

Research Article / Araştırma Makalesi

in Vitro Investigation of the Antimicrobial Effects of Bee Venom

Arı Zehrinin Antimikrobiyal Etkilerinin İn-Vitro Olarak Araştırılması

Feyzi DOĞRU^{1*} Hakan PARLAKPINAR² Alaadin POLAT³ Yücel DUMAN⁴
Onural ÖZHAN² Yusuf YAKUPOĞULLARI⁴ Merve KESKİN⁵

¹Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye.

²İnönü Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye.

³İnönü Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye.

⁴İnönü Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye.

⁵Bilecik Şeyh Edebalı Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Yüksekokulu, Bilecik, Türkiye.

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author, E-mail: fezyi.dogru@ozal.edu.tr

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 03.12.2025

Accepted: 30.12.2025

Publication: 31.12.2025

Citation:

Doğru F, Parlakpınar H, Polat A, Duman Y, Özhan O, Yakupoğulları Y, Keskin M. in Vitro Investigation of the Antimicrobial Effects of Bee Venom. Journal of MTU. 2025;4(3):106-109. <https://doi.org/10.58651/jomtu.1833237>

MAKALE BİLGİLERİ

Makale Geçmişi:

Geliş Tarihi: 03.12.2025

Kabul Tarihi: 30.12.2025

Yayın Tarihi: 31.12.2025

Atf Bilgisi:

Doğru F, Parlakpınar H, Polat A, Duman Y, Özhan O, Yakupoğulları Y, Keskin M. Arı Zehrinin Antimikrobiyal Etkilerinin İn-Vitro Olarak Araştırılması. Journal of MTU. 2025;4(3):106-109. <https://doi.org/10.58651/jomtu.1833237>

Bu çalışma 3. Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Kongresinde 3-5 Ekim İstanbul sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

ABSTRACT

Objective: Bee venom is produced by worker bees for use in hive defense when necessary. It contains many active compounds, primarily melittin and phospholipase A2. The aim of this study was to investigate the antimicrobial activity of crude bee venom against *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, and *Candida albicans*.

Materials and Methods: An aqueous solution of bee venom obtained from *Apis mellifera L.* was used as the active substance. The venom solution was prepared at a concentration of 1 mg/mL by stirring on a magnetic stirrer at 500 rpm and 40°C for 3 hours. The minimum inhibitory concentration (MIC) against the Gram-negative pathogens *E. coli* and *P. aeruginosa*, the Gram-positive pathogen *S. aureus*, and the fungal pathogen *C. albicans* was evaluated using the broth microdilution assay according to EUCAST guidelines. Venom activity was tested using two-fold serial dilutions ranging from 12.5 µg/mL to 0.00625 µg/mL.

Results: Bee venom inhibited the growth of *E. coli*, *P. aeruginosa*, and *C. albicans* at a MIC of 3.1 µg/mL, while *S. aureus* was inhibited at 6.25 µg/mL.

Conclusions: This study demonstrates that crude bee venom exhibits antibacterial and antifungal activity at low concentrations, showing similar growth-inhibitory effects across the tested microorganisms. These findings support its potential as a complementary agent in apitherapy; however, further studies are required to define safety margins and clinical applicability.

Keywords: Bee venom, minimum inhibitory concentration, antimicrobial effect, apitherapy

ÖZET

Amaç: Arı venomu gerektiğinde kovan savunmasında kullanmak üzere işçi arılar tarafından üretilir. Yapısında melittin ve fosfolipaz A2 başta olmak üzere birçok aktif bileşik vardır. Venomun antimikrobiyal etkinliği özellikle bu iki bileşiğe atfedilmektedir. Bu çalışmada arı venomunun *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* ve *Candida albicans* üzerindeki antimikrobiyal etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot: Etken madde olarak *Apis mellifera L.* cinsi bal arısı tarafından üretilen arı venomunun sulu çözeltisi kullanıldı. Venomun sulu çözeltisi 1 mg/mL olacak şekilde 500 rpm hızda 40°C'de 3 saat manyetik karıştırıcıda karıştırılarak hazırlandı. Elde edilen çözeltinin gram-negatif etkenlerden *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*; gram-pozitif etkenlerden *Staphylococcus aureus* ve fungal bir patojen olan *Candida albicans*'a karşı minimal inhibitör konsantrasyonu (MİK) Avrupa Antimikrobiyal Duyarlılık Testleri Komitesi (EUCAST) kurallarına göre mikrodilüsyon yöntemi ile araştırıldı. Venomun antimikrobiyal özelliği 12,5 µg/mL – 0.006µg/mL konsantrasyon aralığında test edildi.

Bulgular: Test edilen arı venomu *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans*'ın üremesini 3.1 µg/mL, *Staphylococcus aureus*'un üremesini ise 6,25 µg/mL konsantrasyonda inhibe etmiştir.

Sonuç: Çeşitli kanser hücreleri üzerinde sitotoksik etkileri olduğu bilinen arı venomunun bu çalışma ile gram-negatif, gram-pozitif ve *Candida* türü mantarlara karşı oldukça düşük konsantrasyonlarda üremeyi inhibe edici etki gösterdiği saptanmıştır. Test edilen venom, bu antimikrobik etkisini çalışılan tüm etkenlerde aynı veya çok yakın konsantrasyonda göstermiştir. Sonuç olarak ham arı venomunun antibakteriyel ve antifungal etkinliği olduğu ve bu maddenin apiterapi uygulamaları içerisinde kullanım potansiyeli gösterdiği anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Apis mellifera l.*, arı venomu, minimum inhibitör konsantrasyon, antimikrobiyal etki, apiterapi

GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, bakteriyel enfeksiyonların altıda biri standart antibiyotiklere dirençli hale gelmiş durumdadır; bu oran 2018'den beri yüzde 40 artarak alarm verici seviyeye ulaşmıştır. Özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde sorun daha ciddi durumdadır. Türkiye direnç oranı Avrupa ortalamasının üzerindedir(1). Yaş gruplarına bakıldığında, yaşlı popülasyonda antimikrobiyal dirence bağlı ölümler son otuz yılda iki katına yakın artmıştır. Türkiye'de 0-6 yaş grubunda antibiyotik içeren reçete oranı en yüksek, 65 yaş üstünde ise en düşüktür. Türkiye, antibiyotik tüketiminde ve direncinde OECD ülkeleri arasında lider konumdadır. Yine kullanım oranı son 10 yılda yüzde 32,87 artmıştır(2). Bu eğilim, yanlış kullanım ve sınırlı takip nedeniyle özellikle yaşlılar, çocuklar gibi risk gruplarını daha fazla etkilemektedir.

Arı ürünleri, özellikle propolis ve bal, antimikrobiyal özellikleriyle uzun süredir bilinmektedir. Ancak son yıllarda arı zehri de bu alanda dikkat çekici bir doğal madde olarak ön plana çıkmıştır. Arı zehri, bal arısı (*Apis mellifera*) işçi arılarının abdomenindeki zehir bezlerinden salgılanan berrak, renksiz bir sıvıdır. Kurutulduğunda sarımtırak kahverengi bir toz halindedir. Taze halinde yaklaşık olarak %88 su, %12 kuru maddeden oluşan zehir, 18 amino asitten oluşan melittin (%50), apamin, fosfolipaz A2 gibi peptitler ile hyaluronidaz gibi enzimler içerir(3). Toz halinde soğuk ve ısıya dayanıklı olup, rutubetten korunursa yıllarca saklanabilir; antimikrobiyal, anti-inflamatuvar ve immünomodülatör etkilere sahiptir(4).

Arı zehrinin antimikrobiyal aktivitesi başta melittin ve fosfolipaz A2 olmak üzere içeriğinde ki peptitlerden kaynaklanır(5). Patojen hücre zarlarını bozarak bakterisit, fungusit ve antiviral özellik gösterir(6). Apiterapi'de bağışıklık destekleyici ve enfeksiyon önleyici olarak kullanılan arı zehri, cilt sağlığında antioksidan etkisiyle tercih edilir ancak alerji riski taşır. Antimikrobiyal potansiyeli antibiyotik direnciyle mücadelede umut vadetse de daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmamızda seçilen mikroorganizmalar üzerinden doz-yanıt ilişkisine ve bu etkilere kanıt oluşturmak bunun yanında olası mekanizmaları tartışmak amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

1. Antimikrobiyal Aktivite Tayini

Mikrodilüsyon metoduyla ölçülen minimum inhibitör konsantrasyonları tespit etmek için daha önce perga ve propolis ile yaptığımız çalışmada olduğu şekilde toz halindeki arı zehrinin kütlesi esas alınarak 5 mL 1mg/mL konsantrasyonda stok çözelti hazırlanmıştır. Bu solüsyondan besi yeri sıvısı ile dilüe edilerek sıralı şekilde 12,5µg/mL'den 0.006µg/mL'ye kadar solüsyonlar elde edilmiştir(7).

Arı zehrinin antimikrobiyal etkilerini araştırmak için *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853,

Staphylococcus aureus ATCC 29213 standart suşlarına ve *Candida albicans* mikroorganizmaları kullanılmıştır. Çalışılan arı zehri ilk kuyucuktan başlanarak hazırlanan seri dilüsyonlar uygulandı. MİK değerlerini belirlemek için European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) kurallarına göre 96 kuyucuklu plakalar kullanılarak Broth Mikrodilüsyon yöntemi ile çalışılmıştır(8). Çalışılan bakteriden inokulum miktarı 1×10^{-6} cfu/mL olacak şekilde hazırlandı. Dilüsyonların üzerine daha önce hazırlanan bakteri süspansiyonu eklendi ve 24 saat etüvde bekletildi. Sonrasında üreme olan dilüsyon miktarı değerlendirilerek MİK değerleri belirlendi.

Antimikrobiyal duyarlılık testlerinde EUCAST önerileri doğrultusunda üreme, sterilite ve çözücü kontrolleri oluşturulmuş; üreme kontrolü mikroorganizmanın canlılığını doğrulamak için ajan ve çözücü içermeyen besiyerinde, sterilite kontrolü kontaminasyonu dışlamak için mikroorganizma eklenmeden, çözücü kontrolü ise solventin kullanılan konsantrasyonda üreme üzerine inhibitör etkisi olmadığını göstermek amacıyla yürütülmüştür.

BULGULAR

Kullanılan arı zehrinin standardizasyonunu sağlamak amacıyla HPLC yöntemi ile yapılan içerik analizinde; melittin, apamin ve fosfolipaz A2 düzeyleri ölçülmüş ve sonuçlar Tablo-1'de paylaşılmıştır. HPLC analizleri tekrarlı ölçümlerle gerçekleştirilmiş olup, yöntem içi ve örnekler arası değişkenlik değerlendirilerek sonuçlar raporlanmıştır.

Tablo 1. Arı Zehrinin İçeriği

Madde	%
Melittin	46.33
Fosfolipaz A2	12.7
Apamin	2.42

Test edilen arı zehri, 3,1 µg/mL konsantrasyonda *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans*'ın büyümesini ve 6,25 µg/mL konsantrasyonda *Staphylococcus aureus*'un büyümesini inhibe etmiştir. İlgili veriler Tablo-2'de paylaşılmıştır.

Tablo 2. Minimum İnhibitör Konsantrasyon Değerleri

Mikroorganizma	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Candida albicans</i>
Arı zehri	3,1 µg/mL	3,1 µg/mL	6,25 µg/mL	3,1 µg/mL

TARTIŞMA

Apis mellifera cinsi arı zehri önemli farmakolojik etkilere sahip biyoaktif bileşiklerin karışımıdır. Literatürde zehrin bileşimi ve terapötik uygulamaları çeşitli durumların tedavisinde potansi-

yelini ortaya çıkaracak düzeyde incelenmiştir. Genel olarak içeriğine bakıldığında ana bileşenin kuru ağırlığın %40-60'ını oluşturan melittin olduğu görülür. Melittin, özellikle güçlü anti-enflamatuar ve antikanser özellikleri ile bilinir(9). Hücre zarlarını bozarak hücre lizisine yol açar ve kanser hücrelerinde apoptozu indüklediği gösterilmiştir(10). Önemli içeriklerden bir diğeri fosfolipaz A2 olarak karşımıza çıkar. Bu enzim, zehrin hücre zarlarındaki fosfolipidleri hidrolize etme yeteneğinde çok önemli bir rol oynar ve enflamatuar ve alerjenik özelliklerine katkıda bulunur(11). Ayrıca antikoagülan, antiviral ve antitümör etkiler sergiler ve bu da onu terapötik uygulamalarda önemli bir bileşen haline getirir. Apamin, kalsiyumla aktive olan potasyum kanallarını bloke eden küçük bir peptittir, nöroprotektif etkilerle ilişkilidir ve nörolojik bozukluklarla ilgili araştırmalarda kullanılır(12). Bunun yanında birçok organik asit amino asit ve farklı peptidler de içermektedir. Bizim kullandığımız arı zehri ise standart değerleri sağlayan bir içeriğe sahipti. Özellikle kaynağını doğadan alan biyolojik ürünlerde madde içeriği, coğrafî şartlar ve iklim koşulları gibi birçok faktöre bağlıdır(13). Çalışmada kullanılan arı zehrinin etkilerini Anadolu coğrafyasına özelde ise Bilecik yöresine atfedebiliriz.

MIC, doğal kaynaklı maddelerin antimikrobiyal potansiyelinin nicel olarak ortaya konmasında temel ve karşılaştırılabilir bir parametre olarak kabul edilebilir. Arı zehri gibi doğal ürünler; kompleks kimyasal bileşimleri, çoklu etki mekanizmaları ve fraksiyonlar arası sinerjik etkileşimler nedeniyle klasik sentetik antimikrobiallerden farklı bir etki profili sergileyebilmektedir. Bu bağlamda MIC, söz konusu maddelerin mikroorganizma çoğalmasını inhibe edebildiği en düşük konsantrasyonu tanımlayarak, hem etki gücünün objektif biçimde değerlendirilmesine hem de farklı doğal maddeler, ekstraktlar veya fraksiyonlar arasında standartlaştırılmış karşılaştırmalar yapılmasına olanak sağlar. Ayrıca MIC değerleri, doğal ürünlerin farmakolojik potansiyelinin ön değerlendirilmesi, doz-yanıt ilişkisinin ortaya konması ve ileri düzey çalışmalar için uygun konsantrasyon aralıklarının belirlenmesi açısından yol göstericidir. Bununla birlikte MIC, doğal maddelerin bakteriyostatik veya bakterisidal etki ayrımını tek başına ortaya koymadığından, elde edilen bulguların tamamlayıcı yöntemlerle desteklenmesi gerekliliği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Arı zehrinin antimikrobiyal etki mekanizması, temelde hücre zarının bozulmasına dayanır. Bu durum arı zehrine maruz kalan bakterilerde hücre duvarı deformasyonu ve ATP tükenmesi gösteren akış sitometrisi ve elektron mikroskobu kullanan çalışmalarda gözlemlenmiştir. Arı zehrinin önemli bir bileşeni olan Melittin, bakteri zarlarını bozmada özellikle etkilidir(14). Antibiyotik ihtiyacını ve yan etkileri azaltabilecek potansiyel sinerjik etkileri açısından incelenmiştir. Pérez-Delgado ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada Kuzey Peru bölgesinden toplanan arı zehri *Escherichia coli*'ye MIC 6.88 µg/mL ile, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı daha az etkili ol-

masına rağmen aktivite göstermiştir(15). Arı zehri ayrıca *Edwardsiella tarda*, *Vibrio ichthyoenteri* ve *Streptococcus iniae* gibi balık patojenik bakterilerine karşı bazı türler için 1.76 µg/mL kadar düşük MIC değerlerinde antimikrobiyal aktivite sergiledi(16). Arı zehrinin *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum* ve *Aspergillus flavus* gibi mantar patojenlerinin büyümesini 300 ila 600 µg/mL konsantrasyonlarda engellediği gösterilmiştir(17). Zehrin antiviral özellikleri daha az kapsamlı bir şekilde incelenmiştir, ancak geniş spektrumlu antimikrobiyal aktivitesi viral patojenlere karşı da potansiyel etkinliği düşündür. Bizim çalışmamızda da Bilecik yöresinden temin edilen arı zehrinin kullanılan bütün patojenlere oldukça düşük dozlarda antibiyotik etki gösterdiği görülmüştür. Bu çalışmada antimikrobiyal etkinlik MIC düzeyinde değerlendirilmiş olup, minimum bakterisidal konsantrasyonun belirlenmemiş olması, test edilen ajanın bakteriyostatik mi yoksa bakterisidal mi etki gösterdiğine ilişkin kesin bir çıkarım yapılmasını sınırlamaktadır. Gelecek çalışmalarda MBK analizlerinin de eklenmesi, elde edilen MIC bulgularının tamamlayıcı biçimde değerlendirilmesini ve ajanın antimikrobiyal etki profilinin daha kapsamlı ortaya konmasını sağlayacaktır.

SONUÇ

Arı zehri ve melittin gibi bileşenleri, özellikle antibiyotiğe dirençli suşlara ve biyofilm ile ilişkili enfeksiyonlara karşı yeni antimikrobiyal ajanlar geliştirme konusunda umut vaat etmektedir. Bununla birlikte, dağıtım yöntemleri, potansiyel toksisite ve klinik uygulamalarda arı zehrinin stabilitesinin ve etkinliğinin sağlanması açısından zorluklar devam etmektedir. Zehrin antiviral özellikleri daha az kapsamlı bir şekilde incelenmiştir, ancak geniş spektrumlu antimikrobiyal aktivitesi, viral patojenlere karşı da potansiyel etkinliğini düşündürmektedir. Arı zehri antimikrobiyal bir ajan olarak büyük umut vaat ederken, mekanizmalarını tam olarak anlamak ve tıbbi uygulamalarda kullanımını optimize etmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Mevcut antibiyotiklerle sinerjik etki potansiyeli, tedavi etkinliğini artırabileceği ve direncin ortaya çıkmasını azaltabileceği durumu da araştırmayı gerektirir.

Etik Kurul Onayı: Çalışma prosedürü etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Finansal Kaynak: Çalışmaya finansal destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Yazar Katkıları: Fikir/Kavram: Feyzi Doğru, Hakan Parlakpınar, Alaadin Polat, Onural Özhan; Tasarım: Yücel Duman, Yusuf Yakupoğulları ; Denetleme/Danışmanlık: Hakan Parlakpınar, Alaadin Polat; Veri Toplama ve/veya İşleme: Feyzi Doğru, Yusuf Yakupoğulları, Merve Keskin; Analiz ve/veya Yorum: Feyzi Doğru, Hakan Parlakpınar, Alaadin Polat, Yücel Duman, Onural Özhan; Kaynak Taraması: Feyzi Doğru , Merve Keskin; Makalenin Yazımı: Feyzi Doğru, Onural Özhan ; Eleştirel İnceleme: Feyzi Doğru, Hakan Parlakpınar, Alaadin Polat, Yücel Duman, Onural Özhan, Yusuf Yakupoğulları, Merve Keskin; Kaynaklar ve Fon Sağlama: Feyzi Doğru, Yücel Duman, Yusuf Yakupoğulları, Merve Keskin.

KAYNAKÇA

1. Gülmez M. Antimikrobiyel Direnç: Küresel Bir Sorun. Dicle Üniversitesi Vet Fakültesi Derg. 30 Haziran 2022;15(1):53-8.

2. Kurum S, Balcı Aİ, Çuhadar AH, Aydemir E, Erkal E, Bulut M, vd. Overview Of Antimicrobial Resistance And Epidemiology Of Türkiye With A One Health Approach. *Turk Med J.* 2025;10(2):65-75.
3. Tanuwidjaja I, Svečnjak L, Gugić D, Levanić M, Jurić S, Vinceković M, vd. Chemical profiling and antimicrobial properties of honey bee (*Apis mellifera L.*) venom. *Molecules.* 2021;26(10):3049.
4. Gökmen TG, Yazgan H, Özdemir Y, Sevin S, Turut N, Karahan Ş, vd. Chemical composition and antibacterial activity of bee venom against multi-drug resistant pathogens. *Onderstepoort J Vet Res [Internet].* 20 Temmuz 2023 [a.yer 30 Kasım 2025];90(1). Erişim adresi: <http://www.ojvr.org/index.php/OJVR/article/view/2097>
5. El-Seedi H, Abd El-Wahed A, Yosri N, Musharraf SG, Chen L, Moustafa M, vd. Antimicrobial properties of *Apis mellifera*'s bee venom. *Toxins.* 2020;12(7):451.
6. Ullah A, Aldakheel FM, Anjum SI, Raza G, Khan SA, Gajger IT. Pharmacological properties and therapeutic potential of honey bee venom. *Saudi Pharm J.* 2023;31(1):96-109.
7. Doğru F, Parlakpınar H, Duman Y, Özhan O, Keskin M, Polat A. PROPOLİS VE PERGANİN ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİNİN İN-VİTRO OLARAK ARAŞTIRILMASI. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Mesl Üksek Okulu Derg. 29 Kasım 2021;9(3):1084-93.
8. EUCAST. https://eucast.org/fileadmin/src/media/PDFs/EUCAST_files/Breakpoint_tables/v_10.0_Breakpoint_Tables.pdf. 2021 [a.yer 02 Şubat 2021]. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Erişim adresi: https://eucast.org/fileadmin/src/media/PDFs/EUCAST_files/Breakpoint_tables/v_10.0_Breakpoint_Tables.pdf
9. Carpena M, Nuñez-Estevéz B, Soria-Lopez A, Simal-Gandara J. Bee venom: an updating review of its bioactive molecules and its health applications. *Nutrients.* 2020;12(11):3360.
10. Gajski G, Garaj-Vrhovac V. Melittin: a lytic peptide with anticancer properties. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2013;36(2):697-705.
11. Perez-Riverol A, Lasa AM, dos Santos-Pinto JRA, Palma MS. Insect venom phospholipases A1 and A2: Roles in the envenoming process and allergy. *Insect Biochem Mol Biol.* 2019;105:10-24.
12. Gu H, Han SM, Park KK. Therapeutic effects of apamin as a bee venom component for non-neoplastic disease. *Toxins.* 2020;12(3):195.
13. Végh R, Csóka M, Mednyánszky Z, Sipos L. Potentially toxic trace elements in bee bread, propolis, beeswax and royal jelly—A review of the literature and dietary risk assessment. *Chemosphere.* 2023;339:139571.
14. Haktanir I, Masoura M, Mantzouridou FT, Gkatzionis K. Mechanism of antimicrobial activity of honeybee (*Apis mellifera*) venom on Gram-negative bacteria: *Escherichia coli* and *Pseudomonas spp.* *AMB Express.* Aralık 2021;11(1):54.
15. Pérez-Delgado O, Espinoza-Culupú AO, López-López E. Antimicrobial activity of *Apis mellifera* bee venom collected in northern Peru. *Antibiotics.* 2023;12(4):779.
16. Han SM, Lee KG, Park KK. Antimicrobial activity of honeybee venom against fish pathogenic bacteria. *J Fish Pathol.* 2011;24(2):113-20.
17. Elshehaby M. *Apis mellifera* venom inhibits bacterial and fungal pathogens in vitro. *Pak J Biol Sci PJBS.* 2022;25(10):875-84.