşme ile birlikte son yıllarda orman ürünlerine olan talep giderek artmıştır. Dünya nüfusunun yıllık artışı yaklaşık olarak 90 milyona ulaşmıştır. Odun orman endüstrisinde kullanılan hammaddelerin başında gelmektedir. Dünyada kurutulmamış odun kullanımı yılda 3.5 milyar ton düzeyindedir ve kişi başına düşen odun miktarı 0.7 ton civarında olmaktadır. Bu tüketimin gün geçtikçe artacağı öngörülmektedir. Orman kaynaklarının azalması gün geçtikçe artan talebin karşılanabilmesi için hammadde kaynaklarının planlı ve verimli bir şekilde kullanılmasının gerekliliğini gözler önüne sermiştir. Ayrıca, odun hammaddesinin günden güne çok değişik alanlarda kullanımı artmaktadır. Dolayısıyla odun hammaddesine olan talep ve mevcut arz arasındaki dengesizliğin kaçınılmaz olacağı göz önündedir. Bu nedenle, odun esası lifler yerine

tarımsal ve diğer kaynaklı alternatif liflerin kullanılması, kullanılan hammaddenin geri dönüşümü, daha etkin teknolojiler, yeni ve daha kaliteli ürünlerin geliştirilmesi gelecekte odun arz ve talep dengesinin düzenlenmesinde önemli bir rol oynayacaktır (Cooper ve Balatinecz, 1999). Küresel ısınmanın etkilerinin hissedilmeye başlandığı günümüzde ormanların değeri ve önemi bir kez daha net olarak ortaya çıkmış, bu doğrultuda gerekli önlemlerin alınması ve gerekli çalışmaların yapılması kaçınılmaz hale gelmiştir (Öner ve Aslan, 2002).

Bitki ve baharatları doğal antioksidan kaynakları olarak araştıran çalışmaların sayısı gün geçtikçe artış göstermektedir. Bu hususta yapılan incelemeler bitkisel materyallerin güçlü antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip çok sayıda kimyasal madde içerdiğini göstermiştir. Bilindiği üzere, doğal kaynaklardan elde edilen antioksidanlar gıda ve ilaç endüstrisinde sıkça kullanılmaktadır. Fenolik maddelerin doğal antioksidan

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta, Türkiye

^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta, Türkiye

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): samimyasar@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 28.01.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 25.02.2016

Citation (Atf): Yaşar, S., Demir, F., Karatepe, Y., 2016. Bazı maki türlerinin kimyasal içeriği ve fenolik ekstraktifleri üzerine araştırmalar. Turkish Journal of Forestry, 17(2): 187-193. DOI: [10.18182/tjf.22143](https://doi.org/10.18182/tjf.22143)



olmakla beraber kalp hastalıklarında ve kanser tedavisinde de önleyici rol oynadıkları ortaya konulmuştur (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2013; Willför vd., 2003; Dönmez vd., 2016).

Bu çalışmada, hammadde olabileceği doğrultusunda iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlara alternatif olarak kullanılacak veya birlikte değerlendirilebilecek bitkisel kaynak niteliği taşıyan ve maki vejetasyonu içerisinde geniş bir yayılış alanına sahip olan *Styrax officinalis* (Tespah), *Pistacia terebinthus* (Menengiç), *Myrtus communis* (Mersin), *Fontanesia phillireoides* (Çilbirt) ve *Paliurus spina-christi* (Karaçalı) türleri kimyasal içerik ile fenolik ekstraktif madde çeşitliliği ve miktarları yönünden incelenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılacak örnekler, 2010 yılı Eylül ayında Aşağıgökdere'nin (Isparta) doğusunda yer alan bölgeden temin edilmiştir. Tespah, menengiç, mersin, çilbirt ve karaçalı olmak üzere beş maki bitkisinden alınan dal ve gövde örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Her bir tür için beş farklı bireyden örnekler elde edilmiştir. Dal örnekleri bitkinin en yüksek noktasından aşağıya doğru tepe tacının 1/3'lük kısmının alt sınırından dört farklı yönde alınmıştır. Gövde örnekleri ise gövdenin orta kısımlarından alınmıştır.

Temin edilen dal ve gövde örnekleri kabukları soyulduktan sonra yongalanmış ve hava kurusu hale getirilerek karıştırılmıştır. Öğütme işlemi Retsch SK1 değirmeni ile yapılmış ve örnekler 40-100 mesh'lik eleklerden geçirilmiştir.

2.2. Yöntem

Etanol-sikloheksan çözünürlüğü için, her bir türe ait materyal ekstraksiyon balonuna alınmış ve soxhlet cihazında öncelikle etanol sikloheksan (1:2) karışımı ile 6 saat ve devamında etanol ile ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Holoselüloz tayini Wise ve Karl (1962)'a, selüloz tayini Kurschner ve Hoffer (1969)'e göre yapılmıştır. α -selüloz tayini TAPPI T 203 os-71, Lignin tayini TAPPI T 222 om-88, Kül tayini TAPPI T 211 om-85, Suda çözünürlük TAPPI T 207 om-88 ve %1'lik NaOH çözünürlüğü TAPPI T 212 om-88 yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Fenolik ekstraktif madde analizi örneklerin soxhlet cihazında 6 saat süreyle metanol ekstraksiyonu sonucu elde edilen ekstraktlarda SHIMADZU sistem HPLC cihazı ve DAD dedektör ile Caponio vd., (1999)'ne ait yöntem modifiye edilerek şu şekilde gerçekleştirilmiştir: Enjeksiyon hacmi 20 μ L şeklinde ayarlanmıştır. Mobil faz olarak A: % 3 asetik asit ile B: metanol kullanılmış (Çizelge 1) ve akış hızı dakikada 0.8 mL olacak şekilde düzenlenmiştir. Kromatografik ayırma Agilent Eclipse XDB-C18 kolonu (250x4.6 mm; id 5 μ m) ile 30 °C'de yerine getirilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

Örneklerin kimyasal bileşimi ve çözünürlük değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Holoselüloz miktarları %72.20-74.64, selüloz miktarları %50.93-53.48, α -selüloz miktarları %41.16-43.50, lignin miktarları %22.22-24.46, kül miktarları %1.72-2.63, etanol sikloheksan çözünürlüğü %2.33-3.15, soğuk su çözünürlüğü %10.21-15.27, sıcak su çözünürlüğü %10.41-15.92 ve %1 NaOH çözünürlüğü %26.64-30.09 aralığında tespit edilmiştir.

Çalışma örneklerine ait yüzdesel değerlerden ayrı ayrı 3 elemanlı gruplar halinde veri kütükleri oluşturulmuş ve devamında yüzdesel değerlerin ArcsinP^{1/2} dönüşümleri yapılmıştır. İlk olarak aritmetik ortalamalar Basit varyans analizi (Anova Testi) ile kontrol edilmiştir. Anova testi sonucunda istatistiksel açıdan farklılığın olduğu durumlarda farklı grupların tespit edilebilmesi için Duncan testi uygulanmıştır. P<0.001 düzeyinde tespah ve çilbirt ile mersin ve menengiçte holoselüloz grupları, tespah ve çilbirt ile mersin ve menengiçte selüloz grupları, tespah ve çilbirt ile mersin ve menengiçte lignin grupları, tespah ve çilbirt ile karaçalı ve menengiçte kül grupları, tespah ve karaçalı ile çilbirt ve mersin yanı sıra karaçalı ve menengiçte etanol sikloheksan çözünürlüğü grupları, mersin ve menengiçte soğuk su çözünürlüğü grupları, mersin ve karaçalıda sıcak su çözünürlüğü grupları aritmetik ortalamalar bakımından benzer bulunmuş, ancak α -selüloz ve %1 NaOH çözünürlüğü grupları tüm örneklerde farklılık göstermiştir (Çizelge 2).

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

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

	Tespah ¹	Çilbirt ²	Mersin ³	Karaçalı ⁴	Menengiç ⁵
Holoselüloz miktar	73.32 ^a	73.55 ^a	72.64 ^b	74.64 ^c	72.20 ^b
Selüloz miktarı	52.39 ^a	52.17 ^a	50.93 ^b	53.48 ^c	51.31 ^b
α -selüloz miktarı	43.00 ^a	42.23 ^b	41.16 ^c	43.50 ^d	41.75 ^e
Lignin miktarı	23.22 ^a	23.13 ^a	24.11 ^b	22.22 ^c	24.46 ^b
Kül miktarı	1.72 ^a	1.76 ^a	2.10 ^b	2.55 ^c	2.63 ^c
Etanol sikloheksan çözünürlüğü	3.15 ^a	2.39 ^b	2.33 ^b	2.91 ^{ac}	2.73 ^c
Soğuk su çözünürlüğü	15.27 ^a	10.45 ^b	10.23 ^c	12.04 ^d	10.21 ^c
Sıcak su çözünürlüğü	15.92 ^a	12.27 ^b	12.85 ^c	12.63 ^c	10.41 ^d
%1 NaOH çözünürlüğü	30.09 ^a	28.11 ^b	28.75 ^c	28.45 ^d	26.64 ^e

1: *Styrax officinalis*, 2: *Fontanesia phillireoides*, 3: *Myrtus communis*, 4: *Paliurus spina-christi*, 5: *Pistacia terebinthus*, a-e: Duncan testi homojen grupları

Kılıç vd. (2010) tarafından sarıçam (*Pinus sylvestris*) odununda holoselüloz %71.4, α -selüloz %48.6, lignin %27.6, kül %0.3, alkol benzen çözünürlüğü %2.8, sıcak su çözünürlüğü %3.1, soğuk su çözünürlüğü %1.7 ve %1 NaOH çözünürlüğü %12.9, karaçam (*Pinus nigra*) odununda holoselüloz %71.5, α -selüloz %50.4, lignin %26.7, kül %0.2, alkol benzen çözünürlüğü %3.2, sıcak su çözünürlüğü %4.2, soğuk su çözünürlüğü %2.1 ve %1 NaOH çözünürlüğü %12.8, kızılçam (*Pinus brutia*) odununda ise holoselüloz %72.6, α -selüloz %46.5, lignin %27.3, kül %0.4, alkol benzen çözünürlüğü %2.3, sıcak su çözünürlüğü %3.3, soğuk su çözünürlüğü %2.6 ve %1 NaOH çözünürlüğü %12.6 olarak belirlenmiştir. Selüloz miktarı sarıçam odununda %54.8 (Usta, 1989), karaçam odununda %51.9 (Kırcı vd., 2002) ve kızılçam odununda %54.1 (Kırcı, 1991) şeklinde rapor edilmiştir.

Gülsoy (2003) tarafından yapılan çalışmada sapsı meşe (*Quercus robur*) odununda holoselüloz %68, selüloz %42.5, lignin %24.5, kül %0.63, alkol benzen çözünürlüğü %6.6, sıcak su çözünürlüğü %10, soğuk su çözünürlüğü %6.5 ve %1 NaOH çözünürlüğü %22.4 olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada, ova akçaağacı (*Acer campestre*) odununda holoselüloz %75.2, selüloz %50.9, lignin %23.8, kül %0.7, alkol benzen çözünürlüğü %4.1, sıcak su çözünürlüğü %5.7, soğuk su çözünürlüğü %3.4 ve %1 NaOH çözünürlüğü %16.7 ve adi gürgen (*Carpinus betulus*) odununda holoselüloz %79.6, selüloz %49.6, lignin %18.9, kül %0.4, alkol benzen çözünürlüğü %4.9, sıcak su çözünürlüğü %6.3, soğuk su çözünürlüğü %4.6 ve %1 NaOH çözünürlüğü %19.7 şeklinde bulunmuştur. α -selüloz miktarı, kayın (*Fagus orientalis*) odununda %41.5 (Tank, 1978), kavak (*Populus euroamericana*) odununda %42.8 (Akgül ve Kırcı, 2002) ve yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) odununda %51.6 (Kırcı, 1987) olarak saptanmıştır.

Örneklere tespit edilen holoselüloz, selüloz, α -selüloz, ekstraktif madde miktarları odunla karşılaştırılabilir düzeyde iken, kül, soğuk su çözünürlüğü, sıcak su çözünürlüğü ve %1 NaOH çözünürlüğü değerleri odundan oldukça yüksek seviyelerde bulunmuştur. Lignin miktarları ise daha çok yapraklı odunu değerlerine benzerlik göstermektedir.

Selüloz ve hemiselülozlar hidroliz uygulanmasıyla monosakkarit birimlerini ürün olarak sunmaktadırlar. Monosakkaritler mayalandırma, hidrilleme ve asit uygulanması işlemleri sonucunda farklı ürünlere dönüştürülebilmektedir (Wegener, 1982; Fengel ve Wegener, 1984). Çalışmada, araştırma konusu maki bitkilerinin oduna benzer düzeyde polisakkarit potansiyeline sahip oldukları görülmüştür. Bu özellikleri itibarıyla de araştırma türlerinin oduna alternatif hammadde olabilecekleri görülmektedir.

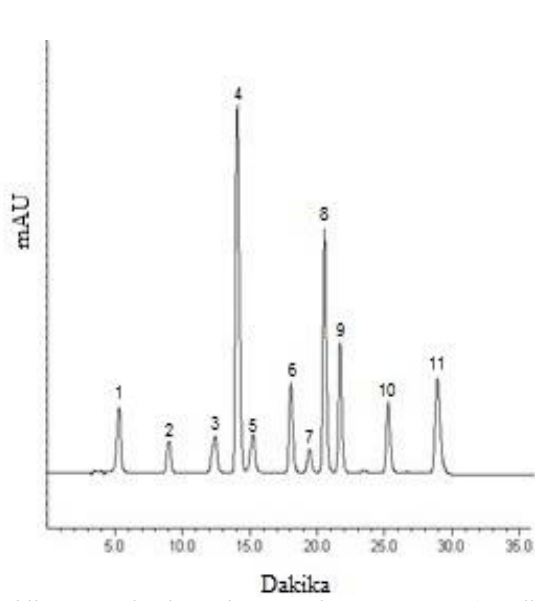
Yapılan bir çalışmaya göre, kağıt üretiminde kullanılabilir olan lignoselülozik bir materyalin selüloz miktarının %30 oranından daha yüksek olması gerekmektedir (Tutuş, 2000). Farklı bir çalışmada ise kağıt endüstrisinde kullanılacak hammaddenin %35 ve üstü selüloz, %40 ve üstü α -selüloz oranına sahip olmasının kağıt hamuru üretimi açısından uygun olduğu belirtilmiştir (Çömlekçioğlu, 2005). Çalışmamızda saptanan selüloz ve α -selüloz değerleri, çalışılan türlerin kağıt hamuru üretimine hammadde olabilecek niteliğe sahip olduklarını göstermektedir.

Lignin, kağıt üretim prosesinde ağartılmamış hammadde de lif maddesi bileşeni, ağartma ve şekerleştirme işlemlerinden sonra ise enerji hammaddesi ve polimer hammadde olarak önem taşımakta ayrıca çeşitli dönüşüm ürünlerini sunmaktadır (Wegener, 1982; Fengel ve Wegener, 1984). Çalışmada tespit edilen lignin miktarları, söz konusu bitkilerin bu doğrultuda oduna alternatif olabileceklerini ortaya koymaktadır.

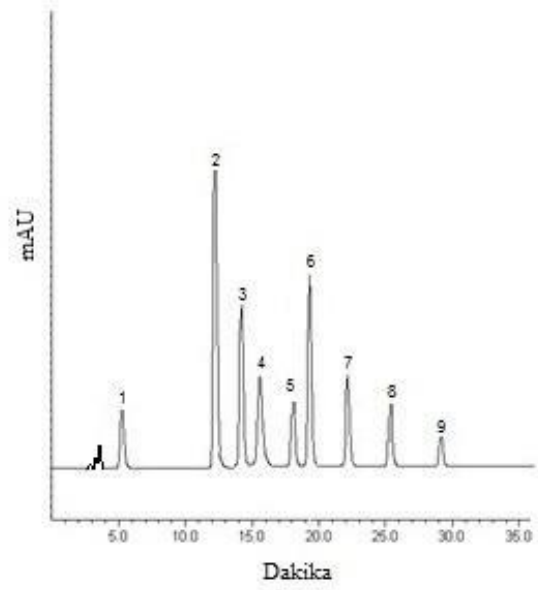
Selüloz türevleri endüstrisinde kullanılacak hamurlarda (α hamuru) kül bulunması tercih edilmeyen bir durumdur. Hammaddede bulunan kül miktarı ve külü oluşturan bileşimlerin odunun pH derecesini etkilediği bilinen bir gerçektir. (Kırcı, 2009). Bu doğrultuda bakıldığında çalışmaya konu olan bitkilerin kül oranı, hammadde olarak kullanılabilir yönünden iğne yapraklı ve yapraklı türlere göre olumsuz sonuç sunmaktadır.

Odundaki ekstraktif maddelerin tamamını tek bir çözücüde izole etmek mümkün olmamaktadır. Genellikle etanol-benzen, etanol-toluen ve etanol-sikloheksan karışımları kullanılarak odundaki bileşenlerden daha çok yağlar, reçine, stereoller ve terpenlerden farklı olarak suda çözünebilir organik maddeler de çözülebilmektedir (Garves, 1981). Sıcak su ekstraksiyonuyla ise inorganik tuzlar ve düşük moleküllü polisakkaritlerin yanı sıra bir miktar reçine ve nişasta da çözünmektedir. Sudan, bazı türlerde hemiselülozlar için de çözücü olarak faydalanılmaktadır. %1 NaOH ekstraksiyonu ile odundaki bir kısım lignin, düşük moleküllü hemiselülozlar ve bir kısım düşük moleküllü selüloz çözülebilmektedir (Pettersen, 1984). Çalışmadaki türler kağıt hamuru üretimine uygun olmakla beraber çözünürlük değerlerinin özellikle de %1 NaOH çözünürlüğünün yüksek olması kağıt hamuru üretiminin verimini azaltacaktır (Fengel ve Wegener, 1984). Bu nedenle araştırma türlerinin selüloz türevleri üretiminde hammadde olarak kullanılmalarnın daha verimli olacağı söylenebilir.

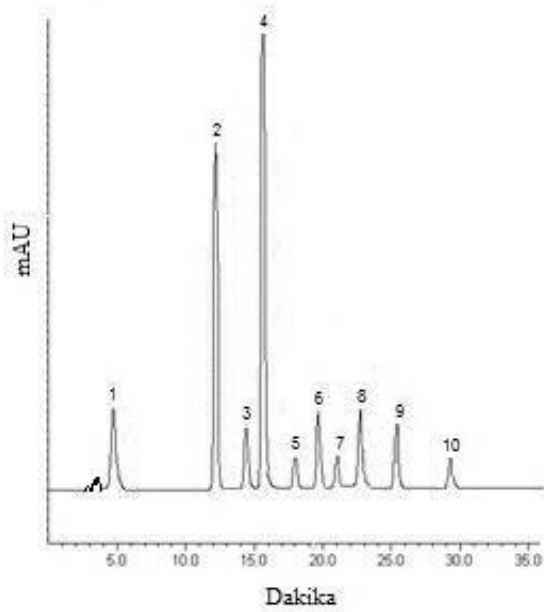
HPLC analizleri sonucunda elde edilen ve fenolik ekstraktiflerin tespitinde kullanılan standartlara ait kromatogram Şekil 1'de, tespit, çilbırtı, mersin, karaçalı ve menengiç örneklerine ait kromatogramlar Şekil 2, 3, 4, 5 ve 6'da gösterilmiştir.



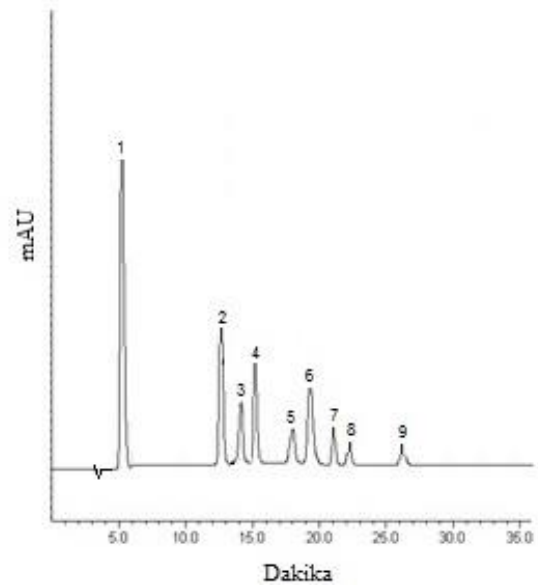
Şekil 1. Standartlara ait HPLC kromatogramı (1:gallik asit, 2:protokateşik asit, 3:kateşin, 4:*p*-hidroksibenzoik asit, 5:klorojenik asit, 6:kafeik asit, 7:epikateşin, 8:siringik asit, 9:vanilin, 10:*p*-kumarik asit, 11:ferulik asit)



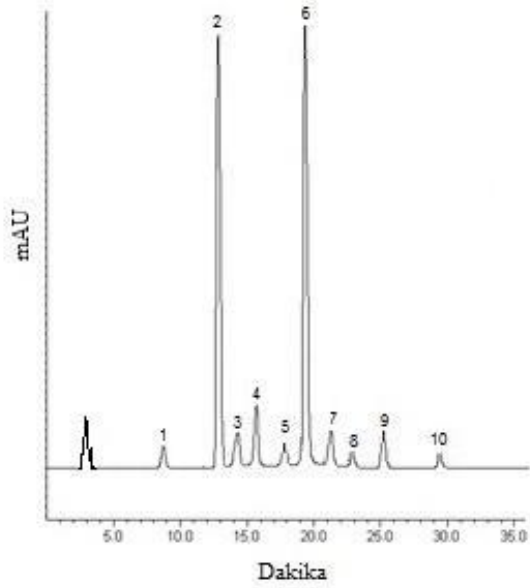
Şekil 3. Çılbırtı örneğine ait HPLC kromatogramı (1:gallik asit, 2:kateşin, 3:*p*-hidroksibenzoik asit, 4:klorojenik asit, 5:kafeik asit, 6:epikateşin, 7:vanilin, 8:*p*-kumarik asit, 9:ferulik asit)



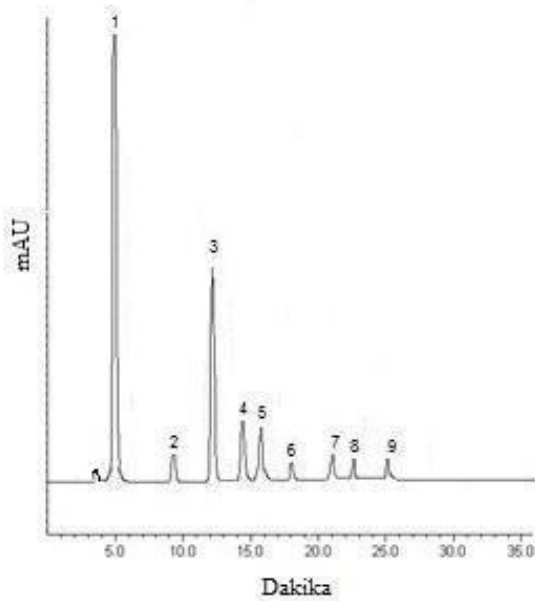
Şekil 2. Tespih örneğine ait HPLC kromatogramı (1:gallik asit, 2:kateşin, 3:*p*-hidroksibenzoik asit, 4:klorojenik asit, 5:kafeik asit, 6:epikateşin, 7:siringik asit, 8:vanilin, 9:*p*-kumarik asit, 10:ferulik asit)



Şekil 4. Mersin örneğine ait HPLC kromatogramı (1:gallik asit, 2:kateşin, 3:*p*-hidroksibenzoik asit, 4:klorojenik asit, 5:kafeik asit, 6:epikateşin, 7:siringik asit, 8:vanilin, 9:*p*-kumarik asit)



Şekil 5. Karaçalı örneğine ait HPLC kromatogramı (1:protokateşik asit, 2:kateşin, 3:*p*-hidroksibenzoik asit, 4:klorojenik asit, 5:kafeik asit, 6:epikateşin, 7:siringik asit, 8:vanilin, 9:*p*-kumarik asit, 10: ferulik asit)



Şekil 6. Menengiç örneğine ait HPLC kromatogramı (1:gallik asit, 2:protokateşik asit, 3:kateşin, 4:*p*-hidroksibenzoik asit, 5:klorojenik asit, 6:kafeik asit, 7:siringik asit, 8:vanilin, 9:*p*-kumarik asit)

Tespih, çılıbırtı, mersin, karaçalı ve menengiçte miktar bakımından en baskın fenolik ekstraktif madde sırasıyla klorojenik asit (0.15 mg/g), kateşin (0.08 mg/g), gallik asit (0.59 mg/g), epikateşin asit (0.85 mg/g) ve gallik asit (0.91 mg/g) şeklinde elde edilmiştir. Toplam fenolik ekstraktif madde miktarı ise tespihde 0.43 mg/g, çılıbırtıda 0.3 mg/g, mersinde 1.39 mg/g, karaçalıda 2.01 mg/g ve menengiçte 1.73 mg/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

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

Fenolik ekstraktif	Tespih	Çılıbırtı	Mersin	Karaçalı	Menengiç
gallik asit	0.03	0.02	0.59	-	0.91
protokateşik asit	-	-	-	0.03	0.07
kateşin	0.12	0.08	0.25	0.84	0.36
<i>p</i> -hidroksibenzoik asit	0.02	0.04	0.1	0.05	0.14
klorojenik asit	0.15	0.03	0.17	0.09	0.13
kafeik asit	0.01	0.02	0.04	0.02	0.02
epikateşin	0.03	0.05	0.15	0.85	-
siringik asit	0.01	-	0.05	0.05	0.05
vanilin	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02
<i>p</i> -kumarik asit	0.02	0.02	0.02	0.06	0.03
ferulik asit	0.01	0.01	-	0.01	-
Toplam	0.43	0.30	1.39	2.01	1.73

Kılıç ve Niemz (2012) tarafından tropik türlere ait odunlardaki toplam fenolik ekstraktif madde miktarları Ramin'de 1.17 mg/g, Danta'da 2.81 mg/g, Afzelia'da 13.92 mg/g, Gaboon'da 4.72 mg/g, Canalate'de 0.36 mg/g, Wenge'de 0.32 mg/g, White Lauan'da 0.55 mg/g, Opepe'de 0.26 mg/g, Bongossi'de 0.98 mg/g, Merbau'da 1.64 mg/g, Mansonia'da 0.87 mg/g ve Zebrano'da 0.85 mg/g olarak belirlenmiştir.

Kılıç vd. (2011) bazı iğne yapraklı türlerinin kozalak ve meyvelerindeki toplam fenolik ekstraktif madde miktarlarını *Abies equi-trojani*'de 0.68 mg/g, *Abies cilicica*'da 1.13 mg/g, *Abies bornmülleriana*'da 3.69 mg/g, *Pinus halepensis*'te 1.17 mg/g, *Pinus pinea*'da 0.29 mg/g, *Pinus sylvestris*'te 0.06 mg/g, *Pinus nigra*'da 0.46 mg/g, *Pinus brutia*'da 0.38 mg/g, *Picea orientalis*'te 0.54 mg/g, *Cupressus smp. var. horizontalis*'te 3.31 mg/g, *Cupressus smp. var. pyramidalis*'te 6.39 mg/g, *Juniperus excelsa*'da 0.20 mg/g ve *Juniperus phoenicea*'da 0.60 mg/g şeklinde tespit etmişlerdir.

Wilför vd. (2009) bazı iğne yapraklı türlerinin kabuklarındaki toplam fenolik ekstraktif madde miktarlarını *Abies pindrow*'da 39.06 mg/g, *Pinus wallichiana*'da 34.09 mg/g, *Pinus roxburghii*'de 39.30 mg/g, *Pinus gerardiana*'da 23.00 mg/g, *Taxus fuana*'da 58.26 mg/g ve *Cedrus deodara*'da 26.52 mg/g olarak saptanmışlardır.

Çalışmadaki maki türlerinde tespit edilen toplam fenolik ekstraktif madde miktarları kabukta (Wilför vd., 2009) belirlenen değerlerden oldukça düşük düzeylerde iken, odun (Kılıç ve Niemz, 2012), kozalak ve meyvelerde (Kılıç vd., 2011) saptanan değerlerle karşılaştırılabilir seviyelerdedir.

Gıda maddesi olarak sıkça kullanılan bazı sebze ve meyvelere ait toplam fenolik madde miktarları patatesten 0.234 mg/g (Bushway vd., 1983), elmada 0.343 mg/g, armutta 0.15 mg/g (Spanos ve Wrolstad, 1992), üzümde 0.0435 mg/g ve çilekde 0.0516 mg/g (Hertog, 1993), şeftalide 0.336 mg/g (Köksal, 2008), böğürtlende 3.30 mg/g ve ahudududa 0.69 mg/g (Pehlivan ve Gülyüz, 2004), nar posasında 2.15 mg/g (Pande ve Akoh, 2009) şeklinde rapor edilmiştir. Çalışma konusu türlere ait değerler, bu değerlerle karşılaştırıldığında söz konusu maki türlerinin önemli düzeylerde fenolik madde miktarlarına sahip oldukları anlaşılmaktadır.

4. Sonuç

Çalışmada maki bitkileri olan tespah, çılırtı, mersin, karaçalı ve menengiçte kimyasal içerik ve fenolik ekstraktifler incelenmiştir. Holoselüloz, selüloz, α -selüloz ve lignin miktarları bakımından söz konusu bitkiler odun hammaddesinin kullanılabilirliği kimyasal proseslerde faydalanabilecek özellikler göstermektedirler. Ancak bitkilerdeki kül miktarları oduna oranla yüksek değerler sunmakta olup, bu bakımdan bir kısım prosesler için hammadde olabilme yönünde olumsuzluk sergilemektedirler. Çözünürlük değerleri odunla karşılaştırıldığında, çalışma materyali bitkilerin orman ürünleri endüstrisine ait ilgili proseslerde kullanılabilirliğine işaret etmektedir. Maki türlerinden elde edilen fenolik madde çeşitliliğine ve miktarlarına bakıldığında, söz konusu bitkilerin sentezlenerek ticari antioksidan üretiminde kullanılabilirliklerini ortaya koymaktadır.

Kaynaklar

Akgül, M., Kırıcı, H., 2002. Kavak odunundan etanol-su yöntemiyle çözünebilir hamur üretimi olanaklarının araştırılması. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 5(1): 72-85.

Bushway, R.J., Bureau, J.L., McGann, D.F., 1983. Alpha-chaconine and alpha-solanine content of potato peels and potato peel products. J. Food Science, 48: 84-86.

Caponio, F., Alloggio, V., Gomes, T., 1999. Phenolic compounds of virgin olive oil: influence of pastepreparation techniques. Foodchemistry, 64: 203-209.

Cooper, P., Balantinecz, J., 1999. Agricultural waste materials for composites: A Canadian reality. Centre for Management Technology Global Panel Based Conference, Nikko Hotel, Kuala Lumpur, 18-19 October.

Çömlekçioğlu, N., 2005. Ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren *Crambe* Spp.'nin kimyasal içeriğinin ve endüstriyel kullanım alanlarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, K.S.Ü., Kahramanmaraş.

Dönmez, İ.E., Hemming, J., Willför, S., 2016. Bark extractives and suberin monomers from *Arbutus andrachne* and *Platanus orientalis*. BioRes., 11(1): 2809-2819.

Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M., 2013. Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları. EÜFBED-Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(2): 233-265.

Fengel, D., Wegener, G., 1984. Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Walter de Gruyter Verlag, Berlin, New York.

Garves, K., 1981. Zum ersatz von benzol in holzextraktionen. Holz als Roh- und Werkstoff, 39: 253-254.

Gülsoy, S.K., 2003. Bazı yapraklı ağaçların kanserli ve normal odunlarının kimyasal-anatomik yapıları, lif morfolojisi ve kağıt özellikleri yönünden araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Z.K.Ü., Bartın.

Hertog, M.G.L., 1993. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. J. Agric. Food Chem., 40: 2379-2383.

Kılıç, A., Sarıusta, S. E., Hafizoğlu, H., 2010. Sarıçam, Karaçam ve Kızılcım basıncı odununun kimyasal yapısı. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 12(18): 33-39.

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.

Kılıç, A., Niemi, P., 2012. Extractives in some tropical woods. Eur. J. Wood Prod., 70:79-83.

Kırıcı, H., 1987. Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) odununun kağıt endüstrisinde değerlendirilme olanakları, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Trabzon.

Kırıcı, H. 1991. Alkali sülfite antrakinon etanol (ASAE) yöntemiyle kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunundan kağıt hamuru üretim koşullarının belirlenmesi. Doktora Tezi, K.T.Ü., Trabzon.

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.

Kırıcı, H., 2009. Kağıt Hamuru Endüstrisi. Ders Notları Serisi, Geliştirilmiş 4. Baskı, K.T.Ü., Orman Fakültesi, Trabzon.

Köksal, G., 2008. Şeftali meyvesinde fenolik madde dağılımı ve pulpa işleme sırasında değişimi. Doktora Tezi, A.Ü., Ankara.

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.

Öner, N., Aslan, S., 2002. Titrek kavak odununun teknoloji özellikleri ve kullanım yerleri. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 1: 135-146.

Pande, G., Akoh, C.C., 2009. Antioxidant capacity and lipid characterization of six georgia-grown pomegranate cultivars. J. Agric. Food Chem., 57(20): 9427-9436.

Pehlivan, M., Güler, M., 2004. Ahududu ve böğürtlenlerin insan sağlığı açısından önemi. Bahçe, 33(1-2): 51-57.

Petersen, R.C., 1984. The chemical composition of wood. In: Rowel, R.M. (Ed.), The Chemistry of Solid Wood. Advances in Chemistry Series No: 207, Chapter: 2, 57-126 pp, Washington.

Spanos, G.A., Wrolstad, R.E., 1992. Phenolics of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage-A review. J. Agric. Food Chem. 40: 1478-1487.

Tank, T., 1978. Türkiye kayın ve gürgen türlerinin NSSC (Nötral Sülfite Yarıkimyasal) metodu ile değerlendirilmesi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 2326/231, İstanbul.

Tutuş, A., 2000. Buğday (*Triticum aestivum* L.) saplarından kağıt hamuru üretiminde kullanılan soda-oksijen, soda-antrakinon ve soda yöntemlerinin silis problemi ve diğer yönlerden karşılaştırılması. Doktora tezi, Z.K.Ü., Bartın.

Usta, M., 1989. Sülfat pişirmesinde açığa çıkan toplam indirgenmiş kükürt (TRS) bileşiklerinin oksijenle yükseltgenmesi. Doktora Tezi, K.T.Ü., Trabzon.

- 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.
- Willför, S.M., Hemming, J., Reunanen, M., Holmbom, B., 2003. Phenolic and lipophilic extractives in scots pine knots and stemwood. Holzforschung, 57: 359-372.
- 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.
- Wise, E.L., Karl, H.L., 1962. Cellulose and Hemicellulose in Pulp and Paper Science and Technology, Vol. 1: Pulp. Libby, C.E. (Ed.), Mc Graw Hill Book Co., New York.