

Marchalina hellenica Genn.'in konuk olduğu kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) fenolik bileşenlerinin belirlenmesi

Determination of phenolic compounds of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) infested by *Marchalina hellenica* Genn.

Mustafa Burak ARSLAN¹

Selçuk KÜÇÜKAYDIN²

Bihter ŞAHİN²

Mehmet Emin DURU²

Halil Turgut ŞAHİN³

¹ Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, İzmir

² Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

³ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Isparta

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Mustafa Burak ARSLAN
mustafaburakarслан@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (*Received*)

08.06.2021

Kabul Tarihi (*Accepted*)

20.09.2021

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

Deniz AYDEMİR
denizaydemir@bartin.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Arslan, M. B., Küçükaydın, S., Şahin, B., Duru, M. E., Şahin, H. T. (2022). *Marchalina hellenica* Genn.'in konuk olduğu kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kısımlarının fenolik bileşenlerinin belirlenmesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 9 (1), 35-43. DOI: 10.17568/ogmoad.925760

Öz

Basra böceğinin (*Marchalina hellenica* Genn.) konuk olduğu ve olmadığı kızılçamların (*Pinus brutia* Ten.) gövde kabuğu, dal kabuğu, dal odunu ve ibrelerinin fenolik bileşenleri HPLC-DAD sistemi ile belirlenmiştir. Gövde ve dal kabukları ile dal odununda ana bileşenin catechin hidrat, ibrede ise 3,4-dihydroxybenzoic acid olduğu tespit edilmiştir. Mann Whitney U Testi sonuçlarına göre basra böceğinin konuk olduğu ve olmadığı kızılçalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Basra böceğinin yayılış alanı, ekolojik ve sosyoekonomik etkileri göz önünde bulundurularak, böceğin konukçunun ekstraktif içeriği ile ilişkisine yönelik daha detaylı çalışmalar yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Basra böceği, *Marchalina hellenica*, kızılçam, fenolik bileşen

Abstract

The phenolic compounds of barks, branch barks, branch woods, and needles of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) infested and non-infested by the scale insect *Marchalina hellenica* Genn were determined by HPLC-DAD analyses. It was seen that the main compounds of bark, branch bark, and branch wood were catechin hydrate, while the major compound of the needle was 3,4-dihydroxybenzoic acid. However, according to the results of Mann Whitney U, there was no statistically significant difference in Turkish red pine with infested and non-infested by *Marchalina hellenica*. Considering the distribution area of *Marchalina hellenica*, its ecological and socioeconomic effects, more detailed studies should be carried out on the relationship of this scale insect with the extractive content of the host.

Keywords: *Marchalina hellenica*, Turkish red pine, phenolic compounds



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Ülkemizdeki en önemli salgı balı türü çam balıdır. Çam balı üretiminde Türkiye lider konumdadır. Dünya çam balı üretiminin yaklaşık %92'sinin Türkiye'de, ülkemiz çam balı üretiminin yaklaşık %75-80'inin ise Muğla kızılçam ormanlarında gerçekleştirildiği kabul edilmektedir. Çam balının geri kalan kısmı ise Yunanistan'da üretilmektedir. Çam balının esasını Türkiye'de başlıca kızılçama (*Pinus brutia* Ten.), Yunanistan'da ise özellikle Halep çamı (*Pinus halepensis* Mill.) ile kızılçama konuk olan *Marchalina hellenica* Genn. (basra böceği) oluşturmaktadır. Basra böceği konuk olduğu ağacın bitki özsuyu ile beslenmekte, ihtiyacı olan besini aldıktan sonra geri kalan kısmını rektal yolla dışarı bırakmaktadır. 'Bal özü' adı verilen bu salgı, daha sonra arılar tarafından toplanmakta ve bala dönüştürülmektedir. Elde edilen bu salgı balı 'çam balı' olarak adlandırılmaktadır. (Beşçeli ve Ekici, 1968; Santas, 1983; Gürkan ve Boşgelmez, 1989; Thrasyvoulou ve Manikis, 1996; Gösterit ve Gürel, 2011).

Basra böceği Türkiye ve Yunanistan anakarası dışında Samos, İcaria, Rodos, Taşöz, Bozcaada ve Gökçeada gibi Ege adalarında ve İtalya'nın Ischia adasında yayılış göstermektedir (Bacandritsos ve ark., 2004). Ülkemizde başta Muğla olmak üzere, Antalya'nın Kaş ilçesinden başlayarak, Batı Akdeniz kıyı şeridinden başlayarak Ege Bölgesinin tüm kıyılarında, Çanakkale, Bursa, İstanbul, Gökçeada ve Bozcaada'da yoğun şekilde yayılış göstermektedir. Burdur, Adana ve Edirne'de de yapay bulaşık halde bulunmaktadır. Türkiye'deki basra böceğinin yayılış yaptığı sahaların büyük bir kısmı Muğla ilinde bulunmaktadır. Basra böceği özellikle kızılçam ve Halep çamı olmak üzere fıstık çamı (*Pinus pinea* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arn.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve sahil çamına (*Pinus pinaster* Aiton) da konuk olabilmektedir. İlaveten, Yunanistan'da Grek göknaşına (*Abies cephalonica* Loudon) yapay olarak bulaştırılmıştır. Ülkemizde de Toros sedirinde (*Cedrus libani* Don) görüldüğü kaydedilmiştir (Beşçeli ve Ekici, 1968; Selmi, 1983; Margaritopoulos ve ark., 2003; Bacandritsos, 2004; Gounari, 2006; Ülgentürk ve ark., 2012). *Marchalina hellenica* Avustralya'da da radiata çamı (*Pinus radiata* Don) ve Halep çamında görülmeye başlanmıştır (FAO, 2017).

Yunanistan'da *Marchalina hellenica*'nın nimf evreleri farklı araştırmacıların bulduğu sonuçlara göre değişiklik göstermektedir. Bazı araştırmacılar böceğin iki nimf evresi geçirdiğini tespit etmiştir (Er-

linghagen, 2001; Bacandritsos ve ark., 2004). Bazı araştırmacılar ise böceğin ergin hale dönüşmeden 3 nimf evresinden geçtiğini rapor etmiştir (Gounari, 2006; Gounari, 2008). *Marchalina hellenica*'nın Türkiye'deki biyolojisi üzerine yapılan çalışmalarda 3 nimf evresinden geçtiği belirtilmiştir (Gürkan ve Boşgelmez, 1989; Ülgentürk ve ark., 2012).

Kızılçam ekstraktiflerce (reçine, uçucu yağ, fenolik bileşen vb.) zengindir. Bu sebeptendir ki; kızılçamın odun, kabuk, ibre, dal, kozalak gibi kısımlarının ekstraktif bileşenlerinin belirlenmesine yönelik yoğun çalışmalar yapılmıştır (Yıldırım ve Holmbom, 1978; Bağcı ve Karaagaçlı, 2004; Ghosn ve ark., 2006; Salman, 2006; Sezik ve ark., 2008; Tumen ve ark., 2010; Bağcı ve ark., 2011; Kilic ve ark., 2011; Ustun ve ark., 2012; Cretu, 2013; Kıvrak ve ark., 2013; Deniz ve ark., 2017a; Deniz ve ark., 2017b; Deniz ve ark., 2019).

İbrelili ağaçlar içerdikleri bazı kimyasal maddeler ile zararlılara karşı kendi savunma sistemlerini kurmuşlardır. İbrelili türlerin özellikle kabuklarında bulunan bazı fenolik bileşikler, terpenoidler ve alkaloidler böcek ve diğer zararlıların etkilerine karşı ağacı koruyucu veya zararlıları uzaklaştırıcı özelliktedir (Franceschi ve ark., 2005; Erbilgin ve ark., 2006; Keeling ve Bohlmann, 2006; Routa ve ark., 2017). Bunun tam tersi durumlarda söz konusu olabilmektedir. Reçine kelebeğinde olduğu gibi ağaçlar ihtiva ettikleri bazı ekstraktifler ile kendilerini zararlılara karşı cezbedici kılabilirler (Metcalf ve Kogan, 1987; Jactel ve ark., 1996; Chen ve ark., 2002; Oz ve ark., 2015).

Basra böceğinin konukçu olduğu ağacın ekstraktif içeriği ile etkileşimine ilişkin çalışmalar oldukça azdır (Mita ve ark., 2002; Gallis ve ark., 2011; Topcan, 2017; Arslan, 2019). Literatürdeki dört çalışmanın üçü son 10 yıl içerisinde yapılmış olup, bu çalışmalardan iki tanesi Türkiye'de yürütülmüştür. Dolayısıyla bu konu üzerine çalışmalar yapılması önemlidir. Zira 774.778 hektarlık Muğla ormanlarının 66.305 hektarlık bölümü (yaklaşık %8,5) basra ile bulaşıktır (Anonim, 2016).

Bu çalışmadaki amaç; basra böceğinin konuk olduğu kızılçam ağaçlarının gövde kabuğu, dal kabuğu, dal odunu ve ibrelerinin fenolik bileşenlerinin incelenmesidir.

Basra böceğinin Türkçe bilimsel adı 'çam pamuklu koşnili'dir. Ancak Orman Genel Müdürlüğü uygulama birimleri, yöre insanı ve araçlar tarafından 'basra böceği' olarak adlandırıldığı için bu çalışmada da basra böceği ismi kullanılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Materyal olarak basra böceğinin konuk olduğu (basralı) ve olmadığı (basrasız) kızılçam gövde kabuğu, dal kabuğu, dal odunu ve ibre örnekleri kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Örnek alanlar

Muğla Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Ula, Yerkesik ve Gökova Orman İşletme Şefliklerinden birer tane olmak üzere toplamda üç adet örnek alan belirlenmiştir. Her sahadan 10 adet basra böceğinin konuk olduğu (basralı), 10 adet basra böceğinin konuk olmadığı (basrasız) olacak şekilde toplamda 30 adet basralı, 30 adet basrasız olmak üzere 60 adet kızılçam ağacı belirlenmiştir. Basralı ve basrasız ağaçların yan yana ya da birbirine yakın mesafede olmasına dikkat edilmiştir.

2.2.2. Örneklerin toplanması

Belirlenen ağaçlardan böceğin yaşam döngüsü (Ülgentürk ve ark., 2012) göz önünde bulundurularak üç farklı dönemde gövde kabuğu, dal kabuğu, dal odunu ve ibre örnekleri alınmıştır. Tablo 1'de örneklerin alındıkları mevkiler ve tarihler belirtilmiştir. Her bir sahada seçilmiş olan 10 adet basralı ve 10 adet basrasız kızılçam ağaçlarından alınan örnekler, kendi içlerinde basralı ve basrasız olmak üzere homojen bir şekilde karıştırılmıştır.

2.2.3. Numune hazırlama

Gövde kabuğu, dal kabuğu, dal odunu ve ibre örneklerinden yaklaşık olarak 5'er g alınmış ve 50 ml aseton:su (80:20) çözücü sistemine eklenerek soğuk ortamda (-18°C) 24 saat (sa) ekstraksiyona bırakılmıştır. 24 sa sürenin ardından örnekler ultrasonik banyoda oda şartlarında yaklaşık 15 dakika (dk) tutulmuş ve sonrasında süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Süzülen örnekler, santrifüj tüplerine aktararak 4000 rpm'de 10 dk santrifüj işlemine tabii tutulmuştur. Devamında ikinci bir süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemi müteakiben, çözücüler döner buharlaştırıcı yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Elde edilen ekstre su: metanol (80:20) çözücü sisteminde tekrar çözülmüş ve 0.20 mikronluk (μ) filtrelerden geçirilmiştir. Ardından örneklerin HPLC-DAD (Shimadzu 20 AT series HPLC, Japan) sistemine enjeksiyonu işlemi uygulanarak analize başlanmıştır (Barros ve ark., 2009). Her bir şart için tek enjeksiyon yapılmıştır.

2.2.4. HPLC-DAD analizleri

Alıkonma zamanları, standart olarak kullanılan maddelerle pik karşılaştırma yöntemi ve pik alanı hesaplama gibi yöntemler aracılığıyla nitel ve nicel sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan fenolik ve organik asit standartları şu şekilde sıralanmaktadır: Fumarik asit, gallik asit, trans-akonitik asit, p-hidroksi benzoik asit, pirokateşol, trans-sinamik asit, 3,4-dihidroksi benzoik asit, 2,4-dihidroksi benzoik asit, metil-1,4-benzokinon, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, rosmarinik asit, trans-2-hidroksi sinamik asit, klorojenik asit, ferulik asit, rutin hidrat, trans-sinamik asit, naringenin, kuersetin, ellagik asit, kateşin hidrat, kirisin, vanillik asit, 6,7-dihidroksi kumarin, vanilin ve kumarin. Söz konusu standartlar Sigma-Aldrich Co. (Germany) firmasından temin edilmiştir. HPLC-DAD analiz şartları Tablo 2'de sunulmuştur.

2.2.5. Değerlendirme yöntemi

Verilerinin değerlendirilmesinde SPSS 17.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Veri setinin normal dağılım durumunun incelenmesi Shapiro-Wilk Testi ile yapılarak, verilerin normal dağılmadığı tespit edilmiştir. Daha sonra basralı ve basrasız iki grubun birbirinden farklılık gösterip göstermediği non-parametrik testlerden Mann Whitney U Testi kullanılarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Örneklerin toplandıkları sahalar ve dönemler
Table 1. The areas and seasons where the samples were collected

Dönem/ Şeflik	Dönem I	Dönem II	Dönem III
Ula	Temmuz 2016	Ekim 2016	Şubat 2017
Yerkesik	Temmuz 2016	Ekim 2016	Şubat 2017
Gökova	Temmuz 2016	Kasım 2016	Ocak 2017

3. Bulgular

3.1. Gövde kabuğunun fenolik bileşenleri

Basralı ve basrasız gövde kabuklarında catechin hidrat öne çıkan fenolik bileşen olarak saptanmıştır. Catechin hidrat basralı ağaçların gövde kabuklarında 0,55-13,28 μ g/g, basrasız ağaçların gövde kabuklarında ise 1,76-13,79 μ g/g miktarlarında tespit edilmiştir. Genel olarak Yerkesik mevkiinde ve dönem III'te daha yüksek miktarlarda belirlenmiştir. Bununla birlikte Mann Whitney U Testi sonuçlarına göre; basralı ve basrasız ağaçların gövde kabuklarının catechin hidrat ve diğer bileşenlerin

Tablo 2. HPLC-DAD analiz şartları
Table 2. HPLC-DAD analysis conditions

HPLC-DAD Cihaz Parametreleri				
Kolon	C18 kolon (5 µm, 250 mm x 4,6 mm i.d)			
Mobil Faz A	%5'lik CH ₃ COOH içeren H ₂ O			
Mobil Faz B	%5'lik CH ₃ COOH içeren MeOH			
Kolon Fırın Sıcaklığı	40°C			
Dedektör	SPD-M20A DAD dedektör			
Dedektör Dalga Boyu	280nm			
Enjeksiyon Hacmi	20µL			
Analiz süresi	85 dakika			
Gradient Program	Zaman (dak)	Akış (mL/dak)	% Solvent A	% Solvent B
	0.01	1,500	90,00	10,00
	2.00	1,500	80,00	20,00
	15.00	1,500	70,00	30,00
	30.00	1,500	00,00	100,00
	33.00	1,500	99,00	01,00
	35.00	1,500	99,00	01,00

miktarlarında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Trans-cinnamic asit ve caffeic asit basralı ve basrasız gövde kabuklarında miktar olarak diğer bileşenlerden biraz daha fazla olmakla birlikte, basralı

ya da basrasız ağaçlar için herhangi bir belirteç olamayacağı anlaşılmıştır. Tablo 3'te basralı ve basrasız kızılçamların gövde kabuklarının fenolik bileşenleri yer almıştır.

Tablo 3. Basralı ve basrasız kızılçamların gövde kabuklarının fenolik bileşenleri
Table 3. Phenolic compounds of barks of Turkish red pine infested by *M. hellenica* and non-infested

Dönem/ Mevki ve bileşen adı	Dönem I		Dönem II		Dönem III	
	Basrasız (µg/g)	Basralı (µg/g)	Basrasız (µg/g)	Basralı (µg/g)	Basrasız (µg/g)	Basralı (µg/g)
ULA						
2-(4-hydroxyphenyl)ethanol	0,21	1,39	-	0,49	-	-
Catechin hidrat	1,76	0,81	1,79	1,13	6,25	3,46
Vanilin	0,33	0,72	-	-	-	-
3,4-dihydroxybenzoic asit	-	-	-	-	-	1,93
Caffeic asit	-	-	-	-	-	20,62
YERKESİK						
2-(4-hydroxyphenyl)ethanol	1,54	0,85	0,44	1,71	0,76	0,30
Catechin hidrat	2,00	4,53	2,14	1,50	13,79	13,28
<i>trans</i> -cinnamic asit	-	-	1,96	-	1,58	-
Naringenin	-	-	2,39	-	-	-
Caffeic asit	-	-	-	-	5,58	-
GÖKOVA						
2-(4-hydroxyphenyl)ethanol	-	-	-	1,13	0,76	-
Catechin hidrat	2,98	2,27	3,10	0,55	5,78	2,75
<i>trans</i> -cinnamic asit	-	11,25	9,89	-	2,82	-
Naringenin	-	6,17	-	1,04	-	-
3,4-dihydroxybenzoic asit	-	-	-	-	0,62	8,75

3.2. Dal kabuğunun fenolik bileşenleri

Gövde kabuğunda olduğu gibi dal kabuğunda da basralı ve basrasız ağaçlarda öne çıkan fenolik bileşen catechin hidrat olarak belirlenmiştir. Ancak istatistik olarak basralı ve basrasız ağaçların dal kabuklarında catechin hidrat ve diğer bileşenlerin miktarlarında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Basralı dal kabuklarında 1,58-16,28 µg/g, basrasız dal kabuklarında 0,25-17,44 µg/g miktarlarında catechin hidrat saptanmıştır. 2-(4-hydroxyphenyl) ethanol Ula ve Yerkesik mevkilerinde Dönem III'te miktarca daha fazla görülmekle birlikte, basralı veya basrasız ağaçlar ile bir ilişkisi görülmemiştir. Basralı ve basrasız kızılçamların dal kabuklarının fenolik bileşenleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Basralı ve basrasız kızılçamların dal kabuklarının fenolik bileşenleri
Table 4. Phenolic compounds of branch barks of Turkish red pine infested by *M. hellenica* and non-infested

Dönem/ Mevki ve bileşen adı	Dönem I		Dönem II		Dönem III	
	Basrasız (µg/g)	Basralı (µg/g)	Basrasız (µg/g)	Basralı (µg/g)	Basrasız (µg/g)	Basralı (µg/g)
ULA						
Ellagic asit	2,44	-	-	-	-	-
Catechin hidrat	-	-	3,46	4,46	0,25	9,50
Rutin hidrat	-	-	3,88	-	-	-
2-(4-hydroxyphenyl)ethanol	-	-	-	5,49	7,12	7,42
YERKESİK						
Catechin hidrat	1,63	3,72	5,37	1,69	17,44	8,46
Rutin hidrat	3,06	-	-	-	-	-
3,4-dihydroxybenzoic asit	-	-	1,45	-	-	-
2-(4-hydroxyphenyl)ethanol	-	-	-	-	6,38	2,70
GÖKOVA						
Catechin hidrat	2,63	1,99	9,98	1,58	15,98	16,28
Rutin hidrat	-	4,56	-	-	-	-
<i>trans</i> -cinnamic asit	-	-	-	-	2,58	-
2-(4-hydroxyphenyl)ethanol	-	-	1,44	-	-	-

3.3. Dal odununun fenolik bileşenleri

Catechin hidrat basralı ve basrasız ağaçların dal odunlarında öne çıkmıştır. Basralı dal odunlarında 0,42-13,94 µg/g, basrasız dal odunlarında 4,25-16-72 µg/g, olarak belirlenmiştir. Miktarca dönem III'te artış göstermiştir. İstatistik olarak basralı ve basrasız ağaçların dal odunlarının catechin hidrat ve diğer bileşenlerin miktarlarında farklılık ortaya çıkmıştır. Ula ve Yerkesikte yüksek sayılabilecek miktarda 2-(4-hydroxyphenyl)ethanol bileşeni tespit edilmiş olmakla birlikte basralı ya da basrasız kızılçamlar için belirteç olmayacağı görülmüştür. Basralı ve basrasız kızılçamların dal odunlarının fenolik bileşenleri Tablo 5'te sunulmuştur.

3.4. İbrenin fenolik bileşenleri

Basralı ve basrasız kızılçam ibrelerinin öne çıkan fenolik bileşenleri, gövde kabuğu, dal kabuğu ve dal odununun aksine 3,4-dihydroxybenzoic asit bileşenidir. Bununla birlikte basralı ve basrasız kızılçam ibrelerinin 3,4-dihydroxybenzoic asit ve diğer

bileşenlerin miktarlarında istatistiksel bakımdan anlamlı bir fark bulunmamıştır. Catechin hidrat ana bileşen olmamakla birlikte Yerkesik ve Gökova mevkilerindeki basralı ve basrasız kızılçam ibrelerinde saptanmıştır. Tablo 6'da Basralı ve basrasız ibrelerin fenolik bileşenleri gösterilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Basra böceğinin konuk olduğu kızılçam ve Halep çamının ekstraktif içeriği ile ilişkisinin belirlenmesine yönelik çalışmalar çok sınırlıdır. Yapılan çalışmalar ise çoğunlukla uçucu bileşenler üzerinedir (Mita ve ark. 2002; Gallis ve ark., 2011; Topcan, 2017). Dolayısıyla çalışmamız konusu itibarıyla ilk olma özelliğini taşımaktadır. Fenolik bileşenlerin böcek ve diğer zararlılara karşı ağaçlarda savunma rolü oynayabileceği bilinmektedir (Franceschi ve ark., 2005; Bohlmann, 2012). Tahvanainen ve ark. (1985) kuzey söğüt (*Salix spp.*) ağacının fenolik bileşenlerinin doğal savunma sistemi içerisinde önemli bir role sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak araştırmamızda; basra böceğinin konuk

Tablo 5. Basralı ve basrasız kızılçamların dal odunlarının fenolik bileşenleri
Table 5. Phenolic compounds of branch wood of Turkish red pine infested by *M. hellenica* and non-infested

Dönem/ Mevki ve bileşen adı	Dönem I		Dönem II		Dönem III	
	Basrasız (µg/g)	Basralı (µg/g)	Basrasız (µg/g)	Basralı (µg/g)	Basrasız (µg/g)	Basralı (µg/g)
ULA						
Catechin hidrat	-	3,95	-	-	9,23	9,02
Vanilin	-	0,55	-	-	-	-
2,4-dihydroxy benzoic asit	-	13,25	1,60	-	-	-
<i>trans</i> -2-hydroxycinnamic asit	-	2,68	-	-	-	-
2-(4-hydroxyphenyl) ethanol	-	-	-	4,72	-	-
Ellagic asit	-	-	-	3,60	-	-
YERKESİK						
2-(4-hydroxyphenyl)ethanol	0,89	-	-	-	3,86	3,79
Catechin hidrat	4,25	5,49	5,01	0,42	16,72	9,46
GÖKOVA						
2-(4-hydroxyphenyl)ethanol	-	0,39	-	-	-	-
Catechin hidrat	10,95	11,12	11,31	10,22	8,14	13,84

Tablo 6. Basralı ve basrasız kızılçamların ibrelerinin fenolik bileşenleri
Table 6. Phenolic compounds of needle of Turkish red pine infested by *M. hellenica* and non-infested

Dönem/ Mevki ve bileşen adı	Dönem I		Dönem II		Dönem III	
	Basrasız (µg/g)	Basralı (µg/g)	Basrasız (µg/g)	Basralı (µg/g)	Basrasız (µg/g)	Basralı (µg/g)
ULA						
Methyl-1,4-benzoquinone	-	-	1,84	-	-	-
3,4-dihydroxybenzoic asit	-	-	-	-	1,06	0,51
YERKESİK						
3,4-dihydroxybenzoic asit	10,54	5,38	3,18	2,37	6,19	5,68
Catechin hidrat	1,19	0,86	0,71	-	1,06	-
Rutin hidrat	3,40	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -cinnamic asit	-	-	-	0,73	-	1,61
GÖKOVA						
3,4-dihydroxybenzoic asit	1,69	4,24	1,38	3,93	5,37	3,49
Vanilic asit	-	0,30	-	-	-	-
Catechin hidrat	-	-	-	-	0,90	0,67

olduğu ve olmadığı kızılçamların fenolik bileşenlerinde anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bununla birlikte gövde kabuğu, dal kabuğu ve dal odununda üçüncü dönemlerde (ocak-şubat) etken madde miktarları artış göstermektedir. Bu durum mevsimsel farklılıklara karşı ağacın gösterdiği reaksiyondan kaynaklanabilir. Üçüncü dönemde Ula ve Gökova bölgelerinden alınan gövde kabuk örneklerinin basralı olanlarında caffeic asit miktarlarında önemli artış görülmüştür. Basra böceğinin üçüncü nimf evresine karşılık gelen bu dönemde (Ülgentürk ve ark., 2012) ağacın savunma olarak

caffeic asit miktarını arttırması söz konusu olabilir. Ancak Yerkesik bölgesinden alınan gövde kabuklarında tersi bir durum söz konusudur. Bu durumu açıklığa kavuşturabilmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Kıvrak ve ark. (2013), kızılçam kabuğunun öne çıkan fenolik bileşenleri arasında catechin hidrat ve 3,4-dihydroxybenzoic asit bileşenlerinin de yer aldığını belirtmişlerdir. Ayrıca catechin bileşeninin kızılçam kabuğunun (Yeşil Celiktaş ve ark., 2009; Ince ve ark., 2009, Cretu, 2013) ve kozalağının (Kılıç ve ark., 2011) fenolik profillerinde öne

çıktığı rapor edilmiştir. Çalışmamızda; basrasız ve basralı kızılçam ağaçlarının gövde kabuğu, dal kabuğu ve dal odunu için öne çıkan fenolik bileşenin catechin hidrat, ibre için öne çıkan fenolik bileşenin 3,4-dihydroxybenzoic asit olduğu görülmüştür. Elde ettiğimiz sonuçların literatür ile uyumlu olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu bileşenlerin basra böceğine karşı kızılçamın savunma sisteminde bir belirteç olduklarına ilişkin bir kanaate varılamamıştır.

Ülkemizdeki yayılış alanı, ekolojik ve sosyoekonomik etkileri göz önünde bulundurulduğunda basra böceğinin konukçuları ile etkileşimine yönelik çalışmalar artırılmalı ve detaylandırılmalıdır. Çalışmamızda basra böceğinin konuk olduğu kızılçamın fenolik bileşenler incelenmiştir. Gelecekte; ekstraktiflerin farklı yöntemler ya da solventler kullanılarak elde edileceği araştırmalar yapılabilir. Basra böceğinin konuk olduğu kızılçam ve fıstık çamının uçucu yağ, alkaloid, yağ asiti, reçine asiti vb. diğer ekstraktifleri üzerine çalışmalar yapılabilir. Basra böceğinin konukçusunun ekstraktif yapısı ile etkileşiminin belirlenmesi ile Orman Genel Müdürlüğünün basralı sahaları yönetme ve işletme politikalarına alt bilgiler sağlanmış olabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma Orman Genel Müdürlüğü Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünün “15.7801/2015-2019” numaralı ve “Basra Böceği (*Marchalina hellenica* Genn.)’nin Konuk Olduğu ve Olmadığı Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlarının Kabuk ve İbrelerinin Bazı Ekstraktif Bileşenlerinin İncelenmesi” isimli projesi kapsamındadır. Örnek alanların belirlenmesi ve numunelerin toplanması konularındaki özverili desteklerinden dolayı Eski Ula Orman İşletme Şefi ve Eski Gökova Orman İşletme Şefi V. Mehmet AKBİYİKOĞLU ve Eski Yerkesik Orman İşletme Şefi Saner DEMİRTAŞ’a teşekkür eder.

Kaynaklar

Anonim, 2016. Muğla Orman Bölge Müdürlüğünün 06.09.2016 tarih ve 1980896 sayılı yazısı

Arslan, 2019. Basra Böceği (*Marchalina hellenica* Genn.)’nin Konuk Olduğu ve Olmadığı Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlarının Kabuk ve İbrelerinin Bazı Ekstraktif Bileşenlerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta

Bacandritsos, N., 2004. Establishment and honeydew honey production of *Marchalina hellenica* (Coccoidea Margarodidae) on fir tree (*Abies cephalonica*). *Bulletin of Insectology* 57(2): 127-130 <http://www.bulletinofinsectology.org/pdfarticles/vol57-2004-127-130bacandritsos.pdf>

Bacandritsos, N., Saitanis, C., Papanastasiou, I., 2004.

Morphology and life cycle of *Marchalina hellenica* (Gennadius) (Hemiptera: Margarodidae) on pine (Parnis Mt.) and fir (Helmos Mt.) forests of Greece. *Annals Societe Entomologique France* 40: 169-176. <https://doi.org/10.1080/00379271.2004.10697413>

Bagci, E., Hayta, S., Dogan, G., 2011. Chemical composition of essential oils from bark and leaves of *Pinus brutia* Ten. from Turkey. *Asian Journal of Chemistry* 23(6): 2782-2784. http://www.asianjournalofchemistry.co.in/user/journal/viewarticle.aspx?ArticleID=23_6_96

Bagci, E., Karaagacli, Y., 2004. Fatty acid and tocopherol patterns of Turkish pines. *Acta Biologica Cracoviensis Series Botanic* 46: 95-100.

Barros, L., Dueñas M., Ferreira I. C., Baptista, P., Santos-Buelga, C., 2009. Phenolic acids determination by HPLC-DAD-ESI/MS in sixteen different Portuguese wild mushrooms species. *Food and Chemical Toxicology* 47(6): 1076-1079. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.01.039>

Besçeli, Ö., Ekici, M., 1968. Çam pamuklu biti (*Monophlebus hellenicus* Genn) ve arıcılık. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 14(1): 73-78.

Bohlmann, J., 2012. Pine terpenoid defences in the mountain pine beetle epidemic and in other conifer pest interactions: specialized enemies are eating holes into a diverse, dynamic and durable defence system. *Tree Physiology* 32(8): 943-945 doi: 10.1093/treephys/tps065.

Chen Z., Kolb, T. E., Clancy, K. M., 2002. The role of monoterpenes in resistance of Douglas fir to western spruce budworm defoliation. *Journal of Chemical Ecology* 28: 897-920. <https://doi.org/10.1023/A:1015297315104>

Cretu, E., 2013. *Pinus brutia* Ten. and *Cedrus brevifolia* (Hook. F.) A. Henry – Chemical Characterization And Possibilities Of Valorization In Therapeutics. Doctor of Philosophy Thesis, University of Medicine and Pharmacy.

Deniz İ., Aydın İ., Altıntaş K., 2017a. Resin Production by The Acid-Paste and Bore Hole Method from Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) and Maritima Pine (*Pinus pinaster* Aiton.) and Chemical Analysis of Turpentine”, I. International Congress On Medicinal And Aromatic Plants: “Natural And Healthy Life. 10-12 May 1996, no.978-605-4988-14-3, Konya, Turkey. pp.195-195.

Deniz İ., Altıntaş K., Serdar B., Yildirim İ., Öztürk M., Aydın İ. 2017b. The Effect of Resin Production by The Acid Paste Method from Red Pine and Maritime Pine on The Amount of Resin in The Trunk. International Symposium on Medicinal, Aromatic and Dye Plants, 5-7 October 2017, Malatya, Turkey. pp. 224-238.

Deniz, İ., Pekgözlü, A., Dönmez, İ.E., Karaoğul, E., Yılmaz, B., Ceylan, E., Aydın, İ. 2019. Ülkemizde üretilen kolofanların kimyasal özellikleri, I. Kolofan ve Türevleri Çalıştayı, 2 Mayıs 2019, İCÜ Orman Fakültesi, İstanbul.

- Erbilgin N., Christiansen, E., Krokene, P., Zeneli, G., Gershenzon, J., 2006. Exogenous application of methyl jasmonate elicits defenses in norway spruce (*Picea abies*) and reduces host colonization by the bark beetle *Ips typographus*. *Oecologia* 148: 426-436. <https://doi.org/10.1007/s00442-006-0394-3>
- Erlinghagen F., 2001. Portrait of an insect: *Marchalina hellenica* Genn. (Sternorrhyncha: Coccina: Margarodidae), important producer of honeydew in Greece. *Apiacta* 36(3): 131-137
- FAO, 2017. Detection of *Marchalina hellenica* in Victoria and South Australia. Report Number: AUS-69/1. <https://www.ippc.int/en/countries/australia/pest-reports/2015/07/detection-of-marchalina-hellenica-in-victoria-and-south-australia-1/>
- Franceschi, V. R., Krokene, P., Christiansen, E., Krekling, T., 2005. Anatomical and chemical defenses of conifer bark against bark beetles and other pests. *New Phytologist* 167: 353-376. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01436.x>
- Gallis, A., Carlos, A., Papageorgiou, A.C., Garcia-Vallejo, M. C., 2011. Needle Terpenoid Composition of *Pinus halepensis* (Mill.) Trees Infested by the Scale Insect *Marchalina hellenica* (Genn.) in Greece. Proceedings of the Fourth International Workshop on the Genetics of Host-Parasite Interactions in Forestry: Disease and Insect Resistance in Forest Trees. Oregon, July 31 to August 5, 2011, pp 304-308.
- Ghosn, M. W., Saliba, N.A., Talhouk S.Y., 2006. Chemical composition of the needle-twig oils of *Pinus brutia* Ten. *Journal of Essential Oil Research* 18: 445-447. <https://doi.org/10.1080/10412905.2006.9699137>
- Gounari, S., 2006. Studies on the phenology of *Marchalina hellenica* (Gen.) (Hemiptera: Coccoidea, Margarodidae) in relation to honeydew flow. *Journal of Apicultural Research* 45(1): 8-12. <https://doi.org/10.1080/00218839.2006.11101305>
- Gounari, S., 2008. Aspects on Biology of *Marchalina hellenica* (Coccoidea, Marchalinidae). 1. Uluslararası Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Muğla, 25-27 Kasım, 2008, ss 133-140.
- Gösterit, A., Gürel, F., 2011. Orman-arıcılık ilişkisi ve arıcılığın orman köylüleri ve kırsal kesimin kalkınmasındaki önemi. *Orman ve Av Dergisi* 2: 26-29.
- Gürkan, B., Boşgelmez, A., 1989. Çam Pamuklu Koşnili *Marchalina hellenica* (Gennadius)'ın Biyo-Ekolojisi ve Populasyon Dinamiği. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- Ince, I., Yesil-Celiktas, O., Karabay-Yavasoglu, N. U., Elgin, G., 2009. Effects of *Pinus brutia* bark extract and pycnogenol® in a rat model of carrageenan induced inflammation. *Phytomedicine* 16(12), 1101-1104. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2009.05.004>
- Jactel, H., Kleinhentz, M., Marpeau-Bezard, A., Marion-Poll, F., Menassieu, P., Burban, C., 1996. Terpene variations in maritime pine constitutive oleoresin related to host tree selection by *Dioryctria sylvestrella* Ratz. (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Chemical Ecology* 22(5): 1037-1050. <https://doi.org/10.1007/BF02029953>
- Keeling, C. I., Bohlmann, J., 2006. Genes, enzymes and chemicals of terpenoid diversity in the constitutive and induced defence of conifers against insects and pathogens. *New Phytologist* 170: 657-675. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01716.x>
- Kilic, A., Hafizoglu, H., Tümen, İ., Dönmez, İ.E., Sivrikaya, H., Hemming, J., 2011. Phenolic extractives of cones and berries from Turkish coniferous species. *European Journal of Wood and Wood Products* 69 (1): 63-66 <https://doi.org/10.1007/s00107-010-0433-y>
- Kıvrak, İ., Lovral, Ş., Harmandar, M., Çetintaş, Y., 2013. Phenolic compounds of *Pinus brutia* Ten.: chemical investigation and quantitative analysis using an ultra-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry with electrospray ionization source. *Records of Natural Products* 7(4): 313-319.
- Margaritopoulos J. T., Bacandritsos N., Pekas A. N., Stamatis C., Mamuris Z., Tsitsipis J. A., 2003. Genetic variation of *Marchalina hellenica* (Hemiptera: Margarodidae) sampled from different host and localities in Greece. *Bulletin of Entomological Research* 93: 447-453. <https://doi.org/10.1079/BER2003260>
- Metcalf, R. L., Kogan, M., 1987. Plant volatiles as insect attractants. *Critical Reviews in Plant Sciences* 5(3): 251-301. <https://doi.org/10.1080/07352688709382242>
- Mita, E., Tsitsimpikou, C., Tsiveleka, L., Petrakis, P. V., Ortiz, A., Vagias, C., Roussis, V., 2002. Seasonal variation of oleoresin terpenoids from *Pinus halepensis* and *Pinus pinea* and host selection of the scale insect *Marchalina hellenica* (Homoptera, Coccoidea, Margarodidae, Coelostoniidae). *Holzforschung* 56: 572-578. <https://doi.org/10.1515/HF.2002.087>
- Oz, M., Deniz İ., Okan O. T., Fidan M.S., 2015. Chemical Composition of Oleoresin and Larvae Gallery Resin of *Pinus brutia* Attacked by *Dioryctria sylvestrella* Ratz. *Drvna Industrija* 66(3): 179-188. <https://doi.org/10.5552/drind.2015.1408>
- Routa, J., Brännström, H., Anttila, P., Mäkinen, M., Jänis, J., Asikainen, A., 2017. Wood extractives of Finnish pine, spruce and birch – availability and optimal sources of compounds. A literature review. Natural resources and bioeconomy studies 73/2017. Natural Resources Institute Finland, Helsinki. 55 p. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-495-3>.
- Salman, M.T., 2006. Chromatographic identification of some volatile oils from the of *Pinus brutia* Ten. growing in Iraq. *Foundaiton of Technical Education* 22: 1-7.

- Santas L.A., 1983. Insects producing honeydew exploited by bees in Greece. *Apidologie* 14(2): 93-103. <https://doi.org/10.1051/apido:19830204>
- Selmi, E., 1983. *Marchalina hellenica* (Gennadius) (Homoptera, Margarodidae)'nın Marmara Bölgesindeki biyolojisi. İstanbul Üniversitesi *Orman Fakültesi Dergisi* 33: 93-103.
- Sezik, E., Üstün, O., Kürkçüoğlu, M., Başer, K. H. C., 2008. Chemical compositions of the needle essential oils obtained from *Pinus brutia* Ten. growing in Turkey, *Acta Pharmaceutica Scientia* 50: 85-96.
- Tahvanainen, J., Helle, E., Julkunen-Tiitto, R., Lavola, A., 1985. Phenolic compounds of willow bark as deterrents against feeding by mountain hare. *Oecologia* 65: 319-323 <https://doi.org/10.1007/BF00378905>
- Thrasylvoulou, A., Manikis, J., 1996. Some physicochemical and microscopic characteristics of Greek unifloral honeys. *Apidologie* 26: 441-452. <https://doi.org/10.1051/apido:19950601>
- Topcan, Z. P., 2017. *Marchalina hellenica* Genn. Varlığının *Pinus brutia* Ten. İbrelindeki Terpen Profili Üzerine Olan Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi.
- Tumen, I., Hafizoglu, H., Kilic, A., Dönmez, I.E., Sivrikaya, H., Reunanen, M., 2010. Yields and constituents of essential oil from cones of *Pinaceae spp.* natively grown in Turkey. *Molecules* 15(8): 5797-5806. <https://doi.org/10.3390/molecules15085797>
- Ustun, O., Senol, F.S., Kurkcuoglu, M., Orhan, I. E., Murat Kartal, M., Baser, K.H.C., 2012. Investigation on chemical composition, anticholinesterase and antioxidant activities of extracts and essential oils of Turkish *Pinus* species and pycnogenol. *Industrial Crops and Products* 38: 115 – 123. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.01.016>
- Ülğentürk, S., Civelek, H. S., Şahin, Ö., Evren, H., Sarıbaşak, H., 2012. Çam Pamuklu Koşnili Biti *Marchalina hellenica* Genn. (Hemiptera: Margarodidae) 'nın Biyo-Ekolojisi, Ege ve Akdeniz Bölgesindeki Yayılış Alanları. TÜBİTAK - TOVAG-108O359 Proje Sonuç Raporu
- Yesil-Celiktas, O., Otto, F., Gruener S., Parlar, H. 2009. Determination of extractability of pine bark using supercritical CO2 extraction and different solvents: optimization and prediction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(2): 341-347. <https://doi.org/10.1021/jf8026414>
- Yildirim, H., Holmbom, B., 1978. Investigations on the wood extractives of pine species from Turkey. III. Non-volatile, nonpolar components in *Pinus brutia* (Henry). *Acta Acad Abo Ser B* 37(5): 9