

Borik asitin dezenfektan etkinliğinin araştırılması

Investigation of disinfectant effectiveness of boric acid

Yasemin ZER¹ (ID), Fatma Nur KARABACAK¹ (ID), Ayşe BÜYÜKTAŞ MANAY¹ (ID)

ÖZET

Amaç: Borik asit doğada bileşikler halinde bulunan ve birçok alanda etkinliği gösterilmiş olan bir elementtir. İnsan ve çevre için toksik olmaması ve doğal yollardan elde edildiğinden ekonomik olması dikkat çeken başlıca özelliklerindedir. Bu çalışma borik asidin dezenfektan etkinliğinin araştırılması amacı ile yapılmıştır.

Yöntem: Liyofilize borik asidin farklı konsantrasyonlarında (%1, 2, 4, 6) süspansiyonları hazırlanarak, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Streptococcus mutans* ATCC 25175 izolatları ve kan kültürü örneklerinden izole edilen farklı direnç paternine sahip 20 farklı mikroorganizma (*Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Candida albicans*, *Candida parapsilosis*, *Streptococcus mitis/oralis*) olmak üzere toplam 25 izolata karşı kalitatif süspansiyon yöntemi ile dezenfektan etkinliği araştırılmıştır. Kalitatif süspansiyon yönteminde; farklı konsantrasyondaki borik asit ile seçilen bakteriler 1, 2, 5, 10, 30 dakikalık sürelerde temas ettirilmiştir. Temas süreleri sonunda,

ABSTRACT

Objective: Boric acid is an element that is found as compounds in the nature and has been shown to be effective in many areas. Being non-toxic for human and the environment and economical due to obtained naturally are the main remarkable properties. This study was conducted to investigate the disinfectant efficiency of boric acid.

Methods: A suspension of lyophilized boric acid in different concentrations (1, 2, 4, 6%) was prepared then disinfectant activity against a total of 25 isolates including *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Streptococcus mutans* ATCC 25175 and 20 different microorganisms with different resistance pattern (*Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Candida albicans*, *Candida parapsilosis*, *Streptococcus mitis/oralis*) isolated from blood samples was investigated by qualitative suspension method. In the qualitative suspension method; boric acid at different concentrations and selected bacteria were contacted for 1, 2, 5, 10, 30 minutes. At the end of the contact periods, neutralizing solution was added to stop the effects of

¹Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji AD, Gaziantep



İletişim / Corresponding Author : Yasemin ZER
Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Gaziantep - Türkiye
E-posta / E-mail : yaseminzer@hotmail.com

Geliş Tarihi / Received : 20.06.2020
Kabul Tarihi / Accepted : 09.03.2021

DOI ID : 10.5505/TurkHijyen.2022.54251

Zer Y, Karabacak FN, Büyüktaş Manay A. Borik asitin dezenfektan etkinliğinin araştırılması. Türk Hij Den Biyol Derg, 2022; 79(1): 145 - 152

ekimlerden önce maddelerin etkilerinin durdurulması için nötralizan çözeltisi ilave edildi ve ardından tryptone soya agara ekim yapılmıştır. 48 saat inkübasyon sonunda bakterilerin üreyip üremedikleri değerlendirilmiştir.

Bulgular: Borik asidin %1 konsantrasyonda ve test edilen sürelerde etkinliği saptanmamıştır. %2 konsantrasyonda 5 dakikalık temasta bakterilerin çoğuna ve 10. dakikada tümüne, %4 konsantrasyonda 5. dakikadan itibaren tümüne ve %6 konsantrasyonda 1. dakikadan itibaren tümüne karşı etkin olduğu bulunmuştur. *Candida* spp. türlerinde %1 konsantrasyonda etkinlik saptanmazken, %2'lik konsantrasyonda 1. dakikadan itibaren tümüne etkin bulunmuştur.

Sonuç: Borik asidin düşük konsantrasyonda dâhi bakteri ve *Candida* spp. türlerine karşı etkili antimikrobiyal bir madde olduğu saptanmıştır. Dezenfeksiyon amacı ile kullanıma aday bu madde ile ilgili güvenlik, stabilite gibi değişkenlerin de irdelendiği çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı düşünülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Borik asit, dezenfektan etkinlik, klinik izolat, kalitatif süspansiyon yöntemi

the substances before culturing, and then cultured on tryptone soy agar. At the end of 48 hours incubation, After incubation, the bacteria were assessed for the presence or absence of proliferation.

Results: The efficacy of boric acid at a concentration of 1% and the tested durations was not determined. It was found that boric acid at a concentration of 2% with 5 minutes contact time was efficient against almost all bacteria and to all at 10th minute, to all at 4% concentration since 5th minute and to all at 6% concentration since 1st minute. While efficacy was not determined at 1% concentration in *Candida* spp. species, it found to be effective in all at the 2% concentration from the 1st minute.

Conclusion: It has been found that boric acid is an antimicrobial agent effective against bacteria and *Candida* spp. species even at low concentrations. It will be beneficial to carry out studies that examine variables such as safety and stability related to this substance, which is used for disinfection purposes.

Key Words: Boric acid, disinfectant efficiency, clinical isolate, qualitative suspension method

GİRİŞ

Bor, periyodik tabloda 3A grubunun ilk sırasında yer alan bir element olup yaklaşık 4000 yıldır insanlar tarafından farklı alanlarda kullanılmaktadır (1, 2). Havada, toprakta ve suda 250'nin üzerinde bor bileşiği bulunmaktadır. Borun oksijene ilgisinin yüksek olmasından ötürü borat olarak adlandırılan pek çok bor-oksijen bileşiği bulunur. Bor oksit (B_2O_3) ve borik asit (H_3BO_3) bu bileşikler içerisinde en basit yapıları olanlardır. Çevresel alanlarda bol miktarda bulunan bor rezervlerinin büyük bir kısmı da ülkemizde bulunmaktadır (2).

Bor elementinin okside edilmiş hali olan borik asit kimyasal yapısı itibari ile birçok molekül ile stabil birleşikler yapabilmekte olup, oluşan kompleks

ürünlerin farklı kullanım alanları vardır (2, 3). Bor bileşikleri; cam, seramik, temizlik, beyazlatma, kozmetik, metalurji, nükleer enerji, bilgisayar ve uçak sanayi, tarım ve sağlık alanı gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bor, kalsiyum, magnezyum ve fosfor mineralleri ile D vitamininin vücutta korunmasına ve etkili bir şekilde kullanılmasına yardımcı olarak diş ve kemik sağlığının korunmasına katkıda bulunur. İnsan için eser elementlerden birisi olan bor vücutta çeşitli metabolik fonksiyonların gerçekleşmesinde de önemlidir (2, 4). Borun insan dokularında biyokimyasal etki mekanizması ile ilgili çok az veri bulunmaktadır. Düşük molekül ağırlığına sahip olması ve cis-hidroksil grubu içeren organik moleküller (polisakkaritler, adenzin-5-fosfat, piridoksin, riboflavin, dehidroaskorbik asit, piridin

gibi) ile reaksiyona girmesinin biyolojik fonksiyonu için önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca borun hücre zarı fonksiyonlarında ve stabilitesinde, hormon reseptörleri ve transmembran sinyallerde etkili olabileceği düşünülmektedir (5). Medikal olarak bor bileşikleri osteoporoz ve romatoid artrit, Bor Nötron Yakalama Tedavisi (Boron Neutron Capture Therapy, BNCT) ile nükleere tıp alanında, yara ve yanık bakımında, antiseptik olarak lens solüsyonlarında, merhemlerde, gargaralarda ve göz damlalarında kullanılmaktadır. Ayrıca multiple myelom tedavisinde “Bortezomib” adlı, bor içeren ve Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi (Food and Drug Administration, FDA) tarafından onaylı bir ilaç kullanılmaktadır (2, 6-8).

Besin ve su ile bor alımı coğrafik koşullara ve diyetsetel özelliklere bağlı olarak değişse de günlük toplam 1-7 mg'dır. İnsanlar için borik asidin en düşük letal dozu ağız yolu ile alındığında 640 mg/kg, deri yoluyla alındığında 8600 mg/kg, enjeksiyonla alındığında 29 mg/kg'dır. İnsanların bir günde toplamda 500 mg daha fazla borik asit alması durumunda; sindirim sistemi bulguları (bulantı, kusma, ishal), merkezi sinir sistemi bulguları (baş ağrısı, karın ağrısı, baş dönmesi, oryantasyon bozukluğu, istemsiz kas kasılmaları gibi), şok, halsizlik, ve deri döküntüleri görülebilir. Gıda ve içme suyu ile günlük alınan bor miktarı bu anlamda toksik değil anabolik etkinliğe sahiptir (6).

Dezenfektan maddelerin etkinliğini belirlemek için farklı kriterlere göre değişik testler kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan süspansiyon testleri kolay uygulanabilir ve ekonomik olması, temas süresi, sıcaklık, mikroorganizma türleri gibi aynı anda birçok değişkeni inceleyebilme olanağı sağlamaları nedeniyle tercih edilen testlerdir. Temel prensip, belli konsantrasyonda dezenfektanın standart bakteri süspansiyonu ile belirli sürede temas ettirilip, sürenin sonunda üzerine “nötralizan” olarak ifade edilen kimyasal maddelerle dezenfektan etkinliğinin durdurulmasıdır. Dezenfektanın bakteriler üzerindeki etkisini durdurmak amacıyla değişik nötralizan maddeler kullanılabilir (9). Nötralizan ilavesinden sonra bakterinin katı

besiyerine yapılan pasajında kültürde üreme olması veya olmamasına göre değerlendirilerek, etkisiz veya etkili olduğu belirlenmektedir (10). Değişik ülkelerde dezenfektanların kullanım amacına ve etki etmesi beklenen değişik mikroorganizma gruplarına yönelik olarak farklı standartlar tanımlanmıştır. Türk Standartlar Enstitüsü tarafından kabul edilen TS EN 13727+A2 sayılı standard örnek olarak verilebilir (11). Çalışmamızda bir çok kullanım alanına sahip ve ülkemizde çok miktarda rezervi olan doğal bir maden borik asidin standart referans suşların izolatlarına ve kan kültürü örneklerinden izole edilen farklı mikroorganizmalara karşı dezenfektan etkisi ve etki süresinin incelenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışma, Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarında Kasım 2019-Şubat 2020 tarihleri arasında yapılmıştır. Çalışma öncesi yerel etik kuruldan 2019/213 numaralı çalışma onayı alınmıştır.

Çalışılacak örnek grubunun oluşturulması: Laboratuvarın kültür koleksiyonunda bulunan standart bakteri izolatları ve çalışma grubu olarak belirlenerek -20 °C'de dondurulmuş olan klinik örneklerden izole edilen mikroorganizmalar kullanılmıştır. Çalışmaya dahil edilen mikroorganizmalar; *S. aureus* ATCC 29213, *E. coli* ATCC 25922, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *E. faecalis* ATCC 29212, *S. mutans* ATCC 25175 izolatları ve kan kültürü örneklerinden izole edilen 20 farklı mikroorganizma (tüm izolatlardan iki adet olmak üzere; *A. baumannii*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, *E. coli*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. faecalis*, *C. albicans*, *C. parapsilosis*, *S. mitis/oralis*) olmak üzere toplam 25 izolat belirlenmiştir. Çalışmaya alınan kan kültürü örneklerinde BacT/ALERT 3D (Biomérieux, Fransa) sistemi kullanılmıştır. Bakterilerin tanımlanmaları ve antibiyotik duyarlılık testleri VITEK 2 Compact (bioMérieux, Fransa) sistemi ile yapılmıştır. Antibiyotik duyarlılık testleri (The European Committee on Antimicrobial Susceptibility

Testing EUCAST) kriterlerine göre değerlendirilmiştir (12). Çalışmaya dahil edilen klinik örneklerle ait izolatlar; farklı gruplardan ve kendi gruplarında önemli direnç mekanizmaları göz önüne alınarak seçilmiştir;

-Gram negatif bakteriler çoklu ilaca direnci olan (üç veya daha fazla antimikrobiyal sınıfa dirençli) (13),

- *S. aureus* ve *S. epidermidis* sefoksitine dirençli (MRSA, MRSE),

- *E. faecalis* vankomisine dirençli (VRE),

-Antifungal etkinliğin araştırılması için de *C. albicans* ve *C. parapsilosis*.

Kalitatif süspansiyon yöntemi: Liyofilize borik asidin (Sigma, Almanya, >%99,5 konsantrasyon) steril serum fizyolojik (%0,9) içerisinde farklı konsantrasyonlarında (%1, 2, 4, 6) süspansiyonları testin çalışılacağı gün hazırlanmıştır. Seçilen mikroorganizmalar 1, 2, 5, 10 ve 30 dakikalık sürelerde farklı konsantrasyondaki borik asit ile temas ettirilmiştir (10). Araştırılan konsantrasyon ve sürede, mikroorganizma ve bor çözeltisinin temas ettirilmesinden sonra reaksiyonun durdurulması için nötralizan çözelti ilave edilmiştir. Nötralizan çözeltisi; saponin (Sigma, Almanya) %3, L-Cysteine (Sigma, Almanya) %0.1, L-Histidine (Sigma, Almanya) %0.1 ve tween 80 (Sigma, Almanya) %3 son konsantrasyonlarında olacak şekilde Tryptone Soya Broth (TSB) (Oxoid) ile hazırlanmış ve otoklavda steril edilerek kullanılmıştır.

Tryptone Soya Agarda (TSA) (Oxoid, İngiltere) üretilen mikroorganizmaların 24 saatlik kolonilerinden TSB'da 0,5 McFarland (10^8 kob/mL) bulanıklığında bakteri süspansiyonları hazırlanmıştır. Her bakteri için test edilecek borik asit sulandırımından 1000 µL tüplere konularak hazırlanan bakteri süspansiyonundan 10 µL ilave edilmiş ve 1, 2, 5, 10 ve 30 dakika sürelerde oda ısısında bekletilmiştir. Sürelerin sonunda mikroorganizma ve borik asit karışımından 100 µL alınıp önceden her çalışma dakikası için ayrı olarak hazırlanmış olan 900 µL nötralizan madde içeren tüplere ilave edilmiştir. Bu

karışımından 10 µL alınıp TSA'ya ekim yapılmıştır. Ekim yapıldıktan sonra besiyerleri 37 °C'de 48 saat inkübe edildikten sonra üreme varlığı yönünden kontrol edilmiştir. Üreme varlığı test edilen konsantrasyon ve süre için borik asidin etkisiz olduğu, üreme olmaması etkili olduğu şeklinde değerlendirilmiştir.

Çalışmada, negatif kontrol olarak; bakteri ilave edilmemiş borik asit süspansiyonu (%1 konsantrasyon) ve pozitif kontrol olarak; borik asit ilave edilmemiş 0,5 McFarland bulanıklığında mikroorganizma süspansiyonu kullanılmıştır.

BULGULAR

Çalışmaya beş adet referans suş ATCC suşu ve 20'si kan kültürü örneklerinden izole edilmiş izolatlardan olmak üzere toplam 25 izolat dahil edilmiştir.

Borik asidin %1 konsantrasyonda ve test edilen sürelerde bakteri izolatlarına karşı etkinliği saptanmamıştır. %2 konsantrasyonda 5 dakikalık temasla bakterilerin çoğuna ve 10. dakikada tümüne, %4 konsantrasyonda 5. dakikadan itibaren tümüne ve %6 konsantrasyonda 1. dakikadan itibaren tümüne karşı etkin olduğu bulunmuştur. Test edilen her iki *Candida* spp. türünde de %1 konsantrasyonda etkinlik saptanmazken, %2, %4 ve %6 konsantrasyonda 1. dakikadan itibaren borik asidin etkin olduğu ve *Candida* spp. izolatlarının üremesini engellediği saptanmıştır (Tablo 1).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Dezenfeksiyon; cansız yüzeylerde bulunan patojen mikroorganizmaların öldürülmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu amaç için kullanılan dezenfektanların etki ettikleri mikroorganizma grupları farklı olup, kullanım amacına göre farklı etkinlik düzeyinde dezenfektanlar seçilmektedir. "İyi" olarak ifade edilen dezenfektanlarda antimikrobiyal etkinlik yanı sıra; kullanıcı ve çevreye toksik olmaması, ekonomik olması gibi nitelikler

Tablo 1. Borik asidin farklı konsantrasyonlarda ve farklı temas sürelerinde antimikrobiyal etkinliği

İzolant	%1 konsantrasyon Süre (dakika)					%2 konsantrasyon Süre (dakika)					%4 konsantrasyon Süre (dakika)					%6 konsantrasyon Süre (dakika)				
	1	2	5	10	30	1	2	5	10	30	1	2	5	10	30	1	2	5	10	30
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i> ATCC 25922	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. mutans</i> ATCC 25175	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. baumannii</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>K. pneumoniae</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. aeruginosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MRSA)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. epidermidis</i> (MRSE)	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. faecalis</i> (VRE)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. mitis/oralis</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. albicans</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. parapsilosis</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+: Etkisiz, -: Etkili

de bulunmaktadır (14). Bu çalışmada, doğal bir element olan, toksik yan ürünleri bulunmayan ve ülkemizde çok miktarda bulunduğu ekonomik olabileceği düşünülen borik asidin antimikrobiyal

etkinliği araştırılarak, bu amaçla kullanımı açısından irdelenmesi amaçlanmıştır. Çoklu dirençli klinik izolatlardaki etkinliğin çalışılması bu çalışmanın farklılığını oluşturmaktadır.

Borik asidin antibakteriyel etkinliğinin belirlenmesine yönelik *in vitro* çalışmalar yapılmıştır (7, 15). Baygar ve ark. (16) tarafından yapılan çalışmada, hidroksiapatit ve borik asidin *C. albicans* ATCC 10239, *S. aureus* ATCC 25923, *S. mutans* ATCC 25575 ve *Streptococcus sanguis* ATCC 10556 suşlarına karşı antimikrobiyal aktivitesi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, hidroksiapatitin tek başına test edilen mikroorganizmalara karşı hiçbir antimikrobiyal etki göstermediği, buna karşın borik asidin 29 mm inhibisyon zonu olan *C. albicans*'a karşı oldukça aktif olduğu tespit edilmiştir. Kumara ve ark. (17) yapmış oldukları çalışmada, yara enfeksiyonlarına yol açtığı bilinen *S. aureus*, *E. coli* ve *P. aeruginosa*'ya karşı üç asidik kimyasal maddenin (asetik asit, askorbik asit ve borik asit), etkilerini incelemiştir. Borik asidin %0,5, %0,75 ve %1 konsantrasyonlarda bakterisidal etki göstermediği, bununla birlikte 30 dakikadan sonra her üç asitin de (asetik asit, askorbik asit ve borik asit) bütün suşlara karşı bakterisidal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Haesebrouck ve ark. (18), %2'lik borik asit ve %2'lik asetik asidin eşit miktarlarda karıştırılmasıyla elde edilen solüsyonun 1/2 ve 1/4'lük sulandırımalarında, 5×10^7 cfu/mL miktarındaki *Staphylococcus pseudintermedius*'u 30 dakikada inaktive ettiğini, borik asidin söz konusu aktivitesi için asetik asitle birlikte kombine edilmesinin daha etkili sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir. Ülkemizde yapılan bir çalışmada, 20 adet tek kanallı premolar diş örneği, *E. faecalis* ile kontamine edilerek borik asidin %2, 4 ve 6 oranlarındaki çözeltileri ile muamele edilmiş ve %6 konsantrasyonda güçlü antibakteriyel ve biyofilm etkisi olduğu bildirilmiştir. Çalışmada, kök kanal asepsisi amacıyla borik asidin yüksek konsantrasyon ve uzun süre muamele sonucunda kullanılabilirliğini

vurgulamışlardır (7). Yapılan başka bir çalışmada, borik asit ve boraksın yüksek dozlarda toksik olabileceği hipotezi ile, çeşitli standart bakteri izolatlarına (*S. aureus*, *Acinetobacter septicus*, *E. coli* ve *P. aeruginosa*) etkin olan minimum bakterisidal konsantrasyon (MBK) ve minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) belirlenmiştir (19). Borik asidin yüksek konsantrasyonda riboz şekerine bağlanma afinitesi bulunmakta olup, yapısında riboz içeren ATP, NADP, RNA gibi biyolojik moleküllere bağlanma, hücrel protein sentezinin bozulması, mitokondrial fonksiyon bozukluğu, hücre bölünmesi ve gelişiminin bozulmasına neden olarak yüksek dozlarda toksik etkisi olabileceği belirtilmiştir. İlhan ve ark. (20) yapmış oldukları benzer bir çalışmada, *Listeria monocytogenes* ve *S. aureus*'un standart izolatları ile için MİK konsantrasyonunu belirlemişlerdir. MİK ve MBK araştırmalarının borik asidin sistemik kullanımına yönelik katkı sağlamayı hedeflemiştir. Nitekim borik asidin antimikrobiyal ilaç olarak kullanılmasına yönelik bazı faz çalışmaları da bulunmamaktadır. (21).

Çalışmamızda, borik asidin %1 konsantrasyonda ve test edilen sürelerde etkinliği saptanmamış, %6 konsantrasyonda ise 1. dakikadan itibaren tüm mikroorganizmalara karşı etkin olduğu bulunmuştur. *Candida* spp. türlerinde %1 konsantrasyonda etkinlik saptanmazken, %2'lik konsantrasyonda 1. dakikadan itibaren tümüne etkin bulunmuştur. Düşük konsantrasyonlarda dahi borik asidin *in vitro* olarak dirençli mikroorganizmalara karşı etkin olduğu bulunmuştur. Yapılacak ileri çalışmalarla, dezenfeksiyon spektrumunun belirlenmesinin etkinlik yanısıra güvenlik ve stabilite yönünden de araştırılmasının faydalı olacağını düşünmekteyiz.

ETİK KURUL ONAYI

* Bu çalışma, Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun onayı ile gerçekleştirilmiştir (Tarih:22.05.2019 ve Karar No: 2019/213).

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Yılmaz, A. Her derde deva hazinemiz Bor, TUBİTAK-Bilim ve Teknik Dergisi, 2020: 38-41.
2. Yakıncı ZD, Kök M. Borun sağlık alanında kullanımı. İnönü Üni Sağlık Hiz Meslek Yük Okul Derg, 2016; 4: 36-44.
3. Peters JA. Interactions between boric acid derivative sandsaccharides in aqueousmedia: Structure sandstabilities of resultingesters, Coord Chem Rev, 2014; 268: 1-22.
4. Pizzorno L. Nothing boring a boutboron. Integr Med (Encinitas), 2015; 14 (4): 35-48.
5. Kabu M. Akosman MS. Biological effects of boron. Rev Environ Contam Toxicol, 2013; 225: 57-75.
6. Kuru R, Yarat A. Bor ve sağlığımıza olan etkilerine güncel bir bakış. Clin Exp Health Sci, 2017; 7 (3): 107-14.
7. Zan R, Hubbezoglu I, Ozdemir AK, Tunç T, Sumer Z, Alıcı O. Antibacterial effect of different concentration of boric acid against Enterococcus faecalis biofilms in rootcanal. Marmara Dent J, 2013; 1 (Suppl 2): 76-80.
8. Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü. <http://www.boren.gov.tr/tr> (Erişim Tarihi: 25.12.2020).
9. Abbasoğlu U. Dezenfektanların mikroorganizmalar üzerine etkinliğini ölçen testler. 3. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi. 02-04 Ekim, Samsun, 2003.
10. Abbasoğlu U. Dezenfektan direncini belirleyen testlere global bir bakış. Hangi testler hangi sıra ile yapılmalıdır? En ucuz ve kesin sonuç nasıl elde edilir? 4. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi. 20-24 Nisan, Samsun, 2005.
11. TS EN 13727+A2. Kimyasal dezenfektanlar ve antiseptikler - nicel süspansiyon deneyi - Tıbbi alanda bakteri öldürme etkinliğinin değerlendirilmesi için - Deney yöntemi ve gerekler (aşama 2, basamak 1)..

12. The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 6.0, 2016.
13. Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, Carmeli Y, Falagas ME, Giske CG, et al. Multi drug resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect*, 2012; 18: 268-81.
14. Abbasoğlu U. Dezenfektanlar: Sınıflama ve amaca uygun kullanım alanları 6. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 2009; 109-120.
15. Saita K , Nagaoka S, Shirosaki T, Horikawa M, Matsuda S, Ihara H. Preparation and characterization of dispersible chitosan particles with borate crosslinking and their antimicrobial and antifungal activity. *Carbohydr Res*, 2012; 349:52-8.
16. Baygar T, Boran R, Sarac N, Ugur A, Ceylan O, Guvensen NC, et al. Synergistic antimicrobial activity of boric acid and biosynthesized-hydroxyapatite against oral pathogenic microorganism. The 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity, 05-08 July, Minsk - Belarus, 2017.
17. Kumara DUA, Fernando SSN, Kottahachchi J, Dissanayake DMBT, Athukorala GIDDAD, Chandrasiri NS, et al. Evaluation of bactericidal effect of three antiseptics on bacteria isolated from wounds. *J Wound Care*, 2015; 24 (1): 5-10.
18. Haesebrouck F, Baele M, De Keyser H, Hermans K, Pasmans F. Antimicrobial activity of an acetic and boric acid solution against *Staphylococcus pseudintermedius*. *Vlaams Diergeneeskd Tijdschr*, 2009; 78: 89-90.
19. Yılmaz MT. Minimum inhibitory and minimum bactericidal concentrations of boron compounds against several bacterial strains. *Turk J Med Sci*, 2012; 42: 1423-9.
20. İlhan İ, Ekin İH, Gülaydın Ö. Antimicrobial activity of boric acid solution against *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*. *Van Vet J*, 2019; 30 (3): 163-6.
21. Baker SJ, Ding CZ, Akama T, Zhang YK, Hernandez V, Xia Y. Therapeutic potential of boron-containing compounds. *Future Med Chem*, 2009; 1: 1275-88.