



Antioxidant and Antimicrobial Properties of Honeydew Honey of Ida Mountains

Emrah Yalazi^{1,a}, Murat Zorba^{1,b,*}

¹Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Çanakkale Onsekiz Mart University, 17100 Çanakkale, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 09/10/2019 Accepted : 14/01/2020</p> <p>Keywords: Ida mountains Honey Honeydew honey Antioxidant capacity Antimicrobial effect</p>	<p>In this study, antioxidant capacity and antimicrobial effect values of honeydew honey obtained from Ida Mountains region being rich in biodiversity were determined. According to the results of electrical conductivity and pollen analyses; 25 honeydew honey samples collected from the Ida Mountains region of the towns of Çanakkale province; Ayvacık, Bayramiç, Çan and Yenice. DPPH% antioxidant capacity values of honeydew honeys were found out to vary between 41.50% - 78.98%. It was also determined that some honeydew honey samples have high antioxidant capacity values such as 74.83% - 78.27%, 78.69% and 78.98%. It was determined that honeydew honey samples have antimicrobial effect on <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 and <i>Escherichia coli</i> ATCC 1301 microorganisms. It was found out that the samples have no antimicrobial effect on <i>Bacillus cereus</i> ATCC 6633, <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 and <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATCC 9763 microorganisms.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(3): 587-593, 2020

Kazdağları Bölgesi Salgı Ballarının Antioksidan ve Antimikrobiyal Özellikleri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 09/10/2019 Kabul : 14/01/2020</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kazdağları Bal Salgı balı Antioksidan kapasite Antimikrobiyal etki</p>	<p>Zengin biyoçeşitliliğe sahip Kazdağları bölgesi salgı ballarının antioksidan kapasite ve antimikrobiyal etki değerlerinin belirlenmesi için yapılan bu çalışmada; Ayvacık, Bayramiç, Çan ve Yenice bölgelerinden temin edilen 25 adet salgı balı örneği kullanılmıştır. %DDPH antioksidan kapasite analizi sonucunda; salgı ballarının antioksidan kapasite değerlerinin %41,50 ile %78,98 arasında değişkenlik gösterdiği ve bazı bal örneklerinin %74,83- %78,27- %78,69- %78,98 değerleriyle yüksek oranda antioksidan özellik gösterdiği belirlenmiştir. Salgı ballarının <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 ve <i>Escherichia coli</i> ATCC 1301 mikroorganizmaları üzerine antimikrobiyal etki gösterdiği, buna karşın <i>Bacillus cereus</i> ATCC 6633, <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATCC 9763 mikroorganizmaları üzerine etki göstermediği tespit edilmiştir.</p>

^aemrahyalazii@gmail.com | ^b<http://orcid.org/0000-0002-0516-1781> | ^cmurat_zorba@comu.edu.tr | ^d<http://orcid.org/0000-0003-3763-3453>



Giriş

Ülkemizde görülen Akdeniz ve Karadeniz ikliminin kesişiminde bulunan Kazdağları, içinde barındırdığı çok çeşitli ve endemik türler açısından zengin biyoçeşitliliğe sahiptir. Bu nedenle Kazdağları'nın kuzey ve güney yamacında iklim özellikleri ve coğrafi yapının tamamı farklıdır. Güney yamaçta kuzey yamacına oranla daha kurakçıl türler ve yamacın mevcut topografik yapısının özelliği olarak çok sayıda mikro iklim alanı mevcuttur (Koç ve Arslan, 2011).

Besleyici değeri ve sağlık etkileri ile bilinen, tatlı bir doğal ürün olan bal; bal arıları (*Apis mellifera*) tarafından doğrudan bitkilerden veya bitki emici böceklerin salgılarından üretilmektedir (Badolato ve ark., 2017; Anonim, 2012). Bal; kaynağına göre saldı ve çiçek balı olmak üzere genel olarak iki kategoride sınıflandırılmaktadır. Bal arılarının; bitki çiçeklerinin nektarlarından yaptıkları bal çiçek balı, bitkilerin salgılarından veya bitkilerin üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarından yaptıkları bal ise saldı balı olarak adlandırılmaktadır (Kolaylı ve ark., 2018). Saldı balının kaynağı büyük ölçüde balçığından oluşmaktadır. Balçığı, floem özsuyu ile beslenen böceklerin (*Marchalina hellenica*) ürettiği saldı olarak tanımlanmaktadır (Zander ve Koch, 1994). *Marchalina hellenica* gerekli besin maddelerini ağacın floem özsuysundaki glukoz çözeltisinden almaktadır. *Marchalina hellenica*'nın oluşturduğu renkli ve tatlı salgıları arılar kovana getirmekte ve bala dönüştürmektedir (Sawyer, 1988; Hatjina ve Bouga, 2009). Bal; kuru ağırlığının %95'ini fruktoz, glukoz ve diğer oligo ve polisakkaritlerin oluşturduğu konsantre bir sulu çözeltisidir. Bal ayrıca; enzimler (glukoz oksidaz ve katalaz), proteinler, vitaminler (C ve E vitaminleri), amino ve organik asitler, lipitler, mineraller ve fitokimyasallar (polifenoller) gibi farklı bileşikler içerir (Bogdanov ve ark., 2008). Balların bileşim içerikleri botanik kaynağın yanı sıra iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak büyük ölçüde değişkenlik göstermektedir (Escuredo ve ark., 2012; Bentabol-Manzanares ve ark., 2011). Hidroksil (OH⁻), süperoksit (O₂⁻), nitrik oksit (NO) radikalleri ve hidrojen peroksit (H₂O₂) gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) çoğu biyolojik molekülleri etkileyip birçok hastalığa neden olduğu ve bu bileşiklerin temizlenmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu bileşimlerin oluşumunu engelleyen veya azaltan ajanlara antioksidanlar denilmektedir (Halliwell, 2003; Yaylacı ve ark., 2007). Doğal ürünlerdeki antioksidan bileşiklerin, radikalleri etkisiz hale getirerek çeşitli hastalıkları önlediği belirtilmektedir (Halliwell, 2000). Antioksidan bileşikler balda doğal olarak bulunmaktadır (Nicholls ve Miraglio, 2003). Balın kaynağı olan nektar; antioksidan özellik gösteren flavanoidler, fenolikler, askorbik asit, tokoferoller, alkaloidler ve değişik enzimleri az miktarda içermektedir (Frankel ve ark., 1998). Arılar bitkilerden; antioksidan özellikte olan fitokimyasalları sentezleyen ve serbest radikalleri yok eden bileşenleri bala aktarmaktadır (Miliauskas ve ark., 2004). Koyu renkli ballarda bulunan fenolik bileşiklerin, E vitamini ya da askorbik aside oranla daha fazla antioksidan özellik gösterdiği belirtilmektedir (Haroun, 2006).

Bal antimikrobiyal özellikte olduğundan doğal koruyucu gıda olarak belirtilmektedir. Balın içerdiği glukoz oksidaz enzimi, glukozu hidrojen peroksit ve glukonik aside parçalamakta ve hidrojen peroksit ve asidik ortam antimikrobiyal özellik sağlamaktadır. Bal bakteriyostatik, bakteriyosidal ve antifungal etkiye sahiptir. Balın yüksek ozmotik basıncı, düşük pH değeri, içerdiği hidrojen peroksit, fenolik asitler, flavonoidler, benzilalkol, 1,4 dihidroksibenzen, terpenler, 2-hidroksibenzoikasit, protein içeriği ve düşük redoks potansiyeli balın antimikrobiyal özelliğinin kaynağını oluşturmaktadır (Çakıcı ve Yassıhüyük, 2013; Elbanna ve ark., 2014). Baldaki hidrojen peroksit miktarı bitkilerden kaynaklanan katalaz seviyesine bağlı olarak değişmektedir. Katalaz hidrojen peroksidi parçalayarak balın antimikrobiyal etkisini düşürmektedir. Ayrıca hidrojen peroksit hiç içermeyen ya da miktarı az balların *Micrococcus luteus* ve *Staphylococcus aureus* mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal özellik gösterdiği belirtilmektedir (Mundo ve ark., 2004; Snow ve Manley-Harris, 2004).

Saldı balı, antibakteriyel, antibiyofilm, antiinflamatuvar (iltihap azaltıcı), antioksidan ve yara iyileştirme aktivitesi gibi güçlü biyolojik özelliklere sahiptir. Saldı balının antibakteriyel ve antibiyofilm aktivitesi, klinik uygulamalarda tıbbi sınıf bal olarak kullanılan Manuka balıyla karşılaştırılabilecek düzeyde olduğu belirtilmektedir (Majtan ve ark., 2011; Kus ve ark., 2017; Grego ve ark., 2016; Salonen ve ark., 2017; Sojka ve ark., 2016; Rodriguez Flores ve ark., 2015; Martinotti ve ark., 2017; Vlcekova ve ark., 2012). Baldaki H₂O₂ seviyelerinin farklı bal türleri arasında farklılık göstermesine rağmen, botanik ve coğrafi kökenine bakılmaksızın, saldı balının çiçek ile karşılaştırıldığında daha yüksek miktarda H₂O₂ ürettiği öne sürülmüştür. Saldı balı, antioksidan ve pro-oksidan özelliklere sahip yüksek fenolik asit ve flavonoid içerdiği bu nedenle, saldı balında bulunan konsantrasyonda polifenoller, önemli miktarlarda H₂O₂'nin oluşumunda rol oynayabildiği belirtilmiştir (Brudzynski ve ark., 2011; Bucekova ve ark., 2014; Alvarez-Suarez ve ark., 2013; Akagawa ve ark., 2003; Long ve ark., 2010).

Balların antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini belirlemek için yapılan bazı çalışmalara bakıldığında saldı balların yüksek antioksidan ve antimikrobiyal özellik gösterdiği görülmektedir. Bu çalışmada, Çanakkale il sınırı içerisinde Kazdağları bölgesinden temin edilen saldı ballarının antioksidan kapasite ve antimikrobiyal etki değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Ön denemelerde yapılan elektriksel iletkenlik ve polen analizleri sonucunda, 25 adet saldı balı örneği araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Bal örnekleri; Çanakkale il sınırları içerisinde Kazdağları bölgesinde bulunan Ayvacık, Bayramiç, Çan ve Yenice olmak üzere 4 ilçeyi kapsamaktadır. Saldı bal örnekleri, 2018 yılı Mayıs ve Kasım ayı olmak üzere 2 dönemde temin edilmiş ve analizler süresince +20°C'de depolanmıştır.

Antioksidan Kapasite (%DPPH Radikal Süpürme Etki) Analizi

Bal örneklerinde DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) antioksidan kapasitesi, Brand-Williams metoduna (Brand-Williams ve ark., 1995) göre belirlenmiştir. DPPH antioksidan analizi, örneklerin “stabil” serbest radikal olan DPPH radikaline hidrojen verme yeteneğini ölçmektedir. Antioksidan moleküller, DPPH serbest radikallerine bağlanmakta, bu da DPPH'nin renksiz/ağartılmış bir ürüne dönüşmesinden dolayı DPPH'nin renk bozulmasına neden olmaktadır. Ayrıca, emilim ne kadar hızlı bir şekilde azalır, numunelerin antioksidan etkinliği o derece güçlü olmaktadır. Bu işlem, antioksidan aktivitesi ile ilgili olan DPPH reaktifinin niceliksel bir renk bozulması ile sonuçlanmaktadır. Antioksidanın varlığında DPPH'nin mor olan rengi değişmekte ve bu değişim spektrofotometrik olarak belirlenerek antioksidan kapasite radikal süpürme etkisi olarak tespit edilmektedir (Estevinho ve ark., 2008; Dzigan ve ark., 2018; Ruiz-Navajas ve ark., 2011).

Metanol içerisinde $6,5 \times 10^{-5} M$ DPPH ve 2 g/25 mL metanol bal çözeltisi ayrı ayrı günlük olarak hazırlanmıştır. Bal çözeltisinden 50 µL alınarak üzerine 2 mL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Homojen karışım sağlandıktan sonra 16 dakika beklenmiş ve spektrofotometrede (Shimadzu, UV 1800, Japonya) 515 nm'de kör denemeye karşı absorbans değerleri okunmuştur. Salgı balların antioksidan kapasite Eşitlik 1'de gösterilen denklem ile hesaplanmış ve sonuç %DPPH antioksidan kapasite (radikal süpürme etkisi) olarak belirlenmiştir.

$$I = [(A_B - A_A) \div A_B \times 100] \quad (1)$$

- I = %DPPH antioksidan kapasite,
 A_B = Kör deneme ortalama absorbans değeri,
 A_A = Bal çözeltisinin ortalama absorbans değeri.

Antimikrobiyal Etkinin Belirlenmesi

Bal örneklerinin antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi için 2 adet gram pozitif bakteri (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* ATCC 6633), 2 adet gram negatif bakteri (*Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, *Escherichia coli* ATCC 1301) ve 2 adet maya (*Candida albicans* ATCC 10231, *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763) suşları ile çalışılmıştır (Isidorov ve ark., 2018; Kačaniová ve ark., 2011; Kolaylı ve ark., 2008; Estevinho ve ark., 2008). Mikroorganizmalar Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarından temin edilerek, analizler bu laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Bakteri kültürleri 37°C de 24 saat Tryptic Soy Broth besiyerinde, Maya kültürleri ise 30°C de 48 saat Sabouraud Dextrose Broth besiyerinde inkübe edildikten sonra 0,5 McFarland (1×10^8 kob/mL) bulanıklığına ayarlanmıştır. Ayarlanan kültürlerden 0,1 mL alınarak Muller Hinton Agar (MHA) besiyerine aktarılmış ve steril drigalski özesi ile yayılmıştır. 6 mm çapında kesilen kâğıt diskler MHA besiyeri üzerine eşit şekilde yerleştirilmiştir. Disk üzerine, 1:1 oranında saf su ile hazırlanan bal çözeltisinden 10 µL aktarılmıştır. Bakteriler 24 saat 37°C'de, mayalar 48 saat 30°C'de inkübe edildikten sonra oluşan zonlar ölçülerek balların antimikrobiyal etkileri belirlenmiştir (Torres ve ark., 2004). Antimikrobiyal etki sonuçları zon çapı; 5-6

mm etki yok, 7-9 mm çok düşük etki, 9-11 mm düşük etki, 12-14 mm ortalama etki ve 15 mm'den yüksek zon çapı yüksek etki gösterdiği şeklinde değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Kazdağları bölgesi salgı ballarının %DPPH antioksidan kapasite ve antimikrobiyal etki analizleri sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Tukey Çoklu Karşılaştırma testi kullanılmıştır. İstatistik analizlerin yapılmasında, SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Statistics17 ve Minitab 18 istatistik paket programlarından yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Kazdağları bölgesinden temin edilen toplam 25 adet salgı ballarında antioksidan kapasite (%DPPH radikal süpürme etkisi) ve antimikrobiyal etkisi analizleri gerçekleştirilmiş ve istatistiksel olarak incelenmiştir. Salgı ballarının antioksidan kapasite analizi sonuçları bölgesel istatistiksel değerlendirmeleriyle birlikte Çizelge 1'de gösterilmektedir.

Salgı ballarının antioksidan kapasite değerleri %41,50±1,75- %78,98±0,41 arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Balların ortalama antioksidan kapasite değerleri; Ayvacık bölgesi için 64,01±11,94, Bayramiç bölgesi için 64,27±9,22, Çan bölgesi için 70,86±2,27 ve Yenice bölgesi için 63,65±18,43 olarak saptanmış ve balların antioksidan kapasite değerleri arasındaki farklılığının bölgesel olarak istatistiksel anlamda önemsiz (P=0,73), bölgelerin kendi içerisinde ise farklılığının istatistiksel anlamda önemli olduğu (Ayvacık, Bayramiç, ve Yenice için P=0,00 ve Çan için P=0,007) belirlenmiştir.

Romanya salgı ballarının %DPPH antioksidan kapasite değerinin %47,84-%62,99 arasında değiştiği belirlenirken (Otilia ve ark., 2008), Türkiye'de ortalama %DPPH antioksidan kapasite değerlerinin; Çam balı için %65,52±0,88, koca yemiş (dağ çileği) balı için %54,25±0,71 ve ormangülü balı için %48,95±0,62 olduğu belirlenmiştir (Gül ve Pehlivan, 2018). Ballarda süzme işleminin %DPPH antioksidan kapasite üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; süzülmemiş multifloral ballar %63,5, süzülmemiş multifloral ballar %61,1 değerinde iken süzülmemiş salgı balları %79,1 ve süzülmemiş salgı balları ise %74,5 antioksidan kapasite değerinde tespit edilmiştir (Wilczynska, 2014). Yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde ortalama %DPPH antioksidan kapasite; nektar balında %34,80±26,02 ve salgı balında %60,80±24,91 (Martín ve ark., 2008), nektar-salgı balında %59,72±15,19, iğne yapraklı ağaçların salgı ballarında %66,82±11,21 ve geniş yapraklı ağaçların salgı ballarında %61,07±7,87 (Dzigan ve ark., 2018), salgı balı, ıhlamur ve akasya ballarında sırasıyla %86,91, %62,37 ve %23,96 (Kowalski, 2013) değerlerinde belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada bulunan Kazdağları bölgesi salgı ballarının ortalama %DPPH antioksidan kapasite değerlerinin genel olarak ortalama değerlerde olduğu ve bazı salgı bal örneklerinin yüksek antioksidan kapasite değeri gösterdiği tespit edilmiştir.

Kazdağları bölgesinden toplanan salgı ballarının antimikrobiyal etki değerleri bölgesel istatistiksel değerlendirmeleriyle birlikte Çizelge 2'de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Kazdağları bölgesi salgı ballarının %DPPH antioksidan kapasite değerleri

Table 1. DPPH% antioxidant capacity values for honeydew honey of Ida Mountains region

Bölge	Örnek Kodu	Örnek Ortalaması ($\bar{x} \pm S_x$)	Bölge Ortalaması $\bar{x} \pm S_x$
Ayvacık	AK17	60,08±1,87 ^{c*}	64,01±11,94 ^{a**}
	AKAB	49,14±2,32 ^d	
	ADÇ17	78,69±0,30 ^a	
	AMP18	70,76±0,79 ^b	
Bayramiç	BT14	65,64±1,50 ^{de}	64,27±9,22 ^a
	BTKM	74,83±2,62 ^{ab}	
	BTK15	61,22±1,71 ^{ef}	
	BTBK16	59,09±0,74 ^{fg}	
	TGK17	52,77±1,73 ^h	
	BKÇM	65,32±0,48 ^{de}	
	BK17	46,03±0,53 ⁱ	
	BEK	54,90±0,18 ^{gh}	
	BÜMK	67,55±0,92 ^{cd}	
	BÜM17	78,27±0,36 ^a	
	BEKK18	67,30±0,14 ^{cd}	
	BKAB	70,60±1,33 ^{bc}	
BTUK18	72,07±0,08 ^{bc}		
Çan	ÇKİ18	70,68±0,80 ^b	70,86±2,27 ^a
	ÇKMİS	73,68±0,74 ^a	
	ÇÇKZ	68,13±0,26 ^b	
	ÇÇPK18	70,95±0,84 ^{ab}	
Yenice	YM16	55,42±0,51 ^b	63,65±18,43 ^a
	YKÇ17	41,50±1,75 ^c	
	YMB	78,98±0,41 ^a	
	YÇM	78,69±0,30 ^a	

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($P<0,05$); **: Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemsizdir ($P>0,05$)

Çizelge 2. Kazdağları bölgesi salgı ballarının antimikrobiyal etki değerleri

Table 2. Antimicrobial effect values for honeydew honey of Ida Mountains region

Örnek Kodu	Mikroorganizmalar			
	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	<i>Salmonella Typhimurium</i> ATCC 14028	<i>Escherichia coli</i> ATCC 1301	
Antimikrobiyal Etki Zon Çapı ($\bar{x} \pm S_x$, mm)				
Ayvacık	AK17	8,38±1,94 ^{a*}	<6	8,00±1,06 ^{abc**}
	AKAB	7,50±0,71 ^a	<6	7,75±0,00 ^{abc}
	ADÇ17	7,63±0,18 ^a	<6	7,38±0,18 ^{bc}
	AMP18	7,50±0,00 ^a	<6	<6
Bayramiç	BT14	8,50±0,00 ^a	<6	7,88±0,88 ^{abc}
	BTKM	7,25±0,00 ^a	<6	8,38±0,53 ^{ab}
	BTK15	9,00±0,00 ^a	<6	<6
	BTBK16	<6	<6	<6
	TGK17	10,75±1,41 ^a	<6	9,00±0,00 ^a
	BKÇM	7,25±0,00 ^a	<6	7,75±0,00 ^{abc}
	BK17	8,00±1,41 ^a	<6	<6
	BEK	10,15±4,03 ^a	<6	8,00±0,00 ^{abc}
	BÜMK	11,00±2,47 ^a	7,30±0,00 ^c	7,00±0,35 ^c
	BÜM17	10,25±3,54 ^a	<6	7,30±0,00 ^{bc}
	BEKK18	10,25±1,77 ^a	<6	7,25±0,00 ^{bc}
	BKAB	11,00±0,71 ^a	<6	<6
BTUK18	9,00±1,06 ^a	<6	<6	
Çan	ÇKİ18	7,00±0,00 ^a	7,30±0,00 ^a	<6
	ÇKMİS	10,13±1,59 ^a	<6	8,00±0,00 ^{abc}
	ÇÇKZ	7,25±0,35 ^a	<6	7,25±0,00 ^{bc}
	ÇÇPK18	7,80±1,13 ^a	<6	<6
Yenice	YM16	8,63±0,88 ^a	<6	7,30±0,00 ^{bc}
	YKÇ17	8,05±0,78 ^a	<6	7,50±0,00 ^{bc}
	YMB	10,80±0,28 ^a	<6	7,15±0,21 ^b
	YÇM	9,30±1,84 ^a	8,25±0,00 ^b	7,50±0,00 ^{bc}

*: Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemsizdir ($P>0,05$); **: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($P<0,05$)

Kazdağları bölgesi salgı ballarının antimikrobiyal etki analizi sonucunda; Ayvacık bölgesi salgı ballarının *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Escherichia coli* ATCC 1301 üzerine, Bayramiç bölgesi salgı ballarının 12 adedi *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 üzerine, 7 adedi *Escherichia coli* ATCC 1301 üzerine ve BÜMK kodlu bal örneğinin *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028 üzerine, Çan bölgesi salgı ballarının *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 üzerine ve 2 adet bal örneğinin ise *Escherichia coli* ATCC 1301 üzerine ve Yenice bölgesi salgı ballarının ise *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Escherichia coli* ATCC 1301 üzerine ve YÇM kodlu bal örneğinin ise *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028 üzerine inhibe edici etkisinin olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan tüm salgı ballarının *Bacillus cereus* ATCC 6633, *Candida albicans* ATCC 10231, *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763 mikroorganizmaları üzerine antimikrobiyal etkileri tespit edilememiştir. Salgı ballarının antimikrobiyal etki sonuçları istatistiksel anlamda incelendiğinde; tüm bal örnekleri antimikrobiyal etki gösteremediğinden bölgesel olarak bir farklılık söz konusu değil iken bölgelerin kendi içerisindeki bal örnekleri benzer sonuçlar sergilediğinden örnekler arasındaki farklılığının önemsiz olduğu gözlemlenmiştir.

Farklı coğrafi bölgelerdeki ballarda yapılan antimikrobiyal analiz sonucunda balların; *Bacillus cereus*, *Alcaligenes faecalis*, *Geotrichum candidum*, *Aspergillus niger*, *Bacillus stearothermophilus*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus acidophilus*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas fluorescens*, *Penicillium expansum*, *Salmonella enterica* ve *Staphylococcus aureus* mikroorganizmaları üzerinde antimikrobiyal etki gösterdikleri ve en çok etkilenen mikroorganizmanın *Bacillus stearothermophilus*, en az etkilenen mikroorganizmanın ise *Staphylococcus aureus* olduğu tespit edilmiştir (Mundo ve ark., 2004).

Balların çeşitli mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkileri incelenmiş ve balların *Bacillus cereus*'un gelişmesini tamamen durdurduğu diğer bakterilerin gelişimini ise büyük oranda azalttığı (Taormina ve ark., 2001), maya üzerine etkisinin olmadığı ve bakteriler üzerine oluşan inhibisyon zonlarının bal miktarının arttıkça genişlediği tespit edilmiştir (Hazır ve Keskin, 2003).

Türkiye ballarının antimikrobiyal etkisini belirlemek için yapılan bir çalışmada; bal örneklerinin *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Yersinia pseudo tuberculosis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Helicobacter pylori*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Candida albicans* ve *Candida tropicalis* mikroorganizmaları üzerine antimikrobiyal etkisi incelenmiş ve sonuç olarak bütün bal örnekleri özellikle *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus aureus* ve *Klebsiella pneumonia* mikroorganizmalarına karşı orta düzeyde antimikrobiyal etki gösterdiği ve *Candida albicans* ve *Candida tropicalis* mikroorganizmalarına karşı hiçbir antimikrobiyal etki göstermediği tespit edilmiştir (Kolaylı ve ark., 2008). Salgı ballarının antibiyotik dirençli hayvan patojenlerine karşı in vitro antibakteriyel etki değerlendirilmiş ve *Staphylococcus aureus* suşları için antibakteriyel etki tespit edilmiştir (Otilia ve ark., 2008).

Mundo ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada en

az etkilenen mikroorganizmanın *Staphylococcus aureus* olduğu ve Taormina ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada ise en çok etkilenen mikroorganizmanın *Bacillus cereus* olduğu ifade edilmektedir. Salgı ballarının antimikrobiyal etkisinin incelendiği bu çalışma da ise; bal örneklerinin *Staphylococcus aureus* üzerine etki gösterdiği ancak *Bacillus cereus* üzerine etki göstermediği belirlenmiştir. Bu çalışmalar ile farklı sonuç elde etmenin nedeni olarak; çalışma materyali olarak kullanılan balların orijin ve bileşenlerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kolaylı ve ark. (2008) ve Otilia ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmalar incelendiğinde ise söz konusu bu çalışmamız ile benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Genel olarak bakıldığında salgı ballarının, *Bacillus stearothermophilus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* ve *Klebsiella pneumonia*, *Helicobacter pylori*, *Klebsiella pneumonia* mikroorganizmaları üzerine antimikrobiyal etkisi olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada Kazdağları bölgesi salgı ballarının *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella Typhimurium* bakterileri üzerine çok düşük ve düşük düzeyde antimikrobiyal etki gösterdiği, ancak *Candida albicans* ve *Saccharomyces cerevisiae* maya suşlarına ve *Bacillus cereus* bakterisine karşı herhangi bir etki göstermediği belirlenmiştir.

Sonuç

Kazdağları bölgesi salgı ballarının %DPPH radikal süpürme etkisinin yanı sıra toplam fenolik madde analizi ve diğer antioksidan kapasite belirlemeye yönelik çalışmaların yapılması gerektiği ve antimikrobiyal etki analizinde; katalaz ve protein değerleri belirlenerek mikroorganizmaların inhibe edilme mekanizmalarının belirlenmesi gerektiği öngörülmektedir. Ayrıca, Kazdağları salgı ballarının diğer kimyasal özelliklerinin de belirlenerek, bölge ballarının ulusal ve uluslararası boyutta tanınabilirliğinin artırılacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen Yüksek Lisans Tez çalışmasının (Proje No: FYL-2018-2557) ve Bağımsız Araştırma Projesi'nin (Proje No: FBA-2018-2563) bir kısmını oluşturmaktadır. Antimikrobiyal etki analizlerine katkılarından dolayı Doç. Dr. Nükhet Nilüfer Zorba'ya teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akagawa M, Shigemitsu T, Suyama K. 2003. Production of Hydrogen Peroxide by Polyphenols and Polyphenol-Rich Beverages under Quasi-Physiological Conditions. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 67: 2632–2640. doi.org/10.1271/Bbb.67.2632
- Alvarez-Suarez JM, Giampieri F, Battino M. 2013. Honey as a Source of Dietary Antioxidants: Structures, Bioavailability and Evidence of Protective Effects Against Human Chronic Diseases. *Curr. Med. Chem.*, 20: 621–638. doi.org/10.2174/092986713804999358

- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Bal Tebliği. Tebliğ No: 2012/58. Resmi Gazete 27.07.2012/28366. Ankara.
- Badolato M, Carullo G, Cione E, Aiello F, Caroleo, MC. 2017. From The Hive: Honey, a Novel Weapon against Cancer. *Eur. J. Med. Chem.*, 142: 290-299. doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.07.064
- Bentabol-Manzanares A, Hernández García Z, Rodríguez Galdón B, Rodríguez Rodríguez E, Díaz-Romero C. 2011. Differentiation of Blossom and Honeydew Honeys Using Multivariate Analysis on the Physicochemical Parameters and Sugar Composition. *Food Chem.*, 126: 664-672. doi.org/10.1016/J.Foodchem.2010.11.003
- Bogdanov S, Jurendic T, Sieber R, Gallmann P. 2008. Honey for Nutrition and Health: a Review. *J. Am. Coll. Nutr.*, 27: 677-689. doi.org/10.1080/07315724.2008.10719745
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset CLWT. 1995. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1): 25-30. doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5
- Brudzynski K, Abubaker A, St-Martin L, Castle A. 2011. Re-Examining The Role of Hydrogen Peroxide in Bacteriostatic and Bactericidal Activities of Honey. *Front. Microbiol.*, 2: 1–9. doi.org/10.3389/fmicb.2011.00213
- Bucekova M, Valachova I, Kohutova L, Prochazka E, Klaudiny J, Majtan J. 2014. Honeybee Glucose Oxidase-Its Expression in Honeybee Workers and Comparative Analyses of Its Content and H₂O₂-Mediated Antibacterial Activity in Natural Honeys. *Naturwissenschaften.*, 101: 661–670. doi.org/10.1007/S00114-014-1205-Z
- Çakıcı N, Yassihüyük N. 2013. Balın Antioksidan Aktivitesi ve Antibakteriyel Özelliği. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 9: 12-13.
- Dżugan M, Tomczyk M, Sowa P, Grabek-Lejko D. 2018. Antioxidant Activity as Biomarker of Honey Variety. *Molecules.*, 23(8). doi.org/10.3390/Molecules23082069
- Elbanna K, Attalla K, Elbadry M, Abdeltawab A, Gamal-Eldin H, Ramadan MF. 2014. Impact of Floral Sources and Processing on the Antimicrobial Activities of Different Unifloral Honeys. *Asian Pac. J. of Trop. Dis.*, 4(3): 194-200. doi.org/10.1016/S2222-1808(14)60504-1
- Escuredo O, Fernández-González M, Seijo-Coello MC. 2012. Differentiation of Blossom Honey and Honeydew Honey from Northwest Spain. *Agriculture*, 2(1): 25-37. doi.org/10.3390/Agriculture2010025
- Estevinho L, Pereira AP, Moreira L, Dias LG, Pereira E. 2008. Antioxidant and Antimicrobial Effects Of Phenolic Compounds Extracts Of Northeast Portugal Honey. *Food Chem. Toxicol.*, 46(12): 3774-3799. doi.org/10.1016/j.fct.2008.09.062
- Frankel S, Robinson GE, Berenbaum MR. 1998. Antioxidant Capacity and Correlated Characteristics Of 14 Unifloral Honeys. *Journal Of Apicultural Research*, 37 (1): 27–31. doi.org/10.1080/00218839.1998.11100951
- Grego E, Robino P, Tramuta C, Giusto G, Boi M, Colombo R, Serra G, Chiadò-Cutin S, Gandini M, Nebbia P. 2016. Evaluation Of Antimicrobial Activity of Italian Honey For Wound Healing Application In Veterinary Medicine. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.*, 158: 521–527. doi.org/10.17236/Sat00075
- Gül A, Pehlivan T. 2018. Antioxidant Activities of Some Monofloral Honey Types Produced Across Turkey. *Saudi J. Biol. Sci.*, 25(6): 1056-1065. doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.02.011
- Halliwel B. 2000. The Antioxidant Paradox. *Lancet.*, 355(9210): 1179-80. doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02075-4
- Halliwel B. 2003. Oxidative Stress in Cell Culture: An Under-Appreciated Problem. *FEBS Letters.*, 540(3): 3-6. doi.org/10.1016/S0014-5793(03)00235-7
- Haroun MI. 2006. Türkiye’de Üretilen Bazı Çiçek ve Salgı Ballarının Fenolik Asit ve Flavonoid Profilinin Belirlenmesi. *Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 110s.
- Hatjina F, Bouga M. 2009. Portrait of Marchalina Hellenica Gennadius (Hemiptera: Margarodidae), The Main Producing Insect of Pine Honeydewbiology, Genetic Variability and Honey Production. *Uludağ Bee Journal.*, 9 (4): 162-167.
- Hazır S, Keskin N. 2003. Investigation of Antimicrobial Effect of Honey and The Role of Osmolarity. *Anadolu University Journal of Science And Technology*, 4: 85–88.
- Isidorov W, Witkowski S, Iwaniuk P, Zambrzycka M, Swiecicka I. 2018. Royal Jelly Aliphatic Acids Contribute to Antimicrobial Activity of Honey. *J. Apic. Sci.*, 62(1): 111-123. doi.org/10.2478/jas-2018-0012
- Kačaniová M, Vukovic N, Bobková A, Fikselová M, Rovná K, Haščík P, Čuboň J, Hleba L, Bobko M. 2011. Antimicrobial and Antiradical Activity of Slovakian Honeydew Honey Samples. *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences*, 1(3): 354-368.
- Koç T, Arslan E. 2011. Kazdağı ve Yakın Çevresinde Orman Örtüsünün Dağılışı (Yatay / Dikey) Özellikleri. *Uluslararası Kazdağları Ve Edremit Sempozyumu*.
- Kolaylı S, Aliyazıcıoğlu R, Ulusoy E, Karaoğlu Ş. 2008. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Selected Turkish Honeys. *Hacettepe J. Biol. & Chem.*, 36 (2): 163-172.
- Kolaylı S, Can Z, Çakır HE, Okan OT, Yıldız O. 2018. An Investigation on Trakya Region Oak (Quercus spp.) Honeys of Turkey: Their Physico-Chemical, Antioxidant and Phenolic Compounds Properties. *Turk J. Biochem.*, 43 (4): 362-374. doi.org/10.1515/tjb-2017-0174
- Kowalski S. 2013. Changes of Antioxidant Activity and Formation of 5- Hydroxymethylfurfural in Honey During Thermal and Microwave Processing. *Food Chem.*, 141(2): 1378–1382. doi.org/10.1016/J.Foodchem.2013.04.025
- Kus P M, Jerkovic I, Marijanovic Z, Tuberoso CIG. 2017. Screening of Polish Fr Honeydew Honey Using GC/MS, HPLC-DAD, And Physical-Chemical Parameters Benzene Derivatives and Terpenes as Chemical Markers. *Chem. Biodivers.*, 14(9): E1700179. doi.org/10.1002/Cbdv.201700179
- Long LH, Hoi A, Halliwell B. 2010. Instability of, and Generation of Hydrogen Peroxide by, Phenolic Compounds in Cell Culture Media. *Arch. Biochem. Biophys.*, 501(1): 162–169. doi.org/10.1016/J.Abb.2010.06.012
- Majtan J, Majtanova L, Bohova J, Majtan, V. 2011. Honeydew Honey as a Potent Antibacterial Agent in Eradication of Multi-Drug Resistant *Stenotrophomonas Maltophilia* Isolates From Cancer Patients. *Phyto Ther. Res.*, 25(4): 584–587., doi.org/10.1002/Ptr.3304
- Martín RAP, Hortigüela LV, Lozano PL, Cortina MDR, Carretero CL. 2008. In Vitro Antioxidant and Antimicrobial Activities of Spanish Honeys. *International Journal of Food Properties.*, 11(4): 727-737. doi.org/10.1080/10942910701586257
- Martinotti S, Calabrese G, Ranzato E. 2017. Honeydew Honey: Biological Effects on Skin Cells. *Mol. Cell. Biochem.*, 435(1-2): 185–192. doi.org/10.1007/S11010-017-3067-0
- Miliauskas G, Venskutonis PR, Van Beek TA. 2004. Screening of Radical Scavenging Activity of Some Medicinal and Aromatic Plant Extracts. *Food Chemistry*, 85(2): 231-237. doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.05.007
- Mundo MA, Padilla-Zakour OI, Worobo RW 2004. Growth Inhibition of Foodborne Pathogens and Food Spoilage Organisms by Select Raw Honeys. *International Journal of Food Microbiology.*, 97(1): 1–8. doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.025
- Nicholls J, Miraglio AM. 2003. Honey and Healthy Diets. *Cereal Foods World.*, 48(3): 116-119.
- Otilia B, Marghitas L, Krisztina R, Mihaela N, Dezmiorean D. 2008. Honeydew Honey: Correlations Between Chemical Composition, Antioxidant Capacity and Antibacterial Effect. *Lucrări Științifice Zootehnic Și Biotehnoi.*, 41: 1-9.

- Rodriguez-Flores MS, Escuredo O, Seijo MC. 2015. Assessment of Physicochemical and Antioxidant Characteristics of Quercus Pyrenaica Honeydew Honeys. Food Chem., 166: 101–106. doi.org/10.1016/J.Foodchem.2014.06.005
- Ruiz-Navajas Y, Viuda-Martos M, Fernandez-Lopez J, Zaldivar-Cruz JM, Kuri V, Perez-Alvarez, JA. 2011. Antioxidant Activity of Artisanal Honey from Tabasco, Mexico. International J. of Food Properties., 14(2): 459-470. doi.org/10.1080/10942910903249480
- Salonen A, Virjamo V, Tammela P, Fauch L, Julkunen-Tiitto R. 2017. Screening Bioactivity and Bioactive Constituents of Nordic Uniforal Honeys. Food Chem., 237: 214–224. doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.085
- Sawyer R. 1988. Honey Identification. Cardiff Academic Press U.K., 115s
- Snow MJ, Manley-Harris M. 2004. On The Nature of Non Peroxide Antibacterial Activity in New Zealand Manuka Honey. Food Chemistry., 84(1): 145–147. doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00258-9
- Sojka M., Valachova I, Bucekova M, Majtan J. 2016. Antibiofilm Efficacy of Honey and Bee-Derived Defensin-1 On Multispecies Wound Biofilm. J. Med. Microbiol., 65(4): 337–344. doi.org/10.1099/jmm.0.000227
- Taormina PJ, Niemira BA, Beuchat LR. 2001. Inhibitory Activity of Honey Against Foodborne Pathogens as Influenced by The Presence of Hydrogen Peroxide Level of Antioxidant Power. International Journal Of Food Microbiology., 69(3): 217-225. doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00505-0
- Torres A, Garedeu A, Schmolz E, Lamprecht I. 2004. Calorimetric Investigation of the Antimicrobial Action and Insight Into the Chemical Properties of ‘Angelita’ Honey-A Product of the Stingless Bee Tetragonisca Angustula from Colombia. Thermochemica Acta., 415(1-2): 107-113. doi.org/10.1016/j.tca.2003.06.005
- Vlcekova P, Krutakova B, Takac P, Kozanek M, Salus J, Majtan J. 2012. Alternative Treatment of Gluteofemoral Fstulas Using Honey: a Case Report. Int. Wound J., 9(1): 100–103. doi.org/10.1111/j.1742-481X.2011.00844.x
- Wilczynska A. 2014. Effect of Filtration on Colour, Antioxidant Activity and Total Phenolics of Honey. LWT- Food Science And Technology., 57(2): 767–774., doi.org/10.1016/j.lwt.2014.01.034
- Yaylacı F, Kolaylı S, Kuçuk M, Karaoğlu SA, Ulusoy E. 2007. Biological Activities of Trunk Bark Extracts of Five Tree Species From Anatolia, Turkey. Asian J. Chem., 19(3): 2241-2256.
- Zander E, Koch A. 1994. Der Honig, Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart, 201s