



<http://dergipark.org.tr/tr/pub/anatolianbryology>

DOI: 10.26672.anatolianbryology.809057

Anatolian Bryology
Anadolu Briyoloji Dergisi
Research Article
e-ISSN:2458-8474 Online



Bazı Karayosunu ve Ciğerotu Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi

Atakan BENEK^{1*}, Merve ŞENTURAN¹, Özcan ŞİMŞEK², Kerem CANLI³, Ergin Murat ALTUNER⁴

¹ Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Kastamonu, TÜRKİYE

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yenice Meslek Yüksek Okulu, Çanakkale, TÜRKİYE

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İzmir, TÜRKİYE

⁴ Kastamonu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölüm, Kastamonu, TÜRKİYE

Received: 12 October 2020

Revised: 12 December 2020

Accepted: 18 December 2020

Öz

Dünya üzerinde bulunan bitkilerin çoğunun hem yaraların iyileşme sürecini hızlandırmada hem de yaralanmaya bağlı enfeksiyonların tedavisinde etkili maddelere sahip oldukları bilinmektedir. Bilim insanları tarafından yapılan daha önceki çalışmalar, karayosunlarının ve ciğerotlarının da çeşitli bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyal ve antifungal aktiviteye sahip olduklarını göstermiştir. Bu çalışmada *Philonotis seriata* Mitt, *Porella arboris-vitae* (With.) Grolle, *Porella platyphylla* (L.) Pfeiff, *Syntrichia calcicola* J.J.Amann türlerinin etil alkol ekstraktlarının 8 gram pozitif, 9 gram negatif bakteri ve 1 maya olan toplam 18 suş üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda tüm karayosunu ve ciğerotu örneklerinin birkaç suşa karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu ve özellikle gram pozitif olan *Staphylococcus aureus* ve gram negatif olan *Klebsiella pneumoniae* üzerinde belirgin bir antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Philonotis seriata*, *Porella arboris-vitae*, *Porella platyphylla*, *Syntrichia calcicola*, Disk difüzyon

Determination of the Antimicrobial Activity of Some Moss and Liverwort Species

Abstract

Most of the plants in the world are known to have effective substances both in accelerating the healing process of wounds and in the treatment of infections due to injury. Previous studies by scientists have shown that mosses and liverworts also have antimicrobial activity against various bacteria and fungi. In this study, the antimicrobial activities of ethyl alcohol extracts of *Philonotis seriata* Mitt, *Porella arboris-vitae* (With) Grolle, *Porella platyphylla* (L.) Pfeiff, *Syntrichia calcicola* J.J.Amann species were analyzed on a total of 18 strains, 8 gram positive, 9 gram negative bacteria and 1 yeast. As a result of the analysis, it was determined that all moss and liverwort samples have antimicrobial activity against a few strains and they have significant antimicrobial effects especially on gram-positive *Staphylococcus aureus* and gram-negative *Klebsiella pneumoniae*.

Keywords: *Philonotis seriata*, *Porella arboris-vitae*, *Porella platyphylla*, *Syntrichia calcicola*, Disk diffusion

* Corresponding author: atakan.benek@hotmail.com

© 2021 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır.

To cite this article: Benek A. Şenturan M. Şimşek Ö. Canlı K. Altuner E.M. 2021. Bazı Karayosunu ve Ciğerotu Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi. *Anatolian Bryology*. 7:1, 1-7.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

1. Giriş

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), yirmi birinci yüzyıl için bakterilerin antimikrobiyal dirençlerinin artmasını halk sağlığına büyük bir tehdit olarak öngörmüştür (WHO, 2014). Antibiyotiklere karşı dirence sahip bakterilerden kaynaklanan enfeksiyonların yayılmasını önlemek ve bilinmeyen yeni antimikrobiyal ajanları tespit etmek için bilim insanları yoğun araştırmalar yürütmektedir. Bakterilerin antibiyotik dirençleri ile mücadele etmenin bir yolu, şu an bilinmekte olan antimikrobiyal maddelerden bağımsız yeni bileşiklerden faydalanmaktır (Canlı ve ark., 2019). Dünya geneline bakıldığında enfeksiyon sebepli ölümlerin artmaya devam etmesi gerekli olan çalışmaların vakit kaybetmeden yapılması gerektiğini göstermektedir (Yetgin ve ark., 2017).

Son senelerde tıp ve teknolojiadaki gelişmelere rağmen doğal kaynakların tükenmeye başlaması ve ülkelerin içinde oldukları ekonomik zorluklar, doğadan elde edilen ürünlerin tıbbi amaçlı kullanılmalarını zorunlu hale getirmiştir (Dülger ve ark., 1999). Bitkiler alemi içerisinde bulunan Briyofitler, içinde yaklaşık 14,500 farklı tür bulunduran büyük bir bitki grubudur (Veljic ve ark., 2008). Briyofitler grubunda bulunan karayosunları, tarih boyunca yaraları tedavi etme ve yaralarda

oluşabilecek enfeksiyonların riskinin azaltılmasında kullanılmıştır (Altuner ve ark., 2010).

Karayosunları ve ciğerotlarının hastalıkların ve yaraların tedavisinde çok uzun yıllardan beri kullanılması türlerinin antimikrobiyal aktivite analizlerinin yapılmasını, etkili maddelerinin tespit edilip saflaştırmasını ve potansiyel ilaç olarak kullanılmasını önemli hale getirmektedir (Canlı ve ark., 2015). Son dönemde karayosunları ve ciğerotlarının antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla ülkemizde birçok çalışma yapılmıştır (Dülger ve ark., 2009; Savaroğlu ve ark., 2011; Sevim ve ark., 2017). Bu çalışmada, *Philonotis seriata*, *Porella arboris-vitae*, *Porella platyphylla* ve *Syntrichia calcicola* türlerinin etanol ekstraktlarının 18 suşa karşı antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir.

2. Materyal Metot

2.1 Karayosunu ve ciğerotları örnekleri

Bu çalışmada kullanılan karayosunu ve ciğerotları örnekleri Doçent Doktor Kerem Canlı tarafından Bergama Kozak Yaylası'ndan toplanmış ve tür teşhisleri yapılmıştır. Şahit örnekler Dokuz Eylül Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nde saklanmaktadır.

Tablo 1. Bu çalışmada kullanılan briyofitlerin lokasyonları

	Karayosunu Türleri	Lokasyon	Rakım	Koordinat
1	<i>Philonotis seriata</i>	Kozak Yaylası, Bergama, İzmir	481	39°15'36.6"N 27°05'20.0"E
2	<i>Porella arboris-vitae</i>	Kozak Yaylası, Bergama, İzmir	468	39°15'18.4"N 27°04'36.8"E
3	<i>Porella platyphylla</i>	Kozak Yaylası, Bergama, İzmir	541	39°15'43.1"N 26°59'41.2"E
4	<i>Syntrichia calcicole</i>	Kozak Yaylası, Bergama, İzmir	395	39°15'40.6"N 26°56'36.0"E

2.2 Ekstraksiyon yöntemi

Karayosunu ve ciğerotları doğadan alınıp kurutulduktan sonra 100 gram örnek toz haline gelene kadar öğütülmüştür. Öğütme işlemi sonrası toz haline gelmiş olan örnekler 200 mL saf etil alkol (Sigma-Aldrich) içinde 2 gün boyunca 140 ppm'de ve oda koşullarında çalkalanmıştır. 2 gün sonra filtre kağıtları (Whatman No. 1) ile buharlaştırma şişelerine süzöldükten sonra 30°C'de bir döner buharlaştırıcı (Buchi R3) ile buharlaştırılmıştır. Buharlandırmadan sonra kalıntılar toplanmış ve ekstrakt hazırlamak için kullanılmıştır (Altuner ve ark., 2013).

2.3 Mikroorganizmalar

P. seriata, *P. arboris-vitae*, *P. platyphylla*, *S. calcicola* türlerinin antimikrobiyal etkilerini analiz etmek için 8 gram pozitif, 9 gram negatif bakteri ve 1 maya olmak üzere toplam 18 suş Nutrient Agar (BD Difco, ABD) yardımıyla zenginleştirilerek

kullanılmıştır. Kullanılan suşların 11'i standart bakteri, 6'sı standart dışı gıda izole bakteri ve 1 tanesi de standart maya suşudur. Beş tanesi standart gram pozitif bakterilerdir ve bunlar *Bacillus subtilis* DSMZ 1971, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* DSMZ 20044 türleridir. Kalan bakterilerin altı tanesi standart gram negatif bakteridir ve *Pseudomonas fluorescens* P1, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* DSMZ 50071, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Salmonella enteritidis* ATCC 13075, *Salmonella typhimurium* SL1344, türleridir. *Candida albicans* DSMZ 1386 olan 1 standart maya türü vardır. Ayrıca gıdalardan izole edilen altı standart dışı bakteri türü çalışılmıştır. Bu bakterilerden *Enterococcus faecium*, *Enterococcus durans*, *Listeria innocua*

gram pozitif, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella infantis* ve *Salmonella kentucky* gram negatiftir.

2.4 İnokulum hazırlama

Çalışmada kullanılan bakteri türleri 37 ° C'de 24 saat, tek maya türü olan *C. albicans* ise 27 ° C'de 48 saat inkübe edilmiştir (Canlı ve ark., 2016). Bakteri türlerinde yaklaşık 10^8 cfu.mL⁻¹ ve *C. albicans*'da yaklaşık 10^7 cfu.mL⁻¹ içeren inokülasyonları standart hale getirmek amacıyla tüm bakteri ile maya türleri steril % 0,9 NaCl çözeltisi içerisinde 0,5 McFarland standardına getirilmiş bakteri ve maya suşları ile çalışma gerçekleştirilmiştir (Altuner ve ark., 2014).

2.5 Antimikrobiyal aktivite testi

Karayosunu ve ciğerotlarından elde edilen etanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri Andrews (2003) tarafından belirtilen biçimde disk difüzyon testi ile belirlenmiştir. İlk olarak, Mueller Hinton Agar (BD Difco, ABD) 4,0 mm ± 0,5 mm'lik bir derinliğe ulaşmak için 90 mm steril Petri kabına dökülmüştür. *P. seriata* ekstraktı 30, 60 ve 100 µL, *P. arboris-vitae* ekstraktı 30, 60 ve 120µL, *P. platyphylla* ekstraktı 30, 60 ve 120 µL, *S. calcicola* ekstraktı 30 ve 120 µL miktarlarında 6 mm Oxoid Antimikrobiyal Duyarlılık Test Disklerine yüklenmiştir. Test sonuçlarına etki edebilecek kalan etanolün uçurulması için diskler bir gece 30° C'de steril koşullar altında kurumaya bırakılmıştır. Kuruma sonrası, steril NaCl çözeltisine inoküle edilmiş olan mikroorganizmaların petri kaplarının yüzeylerini tamamen kaplayacak biçimde ekimleri yapılmıştır (Canlı ve ark., 2015). Son aşamada ekstrakt yüklenmiş diskler mikroorganizma ekimi yapılmış yüzeylere yerleştirilerek inkübe edilmiş ve inkübasyon süresi sonrasında inhibisyon zonlarının çapları mm türünden ölçülerek kaydedilmiştir.

2.6. Kontroller

Ekstraksiyon solventi (etanol) ile steril boş diskler negatif kontrol olarak kullanılmıştır.

2.7. İstatistik

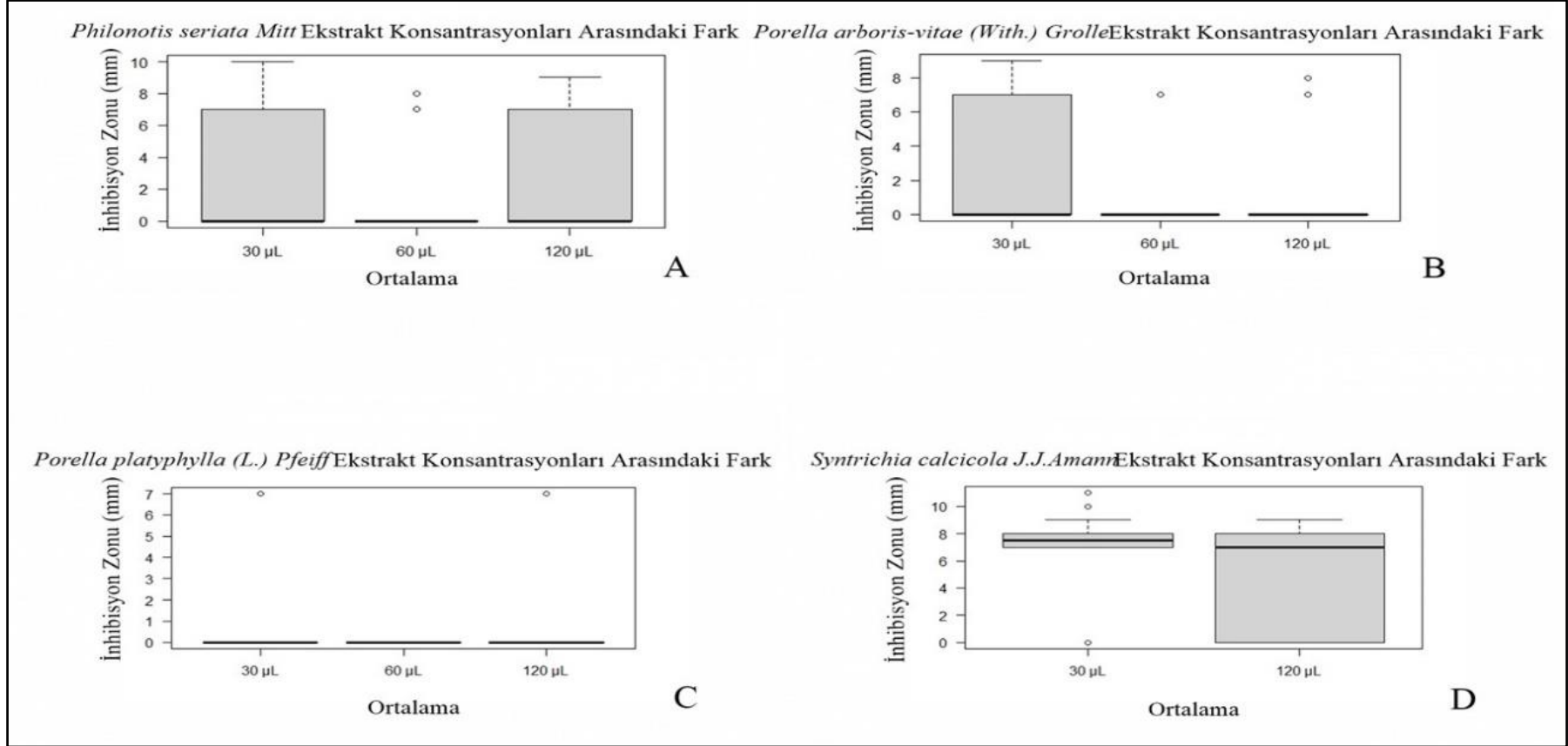
Yapılan bütün testler üç tekrarlı olacak şekilde yapılmış olup, tekrarlar arasındaki farkın istatistiksel değerlendirilmesinde R Studio v4.0.2 programı kullanılmıştır. Verilerin gruplar arasındaki dağılımı ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. p-değeri 0,05'den küçük olduğunda gruplar arasındaki fark anlamlı kabul edilmiştir (Core R Team, 2016).

3. Bulgular

P. seriata, *P. arboris-vitae*, *P. platyphylla*, *S. calcicola* türlerinin etanol ekstraktlarının 17 bakteri ile 1 maya türü üzerinde yapılan antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması sonucunda Tablo 1 de görüldüğü gibi 16 bakteri üzerinde etki saptanmıştır. *P. seriata* türü *S. epidermidis* (10 mm), *B. subtilis* (9 mm), *E. coli* (8 mm), *S. aureus* (8mm), *E. faecium* (7 mm), *K.pneumoniae* (7 mm), *P. aeruginosa* (7 mm) suşlarına karşı etki göstermiştir. *P. arboris-vitae* türü *S. aureus* (9 mm), *S. epidermidis* (9 mm), *K. pneumoniae* (7 mm), *E. faecium* (8 mm), *E. coli* (7 mm), *L. monocytogenes* (7 mm) inhibisyon zonu göstermiştir. *P. platyphylla* türü *E. durans* (7 mm), *S. aureus* (7 mm) suşlarına karşı etki göstermiştir. *S. calcicola* türü *S. aureus* (11 mm), *B. subtilis* (10 mm), *L. monocytogenes* (9 mm), *P. aeruginosa* (10 mm), *E.aerogenes* (8 mm), *E. durans* (8 mm), *E. faecalis* (8 mm), *K. pneumoniae* (7 mm), *L. innocua* (8 mm), *S. enteritidis* (8 mm), *S. infantis* (7 mm), *S. kentucky* (7 mm), *S. typhimurium* (7 mm) *E. coli* (7 mm), *S. epidermidis* (7 mm) suşlarına karşı etki göstermiştir. Çalışmada pozitif kontrol olarak *Gentamicin* antibiyotik diskleri kullanılmıştır.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, deneylerde kullanılan örnek miktarlarının antimikrobiyal aktiviteye etkileri arasındaki farkı gösteren grafik Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1. A-*Philonotis seriata* B-*Porella arboris-vitae* C-*Porella platyphylla* D-*Syntrichia calcicola* Ekstrakt Konsantrasyonları Arasındaki Farklar



Tablo 2. Sonuç Tablosu

	<i>Philonotis seriata</i>			<i>Porella arboris-vitae</i>			<i>Porella platyphylla</i>			<i>Syntrichia calcicola</i>		Gentamicin
	30	60	100	30	60	120	30	60	120	30	120	
<i>B. subtilis</i>	-	-	9,00 ± 0,00	-	-	-	-	-	-	9,00 ± 1,00	10,00 ± 0,00	30
<i>C. albicans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. aerogenes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,00 ± 0,00	8,00 ± 1,00	23
<i>E. coli</i>	-	7,00 ± 0,00	8,00 ± 0,00	-	-	7,00 ± 0,00	-	-	-	-	7,00 ± 0,00	14
<i>E. durans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	7,00 ± 0,00	7,00 ± 0,00	8,00 ± 1,00	13
<i>E. faecalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,00 ± 0,00	8,00 ± 1,00	28
<i>E. faecium</i>	-	-	7,00 ± 0,00	-	7,00 ± 0,00	8,00 ± 1,00	-	-	-	-	-	20
<i>K. pneumoniae</i>	7,00 ± 0,00	7,00 ± 0,00	7,00 ± 0,00	7,00 ± 0,00	7,00 ± 0,00	7,00 ± 0,00	-	-	-	7,00 ± 0,00	7,00 ± 0,00	22
<i>L. innocula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,00 ± 0,00	23
<i>L. monocytogenes</i>	-	-	-	-	-	7,00 ± 0,00	-	-	-	8,00 ± 1,00	9,00 ± 0,00	28
<i>P. aeruginosa</i>	-	7,00 ± 0,00	7,00 ± 0,00	-	-	-	-	-	-	7,00 ± 0,00	10,00 ± 1,00	15
<i>P. fluorescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
<i>S. aureus</i>	-	7,00 ± 0,00	8,00 ± 0,00	7,00 ± 0,00	8,00 ± 1,00	9,00 ± 1,00	-	7,00 ± 0,00	7,00 ± 0,00	9,00 ± 0,00	11,00 ± 1,00	24
<i>S. enteritidis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,00 ± 0,00	8,00 ± 1,00	24
<i>S. epidermidis</i>	8,00 ± 0,00	9,00 ± 1,00	10,00 ± 1,00	7,00 ± 0,00	8,00 ± 0,00	9,00 ± 1,00	-	-	-	-	7,00 ± 0,00	13
<i>S. infantis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,00 ± 0,00	23
<i>S. kentucky</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,00 ± 0,00	24
<i>S. typhimurium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,00 ± 0,00	7,00 ± 0,00	25

4. Tartışma ve Sonuç

İstatistiksel analiz sonucunda test edilen paralel çalışmalar arasındaki fark istatistiksel olarak incelenmiş ve test sonucunda bulunan p değerleri 0,9022 ile 1 arasında bulunmuştur. Dolayısıyla kullanılan örnek miktarları için yapılan paralel çalışmaların birbirinden istatistiksel olarak farklı olmadığı söylenebilir. Öte yandan, örneklere ait farklı konsantrasyonların aktiviteleri arasındaki fark da istatistiksel olarak incelenmiş ve *Philonotis seriata* (p = 0,1398), *Porella arboris-vitae* (p = 0,4129) ve *Porella platyphylla* (p = 0,3605) için farkın önemli olmadığı görülürken, *Syntrichia calcicola*'da (p = 0,04898) konsantrasyonların antimikrobiyal aktiviteleri arasında farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

Nozokomiyal enfeksiyonların önemli sebeplerinden biri olan *S. aureus*, dünya genelinde gıda zehirlenmesi, yara enfeksiyonları, endokardit gibi hastalıkların yanı sıra hayatı tehdit eden diğer hastalıklar içinde zorlu iyileşme süreçlerine neden olan önemli bir sağlık sorunudur (Asadollahi ve ark., 2018). *S. aureus* klinik ortamlar için önemli bir problemdir ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından antibiyotiğe dirençli formları "Yüksek Öncelikli" bir patojen, ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (CDC) tarafından da "Ciddi Bir Tehdit" olarak sınıflandırılmaktadır (Lehman ve ark., 2019).

Önemli bir suş olan *S. aureus*' a karşı karayosunu ve ciğerotlarının denendiği Uyar ve ark. (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske türü 7 mm ve *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Gangulee türü 8 mm zon gösterirken bu çalışmada kullanılan *S. calcicola* türü iki farklı dozajda 9 ve 11 mm çapında zonlar oluşturarak daha iyi bir etki göstermiştir.

Duman ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada *Morchella conica* (Pers.) Boudier ile *Suillus luteus* (L.) ve Zaidan ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada *Vitex negundo* türleri *S.aureus* bakterisine karşı antimikrobiyal etki göstermemiştir. Bu çalışmada kullanılan *S. calcicola*, *P. arboris-vitae* ve *P. seriata* türleri Tablo.1 de belirtildiği gibi 7 ve 11 mm aralığında farklı zonlar oluşturmuştur. Bu nedenle çalışmada kullanılan karayosunu ve ciğerotları Duman ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışma ile karşılaştırıldığında *S. aureus* bakterisine karşı önemli bir etkiye sahiptir.

K. pneumoniae, toplum kökenli nozokomiyal patojendir ve enfeksiyonlarının çoğu zatürre ya da idrar yolu enfeksiyonlarına neden olan küresel bir hastalık olarak ortaya çıkmaktadır (Siu ve ark.,

2012). *K. pneumoniae* bakterisine karşı Oskay ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada *Asphodelus aestivus* türünün etil alkol ekstraktı 6 mm zon oluşturmuştur. Bu çalışmada antimikrobiyal etkisi araştırılan karayosunu ve ciğerotlarından *S. calcicola*, *P. arboris-vitae* ve *P. seriata* türleri *K. pneumomaniae* bakterisine karşı 7 mm zon oluşturarak daha iyi bir etkiye sahip olduklarını göstermişlerdir.

Çolak ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada *Anomodon viticulosus* (Hedw.), *Homalothecium sericeum* (Hedw.), *Hypnum cupressiforme* (Hedw.), *Leucodon sciuroides* (Hedw.) ve *Platyhypnidium riparioides* (Hedw.) türlerinin farklı çözücüler kullanılarak antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Yapılan çalışma ile bu çalışma da kullanılan ortak mikroorganizmalar üzerinde değerlendirilme yapıldığında bu çalışmada kullanılan *S. calcicola* ve *P. seriata* türlerinin etanol ekstraktları *B. subtilis* ve *S. aureus* suşlarına karşı daha iyi etki göstermiştir.

Yapılan antimikrobiyal aktivite araştırması sonucunda belirlenen etkilerin madde miktarının artırılması ile tekrar edildiğinde daha büyük zon miktarlarına ulaşabileceği tahmin edilmektedir. Saflaştırma yapılmadığı için aktif madde miktarı bilinmemektedir, saflaştırma sürecinin ardından dozaj çalışmaları gerçekleştirilerek etkinin pratikte kullanılıp kullanılmayacağı net olarak görülebilecektir. Karayosunu ve ciğerotlarında bulunan aktif bileşiklerin farmakokinetik etki mekanizmalarını ve antibiyotik etkileşimlerini tespit edebilmek için daha ileri araştırmalara gerek duyulmaktadır.

Not: Bu çalışma poster bildiri olarak 26-29 Nisan 2017 tarihlerinde İstanbul'da düzenlenmiş olan IVEK 3rd International Convention of Pharmaceuticals and Pharmacies'de sunulmuş ve özet metin olarak kongre kitabında yer almıştır.

Kaynaklar

- Altuner E.M. Çetin B. Çökmüş C. 2010. *Tortella tortulosa* (Hedw.) Limpr. Özütlelerinin Antimikrobiyal Aktivitesi. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty. 10:2, 111-116.
- Altuner E.M. Canlı K. Akata I. 2013. Antimicrobial Screening of *Calliergonella cuspidata*, *Dicranum polysetum* and *Hypnum cupressiforme*. Journal of Pure and Applied Microbiology. 1:8, 539-545.
- Altuner E.M. Canlı K. Akata I. 2014. In vitro Antimicrobial Screening of *Hedwigia ciliata* var. *leucophaea* and Determination of the Ethanol Extract Composition by Gas

- Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 4:8, 2987-2998.
- Andrews J.M. 2003. BSAC standardized disc susceptibility testing method (version 6). *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 60, 20-41.
- Asadollahi P. Farahani N.N. Mirzaii, M. Khoramrooz S.S. Van Belkum A. Asadollahi K. Darban-Sarokhalil D. 2018. Distribution of the most prevalent spa types among clinical isolates of methicillin-resistant and-susceptible *Staphylococcus aureus* around the world: a review. *Frontiers in microbiology*. 9, 163.
- Canlı K. Altuner E.M. Akata I. 2015. Antimicrobial screening of *Mnium stellare*. *Bangladesh Journal of Pharmacology*. 10, 321-325.
- Canlı K. Yetgin A. Akata I. Altuner E.M. 2016. In vitro Antimicrobial Screening of *Aquilaria agallocha* Roots. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative medicines*. 13:5, 178-181.
- Canlı K. Yetgin A. Benek A. Bozyel M. E. Altuner E.M. 2019. In Vitro Antimicrobial Activity Screening of Ethanol Extract of *Lavandula stoechas* and Investigation of Its Biochemical Composition. *Advances in Pharmacological Sciences*. Doi:10.1155/2019/3201458
- Core R Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/> [Erişim: 15 October 2020]
- Çolak E. Kara R. Ezer T. Çelik G.Y. Elibol B. 2011. Bazı Türk pleurokarpik yosunlarının antimikrobiyal aktivitesinin araştırılması. *African Journal of Biotechnology*. 10:60, 12905-12908.
- Duman R. Doğan H.H. Ali A.T.E.Ş. 2003. *Morchella conica* (Pers.) Boudier ve *Suillus luteus* (L.) SF Gray Makrofunguslarının Antimikrobiyal Aktiviteleri. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1:22, 19-24.
- Dülger B. Ceylan M. Alitsaous M. Uğurlu E. 1999. *Artemisia absinthium* L. (Pelin)'un antimikrobiyal aktivitesi. *Turk. J. Biol.* 23:3, 377-384.
- Dülger B. Hacıoğlu N. Uyar G. 2009. Evaluation of antimicrobial activity of some mosses from Turkey. *Asian J Chem*. 21, 4093-4096.
- Lehman S. M. Mearns G. Rankin D. Cole R.A. Smrekar F. Branston S.D. Morales S. 2019. Design and preclinical development of a phage product for the treatment of antibiotic-resistant *Staphylococcus aureus* infections. *Viruses*. 11:1, 88.
- Oskay M. Aktaş K. Sarı D. Azeri C. 2007. *Asphodelus aestivus* (Liliaceae)'un antimikrobiyal etkisinin çukur ve disk difüzyon yöntemiyle karşılaştırmalı olarak belirlenmesi. *Ekoloji*. 62, 62-65.
- Savaroglu F. Ilhan S. Filik-Iscen C. 2011. An evaluation of the antimicrobial activity of some Turkish mosses. *J Med Plants Res*. 5, 3286-3292.
- Sevim E. Baş Y. Çelik G. Pınarbaşı M. Bozdeveci A. Özdemir T. Akpınar R. Yaylı N. Alpay Karaoğlu Ş. 2017. Antibacterial activity of bryophyte species against *Paenibacillus larvae* isolates *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 41, 521-531.
- Siu L.K. Yeh K.M. Lin J.C. Fung C.P. Chang F.Y. 2012. *Klebsiella pneumoniae* liver abscess: a new invasive syndrome. *The Lancet infectious diseases*. 12:11, 881-887.
- Uyar G. Doğru N. H. Ören M. Çavuş A. 2016. Determining Antibacterial Activity of Some Mosses (*Cinclidotus riparius* (Host ex Brid.) Arn., *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske, *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Gangulee, *Leucobryum juniperoideum* (Brid.) Müll. Hal., *Cirriphyllum crassinervium* (Taylor) Loeske & M. Fleisch.). *Anatolian Bryology*. 2:1-2, 1-8.
- Veljic M. Tarbuk M. Marin P.D. Ćiric A. Sokovic M. Marin M. 2008. Antimicrobial Activity of Methanol Extracts of Mosses from Serbia. *Pharmaceutical Biology*. 46:12, 871-875.
- World Health Organization. 2014. Antimicrobial resistance: global report on surveillance. World Health Organization.
- Yetgin A. Şenturan M. Benek Efe E. Canlı K. 2017. *Pterigynandrum filiforme* Hedw. Türünün Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi. *Anatolian Bryology*. 3:1, 43-47.
- Zaidan M. R. Noor Rain A. Badrul A. R. Adlin A. Norazah A. Zakiah I. 2005. In vitro screening of five local medicinal plants for antibacterial activity using disc diffusion method. *Trop biomed*. 22:2, 165-170.