



## Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Araştırma Makalesi

### Siirt'te Yetişen Zivzik Narlarından (*Punica granatum* L.) Elde Edilen Kabukların Bazı Gıda Patojenlerine Karşı Antimikrobiyal Etkilerinin Belirlenmesi

Bülent HALLAÇ<sup>\*1</sup>, Osman KILINÇÇEKER<sup>2</sup>, Zeki ACAR<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Siirt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 56100, Siirt, Türkiye

<sup>2</sup> Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda Bölümü, 02040, Adıyaman, Türkiye

<sup>3</sup> Sarmal VIP Eğitim Kurumları, Yüksek Biyolog, 56100, Siirt, Türkiye

Bülent HALLAÇ, ORCID No: 0000-0002-6948-1565, Osman KILINÇÇEKER, ORCID No: 0000-0002-5222-1775, Zeki ACAR, ORCID No: 0000-0003-4603-6837

\* Sorumlu yazar e-posta: bulenthallac@siirt.edu.tr

#### Makale Bilgileri

Geliş: 23.05.2022

Kabul: 27.08.2022

Online Aralık 2022

DOI: 10.53433/yyufbed.1120314

#### Anahtar Kelimeler

Antibakteriyel özellik,  
Gıda güvenliği,  
Gıda patojenleri,  
Zivzik narı kabuğu

**Öz:** Bu çalışmada, Siirt'e özgü Zivzik narından elde edilen kabuk tozunun bazı fizikokimyasal özellikleri ve gıda patojenleri olarak bilinen *S. aureus*, *E. coli* ve *B. cereus* bakterilerine karşı antibakteriyel etkileri araştırılmıştır. Denemelerde farklı oranlarda (%2.5, 5, 10 ve 20) distile su ile seyreltilen kabuk tozu kullanılmıştır. Bu bakterilerin standart antibiyotiklere karşı duyarlılıkları belirlenerek, kabuk tozunun antibakteriyel etkisi ile karşılaştırılmıştır. Çözeltilerin pH aralığı 3.68-3.91, O/R aralığı 187.52-199.30 mV ve EC aralığı ise 0.39-0.48  $\mu\text{Scm}^{-1}$  olarak belirlenirken, antibiyotiklerin ve kabuk tozu konsantrasyonunun bakteriler üzerinde etkili oldukları gözlenmiştir. Bakterilere karşı en etkili konsantrasyonun %20 olduğu belirlenirken, kabuğun *B. cereus* ve *E. coli* üzerine penicillinden, *B. cereus* üzerine ise amoxicillin/clavulanic asit'ten daha etkili olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, nar kabuğunun gıda patojenlerine karşı antibakteriyel madde olarak kullanılabileceği ve halk sağlığına katkı sunabileceği anlaşılmıştır.

### Determination of Antimicrobial Effects Against Some Food Pathogens of Peels Obtained from Zivzik Pomegranates (*Punica granatum* L.) Grown in Siirt

#### Article Info

Received: 23.05.2022

Accepted: 27.08.2022

Online December 2022

DOI: 10.53433/yyufbed.1120314

#### Keywords

Antibacterial property,  
Food pathogens,  
Food safety,  
Zivzik pomegranate peel

**Abstract:** In this study, some physicochemical properties of the peel powder obtained from the Zivzik pomegranate native to Siirt and its antibacterial effects against *S. aureus*, *E. coli* and *B. cereus* bacteria, which are known as food pathogens, were investigated. Peel powder diluted with distilled water at different rates (2.5%, 5, 10 and 20%) was used in the experiments. The susceptibilities of these bacteria to standard antibiotics were determined and compared with the antibacterial effect of peel powder. The pH range of the solutions was 3.68-3.91, the O/R range was 187.52-199.30 mV, and the EC range was 0.39-0.48  $\mu\text{Scm}^{-1}$ , while it was observed that antibiotics and peel powder concentration were effective on bacteria. While the most effective concentration was determined to be 20% against bacteria, it was determined that the peel was more effective than penicillin on *B. cereus* and *E. coli*, and amoxicillin/clavulanic acid on *B. cereus*. As a result, it has been understood that pomegranate peel can be used as an antibacterial agent against food pathogens and can contribute to public health.

## 1. Giriş

Tarımsal desteklemeye bağlı olarak son zamanlarda Türkiye’de dikimi yaygınlaşan meyvelerden bir tanesi de nardır. Bu ürün *Punicaceae* ailesi içerisinde olup hem bitki hem de meyve kısmı fiziksel ve kimyasal olarak birçok meyveden farklılık arz eder (Akarca & Başpınar, 2019; Akhtar ve ark., 2019).

Kuzey Hindistan’dan İran’a uzanan geniş bir bölgeye özgü olan bu meyvenin Türkiye’de, özellikle Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu’da ekimi yaygındır. Toprak özellikleri bakımından çok seçici olmaması ayrıca fonksiyonel özelliğe sahip tanen ve birçok fenolik bileşik bakımından zengin olması ekimindeki bu artışı tetiklemiştir (Kurt & Şahin, 2013; Akhtar ve ark., 2019).

Nar meyvesi, çekirdeği ve kabuğu gibi kısımlar; farklı antosiyaninler, hidrokisisamik asitler, hidrosibenzoik asitler, mineraller, esansiyel lipitler, kompleks karbonhidratlar ve hidrolize yeteneğine sahip tanenlerin kaynağı olarak gösterilebilir. Bu maddelerin çoğu antimikrobiyal veya antioksidan özelliğe sahip bileşiklerdir (Tunç ve ark., 2013; Demir ve ark., 2019).

Gıda sektöründe antioksidan ve antimikrobiyal maddelerin kullanımı yaygın olup, sentetik materyallerin kullanımındaki maliyet, alerjik etki ve kanserojen etki gibi olumsuz etkiler araştırmacıları doğal kaynaklara yöneltmiştir. Ayrıca rastgele kullanılan antibiyotiklerden dolayı patojen mikroorganizmaların ilaçlara karşı direnç kazanmaları da bu yönelimin sebepleri arasında sayılabilir (Akarca & Başpınar, 2019; Saeed ve ark., 2019).

Daha önce de bahsedildiği gibi narın içeriğindeki fonksiyonel bileşikler bu meyvenin bu tarz araştırmalara konu olmasına sebep olmuştur. Yapılan bazı çalışmalarda (Konca, 2012; Morsy ve ark., 2018; Aliyari ve ark., 2020) nar meyvesinin veya nar kabuğunun antioksidan ve antimikrobiyal olarak kullanılabilmesi ortaya koyulmuştur. Özellikle nar kabuğunun içerisinde bulunan antosiyanin, ellajik asit, gallik asit, punikalajin ve diğer birçok polifenolden dolayı antimikrobiyal etkisinin olabileceği vurgulanırken, bu konu ile ilgili çalışmaların yetersiz olduğu ve farklı araştırmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (Tunç ve ark., 2013; Akarca & Başpınar, 2019; Demir ve ark., 2019).

Siirt Zivzik narı, bölgede ekonomik değeri yüksek olan ve üretimi gün geçtikçe artan bir üründür. TÜİK (Anonim, 2021) verilerine göre Siirt, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde nar üretiminde yaklaşık 10.187 ton üretimiyle üçüncü il olmuştur. Başka bir kaynakta ise 2017 yılında Siirt ilinin 11.100 ton nar ürettiği belirtilmiştir (Anonim, 2017).

Zivzik narı, Siirt iline bağlı Şirvan ilçesinde yaygın yetiştirilen en önemli nar çeşididir. Ülkemizde diğer nar çeşitleri üzerine yapılan çalışmalar olmakla beraber, Siirt Zivzik narı üzerine de çalışmalar yapılmıştır (İzol, 2012; Vardin ve ark., 2012; Şimşek & Gülsoy, 2017). Ancak, özellikle antimikrobiyal özelliği ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bahsedilenlere bağlı olarak bu çalışmada; Siirt bölgesine özgü olan Zivzik narlarından elde edilen kabuklar kurutulup toz haline getirildikten sonra distile su içinde bir gün bekletilerek hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki çözeltilerinin bazı biyokimyasal özellikleri ve gıda sanayiinde önemli olan üç farklı patojene karşı antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan nar kabukları Siirt Bölgesi’nde yetiştirilen Zivzik narlarından (*Punica granatum* L.) elde edilmiştir. Bu amaçla nar kabukları önce temiz su ile yıkanmış sonrasında temiz pamuklu bez ile kurulanmıştır. Kurulanan nar kabukları etüvde (POL-EKO APARATURE, SLN 53STD, Polonya) 70 °C’de 1-2 gün süre ile kurutulmuştur. Kurutulan kabuklar laboratuvar blendırında (Waring 8011 EB, Amerika) parçalanarak öğütülmüş ve nar kabuğu toz (NKT)’u haline getirilmiştir. Bu işlemden sonra kontrol grubu yanında distile su ile %2.5, % 5, % 10 ve % 20 oranlarında olacak şekilde nar kabuğu solüsyonları hazırlanmıştır. Bu solüsyonlar 24 saat bekletildikten sonra whatman süzgeç kağıdıyla (Assistent, Almanya) süzülerek elde edilen çözeltiler çalışmada kullanılmıştır.

### 2.1. Nar kabuklarının pH ve oksidasyon/redüksiyon potansiyeli değerinin belirlenmesi

Örneklerin pH ile O/R değeri (Mettler Toledo, S220 Seven Compact™) pH-metrede (Cemeroğlu, 2013) tarafından önerilen metoda göre yapılmıştır.

## 2.2. Elektriksel iletkenlik (EC) değerinin belirlenmesi

Hanna HI2002 edge®, Romania markalı cihazda, distile su ile seyreltilen örnekler içine prob daldırılarak okuma işlemi yapılmış, bulunan değer  $\mu\text{Scm}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.

## 2.3. Standart bakteri suşlarının standart antibiyotiklere karşı duyarlılığı

Bu kapsamda test edilen bakteri suşları (*S. aureus* ATCC 29213, *E. coli* ATCC 25922 ve *B. cereus* ATCC 10876) Giresun Üniversitesi'nden temin edilmiştir. Bakterilerin antibiyotiklere karşı direncini belirlemede disk diffüzyon yöntemi kullanılmıştır (Temiz, 2010). Buna göre; öncelikle bakteri suşları Tryptic Soy Agar (TSA, Merck) besiyerinde tekrar aktif hale getirilerek, içinde serum fizyolojik bulunan deney tüplerinde yoğunluğu 0.5 McFarland standardına göre ayarlanmıştır. Mueller-Hinton (Mueller-Hinton Agar, Merck) besiyerine steril eküvyon çubukları ile yayma yöntemi kullanılarak her bir bakteri suşu inoküle edilmiş, sonrasında standart antibiyotikler (Erythromycin 15 $\mu\text{g}$  (Oxoid, E15), Streptomycin 10  $\mu\text{g}$  (Oxoid, S10), Penicilin 10  $\mu\text{g}$  (Oxoid, P10), Amoxicillin/Clavulanic asit 30  $\mu\text{g}$  (2:1; Oxoid, AMC 30) ve Cephalexin 30  $\mu\text{g}$  (Oxoid, CL 30) disk diffüzyon yöntemine göre steril pens ile aralarındaki mesafe en az 2 cm olacak şekilde besiyeri üzerine yerleştirilmiştir. Bu işlemden sonra petri ters çevrilerek 37°C'de 18-24 saat aerob koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda oluşan şeffaf zon çapları dijital kumpasla ölçülerek değerlendirilmiştir.

## 2.4. Nar kabuğunun antibakteriyel etkisinin belirlenmesi

Nar kabuğuna ait antibakteriyel etkinin belirlenmesinde delik agar diffüzyon yöntemi kullanılmıştır (Temiz, 2010). Bu yöntemde; Mueller-Hinton besiyerine her bakteri suşu ayrı ayrı inoküle edilmiş, bakteri solüsyonunun besiyerine emilmesinden sonra, besiyeri üzerine 0.5 cm çaplarında her bir kuyucuk arasında en az 2 cm olacak şekilde kuyucuklar açılmıştır. Önceden hazırlanan nar kabuğunun farklı solüsyonlarının her birinden 30 $\mu\text{L}$  olacak şekilde kuyucuklara aktarılmış, yaklaşık 20 dakika boyunca besiyerine emilmesi sağlanmıştır. Sonra petri ters çevrilerek 37°C'de 18-24 saat aerob koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda oluşan şeffaf zon çapları dijital kumpasla ölçülerek değerlendirme yapılmıştır. Çizelge 1'de ise zon çapına bağlı olarak antimikrobiyal şiddetin yorumlanması için kullanılan değerler gösterilmiştir.

Çizelge 1. Zon çapına bağlı olarak antimikrobiyal etki (Ponce ve ark., 2003)

Zon çapı (mm)	Antimikrobiyal şiddet	Tespit
Çap<8.00	Etkisiz	-
9.00<Çap<14.00	Düşük etkili	+
15.00<Çap<19.00	Etkili	++
Çap>20.00	Aşırı etkili	+++

## 2.5. Nar kabuğunun bakterilere karşı minimum inhibisyon konsantrasyonunun (MİK) belirlenmesi

Bu çalışmada kullanılan *S. aureus*, *E. coli* ve *B. cereus*'a karşı MİK değerleri tüp dilüsyon yöntemine göre yapılmıştır. Bu amaçla %20 nar kabuğu solüsyonunun, distile su ile tüplere iki kat seyreltileri hazırlanmış, bu tüplere her bakteri kültüründen bir öze dolusu inoküle edilmiştir. Sonra 37°C'de 18-24 saat aerob koşullarda inkübasyona bırakılmışlardır. İnkübasyon sonunda tüplerde oluşan bulanıklığa göre bakterilerin üremeleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca ileri aşamada da tüplerden bir öze dolusu kültür alınarak bakterilerin spesifik besiyerine ekimleri yapılmış, yine 37°C'de 18-24 saat aerob koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda bakterilerin hangi konsantrasyonda üreme gösterdikleri tespit edilmiştir. MİK değeri ise, üremenin olmadığı en düşük konsantrasyon olarak belirlenmiştir (Temiz, 2010).

Çalışma üç tekerrür ve üç paralel olarak yürütülmüştür. Disklerin etrafında meydana gelen düzgün zonlarda tek noktadan, düzgün oluşmamış zonlarda ise 3 farklı noktadan ölçüm

gerçekleştirilmiştir. Çalışmada elde edilen bulguların analizi için SPSS 22.0 istatistik paket programı (SPSS, 2013) kullanılmış, ölçümlerin ortalaması alınarak varyans analizine tabii tutulmuş, önemlilik çıktığında Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır ( $P<0.05$ ).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çizelge 2'de nar kabuğu tozu ile hazırlanan sulu çözeltilerin bazı özellikleri verilmiştir. Bu sonuçlara göre çözeltilerin pH, O/R ve EC değerleri arasındaki farklılık önemli bulunurken ( $P<0.01$ ), konsantrasyon artışı ile pH azalmış, O/R ve EC değerleri ise düşüş göstermiştir. Bununla birlikte pH aralığı 3.68-3.91, O/R aralığı 187.52-199.30 mV ve EC meter aralığı ise  $0.39-0.48 \mu\text{Scm}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. pH değeri mikroorganizmaların gelişmeleri üzerine etkili olan parametrelerin başında gelmektedir. Gıdaların asidik veya bazik özelliklerinin belirlenmesi, kalite, gıda güvenliği ve işleme gibi özellikler açısından önemlidir denilebilir. Mikroorganizmalar açısından bakıldığında küfler 1.2-4.5, mayalar 1.5-4.0 ve bakteriler ise 4.5-6.5 pH aralığında gelişebilirlerken (Temiz, 2015), *S. aureus*'un 4.0, *E. coli*'nin 4.3 ve *B. cereus*'un da 4.9 en düşük pH değerlerinde üreyebildikleri bilinmektedir (Karapınar & Aktuğ Gönül, 2015). Bu çalışmada incelenen örneklerde belirlenen pH değerlerinin 3.68-3.91 aralığında olması bu bakterilerin gelişmelerinin olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Nar kabuğunda mevcut olan organik asit miktarı antibakteriyel etkinin artışı sağlamıştır. Bununla birlikte denemelerimizde konsantrasyon artışı ile pH değerinin düşmesi nar kabuğunun düşük pH değerine bağlanabilir. Sonuçlarımıza benzer şekilde Kennas ve ark. (2020)'de yaptıkları bir çalışmada nar kabuğu tozunun pH değerini 3.82 olarak, Jalal ve ark. (2018)'nin ise 3.83 olarak ölçerek, asidik karakterde bir materyal olduğunu vurgulamışlardır.

Oksidasyon-redüksiyon potansiyeli değeri, pH gibi mikroorganizmaların gelişiminde etkili önemli iç faktörlerden biridir. Bu değer gıdanın  $\text{O}_2$  alışı-verişiyle, yani yükseltgenme indirgenme reaksiyonlarının belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Aerob koşullarda pozitif değer alırken, anaerob koşullarda ise negatif değer almaktadır. Bu kapsamda incelenen mikroorganizmalardan *S. aureus* genellikle aerob olup anaerob ortamda da geliştiğinden fakültatif aerobtur. *E. coli* fakültatif anaerob ve *B. cereus* ise aerob özellik göstermektedir (Temiz, 2015). Bu çalışmada O/R değerlerinin 187.52-199.30 mV aralığında olması oksidasyonun göstergesi olarak algılanmakta, aerob mikroorganizma varlığına işaret etmektedir. Yani gıdalarda bozulmanın aerob koşullarda gerçekleşebileceğini düşündürmektedir. Nitekim, Özdemir ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada toplam aerobik mezofilik bakteri ve toplam aerobik psikrofilik bakteri sayılarının nar kabuğu katılmayan köftelere göre 3. ve 6. günlerde yaklaşık 1 log seviyesinde azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca Al-Zoreky (2009) tarafından yapılan bir çalışmada; nar kabuğunun *Aspergillus niger* küfüne karşı sadece su-metanoldeki ekstraktının etkili (12 mm) olduğu ancak su, dietil-eter ekstraktlarının ve tannin ile ampisilin antibiyotiklerinin etkili olmadığı belirtilmiştir. Özdemir ve ark. (2014) ve Al-Zoreky (2009)'nin çalışmalarında bahsedilen mikroorganizmaların aerob özellikte oluşlarının oksidasyon özelliklerinin olduğunu düşündürmekte, böylece oksidasyon redüksiyon değerlerinin pozitif olmasını akla getirmektedir.

EC değeri, gıdaların elektriksel akımı iletme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu değer gıdalarda bulunan bileşenlerin tipi ve miktarının fonksiyonu olup, tuzlar, asitler, bazı gamlar ve kıvam verici maddeler gibi elektrolit içeren gıdaların elektriksel iletkenliği üzerine önemli etkileri bulunmaktadır (Singh & Heldman, 2015). Ayrıca bu değer sıcaklık ve su/iyon içeriğiyle de doğrusal ilişki göstermektedir (Jha ve ark., 2011). Suda kontaminantları ve mikrobiyal aktiviteyi belirlemek için gıda endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kaptan & Kayısoglu, 2016). İncelenen çözeltilerde elektriksel iletkenlik aralığının konsantrasyon artışına bağlı olarak arttığı gözlenmiş ve bu durum madde veya iyonlaşma miktarının artışına bağlanmıştır. Çizelge 2'den de anlaşılacağı üzere, nar kabuğu konsantrasyonu artışıyla EC değerinde bir artış gözlenmiştir bu da antimikrobiyal maddelerin geçişinin fazla olduğunu düşündürmektedir. Başka bir çalışmada, Tsuchiya ve ark. (2020) geleneksel olarak üretilen kırsak sütünden elde edilen fermente süt ürününün EC değerlerindeki artışın mikrobiyal metabolizma aktivitesinin bir sonucu olduğunu, böylelikle ürünlerdeki duyu özellikleri üzerine önemli ( $P<0.05$ ) rolünün olduğunu belirtmişlerdir.

Sonuçlara bakıldığında nar kabuğunda pH, O/R ve EC değerlerindeki farklılıkların temelinde kullanılan nar kabuğu tozunun miktarının etkili olduğu anlaşılmaktadır. Bizim çalışmamızdaki değerler ile diğer çalışmalar arasındaki farklılıkların temelinde ise nar kabuğu tozu miktarının yanında,

değişik ekstraktların kullanımının veya farklı çözücülerde elde edilen ekstraktların kullanımının olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Nar kabuğu tozundan hazırlanan çözeltilerin bazı fiziksel özellikleri

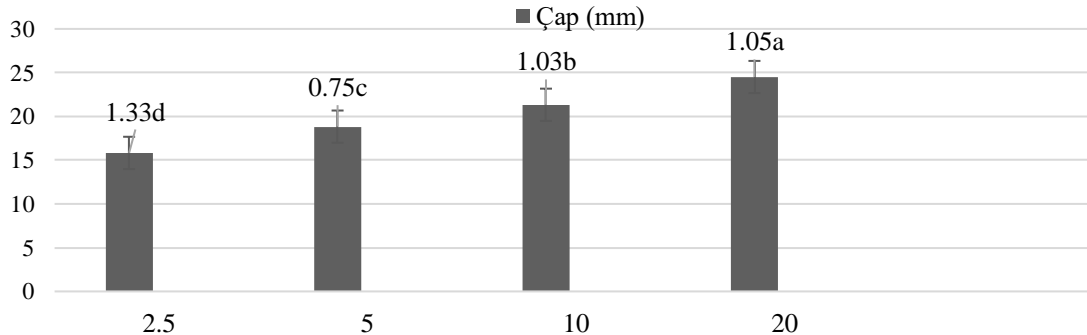
Özellik	%2.5 NKT	%5 NKT	%10 NKT	%20 NKT
pH	3.91±0.05 <sup>a</sup>	3.82±0.07 <sup>b</sup>	3.76±0.02 <sup>c</sup>	3.68±0.00 <sup>d</sup>
O/R (mV)	187.52±0.13 <sup>d</sup>	191.35±1.16 <sup>c</sup>	195.28±1.01 <sup>b</sup>	199.30±0.46 <sup>a</sup>
EC (µScm <sup>-1</sup> )	0.39±0.01 <sup>c</sup>	0.43±0.01 <sup>b</sup>	0.47±0.03 <sup>a</sup>	0.48±0.02 <sup>a</sup>

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda bazı standart antibiyotiklerin çalışmamıza konu olan patojen bakterilere karşı gösterdiği etki P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuş, ölçülen zon çapları Çizelge 3'te sunulmuştur. Bu tablodaki standart antibiyotikler antibakteriyel etki şiddetleri yönünden (Çizelge 1) incelendiğinde, *S. aureus* üzerine erythromycin, penicillin, amoxycillin/clavulanic asit ve cephalexin “aşırı etkili”, streptomycin ise “etkili” olmuştur. *E. coli*'ye karşı cephalexin “aşırı etkili”, streptomycin ile amoxycillin/clavulanic asit “etkili”, erythromycin “düşük etkili”, penicillin ise “etkisiz” bulunmuştur. Ayrıca, *B. cereus* üzerine erythromycin ve streptomycin “aşırı etkili” olurken, diğer antibiyotiklerin şiddeti “etkisiz” olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Bazı önemli gıda patojenlerinin standart antibiyotiklere karşı dirençliliği/duyarlılığı (mm)

	Erythromycin (15µg)	Streptomycin (10 µg)	Penicillin (10 µg)	Amoxycillin/Clavulanic asit (30 µg)	Cephalexin (30 µg)
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	27.33±0.82 <sup>c</sup>	16.33±0.82 <sup>d</sup>	33.83±1.83 <sup>a</sup>	31.50±1.05 <sup>b</sup>	26.83±1.47 <sup>c</sup>
<i>E. coli</i> ATCC 25922	11.16±0.75 <sup>d</sup>	19±0.89 <sup>b</sup>	0 <sup>e</sup>	18±0.63 <sup>c</sup>	20.33±0.52 <sup>a</sup>
<i>B. cereus</i> ATCC 10876	29.17±0.75 <sup>a</sup>	22.17±0.75 <sup>b</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>	6.17±0.41 <sup>c</sup>

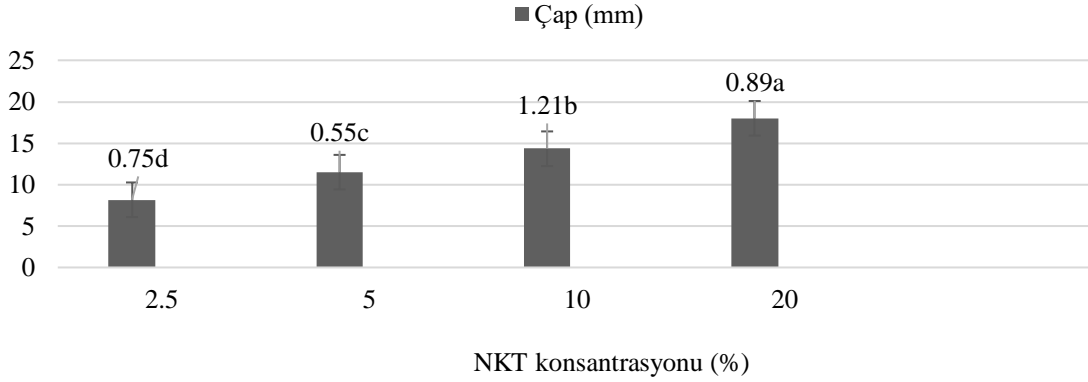
Çalışmada farklı oranda nar kabuğu (NKT) tozu içeren çözeltilerin *S. aureus* patojeninin oluşturduğu zon çapı üzerine etkisi P<0.01 düzeyinde önemli çıkarken, konsantrasyon artışının zon çapını artırdığı gözlenmiştir (Şekil 1). En yüksek zon çapı 24.50 mm olarak % 20 NKT içeren çözeltide ölçülmüştür. Bu sonuca benzer şekilde Akarca & Başpınar (2019)'da nar kabuğu ve çekirdeğinin farklı çözücülerdeki ekstraktları ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında yedi farklı gıda patojenine karşı antimikrobiyal etkinin gözlemlendiği ve *S. aureus* için elde edilen ortalama 20.22 mm zon çapının oldukça yüksek bir değer olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Al-Zoreky (2009) tarafından yapılan bir çalışmada nar kabuğunun su ve eter ekstraktlarında inhibisyon zonu oluşturmadığını, ancak su-metanol çözücüsündeki ekstraktın metisiline dirençli *S. aureus* suşu üzerine 16 mm çapında inhibisyon zonu oluşturduğunu belirtmiş ve nar kabuğunun bu mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal özellik gösterdiği belirtilmiştir.



Şekil 1. Farklı konsantrasyonlardaki nar kabuğu tozu çözeltilerinin *S. aureus* patojenine karşı antimikrobiyal etkileri.

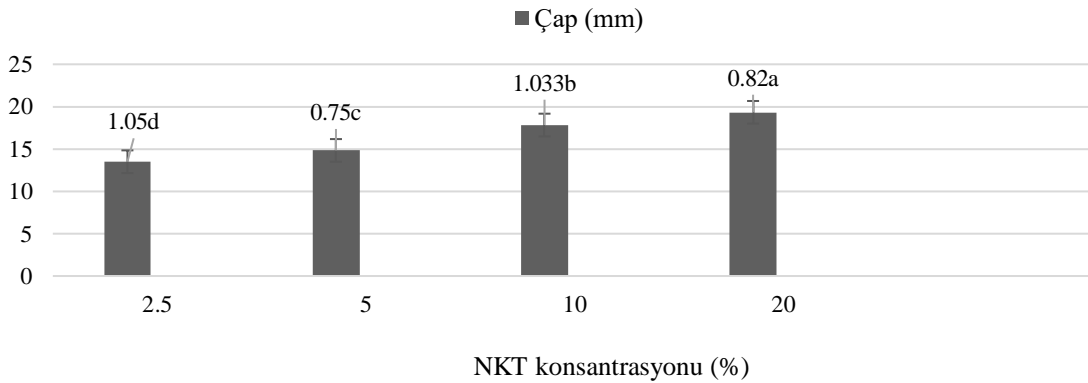
Hazırlanan çözeltilerin *E. coli* patojeni üzerine etkisini gösteren veriler Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere hazırlanan çözeltilerin etkisi P<0.01 düzeyinde önemli

çıkarken, konsantrasyon arttıkça zon çapı artmış, en yüksek çap ise 18 mm olarak % 20 NKT konsantrasyonda tespit edilmiştir. Akarca & Başpınar (2019) da nar kabuğu ve çekirdeğinden elde ettikleri ekstraktlarda *E. coli* için oluşan zon çapını ortalama 17.03 mm olarak ölçerek, bizim uygulamamızdaki %20'lik çözeltide belirlenen değere yakın bir sonuç bulmuşlardır. Başka bir çalışmada ise nar kabuğunun sulu ve eter ekstraktlarında inhibisyon zonu oluşmadığını ancak su-metanol çözücüsündeki ekstraktın *E. coli* üzerine 16 mm çapında inhibisyon zonu oluşturduğu belirtilmiş ve nar kabuğunun antimikrobiyal özelliğe sahip olduğu ifade edilmiştir (Al-Zoreky, 2009).



Şekil 2. Farklı konsantrasyonlardaki nar kabuğu tozu çözeltilerinin *E. coli* patojenine karşı antimikrobiyal etkileri.

Son olarak NKT çözeltilerinin *B. cereus* patojeni üzerine etkisi Şekil 3'te gösterilmiştir. Buradaki sonuçlardan da anlaşılacağı üzere, NKT kullanımı zon çapını etkilerken, kabuk tozu miktarı artışı zon çaplarını artırmıştır ( $P < 0.01$ ). Bu grupta en yüksek zon çapı diğerlerine benzer şekilde 19.33 mm olarak % 20 NKT çözeltilisini içeren örneklerde ölçülmüştür. Yine Akarca & Başpınar (2019) tarafından yapılan benzer bir çalışmada; *B. cereus* için oluşan zon çapı yaklaşık 21 mm ölçülerek bizim % 20'lik çözeltide belirlediğimiz değere yakın bir sonuç bulunmuştur. Bahsedilen çalışmada nar kabuğu ve çekirdeğinden elde edilen ekstraktların önemli bir antimikrobiyal etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır. Başka bir çalışmada, Balaban ve ark. (2021) nar kabuğunun farklı çözücülerden elde ettikleri ekstraktlar ile yaptıkları uygulamada ekstraktların *B. cereus* türünde en yoğun dilisyonda 17-33 mm aralığında zon çapına sebep olduklarını ve dilisyonlar seyredikçe oluşan zon çapının azaldığını tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar 1/25 oranındaki dilisyonda inhibisyon zon çapının 13-15 mm aralığında olduğunu ve nar kabuğunun bu türe karşı antimikrobiyal madde olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.



Şekil 3. Farklı konsantrasyonlardaki nar kabuğu tozu çözeltilerinin *B. cereus* patojenine karşı antimikrobiyal etkileri.

Hazırlanan çözeltilerin incelenen patojenler üzerine MİK değerleri Çizelge 4'te gösterilmiştir. Bu tablodan anlaşılacağı üzere, en düşük dozda bile nar kabuğunun antibakteriyel etkisi sırasıyla en fazla *S. aureus*, *B. cereus* ve *E. coli* olarak belirlenmiştir. Buna göre MİK değerleri sırasıyla, 1/128

(7.81 mg/mL), 1/64 (15.62 mg/mL) ve 1/8 (125 mg/mL) olarak saptanmıştır. Yapılan bu çalışmada *S. aureus* yönünden 7.81mg/mL olarak saptanan MİK değerinin Prashanth ve ark. (2001), Novitri & Kurniati (2021) ile Nuamsetti ve ark. (2012)'na göre düşük olduğu ancak Demir ve ark. (2019) ile Peršurić ve ark. (2020)'nın bulgularına göre ise yüksek olduğu anlaşılmıştır. *E. coli* için belirlenen MİK değeri Prashanth ve ark. (2001), Demir ve ark. (2019) ile Peršurić ve ark. (2020)'nin bulgularına göre yüksek, Nuamsetti ve ark. (2012) ile Dey ve ark. (2012)'nin bulgularına göre ise düşük bulunmuştur. Ayrıca *B. cereus* için saptanan MİK değeri ise (15.62 mg/mL), Akarca & Başpınar (2019) tarafından distile sudaki ekstraktta 62.5 mg/mL olarak belirledikleri değerden düşük bulunmuştur. Bahsedilen çalışmalar göz önüne alındığında MİK değerlerinde ortaya çıkan farklılıkların ekstraksiyon işlemlerinde kullanılan çözücülerden, ekstraksiyon yöntemlerinden ve kullanılan bakteri suş ile miktarlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. Nar kabuğu tozu sulu ekstraktının bazı önemli gıda patojenlerine karşı MİK değerleri (mg/mL)

Mikroorganizma	20	10	5	2.5	1.25	0.625	0.312	0.156	0.078	0.039	0.018
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B. cereus</i> ATCC 10876	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+

Yapılan çalışmada özellikle Çizelge 1'deki değerler göz önüne alındığında *S. aureus* üzerine NKT'nin antimikrobiyal etkisi % 10 ve % 20 NKT ile erythromycin, penicillin, amoxycillin/clavulanic asit ve cephalixin "aşırı etkili" olmasıyla, % 5 ve % 2.5 NKT ise streptomycin ile "etkili" olmasıyla benzerlik göstermiştir. Ayrıca, *E. coli* için %20 NKT ile amoxycillin/clavulanic asit ve streptomycinin "etkili" şiddette oluşları benzerlik gösterirken, *B. cereus*'ta % 20 NKT ile erythromycin ve streptomycinin "aşırı etkili" olması benzerlik göstermiş, diğer muameleler olan % 2.5, 5, ve 10 NKT uygulamalarının ise diğer antibiyotiklere nazaran daha etkili olduğu anlaşılmıştır. Bununla birlikte çalışmada gıda patojenlerine karşı gerek standart antibiyotiklerin ve gerekse de nar kabuğunun antibakteriyel etkilerinin bazı araştırmacıların bulgularından farklı olması, nar kabuğunun miktarı, elde edilmiş yöntemi veya bakteri izolatlarının farklı besiyerlerinde, farklı seviyelerde inoküle edilmesi gibi faktörlere bağlanabilir.

#### 4. Sonuç

Çalışma sonucunda nar kabuğu tozunun *S. aureus*, *E. coli* ve *B. cereus* üzerine antibakteriyel etkilerinin olduğu anlaşılmıştır. Ortamdaki NKT konsantrasyonu arttıkça bu patojenlere karşı antibakteriyel etki artış gösterirken, en fazla antibakteriyel etki %20 NKT'de belirlenmiştir. Ayrıca, NKT'nin antibakteriyel etkisi sırasıyla en fazla *S. aureus*, *B. cereus* ve *E. coli* şeklinde olmuştur. Antibakteriyel etkilerine paralel olarak çalışmada belirlenen MİK değerlerinin ise sırasıyla en yüksek *E. coli*, *B. cereus* ve *S. aureus* olduğu, yani nar kabuğu solüsyonuna en dayanıklı bakteri *E. coli* iken en hassas olanı ise *S. aureus* olduğu anlaşılmıştır. Bahsedilenler doğrultusunda NKT'nin gıda sektöründe patojenlere karşı doğal koruyucu olarak kullanımının hem ekonomik hem de sağlıklı beslenme açısından önemli katkılar sağlayabileceği kanaatine varılmıştır.

#### Kaynakça

- Akarca, G., & Başpınar, E. (2019). Determination of pomegranate peel and seed extracted in different solvents for antimicrobial effect. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(1), 46-53. doi: 10.24925/turjaf.v7isp1.46-53.2689
- Akhtar, S., Ismail, T., & Layla, A. (2019). Pomegranate Bioactive Molecules and Health Benefits. In K. G. Ramawat, & J. M. Merillon (Eds.), *Bioactive Molecules in Food* (pp. 1253-1279). Switzerland: Springer, Cham.

- Aliyari, P., Bakhshi Kazaj, F., Barzegar, M., & Ahmadi Gavlighi, H. (2020). Production of functional sausage using pomegranate peel and pistachio green hull extracts as natural preservatives. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(1), 159-172.
- Al-Zoreky, N. (2009). Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. *International Journal of Food Microbiology*, 134(3), 244-248. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.07.002
- Anonim. (2017). Siirt Valiliği Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü faaliyet raporu (2013-2017). <https://siirt.tarimorman.gov.tr/Lists/SolMenu/Attachments/23/2013-2017%20Faaliyet%20Raporu.pdf> Erişim tarihi: 10.04.2022.
- Anonim, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim tarihi: 10.04.2022.
- Balaban, M., Koc, C., Sar, T., & Yesilcimen Akbas, M. (2021). Antibiofilm effects of pomegranate peel extracts against *B. cereus*, *B. subtilis*, and *E. faecalis*. *International Journal of Food Science and Technology*, 56, 4915–4924. doi: 10.1111/ijfs.15221
- Cemeroğlu, B. S. (2013). *Gıda Analizleri* (3. Baskı). Ankara, Türkiye: Bizim Grup Basımevi.
- Demir, T., Akpınar, Ö., Kara, H., & Güngör, H. (2019). Nar (*Punica granatum* L.) kabuğunun in vitro antidiyabetik, antiinflamatuvar, sitotoksik, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi. *Akademik Gıda*, 17(1), 61-71. doi: 10.24323/akademik-gida.544647
- Dey, D., Debnath, S., Hazra, S., Ghosh, S., Ray, R., & Hazra, B. (2012). Pomegranate pericarp extract enhances the antibacterial activity of ciprofloxacin against extended-spectrum  $\beta$ -lactamase (ESBL) and metallo- $\beta$ -lactamase (MBL) producing Gram-negative bacilli. *Food and Chemical Toxicology*, 50(2012), 4302-4309. doi: 10.1016/j.fct.2012.09.001
- İzol, G. (2012). *Güneydoğu Anadolu bölgesinde yetiştirilen Zivzik ve Görümlü narlarının fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.
- Jalal, H., Pal, M. A., Ahmad, S. R., Rather, M., Andrabi, M., & Hamdani, S. (2018). Physico-chemical and functional properties of pomegranate peel and seed powder. *The Pharma Innovation Journal*, 7(4), 1127-1131.
- Jha, S. N., Narsaiah, K., Basediya, A. L., Sharma, R., Jaiswal, P., Kumar, R., & Bhardwaj, R. (2011). Measurement techniques and application of electrical properties for nondestructive quality evaluation of foods—A review. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4), 387-411. doi: 10.1007/s13197-011-0263-x
- Kaptan, B., & Kayısoglu, S., (2016). Using of electrical conductivity on food control and food process. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 2(6), 1835-1846.
- Karapınar, M., & Aktuğ Gönül, Ş. (2015). Gıdalarda İndikatör ve Patojen Mikroorganizmalar, Gıda Kaynaklı Mikrobiyal Hastalıklar. In A. Ünlütürk, & F. Turantaş (Eds.), *Gıda Mikrobiyolojisi*, (pp. 107-162). İzmir, Türkiye: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Kennas, A., Amellal-Chibane, H., Kessal, F., & Halladj, F. (2020). Effect of pomegranate peel and honey fortification on physicochemical, physical, microbiological and antioxidant properties of yoghurt powder. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(1), 99-108. doi: 10.1016/j.jssas.2018.07.001
- Konca, T. (2012). *Punica granatum* L. bitkisinin antibakteriyel etkisinin araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye.
- Kurt, H., & Şahin, G. (2013). Bir ziraat coğrafyası çalışması: Türkiye’de nar (*Punica granatum* L.) tarımı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 551-574.
- Morsy, M. K., Mekawi, E., & Elsabagh, R. (2018). Impact of pomegranate peel nanoparticles on quality attributes of meatballs during refrigerated storage. *LWT- Food Science and Technology*, 89, 489-495. doi: 10.1016/j.lwt.2017.11.022
- Novitri, S. A., & Kurniati, N. F. (2021). Combination effect of ethanol extract of pomegranate peel (*Punica granatum* L.) and lemongrass stalk (*Cymbopogon citratus*) against *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. *Advances in Health Sciences Research*, 39, 20-25.
- Nuamsetti, T., Dechayuenyong, P., & Tantipaibulvut, S. (2012). Antibacterial activity of pomegranate fruit peels and arils. *Science Asia*, 38, 319-322. doi: 10.2306/scienceasia1513-1874.2012.38.319



- Özdemir, H., Soyer, A., Şeref, T., & Turan, M. (2014). Nar kabuğu ekstraktının antimikrobiyel ve antioksidan aktivitesinin köfte kalitesine etkisi. *Gıda*, 39(6), 355-362. doi: 10.15237/gida.GD14052
- Peršurić, Ž., Saftić Martinović, L., Malenica, M., Gobin, I., Pedisić, S., Dragović-Uzelac, V., & Kraljević Pavelić, S. (2020). Assessment of the biological activity and phenolic composition of ethanol extracts of pomegranate (*Punica granatum* L.) peels. *Molecules*, 25(5916), 1-13. doi: 10.3390/molecules25245916
- Ponce, A. G., Fritz, R., Del Vella, C., & Roura, S. I. (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *LWT- Food Sciences and Technology*, 36(7), 679-684. doi:10.1016/S0023-6438(03)00088-4
- Prashanth, D., Asha, M., & Amit, A. (2001). Antibacterial activity of *Punica granatum*. *Fitoterapia*, 72, 171-173. doi: 10.1016/S0367-326X(00)00270-7
- Saeed, F., Afzaal, M., Tufail, T., & Ahmad, A. (2019). Use of Natural Antimicrobial Agents: A Safe Preservation Approach. In I. Var & S. Uzunlu (Eds.), *Active Antimicrobial Food Packaging* (1<sup>st</sup> ed., pp. 7-24). London, UK: Intechopen Ltd. doi: 10.5772/intechopen.74450
- Singh, R. P., & Heldman, D. (2015). *Introduction to Food Engineering (Enhanced Fifth edition)*. T. Baysal, F. İçier (Çev.). Ankara, Türkiye: Nobel Akademik Yayıncılık.
- SPSS. (2013). IBM SPSS Statistics 22.0 for Windows, Armonk, NY.
- Şimşek, M., & Gülsoy, E. (2017). Güneydoğu Anadolu Bölgesinin nar (*Punica granatum* L.) potansiyeli konusunda bir araştırma. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(2), 31-41. doi: 10.21597/jist.2017.134
- Temiz, A. (2010). *Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri* (5. Baskı). Ankara, Türkiye: Hatiboğlu Yayınevi.
- Temiz, A. (2015). Mikroorganizmalar ve Gıda, Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Faktörler. In A. Ünlütürk, & F. Turantaş (Eds.), *Gıda Mikrobiyolojisi* (pp. 52-82). İzmir, Türkiye: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Tsuchiya, R., Kawai, T., Bat-Oyun, T., Shinoda, M., & Morinaga, Y. (2020). Electrical conductivity, pH, minerals, and sensory evaluation of airag (fermented mare's milk). *Foods*, 9(333), 2-6. doi: 10.3390/foods9030333
- Tunç, K., Konca, T., & Hoş, A., (2013). *Punica granatum* Linn. (nar) bitkisinin antibakteriyel etkisinin araştırılması. *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(2), 167-172.
- Vardin, H., Karaaslan, M., Yılmaz, F., İzol, G., Cesur, Ö., Yüksekaya, S., & Çevik, G. (2012). *Zivzik ve Görümlü Narlarının Özelliklerinin Ve Katma Değerli Ürünlere İşlenebilirliğinin Belirlenmesi Projesi* (pp: 44). Şanlıurfa, Türkiye: DİKA (Dicle Kalkınma Ajansı), Grafinet Medya.