



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**Derilerin Korunmasında Kullanılan Tuzlardaki
Tuza Toleranslı Bakterilerin İzolasyonu,
Karakterizasyonu, Biyokimyasal Özellikleri,
Antibiyotiklere Karşı Hassasiyetleri ve
İnaktivasyonu**

ELİF YILMAZ

DOKTORA TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Biyoloji Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Meral BİRBİR

İSTANBUL, 2019



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**Derilerin Korunmasında Kullanılan Tuzlardaki
Tuza Toleranslı Bakterilerin İzolasyonu,
Karakterizasyonu, Biyokimyasal Özellikleri,
Antibiyotiklere Karşı Hassasiyetleri ve
İnaktivasyonu**

ELİF YILMAZ
(720110003)

DOKTORA TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı
Biyoloji Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Meral BİRBİR

İSTANBUL, 2019

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Öğrencisi Elif YILMAZ'ın "Derilerin Korunmasında Kullanılan Tuzlardaki Tuza Toleranslı Bakterilerin İzolasyonu, Karakterizasyonu, Biyokimyasal Özellikleri, Antibiyotiklere Karşı Hassasiyetleri ve İnaktivasyonu" başlıklı tez çalışması, 26 Ağustos 2019 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Meral BİRBİR (Danışman)

Marmara Üniversitesi(İMZA).....

Prof.Dr. Barış ÇALLI (Üye)

Marmara Üniversitesi(İMZA).....

Prof.Dr. Gülşen ALTUĞ (Üye)

İstanbul Üniversitesi(İMZA).....

Prof.Dr. Bülent MERTOĞLU (Üye)

Marmara Üniversitesi(İMZA).....

Prof.Dr. Ayten KİMİRAN (Üye)

İstanbul Üniversitesi(İMZA).....

ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..18../09../2019 tarih ve 2019./19-02... sayılı kararı ile Elif YILMAZ'ın Biyoloji Anabilim Dalı Analitik Biyoloji Programında Doktora derecesi alması onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Bülent EKİCİ



TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanmasını, gerçekleşmesini ve güzel sonuçlar almamı sağlayan, büyük emekler sarf ederek kurduğu laboratuvarında bana sınırsız çalışma fırsatı tanıyan, mesai saatleri dışında bile kıymetli vaktini bizimle paylaşan, her zaman öğrencilerini düşünen ve bize ailesinden biri gibi davranan, değerli bilgisi ve deneyimi ile yol gösteren, her durumda sabır, anlayış ve fedakarlık gösteren çok Değerli Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Meral BİRBİR'e,

Tezimin önemli bir parçasını oluşturan elektrik akımı uygulamaları kısmının, dizayn ettiği elektroliz sistemi ile gerçekleşmesini sağlayan, gösterdiği sabır ve iyi niyetinden dolayı Kıymetli Hocam Prof. Dr. Yaşar BİRBİR'e,

Üzerimde emeği olan Atatürk Eğitim Fakültesi Biyoloji Bölümündeki, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümündeki ve Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümündeki Bütün Değerli Hocalarıma,

Tez çalışmam sırasında yardıma ihtiyacım olan her zamanda elini uzatan, zor zamanlarımda bana omzunda her zaman yer veren, laboratuvarında birlikte çalışmaktan zevk aldığım Canım Arkadaşım Arş. Gör. Dr. Pınar ÇAĞLAYAN'a,

Tez çalışmam sırasında bana destek veren, ilgilerini ve anlayışlarını hiçbir zaman unutmayacağım Sevgili Arkadaşlarım Bahar DOĞAN'a, Merva YALÇIN'a ve Burçin GÜÇLÜ'ye,

Bu tez çalışmamın gerçekleşmesi için gerekli alt yapıyı ve kaynağını oluşturan M.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nin Kıymetli Çalışanlarına,

Yüksek Lisans ve Doktora eğitimim süresince yardımlarını esirgemeyen Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Değerli Çalışanlarına,

Hayatımda hep yanımda olan, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Sevgili Ailem'e,

Sonsuz teşekkürler ederim.

Temmuz, 2019

Elif YILMAZ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
YENİLİK BEYANI	x
SEMBOLLER	xi
KISALTMALAR	xii
ŞEKİL LİSTESİ	xiv
TABLO LİSTESİ	xvi
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş ve Amaç	1
1.2. Tuzun Tanımı ve Kullanıldığı Alanlar	4
1.3. <i>Bacillus</i> Cinsi Hakkında Genel Bilgiler	11
1.4. Çalışmamızda <i>Bacillus</i> İzolatları Tarafından Üretilen Enzimler	19
1.4.1. Amilaz	20
1.4.2. β -galaktosidaz	20
1.4.3. DNaz	21
1.4.4. Katalaz	21
1.4.5. Ksilanaz	21
1.4.6. Lipaz	22
1.4.7. Proteaz	22
1.4.8. Pullulanaz	23
1.4.9. Selülaz	23
1.4.10. Üreaz	24

1.5. Çalışmamızda Kullanılan Antibiyotikler Hakkında Genel Bilgiler	24
1.5.1. Beta-Laktam Antibiyotikler.....	25
1.5.2. Sefalosporinler.....	25
1.5.3. Klavamlar (β Laktamaz İnhibitörleri).....	26
1.5.4. Glikopeptidler.....	26
1.5.5. Basitrasin	27
1.5.6. Makrolidler	27
1.5.7. Linkozamidler.....	27
1.5.8. Aminoglikozitler.....	28
1.5.9. Tetrasiklinler.....	28
1.5.10. Amfenikoller.....	29
1.5.11. Kinolonlar ve Florokinolonlar	29
1.5.12. Rifamisinler	30
1.5.13. Sülfonamidler	30
1.6. Doğru Akım ve Yapılan Çalışmalar	30
BÖLÜM 2. MATERYAL VE YÖNTEM	33
2.1. MATERYAL	33
2.1.1. Bakteri İzolasyonu ve İdentifikasyonunda Kullanılan Besiyerleri.....	33
2.1.1.1. Glikoz Nutrient Agar Besiyeri.....	33
2.1.1.2. Nutrient Agar Besiyeri.....	33
2.1.1.3. Nutrient Sıvı Besiyeri	34
2.1.1.4. % 2 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri	34
2.1.1.5. % 3 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri	34
2.1.1.6. % 5 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri	34
2.1.1.7. %7 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri	35

2.1.1.8. % 10 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri	35
2.1.1.9. % 15 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri	35
2.1.1.10. % 20 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri	36
2.1.1.11. % 25 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri	36
2.1.1.12. % 30 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri	36
2.1.1.13. DNaz Agar Besiyeri	36
2.1.1.14. Moeller'in Dekarboksilaz Sıvı Besiyeri	37
2.1.1.15. Jelatin Besiyeri	37
2.1.1.16. İndol Besiyeri	38
2.1.1.17. Karbonhidrat Fermantasyon Besiyeri	38
2.1.1.18. Kazein Besiyeri	38
2.1.1.19. Zeytinyağı İçeren Agar Besiyeri	39
2.1.1.20. ONPG Besiyeri	39
2.1.1.21. Ksilan Besiyeri	40
2.1.1.22. Pullulan Besiyeri	40
2.1.1.23. Nişasta Besiyeri	40
2.1.1.24. Nitrat Besiyeri	41
2.1.1.25. Pepton Broth Besiyeri	41
2.1.1.26. Tween 80 Agar Besiyeri	41
2.1.1.27. Üre Agar	42
2.1.1.28. Voges-Proskauer Besiyeri	42
2.1.1.29. Selüloz Besiyeri	43
2.1.1.30. Simmons Sitrat Agar	43
2.1.1.31. Triple Sugar Iron Agar Besiyeri	43
2.1.1.32. Mueller-Hinton Agar Besiyeri	43

2.1.2. Kullanılan Çözeltiler ve Kimyasallar	44
2.1.2.1. % 95’lik Etil alkol çözeltisi	44
2.1.2.2. 1 N HCl çözeltisi.....	44
2.1.2.3. 1 N NaOH çözeltisi.....	44
2.1.2.4. 1 No’lu McFarland bulanıklık standardı.....	44
2.1.2.5. 0.5 No’lu McFarland bulanıklık standardı.....	45
2.1.2.6. % 0.85 NaCl içeren steril fizyolojik tuzlu su.....	45
2.1.2.7. Stok amino asit solüsyonları	45
2.1.2.8. Stok karbonhidrat solüsyonları	47
2.1.2.9. Bromkresol moru solüsyonu.....	49
2.1.2.10. Kresol kırmızısı solüsyonu	49
2.1.2.11. Katalaz test ajanı.....	49
2.1.2.12. Kongo kırmızısı	49
2.1.2.14. Gram’ın iyot çözeltisi	49
2.1.2.13. Barrit ayırıcı (Voges-Proskauer Ayıraçları).....	50
2.1.2.14. Kristal viyole çözeltisi	50
2.1.2.15. Malaşit yeşili.....	50
2.1.2.16. Nitrit test ayıraçları	51
2.1.2.17. Nessler ayırıcı.....	51
2.1.2.18. Oksidaz test ajanı	52
2.1.2.19. Safranin çözeltisi.....	52
2.1.2.20. 10X Tris-asetat ve EDTA (TAE) çalışma tamponu.....	52
2.1.2.21. 1X Tris-asetat ve EDTA (TAE) çalışma tamponu.....	52
2.1.2.22. Agaroz jel.....	52
2.1.3. Araç ve Gereçler.....	53

2.2. YÖNTEM	54
2.2.1. Tuz örneklerinin toplanması	55
2.2.2. Tuzların pH'larının ölçülmesi	56
2.2.3. Tuz örneklerinde uçucu madde (nem) tayininin yapılması	56
2.2.4. Tuz örneklerinde bulunan tuza toleranslı bakterilerin toplam sayısının belirlenmesi	57
2.2.5. Proteaz ve lipaz üreten tuza toleranslı bakterilerin toplam sayılarının belirlenmesi	57
2.2.6. Katı (agarlı) besiyerinde gelişen bakterilerden saf kültürler elde edilmesi	58
2.2.7. Bakterilerin stok kültürlerinin hazırlanması	58
2.2.8. Tuza toleranslı izolatların gelişebildiği tuz konsantrasyonlarının araştırılması	58
2.2.9. Tuza toleranslı izolatların gelişebildiği pH değerlerinin araştırılması	59
2.2.10. Tuza toleranslı izolatların gelişebildiği sıcaklık değerlerinin araştırılması	59
2.2.11. Tuza toleranslı izolatların morfolojilerinin ve hareketlerinin incelenmesi	59
2.2.12. Tuza toleranslı izolatların Gram boyamalarının yapılması	59
2.2.13. Tuza toleranslı izolatların endospor boyamalarının yapılması	60
2.2.14. Tuza toleranslı izolatların biyokimyasal reaksiyonlarının incelenmesi ...	61
2.2.14.1. Nitratın nitrite indirgenmesi ve N ₂ gazı oluşumu	61
2.2.14.2. Triptofandan indol oluşturulması	62
2.2.14.4. Farklı karbon kaynaklarından asit üretimi	63
2.2.14.5. Farklı amino asitlerin kullanım testleri	64
2.2.14.6. Peptondan amonyak oluşumu	64
2.2.14.7. Sitrat kullanımı testi	65

2.2.14.8. Hidrojen sülfür (H ₂ S) üretimi	65
2.2.15. Tuza toleranslı izolatların enzimatik aktivitelerinin incelenmesi.....	66
2.2.15.1. Oksidaz testi.....	66
2.2.15.2. Katalaz testi.....	66
2.2.15.3. Proteaz aktivitesi.....	67
2.2.15.4. Üreaz aktivitesi	67
2.2.15.5. Lipaz aktivitesi (Tween 80 ve Zeytinyağı hidrolizi)	68
2.2.15.6. DNaz aktivitesi	68
2.2.15.7. Amilaz aktivitesi	69
2.2.15.8. Kazeinaz aktivitesi.....	69
2.2.15.9. Selülaz aktivitesi	70
2.2.15.10. β -Galaktosidaz aktivitesi.....	70
2.2.15.11. Pullulanaz aktivitesi	71
2.2.15.12. Ksilanaz aktivitesi.....	71
2.2.16. Tuza toleranslı izolatların genomik DNA'larının izolasyonu ve 16S rRNA genlerinin PZR ile çoğaltılması	72
2.2.17. Tuza toleranslı izolatların 16S rRNA gen dizilerinin belirlenmesi ve gen bankasındaki sıralarla karşılaştırılması.....	73
2.2.18. Tuza toleranslı izolatların farklı antibiyotiklere karşı duyarlılıklarının belirlenmesi	73
2.2.19. Tuza toleranslı proteaz, lipaz üreten, antibiyotiklere karşı inhibisyon zonu oluşturmayan izolatların karışık kültürlerinin doğru akım ile inaktivasyonu.....	75
BÖLÜM 3. BULGULAR VE TARTIŞMA	77
BÖLÜM 4. SONUÇLAR	138
KAYNAKLAR.....	141

ÖZET

DERİLERİN KORUNMASINDA KULLANILAN TUZLARDAKİ TUZA TOLERANSLI BAKTERİLERİN İZOLASYONU, KARAKTERİZASYONU, BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, ANTİBİYOTİKLERE KARŞI HASSASİYETLERİ VE İNAKTİVASYONU

Deri endüstrisinde, tuzla koruma yöntemi derilerin mikrobiyal bozulmalarını önlemek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu koruma işlemine rağmen, tuzlanmış deriler farklı türlerde mikroorganizmaları içermektedir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, tuz örneklerindeki toplam tuza toleranslı bakteri sayısını incelemek, bu mikroorganizmaları geleneksel ve moleküler metotlarla karakterize etmek, biyokimyasal reaksiyonlarını, antimikrobiyal duyarlılıklarını (Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemi) araştırmak ve doğru elektrik akım ile bu zararlı mikroorganizmaları inaktive etmektir. Türkiye’deki deri fabrikalarından toplanan 30 tuz örneğinin nem içerikleri % 0.90 ile 5.02 arasında, pH değerleri 6.23 ile 7.22 arasında, tuza toleranslı bakterilerin toplam sayıları 10^4 kob/g ile 10^6 kob/g arasında bulunmuştur. Fenotipik özelliklerine ve karşılaştırmalı 16S rRNA gen dizilerine göre en yakın filogenetik akrabaları ile oldukça yüksek benzerlik gösteren 83 tuza toleranslı izolat, *Bacillus amyloliquefaciens*, *B.atrophaeus*, *B.halotolerans*, *B.licheniformis*, *B.mojavensis*, *B.paralicheniformis*, *B.pumilus*, *B.safensis*, *B.siamensis*, *B.subtilis*, *B.tequilensis*, *B.velezensis*’e atanmıştır. Katalaz, proteaz, kazeinaz enzimleri, glikozdan, fruktozdan ve sukrozdan asit üretimi ve metiyonin kullanımı tüm izolatlarda saptanmıştır. İzolatlar selülaz, amilaz, β -galaktosidaz, oksidaz, üreaz, DNaz, lipaz, ksilanaz veya pullulanaz gibi farklı enzimleri üretmiştir. Tüm izolatlar çeşitli karbon ve amino asit kaynaklarını kullanmıştır. İzolatların % 76’sı 33 antimikrobiyal maddeye karşı inhibisyon zonu oluştururken izolatların % 24’ü 33 antimikrobiyal maddeye karşı inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Antimikrobiyal maddelerin bazılarında etkilenmeyen proteolitik, lipolitik *Bacillus* izolatları 1 A doğru akım ile 25 dakikada öldürülmüştür. Sonuç olarak, deri koruma tuzlarındaki zararlı ve antimikrobiyallere karşı dirençli tuza toleranslı bakterileri öldürmek için doğru akım deri endüstrisinde kullanılabilir.

ABSTRACT

ISOLATION, CHARACTERIZATION, BIOCHEMICAL PROPERTIES, ANTIBIOTIC SUSCEPTIBILITIES AND INACTIVATION OF HALOTOLERANT BACTERIA IN SALT USED IN HIDE PRESERVATION

Salt curing method has been commonly used in leather industry to prevent microbial deterioration of skins/hides. Despite curing process, salted skins/hides contain different species of microorganisms. Hence, the aims of this study were to examine total numbers of halotolerant bacteria in salt samples, characterize these microorganisms using conventional and molecular methods, investigate their biochemical reactions, antimicrobial susceptibilities (Kirby-Bauer disc diffusion method), and inactivate these destructive microorganisms using direct electric current. Moisture contents, pH values, total counts of halotolerant bacteria of 30 salt samples, collected from 14 leather factories (Turkey), were found between 0.90-5.02%, 6.23-7.22, 10^4 cfu/g- 10^6 cfu/g, respectively. According to phenotypic characteristics and comparative partial 16S rRNA gene sequence, 83 halotolerant isolates showing highly similar identities with their closest phylogenetic relative were assigned to *Bacillus amyloliquefaciens*, *B.atrophaeus*, *B.halotolerans*, *B.licheniformis*, *B.mojavensis*, *B.paralicheniformis*, *B.pumilus*, *B.safensis*, *B.siamensis*, *B.subtilis*, *B.tequilensis*, *B.velezensis*. Catalase, protease, caseinase enzymes, acid production from glucose, fructose, sucrose and utilization of methionine were detected in all isolates. The isolates produced different enzymes such as cellulase, amylase, β -galactosidase, oxidase, urease, DNase, lipase, xylanase, pullulanase. All isolates used various carbon and amino acid sources. Although 76% of isolates formed inhibition zone against 33 antimicrobial agents, 24% of isolates didn't form inhibition zone against antimicrobials. Mixed culture of proteolytic, lipolytic *Bacillus* isolates which were not affected by some of antimicrobial agents was exterminated via 1A direct current in 25 minutes. As a conclusion, direct electric current treatment may be used in leather industry to exterminate detrimental and antimicrobial resistant halotolerant bacteria in curing salt.

YENİLİK BEYANI

DERİLERİN KORUNMASINDA KULLANILAN TUZLARDAKİ TUZA TOLERANSLI BAKTERİLERİN İZOLASYONU, KARAKTERİZASYONU, BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, ANTİBİYOTİKLERE KARŞI HASSASİYETLERİ VE İNAKTİVASYONU

Çorlu ve Tuzla'daki deri fabrikalarından toplanan ve mikrobiyolojik açıdan incelenen tuzların, tuza toleranslı ve endospor oluşturan bakteriler (10^4 - 10^6 kob/g) içerdikleri saptanmıştır. İlk kez bu çalışmada, 83 adet tuza toleranslı bakteri tuzlardan izole edilerek 16S rRNA dizi analizi sonuçlarına ve biyokimyasal test sonuçlarına göre tanımlanmış ve 12 farklı *Bacillus* türüne atanmıştır [*Bacillus amyloliquefaciens* (n=1), *Bacillus atrophaeus* (n=2), *Bacillus halotolerans* (n=20), *Bacillus licheniformis* (n=6), *Bacillus mojavensis* (n=3), *Bacillus paralicheniformis* (n=22), *Bacillus pumilus* (n=6), *Bacillus safensis* (n=4), *Bacillus siamensis* (n=1), *Bacillus subtilis* (n=3), *Bacillus tequilensis* (n=5) ve *Bacillus velezensis* (n=10)]. Bu izolatların çeşitli enzimler üreterek deri yapısına zarar verebilecekleri, derilerde bulunan çeşitli aminoasitleri (L-alanin, L-arjinin, L-aspartik asit, L-fenilalanin, L-glisin, L-glutamik asit, L-hidroksiprolin, L-histidin, L-izolösin, L-lizin, L-lösin, L-metiyonin, L-prolin, L-serin, L-sistein, L-tirozin, L-treonin, L-valin) kullandıkları belirlenmiştir. Bu izolatlardan çeşitli antibiyotiklere karşı dirençli olan, proteolitik, lipolitik veya hem proteolitik hem de lipolitik aktivite gösteren, bazı antimikrobiyallere karşı inhibisyon zonları oluşturmayan *B. amyloliquefaciens* 9SS2 (2 antimikrobiyal madde), *B. licheniformis* 28SS2 (13 antimikrobiyal madde), *B. pumilus* 30SS4 (12 antimikrobiyal madde), *B. siamensis* 15SS3 (1 antimikrobiyal madde), *B. atrophaeus* 21SS2 (9 antimikrobiyal madde), *B. halotolerans* 17SS1 (1 antimikrobiyal madde), *B. mojavensis* 12SS3 (1 antimikrobiyal madde), *B. paralicheniformis* 22SS4 (1 antimikrobiyal madde), *B. safensis* 25SS2 (10 antimikrobiyal madde), *B. subtilis* 14SS3 (19 antimikrobiyal madde), *B. tequilensis* 10SS3 (1 antimikrobiyal madde) ve *B. velezensis*'in 27SS1 (6 antimikrobiyal madde) karışık kültürü 1 A doğru akım ile öldürülerek deri endüstri açısından önemli olan etkin bir sterilizasyon yöntemi ilk kez bu çalışmamızda saptanmıştır.

Temmuz, 2019

Elif YILMAZ

SEMBOLLER

μl : Mikrolitre

$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece

% : Yüzde

α : Alfa

β : Beta

V : Volt

ml : Mililitre

μg : Mikrogram

cm : Santimetre

cm^2 : Santimetre kare

cm^3 : Santimetre küp

mm : Milimetre

A : Amper

M : Molar

N : Normal

kb : Kilobaz

pH : Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini ifade eden ölçü birimi

m^2 : Metrekare

μm : Mikrometre

g : Gram

ms : Milisaniye

mA : Miliamper

KISALTMALAR

EDTA	: Etilendiamin tetraasetik asit
TAE	: Tris Asetat
PZR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
dNTP	: Deoksiribonükleotid trifosfat
rRNA	: Ribozomal ribonükleik asit
DNA	: Deoksiribonükleik asit
ATP	: Adenozin trifosfat
H₂S	: Hidrojen sülfür
NaCl	: Sodyum klorür
Cl	: Klor
Na	: Sodyum
K	: Potasyum
Mg	: Magnezyum
Ca	: Kalsiyum
Sr	: Stronsiyum
U	: Birim (Unit)
Cl	: Klor
SO₄	: Sülfat
HCO₃	: Bikarbonat
Br	: Brom
F	: Flor
DA	: Doğru akım
kob	: koloni oluşturma birimi
H₂O₂	: Hidrojen peroksit

MgSO₄	: Magnezyum sülfat
MgCl₂	: Magnezyum klorür
KI	: Potasyum iyodür
KCl	: Potasyum klorür
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
CO₂	: Karbondioksit
ATCC	: Amerikan Tip Kültür Koleksiyonu
DNaz	: Deoksiribonükleaz
H₂S	: Hidrojen sülfür
KNO₃	: Potasyum nitrat
K₂HPO₄	: Potasyum fosfat
MgSO₄	: Magnezyum sülfat
CaCl₂	: Kalsiyum klorür
HCl	: Hidroklorik asit
H₂SO₄	: Sülfirik asit
BaCl₂	: Baryum klorür
HgCl₂	: Gümüş klorür
dk	: Dakika
FTS	: Fizyolojik tuzlu su
UV	: Ultraviyole ışınım

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. 1 Doğru elektrik akımının yönü.	30
Şekil 2. 1 Deri fabrikalarından toplanan tuz örnekleri.	55
Şekil 2. 2 Uçucu madde (nem) tayininde kullanılan vezin kapları ve desikatör.	56
Şekil 2. 3 Katı (agarlı) besiyerinde gelişen bakterilerden saf kültürler elde edilmesi.....	58
Şekil 2. 4 Tuza toleranslı bakterilerin endospor görüntüleri.	60
Şekil 2. 5 Nitratın nitrite indirgenmesi ve gaz oluşumu testi.	61
Şekil 2. 6 İndol testi.	62
Şekil 2. 7 Voges-Proskauer testi.....	62
Şekil 2. 8 Farklı karbon kaynaklarından asit üretimi testi.	63
Şekil 2. 9 Amino asit kullanımı.	64
Şekil 2. 10 Sitrat kullanımı testi.	65
Şekil 2. 11 Hidrojen sülfür (H ₂ S) üretimi testi.	65
Şekil 2. 12 Oksidaz Testi.	66
Şekil 2. 13 Katalaz testi.	66
Şekil 2. 14 Proteaz aktivitesi.	67
Şekil 2. 15 Üreaz aktivitesi.....	67
Şekil 2. 16 Zeytinyağı hidrolizi.	68
Şekil 2. 17 Amilaz aktivitesi.....	69
Şekil 2. 18 Kazeinaz aktivitesi.	69
Şekil 2. 19 Selüloz aktivitesi.....	70
Şekil 2. 20 β -Galaktosidaz aktivitesi.	70
Şekil 2. 21 Pullulanaz aktivitesi.	71
Şekil 2. 22 Ksilanaz aktivitesi.	71

Şekil 3. 1 Tuz örneklerindeki toplam tuza toleranslı bakterilerin sayıları ve yüzdeleri.	80
Şekil 3. 2 Tuz örneklerindeki toplam tuza toleranslı proteolitik bakterilerin sayıları ve yüzdeleri.....	81
Şekil 3. 3 Tuz örneklerindeki toplam tuza toleranslı lipolitik bakterilerin sayıları ve yüzdeleri.....	81
Şekil 3. 4 16S rRNA gen dizilimi karşılaştırmasına dayanarak çalışmamızda izole edilen <i>Bacillus</i> türlerinin birbirleriyle ilişkisini gösteren filogenetik ağaç.	87
Şekil 3. 5 Tuz örneklerinden izole edilen <i>Bacillus</i> cinsine ait türlerin bulunma yüzdeleri.	89
Şekil 3. 6 İzole edilen izolatların enzimatik aktivitelerinin yüzdesi.....	95
Şekil 3. 7 İzolatların farklı aminoasit kaynaklarını kullanabilme yüzdeleri.....	107
Şekil 3. 8 Test edilen antibiyotiklere karşı zon oluşturmayan izolat sayıları.	130

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1 Farklı mikroorganizmaların gelişmesi için gerekli olan tuz konsantrasyonları (Vreeland, 1993).	11
Tablo 1.2 <i>Bacillus</i> türleri ve rapor edildiği çalışmalar	13
Tablo 3. 1 Tuz örneklerinin pH değerleri ve nem içerikleri.	77
Tablo 3. 2 Tuz örneklerindeki toplam tuza toleranslı bakterilerin, toplam tuza toleranslı proteolitik bakterilerin ve toplam tuza toleranslı lipolitik bakterilerin sayıları (kob/g).	79
Tablo 3. 3 Tuza toleranslı bakterilerin, tuza toleranslı proteolitik bakterilerin ve tuza toleranslı lipolitik bakteri sayılarının ortalama, ortanca, mod ve aralık sonuçları (kob/g).	82
Tablo 3. 4 Tuz örneklerinden izole edilen tuza toleranslı izolatların kodları, erişim numaraları, 16S rRNA gen dizisi uzunlukları (bp), benzerlikleri (%) ve filogenetik olarak benzediği türler.	84
Tablo 3. 5 Tuz örneklerinde bulunan tuza toleranslı bakterilerin bulunma sıklıkları.	88
Tablo 3. 6 Derilerin korunmasında kullanılan tuz örneklerinden izole edilen tuza toleranslı bakteri izolatlarının gelişebildiği tuz, sıcaklık ve pH değerleri.	91
Tablo 3. 7 Tuza toleranslı bakteri izolatlarının hidrolitik aktiviteleri.	93
Tablo 3. 8 İzolatların hücre morfolojileri, Gram reaksiyonları, endospor konumları ve biyokimyasal test sonuçları.	96
Tablo 3. 9 İzolatların farklı aminoasitleri kullanımları.	105
Tablo 3. 10 İzolatların çeşitli antibiyotikler varlığında oluşturdukları inhibisyon zonları çapları (mm).	109
Tablo 3. 11 Antimikrobiyal maddelere karşı zon oluşturmayan <i>Bacillus</i> izolatları.	131
Tablo 3. 13 1A Doğru akım uygulaması.	136

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Giriş ve Amaç

Deri endüstrisi, dünya ekonomisinde önemli sektörlerden biridir ve deri sektörünün yıllık gelirinin 100 milyar dolardan daha fazla olduğu düşünülmektedir. Pek çok deri tüketicisi genellikle yüksek kalitede deri ürünlerini tercih ettiğinden, deri üreticilerinin en önemli hedeflerinden biri kaliteli ve ucuz deri üreterek pazarda önemli bir paya sahip olmaktır. Türkiye’de deri sektöründe yapılması gereken, sektördeki önemli sorunların belirlenmesi ve bu sorunlara yönelik alternatif çözümlerin üretilmesidir. Deri sektörünün en önemli sorunları, ithal ham maddeye bağımlı olunması ve yurtdışından alınan tuzlanmış derilerde meydana gelen bakteriyolojik sorunların önlenememesidir. Bu sorunların önlenememesi kaliteli deri üretimini etkileyerek dünya deri sektöründe deri üreticilerinin rekabet gücünü düşürebilir (Afşar ve Zengin, 2004; Caglayan ve ark., 2018; Birbir ve Berber, 2019). Tuzlanmış büyükbaş ve küçükbaş hayvan derileri, hayvanın normal deri florasından veya intestinal florasından, tozdan, havadan, topraktan, sudan, hayvan yemlerinden, ahırlardan ve kesimhanelerden kaynaklanan mikroorganizmaları içermektedir (Sverre, 1956; Haines, 1984; Kallenberger, 1985; Birbir ve Ilgaz, 1996; Oppong ve ark., 2006; Aslan ve Birbir, 2011b; Aslan ve Birbir, 2012; Ulusoy ve Birbir, 2015). Bilindiği gibi, büyükbaş ve küçükbaş hayvan derileri işleninceye kadar üzerlerindeki bakterilerin gelişmesini ve zararını önlemek için tuzlama yöntemiyle korunmaktadır. Derilere uygulanan tuzlama yöntemiyle derilerin nem içeriği azaltılarak derilerdeki bakterilerin üremesinin ve verebilecekleri zararının tamamen önlendiği düşünülmektedir. Ancak derilerin korunmasında kullanılan ham tuzların deri kalitesini düşüren ve önemli ekonomik kayıplara yol açan halofil mikroorganizmalar içerdiği önceki çalışmalarımızda ispatlanmıştır (Kallenber, 1985; Bailey ve Birbir, 1993; Birbir ve ark., 1996; Birbir, 1997; Berber ve Birbir, 2010; Caglayan ve ark., 2015; Akpolat ve ark., 2015; Caglayan ve ark., 2017; Caglayan ve ark., 2018). Derilerin korunmasında kullanılan tuzların 1 gramında 10^2 kob/g - 10^5 kob/g arasında halofil arkeler içerdiği saptanmıştır (Berber ve Birbir, 2010). Tuzlanmış derilerdeki halofil arke popülasyonuna ilaveten, çok çeşitli sayılarda Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler tuzlanmış derilerden izole edilmiştir ve tanımlanmıştır

(Venkatesan ve ark., 1970; Birbir ve Ilgaz, 1996; Aslan ve Birbir, 2011b; Aslan ve Birbir, 2012). Geleneksel tuzlama yöntemi ile tuzlanmış derilerdeki mikroorganizmaların inaktive edilemediği araştırmacılar tarafından gösterilmiştir (Kallenberger, 1985; Bailey ve Birbir, 1993; Berber ve Birbir, 2010; Aslan ve Birbir, 2011a; Caglayan ve ark., 2015; Akpolat ve ark., 2015; Caglayan ve ark., 2018). Yapılan araştırmalar, derilerde hasar oluşumunda proteolitik özelliğe sahip bakterilerin önemli bir yer tuttuğunu göstermiştir (Mc-Laughlin ve Rockwell, 1922; Bailey ve Birbir, 1996; Birbir ve Ilgaz, 1996; Vreeland ve ark., 1998; Polkade, 2007). Etkili koruma tekniklerinin göz ardı edilmesi deri endüstrisinde büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Derilerin korunmasında kullanılan tuzların içerisindeki ve tuzlanmış derilerin üzerindeki halofil arkelerin varlığı önceki çalışmalarda araştırılmış olmasına rağmen, derilerin korunmasında kullanılan tuzların içerisindeki tuza toleranslı bakterilerin varlığı henüz araştırılmamıştır. Bu nedenle çalışmamızda, Tuzla ve Çorlu Deri Organize Sanayisi'ndeki deri fabrikalarından toplanan tuzlarda bulunan tuza toleranslı bakterilerin toplam sayılarının belirlenmesi, bu izolatların hem biyokimyasal testlerle hem de moleküler yöntemlerle tür tayinlerinin yapılması, protein ve yağ katabolizmasındaki rollerinin incelenmesi, farklı antibiyotiklere karşı duyarlılıklarının araştırılması, doğru akım ile inaktivasyonlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, bu tuzların pH'ları ve nem tayini yapılmış, tuzlarda bulunan tuza toleranslı bakterilerin toplam sayıları, proteaz ve lipaz üreten tuza toleranslı bakterilerin toplam sayıları belirlendikten sonra bu bakterilerden saf kültürler elde edilmiştir. Bu izolatların gelişebildikleri tuz konsantrasyonları (% 0, % 2, % 3, % 5, % 7, % 10, % 15, % 20, % 25, % 30), pH değerleri (4.0, 5.0, 5.7, 6.0, 6.8, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0), sıcaklık değerleri (5, 10, 20, 30, 37, 40, 45, 50, 55 ve 65 °C), morfolojileri, hareketleri, Gram reaksiyonları, endospor konumları, triptofandan indol oluşturmaları, peptondan amonyak oluşturmaları, Voges-Proskauer testleri, nitratın nitrite indirgemeleri ve gaz oluşturmaları, tek karbon kaynağı olarak sitrat kullanımları, farklı karbon kaynaklarından (D-galaktoz, fruktoz, glikoz, gliserol, myo-inositol, laktoz, maltoz, riboz ve sukroz) asit üretimleri, farklı amino asitleri (L-alanin, L-arjinin, L-aspartik asit, L-fenilalanin, L-glisin, L-glutamik asit, L-hidroksiprolin, L-histidin, L-izolösin, L-lizin, L-lösin, L-metiyonin, L-prolin, L-serin, L-sistein, L-tirozin, L-treonin, L-valin) kullanımları, hidrojen sülfür üretimi, oksidaz, katalaz, proteaz, lipaz (Tween 80 ve

zeytinyağı hidrolizi), üreaz, DNaz, amilaz, kazeinaz, selüla, β -galaktosidaz, pullulanaz ve ksilanaz enzimlerinin üretimi araştırılmıştır. Biyokimyasal reaksiyonları belirlenen bu izolatların, 16S rRNA genlerinin dizi analizleri yapılarak moleküler tanımlamaları yapılmıştır. Ayrıca türleri saptanan tuza toleranslı *Bacillus* türlerinin farklı antibiyotiklere [Amikasin (30 μ g), Sefoksitin (30 μ g), Seftriakson (30 μ g), Sefuroksim sodyum (30 μ g), Siprofloksasin (5 μ g), Gentamisin (10 μ g), Norfloksasin (10 μ g), Ofloksasin (5 μ g), Tobramisin (10 μ g), Sülfametoksazol/Trimetoprim (25 μ g), Sefalotin (30 μ g), Kloramfenikol (30 μ g), Eritromisin (15 μ g), Penisillin G (10U), Rifampisin (30 μ g), Klindamisin (2 μ g), Levofloksasin (5 μ g), Vankomisin (5 μ g), Spektinomisin (100 μ g), Mupirosin (20 μ g), Sefotaksim (5 μ g), Basitrasin (0.04 μ g), Piperasilin/Tazobaktam 10:1 (110 μ g), Sefadroksil (30 μ g), Karbenisilin (100 μ g), Neomisin (30 μ g), Novobiosin (30 μ g), Oleandomisin (15 μ g), Oksolinik asit (2 μ g), Pefloksasin (5 μ g), Amoksisilin/klavulanik asit (20/10 μ g; 30 μ g), Nalidiksik asit (30 μ g), Seftazidim (30 μ g)] karşı duyarlılıkları incelenmiştir. Proteaz, lipaz üreten, antibiyotiklerin varlığında gelişen *Bacillus* izolatlarının [*B. amyloliquefaciens* (9SS2), *B. licheniformis* (28SS2), *B. pumilus* (30SS4), *B. siamensis* (15SS3), *B. atrophaeus* (21SS2), *B. halotolerans* (17SS1), *B. mojavensis* (12SS3), *B. paralicheniformis* (22SS4), *B. safensis* (25SS2), *B. subtilis* (14SS3), *B. tequilensis* (10SS3), *B. velezensis* (27SS1)] karışık kültürlerinin 1 A doğru akım ile inaktivasyonları incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bilgilerin hem bilime hem de deri endüstrisinde uygulanan koruma yöntemine oldukça önemli katkılar sağlayacağını düşünmekteyiz.

1.2. Tuzun Tanımı ve Kullanıldığı Alanlar

Yaygın olarak doğada bulunan, koruyucu madde ve tat verici olarak kullanılan tuzun moleküler ağırlığı 58.454 gramdır. Tuzun ağırlık olarak % 60.66' sı Cl, % 39.34'ü Na içermektedir. Tuz bulunduğu ortamda su moleküllerini çeperinde yoğunlaştırma veya difüzyon yöntemi ile azaltabilme özelliğine sahiptir (Sarıöz ve Nuhoglu, 1992; Önem, 1997; Ersoy ve Yünsel, 2001). 100 g suda 0 °C de 36 g tuz eriyerek doymuş tuzlu çözelti oluşurken 100 °C de 40 g tuz eriyerek doymuş tuzlu su oluşturmaktadır. Tuzun suda erime özelliği sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir (Sarıöz ve Nuhoglu, 1992; Önem, 1997; Ersoy ve Yünsel, 2001).

Ülkemizde deniz ve göl tuzlarından, kaya ve kaynak sularından tuz üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu tuzlalarda tuz üretimi güneş ısısı ile suyun buharlaştırılmasıyla oluşturulur.

Tuz, gıda, kimya ve deri sanayilerinde yaygınca kullanılmaktadır. Gıda sanayisinde, et ve sebzelerin salamura edilerek saklanması, ekmek, peynir, tereyağı gibi gıdaların yapımında, konservecilikte, kimya sanayisinde klorin, hidroklorik asit, sodyum karbonat, sodyum klorat ve kostik sodanın elde edilmesinde ham madde olarak kullanılmaktadır (Üçışık Erbilen ve Şahin, 2012). Ayrıca tuz, zararlı otlarla mücadelede, hayvanların beslenmesinde ve ulaşım sektöründe de kullanılmaktadır (Üçışık Erbilen ve Şahin, 2012).

Deri sanayisinde genellikle yeni yüzülmüş ham derilerin korunmasında tuz kullanılmaktadır (Bailey, 2003). Mezbahalarda et üretimi amacı ile kesilen her türlü hayvanın derileri, kasaplar ya da ham deri tüccarları tarafından tuzlanarak işleninceye kadar muhafaza edilmektedir. Deriyi korumanın amacı, hayvan kesildikten ve deri hayvandan uzaklaştırıldıktan sonra bitmiş ürün haline getirilinceye kadar geçen süre içinde derinin bozulmasının önlenmesidir (Bailey, 2003). Bu amaçla uygulanan konservasyon yöntemleri, kurutma yöntemiyle koruma (hava kurusu, tuzlu kuru ve dondurarak kurutma), soğutma yöntemiyle koruma ve kimyasal yöntemle koruma [tuzla koruma yöntemi (tuzlu yaş, kuru tuz serpmesi) ve dolap tuzlaması koruma yöntemi (tuzlu suyla salamura)] olmak üzere üç gruba ayrılır (Everett ve Cordon, 1956; Birbir, 1991; Kanagaraj ve ark., 2005; Berber, 2009; Çağlayan, 2015). Ülkemizde yaygınca kullanılan

deri konservasyon yönteminde tuz ve borik asitten yararlanılmaktadır. Ayrıca derilerin korunmasında tuza klorin, naftalin, soda, amonyum sülfat, karbamik asit tuzları gibi maddeler de ilave edilebilir. Tüm bunların amacı mikrobiyal gelişmenin tamamen önlenmesi ya da yavaşlatılmasıdır (Orlita, 2004). Konservasyon işlemi, kuru tuz serpmeye ile yavaş veya doymuş tuzlu suyla salamura ile hızlı yapılabilir. Kuru tuz serpmeye yönteminde, deriler hafif eğimli sert bir zemine veya özel tahta ızgara üzerine kıl yüzü alta ve et yüzü üste gelecek şekilde düzgünce yayılır. Sonra yıkanmış derilerin soğuması ve suyunun süzülmesi için beklenir. Yaş deri ağırlığının % 30-50'si oranında 2-4 mm çapında daha önce kullanılmamış taneli tuz, et yüzeyinde tuzlanmamış alan kalana kadar homojen bir şekilde serpilir ve nem oranı % 35 - 40 seviyesine indirilerek koruma altına alınır. 4-6 gün bekletildikten sonra deriler ikinci bir tuzlama işlemine tabi tutularak 10-14 gün bekletilir. Tuzlanan deriler üst üste konarak 100-150 adetlik ve 100-120 cm'yi geçmeyecek yığınlar halinde ve hiçbir tarafları açıkta kalmayacak şekilde istiflenirler. Tuzlu salamura işlemi tamamladıktan sonra deriler, teker teker istiftten alınarak ön ve arka taraflarından tutularak çırpılır. Bu çırpma işlemi ile deri ağırlığının % 5'inden fazla tuzun deri üzerinde kalmaması sağlanır. Bu işlemde en önemli noktalardan biri, derileri sıcakken tuzlamamak, kullanılan tuzun çok kalın veya ince olmaması ve derilerin 6 saat içinde mutlaka tuzlanması gerekmektedir (Kanagaraj ve ark., 2005; Birbir, 1991; Berber, 2009).

Tuzlama işleminde tuza borik asit ve sodyum florür ilavesi ile tuza toleranslı bakterilerin deri üzerinde kontrol edilmesi sağlanır. Antimikrobiyal uygulamalarla tuzlanmamış derilerde tuza toleranslı bakteriler, ılımlı halofil bakteriler ve aşırı halofil arkeler gelişebilir (Venkatesan ve ark., 1970; Birbir ve Ilgaz, 1996; Aslan ve Birbir, 2011b; Aslan ve Birbir, 2012; Akpolat ve ark., 2015; Bilgi ve ark., 2015; Caglayan ve ark., 2015; Ulusoy ve Birbir, 2015; Caglayan ve ark., 2017). Venkatesan ve arkadaşları (1970) keçi derilerinin kürlenme işleminden 24 saat sonra alınan deri örneklerinde, halofil olmayan ve proteolitik aktivite gösteren *Staphylococcus aureus*, *Kurthia variabilis*, *Alcaligenes marshalli*, *Micrococcus rubens*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus cereus* bakterilerini izole etmişlerdir.

Birbir ve Ilgaz (1996), Türkiye’deki deri fabrikalarından toplanan 1 haftalık 15 adet tuzlanmış sığır derisinden *Staphylococcus epidermidis* (3), *Staphylococcus aureus* (7), *Kurthia variabilis* (3), *Micrococcus luteus* (10), *Micrococcus rubens* (6), *Micrococcus roseus* (3), *Micrococcus candidus* (1), *Bacillus subtilis* (10), *Bacillus pumilus* (3), *Bacillus brevis* (2), *Bacillus licheniformis* (3), *Bacillus cereus* (8), *Bacillus megaterium* (2) ve *Bacillus sphaericus* (5) olmak üzere 66 bakteri izole ederken iki aylık 25 adet tuzlanmış sığır derisinden *Staphylococcus epidermidis* (1), *Staphylococcus aureus* (3), *Micrococcus roseus* (6), *Kurthia variabilis* (1), *Micrococcus luteus* (5), *Micrococcus candidus* (1), *Micrococcus rubens* (3), *Bacillus cereus* (3), *Bacillus pumilus* (4), *Bacillus firmus* (1), *Bacillus subtilis* (24), *Bacillus licheniformis* (4), *Bacillus sphaericus* (8) ve *Bacillus megaterium* (7) olmak üzere 71 bakteri izole etmişlerdir.

Aslan ve Birbir (2011b), *Aerococcus viridans* (24), *Aerococcus urinae* (5), *Aneurinibacillus aneurinilyticus* (4), *Bacillus cereus* (3), *Bacillus firmus* (8), *Bacillus amyloliquefaciens* (3), *Bacillus lentus* (15), *Bacillus thuringiensis* (17), *Bacillus laterosporus* (1), *Bacillus megaterium* (10), *Bacillus licheniformis* (16), *Bacillus pumilus* (20), *Bacillus mycoides* (4), *Bacillus subtilis* (14), *Brevibacillus laterosporus* (2), *Enterococcus gallinarum* (23), *Enterococcus casseliflavus* (3), *Enterococcus faecium* (14), *Enterococcus avium* (17), *Enterococcus faecalis* (12), *Enterococcus durans* (6), *Geobacillus thermoglucosidiasius* (3), *Geobacillus stearothermophilus* (3), *Kocuiira varians* (4), *Kocuiira kristanea* (4), *Lactococcus lactis* (13), *Streptococcus thermophilus* (1), *Streptococcus pluranimalium* (4), *Streptococcus bovis* (2), *Streptococcus acidominimus* (13), *Streptococcus uberis* (7), *Staphylococcus intermedius* (32), *Staphylococcus aureus* (7), *Staphylococcus capitis* (15), *Staphylococcus chromogenes* (2), *Staphylococcus cohnii* (17), *Staphylococcus epidermidis* (1), *Staphylococcus sciuri* (3), *Staphylococcus caprae* (2), *Staphylococcus hominis* (9), *Staphylococcus hyicus* (7), *Staphylococcus lentus* (1), *Staphylococcus xylosus* (15), *Staphylococcus warneri* (1), *Staphylococcus lugdunensis* (3), *Virgibacillus panthothenticus* (3), *Paenibacillus pabuli* (3) olmak üzere 396 adet Gram-pozitif bakteriyi tuzlanmış derilerden izole etmişlerdir.

Başka bir çalışmada 256 adet halofil olmayan Gram-negatif bakteri [*Acinetobacter calcoaceticus* (2), *Acinetobacter lwoffii* (5), *Acinetobacter junii* ssp. *johnsonii* (5), *Acinetobacter baumannii* (3), *Acinetobacter haemolyticus* (1), *Aeromonas hydrophila* (1), *Aeromonas caviae* (1), *Alcaligenes faecalis* (3), *Burkholderia gladioli* (7), *Citrobacter ferundii* (3), *Comamonas testesteroni* (2), *Citrobacter amalonaticus* (1), *Escherichia coli*(9), *Edwardsiella tarda* (1), *Enterobacter agglomerans* (4), *Enterobacter gergoviae* (9), *Enterobacter amnigenus* (12), *Enterobacter aerogenes* (4), *Enterobacter cloacae* (22), *Enterobacter liquefaciens* (3), *Enterobacter intermedius* (4), *Enterobacter sakazakii* (8), *Hafnia alvei*(14), *Klebsiella pneumoniae* ssp. *ozanae* (1), *Klebsiella oxytoca* (1), *Mannheimia haemolytica* (3), *Pasteurella multocida* (4), *Pasteurella pneumotropica* (5), *Proteus mirabilis* (1), *Pseudomonas fluorescens* (9), *Pseudomonas pseudoalcaligenes* (1), *Pseudomonas aeruginosa* (1), *Pseudomonas maltophilia* (2), *Pseudomonas luteola* (29), *Pseudomonas paucimobilis* (1), *Pseudomonas putida* (16), *Salmonella paratyphi* A (1), *Salmonella choleraesuis* ssp. *arizonae* (1), *Salmonella typhimurium* (1), *Stenotrophomonas maltophilia* (12), *Sphingomonas paucimobilis* (5), *Serratia marcescens* (1), *Vibrio vulnificus* (5), *Vibrio fluvialis* (27), *Yersinia ruckeri* (4), *Yersinia pseudotuberculosis* (1)] 10 adet tuzlanmış deriden izole edilmiştir (Aslan ve Birbir, 2012).

Ulusoy ve Birbir (2015), tuzlanmış sığır derilerindeki *Enterobacteriaceae* familyası üyelerini tespit etmişlerdir. Türkiye, İsrail ve Dubai'den ithal edilen tuzlanmış derilerden 27 adet *Enterobacter sakazakii* (1), *Enterobacter cloacae* (2), *Cedecea lapagei* (3), *Raoultella ornithinolytica* (1), *Raoultella planticola* (1), *Serratia plymuthica* (1), *Serratia odorifera* (1), *Serratia rubidaea* (3), *Serratia liquefaciens* (1), *Ewingella americana* (2), *Escherichia vulneris* (1), *Escherichia coli* (2), *Klebsiella oxytoca* (2), *Klebsiella pneumoniae* ssp. *ozaenae* (1), *Yersinia enterocolitica* (3) *Proteus vulgaris* (2), bakterilerini izole ederken Güney Afrika, Lübnan, Avustralya ve ABD menşeli tuzlanmış derilerden *Yersinia enterocolitica* (2), *Escherichia vulneris* (1), *Escherichia coli* (4), *Enterobacter cloacae* (2), *Citrobacter koseri* (1), *Klebsiella oxytoca* (1), *Klebsiella pneumoniae* ssp. *ozaenae* (1), *Proteus penneri* (1), *Proteus vulgaris* (2), *Raoultella planticola* (1), *Serratia ficaria* (1), *Serratia liquefaciens* (1), *Serratia marcescens* (2), *Serratia odorifera* (1), *Serratia plymuthica* (3), *Serratia rubidaea* (4) olmak üzere 28 adet farklı bakteri türünü izole etmişlerdir.

Avustralya ve İngiltere’den ithal edilen tuzlanmış sığır derileri ile ilgili yapılan bir çalışmada *Salimicrobium halophilum*, *Salimicrobium album*, *Salimicrobium luteum*, *Alkalibacillus salilacus*, *Halomonas alimentaria*, *Halomonas koreensis*, *Halomonas eurihalina*, *Halomonas elongata*, *Halomonas halmophila*, *Chromohalobacter salexigens*, *Thalassobacillus devorans*, *Oceanobacillus picturae* ve *Marinococcus halophilus* olmak üzere 13 adet ılımlı halofil bakteri izole edilirken *Natrinema gari*, *Natrinema pallidum*, *Halorubrum tebenquichense*, *Halorubrum saccharovororum* ve *Halorubrum lacusprofundi* olmak üzere 5 adet aşırı halofil arke izole edilmiştir (Caglayan ve ark., 2015).

Ayrıca, Fransa, Rusya, Türkiye, Güney Afrika, İsrail, Çin ve Avustralya’dan ithal edilen 25 adet keçi derisinden *Staphylococcus saprophyticus* subsp. *saprophyticus* (7), *Staphylococcus xylosus* (2), *Staphylococcus equorum* subsp. *equorum* (1), *Staphylococcus arlettae* (6), *Bacillus pumilus* (6), *Bacillus licheniformis* (2), *Salinicoccus roseus* (3), *Gracilibacillus dipsosauri* (5), *Chromohalobacter beijerinckii* (2), *Chromohalobacter canadensis* (1), *Halomonas eurihalina* (2), *Halomonas zhanjiangensis* (1), *Halomonas venusta* (1) olmak üzere 39 adet ılımlı halofil bakteri izole edilmiştir (Caglayan ve ark., 2017).

Caglayan ve arkadaşları (2017), Bulgaristan, Yunanistan, Avustralya, İsrail, ABD, Kuveyt ve GüneyAfrika’dan ithal edilen tuzlanmış koyun derilerinden *Marinococcus luteus* (1), *Marinococcus tarijensis* (1), *Staphylococcus xylosus* (2), *Staphylococcus equorum* subsp. *equorum* (4), *Staphylococcus lentus* (2), *Staphylococcus cohnii* subsp. *cohnii* (3), *Staphylococcus saprophyticus* subsp. *saprophyticus* (1), *Salimicrobium salexigens*(4), *Gracilibacillus dipsosauri* (4), *Bacillus siamensis* (1), *Bacillus licheniformis* (7), *Bacillus safensis* (2), *Bacillus pumilus* (2), *Bacillus tequilensis* (2), *Salinicoccus roseus* (2), *Planococcus rifietoensis* (1), *Salinivibrio costicola* subsp. *alkaliphilus* (4), *Alkalibacillus halophilus* (1), *Oceanobacillus picturae* (1), *Chromohalobacter israelensis* (1), *Chromohalobacter canadensis* (6), *Chromohalobacter japonicus* (3), *Chromohalobacter beijerinckii* (6), *Idiomarina loihiensis* (1), *Halomonas alkaliphila* (3), *Halomonas halmophila* (5), *Halomonas venusta* (2), *Halomonas eurihalina* (1), *Halomonas zhanjiangensis* (4), olmak üzere 77 adet ılımlı halofil bakteri izole etmişlerdir.

Akpolat ve arkadaşları (2015), İspanya'dan topladıkları tuzlanmış koyun derilerinden *Alkalibacillus halophilus*, *Pseudomonas halophila*, *Acinetobacter johnsonii*, *Alkalibacillus salilacus*, *Salimicrobium salexigens*, *Marinococcus luteus* ve *Staphylococcus equorum* subsp. *euquorum* gibi ılımlı halofil bakterileri ve *Halorubrum tebenquichense*, *Halorubrum saccharovororum*, *Halococcus dombrowskii*, *Halococcus qingdaonensis*, *Natrinema pellirubrum*, *Halococcus morrhuae*, *Halorubrum kocurii*, *Halorubrum terrestre*, *Halorubrum lipolyticum*, *Halostagnicola larsenii*, *Haloterrigena saccharevitans* ve *Natrinema versiforme* gibi aşırı halofil arke türlerini izole ederek karakterize etmişlerdir.

Bilgi ve arkadaşları (2015) Türkiye, Kazakistan, Ermenistan, Türkmenistan ve Irak'tan ithal edilen büyük baş ve küçük baş tuzlanmış derilerden 186 adet aşırı halofil arke (*Natronococcus* sp., *Natrialba aegyptia*, *Natronococcus jeotgali*, *Halovivax asiaticus*, *Halovivax* sp. E107, *Halorubrum* sp. CH3, *Halococcus morrhuae*, *Halococcus dombrowskii*, *Halococcus thailandensis*, *Natrinema versiforme*, *Natrinema pallidum*, *Halobacterium noricense*, *Haloterrigena thermotolerans*) izole etmişlerdir.

Derilerin tuzlu suyla korunması ile derinin içerdiği su miktarı oldukça düşürülerek mikroorganizmaların gelişmesinin engellenebileceği bilinmesine rağmen bu konuda yapılan önceki çalışmalarda, derilerde tuz doygunluğunun hemen hemen % 100 olmasına rağmen, derilerdeki hem halofil olmayan hem de halofil mikroorganizmaların yüksek sayılarda oldukları, proteolitik ve lipolitik enzimlerle derileri parçalayabilecek potansiyelleri olduğu görülmüştür (Kallenberger, 1984; Kallenberger, 1985; Birbir, 2004; Bailey ve Birbir, 1993; Birbir ve Ilgaz, 1996; Bailey ve Birbir, 1996; Vreeland ve ark., 1998; Berber ve Birbir, 2010; Aslan ve Birbir, 2011a; Aslan ve Birbir, 2011b; Aslan ve Birbir, 2012; Caglayan ve ark., 2018).

Tuzlanmış derilerde bulunan tuza toleranslı bakterilerin, ılımlı halofil bakterilerin ve aşırı halofil arkelerin, tuzlalardan elde edilen ham tuzlarda bulunabileceği araştırmacılar tarafından açıklanmıştır (Rodríguez-Valera ve ark., 1981; Arahal ve ark., 1996; Ventosa ve ark., 1998; Birbir ve ark., 2007). Rodríguez-Valera (1988) ve Vreeland (1993) yüksek miktarda tuz, organik madde, amonyak (NH₃), nitrit (NO₂), nitrat (NO₃) ve fosfor (P) içeren tuzlu suların tuza toleranslı bakteriler, ılımlı halofil bakteriler ve aşırı

halofil arkeler gibi mikroorganizmaların ve *Dunaliella* gibi alglerin gelişmesi için en elverişli ortamlar olduğunu açıklamışlardır.

Roohi ve arkadaşları (2012) daha önce mikroorganizma popülasyonu incelenmemiş ve yoğun tuz konsantrasyonu içeren Karak Bölgesindeki tuz madenlerinden *Thallossobacillus*, *Halobacillus*, *Halomonas*, *Brevibacterium*, *Terribacillus*, *Bacillus* ve *Halomonas* cinslerine ait bakterileri izole etmişlerdir. Deniz sedimentindeki mikroorganizmaları inceleyen diğer bir çalışmada da *Micromonospora*, *Salinispora*, *Exiguobacterium*, *Dietzia*, *Halobacillus*, *Paenibacillus*, *Kytococcus*, *Pontibacillus*, *Staphylococcus*, *Kocuria*, *Laceyella*, *Marmoricola*, *Mycobacterium* *Microbacterium*, ve *Pseudonocardia* cinsleri izole edilmiştir (Gontang ve ark., 2007). Tuz Gölü ile yapılan bir çalışmada da *Salinibacter ruber*, *Haloquadratum walsbyi*, *Halanaerobacter lacunarum* ve *Acinetobacter* sp. türleri izole edilerek tanımlanmıştır (Mutlu ve ark., 2008).

Berber ve Birbir (2010) farklı deri fabrikalarından topladıkları 40 farklı tuz örneğinde, aşırı halofil arke sayısının 7×10^2 - 6×10^5 kob/g, toplam proteolitik aşırı halofil arke sayısının 1×10^2 - 4×10^4 kob/g, toplam lipolitik aşırı halofil arke sayısının 1×10^2 - 8×10^4 kob/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Halofil bakteriler genel olarak tuzu seven bakteriler olarak bilinirler. Bu bakterileri Larsen (1962) gelişmeleri için gereken NaCl konsantrasyonlarına göre 3 sınıfa ayırmıştır. Araştırmacı zayıf halofil bakteriler % 2 - 5 NaCl, ılımlı halofil bakteriler % 5 - 20 NaCl ve aşırı halofil arkeler % 20 - 30 NaCl içeren ortamlarda gelişebileceğini açıklamıştır. Ayrıca, Larsen (1962) ılımlı halofil bakterilerin ve tuza toleranslı olan bakterilerin 0.1 M NaCl'den daha az tuz konsantrasyonunda yaşayabildiklerini bildirmiştir.

Diğer bir araştırmacı Kushner 1978'de, Larsen'in yapmış olduğu sınıflandırmayı genişleterek *Ectothiorhodospira halophila* ve *Actinopolyspora halophila* gibi aşırı halofil bakterileri, *Staphylococcus epidermidis* gibi tuza toleranslı olan bakterileri de eklemiştir. Halofil olmayanlar 0.2 M'dan daha az NaCl, zayıf halofiller 0.2 - 0.5 M NaCl, ılımlı halofiller 0.2 - 2.5 M NaCl, aşırı halofil bakterilerin 1.5 - 4.0 M ve arkelerin ise 2.5 - 5.2 M NaCl konsantrasyonlarında gelişebildiklerini göstermiştir (Kushner, 1978).

Vreeland (1993), bu sınıflandırmanın kullanışlı olduğunu ancak birtakım değişiklikler gerektiğini açıklamıştır. Araştırmacı mikroorganizmaları gelişmeleri için gerekli olan minimum, optimum ve maksimum tuz konsantrasyonlarını belirterek mikroorganizmaları halofil olmayanlar, zayıf halofiller, ılımlı halofiller, sınırlı aşırı halofiller, aşırı halofiller, fakültatif halofiller ve tuza toleranslı olanlar olarak gruplandırmıştır (Tablo 1.1)

Tablo 1.1 Farklı mikroorganizmaların gelişmesi için gerekli olan tuz konsantrasyonları (Vreeland, 1993).

Bakteri Grupları	Minimum	Optimum	Maksimum
Halofil olmayanlar	-	< 0.2 M	0.3 - 1.0 M
Zayıf halofiller	0.2 M	0.2 - 0.5 M	2.0 M
İlımlı halofiller	0.4 M	0.5 - 2.0 M	3.0 - 3.5 M
Sınırlı aşırı halofiller	1.0 M	2.0 - 3.0 M	4.0 M
Aşırı halofiller	2.0 M	3.0 - 4.0 M	5.2 M
Fakültatif halofiller	Bazı ortam şartlarında 0.5 M NaCl'ye ihtiyaç duyan mikroorganizmalar		
Tuza toleranslı olanlar	Halofil olmayıp yüksek tuz konsantrasyonunda yaşayabilen mikroorganizmalar (2.5 M NaCl yaşayabilenler)		

1.3. *Bacillus* Cinsi Hakkında Genel Bilgiler

Bacteria Domainine, *Firmicutes* Şubesine, *Bacilli* Sınıfına, *Bacillales* Takımına, *Bacillaceae* Familyasına ait olan *Bacillus* cinsi Gram-pozitif, düşük G + C'ye sahip bakterilerden oluşmaktadır (Mandic-Mulec ve ark., 2015).

Bacillus cinsine ait türler çomak şeklinde, sporlu, tekli veya çiftler halinde bazıları zincir şeklinde ve bazen de uzun filamentler şeklinde bulunan hareketli veya hareketsiz mikroorganizmalardır. Genellikle aerop ya da fakültatif anaerop olmalarına rağmen birkaçı zorunlu anaerop olarak tanımlanmıştır (Logan, 2015).

Bir hücrede birden fazla olmamak üzere endospor oluştururlar ve bu sporlar birçok olumsuz koşula karşı oldukça dirençlidir. Sporların ısıya, radyasyona, dezenfektanlara

ve kuru ortamlara karşı dirençli olmaları bu türlerin ameliyathanelerde, farmasötik ürünlerde ve yiyeceklerde bulunmasına neden olmaktadır (Logan, 2015). Bazı *Bacillus* türlerinde endospor oluşumu, besin azlığında ve hücre popülasyonunun artmasıyla ve ayrıca pH, su içeriği veya sıcaklıktaki değişiklikler gibi çevresel faktörlerin etkisiyle de oluşabilir (Baril ve ark., 2012). Sporum devamlılığı pH, organik madde içeriği ve kalsiyum seviyeleri gibi spesifik toprak parametrelerinden de etkilenir (Van Ness, 1971; Hugh-Jones ve Blackburn, 2009; Mandic-Mulec ve ark., 2015).

Koloni morfolojisi ve büyüklüğü türler arasında ve türler içinde çok değişkenlik gösterebilmektedir. Psikrofilikten termofiliğe, asidofilikten alkalifiliğe bazı türlerinde tuza toleranslı veya halofil olmalarıyla çok çeşitli fizyolojik yetenekler gösterirler (Logan, 2015).

Mikrobiyolojik araştırmalar, *Bacillaceae* familyası üyelerinin toprakta, sedimentlerde, havada, Kennedy Uzay Merkezi'ndeki odalarda, aşı üreten bir şirkette ve insan kanında bulunduğunu göstermişlerdir (Bottone, 2010; Vaishampayan ve ark., 2010; Seiler ve ark., 2013; Mandic-Mulec ve ark., 2015). Ayrıca *Bacillaceae* üyeleri tatlı su ve deniz ekosistemlerinde, aktif çamurda, insanlarda ve hayvanlarda, çeşitli gıdalarda (fermente gıdalar dahil), ayrıca son zamanlarda da sıcak katı ve sıvı sistemlerde (sırasıyla kompost ve sıcak su kaynakları), tuz gölleri ve tuzlalarda keşfedilmiştir (Marquez ve ark., 2011; Schmidt ve ark., 2011; Hoyles ve ark., 2012; Mandic-Mulec ve ark., 2015).

Bacillus cinsi ilk kez Cohn tarafından 1872'de tanımlanmış olup günümüze kadar *Bacillus* türlerinin sayısı önemli ölçüde artmıştır. 2009 yılında Bergey'in Sistematik Bakterioloji kitabında *Bacillaceae*'ye ait 31 cins listelenmiştir (Logan ve Vos, 2009). Ancak 2 yıl sonra Logan ve Halket (2011) bu familyada 36 cinsin varlığını belirtmişlerdir. Günümüzde ise *Bacillus* cinsi, 378 adet tür ve alt türleri içeren en büyük bakteri cinslerinden biridir (Euzéby, 2019).

Bacillus cinsine ait türler Euzéby, 2019'a göre Tablo 1.2'de gösterilmiştir.

Tablo 1.2 *Bacillus* türleri ve rapor edildiği çalışmalar (Euzéby 2019).

<i>Bacillus</i> türleri	Kaynak	<i>Bacillus</i> türleri	Kaynak
<i>Bacillus abyssalis</i>	You ve ark., 2013	<i>Bacillus aquimaris</i>	Yoon ve ark., 2003
<i>Bacillus acanthi</i>	Ma ve ark., 2018	<i>Bacillus arenosi</i>	Heyrman ve ark., 2005a
<i>Bacillus acidicer</i>	Peak ve ark., 2007	<i>Bacillus</i>	Switzer Blum ve ark., 1998
<i>Bacillus acidicola</i>	Albert ve ark., 2005	<i>Bacillus arsenicus</i>	Shivaji ve ark., 2005
<i>Bacillus acidiproducens</i>	Jung ve ark., 2009	<i>Bacillus arvi</i>	Heyrman ve ark., 2005a
<i>Bacillus acidocaldarius</i>	Darland ve Brock, 1971	<i>Bacillus aryabhatai</i>	Shivaji ve ark., 2009
<i>Bacillus acidoterrestris</i>	Deinhard ve ark., 1987	<i>Bacillus asahii</i>	Yumoto ve ark., 2004
<i>Bacillus aeolius</i>	Gugliandolo ve ark., 2003	<i>Bacillus atrophaeus*</i>	Nakamura, 1989
<i>Bacillus aerius</i>	Shivaji ve ark., 2006	<i>Bacillus aurantiacus</i>	Borsodi ve ark., 2008
<i>Bacillus aerophilus</i>	Shivaji ve ark., 2006	<i>Bacillus australimaris</i>	Liu ve ark., 2016c
<i>Bacillus agaradhaerens</i>	Nielsen ve ark., 1995	<i>Bacillus axarquiensis</i>	Ruiz-Garcia ve ark., 2005
<i>Bacillus agri</i>	Nakamura, 1993	<i>Bacillus azotofixans</i>	Seldin ve ark., 1984
<i>Bacillus aidingensis</i>	Xue ve ark., 2008	<i>Bacillus azotoformans</i>	Pichinoty ve ark., 1983
<i>Bacillus akibai</i>	Nogi ve ark., 2005	<i>Bacillus badius</i>	Batchelor, 1919
<i>Bacillus albus</i>	Liu ve ark., 2017c	<i>Bacillus barbaricus</i>	Taubel ve ark., 2003
<i>Bacillus alcalophilus</i>	Vedder, 1934	<i>Bacillus bataviensis</i>	Heyrman ve ark., 2004
<i>Bacillus algicola</i>	Ivanova ve ark., 2004	<i>Bacillus beijingensis</i>	Qiu ve ark., 2009
<i>Bacillus alginolyticus</i>	Nakamura, 1987	<i>Bacillus benzoovorans</i>	Pichinoty ve ark., 1984
<i>Bacillus alkalidiazotrophicus</i>	Sorokin ve ark., 2008	<i>Bacillus beringensis</i>	Yu ve ark., 2011
<i>Bacillus alkalilacus</i>	Singh ve ark., 2018	<i>Bacillus berkeleyi</i>	Nedashkovskaya ve ark., 2012
<i>Bacillus alkalinitrilicus</i>	Sorokin ve ark., 2008a	<i>Bacillus beveridgei</i>	Baesman ve ark., 2009
<i>Bacillus alkalisediminis</i>	Borsodi ve ark., 2011	<i>Bacillus bogoriensis</i>	Vargas ve ark., 2005
<i>Bacillus alkalitelluris</i>	Lee ve ark., 2008	<i>Bacillus boroniphilus</i>	Ahmed ve ark., 2007
<i>Bacillus alkalitolerans</i>	Liu ve ark., 2018a	<i>Bacillus borstelensis</i>	Shida ve ark., 1995
<i>Bacillus altitudinis</i>	Shivaji ve ark., 2006	<i>Bacillus brevis</i>	Migula, 1900
<i>Bacillus alveayuensis</i>	Bae ve ark., 2005	<i>Bacillus butanolivorans</i>	Kuisiene ve ark., 2008
<i>Bacillus alvei</i>	Cheshire ve Cheyne, 1885	<i>Bacillus camelliae</i>	Niu ve ark., 2008
<i>Bacillus amyloliquefaciens*</i>	Priest ve ark., 1987	<i>Bacillus campisalis</i>	Kumar ve ark., 2015
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> <i>subsp. amyloliquefaciens</i>	Boriss ve ark., 2011	<i>Bacillus canaverai</i>	Newcombe ve ark., 2009
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> <i>subsp. plantarum</i>	Boriss ve ark., 2011	<i>Bacillus capparidis</i>	Wang ve ark., 2017a
<i>Bacillus amylolyticus</i>	Nakamura, 1984	<i>Bacillus carboniphilus</i>	Fujita ve ark., 1996
<i>Bacillus andreesenii</i>	Kosowski ve ark., 2014	<i>Bacillus caseinilyticus</i>	Vishnuvardhan Reddy ve ark., 2015
<i>Bacillus aneurinilyticus</i>	Shida ve ark., 1994	<i>Bacillus catenulatus</i>	Sultanpuram ve ark., 2017
<i>Bacillus anthracis</i>	Cohn, 1872	<i>Bacillus cavernae</i>	Feng ve ark., 2016

Tablo 1.2 devamı

Bacillus türleri	Kaynak	Bacillus türleri	Kaynak
<i>Bacillus cecembensis</i>	Reddy ve ark., 2008	<i>Bacillus eiseniae</i>	Hong ve ark., 2012
<i>Bacillus cellulosilyticus</i>	Nogi ve ark., 2005	<i>Bacillus encimensis</i>	Dastager ve ark., 2015
<i>Bacillus centrosporus</i>	Nakamura, 1993	<i>Bacillus enclensis</i>	Dastager ve ark., 2014
<i>Bacillus cereus</i>	Frankland ve Frankland, 1887	<i>Bacillus endolithicus</i>	Parag ve ark., 2015
<i>Bacillus chagannorensis</i>	Carrasco ve ark., 2007	<i>Bacillus endophyticus</i>	Reva ve ark., 2002
<i>Bacillus chitinolyticus</i>	Kuroshima ve ark., 1996	<i>Bacillus endoradicis</i>	Zhang ve ark., 2012
<i>Bacillus chondroitinus</i>	Nakamura, 1987	<i>Bacillus endozanthoxylicus</i>	Ma ve ark., 2017
<i>Bacillus choshinensis</i>	Takagi ve ark., 1993	<i>Bacillus farraginis</i>	Scheldeman ve ark., 2004
<i>Bacillus chungangensis</i>	Cho ve ark., 2010	<i>Bacillus fastidiosus</i>	den Dooren de Jong, 1929
<i>Bacillus cibi</i>	Yoon ve ark., 2005	<i>Bacillus fengquiensis</i>	Zhao ve ark., 2014
<i>Bacillus ciccensis</i>	Liu ve ark., 2017d	<i>Bacillus fermenti</i>	Hirota ve ark., 2018
<i>Bacillus circulans</i>	Jordan, 1890	<i>Bacillus filamentosus</i>	Sonalkar ve ark., 2015
<i>Bacillus clarkii</i>	Nielsen ve ark., 1995	<i>Bacillus firmus</i>	Bredemann ve Werner, 1933
<i>Bacillus clausii</i>	Nielsen ve ark., 1995	<i>Bacillus flexus</i>	Priest ve ark., 1989
<i>Bacillus coagulans</i>	Hammer, 1915	<i>Bacillus foraminis</i>	Tiago ve ark., 2006
<i>Bacillus coahuilensis</i>	Cerritos ve ark., 2008	<i>Bacillus fordii</i>	Scheldeman ve ark., 2004
<i>Bacillus cohnii</i>	Spanka ve Fritze, 1993	<i>Bacillus formosensis</i>	Lin ve ark., 2015
<i>Bacillus composti</i>	Yang ve ark., 2013	<i>Bacillus formosus</i>	Shida ve ark., 1995
<i>Bacillus crassostreae</i>	Chen ve ark., 2015	<i>Bacillus fortis</i>	Scheldeman ve ark., 2004
<i>Bacillus crescens</i>	Shivani ve ark., 2015	<i>Bacillus fumarioli</i>	Logan ve ark., 2000
<i>Bacillus cucumis</i>	Kämpfer ve ark., 2016	<i>Bacillus funiculus</i>	Ajithkumar ve ark., 2002
<i>Bacillus curdolanolyticus</i>	Kanzawa ve ark., 1995	<i>Bacillus fusiformis</i>	Priest ve ark., 1989
<i>Bacillus cycloheptanicus</i>	Deinhard ve ark., 1988	<i>Bacillus galactophilus</i>	Takagi ve ark., 1993
<i>Bacillus cytotoxicus</i>	Guinebreière ve ark., 2013	<i>Bacillus galactosidilyticus</i>	Heyndrickx ve ark. 2004
<i>Bacillus daliensis</i>	Zhai ve ark., 2012	<i>Bacillus galliciensis</i>	Balcázar ve ark., 2010
<i>Bacillus decisifrondis</i>	Zhang ve ark., 2007	<i>Bacillus gelatini</i>	De Clerck ve ark., 2004
<i>Bacillus decolorationis</i>	Heyrman ve ark., 2003	<i>Bacillus gibsonii</i>	Nielsen ve ark., 1995
<i>Bacillus depressus</i>	Wei ve ark., 2016	<i>Bacillus ginsengi</i>	Qiu ve ark., 2009
<i>Bacillus deserti</i>	Zhang ve ark., 2011a	<i>Bacillus ginsengihumi</i>	Ten ve ark., 2006a
<i>Bacillus dipsosauri</i>	Lawson ve ark., 1996	<i>Bacillus ginsengisoli</i>	Nguyen ve ark., 2013
<i>Bacillus drenthensis</i>	Heyrman ve ark., 2004	<i>Bacillus globisporus</i>	Larkin ve Stokes, 1967
<i>Bacillus ectoiniformans</i>	Zhu ve ark., 2016	<i>Bacillus globisporus subsp. globisporus</i>	Larkin ve Stokes, 1967
<i>Bacillus edaphicus</i>	Shelobolin ve ark., 1998	<i>Bacillus globisporus subsp. marinus</i>	Rüger ve Richter, 1979
<i>Bacillus ehimensis</i>	Kuroshima ve ark., 1996	<i>Bacillus glucanolyticus</i>	Alexander ve Priest 1989

Tablo 1.2 devamı

Bacillus türleri	Kaynak	Bacillus türleri	Kaynak
<i>Bacillus glycinifermentans</i>	Kim ve ark., 2015	<i>Bacillus kaustophilus</i>	Priest ve ark., 1989
<i>Bacillus gobiensis</i>	Liu ve ark., 2016	<i>Bacillus kexueae</i>	Sun ve ark., 2018
<i>Bacillus gordonae</i>	Pichinoty ve ark., 1987	<i>Bacillus kobensis</i>	Kanzawa ve ark., 1995
<i>Bacillus gossypii</i>	Kämpfer ve ark., 2015	<i>Bacillus kochii</i>	Seiler ve ark., 2012
<i>Bacillus gottheilii</i>	Seiler ve ark., 2013a	<i>Bacillus kokeshiiformis</i>	Poudel ve ark., 2014
<i>Bacillus graminis</i>	Bibi ve ark., 2011	<i>Bacillus koreensis</i>	Lim ve ark., 2006
<i>Bacillus halmopalus</i>	Nielsen ve ark., 1995	<i>Bacillus korlensis</i>	Zhang ve ark., 2009
<i>Bacillus haloalkaliphilus</i>	Fritze, 1996	<i>Bacillus kribbensis</i>	Lim ve ark., 2007
<i>Bacillus halochares</i>	Pappa ve ark., 2010	<i>Bacillus krulwichiae</i>	Yumoto ve ark., 2003
<i>Bacillus halodenitrificans</i>	Denariáz ve ark., 1989	<i>Bacillus laevolacticus</i>	Andersch ve ark., 1994
<i>Bacillus halodurans</i>	Nielsen ve ark., 1995	<i>Bacillus larvae</i>	White, 1906
<i>Bacillus halophilus</i>	Ventosa ve ark., 1990	<i>Bacillus laterosporus</i>	Laubach, 1916
<i>Bacillus halosaccharovorans</i>	Mehrshad ve ark., 2013	<i>Bacillus lautus</i>	Nakamura, 1984
<i>Bacillus halotolerans*</i>	Tindall, 2017	<i>Bacillus lehensis</i>	Ghosh ve ark., 2007
<i>Bacillus haynesii</i>	Dunlap ve ark., 2017	<i>Bacillus lentimorbus</i>	Dutky, 1940
<i>Bacillus hemicellulosilyticus</i>	Nogi ve ark., 2005	<i>Bacillus lentus</i>	Gibson, 1935
<i>Bacillus hemicentroti</i>	Chen ve ark., 2011	<i>Bacillus licheniformis*</i>	Weigmann, 1898
<i>Bacillus herbersteinensis</i>	Wieser ve ark., 2005	<i>Bacillus ligniniphilus</i>	Zhu ve ark., 2014
<i>Bacillus hisashii</i>	Nishida ve ark., 2015	<i>Bacillus lindianensis</i>	Dou ve ark., 2016
<i>Bacillus horikoshii</i>	Nielsen ve ark., 1995	<i>Bacillus litoralis</i>	Yoon ve Oh, 2005
<i>Bacillus horneckiae</i>	Vaishampayan ve ark., 2010	<i>Bacillus localis</i>	Marquez ve ark., 2011a
<i>Bacillus horti</i>	Yumoto ve ark., 1998	<i>Bacillus loiseleuriae</i>	Liu ve ark., 2016a
<i>Bacillus huizhouensis</i>	Li ve ark., 2014	<i>Bacillus luciferensis</i>	Logan ve ark., 2012
<i>Bacillus humi</i>	Heyrman ve ark., 2005a	<i>Bacillus luteolus</i>	Shi ve ark., 2011
<i>Bacillus hwajinpoensis</i>	Yoon ve ark., 2004	<i>Bacillus luteus</i>	Subhash ve ark., 2014
<i>Bacillus idriensis</i>	Ko ve ark., 2006	<i>Bacillus luti</i>	Liu ve ark., 2017c
<i>Bacillus indicus</i>	Suresh ve ark., 2004	<i>Bacillus lycopersici</i>	Lin ve ark., 2015a
<i>Bacillus infantis</i>	Ko ve ark., 2006	<i>Bacillus macauensis</i>	Zhang ve ark., 2006
<i>Bacillus infernus</i>	Boone ve ark., 1995	<i>Bacillus macerans</i>	Schardinger, 1905
<i>Bacillus insolitus</i>	Larkin ve Stokes, 1967	<i>Bacillus macquariensis</i>	Marshall ve Ohye, 1966
<i>Bacillus invictae</i>	Branquinho ve ark., 2014	<i>Bacillus macyae</i>	Santini ve ark., 2004
<i>Bacillus iranensis</i>	Bagheri ve ark., 2012	<i>Bacillus malacitensis</i>	Ruiz-Garcia ve ark., 2005
<i>Bacillus isabeliae</i>	Albuquerque ve ark., 2008	<i>Bacillus maliki</i>	Abbas ve ark., 2016
<i>Bacillus isronensis</i>	Shivaji ve ark., 2009	<i>Bacillus mangrovi</i>	Gupta ve ark., 2017
<i>Bacillus jeddahensis</i>	Bittar ve ark., 2017	<i>Bacillus mannanyticus</i>	Nogi ve ark., 2005
<i>Bacillus jeotgali</i>	Yoon ve ark., 2001	<i>Bacillus manuseensis</i>	Sun ve ark., 2018

Tablo 1.2 devamı

Bacillus türleri	Kaynak	Bacillus türleri	Kaynak
<i>Bacillus marinesedimentorum</i>	Guo ve ark., 2018	<i>Bacillus okhensis</i>	Nowlan ve ark., 2006
<i>Bacillus marinus</i>	Rüger, 1983	<i>Bacillus okuhidensis</i>	Li ve ark., 2002
<i>Bacillus marisflavi</i>	Yoon ve ark., 2003	<i>Bacillus oleivorans</i>	Azmatunnisa ve ark., 2015
<i>Bacillus marismortui</i>	Arahal ve ark., 1999	<i>Bacillus oleronius</i>	Kuhnigk ve ark., 1996
<i>Bacillus maritimus</i>	Pal ve ark., 2017	<i>Bacillus oryzaecorticis</i>	Hong ve ark., 2014
<i>Bacillus marmarensis</i>	Denizci ve ark., 2010	<i>Bacillus oryisoli</i>	Zhang ve ark., 2016a
<i>Bacillus massiliensis</i>	Glazunova ve ark., 2006	<i>Bacillus oryzaeterrae</i>	Bao ve ark., 2017
<i>Bacillus massiliosenegalensis</i>	Ramasamy ve ark., 2016	<i>Bacillus oshimensis</i>	Yumoto ve ark., 2005
<i>Bacillus megaterium</i>	Bary, 1884	<i>Bacillus pabuli</i>	Nakamura, 1984
<i>Bacillus mesonae</i>	Liu ve ark., 2014	<i>Bacillus pacificus</i>	Liu ve ark., 2017c
<i>Bacillus mesophilus</i>	Zhou ve ark., 2017	<i>Bacillus pakistanensis</i>	Roohi ve ark., 2014
<i>Bacillus methanolicus</i>	Arfman ve ark., 1992	<i>Bacillus pallidus</i>	Scholz ve ark., 1988
<i>Bacillus methylotrophicus</i>	Madhaiyan ve ark., 2010	<i>Bacillus pallidus</i>	Zhou ve ark., 2008
<i>Bacillus migulanus</i>	Takagi ve ark., 1993	<i>Bacillus panacisoli</i>	Choi ve Cha, 2014
<i>Bacillus mobilis</i>	Liu ve ark., 2017c	<i>Bacillus panaciterrae</i>	Ten ve ark., 2006
<i>Bacillus mojavensis*</i>	Roberts ve ark., 1994	<i>Bacillus pantothenticus</i>	Proom ve Knight, 1950
<i>Bacillus mucilaginosus</i>	Shelobolina ve ark., 1998	<i>Bacillus parabrevis</i>	Takagi ve ark., 1993
<i>Bacillus muralis</i>	Heyrman ve ark., 2005	<i>Bacillus paraflexus</i>	Chandna ve ark., 2013
<i>Bacillus murimartini</i>	Borchert ve ark., 2007	<i>Bacillus paralicheniformis*</i>	Dunlap ve ark., 2015
<i>Bacillus mycoides</i>	Flügge, 1886	<i>Bacillus paramycoides</i>	Liu ve ark., 2017c
<i>Bacillus naganoensis</i>	Tomimura ve ark., 1990	<i>Bacillus paranthracis</i>	Liu ve ark., 2017c
<i>Bacillus nakamurai</i>	Dunlap ve ark., 2016a	<i>Bacillus pasteurii</i>	Miquel, 1889
<i>Bacillus nanhaiensis</i>	Chen ve ark., 2011a	<i>Bacillus patagoniensis</i>	Olivera ve ark., 2005
<i>Bacillus nanhaiisediminis</i>	Zhang ve ark., 2011	<i>Bacillus peoriae</i>	Montefusco ve ark., 1993
<i>Bacillus ndiopicus</i>	Lo ve ark., 2017	<i>Bacillus persepolensis</i>	Amoozgar ve ark., 2009
<i>Bacillus nealsonii</i>	Venkateswaran ve ark.,	<i>Bacillus persicus</i>	Didari ve ark., 2013
<i>Bacillus neidei</i>	Nakamura ve ark., 2002	<i>Bacillus pervagus</i>	Kosowski ve ark., 2014
<i>Bacillus neizhouensis</i>	Chen ve ark., 2009	<i>Bacillus piscicola</i>	Daroonpant ve ark., 2016
<i>Bacillus niabensis</i>	Kwon ve ark., 2007	<i>Bacillus plakortidis</i>	Borchert ve ark., 2007
<i>Bacillus niacini</i>	Nagel ve Andreesen 1991	<i>Bacillus pocheonensis</i>	Ten ve ark., 2007
<i>Bacillus nitratreducens</i>	Liu ve ark., 2017c	<i>Bacillus polygoni</i>	Aino ve ark., 2008
<i>Bacillus notoginsengisoli</i>	Zhang ve ark., 2017	<i>Bacillus polymachus</i>	Nguyen ve ark., 2015
<i>Bacillus novalis</i>	Heyrman ve ark., 2004	<i>Bacillus polymyxa</i>	Prazmowski, 1880
<i>Bacillus oceani</i>	Song ve ark., 2016	<i>Bacillus popilliae</i>	Dutky, 1940
<i>Bacillus oceanisediminis</i>	Zhang ve ark., 2010	<i>Bacillus populi</i>	Liu ve ark., 2018
<i>Bacillus odysseyi</i>	La Duc ve ark., 2004	<i>Bacillus praedii</i>	Liu ve ark., 2017b

Tablo 1.2 devamı

Bacillus türleri	Kaynak	Bacillus türleri	Kaynak
<i>Bacillus proteolyticus</i>	Liu ve ark., 2017c	<i>Bacillus siralis</i>	Pettersson ve ark., 2000
<i>Bacillus pseudocaliphilus</i>	Nielsen ve ark., 1995	<i>Bacillus smithii</i>	Nakamura ve ark., 1988
<i>Bacillus pseudofirmus</i>	Nielsen ve ark., 1995	<i>Bacillus solani</i>	Liu ve ark., 2015
<i>Bacillus pseudomycolides</i>	Nakamura, 1998	<i>Bacillus soli</i>	Heyrman ve ark., 2004
<i>Bacillus psychrodurans</i>	Abd El-Rahman ve ark., 2002	<i>Bacillus solimangrovi</i>	Lee ve ark., 2014
<i>Bacillus psychrophilus</i>	Nakamura, 1984b	<i>Bacillus solisalsi</i>	Liu ve ark., 2009
<i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i>	Priest ve ark., 1989	<i>Bacillus solisilvae</i>	Pan ve ark., 2017
<i>Bacillus psychrotolerans</i>	Abd El-Rahman ve ark., 2002	<i>Bacillus songklensis</i>	Kang ve ark., 2013
<i>Bacillus pulvifaciens</i>	Nakamura, 1984c	<i>Bacillus sonorensis</i>	Palmisano ve ark., 2001
<i>Bacillus pumilus*</i>	Meyer ve Gottheil, 1901	<i>Bacillus sphaericus</i>	Meyer ve Neide, 1904
<i>Bacillus purgationiresistens</i>	Vaz-Moreira ve ark., 2012	<i>Bacillus sporothermodurans</i>	Pettersson ve ark., 1996
<i>Bacillus pycnus</i>	Nakamura ve ark., 2002	<i>Bacillus stamsii</i>	Müller ve ark., 2016
<i>Bacillus qingdaonensis</i>	Wang ve ark., 2007	<i>Bacillus stearothermophilus</i>	Donk, 1920
<i>Bacillus qingshengii</i>	Xi ve ark., 2014	<i>Bacillus stratosphericus</i>	Shivaji ve ark., 2006
<i>Bacillus reuszeri</i>	Shida ve ark., 1995	<i>Bacillus subterraneus</i>	Kanso ve ark., 2002
<i>Bacillus rhizosphaerae</i>	Madhaiyan ve ark., 2013	<i>Bacillus subtilis*</i>	Cohn, 1872
<i>Bacillus rigiliprofundii</i>	Sylvan ve ark., 2015	<i>Bacillus subtilis subsp. inaquosorum</i>	Rooney ve ark., 2009
<i>Bacillus rigui</i>	Baik ve ark., 2010	<i>Bacillus subtilis subsp. spizizenii</i>	Nakamura ve ark., 1999
<i>Bacillus ruris</i>	Heyndrickx ve ark., 2005	<i>Bacillus subtilis subsp. stercoris</i>	Adelskov ve Patel, 2016
<i>Bacillus safensis*</i>	Satomi ve ark., 2006	<i>Bacillus subtilis subsp. subtilis</i>	Nakamura ve ark., 1999
<i>Bacillus salarius</i>	Lim ve ark., 2006a	<i>Bacillus swezeyi</i>	Dunlap ve ark., 2017
<i>Bacillus salexigens</i>	Garabito ve ark., 1997	<i>Bacillus taeanensis</i>	Lim ve ark., 2006b
<i>Bacillus saliphilus</i>	Romano ve ark., 2005	<i>Bacillus taiwanensis</i>	Liu ve ark., 2015a
<i>Bacillus schlegelii</i>	Schenk ve Aragno, 1981	<i>Bacillus tamaricis</i>	Zhang ve ark., 2018
<i>Bacillus sediminis</i>	Yu ve ark., 2014	<i>Bacillus tequilensis*</i>	Gatson ve ark., 2006
<i>Bacillus selenatarsenatis</i>	Yamamura ve ark., 2007	<i>Bacillus terrae</i>	Diez ve ark., 2017
<i>Bacillus selenitireducens</i>	Switzer Blum ve ark., 1998	<i>Bacillus thermantarcticus</i>	Nicolaus ve ark., 2002
<i>Bacillus seohaeanensis</i>	Lee ve ark., 2006	<i>Bacillus thermoaerophilus</i>	Meier-Stauffer ve ark., 1996
<i>Bacillus shacheensis</i>	Lei ve ark., 2014	<i>Bacillus thermoamylovorans</i>	Combet-Blanc ve ark., 1995
<i>Bacillus shackletonii</i>	Logan ve ark., 2004	<i>Bacillus thermocatenulatus</i>	Golovacheva ve ark., 1975
<i>Bacillus siamensis*</i>	Sumpavapol ve ark., 2010	<i>Bacillus thermocloacae</i>	Demharter ve Hensel 1989
<i>Bacillus silvestris</i>	Rheims ve ark., 1999	<i>Bacillus thermocopriae</i>	Han ve ark., 2013
<i>Bacillus simplex</i>	Priest ve ark., 1989	<i>Bacillus thermodenitrificans</i>	Manachini ve ark., 2000

Tablo 1.2 devamı

Bacillus türleri	Kaynak	Bacillus türleri	Kaynak
<i>Bacillus thermoglucosidasius</i>	Suzuki, 1984	<i>Bacillus vedderi</i>	Agnew ve ark., 1996
<i>Bacillus thermolactis</i>	Coorevits ve ark., 2011	<i>Bacillus velezensis*</i>	Ruiz-García ve ark., 2005
<i>Bacillus thermoleovorans</i>	Zarilla ve Perry, 1988	<i>Bacillus vini</i>	Ma ve ark., 2017
<i>Bacillus thermophilus</i>	Yang ve ark., 2013	<i>Bacillus vietnamensis</i>	Noguchi ve ark., 2004
<i>Bacillus thermoruber</i>	Manachini ve ark., 1985	<i>Bacillus vireti</i>	Heyrman ve ark., 2004
<i>Bacillus thermosphaericus</i>	Andersson ve ark., 1996	<i>Bacillus vulcani</i>	Caccamo ve ark., 2000
<i>Bacillus thiaminolyticus</i>	Nakamura, 1990	<i>Bacillus wakoensis</i>	Nogi ve ark., 2005
<i>Bacillus thioparans</i>	Pérez-Ibarra ve ark., 2007	<i>Bacillus weihenstephanensis</i>	Lechner ve ark., 1998
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Berliner, 1915	<i>Bacillus wiedmannii</i>	Miller ve ark., 2016
<i>Bacillus tianshenii</i>	Jiang ve ark., 2014	<i>Bacillus wudalianchiensis</i>	Liu ve ark., 2017a
<i>Bacillus tropicus</i>	Liu ve ark., 2017c	<i>Bacillus wuyishanensis</i>	Liu ve ark., 2015b
<i>Bacillus tryoxylicola</i>	Aizawa ve ark., 2010	<i>Bacillus xiamenensis</i>	Lai ve ark., 2014
<i>Bacillus tusciae</i>	Bonjour ve Aragno, 1984	<i>Bacillus xiaoxiensis</i>	Chen ve ark., 2011b
<i>Bacillus urumqiensis</i>	Zhang ve ark., 2016	<i>Bacillus zeae</i>	Kämpfer ve ark., 2017
<i>Bacillus validus</i>	Nakamura, 1984	<i>Bacillus zhangzhouensis</i>	Liu ve ark., 2016c
<i>Bacillus vallismortis</i>	Roberts ve ark., 1996	<i>Bacillus zhanjiangensis</i>	Chen ve ark., 2011c

* : Bu çalışmadan izole edilen *Bacillus* türleri.

Bacillus cinsine ait türler bağışıklık sistemini uyardıklarından (Duc ve ark., 2003a, 2003b; Huang ve ark., 2008) ve patojenik bakterilere karşı antimikrobiyal maddeler ürettiklerinden (Barbosa ve ark., 2005; D'Arienzo ve ark., 2006; La Ragione ve Woodward, 2003; Adimpong ve ark., 2012) dolayı insanlar için probiyotik takviyeleri, hayvan yemlerinde katkı maddeleri olarak gıda ve sağlık endüstrisinde kullanılmaktadır. Ayrıca, basitrasin, polimiksin, gramisidin, tiroidin, subtilin ve basilin gibi farmasötik açıdan önemli olan birçok peptit antibiyotik *Bacillus* türleri tarafından üretilmektedir (Awais ve ark., 2007).

Bacillus cinsine ait türlerin çoğunun patojenik potansiyeli çok azdır veya yoktur. Bununla birlikte Şarbon hastalığına sebep olan *Bacillus anthracis* bir istisnadır. İnsanlarda veya hayvanlarda hastalık yapan *Bacillus* türleri nadirdir. Gıdalarda bulunabilen *Bacillus cereus* insanlarda bağırsak enfeksiyonlarına sebep olabilmektedir. Enteropatojen olan *B. cereus* suşları adenilat-siklazı uyaran bir enterotoksin üretirerek insanlarda 1-2 gün süren ishallere neden olmaktadır (Kayser ve ark., 1997).

Havada, tozda, toprakta, suda, ıslak yüzeylerde ve hastanelerde sıklıkla bulunan *Bacillus licheniformis*'in, insanlarda kullanılan kataterleri kolayca kontamine ederek enfeksiyona ve bakteremiye sebep olduğu açıklanmıştır (Turnbull ve Kramer, 1991; Bollet ve ark., 1992; Blue ve ark., 1995). *B. licheniformis*'in kültürlerinden üretilen ilk peptit antibiyotik olan basitrasin, tıp ve veterinerlik alanlarında kullanılmaktadır (He ve ark., 2006).

Toprak örnekleri, bitkiler ve samanlarda bulunabilen *B. subtilis*, saman çöpleriyle gözün saydam tabakasının zarar görmesi sonucu oluşan iltihabi enfeksiyonlara neden olduğu belirtilmiştir (Kayser ve ark., 1997). *B. thuringiensis*'in böceklerin kontrolünde kullanılan pestisit proteinler ürettiği bilinmektedir. İnsanlardaki doku nekrozundan izole edilen *B. thuringiensis* serotip H34'ün endosporları solunum yolundan deney farelerine verildiğinde farelerde toksik şok sendromuna, akciğerlerde ve karaciğerlerde hemorajik lezyonlara sebep olduğu tespit edilmiştir (Hernandez ve ark., 1999). Son yıllarda bazı *Bacillus* türleri enzim, antibiyotik, böcek öldürücü ve bazı biyokimyasalların üretiminde kullanılır (Banat ve ark., 2000; Harwood, 1989; Ruiz-García ve ark., 2005). GB03 (Choi ve ark., 2014) ve FZB42 (Chen ve ark., 2007) *B. amyloliquefaciens* suşları bitki büyümesini desteklemek için farklı ticari formülasyonlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Fan ve ark., 2017). Ayrıca, *B. subtilis*, *B. cereus* ve *B. mycoides* gibi basiller bitki büyümesini arttıran biyogübre olarak işlev görürler ve *B. subtilis*, bitkileri bitki patojenlerinden korumak için biyopestisitler olarak kullanılmaktadır (Choudhary ve Johri, 2009). *Arabidopsis thaliana* bitkisinin büyümesini arttıran *B. pumilus*, salatalık mozaik virüsü (CMV) enfeksiyonunun neden olduğu belirtileri de azalttığı belirtilmiştir (Ryu ve ark., 2004).

1.4. Çalışmamızda *Bacillus* İzolatları Tarafından Üretilen Enzimler

Reaksiyonları katalize eden çoğunlukla protein yapısında olan enzimlerin hücrelerde oldukça önemli görevleri bulunmaktadır. Genellikle mikroorganizmalardan elde edilen enzimler endüstrinin hemen hemen her alanında kullanılmaktadır. Mikroorganizma kaynaklı enzimlerin tercih edilmesinin nedenleri, istenmeyen yan ürün oluşturmamaları, hayvanlardan veya bitkilerden üretilen enzimlere göre katalitik aktivitelerinin çok yüksek olmaları, ucuz, stabil ve çok miktarda üretililebilmeleridir (Eren Kıran ve ark., 2006).

1.4.1. Amilaz

α -amilaz (EC 3.2.1.1), nişasta substratlarını parçalayan, gıda, ilaç ve kimya endüstrisinin çeşitli dallarında yaygın olarak uygulanan ve en yoğun şekilde çalışılan bir enzimdir (Janecek ve ark., 2014; Ranjani ve ark., 2014; Liu ve ark., 2016b). Birçok halotolerant bakterinin tuza toleranslı enzimler ürettiği bilinmektedir. *Bacillus* türleri tarafından üretilen 60 °C ve 5 M NaCl'de kararlı olan tuza toleranslı amilaz ve selüloz enzimlerinin nişasta, selüloz kalıntılarını içeren atıkların ve atık suların arıtılmasında kullanılabileceği araştırmacılar tarafından açıklanmıştır (Ventosa, 1995, Khire ve Pant 1992). Araştırmacılar, *B. velezensis*'in (Ruiz-García ve ark., 2005a), *B. mojavensis*'in (Roberts ve ark., 1994), *B. atrophaeus*'un (Nakamura, 1989), *B. paralicheniformis*'in (Dunlap ve ark., 2015), *B. amyloliquefaciens*'in (Priest ve ark., 1987), *B. tequilensis* RG2'nin (Kaur ve ark., 2018) *Bacillus agaradhaerens*'in (Nielsen ve ark., 1995), *Bacillus algicola*'nın (Ivanova ve ark., 2004), *Bacillus carboniphilus*'in (Fujita ve ark., 1996), *Bacillus funiculus*'un (Ajithkumar ve ark., 2002) amilaz enzimi ürettiğini bildirmişlerdir.

1.4.2. β -galaktosidaz

β -galaktosidazlar (EC 3.2.1.23) genel olarak laktozun hidrolizinde kullanılırlar. β -galaktosidazın hidrolitik aktivitesi, süt ürünlerinin laktoz içeriğinin azaltılmasında, laktoz kristalizasyon problemlerini önlenmesinde, lezzetin, tatlılığın ve çözünürlüğün artırılmasını amaçlayan gıda endüstrisinde yaygın olarak uygulanır (Ganzle ve ark., 2008; Silvério ve ark., 2018). Araştırmacılar; *B. velezensis*'in (Ruiz-Garcia ve ark., 2005), *B. paralicheniformis*'in (Dunlap ve ark., 2015), *B. safensis*'in (Satomi ve ark., 2006), *Bacillus galactosidilyticus*'un (Heyndrickx ve ark., 2004), *Bacillus nealsonii*'nin (Venkateswaran ve ark., 2003), *Bacillus krulwichiae*'nin (Yumoto ve ark., 2003) β -galaktosidaz enzimini ürettiğini rapor etmişlerdir.

1.4.3. DNaz

DNazlar DNA'yı hidrolize ederek 5'-deoksiribonükleotitleri veya 2',3'-nükleotitleri serbest bırakırlar. 5'-nükleotitler aromalıdır ve yiyeceklere iyi bir tat verir (Amoozegar ve Siroosi, 2015; Kanlayakrit ve ark., 2001). *Bacillus pumilus* AHU 1387 suşunun DNaz enzimini ürettiği araştırmacılar tarafından açıklanmıştır (Ikawa ve ark., 1976). Ayrıca araştırmacılar tarafından *Bacillus krulwichiae*'nin (Yumoto ve ark., 2003), *Bacillus smithii*'nin (Nakamura ve ark., 1988), *Bacillus vietnamensis*'in (Noguchi ve ark., 2004) DNA'yı parçaladığı belirtilmiştir.

1.4.4. Katalaz

Katalaz (EC 1.11.1.6) tüm aerobik hücrelerde bulunan, hidrojen peroksiti moleküler oksijene ve suya ayrıştıran bir enzimdir. Başlıca işlevi hücreleri hidrojen peroksitin toksik etkisinden korumaktır (Gudelj ve ark., 2001). Araştırmacılar; *B. mojavensis*'in (Roberts ve ark., 1994), *B. atrophaeus*'un (Nakamura, 1989), *B. paralicheniformis*'in (Dunlap ve ark., 2015), *B. tequilensis* RG2'nin (Kaur ve ark., 2018), *B. safensis*'in (Satomi ve ark., 2006), *Bacillus aquimaris*'in (Yoon ve ark., 2003), *Bacillus barbaricus*'un (Taubel ve ark., 2003), *Bacillus endophyticus*'un (Reva ve ark., 2002), *Bacillus fortis*'in (Scheldeman ve ark., 2002), *Bacillus halophilus*'un (Ventosa ve ark., 1990) katalaz enzimi ürettiğini gözlemlemişlerdir.

1.4.5. Ksilanaz

Ksilanazlar (E.C. 3.2.1.8), kompleks bitki hücresi duvarı bileşeni olan polisakkarit ksilanın β -1,4 omurgasını rasgele parçalayan hidrolitik enzimlerdir ve bakteri, maya, filamentli mantarları içeren çeşitli mikroorganizmalar tarafından üretildiği rapor edilmiştir (Collins ve ark., 2005; Kumar ve ark., 2014). Ksilan, bitki hücre duvarlarında önemli bir yapısal polisakkarit olmasıyla birlikte selülozdan sonra doğada en çok bulunan ikinci polisakkarittir (Kallel ve ark., 2015). Kallel ve ark. (2015) *Bacillus mojavensis* UEB FK'dan asidik ve düşük moleküler ağırlıklı ksilanazı saflaştırıp karakterize etmişlerdir. Amore ve arkadaşları (2015), *B. amyloliquefaciens* XR44A izolatının ksilanaz ürettiğini bildirmişlerdir. Pamuk çiftliğinden (Kashan-Iran) izole edilen *Bacillus mojavensis* AG137 suşunun 55 °C ve pH 9.0'da en iyi ksilanaz aktivitesi

gösterdiğini tespit etmişlerdir (Sepahy ve ark., 2011). Kumar ve arkadaşları (2014), belirli büyüme koşulları altında *Bacillus atrophaeus* E8'in ksilanaz enzimi ürettiğini açıklamışlardır. Bernier ve ark. (1983) *Bacillus subtilis*'ten ksilanaz enzimini izole ve karakterize etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar; *Bacillus agaradhaerens*'in (Nielsen ve ark., 1995), *Bacillus vedderi*'nin (Agnew ve ark., 1996), *Bacillus thermantarcticus*'un (Nicolaus ve ark., 2002) ksilanaz enzimini ürettiğini tespit etmişlerdir.

1.4.6. Lipaz

Lipazlar (EC 3.1.1.3) trigliseritleri yağ asitlerine ve gliserole hidrolize ederler ve doğada yaygın olarak bulunurlar. Her ne kadar hayvan, bitki, bakteri, maya ve mantar gibi çeşitli türler tarafından lipazlar üretilse de mikroorganizmaların lipaz enzimleri gıda, süt ürünleri, ilaç, deterjan, tekstil, biyodizel, kozmetik endüstrisi, tarım kimyasallarının ve yeni polimerik malzemelerin sentezi gibi çok çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır (Saxena ve ark., 1999; Jaeger ve Eggert, 2002; Kumar ve ark., 2005). Lipaz üreten mikroorganizmalar endüstriyel atıklarda, bitkisel yağ işleme fabrikalarında, mandıralarda, yağ ile kirlenmiş topraklarda, yağlı tohumlarda ve çürüyen yiyecekler gibi farklı ortamlarda bulunmuştur (Sharma ve ark., 2001). Ghorbani ve Harighi (2018) *Bacillus halotolerans* SR23 izolatının lipaz ürettiğini tespit etmişlerdir. *B. amyloliquefaciens*'in (Priest ve ark., 1987), *Bacillus aquimaris*'in (Yoon ve ark., 2003), *Bacillus carboniphilus*'un (Fujita ve ark., 1996), *Bacillus halodurans*'in (Nielsen ve ark., 1995) lipaz enzimini ürettikleri bildirilmiştir.

1.4.7. Proteaz

Proteazlar [serin proteaz (EC. 3.4.21), sistein (tiyol) proteaz (EC 3.4.22), aspartik proteazlar (EC 3.4.23) ve metaloproteaz (EC 3.4.24)], endüstrinin en önemli gruplarından biri olup toplam enzim pazarının yaklaşık % 60'ını oluştururlar (Zeikus ve ark., 1998; Nunes ve Martin, 2001; Sing ve ark., 2001; Nascimento ve Martins, 2004). Kimya, tıp ve gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Mikrobiyal proteazlar hücrel metabolik süreçlerde önemli rol oynarlar ve endüstriyel alanlarda büyük ilgi görmüşlerdir. Çeşitli hayvanların, bitkilerin ve mikroorganizmaların proteazların ana kaynakları olduğu gösterilmiştir (Shafee ve ark., 2005; Jalkute ve ark., 2017). Bununla

birlikte, bitki ve hayvansal kaynaklı proteazların üretimi, iklimsel nedenler ve etik sorunlar nedeniyle bazı kısıtlamalara sahiptir (Rao ve ark., 1998; Shafee ve ark., 2005; Jalkute ve ark., 2017). Mikroorganizmalar tarafından üretilen proteazlar, dünya enzim pazarında ticari üretimin üçte ikilik bir kısmını oluşturmaktadır (Kumar ve Takagi, 1999; Jalkute ve ark., 2017). *B. velezensis*'in (Ruiz-García ve ark., 2005), *B. paralicheniformis*'in (Dunlap ve ark., 2015), *B. amyloliquefaciens*'in (Priest ve ark., 1987), *B. tequilensis* RG2'nin (Kaur ve ark., 2018) proteaz enzimini ürettiğini bildirilmiştir.

1.4.8. Pullulanaz

Pullulanaz (EC 3.2.1.41) pullulan, amilopektin ve amilopektinin α ve β -limit dekstrinlerindeki α -1,6 glikozit bağlantılarının hidrolizini gerçekleştirir (Duan ve ark., 2013). Mikroorganizmalar tarafından üretilen pullulanaz, pullulandaki α -(1,6) bağlantılarındaki spesifik etkisinden dolayı daha fazla ilgi çekmektedir. Pullulanazlar deterjan endüstrisinde, bulaşık yıkama ve çamaşır deterjanlarında alkali koşullar altında nişastaların giderilmesinde (Van ve Willem, 1990), nişasta işleme endüstrisinde, maltoz şuruplarının ve yüksek saflıkta glikoz ve fruktoz üretiminde (Jensen ve Norman, 1984) ve düşük kalorili bira üretiminde kullanılmaktadır (Olsen ve ark., 2000; Asha ve ark., 2013). Araştırmacılar; *Bacillus naganoensis*'in (Tomimura ve ark., 1990), *Bacillus alcalophilus*'un (Vedder, 1934), *Bacillus flexus*'un (Priest ve ark., 1989), *Bacillus halmapalus*'un (Nielsen ve ark., 1995), *Bacillus naganoensis*'in (Tomimura ve ark., 1990) pullulanaz enzimini ürettiğini bildirmişlerdir.

1.4.9. Selülaz

β (1-4) bağlı glikoz birimlerinin polimeri olan selüloz, doğal ortamda en çok bulunan, yenilenebilir enerji kaynağıdır (Back ve Kwon, 2007). Selülozik maddelerin enzimatik olarak tam hidroliz edilebilmesi için endo (1, 4) β -D-glukanaz [EC 3.2.1.4] (Karboksimetil selülaz veya CMCase), ekzo (1, 4) β -D-glukanaz [EC 3.2.1.91] (sellobiyohidrolaz, aviselaz, mikrokristalin selülaz, β -eksoglikonaz) ve β -glukosidaz [EC 3.2.1.21] olmak üzere en az üç tür selülaz enzimi gerekmektedir (Lynd ve ark., 2002; Azadian ve ark., 2017).

Selülaaz çeşitli gıda, yem, tekstil ve deterjan endüstrisi gibi çok çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır (Dhiman ve ark., 2002; Azadian ve ark., 2017). Ticari amaçla kullanılan selülaazların çoğu *Aspergillus* ve *Trichoderma* türleri tarafından üretilmiştir (Howard ve ark., 2003). *Bacillus*, *Clostridium*, *Erwinia*, *Cellomonas*, *Bacteriodes*, *Ruminococcus*, *Thermonospora* ve *Acetivibrio* cinslerine ait bazı türlerin bakteriyel selülaaz ürettikleri bildirilmiştir (Roboson ve Chambliss, 1989; Kim ve ark., 2009; Lee ve ark., 2010; Kim ve ark., 2012). Yapılan bir çalışmada *B. atrophaeus* LBH-18'in karboksimetilselülaaz (CMCase) ürettiği bulunmuştur (Kim ve ark., 2012). Araştırmacılar; *Bacillus agaradhaerens*'in (Nielsen ve ark., 1995), *Bacillus vedderi*'nin (Agnew ve ark., 1996) selülaaz enzimi ürettiğini tespit etmişlerdir.

1.4.10. Üreaz

Üreaz (üre amidohidrolaz; EC 3.5.1.5) ürenin, amonyak ve CO₂'e hidrolizini katalizler. Üreaz enzimi çok çeşitli mikroorganizmalar ve bitkiler tarafından üretilmektedir (Mobley ve ark., 1995a,b; Ciurli ve ark., 1996; Bachmeier ve ark., 2002). *B. pasteurii* NCIM 2477'nin en yüksek üreaz üreticisi olduğu ve tuğla yüzeyinde etkili bir kalsit birikimi indükleyicisi olduğu tespit edilmiştir (Sarda ve ark., 2009). Araştırmacılar *B. paralicheniformis*'in (Dunlap ve ark., 2015), *Bacillus aquimaris*'in (Yoon ve ark., 2003), *Bacillus lentus*'un (Gibson, 1935) üreaz enzimini ürettiğini göstermişlerdir.

1.5. Çalışmamızda Kullanılan Antibiyotikler Hakkında Genel Bilgiler

Antibiyotikler, bakteri ve mantar gibi mikroorganizmalar tarafından üretilen antimikrobiyal ajanlardır. Bu ajanlar bakterilerin gelişmesini engelleme veya bakterileri öldürme yeteneklerine göre karakterize edilirler. Birçok antibiyotik özellikle DNA eşlenmesini, RNA sentezini ve protein sentezini katalizleyen enzimleri hedef alırlar (Madigan ve ark., 2019). Etki tarzlarına ve etkiledikleri mikroorganizmalara göre çok sayıda antibiyotik bulunmaktadır.

Antibiyotikler, mikroorganizmaları etkileme derecelerine göre bakterisitler ve bakteriyostatikler olmak üzere iki gruba ayrılabilirler. Bakterisitler, bakterilerin ölmesine neden olurlar. Örnek olarak florokinolonlar, polipeptidler, beta laktamlar (penisilinler, sefalosporinler, monobaktamlar, karbapenemler, beta laktamaz

inhibitörleri), rifamisin, vankomisin ve teikoplanin verilebilir. Bakteriyostatikler ise bakteri hücrelerinin üremesini ya da gelişmesini önler. Bakteriyostatiklere örnek olarak sülfonamidler, linkozamidler, tetrasiklinler, makrolid, mikonazol, metronidazol ve amfenikoller verilebilir (Madigan ve ark., 2019).

1.5.1. Beta-Laktam Antibiyotikler

Beta-laktam antibiyotiklerinin en önemi özelliği yapısında Beta-laktam halkasını içermesidir. Bakterilerin hücre duvarı yapısını oluşturan peptidoglikan sentezini inhibe ederler. Peptidoglikan sentezi bakterilere özgü olduğu için β -laktam antibiyotikler, konakçı hücreler için oldukça seçicidir ve insanlarda ve hayvanlarda toksik özellik göstermezler. Penisilin G, penisilin V, azidosilin, metisilin, nafsilin, oksasilin, izoksazolil penisilinler, ampisilin, amoksisilin, bakampisilin, karbenisilin, tikarsilin, azlosilin, piperasilin, mezlosilin Beta-laktam antibiyotikler olarak bilinmektedir. Penisilin G 1929'da *Penicillium chrysogenum* fungusu tarafından üretilen Profesör Alexander Fleming tarafından izole edilerek karakterize edilen ilk Beta-laktam antibiyotiktir. Penisilin G, Gram-pozitif bakterilere karşı etkiliyken, Gram-negatif bakterilere karşı etkisizdir. Penisilin G, β -laktam antibiyotiklerini parçalayan ve birçok penisiline dirençli bakteriler tarafından üretilen β -laktamaz enzimlerine karşı duyarlıdır. Oksasilin ve metisilin yaygın olarak kullanılan β -laktamaza dirençli yarı sentetik penisilinlerdir (Çevikbaş ve Abbasoğlu, 2011; Essack, 2001; Madigan ve ark., 2019).

1.5.2. Sefalosporinler

Sefalosporinler, bir fungus çeşidi olan *Cephalosporium* sp. tarafından üretilmektedir. Peptidoglikan sentezi sırasında transpeptidazlara geri dönüşümsüz olarak bağlanırlar ve peptidoglikanın çapraz bağlanmasını önleyerek hücre duvarı sentezini inhibe ederler. Penisilinin yapısında bulunan 5 üyeli tiazolidin yerine, sefalosporin grubu antibiyotiklerde 6 üyeli dihidrotiazin halkasını içerirler. İçerdiği bu halkanın yapısındaki fazladan karbon atomuna yan dalların ilave edilmesiyle yeni sefalosporinlerin oluşturulması sağlanmıştır. Klinik olarak önemli sefalosporinler penisilinlerden daha geniş bir aktivite spektrumuna sahip yarı sentetik antibiyotiklerdir. 40 yıldan uzun bir süredir “1. Kuşak” ajanların kullanılmasından bu yana çeşitli enfeksiyonların

tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu antibiyotikler, β -laktamlara karşı dirençli *Staphylococcus aureus*'un artışına kadar Gram-pozitif bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde kullanılmıştır (Marshall ve Balir, 1999; Madigan ve ark., 2019; Çevikbaş ve Abbasoğlu, 2011; Saravolatz ve ark., 2011).

1. Kuşak Sefalosporinler'e Sefadroksil, Sefaloglisin, Sefalekssin, Sefalotin, Sefazolin, Sefradin, Sefroksadin, Sefatrizin, 2. Kuşak Sefalosporinler'e Sefoksitin, Sefuroksim sodyum, Sefotetan, Sefprozil, Sefoklar 3. Kuşak Sefalosporinler'e Seftriakson, Sefotaksim, Seftazidim, Sefoperazon, Sefpodoksim, Seftizoksim, Moksalaktam 4. Kuşak Sefalosporinler'e Sefkuinom, Sefozopran, Sefepim, Sefpirom 5. Kuşak Sefalosporinler'e Seftobiprol örnek olarak verilebilir. Ayrıca sefalosporinler tipik olarak β -laktamazlara karşı daha dirençlidir. Örneğin, seftriakson β -laktamazlara karşı oldukça dirençlidir ve birçok *Neisseria gonorrhoeae* suşu penisiline dirençli hale geldiğinden gonore tedavisi için penisilin'in yerini almıştır (Marshall ve Balir, 1999; Madigan ve ark., 2019; Çevikbaş ve Abbasoğlu, 2011; Saravolatz ve ark., 2011).

1.5.3. Klavamlar (β Laktamaz İnhibitörleri)

Klavamlar tek başlarına kullanıldıklarında antibiyotik özelliği göstermezler. Beta laktam antibiyotiklerle birlikte uygulandıkları zaman bakterinin beta laktamaz enzimi aktivitesini yok ederler ve antibiyotiğin etkili olmasını sağlarlar. Klavulanik asit, Sulbaktam ve Tazobaktam örnek olarak verilebilir (Çevikbaş ve Abbasoğlu, 2011).

1.5.4. Glikopeptidler

Glikopeptidler, sitoplazmik zarın dış yüzeyinde büyüyen peptidoglikanın acyl-D-alanil-D-alanin (D-Ala-D-Ala) terminaline bağlanarak Gram-pozitif bakterileri hedef alır. RNA sentezini de inhibe etmeleriyle beta-laktamlardan farklılık gösterirler. Oritavansin, Telavansin, Dalbavansin ve Vankomisin örnek olarak verilebilir (Çevikbaş ve Abbasoğlu, 2011; Binda ve ark., 2014).

1.5.5. Basitrasin

Basitrasin, peptidoglikan sentezi için gerekli öncüllerin taşınmasını önleyerek hücre duvarı sentezini inhibe ederler (Çevikbaş ve Abbasoğlu, 2011). *B. licheniformis* ve *B. subtilis* tarafından üretilen dallı bir siklik dodesilpeptit antibiyotiktir (Neumüller ve ark., 2001; Ohki, 2003; Podlesek ve ark., 1997; Adimpong ve ark., 2012). *B. licheniformis*'te biyosentetik operonun *bacA*, *bacB* ve *bacC* olmak üzere üç gen içerdiği bildirilmiştir (Neumüller ve ark., 2001). Birçok çalışmada basitrasin direnci ve basitrasin biyosentezi operonunun varlığı eritromisin direnci ile ilişkilendirilmiştir (Ishihara var ark., 2002; Mazza ve ark., 1992, Perez-Trallero ve ark., 2004; Adimpong ve ark., 2012). Geçmişte basitrasin, hayvanların büyümesini teşvik etmek için ve aynı zamanda çoğu tropik ülkedeki insanlarda tedavi amaçlı kullanılmıştır (Butaye ve ark., 2003, Dibner ve Richards, 2005; Tsuda ve ark., 2002; Adimpong ve ark., 2012).

1.5.6. Makrolidler

Makrolidler, bakteri ribozomunun 50S alt birimine bağlanırlar ve tRNA molekülünün bağlanmasını engelleyerek protein sentezini inhibe ederler. Bakteriyostatik etki gösterirler. Şeker moleküllerine bağlı bir lakton halkasına sahiptirler ve bu bileşenlerdeki farklılıklar çok çeşitli makrolid antibiyotiklerinin oluşmasını sağlar. Eritromisin (*Streptomyces erythreus* tarafından üretilir), Oleandomisin, Azitromisin, Spiramisin, Midekamisin, Roksitromisin, Troleandomisin, Klaritromisin, Miokamisin, Rokitamisin, Diritromisin, Fluritromisin, Telitromisin, Setromisin örnek olarak verilebilir. Makrolidler, küresel antibiyotik üretiminin yaklaşık % 12'sini oluşturmaktadır (Madigan ve ark., 2019, Çevikbaş ve Abbasoğlu, 2011).

1.5.7. Linkozamidler

Linkozamidler, bakteri ribozomunun 50S alt birimine bağlanırlar ve tRNA molekülünün bağlanmasını engelleyerek protein sentezini inhibe ederler. Protozoonlara, anaeroblara ve Gram-pozitif bakterilere karşı etkilidirler. Dış membranlarının hidrofobik bileşikleri geçirmemesinden dolayı Gram-negatif basillerin ribozomları bu antibiyotiklere doğal olarak dirençlidirler. Linkozamidlere, Klindamisin ve Linkomisin örnek olarak

verilebilir. Klindamisin antibiyotiği linkomisine göre daha iyi olduğu açıklanmıştır (Balaban, 2008; Saran ve Karahan, 2010; evikbaş ve Abbasoğlu, 2011).

1.5.8. Aminoglikozitler

Aminoglikozit grubunda bulunan antibiyotikler amino şekerlere glikozidik bağlarla bağlanmışlardır. Aminoglikozitler, ribozomun 30S alt birimini hedef alarak protein sentezini engelleyen antibiyotiklerdir. Amikasin, Gentamisin, Kanamisin, Neomisin B, Neomisin C, Streptomisin, Tobramisin, Arbekasin, Netilmisin, Paromomisin, Apramisin Aminoglikozit grubunda bulunan antibiyotiklere örnek olarak verilebilir. Bu geniş spektrumlu antibiyotikler, Gram-negatif bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların tedavisinde faydalıdır ancak böbrek ve işitme hasarı gibi konak toksisite etkileri nedeniyle aminoglikozit antibiyotiklerin kullanımı yarı sentetik penisilin ve tetrasiklinlerin geliştirilmesinden bu yana azalmıştır (Madigan ve ark., 2019; evikbaş ve Abbasoğlu, 2011).

1.5.9. Tetrasiklinler

Tetrasiklinler, ribozomun 30S alt ünitesine etki ederek protein sentezini engellerler. Çeşitli *Streptomyces* türleri tarafından üretilen geniş spektrumlu antibiyotiklerdir ve klinik ortamlardan izole edilen Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterileri inhibe ederler. Yapılarında okta hidronaftasen halkası içeren antibiyotiklerdir. Bu halka ile ilgili yapılan çeşitli uygulamalar yeni antibiyotiklerin üretilmesini sağlamaktadır. Tetrasiklinler, veterinerlikte yaygın olarak kullanılmalarının yanı sıra bazı ülkelerde kümes hayvanları için besin takviyesi olarak kullanılırlar. Bununla birlikte, tıbbi açıdan önemli antibiyotiklerin bu şekilde klinik olmayan kullanımı, patojenler arasında antibiyotik direncini arttırabileceği için bu uygulama önerilmemektedir. Tetrasiklin, Doksisiklin, Minosiklin, Demeklosiklin, Metasiklin, Oksitetrasiklin rnek olarak verilebilir (Madigan ve ark., 2019; evikbaş ve Abbasoğlu, 2011).

1.5.10. Amfenikoller

Amfenikoller, ribozomun 50S alt birimindeki peptidiltransferazın aktivitesini inhibe eder ve böylece protein zincirinin uzamasını önler. Bu antimikrobiyal ajanlar hem tıpta hem de veterinerlikte uygulanır. Anaerobik mikroorganizmalar da dahil olmak üzere çok çeşitli Gram-negatif ve Gram-pozitif bakterilere karşı etkilidirler. Kloramfenikol, Tiamfenikol ve Florfenikol örnek olarak verilebilir. Kloramfenikol ilk olarak 1947 yılında *Streptomyces venezuelae* bakterisinden elde edilmiştir (Pietron ve ark., 2014; Patyra ve Kwiatek, 2019).

1.5.11. Kinolonlar ve Florokinolonlar

Kinolonlar, DNA girazı etkileyerek bakterilerde DNA'nın sarmal yapmasını ve paketlenmesini önleyen sentetik antibakteriyel bileşiklerdir. DNA giraz tüm bakterilerde bulunduğundan dolayı kinolonlar hem Gram-pozitif hem de Gram-negatif bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde etkilidir. 1.kuşak Kinolonlar'a Nalidiksik asit; 2.kuşak Kinolonlar'a Ofloksasin, Norfloksasin, Nadifloksasin, Rufloksasin, Enoksasin, Floroksasin, Lomefloksasin; 3.kuşak Kinolonlar'a Levofloksasin, Gatifloksasin, Balofloksasin, Grepafloksasin, Pazufloksasin, Sparfloksasin, Temafloksasin; 4.kuşak Kinolonlar'a Gemifloksasin, Klinafloksasin, Sitafloksasin, Trovafloksasin ve Prulifloksasin örnek olarak verilebilir (Madigan ve ark., 2019, Çevikbaş ve Abbasoğlu, 2011).

Moksifloksasin, Siprofloksasin florokinolonlara örnek olarak verilebilir. Siprofloksasin gibi florokinolonlar, idrar yolu enfeksiyonlarını tedavi etmek için rutin olarak kullanılan ve hayvanlarda solunum hastalıklarının önlenmesi ve tedavisi için sığır ve kümes hayvanı endüstrisinde yaygın olarak kullanılan florinli kinolon türevleridir. Siprofloksasin aynı zamanda antraks tedavisi için tercih edilen bir antibiyotiktir çünkü şarbona neden olan *Bacillus anthracis*'in bazı suşları penisilinlere karşı dirençlidir. Moksifloksasin, tüberküloz tedavisinde etkili olan ilaçlardan bir tanesidir (Madigan ve ark., 2019, Çevikbaş ve Abbasoğlu, 2011).

1.5.12. Rifamisinler

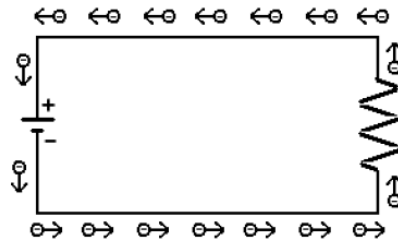
RNA sentezini inhibe ederek transkripsiyonu engellerler. Rifampisin, Rifabütün, Rifapentin, Rifaksimim örnek olarak verilebilir. Rifampin bakterilerdeki RNA polimerazının β -alt ünitesine bağlanarak RNA sentezini inhibe eder. Genellikle tüberkülozun tedavisinde kullanılmaktadır fakat rifampin gözyaşı, idrar ve ter gibi vücut salgılarını kırmızımsı-turuncuya çeviren bir yan etkiye sahiptir (Madigan ve ark., 2019; Çevikbaş ve Abbasoğlu, 2011).

1.5.13. Sülfonamidler

Sülfonamidler, sentetik büyüme faktörü analoglarıdır. Sülf ilaçları folik asit sentezini engellerler. Etki spektrumlarını genişletmek için sülfonamid kombinasyonları daha çok kullanılmaktadır. Sülfonamidlere örnek olarak Sulfametaksazol, Sulfodiazin, Sulfometokspiridazin ve Sulfodimetoksin verilebilir. Sülfanilamid seçici olarak toksiktir çünkü bakteriler, insanlardan ve çoğu hayvandan farklı olarak kendi folik asitlerini sentezler (Madigan ve ark., 2019; Çevikbaş ve Abbasoğlu, 2011, Yazar, 2009; Güreli, 2009).

1.6. Doğru Akım ve Yapılan Çalışmalar

Zamana bağlı olarak şiddeti ve yönü değişmeyen akıma doğru akım (DA) denir. Doğru akım iletken boyunda daima aynı şiddette ve tek yönde ilerleyen akımdır. Akım üreticinin “+” kutbundan “-” kutbuna doğru direnç üzerinden geçerek ulaşır (http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/).



Şekil 1. 1 Doğru elektrik akımının yönü.

Doğru akım hücre zarına, NAD⁺ (NADH) gibi koenzimlerin ve enzimlerin oksidasyonuna zarar vererek sitoplazmik içeriğin dışarı akmasına sebep olarak hücrenin

solunum yapmasını engellemektedir (Pfleiderer ve ark., 1988; Anderson ve ark., 1919; Beattle ve Lewis, 1925). Kim ve arkadaşları (2007) elektrik akımının bir ortamdaki mikrobiyal yükün azaltılmasına sebep olduğunu göstermişlerdir. Doğru akımın suda ve yiyeceklerde bulunan bakteriler üzerindeki etkisi incelenmiştir (Kevin ve ark., 2003). Deniz suyunda bulunan *Vibrio parahaemolyticus* (Park ve ark., 2003), asidofil bakteriler (Jackman ve ark., 1999), proteaz ve lipaz aktivitesi olan aşırı halofil arkeler (Birbir ve Birbir, 2006), sığır etinde bulunan *Escherichia coli* O157:H7 (Mahapatra ve ark., 2011), *Staphylococcus aureus* ve *Staphylococcus epidermidis* (Liu ve ark., 1997), cerrahi aletlerde bulunan *Staphylococcus epidermidis* (Van der Borden ve ark., 2004) farklı seviyelerdeki elektrik akımı ile inaktive edilmişlerdir. Hong ve arkadaşları (2008), *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 bakterisinin yaptığı korozyonu engellemek için elektrik akımını kullanmışlardır. Doğru akımın etkisi ile fenol indirgeyen bakterilerin biyofilm oluşurtması ve hareket yetenekleri engellenmiştir (Luo ve ark., 2005). Elektrik akımının şiddeti arttıkça atık sulardaki bakterilerin öldürülmesi daha etkili olmuştur (Wei ve ark., 2011).

Doğru akımın bakteri ayrışmasını ve yüzeylerden hareketi kontrol etmek için kullanılabileceği gösterilmiştir. Doğru akım alanlarındaki elektroforetik hareketlerini belirleyen bakteriler genel olarak negatif yüklü olduğu için bakterilerin elektriksel manipülasyonu mümkündür (DeFlaun ve Condee, 1997). Daha önce 800 μ A'lık bir elektrik akımının, ağızdaki bakteri suşlarının tutunduğu yüzeyden ayrılmasını sağladığı yapılan çalışmalar sonucunda saptanmıştır (Poortinga ve ark., 2001).

Mikroorganizmaların azaltılması ve farklı ortamlardaki mikrobiyal etkilerin sınırlandırılması için araştırmacılar doğru akımı kullanmışlardır. *Listeria monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 (Venkitanarayanan ve ark., 1999) kükürt oksitleyici *Thiobacillus ferrooxidans*, asidofilik hetetrof *Acidiphilium* SJH (Jackman ve ark., 1999), nitrifikasyon bakterileri (Li ve ark., 2001), *V. parahaemolyticus* (Park ve ark., 2003), *E. coli*, *K. pneumoniae* ve *P. mirabilis*, *S. aureus* ve *S. epidermidis* (Liu ve ark., 1993) gibi bakteriler daha önceki çalışmalarda elektrik akımı ile inaktif edilmişlerdir. Ayrıca, *Dekkera bruxellensis* 4481 (Lustrato ve ark., 2010) *Saccharomyces cerevisiae* 404, *Hanseniaspora guilliermondii* 465 (Ranalli ve ark., 2002) ve *Aspergillus niger*

(Velasco-Alvarez ve ark., 2011) gibi ökaryotik mikroorganizmaların inaktivasyonu için de elektrik akımı kullanılmıştır.

Bununla birlikte, doğru akımın bakteriyel tutunma ve hareketlerinin hücre yüzeyi özellikleri üzerindeki etkileri hakkında çok az araştırma yapılmıştır. Bakteriler elektrik akımına veya indüklenen alana maruz kaldığında, bakteriler üzerinde çevresel baskılar meydana gelir. Bakteriler çevresel strese fizyolojik olarak tepki verirken, yüzey özellikleri ve hatta hücre şekli değişir (Sanin, 2003; Sanin ve ark., 2003). Ancak, elektrik akımlarına maruz kalma sırasında hücre yüzey özelliklerinin nasıl değiştiği açık değildir. Ayrıca, hücre dışı akımlar bakteri aktivitesini ve büyümesini de etkiler ve hatta bakteriyel hücreleri tahrip eder (Drees ve ark., 2003). Bakterilerin inaktivasyonunda diğer uygulamalara göre kıyasla elektrik akımının daha kolay, düşük maliyetli ve daha etkili olduğu bildirilmiştir (Birbir ve Birbir, 2006). Tuzlarda halofil arkeleri öldürmek için elektrik akımı uygulamaları kullanılmıştır (Birbir and Birbir, 2006). İlk olarak, deri endüstrisinde, deri korunmasında kullanılan tuzlarda proteolitik ve lipolitik aşırı halofil arkeler doğru ve alternatif elektrik akımı ile ayrı ayrı yok edilmiştir (Birbir and Birbir, 2006; Birbir ve ark., 2015). Yapılan bazı çalışmalarda da derilerde ve ıslatma sıvılarında bulunan Gram-negatif ve Gram-pozitif bakteriler ayrı ayrı hem alternatif elektrik hem de doğru akım ile öldürülmüştür (Birbir ve ark., 2008a; Birbir ve ark., 2013). Çağlayan ve arkadaşları (2018) derilerde bozulmaya neden olan ılımlı halofil bakterilerin 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 A elektrik akımı ile öldürüldüğünü bildirmişlerdir.

BÖLÜM 2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. MATERYAL

2.1.1. Bakteri İzolasyonu ve İdentifikasyonunda Kullanılan Besiyerleri

Glikoz Nutrient Agar Besiyeri, Nutrient Agar Besiyeri, Nutrient Sıvı Besiyeri, Farklı Tuz Konsantrasyonu İçeren (% 2, % 3, % 5, % 7, % 10, % 15, % 20, % 25, % 30 NaCl) Nutrient Agar Besiyerleri, Moeller'in Dekarboksilaz Sıvı Besiyeri, DNaz Besiyeri, Zeytinyağı İçeren Besiyeri, Jelatin Besiyeri, Kazein Besiyeri, Ksilan Besiyeri, Nişasta Besiyeri, Pullulan Besiyeri, Selüloz Besiyeri, Simmons' Sitrat Agar, Triple Sugar Iron Agar Besiyeri, Tween 80 Agar Besiyeri, Üre Agar Besiyeri, İndol (Tryptone) Besiyeri, Karbonhidrat Fermantasyon Besiyeri, Nitrat Besiyeri, ONPG Besiyeri, Mueller-Hinton Agar Besiyeri, Pepton Broth Besiyeri, Voges-Proskauer Besiyeri.

2.1.1.1. Glikoz Nutrient Agar Besiyeri

Et özütü : 3 g
Pepton : 5 g
Glikoz : 10 g
Agar : 15 g
Distile su : 1000 ml
pH : 7

121 °C'de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.2. Nutrient Agar Besiyeri

Nutrient Agar : 23 g
Distile su : 1000 ml
pH : 7.0

121 °C'de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.3. Nutrient Sıvı Besiyeri

Nutrient Broth: 8 g
Distile su: 1000 ml
pH: 7.0

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.4. % 2 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri

Nutrient Agar: 23 g
NaCl: 20 g
Distile su: 1000 ml
pH: 7.5

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.5. % 3 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri

Nutrient Agar: 23 g
NaCl: 30 g
Distile su: 1000 ml
pH: 7.5

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.6. % 5 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri

Nutrient Agar: 23 g
NaCl: 50 g
Distile su: 1000 ml
pH: 7.5

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.7. %7 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri

Nutrient Agar: 23 g

NaCl: 70 g

Distile su: 1000 ml

pH: 7.5

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.8. % 10 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri

Nutrient Agar: 23 g

NaCl: 100 g

Distile su: 1000 ml

pH: 7.5

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.9. % 15 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri

Nutrient Agar: 23 g

NaCl: 150 g

Distile su: 1000 ml

pH: 7.5

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.10. % 20 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri

Nutrient Agar: 23 g
NaCl: 200 g
Distile su: 1000 ml
pH: 7.5

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.11. % 25 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri

Nutrient Agar: 23 g
NaCl: 250 g
Distile su: 1000 ml
pH: 7.5

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.12. % 30 NaCl İçeren Nutrient Agar Besiyeri

Nutrient Agar: 23 g
NaCl: 300 g
Distile su: 1000 ml
pH: 7.5

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.13. DNaz Agar Besiyeri

DNase agar: 42 g
Distile su: 1000 ml
pH: 7.5

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.14. Moeller'in Dekarboksilaz Sıvı Besiyeri

Pepton	: 5 g
Et Özütü	: 5 g
Glikoz	: 0.5 g
Pridoksal	: 0.005 g
Bromkresol moru	: 0.01 g
Kresol kırmızısı	: 0.005 g
Distile su	: 1000 ml

Tüplere eşit hacimlerde konularak 121 °C'de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir. Daha sonra stok aminoasit çözeltileri hazırlanarak 0.20 µm por çapına sahip nitrosellüloz membran filtreden süzülerek steril edilmiştir ve Moeller'in dekarboksilaz sıvı besiyerlerine %1'lik konsantrasyonda olacak şekilde tüplere ayrı ayrı ilave edilmiştir.

2.1.1.15. Jelatin Besiyeri

Tripton	: 15 g
Soytone	: 5 g
Jelatin	: 40 g
NaCl	: 5 g
Agar	: 20 g
Distile su	: 1000 ml
pH	: 7

121 °C'de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir (Barnett ve Venghaus, 1988).

2.1.1.16. İndol Besiyeri

Tripton: 10 g

Distile su: 1000 ml

pH: 7.5

Tüplere konularak 20 dakika 121 °C’de otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.17. Karbonhidrat Fermantasyon Besiyeri

Maya Özütü: 0.1 g

Fenol kırmızısı: 0.01 g

Distile su: 1000 ml

pH: 7.5

Hazırlanan karbonhidrat fermentasyon besiyeri durham tüpü içeren tüplere eşit hacimlerde dağıtılarak 121 °C’de 20 dk otoklavda steril edilmiştir. Daha sonra karbonhidrat solüsyonları hazırlanarak 0.20 µm por çapına sahip nitrosellüloz membran filtreden süzülerek steril edilmiştir ve steril karbonhidrat fermentasyon besiyerlerine %1’lik konsantrasyonda olacak şekilde tüplere ayrı ayrı ilave edilmiştir.

2.1.1.18. Kazein Besiyeri

A Eriyiği

Triptone: 20 g

Agar: 20 g

Distile su: 500 ml

B Eriyiği

Distile su: 500 ml

Skim milk: 20 g

İki ayrı erlende hazırlanan A ve B eriği 10 dk 121 °C’de steril edilmiştir. Otoklavlama işlemi bittiğinde karıştırılarak steril petri kaplarına dökülmüştür.

2.1.1.19. Zeytinyağı İçeren Agar Besiyeri

Maya Özütü	: 4 g
Triptikaz pepton	: 8 g
Zeytinyağı	: 30 ml
Rhodamine B	: 0.2 g
Agar	: 20 g
Tween 80	: 30 ml
Distile su	: 940 ml
pH	: 7

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

Steril bir tüpe ayrı olarak rhodamine B ve % 0.85’lik FTS (2 ml) konulduktan sonra pH 7’ye ayarlanarak 121 °C’de 20 dk otoklavda steril edilmiştir. pH’ı 7 olarak ayarlanan 30 ml zeytinyağı da ayrı bir tüpe konularak por çapı 0.20 µm’lik membran filtreden (Sartorius Stedim Biotech GmbH Microsart Cellulose Nitrate Filter, Goettingen Germany) geçirilerek steril edilmiştir. Ayrı bir tüpte hazırlanan ve pH’ı 7 olarak ayarlanan Tween 80 (1000 ml besiyeri için 0.33 ml) ve % 0.85’lik FTS (1000 ml besiyeri için 133 ml) karışımı da por çapı 0.20 µm’lik membran filtreden geçirilerek steril edilmiştir. 30 ml bu karışımdan alınarak ayrı bir steril tüpe 30 ml zeytinyağı ile birlikte konmuştur. Bu tüp sıcak su banyosunda vortekslenerek karışımların birbirlerine karışmaları sağlanmıştır. Daha sonra otoklavlanan agarlı besiyeri içerisine steril koşullarda zeytinyağlı olan bu karışım ve rhodamine B’li karışım eklenerek besiyeri hazır hale getirilmiştir (Gutierrez-Arnillas ve ark., 2016; Zimbardo ve ark., 2009).

2.1.1.20. ONPG Besiyeri

NaCl	: 8.5 g
Distile su	: 1000 ml

Hazırlanan besiyeri tüplerde 0.2 ml olacak şekilde dağıtılarak 121 °C’de 15 dk otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.21. Ksilan Besiyeri

AZCL-Xilano: 1 g

Agar: 10 g

Distile su: 1000 ml

pH: 7.5

121 °C’de 10 dakika otoklavda steril edilmiştir (Sanchez-Porro ve ark., 2003; Yılmaz, 2010).

2.1.1.22. Pullulan Besiyeri

AZCL-Pululano: 10 g

Agar: 10 g

Distile su: 1000 ml

pH: 7.5

121 °C’de 10 dakika otoklavda steril edilmiştir (Sanchez-Porro ve ark., 2003; Yılmaz, 2010).

2.1.1.23. Nişasta Besiyeri

Et Özütü: 0.2 g

Nişasta: 20 g

Agar: 20 g

Distile su: 1000 ml

pH: 7.5

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).

2.1.1.24. Nitrat Besiyeri

Sığır eti özütü: 3 g

Pepton: 5 g

KNO₃.....: 2 g

Distile su: 1000 ml

pH: 7.0

Durham tüpü içeren deney tüplerine konularak 121 °C’de 15 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.25. Pepton Broth Besiyeri

Pepton: 10 g

Distile su: 1000 ml

pH: 7.0

Hazırlanan besiyeri deney tüplerine konularak 121 °C’de 15 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.26. Tween 80 Agar Besiyeri

CaCl₂.H₂O: 1 g

Pepton: 2 g

Tween 80: 10 g

Distile su: 1000 ml

pH: 7.0

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir (Beşe, 1974; Berber, 2009). Steril Tween 80, otoklavdan sonra steril koşullarda eklenmiştir.

2.1.1.27. Üre Agar

A Eriyiği

Pepton	1 g
D-Glikoz	1 g
KH ₂ PO ₄	2 g
Fenol kırmızısı (% 0.2)	6 ml
Agar	20 g
Distile su	866 ml
pH	7.5

B Eriyiği

Üre	20 g
Distile su	134 ml

A eriyiği 121 °C’de 15 dakika otoklavda steril edilmiştir. B eriyiği 0.20 µm por çapına sahip nitroselüloz membran filtreden süzildükten sonra steril A eriyiği ile karıştırılarak steril tüplere 5 ml dağıtılmıştır. Besiyeri katılaşana kadar tüpler yatık durumda tutulmuştur (Christensen, 1946; Bilgehan, 2004).

2.1.1.28. Voges-Proskauer Besiyeri

Pepton	7 g
Glikoz	5 g
K ₂ HPO ₄	5 g
Distile su	1000 ml
pH	7.5

Tüplere 4 ml olarak konulmuştur ve 15 dakika 121 °C’de otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.29. Selüloz Besiyeri

Karboksimetil selüloz: 2 g
Kazaminoasit: 1 g
Maya Özütü: 1 g
Distile su: 1000 ml

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.1.30. Simmons Sitrat Agar

Simmons’ Sitrat Agar: 24.28 g
Distile su: 1000 ml
pH: 7.0

121 °C’de 15 dakika otoklavda steril edildikten sonra steril tüplere 5 ml olacak şekilde dağıtılmıştır. Besiyeri katılaşana kadar tüpler yatık durumda tutulmuştur.

2.1.1.31. Triple Sugar Iron Agar Besiyeri

TSI Agar: 64.5 g
Distile su: 1000 ml

TSI Agar besiyeri tüplere 5 ml olacak şekilde dağıtıldıktan sonra 121 °C’de 15 dakika otoklavlanmıştır. Otoklavdan çıkan tüplerin içindeki besiyerinin yatık agar olacak şekilde donması sağlanmıştır (Harley ve Prescott, 2002).

2.1.1.32. Mueller-Hinton Agar Besiyeri

Mueller-Hinton Agar: 34 g
Distile su: 1000 ml
pH: 7.4

121 °C’de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.2. Kullanılan Çözeltiler ve Kimyasallar

% 95'lik Etil Alkol Çözeltisi, 1 N HCl çözeltisi, 1 N NaOH çözeltisi, 0.5 No'lu Standart McFarland bulanıklık standardı, 1 No'lu Standart McFarland bulanıklık standardı, % 0.85 NaCl İçeren Steril Fizyolojik Tuzlu Su, Amino Asit Solüsyonları, Karbonhidrat Çözeltileri, Bromkresol Moru Solüsyonu, Gram'ın İyot Çözeltisi, Katalaz Test Ajanı, Kongo Kırmızısı, Kresol kırmızısı Solüsyonu, Kristal Viyole Çözeltisi, Malaşit Yeşili, Nessler ayırıcı, Nitrit test ayıraçları, Oksidaz Test Ajanı, Safranin Çözeltisi, Barrit ayırıcı (Voges-Proskauer Ayıraçları), 1X Tris-asetat ve EDTA (TAE) Çalışma Tamponu, Agaroz Jel.

2.1.2.1. % 95'lik Etil alkol çözeltisi

Etıl alkol: 95 ml

Distile su: 100 ml

2.1.2.2. 1 N HCl çözeltisi

HCl: 36.5 g

Distile su: 1000 ml

1 litre distile su içinde 36.5 g HCl çözülmüştür.

2.1.2.3. 1 N NaOH çözeltisi

NaOH: 39.99 g

Distile su: 1000 ml

1 litre distile su içinde 39.99 g NaOH çözülmüştür.

2.1.2.4. 1 No'lu McFarland bulanıklık standardı

%1'lik H₂SO₄: 9.9 ml

%1'BaCl₂: 0.1 ml

9.9 ml %1'lik H₂SO₄ (Sülfürik asit) çözeltisine 0.1 ml %1'lik BaCl₂ (Baryum klorür) çözeltisi ilave edilerek iyice karıştırılmıştır (Bilgehan, 2004).

2.1.2.5. 0.5 No'lu McFarland bulanıklık standardı

McFarland 0.5 No'lu tüpü, 1 No'lu McFarland tüpünden 5 ml alınarak 5 ml steril distile saf su ile sulandırılması ile elde edilmiştir (Bilgehan, 2004).

2.1.2.6. % 0.85 NaCl içeren steril fizyolojik tuzlu su

NaCl: 0.85 g

Distile su: 100 ml

pH: 7.0

121 °C'de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.1.2.7. Amino asit solüsyonları

L-alanin Solüsyonu

L-alanin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-arjinin Solüsyonu

L-arjinin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-aspartik asit Solüsyonu

L-aspartik asit: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-fenilalanin Solüsyonu

L-fenilalanin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-glisin Solüsyonu

L-glisin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-glutamik asit Solüsyonu

L-glutamik asit: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-hidroksiprolin Solüsyonu

L-hidroksiprolin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-histidin Solüsyonu

L-histidin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-izolösin Solüsyonu

L-izolösin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-lizin Solüsyonu

L-lizin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-lösin Solüsyonu

L-lösin.....: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-metiyonin Solüsyonu

L-metiyonin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-prolin Solüsyonu

L-prolin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-serin Solüsyonu

L-serin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-sistein Solüsyonu

L-sistein: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-tirozin Solüsyonu

L-tirozin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-treonin Solüsyonu

L-treonin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

L-valin Solüsyonu

L-valin: 10 g

Steril distile su: 100 ml

Stok amino asit solüsyonları 0.20 µm çapında por içeren selüloz nitrat membran filtreden (Microsart, Sartorius, Stedim Biotech GmbH, Goettingen, Almanya) geçirilerek steril edilmiştir ve steril Moeller'in Dekarboksilaz Sıvı Besiyeri içeren tüplere ayrı ayrı %1'lik konsantrasyon olacak şekilde ilave edilmiştir.

2.1.2.8. Stok karbonhidrat solüsyonları

D-galaktoz Solüsyonu

D-galaktoz: 10 g

Steril distile su: 100 ml

Fruktoz Solüsyonu

Fruktoz: 10 g

Steril distile su: 100 ml

Glikoz Solüsyonu

Glikoz: 10 g

Steril distile su: 100 ml

Gliserol Solüsyonu

Gliserol: 10 g

Steril distile su: 100 ml

Laktoz Solüsyonu

Laktoz: 10 g

Steril distile su: 100 ml

Maltoz Solüsyonu

Maltoz: 10 g

Steril distile su: 100 ml

Myo-inositol Solüsyonu

Myo-inositol: 10 g

Steril distile su: 100 ml

Riboz Solüsyonu

Riboz: 10 g

Steril distile su: 100 ml

Sukroz Solüsyonu

Sukroz: 10 g

Steril distile su: 100 ml

Stok karbonhidrat solüsyonlarının her biri iyice çözüldükten sonra 0.20 µm çapında por içeren selüloz nitrat membran filtreden (Microsart, Sartorius, Stedim Biotech GmbH, Goettingen, Almanya) geçirilerek steril edilmiştir ve steril karbonhidrat fermentasyon besiyerine %1'lik konsantrasyon olacak şekilde ayrı ayrı ilave edilmiştir.

2.1.2.9. Bromkresol moru solüsyonu

Bromkresol moru: 0.2 g

Distile su: 100 ml

2.1.2.10. Kresol kırmızısı solüsyonu

Kresol kırmızısı: 0.2 g

Distile su: 100 ml

2.1.2.11. Katalaz test ajanı

H₂O₂: 3 ml

Distile su: 100 ml

2.1.2.12. Kongo kırmızısı

Kongo kırmızısı: 0,1 g

Distile su: 100 ml

2.1.2.14. Gram'ın iyot çözeltisi

İyot kristalleri: 1 g

KI: 2 g

Distile su: 300 ml

İyot ve potasyum iyodür bir havanda iyice ezilip, azar azar distile su ilave edilerek eritilmiştir. Tamamı eridikten sonra distile su ile 300 ml'ye tamamlanmıştır. Çözelti kahverengi bir şişede muhafaza edilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).

2.1.2.13. Barrit ayıracı (Voges-Proskauer Ayıraçları)

Solüsyon A

α -naftol (C_2H_5OH): 6 g

% 95'lik etil alkol: 100 ml

Solüsyon B

Potasyum hidroksit (KOH): 40 g

Distile su: 100 ml

(Harley ve Prescott, 2002).

2.1.2.14. Kristal viyole çözeltisi

Çözelti A

Kristal viyole (% 85): 2 g

Etil alkol (% 95): 20 ml

Çözelti B

Amonyum okzalat: 0.8 g

Distile su: 80 ml

A çözeltisi B çözeltisi üzerine eklenerek karıştırılmıştır (Harley ve Prescott, 2002).

2.1.2.15. Malaşit yeşili

Malaşit yeşili (oksalat): 5 g

Distile su: 100 ml

Yukarıdaki malzemeler karıştırılarak filtreden geçirilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).

2.1.2.16. Nitrit test ayıraçları

A ayıracı

Sülfanilik asit: 8 gr

Asetik asit (5N): 1000 ml

(1 kısım glasiyal asetik asit; 2.5 kısım distile su)

B ayıracı

N, N,-dimetil-1-naftilamin: 6 ml

Asetik asit (5N): 1000 ml

(Harley ve Prescott, 2002).

2.1.2.17. Nessler ayıracı

A Solüsyonu

HgCl₂.....: 1 g

Distile su: 6 ml

B Solüsyonu

KI: 2.5 g

Distile su: 6 ml

C solüsyonu

KOH: 6 g

Distile su: 6 ml

Tüm solüsyonlardaki kimyasal maddeler tamamen çözündürülerek hazırlanmıştır. C solüsyonu A ve B solüsyonlarının karışımına ilave edilmiştir. Sonra bu karışıma 13 ml distile su konulmuştur ve iyice karıştırıldıktan sonra Whatman No. 1 filtre kağıdından süzülerek kahverengi kapaklı bir şişede karanlıkta depolanmıştır (Harley ve Prescott, 2002).

2.1.2.18. Oksidaz test ajanı

Tetrametil-p-fenilendiamin: 0.5 g

Distile su: 100 ml

(Harley ve Prescott, 2002).

2.1.2.19. Safranin çözeltisi

Safranin: 2.5 g

% 95'lik etil alkol: 100 ml

Safranin ve % 95'lik etil alkol karıştırılarak stok çözelti hazırlanmıştır. Deney yapılacağı zaman stok çözelti distile su ile 1/10 seyreltilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).

2.1.2.20. 10X Tris-asetat ve EDTA (TAE) çalışma tamponu

Tris Base: 48.2 g

Asetik asit: 11.4 ml

0.5 M EDTA: 20 ml

Distile su: 1000 ml

2.1.2.21. 1X Tris-asetat ve EDTA (TAE) çalışma tamponu

10X TAE stok tamponundan 100 ml alınarak distile su ile 1000 ml'ye tamamlanarak 1X TAE çalışma tamponu hazırlanmıştır.

2.1.2.22. Agaroz jel

Agaroz SeaKem LE: 0.4 g

1X TAE çalışma tamponu.....: 40 ml

Yukarıdaki malzemeler erlene konularak karışım eriyene kadar mikrodalga fırında ısıtılır ve 60 °C'ye soğutulduktan sonra jel tepsisine dökülmüştür.

2.1.3. Araç ve Gereçler

Fen Edebiyat Fakültesi Bitki Hastalıkları ve Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Mikrobiyoloji Laboratuvarında bulunan Biyogüvenlik Kabini, Buzdolabı (Arçelik), Çalkalamalı Etüv (Edmund Bühler), Çeker Ocak, Desikatör, Distile Su Cihazı (GFL), Elektroforez Tankı, Etüv (Nüve EN500), Görüntüleme Sistemi, Güç Kaynağı, Mikrodalga Fırın (Arçelik), Mikroskop (Olympus), Santrifüj (Sigma), Otoklav (Web MLW), Pasteur Fırını (Kermanlar), PZR Aleti (TC-3000, Techne), pH Metre (WTW), Santrifüj Aleti, Terazî (Sartorius Analytic), Densitometre (Biosan), Vortex Tüp Karıştırıcısı (Nüve)'dan faydalanılmıştır.



2.2. YÖNTEM

Çalışmamız aşağıdaki basamaklardan oluşmaktadır:

- 1) Tuz örneklerinin toplanması,
- 2) Tuzların pH'larının ölçülmesi,
- 3) Tuz örneklerinde uçucu madde (nem) tayininin yapılması,
- 4) Tuz örneklerinde bulunan tuza toleranslı bakterilerin toplam sayısının belirlenmesi,
- 5) Proteaz ve lipaz üreten tuza toleranslı bakterilerin toplam sayılarının belirlenmesi,
- 6) Katı (Agarlı) besiyerinde gelişen bakterilerden saf kültürler elde edilmesi,
- 7) Bakterilerin stok kültürlerinin hazırlanması,
- 8) Tuza toleranslı izolatların gelişebildiği tuz konsantrasyonlarının (% 0, % 2, % 3, % 5, % 7, % 10, % 15, % 20, % 25, % 30) araştırılması,
- 9) Tuza toleranslı izolatların gelişebildiği pH değerlerinin (4.0, 5.0, 5.7, 6.0, 6.8, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0) araştırılması,
- 10) Tuza toleranslı izolatların gelişebildiği sıcaklık değerlerinin (5, 10, 20, 30, 37, 40, 45, 50, 55 ve 65 °C) araştırılması,
- 11) Tuza toleranslı izolatların morfolojilerinin ve hareketlerinin incelenmesi,
- 12) Tuza toleranslı izolatların Gram boyamalarının yapılması,
- 13) Tuza toleranslı izolatların endospor boyamalarının yapılması,
- 14) Tuza toleranslı izolatların biyokimyasal reaksiyonlarının incelenmesi,
- 15) Tuza toleranslı izolatların enzimatik aktivitelerinin incelenmesi,
- 16) Tuza toleranslı izolatların genomik DNA'larının izolasyonu ve izolatların 16S rRNA genlerinin PZR ile çoğaltılması,
- 17) Tuza toleranslı izolatların 16S rRNA gen dizilerinin belirlenmesi ve gen bankasındaki sıralarla karşılaştırılması,
- 18) Tuza toleranslı izolatların farklı antibiyotiklere karşı duyarlılıklarının belirlenmesi,
- 19) Tuza toleranslı proteaz, lipaz üreten, antibiyotiklere karşı inhibisyon zonu oluşturmeyen izolatların karışık kültürlerinin doğru akım ile inaktivasyonu

2.2.1. Tuz örneklerinin toplanması

Çalışmamızda kullanılan 30 tuz örneği Tuzla ve Çorlu Organize Deri Sanayi Bölgesi'nde bulunan farklı deri fabrikalarından toplanmıştır. Çorlu Deri Sanayi Bölgesi'nden 8 deri fabrikasına ait 18 tuz örneği, Tuzla Deri Sanayi Bölgesi'nden 6 deri fabrikasına ait 12 tuz örneği alınmıştır. Tuz örnekleri aseptik koşullarda toplanıp ayrı ayrı steril torbalarda 5 saat içinde buz çantasında buz aküleri ile taşınarak laboratuvara getirilmiştir. Çalışmada toplanan tuz örnekleri Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2. 1 Deri fabrikalarından toplanan tuz örnekleri.

2.2.2. Tuzların pH'larının ölçülmesi

Tuz örneklerinin her birinden 5'er gram tartılarak ayrı ayrı 250 ml'lik erlene konulmuştur. Üzerlerine 20 °C'deki distile sudan 100 ml eklenerek 1 saat boyunca çalkalayıcıda 150 rpm'de çalkalanmıştır. Bu süre sonunda pH metre (Sartorius Professional Meter PT-10P, Goettingen, Germany) ile pH'ları ölçülmüştür (Birbir ve Ilgaz, 1996).

2.2.3. Tuz örneklerinde uçucu madde (nem) tayininin yapılması

Her bir tuz örneğinden 1'er gram alınıp vezin kaplara konularak 102 °C'de 6 saat Pasteur fırınında kurutulmaya bırakılmıştır. Daha sonra tuz örnekleri soğuması için 30 dakika desikatörde bekletilmiştir ve bu süre sonunda tartımları yapılmıştır. Tartım işleminden sonra tuz örnekleri Pasteur fırınında tekrar 102 °C'de 1 saatlik kurutmaya bırakıldıktan sonra ikinci kez tartılmıştır. Kurutma işlemi ikinci tartım ile birinci tartım arasındaki fark 3 miligramdan az oluncaya kadar devam edilmiştir. Toplam kurutma işlemi süresinin 8 saati geçmemesine özen gösterilmiştir. Bu işlemler sonucunda tuzlardaki uçucu madde miktarları aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Birbir ve Ilgaz, 1996).

$$\% \text{ Uçucu madde} = (M1 - M2) / M1 \times 100$$

M1 = Kurutmadan önce tuzun ağırlığı (g)

M2 = Kurutmadan sonra tuzun ağırlığı (g)



Şekil 2. 2 Uçucu madde (nem) tayininde kullanılan vezin kapları ve desikatör.

2.2.4. Tuz örneklerinde bulunan tuza toleranslı bakterilerin toplam sayısının belirlenmesi

Her bir tuz örneğinden steril koşullarda 2'şer gram tartılarak ayrı ayrı steril 18 ml % 0.85'lik tuzlu su içine konmuştur. Hazırlanan tuzlu su örnekleri, 4 saat boyunca 24 °C'de çalkalayıcı etüvde 100 rpm'de çalkalanmıştır. Bu süspansiyonlardan direkt ve seri dilüsyonlar (10^{-1} , 10^{-2} ve 10^{-3}) hazırlandıktan sonra bu solüsyonlardan mikropipet ile 100 µl alınarak plağa yayma yöntemiyle Glikoz Nutrient Agar besiyerine ekilmiştir. Ekim yapılan besiyerleri 37 °C'lik etüvde 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda petri kabında üreyen koloniler sayılmıştır ve seyreltme katsayısı ile çarpılarak tuz örneklerindeki bakteri sayısı hesaplanmıştır (Harley ve Prescott, 2002).

2.2.5. Proteaz ve lipaz üreten tuza toleranslı bakterilerin toplam sayılarının belirlenmesi

Tuz örneklerinde proteaz ve lipaz üreten tuza toleranslı toplam bakteri sayılarının belirlenmesi için plağa yayma yöntemi kullanılmıştır (Harley ve Prescott, 2002). Yukarıda belirtilen şekilde hazırlanan seri dilüsyonlardan mikropipet ile 100 µl alınarak plağa yayma yöntemiyle Jelatin ve Tween 80 besiyerlerine ekilerek 37 °C'lik etüvde 1 hafta inkübasyona bırakılmıştır. Proteolitik aktiviteyi ölçmek için inkübasyondan sonra jelatin içeren besiyerleri üzerleri örtülecek kadar doymuş amonyum sülfat dökülmüştür. Kolonilerin etrafında gözlenen şeffaf bölgeler pozitif proteolitik aktivite olarak değerlendirilerek proteaz pozitif koloniler sayılmıştır. Tween 80 besiyerinde üreyen kolonilerin etrafında opak zonların görülmesi pozitif lipolitik aktivite olarak değerlendirilmiştir ve bu koloniler sayılmıştır. Elde edilen koloni sayıları seyreltme katsayısı ile çarpılarak tuz örneklerinin 1 gramında bulunan toplam proteolitik ve lipolitik tuza toleranslı bakteri sayıları hesaplanmıştır (Harley ve Prescott, 2002).

2.2.6. Katı (agarlı) besiyerinde gelişen bakterilerden saf kültürler elde edilmesi

İnkübasyon süresi sonunda besiyerlerinde üreyen tek düşen bakteri kolonilerinden steril öze ile alınarak Nutrient Agar besiyerine plağa çizim yöntemi ile ekim yapılmıştır. Tuza toleranslı bakterilerin saf kültürü elde edilene kadar bu işlem birkaç kez tekrarlanmıştır (Harley ve Prescott 2002).



Şekil 2. 3 Katı (agarlı) besiyerinde gelişen bakterilerden saf kültürler elde edilmesi.

2.2.7. Bakterilerin stok kültürlerinin hazırlanması

Nutrient Agar besiyerinde gelişen tuza toleranslı bakterilerin saf kültürlerinden steril öze ile aseptik koşullarda alınarak % 10'luk skim milk besiyeri içeren 3 farklı tüpe konularak -20 °C'de saklanmıştır.

2.2.8. Tuza toleranslı izolatların gelişebildiği tuz konsantrasyonlarının araştırılması

Tuz örneklerinden izole edilen her bir saf izolat NaCl içermeyen ve % 2, % 3, % 5, % 7, % 10, % 15, % 20, % 25 ve % 30 NaCl içeren Nutrient Agar besiyerine ekildikten sonra 37 °C'de 4 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi boyunca ekim yapılan petrilere bakterilerin gelişimleri her gün incelenerek izolatların gelişebildiği tuz konsantrasyonları belirlenmiştir (Harley ve Prescott, 2002).

2.2.9. Tuza toleranslı izolatların gelişebildiği pH değerlerinin araştırılması

Tuza toleranslı izolatlar NaCl içermeyen ve pH'ları pH metre ile 4.0, 5.0, 5.7, 6.0, 6.8, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0 olacak şekilde ayarlanan Nutrient Agar besiyerine plağa çizim yöntemi ile ekilmiştir. Ekim yapılan petriler 37 °C'de 4 gün inkübe edilmiştir. Bakterilerin gelişimleri inkübasyon süresi boyunca her gün incelenerek izolatların gelişebildiği pH değerleri belirlenmiştir (Harley ve Prescott, 2002).

2.2.10. Tuza toleranslı izolatların gelişebildiği sıcaklık değerlerinin araştırılması

Tuza toleranslı izolatlar NaCl içermeyen Nutrient Agar besiyerine plağa çizim yöntemi ile ekilerek sıcaklıkları 5, 10, 20, 30, 37, 40, 45, 50, 55 ve 65 °C'ye ayarlanmış etüvlerde 4 gün inkübasyona bırakılmıştır. Tuza toleranslı bakterilerin gelişimleri inkübasyon süresi boyunca her gün incelenerek izolatların gelişebildiği sıcaklık değerleri belirlenmiştir (Harley ve Prescott, 2002).

2.2.11. Tuza toleranslı izolatların morfolojilerinin ve hareketlerinin incelenmesi

Tuza toleranslı bakterilerin şekilleri ve hareket muayeneleri, logaritmik üreme fazında olan sıvı kültürlerden örnek alınarak mikroskopta incelenmiştir. Saf kültürlerin hareket muayenesi asılı damla metodu ile yapılmıştır. Saf kültürlerin 24 saatlik sıvı kültürlerinden 1 damla alınarak kenarlarına çok az vazelin sürülmüş temiz bir lamel üzerine konulmuştur ve lamel tersine döndürülerek lamin çukur kısmı üzerine kapatılmıştır. Çukur lamin lamele temas edeceği kısma vazelin sürülmüştür ve mikroskopta incelenmiştir (Harley ve Prescott, 2002).

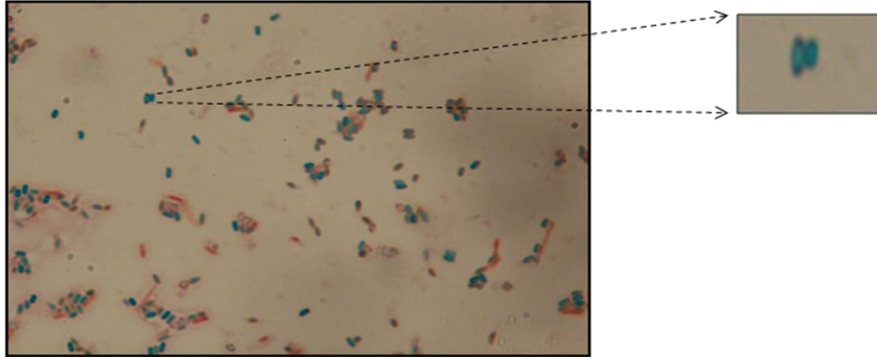
2.2.12. Tuza toleranslı izolatların Gram boyamalarının yapılması

Her bir saf izolat Sıvı Nutrient Broth besiyerine ekilerek 24 saat boyunca 37 °C'de etüvde bekletilmiştir. Steril öze ile alınan her bir saf izolat, temiz bir lamin üzerine konularak ısı ile sabitlenmiştir. Alev ile lam üzerine tesbit edilen izolatlar kristal viyole ile kaplanarak 30 saniye bekletilmiştir. Sonra izolatlar 5 saniye boyunca steril distile su ile yıkanarak kristal viyole uzaklaştırılmıştır. Lamin üzerine Gram'ın iyot çözeltisi dökülerek 1 dakika bekletilmiştir ve 5 saniye distile su ile yıkanmıştır. % 95'lik alkol lamin üzerine dökülerek 30 saniye deklorize edildikten sonra 5 saniye boyunca steril

distile su ile yıkanmıştır. Son olarak, lamın üzerine karşıt boya olarak safranin çözeltisi dökülerek 60 saniye beklenmiştir ve 5 saniye steril distile su ile muamele edilmiştir. Kurutma işleminden sonra boyanmış lamlar ışık mikroskopunda immersiyon objektifle (10x100) incelenmiştir. İnceleme sonrası pembe kırmızı bakteriler Gram-negatif, mor bakteriler Gram-pozitif olarak tanımlanmıştır (Harley ve Prescott, 2002).

2.2.13. Tuza toleranslı izolatların endospor boyamalarının yapılması

Saf izolatların Nutrient Agar besiyerine plağa çizim yöntemi ile ekimleri yapıldıktan sonra 37 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir. Endospor boyama Schaeffer-Fulton (1933) Metoduna göre yapılmıştır. İnkübasyondan sonra, her bir saf izolat steril bir öze alınarak lam üzerine konulmuş ve kuruduktan sonra alevde tesbit edilmiştir. Isı ile lam üzerine tesbit edilen izolatların üzeri kağıt havluyla kaplanarak % 5'lik Malaşit yeşili solüsyonu ile 5 dakika boyunca sıcak bir plaka üzerine yerleştirilmiştir. Sonra, kağıtlar alınarak 30 saniye boyunca lam distile su ile yıkanmıştır. Son olarak, lam safranin çözeltisi ile kaplanarak 60 dakika bekletildikten sonra 30 saniye distile su ile yıkanmıştır. Preparatlar ışık mikroskopunda immersiyon objektifle (10x100) incelenmiştir. Endosporlar yeşil renkte ve hücre sitoplazması pembe renkte olarak mikroskopta gözlenmiştir (Harley ve Prescott, 2002).



Şekil 2. 4 Tuza toleranslı bakterilerin endospor görüntüleri.

2.2.14. Tuza toleranslı izolatların biyokimyasal reaksiyonlarının incelenmesi

İzolatların, triptofandan indol oluşturulması, peptondan amonyak oluşturmaları, Voges-Proskauer testleri, tek karbon kaynağı olarak sitrat kullanımları, nitratın nitrite indirgenmesi ve N₂ gazı oluşturmaları, farklı karbon kaynaklarından (D-galaktoz, fruktoz, glikoz, gliserol, *myo*-inositol laktöz, maltoz, riboz ve sukroz) asit üretimleri, farklı amino asitleri (L-alanin, L-arjinin, L-aspartik asit, L-fenilalanin, L-glisin, L-glutamik asit, L-hidroksiprolin, L-histidin, L-izolösin, L-lizin, L-lösin, L-metiyonin, L-prolin, L-serin, L-sistein, L-tirozin, L-treonin, L-valin) kullanım testleri, hidrojen sülfür (H₂S) üretimi deneyleri aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır.

2.2.14.1. Nitratın nitrite indirgenmesi ve N₂ gazı oluşumu

Saf izolatların 24 saatlik kültürlerinden steril öze ile steril Nitrat Sıvı besiyeri içeren deney tüplerine ekimleri yapılarak 35 °C’de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Tüplere 0.5 ml nitrat test ayıracı A ve 0.5 ml test ayıracı B eklenerek çalkalanmıştır. 30 saniyede kırmızı renk oluşumu nitrattan nitritin oluşturulduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Kırmızı renk oluşumu görülmeyen tüplere 0.001 g çinko tozu eklenmesi ile kırmızı rengin oluşması negatif (nitratın nitrite indirgenmemesi), kırmızı renk oluşmaması pozitif (nitratın nitrite indirgenmesi) olarak değerlendirilmiştir. İnkübasyondan sonra ayrıca Durham tüpleri içerisinde gaz oluşumu incelenmiştir (Harley ve Prescott, 2002).



Şekil 2. 5 Nitratın nitrite indirgenmesi ve gaz oluşumu testi.

2.2.14.2. Triptofandan indol oluşturulması

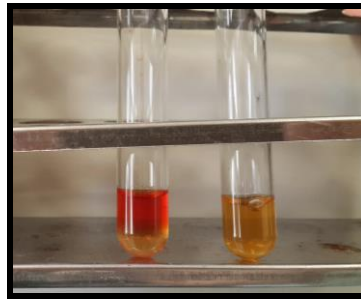
Saf izolatların 24 saatlik kùltùrlerinden steril øze yardımı ile alınarak steril indol besiyeri içeren tùplere aseptik koşullarda ekim yapılmıştır. Tùpler 35 °C’ de 24-48 saat inkùbe edilmiştir. Inkùbasyon sonunda tùplere Kovacs ayıracından (Kovacs, 1928) 0.5 ml damlatıldığında besiyerinin ùzerinde kırmızı renkte bir halka oluşumu pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).



şekil 2. 6 İndol testi.

2.2.14.3. Voges-Proskauer testi

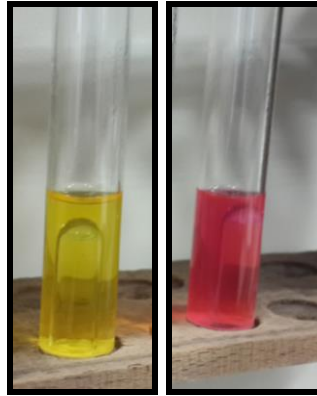
Saf izolatların 24 saatlik kùltùrlerinden steril øze yardımı ile alınarak steril MR-VP besiyerine aseptik koşullarda inokùle ekilmiştir. 35 °C’ de 24-48 saat inkùbe edilmiştir. Inkùbasyon sonunda tùplerin her birine Barrit ayıracının A solùsyondan 0.6 ml ve B solùsyonundan 0.2 ml damlatıldıktan sonra iyice çalkalanarak 20 dakika beklenmiştir. Besiyerinin kırmızı renk alması pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).



şekil 2. 7 Voges-Proskauer testi.

2.2.14.4. Farklı karbon kaynaklarından asit üretimi

24 saat 37 °C' de Nutrient Agar Besiyeri'nde gelişen saf izolatlar % 0.85 NaCl içeren steril tüplere konularak bakteri yoğunluğu 10^8 kob/ml'ye ayarlanmıştır. Sonraki aşamalar için bu hazırlanan bakteri süspansiyonları kullanılmıştır. Saf izolatların farklı karbon kaynaklarından (D-galaktoz, fruktoz, glikoz, gliserol, myo-inositol, laktoz, maltoz, riboz ve sukroz) asit üretimini test etmek amacıyla Karbonhidrat broth besiyerleri kullanılmıştır (Harley ve Prescott, 2002). Önce ayrı bir yerde test edilecek her bir şeker sölüsyonları hazırlanarak 0.20 µm çapında por içeren selüloz nitrat membran filtreden (Microsart, Sartorius, Stedim Biotech GmbH, Goettingen, Almanya) geçirilerek steril edilmiştir. Sonra bu steril şeker sölüsyonları son konsantrasyonları % 1 olacak şekilde Karbonhidrat broth besiyerleri içerisine ayrı ayrı ilave edilmiştir. Karbonhidrat sıvı besiyeri ve Durham tüpü içeren test tüplerine her saf izolattan ayrı ayrı 150 µl konulmuştur. Bu tüpler 37 °C'de 24-48 saat etüvde bekletilmiştir. Son olarak tüplerde bakterilerin asit ve gaz oluşturmaları incelenmiştir. Besiyerinin sarı renge dönmesi, karbon kaynağının parçalanarak asitik ürün oluştuğunu göstermiştir ve pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Arahal ve ark., 1996, Harley ve Prescott, 2002). Durham tüplerinde gaz birikmesi ise karbon kaynaklarının kullanılırken ayrıca gaz üretildiğini göstermiştir.



Şekil 2. 8 Farklı karbon kaynaklarından asit üretimi testi.

2.2.14.5. Farklı amino asitlerin kullanım testleri

24 saat 37 °C'de Nutrient Agar besiyerinde gelişen saf izolatlar % 0.85 NaCl içeren steril tüplere konularak bakteri yoğunluğu 10^8 kob/ml'ye ayarlanmıştır. Sonraki aşamalar için bu hazırlanan bakteri süspansiyonları kullanılmıştır. Çalışmamızın bu aşamasında farklı amino asitleri (L-alanin, L-arjinin, L-aspartik asit, L-fenilalanin, L-glisin, L-glutamik asit, L-hidroksiprolin, L-histidin, L-izolösin, L-lizin, L-lösin, L-metiyonin, L-prolin, L-serin, L-sistein, L-tirozin, L-treonin, L-valin) içeren Moeller'in Dekarboksilaz Broth Besiyerleri kullanılmıştır. Önce, ayrı bir yerde test edilecek her bir amino asit sölüsyonları hazırlanarak 0.20 µm çapında por içeren selüloz nitrat membran filtreden (Microsart, Sartorius, Stedim Biotech GmbH, Goettingen, Almanya) geçirilerek steril edilmiştir. Sonra bu steril stok amino asit sölüsyonlarından son konsantrasyonları % 1 olacak şekilde ayrı ayrı Moeller'in Dekarboksilaz Broth Besiyerlerine ilave edilmiştir. Yukarıda hazırlanan test izolatlarına ait bakteri süspansiyonlarından ayrı ayrı 150 µL bu besiyerlerine konulmuştur. Sonra üzerlerine 1 ml steril mineral yağ konulmuştur ve 37 °C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinden sonra besiyerinde mor renk oluşumu pozitif test olarak değerlendirilmiştir.



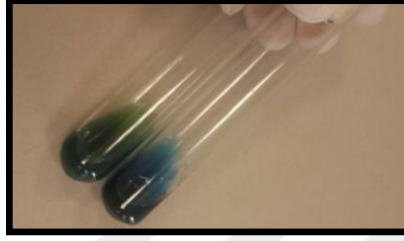
Şekil 2. 9 Amino asit kullanımı.

2.2.14.6. Peptondan amonyak oluşumu

Tuza toleranslı bakteriler, Pepton Broth besiyeri içeren steril tüplere ayrı ayrı inoküle edilerek 37 °C'de 24 saat etüvde bekletilmiştir. Bu süre sonunda tüplere 5-6 damla Nessler ayırıcı damlatılmıştır. Tüpler çalkalanarak sonuç hemen değerlendirilmiştir. Kahverengi renk ve presipitat oluşumu pozitif, renk değişimi olmaması ise negatif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Beşe, 1974; Harley ve Prescott, 2002) .

2.2.14.7. Sitrat kullanımı testi

Saf izolatların sitrat kullanım testleri Simmons Citrate Yatkı Agarda gerçekleştirilmiştir. Saf izolatların Nutrient Agar besiyerindeki 24 saatlik kültürlerinden plağa çizim yöntemi ile ekimleri yapılarak 24-48 saat 37 °C’de inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda besiyerlerinin renginin koyu maviye dönmesi pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).



şekil 2. 10 Sitrat kullanımı testi.

2.2.14.8. Hidrojen sülfür (H₂S) retimi

24 saat 37 °C’de Nutrient Broth Sıvı Besiyerinde gelişen saf izolatlardan ayrı ayrı steril iğne ile alınarak steril Triple Sugar Iron Yatkı Agar besiyerinin yüzeyine sürülerek ve dibine batırılarak bakteri inokülasyonları yapılmıştır. Bu besiyerleri 35 °C’de 24-48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda besiyerinde siyah renk oluşumu pozitif Hidrojen sülfür reaksiyonu olarak değerlendirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).



şekil 2. 11 Hidrojen sülfür (H₂S) retimi testi.

2.2.15. Tuza toleranslı izolatların enzimatik aktivitelerinin incelenmesi

Oksidaz testi, katalaz testi, Proteaz aktivitesi, Lipaz aktivitesi (Tween 80 ve Zaytinyağı hidrolizi), Üreaz aktivitesi, DNaz aktivitesi, Amilaz aktivitesi, Kazeinaz aktivitesi, Selüloz aktivitesi, β -galaktosidaz, Ksilanaz aktivitesi ve Pullulanaz aktivitesi deneyleri aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır.

2.2.15.1. Oksidaz testi

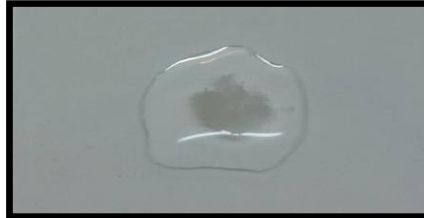
Saf izolatların her biri Nutrient Agar besiyerine plağa çizim yöntemi ile ekilmiştir ve 24 saat 37 °C'de inkübe edilmiştir. Besiyerinde gelişen saf bakteri kolonilerinden steril öze ile alınarak % 0.5'lik tetrametil-p-fenilendiamin ayırıcı dökülmüş olan filtre kağıdı üzerine sürülmüştür. 20 saniye içinde koyu mor rengin meydana gelmesi pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002)



Şekil 2. 12 Oksidaz Testi.

2.2.15.2. Katalaz testi

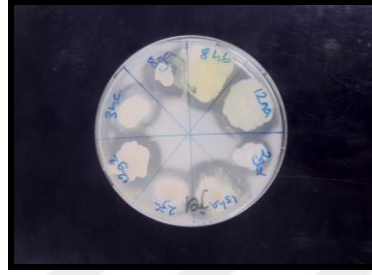
Besiyerinde gelişen 24 saatlik saf kültürlerden bir lam üzerine bir öze dolusu konularak üzerine 50 μ l % 3'lük hidrojen peroksit (H_2O_2) eriyiği damlatılmıştır. Lam üzerinde gaz kabarcıklarının meydana gelmesi katalaz pozitif olarak değerlendirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).



Şekil 2. 13 Katalaz testi.

2.2.15.3. Proteaz aktivitesi

Besiyerinde gelişen izolatların 24 saatlik kültürlerinden steril öze ile alınarak steril Jelatin Agar besiyeri üzerine plağa çizim yöntemi ile ekim yapılmıştır ve petriler 37 °C’ de 48 saat etüvde inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra petrinin üzerini örtecek kadar doymuş amonyum sülfat dökülerek kolonilerin etrafında gözlenen şeffaf bölgeler pozitif proteolitik aktivite olarak değerlendirilmiştir (Barnett ve Venghaus, 1988).



Şekil 2. 14 Proteaz aktivitesi.

2.2.15.4. Üreaz aktivitesi

Yatık agar olarak hazırlanmış ve indikatör olarak fenil kırmızısı bulunan steril Üre Agar besiyerine izolatların 24 saatlik kültürlerinden steril öze ile ekilerek 37 °C’de 24-48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda besiyerinin renginin kırmızı veya pembe renkte olması pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).



Şekil 2. 15 Üreaz aktivitesi.

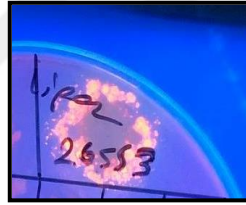
2.2.15.5. Lipaz aktivitesi (Tween 80 ve Zeytinyağı hidrolizi)

Tween 80 hidrolizi

Besiyerinde gelişen izolatlardan steril öze ile alınarak steril Tween 80 Agar besiyeri üzerine plağa çizim yöntemi ile ekilerek petriler 37 °C'de 48-96 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası besiyerinde gelişen kolonilerin etrafında opak zonların görülmesi pozitif lipolitik aktivite olarak değerlendirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).

Zeytinyağı hidrolizi

Tuza toleranslı izolatların zeytinyağı içeren besiyerinde lipaz enzimi aktiviteleri test edilmiştir. İzolatların Nutrient Agar Besiyerindeki 24 saatlik kültürlerinden steril öze ile alınarak zeytinyağı içeren steril agar besiyerine plağa çizim yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler 37 °C'de 72 saat etüvde inkübe edilmiştir. İzolatların lipaz aktivitelerini belirlemek için petriler 24 saatte bir kontrol edilmiştir. Petrilerin UV ışık altında ışıma göstermeleri pozitif lipaz aktivitesi olarak kabul edilmiştir (Gutierrez-Arnillas ve ark., 2016).



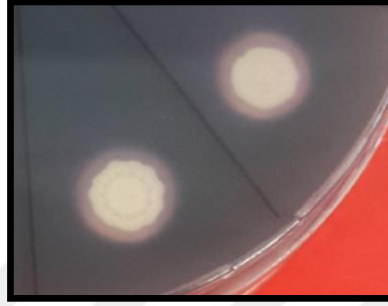
Şekil 2. 16 Zeytinyağı hidrolizi.

2.2.15.6. DNaz aktivitesi

İzolatların 24 saatlik kültürlerinden steril bir öze ile alınarak steril DNaz Agar besiyerine plağa çizim yöntemi ile ekim yapıldıktan sonra petriler 37 °C'de 24-48 saat etüvde inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında besiyerinde gelişen kolonilerin üzerini kaplayacak şekilde 1 N HCl damlatılarak izolatların besiyerinde bulunan DNA'yı parçalayıp parçalamadıklarına bakılmıştır. Koloninin etrafında şeffaf bir zon oluşması DNaz pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).

2.2.15.7. Amilaz aktivitesi

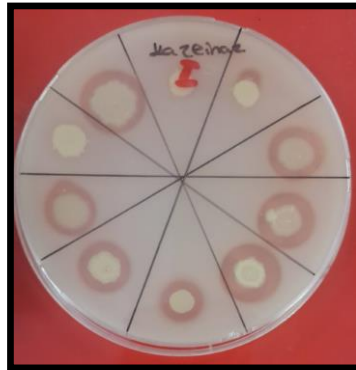
Besiyerinde gelişen izolatlardan steril öze ile alınarak steril Nişasta içeren Agar besiyerine plağa çizim yöntemi ile ekim yapılarak petriler 37 °C’de 24-48 saat etüvde inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası nişasta besiyerinde üremiş kolonilerin üzerine besiyeri yüzeyini örtecek miktarda Gram’ın iyot çözeltisinden dökülmüştür. Koloniler etrafında şeffaf bir bölge görülmesi pozitif nişasta hidrolizi olarak değerlendirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).



Şekil 2. 17 Amilaz aktivitesi.

2.2.15.8. Kazeinaz aktivitesi

Besiyerinde gelişen izolatlardan steril öze ile alınarak steril Kazein besiyerine plağa çizim yöntemi ile ekim yapılarak petriler 37 °C’de 24-48 saat etüvde inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası besiyerinde gelişen kolonilerin etrafında şeffaf bir zonu oluşması kazeinaz pozitif olarak değerlendirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).



Şekil 2. 18 Kazeinaz aktivitesi.

2.2.15.9. Selülaz aktivitesi

Saf izolatlar karboksimetil selüloz içeren besiyerine pla a çizim şeklinde ekilmiştir. Ekim yapılan petri kapları 37  C’de 48-96 saat etüvde bekletilmiştir.  nk basyon süresi sonunda selüloz besiyerinde üreyen bakteri kolonileri % 0.1’lik Kongo Kırmızısı   zeltisi ile 30 dakika boyandıktan sonra 1M NaCl   zeltisi ile yıkanmıştır. Etrafında  effaf zon oluşan bakteri kolonileri pozitif selülaz aktivitesi olarak değerlendirilmiştir (Limauro ve ark., 2001).



Şekil 2. 19 Selülaz aktivitesi.

2.2.15.10.  -Galaktosidaz aktivitesi

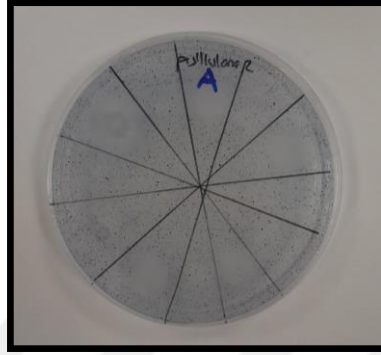
Saf izolatların Nutrient Agardaki 24 saatlik kültürlerinden steril  ze ile bol miktarda alınarak i lerinde 0.2 ml steril % 0.85 NaCl   zeltisi içeren tüplere konulmuştur. ONPG diskleri (Oxoid) her bir tüpe ilave edilerek 37  C’de 20 dakika ile 4 saat arasında inkübe edilmiştir. Bu süre içerisinde tüpteki sıvının sarıya dönüşmesi pozitif  -galaktosidaz aktivitesi olarak değerlendirilmiştir (Harley ve Prescott, 2002).



Şekil 2. 20  -Galaktosidaz aktivitesi.

2.2.15.11. Pullulanaz aktivitesi

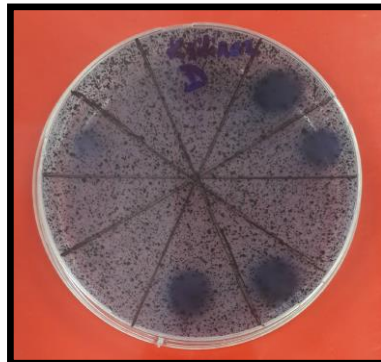
Nutrient Agar Besiyerinde gelişen tuza toleranslı bakterilerin 24 saatlik kültürlerinden steril bir öze ile alınarak steril Pullunan Agar besiyerine ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler 37 °C’de 24 saat etüvde inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda koloniler etrafında görülen şeffaf bölgeler pozitif pullulanaz aktivitesi olarak değerlendirilmiştir (Sánchez-Porro, 2005).



Şekil 2. 21 Pullulanaz aktivitesi.

2.2.15.12. Ksilanaz aktivitesi

Nutrient Agar Besiyerinde gelişen tuza toleranslı bakterilerin 24 saatlik kültürlerinden steril bir öze ile alınarak steril Ksilan Agar Besiyerine ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler 37 °C’de 24 saat etüvde inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda koloniler etrafında görülen şeffaf bölgeler pozitif ksilanaz aktivitesi olarak değerlendirilmiştir (Sánchez-Porro, 2005).



Şekil 2. 22 Ksilanaz aktivitesi.

2.2.16. Tuza toleranslı izolatların genomik DNA'larının izolasyonu ve 16S rRNA genlerinin PZR ile çoğaltılması

Her bir saf izolatın genomik DNA'sı, QIAamp® DNA Mini Kiti (Q-BIOgene) (QIAamp DNA Mini Kitinde (Qiagen, Hilden, Almanya) belirtilen işlem basamaklarına göre elde edilmiştir. Önce 1X Tris-Asetat-EDTA (TAE) ile hazırlanan % 1'lik agaroz mikrodalga fırında eritilmiştir ve içine 2 µl Nükleik Asit Boyama Solüsyonu (SYBR® Safe DNA Gel Stain) (10 mg/ml) eklenip karıştırılarak yatay elektroforez kasetine dökülmüştür. Jelin polimerize olması için oda sıcaklığında bekletildikten sonra, 1X TAE tamponu içeren elektroforez tankına yerleştirilmiştir. İzolatlara ait DNA örneklerinden 4 µl DNA alınarak 1.5 µl yükleme tamponu ile iyice karıştırılarak jel kuyularına yüklenmiştir. Jel 110 Volt, 80mA de 30 dakika süre ile elektroforez işlemine tabi tutulmuştur (Sambrook ve Russell, 2001).

İzole edilen DNA'lar jelde kontrol edildikten sonra tuza toleranslı izolatları 16S rRNA genleri PZR ile çoğaltılmıştır. İzolatların 16S rRNA genini çoğaltmak için 27F ve 1492R bakteri primerleri kullanılmıştır. PZR uygulamasında 0.1 ml'lik tüpler kullanılmıştır. Tüplere 5 µl / 10x Taq tamponu, 6 µl MgCl₂ (2.5 mM), 1 µl dNTP (10 mM), 0.25 µl ileri primer (2.5 µM), 0.25 µl geri primer (2.5 µM), 0.25 µl Taq DNA polimeraz (500 U), 2 µl DNA ve 35.25 µL ddH₂O konularak toplam hacim 50 µl olacak şekilde karışım hazırlanmıştır ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu PZR cihazında (TC-3000, Techne) cihazında gerçekleştirilmiştir. Tuza toleranslı bakteriler için ileri primer olarak 27F (5'- AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG -3') ve geri primer olarak 1492R (5'- GGT TAC CTT TGT TAC GAC TT -3') primerleri kullanılmıştır (Phung ve ark., 2004). İzolatların Polimeraz Zincir Reaksiyonlarında ilk denatürasyon basamağı 95 °C' de 5 dakika olarak gerçekleştirildikten sonra, 30 döngü 95 °C'de 1 dakika (denatürasyon için), 55 °C'de 1 dakika (hibridizasyon için) ve 72 °C'de 1.5 dakika (polimerizasyon için) şeklinde gerçekleştirilmiştir. Reaksiyonlar 5 dakika 72 °C'de tamamlanmıştır (Marchesi ve ark., 1998).

Her bir PZR örneği yukarıda açıklandığı şekilde jelde yürütülerek kontrol edilmiştir. PZR ürünlerinin boyutunu belirleyebilmek için 100 bp'lik DNA markır (MBI Fermentas SM0321) kullanılmıştır. Her bir izolata ait PZR örneği dizilemeye gönderilmeden önce

QIAquick PCR Purification Kiti (High Pure PCR Product Puification Kit, Qiagen) kullanılarak saflaştırılmıştır. Ayrıca izolatlara ait PZR ürünleri -20 °C’ de saklanmıştır.

2.2.17. Tuza toleranslı izolatların 16S rRNA gen dizilerinin belirlenmesi ve gen bankasındaki sıralarla karşılaştırılması

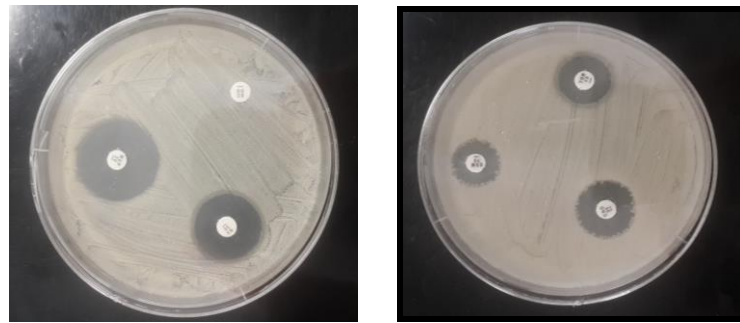
İzolatların 16S rRNA genlerinin baz dizi analizleri İontek Laboratuvarı (İstanbul/Türkiye) tarafından yapılmıştır. Bu laboratuvarı, genel bakteri primerleri olarak 27F ileri ve 1492R geri primerleri kullanılmıştır. Dizi analizinden .ab1 formatında gelen sonuçlar, ChromasPro programı kullanılarak ilk önce FASTA formatına dönüştürülmüştür. Örneklerin 16S rRNA gen dizilerinin kimerik dizilerini kontrol etmek için DECIPHER’in Find Chimeras Web Aracı (DECIPHER sürüm: 2.8.1) kullanılmıştır. Daha sonra Chromas Pro programı ile izolatların 16S rRNA gen dizileri incelenmiştir. İzolatlardan elde edilen 16S rRNA gen dizileri (1352-1425 bp) EzTaxon-e veritabanı kullanılarak GenBank veritabanındaki dizilerle karşılaştırılmıştır (Kim ve ark., 2012a). Clustal W programı kullanılarak 16S rRNA dizileri benzer bölgelerine göre aynı hizaya getirilerek karşılaştırılması sağlanmıştır (Thompson ve ark., 1997). Bu programa www.ebi.ac.uk internet sitesinden ulaşılmıştır (EBI; European Bioinformatics Institute). Filogenetik ağaçlar “Neighbor-joining” (Saitou ve Nei, 1987) algoritmi kullanılarak oluşturulmuştur. Filogenetik analizler için MEGA.4 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) paket programı kullanılmıştır (Tamura ve ark., 2007). İzolatların 16S rRNA dizileri, NCBI GenBank’tan alınan numaralarla GenBankasında depolanmıştır.

2.2.18. Tuza toleranslı izolatların farklı antibiyotiklere karşı duyarlılıklarının belirlenmesi

Nutrient Agar besiyerinde saf kültür halinde üreyen tuza toleranslı her bir izolat steril bir öze ile alınarak sıvı besiyerine ekildikten sonra 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. Antibiyotiklere karşı duyarlılık testleri için tuza toleranslı bakteri kültürlerinin yoğunluğu 1 ml’de 1×10^8 kob olacak şekilde (0.5 McFarland standardı) McFarland densitometre (Biosan) kullanılarak ayarlanmıştır. Bu süspansiyonlardan 0.1 ml alınarak steril Mueller Hinton Agar besiyerinin üzerine homojen bir şekilde yayılmıştır. Tuza

toleranslı izolatların çeşitli antibiyotiklere karşı duyarlılıklarını araştırmak için Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Aşağıda belirtilmiş olan antibiyotik diskleri steril bir pensle alınarak Mueller Hinton Agar besiyerinin üzerine konulmuştur. Daha sonra bu petri kutuları 35 °C’de 18 ile 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda disklerin çevresindeki inhibisyon zonları (mm) ölçülerek tuza toleranslı bakterilerin antibiyotiklere karşı duyarlılıkları belirlenmiştir (Weber ve ark., 1988; CLSI, 2010).

Antibiyotik testi için, Amikasin (30 µg, Oxoid), Sefoksitin (30 µg, Oxoid), Seftriakson (30 µg, Oxoid), Sefuroksim sodyum (30 µg, Oxoid), Siprofloksasin (5 µg, Oxoid), Gentamisin (10 µg, Oxoid), Norfloksasin (10 µg, Oxoid), Ofloksasin (5 µg, Oxoid), Sülfametoksazol/Trimetoprim (25 µg, Oxoid), Tobramisin (10 µg, Oxoid), Sefalotin (30 µg), Kloramfenikol (30 µg), Eritromisin (15 µg, Oxoid), Penisillin G (10U, Oxoid), Rifampisin (30 µg, Oxoid), Klindamisin (2 µg, Oxoid), Levofloksasin (5 µg, Oxoid), Vankomisin (5 µg, Oxoid), Spektinomisin (100 µg, Oxoid), Mupirosin (20 µg, Oxoid), Sefotaksim (5 µg, Oxoid), Basitrasin (0.04 µg, Oxoid), Piperasilin/Tazo baktam 10:1 (110 µg, Oxoid), Sefadroksil (30 µg, Oxoid), Karbenisilin (100 µg, Oxoid), Neomisin (30 µg, Oxoid), Novobiosin (30 µg, Oxoid), Oleandomisin (15 µg, Oxoid), Oksolinik asit (2 µg, Oxoid), Pefloksasin (5 µg, Oxoid), Amoksisilin/klavulanik asit (20/10 µg; 30 µg, Oxoid), Nalidiksik asit (30 µg, Oxoid), Seftazidim (30 µg, Oxoid) antibiyotik diskleri kullanılmıştır.



Şekil 2. 23 Çeşitli antibiyotiklere karşı oluşan inhibisyon zonları.

Yukarıda açıklanan tüm testler üç tekrarlı olarak çalışılmıştır.

2.2.19. Tuza toleranslı proteaz, lipaz üreten, antibiyotiklere karşı inhibisyon zonu oluşturmayan izolatların karışık kültürlerinin doğru akım ile inaktivasyonu

Bazı antibiyotiklere karşı inhibisyon zonu oluşturmayan, hem proteolitik hem de lipolitik aktivite gösteren tuza toleranslı *B. amyloliquefaciens* (9SS2), *B. licheniformis* (28SS2), *B. pumilus* (30SS4), *B. siamensis* (15SS3) izolatlarının, sadece proteolitik aktivite gösteren *B. atrophaeus* (21SS3), *B. halotolerans* (17SS1), *B. mojavensis* (12SS3), *B. paralicheniformis* (22SS4), *B. safensis* (25SS2), *B. subtilis* (14SS3), *B. tequilensis* (10SS3), *B. velezensis* (27SS1) izolatlarının elektrik akımı ile inhibisyonları çalışmamızda incelenmiştir. Bu izolatlardan *B. siamensis* (15SS3), *B. halotolerans* (17SS1), *B. mojavensis* (12SS3), *B. paralicheniformis* (22SS4) ve *B. tequilensis* (10SS3) 1 antimikrobiyal maddeye karşı, *B. amyloliquefaciens* (9SS2) 2 antimikrobiyal maddeye karşı, *B. velezensis* (27SS1) 6 antimikrobiyal maddeye karşı, *B. atrophaeus* (21SS2) 9 antimikrobiyal maddeye karşı, *B. safensis* (25SS2) 10 antimikrobiyal maddeye karşı, *B. pumilus* (30SS4) 12 antimikrobiyal maddeye karşı, *B. licheniformis* (28SS2) 13 antimikrobiyal maddeye karşı ve *B. subtilis* (14SS3) 19 antimikrobiyal maddeye karşı inhibisyon zonları oluşturmamıştır.

Deneyde kullanılan her bir izolatın stok kültürlerinden alınarak plağa çizim yöntemiyle Nutrient Agara ekimler yapılmıştır. Ekim yapılan petriler 24 saat 37 °C de etüvde inkübe edilmiştir. İnkübasyon periyodundan sonra her bir izolatın bakteri kültürlerinin yoğunluğu 1 ml'de 1×10^8 kob olacak şekilde (0.5 McFarland standardı) McFarland densitometre cihazı (Biosan) kullanılarak ayarlanmıştır. Sonra bu kültürlerin hepsinden 0.1 ml alınarak 9.9 ml steril % 0.85 NaCl içeren tüplere konulmuştur (10^6 kob/ml). Her bir bakteri süspansiyonundan eşit hacimlerde alınarak karışık kültür hazırlanmıştır. Daha sonra bu karışık bakteri kültüründen 20 ml alınarak içerisinde % 0.85 NaCl içeren 180 ml steril tuzlu su bulunan behere konulmuştur (10^5 kob/ml). Deney öncesinde karışık kültürün bakteri sayısını hesaplamak için beherden 100µl alınarak seri dilüsyonlar yapılmıştır. Bu seri dilüsyonlardan da 100µl alınarak steril Nutrient Agar Besiyeri üzerine plağa yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır ve petri kutuları 24 saat 37 °C'de etüvde inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra petri kutularındaki bakteri sayıları sayılarak deney öncesi test ortamındaki karışık kültürün bakteri sayısı belirlenmiştir. Bu çalışmada Prof. Dr. Yaşar Birbir tarafından tasarlanan 1 mm çapında, 80 mm

uzunluğunda ve aralarındaki mesafe 40 mm olan iki platin tel elektrottan oluşan elektrokimyasal elektroliz düzeneği kullanılmıştır. Elektrotlar arasında bağlanan DC akım kaynağı şu özelliklere sahiptir. 0-60 Volt arasında ayarlanabilir çıkış voltajı ve 6 Ampere kadar akım verebilen akım-korumalı cihazdır (Kenwood, PD56-10AD, Japan markadır). Bu elektrokimyasal elektroliz düzeneği ile izolatların karışık kültürü üzerine 1A doğru akım ile 25 dakika süreyle verilmiştir. Elektrik akımı uygulamaları esnasında 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25 dakika sonunda bakteri süspansiyonundan hem 100 µl alınarak steril Nutrient Agar Besiyeri üzerine plağa yayma yöntemiyle ekim yapılmış hem de 100µl alınarak seri dilüsyonlar yapılmıştır. Bu seri dilüsyonlardan da 100 µl alınarak steril Nutrient Agar Besiyeri üzerine plağa yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 48 saat 37 °C de etüvde inkübe edilmiştir. İnkübasyon süreleri sonunda petri kutularındaki bakteri sayıları sayılarak seyreltme katsayısı ile çarpılmıştır ve 1 ml'deki toplam bakteri sayısı hesaplanmıştır. Aynı sürelerde test ortamının sıcaklık ve voltaj ölçümleri yapılmıştır. Test ortamının pH'ı deney öncesinde ve sonrasında saptanmıştır. Deney sonrası bakteri sayısındaki azalmayı tespit edebilmek için aşağıdaki formül ile İndirgenme Faktörü değerleri hesaplanmıştır. Böylece tuza toleranslı izolatların öldürülmesinde gerekli olan en uygun süre belirlenmiştir (Park ve ark., 2003, Birbir ve Birbir, 2006; Birbir ve ark., 2008, 2008a).

$$İF = \log_{10}nc - \log_{10}nd$$

nc= Deney öncesi bakteri solüsyonundaki tuza toleranslı bakteri sayısı,

nd = Deney sonrası bakteri solüsyonundaki tuza toleranslı bakteri sayısı.

BÖLÜM 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmamızda incelediğimiz derilerin korunmasında kullanılan tuz örnekleri Tuzla ve Çorlu Organize Deri Sanayi Bölgelerinden toplanmıştır. 18 adet Çorlu Organize Deri Sanayi Bölgesinden, 12 adet Tuzla Organize Deri Sanayi Bölgesinden olmak üzere toplam 30 adet tuz örneği incelenmiştir. İncelenen tuzların % 87'sinin pH değerlerinin minimum 6.23 maksimum 6.95, % 13'ünün ise pH değerlerinin minimum 7.08 maksimum 7.22 aralığında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.1). Bu çalışmada tuz örneklerinin pH değerlerine ait ortalama, ortanca, mod ve aralık değerleri sırasıyla 6.69, 6.63, 6.78 ve 0.99 olarak saptanmıştır.

Tablo 3. 1 Tuz örneklerinin pH değerleri ve nem içerikleri.

Tuz örnekleri	pH	Nem içeriği (%)	Tuz örnekleri	pH	Nem içeriği (%)
1	6.81	4.92	16	6.48	2.97
2	6.42	3.21	17	6.58	1.72
3	6.60	2.35	18	6.40	3.57
4	6.95	2.73	19	6.75	4.47
5	6.78	1.96	20	6.55	5.02
6	7.22	0.97	21	7.08	1.78
7	7.12	1.32	22	6.23	1.63
8	6.78	3.65	23	6.62	2.46
9	6.74	0.90	24	6.71	3.54
10	6.80	4.72	25	7.12	2.69
11	6.46	3.31	26	6.55	2.37
12	6.64	1.49	27	6.60	2.87
13	6.54	2.13	28	6.59	3.12
14	6.62	4.17	29	6.78	2.31
15	6.52	3.85	30	6.82	1.25

Çalışmamızda saptanan pH değerleri (6.23 - 7.22), yapılan önceki çalışmalardaki pH değerleri ile paralellik göstermekle beraber pH'ı 8 ve üstünde olan hiçbir tuz örneği çalışmamızda saptanmamıştır. Araştırmacılar Tuz Gölünden, Kaldırım Tuzlasından, Kayacık Tuzlasından ve Tuzköy Tuz Madeninden alınan tuz örneklerinin pH değerlerini sırasıyla 8.09-8.43, 8.35-8.76, 8.21-8.72 ve 8.00-8.29 olarak bulmuşlardır (Birbir ve Sesal, 2003; Birbir ve ark., 2001; Birbir ve ark., 2004).

Moğolistan ve Çin'deki 6 tuz gölünde ve Arjantin'deki bir tuz gölündeki prokaryotik çeşitliliğinin incelendiği bir çalışmada tuz örneklerinin pH değerlerinin 7.5, 8.0, 8.5, 9.5 ve 10.5 olduğu tespit edilmiştir (Pagaling ve ark., 2009). Tunus'taki El-Djerid tuz gölündeki sedimentlerde bakteri ve arke popülasyonlarının araştırıldığı bir başka çalışmada incelenen 6 örnekte pH değerlerinin 7.3, 7.5, 7.9, 7.9, 8.2 ve 8.3 olduğu bulunmuştur (Hedi ve ark., 2009).

Tuz örneklerinin nem içeriklerinin % 30'unun % 0.90 - % 1.96, % 53'ünün % 2.13 - % 3.85 ve % 17'sinin % 4.17 - % 5.02 arasında olduğu saptanmıştır (Tablo 3.1). Tuz örneklerinin nem içeriklerine ait ortalama, ortanca ve aralık değerlerinin sırasıyla 2.78, 2.71 ve 4.12 olduğu tespit edilmiştir.

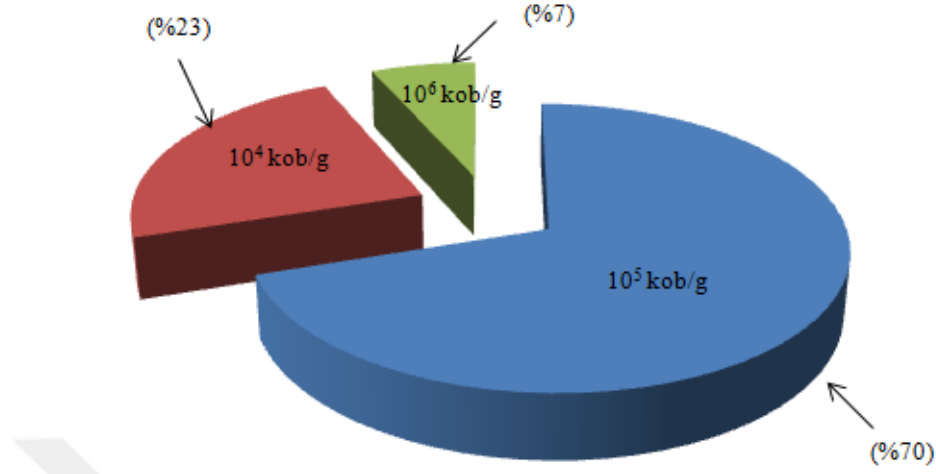
Çalışmamızda saptanan nem içeriklerinin (% 0.9 - % 5.02) diğer çalışmalardaki tuz örneklerinin nem içerikleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Birbir ve arkadaşları (2008a), derilerin korunmasında kullanılan 40 tuz örneğinin nem içeriklerinin % 0.55 ile % 4.97 arasında olduğunu saptamışlardır. İncelenen tuz örneklerinin % 35'inin nem içeriklerini % 0.55 - % 1.75, % 62.5'inin % 2.24 - % 3.94 arasında ve bir tuz örneğinin nem içeriğini ise % 4.97 olarak bulmuşlardır. Yapılan daha önceki çalışmalarda ise Tuz Gölünden, Kaldırım Tuzlası, Kayacık Tuzlasından ve Tuzköy Tuz Madeninden alınan tuz örneklerinin nem içerikleri sırasıyla % 0.32 - % 7.56, % 0.78 - % 3.29, % 0.49 - % 1.54 ve % 0.068 - % 0.72 olarak bulunmuştur (Birbir ve Sesal, 2003; Birbir ve ark., 2001; Birbir ve ark., 2004, Birbir ve ark., 2008a).

Çalışmamızda incelediğimiz 30 adet tuz örneğinde toplam tuza toleranslı bakteri sayısının 10^4 - 10^6 kob/g arasında değiştiği saptanmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3. 2 Tuz örneklerindeki toplam tuza toleranslı bakterilerin, toplam tuza toleranslı proteolitik bakterilerin ve toplam tuza toleranslı lipolitik bakterilerin sayıları (kob/g).

Örnek No	Toplam Tuza Toleranslı Bakteri Sayısı (kob/g)	Toplam Tuza Toleranslı Proteolitik Bakteri Sayısı (kob/g)	Toplam Tuza Toleranslı Lipolitik Bakteri Sayısı (kob/g)
1	3.1×10^5	2.5×10^4	1.75×10^4
2	6.2×10^4	9.4×10^3	5.7×10^3
3	1.7×10^5	9.9×10^4	3.2×10^4
4	1.6×10^5	3.32×10^4	1.8×10^4
5	1.6×10^5	6.68×10^4	1.2×10^3
6	5.4×10^4	1.80×10^4	1.91×10^4
7	7.0×10^5	2.9×10^5	2.1×10^4
8	8.3×10^5	3.5×10^3	2.7×10^3
9	2.3×10^4	3.2×10^3	6×10^3
10	7.3×10^5	1.15×10^4	4.2×10^3
11	7.3×10^4	2.82×10^4	7×10^3
12	1.6×10^5	4.22×10^4	1.5×10^4
13	1.1×10^6	1.33×10^3	9×10^3
14	4.5×10^5	9.6×10^4	1.84×10^5
15	7.6×10^4	7.2×10^4	1.22×10^3
16	2.3×10^5	1.3×10^3	1.2×10^3
17	3.3×10^5	1.8×10^4	1.6×10^3
18	2.1×10^5	6.4×10^3	1.1×10^3
19	8.4×10^5	1.04×10^4	1×10^4
20	6.2×10^5	2.75×10^3	3.2×10^4
21	8.2×10^5	8.7×10^3	1.3×10^3
22	5.0×10^4	1.8×10^3	8×10^2
23	6.6×10^5	6.24×10^4	7.2×10^3
24	3.1×10^5	1.2×10^4	3.6×10^3
25	6.8×10^5	2.48×10^4	6×10^3
26	9.8×10^5	5.2×10^3	7×10^3
27	5.7×10^5	1.8×10^3	6×10^3
28	6.6×10^5	2.08×10^5	1.02×10^5
29	1.5×10^4	2.2×10^3	7×10^2
30	1.0×10^6	7.2×10^4	1.2×10^4

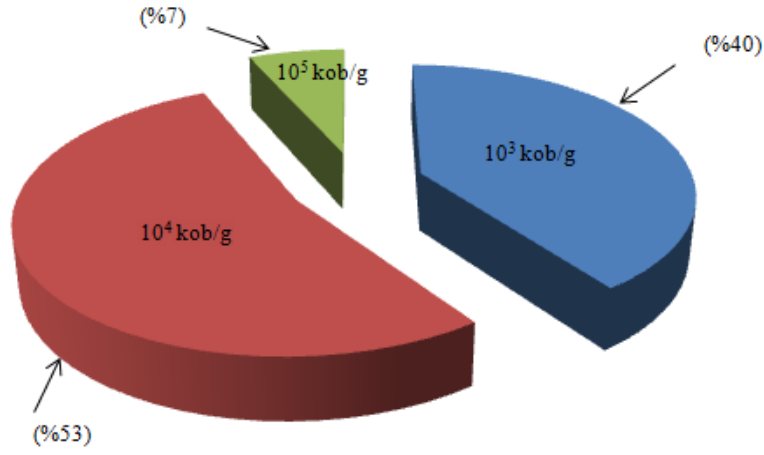
Toplam tuza toleranslı bakteri sayıları 7 örnekte 10^4 kob/g, 21 örnekte 10^5 kob/g, 2 örnekte 10^6 kob/g olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3. 1 Tuz örneklerindeki toplam tuza toleranslı bakterilerin sayıları ve yüzdeleri.

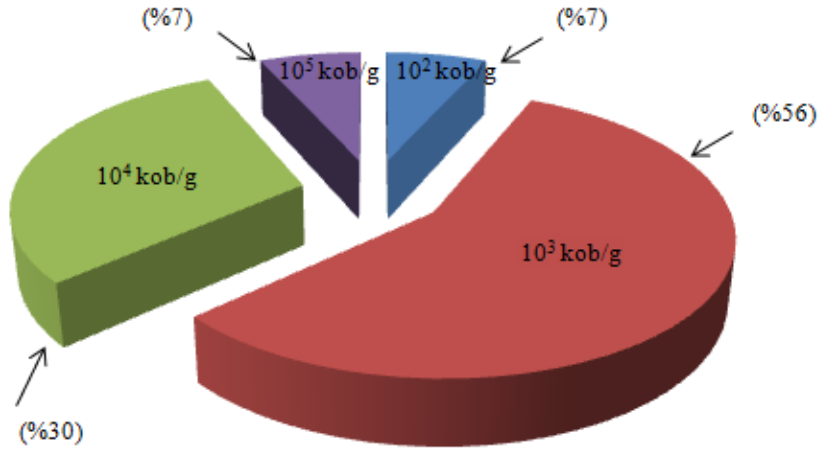
Berber ve Birbir (2010) 36 adet tuzlanmış derilerden izole ettikleri tuza toleranslı bakterilerin sayısının 10^4 - 10^8 kob/g aralığında olduğunu rapor etmişlerdir. Tuzlanmış derilerle ilgili yapılan başka bir çalışmada, 10 tane tuzlanmış derideki tuza toleranslı bakterilerin sayısının 10^5 - 10^8 kob/g arasında olduğu belirtilmiştir (Aslan ve Birbir, 2011).

Çalışmamızda incelediğimiz tuz örneklerindeki toplam tuza toleranslı proteolitik bakteri sayısının 10^3 - 10^5 kob/g arasında değiştiği saptanmıştır (Tablo 3.2). Toplam tuza toleranslı proteolitik bakteri sayıları 12 örnekte 10^3 kob/g, 16 örnekte 10^4 kob/g, 2 örnekte 10^5 kob/g, olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2 Tuz örneklerindeki toplam tuza toleranslı proteolitik bakterilerin sayıları ve yüzdeleri.

Çalışmamızda toplam tuza toleranslı lipolitik bakteri sayısının 10^2 - 10^5 kob/g arasında değiştiği saptanmıştır (Tablo 3.2). Toplam tuza toleranslı lipolitik bakteri sayıları 2 örnekte 10^2 kob/g, 17 örnekte 10^3 kob/g, 9 örnekte 10^4 kob/g, 2 örnekte 10^5 kob/g olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3. 3 Tuz örneklerindeki toplam tuza toleranslı lipolitik bakterilerin sayıları ve yüzdeleri.

Bu çalışmada tuz örneklerindeki toplam tuza toleranslı bakterilerin ortalama, ortanca, mod ve aralık değerlerinin sırasıyla 4.07×10^5 kob/g, 2.68×10^5 kob/g, 1.6×10^5 kob/g ve 1.1×10^6 kob/g olduğu saptanmıştır. Toplam tuza toleranslı proteolitik bakterilerin ortalama, ortanca ve aralık değerlerinin sırasıyla 4.12×10^4 kob/g, 1.5×10^4 kob/g ve 2.89×10^5 kob/g değerlerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu mikroorganizmalara ait 3 adet mod değerinin (1.8×10^3 kob/g, 1.8×10^4 kob/g, 7.2×10^4 kob/g) olduğu belirlenmiştir. Toplam tuza toleranslı lipolitik bakterilerin ise ortalama, ortanca, mod ve aralık değerlerinin sırasıyla 1.79×10^4 kob/g, 6.5×10^3 kob/g, 6.0×10^3 kob/g ve 1.83×10^5 kob/g olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3. 3 Tuza toleranslı bakterilerin, tuza toleranslı proteolitik bakterilerin ve tuza toleranslı lipolitik bakteri sayılarının ortalama, ortanca, mod ve aralık sonuçları (kob/g).

	Ortalama	Ortanca	Mod	Aralık
Toplam Tuza Toleranslı Bakteri Sayısı	4.07×10^5	2.68×10^5	1.6×10^5	1.1×10^6
Toplam Tuza Toleranslı Proteolitik Bakteri Sayısı	4.12×10^4	1.5×10^4	1.8×10^3 1.8×10^4 7.2×10^4	2.89×10^5
Toplam Tuza Toleranslı Lipolitik Bakteri Sayısı	1.79×10^4	6.5×10^3	6.0×10^3	1.83×10^5

Berber ve Birbir (2010) tuzlanmış deri örneklerindeki tuza toleranslı bakteri sayılarının ortalama, ortanca ve aralık değerlerinin sırasıyla 5.1×10^7 kob/g, 1.1×10^7 kob/g ve 3.2×10^8 kob/g olduğunu belirtmişlerdir.

Aslan ve Birbir (2011) tuzlanmış deri örneklerindeki tuza toleranslı bakteri sayılarının ortalama, ortanca ve aralık değerlerini 4.6×10^7 kob/g, 1.9×10^7 kob/g ve 2.0×10^8 kob/g olduğunu bulmuşlardır.

Çağlayan ve arkadaşları (2015) Avustralya, Bulgaristan, Yunanistan ve Dubai'den ithal edilen sekiz adet tuzlanmış koyun derisinin 10^3 kob/g - 10^7 kob/g arasında tuza toleranslı bakteri içerdiğini rapor etmişlerdir. Bu tuzlanmış koyun derilerindeki tuza

toleranslı bakteri sayılarının ortalama, ortanca ve aralık değerlerini sırasıyla 8.4×10^6 kob/g, 2.1×10^6 kob/g, 5.0×10^7 kob/g olarak tespit etmişlerdir.

Rangarajan ve arkadaşları (2003), derilerdeki bakteri sayısının 10^5 kob/g ve üstünde olduğunda derilerin bozulmasının daha kısa sürede gerçekleşebileceğini açıklamıştır. Tablo 3.3'te gösterildiğı gibi toplam tuza toleranslı bakteri sayılarının ortanca, aralık, mod ve ortalama değerlerinin hepsinin 10^5 kob/g üzerinde olması derilerde kokuşma ve bozulma gibi harabiyet olaylarının gözlenebileceğini göstermektedir.

Bizim çalışma sonuçlarımız ham derilerin işlem görmemiş tuzla tuzlandığında, tuzlarda bulunan tuza toleranslı bakterilerin derileri kontamine edebileceğini ve depolama şartlarının da elverişli olması ile yüksek sayıya ulaşabileceklerini göstermektedir.

Ayrıca bu çalışmanın en önemli sonuçlarından biri incelenen tüm tuz örneklerinde tuza toleranslı *Bacillus* türlerinin saptanmasıdır. Çalışmamızda incelenen 30 adet tuz örneğinden toplam 83 tane tuza toleranslı bakteri izole edilmiştir. İzole edilen tuza toleranslı bakterilerin tanımlanmasında çeşitli biyokimyasal testler yapılmıştır. İzolatların 16S rRNA genleri çoğaltıldıktan sonra İONTEK Laboratuvarında DNA dizileri belirlenmiştir. Gelen dizi sonuçlarının filogenetik olarak benzediğı türler GenBank, Eztaxon ve Blast programları ile saptanmıştır (Tablo 3.4).

Bakteri Domaininin *Firmicutes* Şubesine ait izolatların 16S rRNA gen dizi benzerliklerinin % 97.82-% 100 arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.4).

Tablo 3. 4 Tuz örneklerinden izole edilen tuza toleranslı izolatların kodları, erişim numaraları, 16S rRNA gen dizisi uzunlukları (bp), benzerlikleri (%) ve filogenetik olarak benzediği türler.

	İzolat kodu	Erişim numarası	Uzunluk (bp)	Benzerlik (%)	Filogenetik olarak benzediği türler
1	1SS4	MK120014	1416	% 98.51	<i>Bacillus halotolerans</i>
2	2SS1	MK120015	1393	% 99.20	<i>Bacillus velezensis</i>
3	2SS2	MK120016	1384	% 97.82	<i>Bacillus licheniformis</i>
4	2SS3	MK120017	1417	% 99.44	<i>Bacillus licheniformis</i>
5	2SS4	MK120018	1411	% 99.76	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
6	3SS2	MK120019	1405	% 100	<i>Bacillus velezensis</i>
7	3SS3	MK120020	1404	% 99.86	<i>Bacillus safensis</i>
8	3SS5	MK120021	1417	% 100	<i>Bacillus velezensis</i>
9	4SS1	MK120022	1411	% 98.32	<i>Bacillus licheniformis</i>
10	4SS2	MK120023	1411	% 99.93	<i>Bacillus halotolerans</i>
11	4SS3	MK120024	1410	% 99.86	<i>Bacillus velezensis</i>
12	5SS1	MK120025	1409	% 99.93	<i>Bacillus pumilus</i>
13	5SS2	MK120026	1407	% 100	<i>Bacillus velezensis</i>
14	5SS3	MK120027	1398	% 100	<i>Bacillus halotolerans</i>
15	5SS4	MK120028	1411	% 99.35	<i>Bacillus velezensis</i>
16	6SS2	MK120029	1400	% 100	<i>Bacillus velezensis</i>
17	6SS3	MK120030	1404	% 99.51	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
18	7SS1	MK120031	1406	% 99.72	<i>Bacillus mojavensis</i>
19	7SS2	MK120032	1404	% 99.59	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
20	7SS3	MK120033	1403	% 99.71	<i>Bacillus halotolerans</i>
21	8SS1	MK120034	1391	% 99.93	<i>Bacillus pumilus</i>
22	8SS2	MK120035	1405	% 99.86	<i>Bacillus halotolerans</i>
23	8SS4	MK120036	1389	% 99.35	<i>Bacillus pumilus</i>
24	9SS1	MK120037	1417	% 99.44	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
25	9SS2	MK120038	1413	% 99.36	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
26	9SS3	MK120039	1408	% 99.92	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
27	10SS1	MK120040	1423	% 98.49	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
28	10SS2	MK120041	1412	% 99.60	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
29	10SS3	MK120042	1403	% 100	<i>Bacillus tequilensis</i>
30	11SS2	MK120043	1374	% 99.78	<i>Bacillus safensis</i>
31	11SS3	MK120044	1384	% 99.84	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
32	12SS2	MK120045	1391	% 99.92	<i>Bacillus halotolerans</i>
33	12SS3	MK120046	1405	% 99.72	<i>Bacillus mojavensis</i>
34	13SS1	MK120047	1403	% 100	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
35	13SS2	MK120048	1403	% 99.92	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
36	13SS3	MK120049	1406	% 99.93	<i>Bacillus halotolerans</i>
37	14SS1	MK120050	1400	% 98.04	<i>Bacillus licheniformis</i>
38	14SS2	MK120051	1410	% 99.43	<i>Bacillus halotolerans</i>
39	14SS3	MK120052	1411	% 99.79	<i>Bacillus subtilis</i>
40	15SS1	MK120053	1403	% 100	<i>Bacillus velezensis</i>

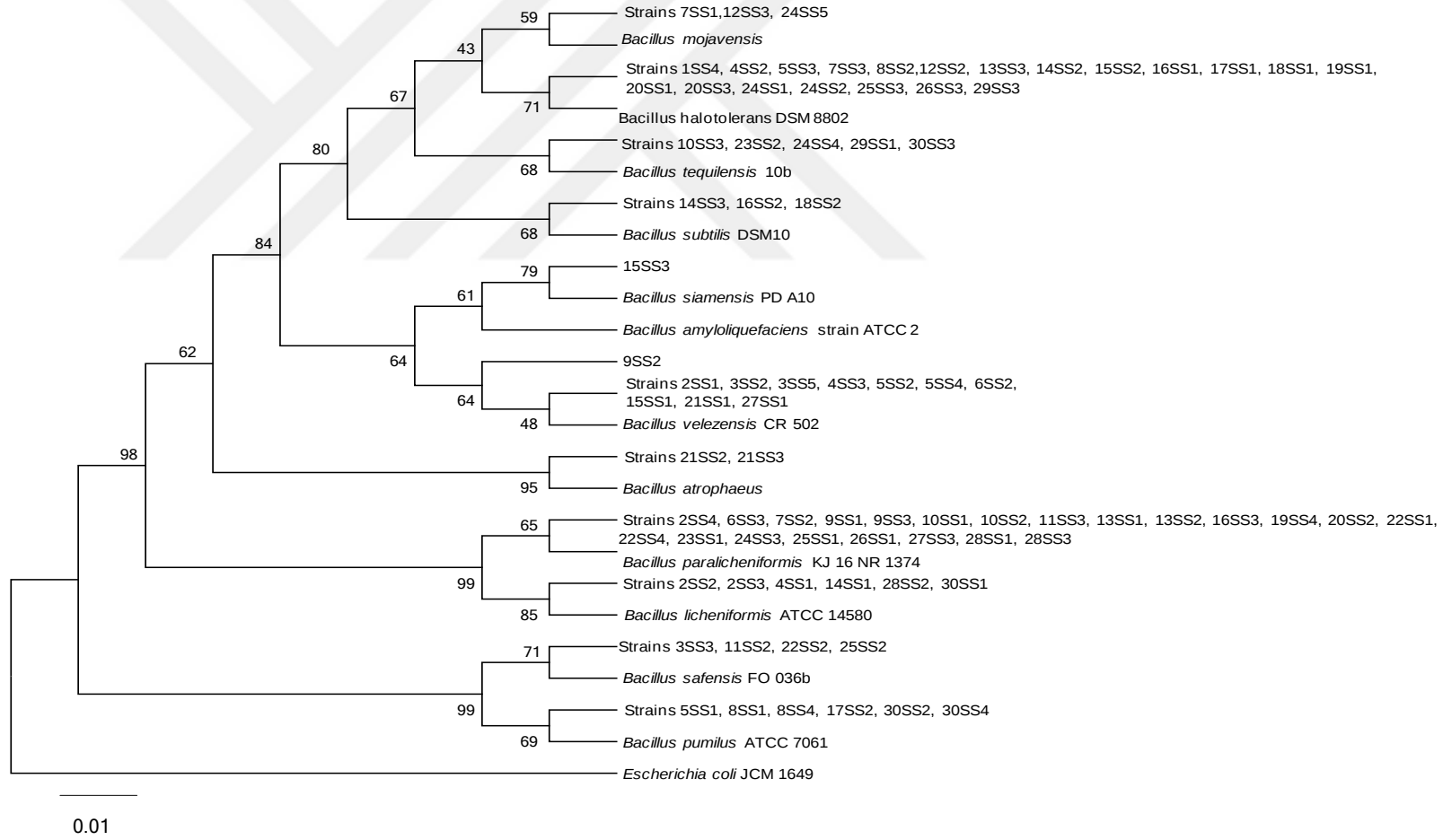
Tablo 3.4 devamı

	İzolot kodu	Erişim numarası	Uzunluk (bp)	Benzerlik (%)	Filogenetik olarak benzediği türler
41	15SS2	MK120054	1417	% 99.86	<i>Bacillus halotolerans</i>
42	15SS3	MK120055	1409	% 99.50	<i>Bacillus siamensis</i>
43	16SS1	MK120056	1403	% 98.91	<i>Bacillus halotolerans</i>
44	16SS2	MK120057	1388	% 99.93	<i>Bacillus subtilis</i>
45	16SS3	MK120058	1416	% 99.76	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
46	17SS1	MK120059	1358	% 99.93	<i>Bacillus halotolerans</i>
47	17SS2	MK120060	1392	% 99.71	<i>Bacillus pumilis</i>
48	18SS1	MK120061	1405	% 99.79	<i>Bacillus halotolerans</i>
49	18SS2	MK120062	1389	% 99.78	<i>Bacillus subtilis</i>
50	19SS1	MK120063	1411	% 99.93	<i>Bacillus halotolerans</i>
51	19SS4	MK120064	1403	% 99.68	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
52	20SS1	MK120065	1415	% 99.72	<i>Bacillus halotolerans</i>
53	20SS2	MK120066	1407	% 99.60	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
54	20SS3	MK120067	1415	% 99.65	<i>Bacillus halotolerans</i>
55	21SS1	MK120068	1387	% 99.85	<i>Bacillus velezensis</i>
56	21SS2	MK120069	1401	% 99.93	<i>Bacillus atrophaeus</i>
57	21SS3	MK120070	1426	% 99.50	<i>Bacillus atrophaeus</i>
58	22SS1	MK120071	1412	% 98.43	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
59	22SS2	MK120072	1392	% 99.86	<i>Bacillus safensis</i>
60	22SS4	MK120073	1412	% 98.67	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
61	23SS1	MK120074	1408	% 99.92	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
62	23SS2	MK120075	1417	% 99.93	<i>Bacillus tequilensis</i>
63	24SS1	MK120076	1405	% 100	<i>Bacillus halotolerans</i>
64	24SS2	MK120077	1410	% 99.86	<i>Bacillus halotolerans</i>
65	24SS3	MK120078	1405	% 99.67	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
66	24SS4	MK120079	1417	% 99.79	<i>Bacillus tequilensis</i>
67	24SS5	MK120080	1411	% 99.57	<i>Bacillus mojavensis</i>
68	25SS1	MK120081	1411	% 99.59	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
69	25SS2	MK120082	1372	% 99.63	<i>Bacillus safensis</i>
70	25SS3	MK120083	1402	% 99.93	<i>Bacillus halotolerans</i>
71	26SS1	MK120084	1368	% 99.67	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
72	26SS3	MK120085	1425	% 99.14	<i>Bacillus halotolerans</i>
73	27SS1	MK120086	1366	% 100	<i>Bacillus velezensis</i>
74	27SS3	MK120087	1389	% 99.67	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
75	28SS1	MK120088	1352	% 98.81	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
76	28SS2	MK120089	1403	% 99.50	<i>Bacillus licheniformis</i>
77	28SS3	MK120090	1389	% 99.75	<i>Bacillus paralicheniformis</i>
78	29SS1	MK120091	1384	% 99.93	<i>Bacillus tequilensis</i>
79	29SS3	MK120092	1399	% 99.86	<i>Bacillus halotolerans</i>
80	30SS1	MK120093	1392	% 98.47	<i>Bacillus licheniformis</i>
81	30SS2	MK120094	1403	% 99.93	<i>Bacillus pumilus</i>
82	30SS3	MK120095	1404	% 99.93	<i>Bacillus tequilensis</i>
83	30SS4	MK120096	1404	% 99.93	<i>Bacillus pumilus</i>

Roohi ve arkadaşları (2014), Pakistan'ın Karak bölgesindeki tuz madenlerindeki tuza toleranslı ve halofil bakterilerin izolasyonunu ve filogenetik tanımlamasını yapmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında, *Bacillus sonorensis*, *Bacillus subtilis* subsp. *inaquosorum*, *Bacillus licheniformis* ve *Bacillus safensis*'e benzer türler bulmuşlardır. Gontang ve arkadaşları (2007), deniz sedimentindeki bakteriyal çeşitliliği incelediklerinde 16S rRNA gen dizilerine göre 189 izolatın 65'inin *Bacillus* cinsine ait olduğunu göstermişlerdir.

Çalışmamızda tespit ettiğimiz türlerden *B. amyloliquefaciens* endüstriyel amilaz fermentasyon çözeltilisinden (Priest ve ark., 1987), *B. atrophaeus* topraktan (Nakamura, 1989), *B. halotolerans* kurak ve tuzlu topraktan (Delaporte ve Sasson, 1967; Tindall, 2017; Sagredo-Beltrán ve ark., 2018), *B. licheniformis* tuzlu topraktan (Wei ve ark. 2010), *B. mojavenensis* çölden (Roberts ve ark., 1994), *B. paralicheniformis* fermente soya fasülyesinden (Dunlap ve ark., 2015), *B. pumilus* deneysel tuz çiftliğinden (Menon ve ark., 2010), *B. siamensis* tuzlanmış yengeçten (Sumpavapol ve ark., 2010), *B. subtilis* fermente gıdalardan (Roongsawang ve ark., 2002), *B. tequilensis* 2000 yıllık Meksika'daki bir mezardan (Gatson ve ark., 2006), *B. velezensis* nehirten (Ruiz-Garcia ve ark. 2005) ve *B. safensis* uzay aracı yüzeyinden izole edilmiştir (Satomi ve ark., 2006).

Referans suşlarının 16S rRNA gen dizilerinin en yüksek sayıda benzerliği gösteren 16S rRNA gen dizilerinin karşılaştırmasına dayanarak filogenetik ağaç oluşturulmuştur. Filogenetik ağaç, tuz örneklerinden izole edilen türlerin filogenetik pozisyonunu göstermektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3. 4 16S rRNA gen dizilimi karşılaştırmasına dayanarak çalışmamızda izole edilen *Bacillus* türlerinin birbirleriyle ilişkisini gösteren filogenetik ağaç.

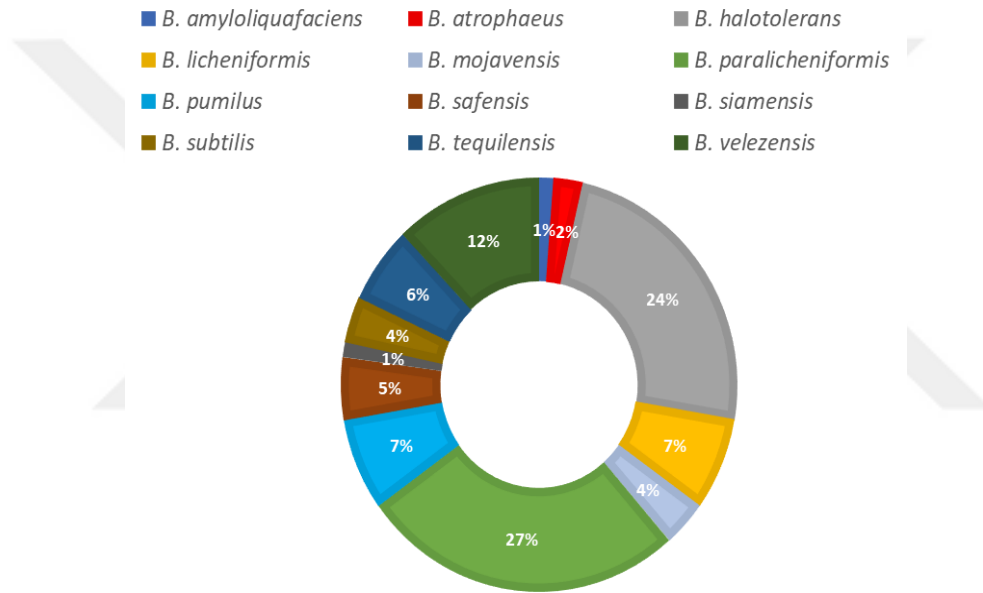
30 farklı tuz örneğinden izole edilen 83 tane tuza toleranslı izolatın sayısı ile tuz örneklerindeki bulunma sıklıkları Tablo 3.5’de gösterilmiştir.

Tablo 3. 5 Tuz örneklerinde bulunan tuza toleranslı bakterilerin bulunma sıklıkları.

Tuz örnekleri	<i>B. amyloliquefaciens</i>	<i>B. atrophaeus</i>	<i>B. halotolerans</i>	<i>B. licheniformis</i>	<i>B. mojavensis</i>	<i>B. paralicheniformis</i>	<i>B. pumilus</i>	<i>B. safensis</i>	<i>B. siamensis</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>B. tequilensis</i>	<i>B. velezensis</i>	Toplam izolat sayıları	Örneklerdeki farklı <i>Bacillus</i> türlerinin sayısı
1			1										1	1
2				2		1						1	4	3
3								1				2	3	2
4			1	1								1	3	3
5			1				1					2	4	3
6						1						1	2	2
7			1		1	1							3	3
8			1				2						3	2
9	1					2							3	2
10						2					1		3	2
11						1		1					2	2
12			1		1								2	2
13			1			2							3	2
14			1	1						1			3	3
15			1						1			1	3	3
16			1			1				1			3	3
17			1				1						2	2
18			1							1			2	2
19			1			1							2	2
20			2			1							3	2
21		2										1	3	2
22						2		1					3	2
23						1					1		2	2
24			2		1	1					1		5	4
25			1			1		1					3	3
26			1			1							2	2
27						1						1	2	2
28				1		2							3	2
29			1								1		2	2
30				1			2				1		4	3
Toplam izolat sayısı	1	2	20	6	3	22	6	4	1	3	5	10	83	

Bu çalışmada incelenen her bir tuz örneğindeki türlerin sayısı 1-4 arasında değişirken 24. tuz örneğinden 4 farklı *Bacillus* türü izole edilmiştir. Tuz örneklerindeki en baskın *Bacillus* türlerinin *B. paralicheniformis* (22 izolat) ve *B. halotolerans* (20 izolat) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.5).

Çalışmamızda izole edilen 83 izolatın % 1'ini *B. amyloliquefaciens*, % 2'sini *B. atrophaeus*, % 24'ünü *B. halotolerans*, % 7'sini *B. licheniformis*, % 4'ünü *B. mojavenensis*, % 27'sini *B. paralicheniformis*, % 7'sini *B. pumilus*, % 5'ini *B. safensis*, % 1'ini *B. siamensis*, % 4'ünü *B. subtilis*, % 6'sını *B. tequilensis* ve % 12'sini *B. velezensis* oluşturmaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3. 5 Tuz örneklerinden izole edilen *Bacillus* cinsine ait türlerin bulunma yüzdeleri.

Tuz örneklerinde *Bacillus* cinsine ait türleri izole etmemizin sebebi, bu mikroorganizmaların yüksek osmotik koşullarda yaşayabilmek için ürettikleri çözünen uyumlu maddelerden olduğunu düşünmekteyiz. Kuhlmann ve Bremer (2002) *Bacillus* türlerinin bazılarının çözünen uyumlu madde içerdiğini belirtmişlerdir. *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis* ve *B. megaterium*'un prolin ürettiğini; *B. cereus*, *B. circulans*, *B. thuringiensis*'in glutamat; *B. alcalophilus*, *B. psychrophilus* ve *B. pasteurii*' un ektoin ürettiğini açıklamışlardır. Araştırmacılar yüksek osmotik koşullar altında *Bacillus* cinsi ve yakından ilişkili taksonlar içinde tetrahidropirimidin ektoini üretme kabiliyetinin yaygın olduğunu bildirmişlerdir (Kuhlmann ve Bremer, 2002).

Önceki yıllara ait çalışmalarda da yeni yüzülmüş, tuzlanmış ve ıslatılmış, kireçle muamele edilmiş, kromla tabaklanmış derilerde *Bacillus* türlerinin bulunma sıklığı ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir (Wood, 1910; Bergman, 1929; Venkatesan ve ark., 1970; Birbir ve Ilgaz, 1996; Aslan ve Birbir, 2011). Anderson (1949), Avustralya ve Yeni Zelanda'dan toplanan tuzlanmış deri örneklerinde proteolitik *Bacillus* türlerini tespit etmiştir. Birbir ve Ilgaz (1996), taze yüzülmüş derilerden, bir haftalık tuzlu derilerden, iki aylık tuzlu derilerden, ıslatılmış derilerden, kireçle muamele edilmiş derilerden, krom tabaklanmış derilerden, işlenmiş mamül deri örneklerinden, bir gün depolanmış mamül derilerden ve iki ay depolanmış mamül derilerden aldıkları 225 deri örneğinde *B. subtilis*, *B. cereus*, *B. sphaericus*, *B. megaterium*, *B. pumilus*, *B. firmus*, *B. licheniformis*, *B. brevis* ve *B. laterosporus*'tan oluşan 246 proteolitik *Bacillus* suşunu izole ederek tanımlamışlardır. Bu sonuçlar incelenen tüm deri örneklerinde *Bacillus* türlerinin varlığını göstermiştir. Başka bir çalışmada, İngiltere, Avustralya ve Türkiye kökenli 10 tuzlu deriden *B. amyloliquefaciens*, *B. cereus*, *B. firmus*, *B. laterosporus*, *B. lentus*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. mycoides*, *B. pumilus*, *B. subtilis* ve *B. thuringiensis* gibi 111 *Bacillus* izolatını tanımlamışlardır (Aslan ve Birbir, 2011). Yine aynı çalışmada, tuzlanmış derilerde proteolitik aktivite gösteren *Bacillus* izolatlarının oranı % 92 olarak bulunmuştur. Bu önceki araştırmalar ve bizim çalışmamız, tuz örneklerini kontamine eden dayanıklı sporlar oluşturan *Bacillus* türlerinin, derilerin tuzlanması esnasında ham derileri de kontamine ederek deri fabrikalarında dominant mikroorganizma topluluğu olarak bulunduğunu göstermektedir (Birbir ve Ilgaz, 1996; Aslan ve Birbir, 2011). Nicholson ve arkadaşları (2000), *Bacillus* türlerinin ya da endosporlarının topraktan tuz örneklerine rüzgâr ve toz yoluyla dağılmasıyla *Bacillus* türlerinin tuz örneklerinde bulunması arasında bir ilişki olduğunu öne sürmüştür. *Bacillus* türleri, birçok olumsuz koşullara oldukça dirençli olan endosporları üretir. Hareketsiz bir yapı olan endospor, ısıya, soğuğa, donmaya, çözölmeye, oksitleyici ajanlara, UV'ye, gama ışınlarına, fiziksel aşınmaya, aşırı kurumaya, toksik kimyasallara ve sindirim enzimlerine karşı oldukça dirençlidir (Nicholson ve ark., 2000).

Çalışmamızda derilerin korunmasında kullanılan tuzlardan izole edilen tuza toleranslı bakterilerin gelişebildiği sıcaklık, pH ve tuz toleransları değerleri Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3. 6 Derilerin korunmasında kullanılan tuz örneklerinden izole edilen tuza toleranslı bakteri izolatlarının gelişebildiği tuz, sıcaklık ve pH değerleri.

	<i>B. amyloliquefaciens</i>	<i>B. atrophaeus</i>	<i>B. halotolerans</i>	<i>B. licheniformis</i>	<i>B. mojavensis</i>	<i>B. paralicheniformis</i>	<i>B. pumilus</i>	<i>B. safensis</i>	<i>B. siamensis</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>B. tequilensis</i>	<i>B. velezensis</i>
İzolat sayısı	1	2	20	6	3	22	6	4	1	3	5	10
°C												
5 °C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10 °C	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-
20 °C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30 °C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
37 °C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
40 °C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
45 °C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
50 °C	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
55 °C	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-
65 °C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH												
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
5.7	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
6.0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7.0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8.0	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9.0	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+
10.0	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
11.0	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
NaCl												
% 0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
% 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
% 3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
% 5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
% 7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
% 10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
% 15	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-
% 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çalışmamızda tuzlardan izole edilerek tanımlanan *B. atrophaeus*, *B. safensis* izolatlarının 10-50 °C; *B. licheniformis*, *B. paralicheniformis*, *B. siamensis* ve *B. subtilis* izolatlarının 20-55 °C; *B. amyloliquefaciens*, *B. halotolerans* ve *B. tequilensis* izolatlarının 20-50 °C; *B. mojavensis* izolatının 10-55 °C; *B. pumilus* izolatının 10-45 °C ve *B. velezensis* izolatının ise 20-45 °C aralıklarında gelişme gösterdikleri saptanmıştır.

Araştırmacılar *B. siamensis*'in 4-55 °C (Sumpavapol ve ark., 2010), *B. safensis*'in 10-50 °C (Satomi ve ark., 2006), *B. mojavensis*'in 5-55 °C (Roberts ve ark., 1994), *B. tequilensis*'in 25-50 °C (Gatson ve ark., 2006), *B. atrophaeus*'un 5-55 °C (Nakamura ve ark., 1989), *B. velezensis*'in 15-45 °C (Ruiz-Garcia ve ark., 2005) aralıklarında gelişme gösterdiklerini belirtmişlerdir.

B. halotolerans, *B. licheniformis*, *B. siamensis* ve *B. velezensis* pH 5.0-10.00; *B. amyloliquefaciens* ve *B. atrophaeus* pH 5.0-7.0; *B. mojavensis* ve *B. safensis* pH 5.0-9.0; *B. subtilis* ve *B. tequilensis* pH 5.0-8.0; *B. paralicheniformis* pH 5.0-11.00 ve *B. pumilus* pH 6.0-8.0 aralıklarında gelişme göstermişlerdir. İzolatların hiçbiri pH 4.0'da gelişmemiştir.

B. safensis'in pH 5-6 (Satomi ve ark., 2006), *B. siamensis*'in pH 4.5-9 (Sumpavapol ve ark., 2010), *B. atrophaeus*'un pH 5.6 veya 5.7'de (Nakamura ve ark., 1989), *B. velezensis*'in pH 5-10 (Ruiz-Garcia ve ark., 2005), *B. tequilensis*'in pH 5.5-8 (Gatson ve ark., 2006) değerleri arasında gelişme gösterdikleri araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir.

B. amyloliquefaciens, *B. atrophaeus*, *B. halotolerans*, *B. licheniformis*, *B. mojavensis*, *B. paralicheniformis*, *B. siamensis*, *B. subtilis* ve *B. velezensis* % 0-% 10; *B. pumilus*, *B. safensis* ve *B. tequilensis* % 0-% 15 (w/v) tuz konsantrasyonu aralığında gelişme göstermişlerdir.

Araştırmacılar *B. safensis*'in % 0 – 10 NaCl (Satomi ve ark., 2006), *B. velezensis*'in % 0 -% 12 NaCl (Ruiz-Garcia ve ark., 2005), *B. siamensis*'in % 0 - 14 NaCl (Sumpavapol ve ark., 2010), *B. mojavensis*'in % 3 - 10 NaCl (Roberts ve ark., 1994), *B. atrophaeus*'un % 7 NaCl (Nakamura ve ark., 1989) konsantrasyonlarında gelişebildiklerini rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda tuzlardan izole edilerek tanımlanan tuza toleranslı bakterilerin enzimatik testleri (oksidaz, katalaz, amilaz, β -galaktosidaz, lipaz, selüloz, kazeinaz, DNaz, ksilanaz, proteaz, pullulanaz ve üreaz) yapılarak hidrolitik aktiviteleri Tablo 3.7’de gösterilmiştir.

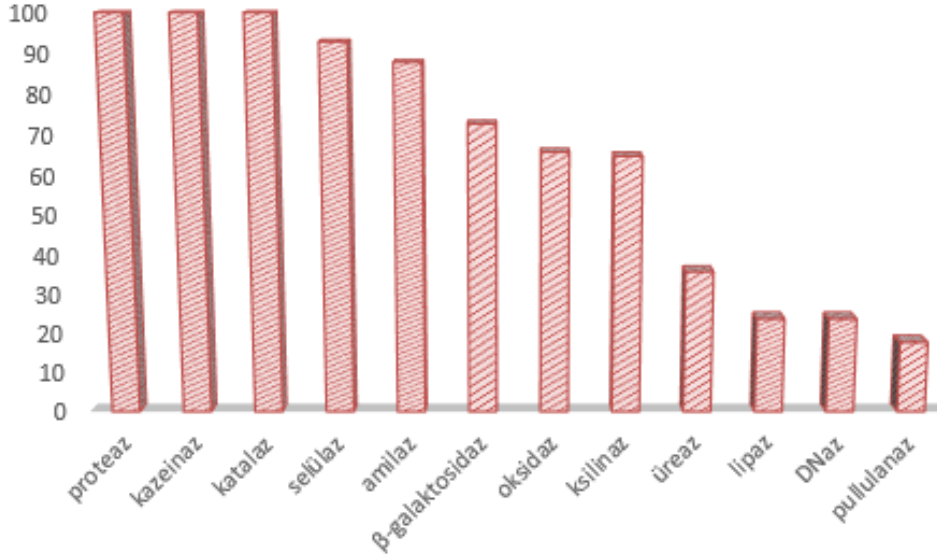
Tablo 3. 7 Tuza toleranslı bakteri izolatlarının hidrolitik aktiviteleri.

Örnek Adı	Kodu	Oksidaz	Katalaz	Amilaz	β -galaktosidaz	Lipaz	Selüloz	Kazeinaz	DNaz	Ksilanaz	Proteaz	Pullulanaz	Üreaz
<i>B.amyloliquefaciens</i>	9SS2	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-
<i>B.atrophaeus</i>	21SS2	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>B.atrophaeus</i>	21SS3	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-
<i>B.halotolerans</i>	1SS4	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-
<i>B.halotolerans</i>	4SS2	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.halotolerans</i>	5SS3	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-
<i>B.halotolerans</i>	7SS3	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	8SS2	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-
<i>B.halotolerans</i>	12SS2	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	13SS3	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	14SS2	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+
<i>B.halotolerans</i>	15SS2	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+
<i>B.halotolerans</i>	16SS1	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-
<i>B.halotolerans</i>	17SS1	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	18SS1	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	19SS1	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-
<i>B.halotolerans</i>	20SS1	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.halotolerans</i>	20SS3	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-
<i>B.halotolerans</i>	24SS1	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.halotolerans</i>	24SS2	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+
<i>B.halotolerans</i>	25SS3	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.halotolerans</i>	26SS3	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-
<i>B.halotolerans</i>	29SS3	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.licheniformis</i>	2SS2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>B.licheniformis</i>	2SS3	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>B.licheniformis</i>	4SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>B.licheniformis</i>	14SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>B.licheniformis</i>	28SS2	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>B.licheniformis</i>	30SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>B.mojavensis</i>	7SS1	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-
<i>B.mojavensis</i>	12SS3	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-
<i>B.mojavensis</i>	24SS5	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-
<i>B.paralicheniformis</i>	2SS4	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	6SS3	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	7SS2	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	9SS1	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	9SS3	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	10SS1	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	10SS2	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	11SS3	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	13SS1	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+

Tablo 3.7 devamı

Örnek Adı	Kodu	Oksidaz	Katalaz	Amilaz	β -galaktosidaz	Lipaz	Selüloz	Kazeinaz	DNAz	Ksilanaz	Proteaz	Pullulanaz	Üreaz
<i>B.paralicheniformis</i>	13SS2	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	16SS3	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	19SS4	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	20SS2	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	22SS1	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	22SS4	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	23SS1	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	24SS3	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	25SS1	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	26SS1	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	27SS3	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	28SS1	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	28SS3	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>B.pumilus</i>	5SS1	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>B.pumilus</i>	8SS1	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>B.pumilus</i>	8SS4	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>B.pumilus</i>	17SS2	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>B.pumilus</i>	30SS2	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>B.pumilus</i>	30SS4	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>B.safensis</i>	3SS3	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-
<i>B.safensis</i>	11SS2	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-
<i>B.safensis</i>	22SS2	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-
<i>B.safensis</i>	25SS2	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-
<i>B.siamensis</i>	15SS3	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-
<i>B.subtilis</i>	14SS3	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-
<i>B.subtilis</i>	16SS2	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-
<i>B.subtilis</i>	18SS2	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-
<i>B.tequilensis</i>	10SS3	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-
<i>B.tequilensis</i>	23SS2	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.tequilensis</i>	24SS4	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.tequilensis</i>	29SS1	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-
<i>B.tequilensis</i>	30SS3	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.velezensis</i>	2SS1	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.velezensis</i>	3SS2	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.velezensis</i>	3SS5	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.velezensis</i>	4SS3	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.velezensis</i>	5SS2	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.velezensis</i>	5SS4	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.velezensis</i>	6SS2	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.velezensis</i>	15SS1	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.velezensis</i>	21SS1	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>B.velezensis</i>	27SS1	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
Pozitif izolatların sayısı		55	83	73	61	20	77	83	20	54	83	15	30
Pozitif izolatların yüzdesi (%)		66	100	88	73	24	93	100	24	65	100	18	36

Tuz örneklerinden izole edilen tuza toleranslı izolatların % 100'ü proteaz, kazeinaz ve katalaz pozitif; % 66'sı oksidaz; % 88'i amilaz; % 73'ü β -galaktosidaz; % 24'ü lipaz ve DNaz; % 93'ü selüloz, % 36'sı üreaz, % 65'i ksilanaz, % 18'i pullulanaz pozitif olarak bulunmuştur (Şekil 3.6).



Şekil 3. 6 İzole edilen izolatların enzimatik aktivitelerinin yüzdesi.

Daha önceki çalışmalar farklı cinsler arasında *Bacillus*'un güçlü bir proteaz üreticisi olduğunu bildirmişlerdir (Maruthiah ve ark., 2013; Suganthi ve ark., 2013; Annamalai ve ark., 2014; Jalkute ve ark., 2017). Bu nedenle, bu çalışmada da proteaz aktivitesinin yüksek çıkması (% 100) önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Bu tuz örnekleri derilerin korunması amacıyla kullanıldığında proteolitik, lipolitik aktivite gösteren bu izolatların derilere bulaşarak derilerde hasar meydana getirebileceğini düşünmekteyiz.

Tablo 3. 8 İzolatların hücre morfolojileri, Gram reaksiyonları, endospor konumları ve biyokimyasal test sonuçları.

Örnek Adı	İzolat kodu	Gram reaksiyonu	Endospor konumu	Hareket	Sitrat kullanımı	Peptondan NH ₃ oluşumu	İndol üretimi	Voges-Proskauer (VP)	Nitratın Nitrit oluşumu	Nitratın N2 gazı oluşumu	H ₂ S üretimi	Farklı karbon kaynaklarından asit üretimi								
												Maltoz	Fruktoz	Myo-inositol	Laktoz	Glikoz	Riboz	Galaktoz	Gliserol	Sukroz
<i>B.amyloliquefaciens</i>	9SS2	+	C/P ^a	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.atrophaeus</i>	21SS2	+	C/P	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+
<i>B.atrophaeus</i>	21SS3	+	C/P	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+
<i>B.halotolerans</i>	1SS4	+	C/S ^b	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	4SS2	+	C/S	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	5SS3	+	C/S	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	7SS3	+	C/S	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	8SS2	+	C/S	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	12SS2	+	C/S	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	13SS3	+	C/S	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	14SS2	+	C/S	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	15SS2	+	C/S	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	16SS1	+	C/S	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	17SS1	+	C/S	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	18SS1	+	C/S	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	19SS1	+	C/S	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	20SS1	+	C/S	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	20SS3	+	C/S	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	24SS1	+	C/S	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	24SS2	+	C/S	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	25SS3	+	C/S	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	26SS3	+	C/S	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	29SS3	+	C/S	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B.licheniformis</i>	2SS2	+	C/S	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>B.licheniformis</i>	2SS3	+	C/S	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>B.licheniformis</i>	4SS1	+	C/S	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>B.licheniformis</i>	14SS1	+	C/S	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>B.licheniformis</i>	28SS2	+	C/S	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>B.licheniformis</i>	30SS1	+	C/S	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>B.mojavensis</i>	7SS1	+	C/P	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>B.mojavensis</i>	12SS3	+	C/P	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>B.mojavensis</i>	24SS5	+	C/P	+	^a _g	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>B.paralicheniformis</i>	2SS4	+	C/S	+	_g	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>B.paralicheniformis</i>	6SS3	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>B.paralicheniformis</i>	7SS2	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>B.paralicheniformis</i>	9SS1	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>B.paralicheniformis</i>	9SS3	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>B.paralicheniformis</i>	10SS1	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>B.paralicheniformis</i>	10SS2	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>B.paralicheniformis</i>	11SS3	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>B.paralicheniformis</i>	13SS1	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>B.paralicheniformis</i>	13SS2	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>B.paralicheniformis</i>	16SS3	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+

Tablo 3.8 devamı

Örnek Adı	İzolat kodu	Gram reaksiyonu	Endospor konumu	Hareket	Sitrat kullanımı	Peptondan NH ₃ oluşumu	İndol üretimi	Voges Proskauer (VP)	Nitratın Nitrit oluşumu	Nitratın N ₂ gazı oluşumu	H ₂ S üretimi	Farklı karbon kaynaklarından asit üretimi									
												Maltoz	Fruktoz	Myo-inositol	Laktoz	Glikoz	Riboz	Galaktoz	Gliserol	Sukroz	
<i>B.paralicheniformis</i>	19SS4	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	
<i>B.paralicheniformis</i>	20SS2	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	
<i>B.paralicheniformis</i>	22SS1	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	
<i>B.paralicheniformis</i>	22SS4	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	
<i>B.paralicheniformis</i>	23SS1	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	
<i>B.paralicheniformis</i>	24SS3	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	
<i>B.paralicheniformis</i>	25SS1	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	
<i>B.paralicheniformis</i>	26SS1	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	
<i>B.paralicheniformis</i>	27SS3	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	
<i>B.paralicheniformis</i>	28SS1	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	
<i>B.paralicheniformis</i>	28SS3	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	
<i>B.pumilus</i>	5SS1	+	S ^c	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	
<i>B.pumilus</i>	8SS1	+	S	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	
<i>B.pumilus</i>	8SS4	+	S	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	
<i>B.pumilus</i>	17SS2	+	S	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	
<i>B.pumilus</i>	30SS2	+	S	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	
<i>B.pumilus</i>	30SS4	+	S	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	
<i>B.safensis</i>	3SS3	+	C/S	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
<i>B.safensis</i>	11SS2	+	C/S	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
<i>B.safensis</i>	22SS2	+	C/S	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
<i>B.safensis</i>	25SS2	+	C/S	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
<i>B.siamensis</i>	15SS3	+	C/S	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
<i>B.subtilis</i>	14SS3	+	P/S ^d	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
<i>B.subtilis</i>	16SS2	+	P/S	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
<i>B.subtilis</i>	18SS2	+	P/S	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
<i>B.tequilensis</i>	10SS3	+	C ^e	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>B.tequilensis</i>	23SS2	+	C	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>B.tequilensis</i>	24SS4	+	C	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>B.tequilensis</i>	29SS1	+	C	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>B.tequilensis</i>	30SS3	+	C	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>B.velezensis</i>	2SS1	+	P/S	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
<i>B.velezensis</i>	3SS2	+	P/S	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
<i>B.velezensis</i>	3SS5	+	P/S	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
<i>B.velezensis</i>	4SS3	+	P/S	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
<i>B.velezensis</i>	5SS2	+	P/S	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
<i>B.velezensis</i>	5SS4	+	P/S	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
<i>B.velezensis</i>	6SS2	+	P/S	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
<i>B.velezensis</i>	15SS1	+	P/S	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
<i>B.velezensis</i>	21SS1	+	P/S	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
<i>B.velezensis</i>	27SS1	+	P/S	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
Pozitif izolatların sayısı		83		83	50	53	5	63	58	5	10	77	83	40	71	83	81	50	75	83	
Pozitif izolatların yüzdesi		100		100	60	64	6	76	70	6	12	93	100	48	86	100	98	60	90	100	

^aC/P: Sentral/Parasentral, ^bC/S: Sentral/Subterminal, ^cS: Subterminal, ^dP/S: Parasentral/Subterminal, ^eC: Sentral, +: pozitif reaksiyon, -: negatif reaksiyon

Tuzlardan elde edilen *Bacillus* izolatların %100'ünün çomak şekilli, Gram-pozitif, hareketli olduğu ve endospor oluşturduğu gözlenmiştir. İzolatların % 60'ının tek karbon kaynağı olarak sitratı kullandığı; % 64'ünün peptondan amonyak oluşturduğu; % 6'sının triptofandan indol ürettiği; % 76'sının Voges-Proskauer pozitif olduğu; % 70'inin nitrattan nitrit oluşturduğu; % 6'sının nitrattan azot gazı oluşturduğu; % 12'sinin H₂S ürettiği; %100'ünün fruktozdan, glikozdan ve sukrozdan, %98'inin ribozdan, %93'ünün maltozdan, %90'ının gliserolden, %86'sının laktozdan, % 60'ının galaktozdan, %48'inin myo-inositolden asit ürettiği tespit edilmiştir.

Bacillus amyloliquefaciens izolatı, endüstride kullanılan amilaz fermentörlerinden, yiyeceklerden ve topraktan olmak üzere çok çeşitli çevrelerden izole edilmiştir (Logan, 2015). Bu çalışmada izole edilen *B. amyloliquefaciens* izolatının sentral/parasentral endospor oluşturduğu gözlenmiştir. Bu izolatın karbon kaynağı olarak sitratı kullanabildiği, Voges-Proskauer pozitif olduğu, nitrattan nitrit oluşturduğu ve myo-inositol hariç diğer test edilen karbonhidratlardan asit üretebildiği tespit edilmiştir. *B. amyloliquefaciens* izolatının oksidaz, katalaz, amilaz, lipaz, kazeinaz ve proteaz enzimlerini ürettiği saptanmıştır. Bu izolatın alanini, aspartik asiti, hidroksiprolini, histidini, izolösini, metiyonini, prolini, sisteini, tirozini, treonini ve valini kullanabildiği saptanmıştır. *B. amyloliquefaciens*'in Gram-pozitif, hareketli, çomak şeklinde, zorunlu aerobik bir bakteri olduğu bildirilmiştir. Ayrıca kazeini, jelatini, nişastayı parçalayabilirken selülozu parçalayamadığı, sitratı karbon kaynağı olarak kullandığı, nitrattan nitrit oluşturulduğu, fruktoz, glikoz, gliserol, laktoz, maltoz ve sukrozdan asit ürettiği rapor edilmiştir. Bu mikroorganizmanın proteaz ve α -amilaz kaynağı olduğu için endüstriyel alanda önemli bir yere sahip olduğu bildirilmiştir (Priest ve ark., 1987; Logan, 2015).

Bacillus atrophaeus izolatlarının çoğu topraktan izole edilmiştir (Logan, 2015). Bu çalışmada izole edilen *B. atrophaeus* izolatlarının sentral/parasentral endospor oluşturduğu gözlenmiştir. Bu test izolatlarının karbon kaynağı olarak sitratı kullandığı, pepton'dan amonyak oluşturduğu, Voges-Proskauer pozitif olduğu, nitrattan nitrit oluşturduğu ve maltoz, fruktoz, glikoz, galaktoz ve sukroz'dan asit ürettiği gözlenmiştir. Ayrıca bu izolatın katalaz, amilaz, β -galaktosidaz, selülaz, kazeinaz, DNaz, ksilanaz ve proteaz enzimlerini ürettiği tespit edilmiştir. *B. atrophaeus* izolatlarının alanini, aspartik

asiti, hidroksiprolini, histidini, izolösini, lizini, metiyonini, sisteini, tirozini, treonini ve valini kullanabildikleri tespit edilmiştir. *B. atrophaeus*'un Gram-pozitif, hareketli, çomak şeklinde, tekli ya da kısa zincir oluşturan, katalaz, amilaz ve kazeinaz enzimlerini ürettiği, pozitif Voges-Proskauer reaksiyonu gösterdiği, nitrattan nitrit oluşturduğu, fruktoz, glikoz, sukroz, galaktoz ve ribozdan asit ürettiği rapor edilmiştir (Nakamura, L.K; 1989). Fiziksel ve kimyasal faktörlere karşı yüksek direnç göstermelerinden dolayı *B. atrophaeus* aşısı üretimi, biyokontrol ajanı ve bitki büyümesini teşvik edici mikroorganizma olarak çok çeşitli sayıda uygulama alanlarında kullanıldığı belirtilmiştir (Sella ve ark., 2014). Ayrıca yapılan bir çalışmada endüstriyel öneme sahip bir enzim olan ksilanaz'ın *Bacillus atrophaeus* E8'den üretildiği tespit edilmiştir (Kumar ve ark., 2014).

Bacillus halotolerans izolatlarının tuzlu topraktan izole edildiği rapor edilmiştir (Salkinoja-Salonen ve ark., 1999). Çalışmamızda *B. halotolerans* izolatlarının sentral/subterminal endospor oluşturduğu gözlenmiştir. Bu izolatların karbon kaynağı olarak sitratı kullandığı, maltoz, fruktoz, laktoz, glikoz, riboz, galaktoz, gliserol ve sukroz'dan asit ürettiği gözlenmiştir. *B. halotolerans*'ın tüm izolatlarının katalaz, amilaz, selülaz, kazeinaz, ksilanaz ve proteaz enzimlerini ürettiği tespit edilmiştir. Bazı izolatlarının ise oksidaz, lipaz, pullulanaz, üreaz enzimlerini ürettiği ve myo-inositolden asit ürettiği saptanmıştır. *B. halotolerans* izolatlarının alanini, arjinini, aspartik asiti, fenilalanini, glisini, glutamik asiti, hidroksiprolini, histidini, izolösini, lizini, metiyonini ve sisteini kullanabildikleri saptanmıştır. *B. halotolerans* heterotipik eşanlamlılarıyla (Tindall, 2017; Dunlap ve ark., 2016; Ben-Gad ve Gerchman, 2017) ilgili olarak hala tartışılan bir tür adı olan *Brevibacterium halotolerans* (Sasson ve Delaporte, 1969), son zamanlarda *B. halotolerans* (Ben-Gad ve Gerchman, 2017) olarak yeniden sınıflandırılması önerilmiştir (Sagredo-Beltrán ve ark., 2018). *B. halotolerans* MS50-18^a'ın kök çürüklüğüne neden olan fitopatojenlere karşı antifungal aktiviteye sahip olduğu ve acı biber bitkisi ile olumlu bir etkileşimde olduğu bulunmuştur (Sagredo-Beltrán ve ark., 2018).

Bacillus licheniformis topraktan, süttten, bebek mamasından ve diğer gıdalardan, klinik ve veterinerlik örneklerini de içeren birçok ortamdan izole edilmişlerdir. 30-50 °C'de tutulan gıdalarda vejetatif büyümesi kolay gerçekleştiği için bazen insanlarda ve diğer

hayvanlarda fırsatçı bir patojen olarak rapor edilmiştir (Logan, 2015; Salkinoja-Salonen ve ark., 1999). Bu çalışmada izole edilen *B. licheniformis* izolatlarının sentral/subterminal endosporlar oluşturduğu görülmüştür. Çalışmamızda *B. licheniformis* izolatlarının karbon kaynağı olarak sitratı kullandığı, peptondan amonyak oluşturduğu, Voges-Proskauer pozitif olduğu, nitrattan nitrit oluşturduğu, maltoz, fruktoz, myo-inositol, laktoz, glikoz, riboz, galaktoz ve sukroz'dan asit ürettiği tespit edilmiştir. Bu izolatların tamamının oksidaz, katalaz, amilaz, β -galaktosidaz, lipaz, selüloz, kazeinaz, DNaz ve proteaz enzimlerini ürettiği gözlenmiştir. Bazı izolatlarının ise ksilanaz enzimi ürettiği saptanmıştır. *B. licheniformis* izolatlarının tümünün arjinini, fenilalanini, glisinini, lösinini, metiyonini, sisteini ve tirozini kullanabildikleri belirlenmiştir. *B. licheniformis*'in Gram-pozitif, hareketli, çomak şeklinde olduğu, katalaz, kazeinaz, proteaz ve amilaz enzimlerini ürettiği, karbon kaynağı olarak sitratı kullanabildiği, nitrattan nitrit oluşturduğu, Voges-Proskauer pozitif olduğu, glikozdan asit ürettiği rapor edilmiştir (Logan, 2015).

Bacillus mojavensis izolatları ilk olarak çöl toprağından izole edilmiştir (Logan, 2015). Çalışmamızda *B. mojavensis* izolatlarının sentral/parasentral endospor oluşturduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada izole edilen *B. mojavensis* izolatlarının karbon kaynağı olarak sitratı kullandığı, peptondan amonyak oluşturduğu, Voges-Proskauer pozitif, nitrattan nitrit oluşturduğu, maltoz, fruktoz, myo-inositol, glikoz, riboz, galaktoz, gliserol, sukroz'dan asit ürettiği gözlenmiştir. Bu izolatların tümünün oksidaz, katalaz, amilaz, β -galaktosidaz, selüloz, kazeinaz, DNaz, ksilanaz ve proteaz enzimlerini ürettiği tespit edilmiştir. *B. mojavensis* izolatlarının alanini, aspartik asiti, glisinini, glutamik asiti, hidroksiprolini, histidini, izolösinini, lösinini, metiyonini, prolini, serini ve valini kullanabildikleri tespit edilmiştir. *B. mojavensis*'in Gram-pozitif, hareketli, tekli ya da kısa zincirler oluşturan çomak şekilli bakteriler olduğu, katalaz, oksidaz, amilaz, kazeinaz enzimlerini ürettiği, karbon kaynağı olarak sitratı kullandığı, Voges-Proskauer pozitif olduğu, nitrattan nitrit oluşturduğu, fruktoz, glikoz, galaktoz, sukroz'dan asit ürettiği belirtilmiştir (Roberts ve ark., 1994; Logan, 2015). Bacon ve Hinton (2002), *B. mojavensis*'in *Fusarium moniliforme* gibi bitki patojeni mantarları için çok iyi bir antagonistik ajan olduğunu bildirmişlerdir. İran'daki bir pamuk çiftliğinden izole edilen *B. mojavensis* AG137'nin endüstriyel açıdan çok büyük bir öneme sahip olan ksilanaz ürettiği bulunmuştur (Sepahy ve ark., 2011).

Bacillus paralicheniformis izolatlarının balıklardan ve bitkilerden izole edildiği tespit edilmiştir (Collins ve ark., 2016; Wang ve ark., 2017). Çalışmamızda *B. paralicheniformis* izolatlarının sentral/subterminal endospor oluşturduğu gözlenmiştir. Bu izolatların tümünün peptondan amonyak oluşturduğu, Voges-Proskauer pozitif olduğu, nitrattan nitrit oluşturduğu, maltoz, fruktoz, laktoz, glikoz, riboz, gliserol ve sukrozdan asit üretebildiği tespit edilmiştir. *B. paralicheniformis* izolatlarının tamamının katalaz, amilaz, β -galaktosidaz, selülaz, kazeinaz, proteaz ve üreaz enzimlerini ürettiği tespit edilmiştir. Sadece iki *B. paralicheniformis* izolatının ise DNaz enzimini ürettiği saptanmıştır. *B. paralicheniformis* izolatlarının tamamının alanini, arjinini, aspartik asiti, hidroksiprolini, histidini, izolösini, lösini, metiyonini, prolini, serini, sisteini ve valini kullanabildikleri tespit edilmiştir. *B. paralicheniformis*'in Gram-pozitif reaksiyon gösteren, endospor oluşturan, hareketli çomaklar olduğu, glikozdan asit oluşturduğu, katalaz, üreaz, kazeinaz, proteaz, amilaz, β -galaktosidaz gibi farklı enzimleri ürettiği belirtilmiştir (Dunlap ve ark., 2015). Uskumru bağırsağından izole edilen *B. paralicheniformis* APC 1576'nın formisin antimikrobiyal maddesini ürettiği bulunmuştur (Collins ve ark., 2016). Şakayık bitkisinin rizosferinden izole edilen *B. paralicheniformis* MDJK30, şakayık bitkisinin kök çürüklüğüne neden olan patojenin kontrolünde kullanılabileceği vurgulanmıştır (Wang ve ark., 2017).

Bacillus pumilus izolatları topraktan, yiyeceklerden, kliniklerden ve veteriner örneklerinden dahil olmak üzere diğer birçok ortamdan izole edilmiştir (Knight ve Proom, 1950; Logan, 2015). Çalışmamızda *B. pumilus* izolatlarının sentral endospor oluşturduğu gözlenmiştir. *B. pumilus* izolatlarının tamamının karbon kaynağı olarak sitratı kullandığı, peptondan amonyak oluşturduğu, Voges-Proskauer pozitif olduğu, fruktoz, laktoz, glikoz, riboz, galaktoz, gliserol ve sukroz'dan asit ürettiği tespit edilmiştir. Ayrıca izolatların hepsinin oksidaz, katalaz, β -galaktosidaz, lipaz, selülaz, kazeinaz, DNaz, ksilanaz ve proteaz enzimlerini ürettiği gözlenmiştir. *B. pumilus* izolatlarının tümünün alanini, aspartik asiti, glisini, glutamik asiti, hidroksiprolini, izolösini, lösini, metiyonini, prolini, sisteini, tirozini, treonini ve valini kullanabildikleri gözlenmiştir. *B. pumilus*'un hareketli, tekli veya çiftler halinde bulunan çomak şeklinde, katalaz, kazeinaz, proteaz enzimlerini ürettiği, karbon kaynağı olarak sitratı kullandığı, Voges-Proskauer pozitif olduğu, glikozdan asit ürettiği belirtilmiştir. Yiyeceklerden yapılan bir çalışmada, hegzadekanın biyodegradasyonunda kullanılmak üzere kitosan

boncuklarında *B. pumilus* UFPEDA 831'in başarılı bir şekilde kullanılması gösterilmiştir (Costa ve ark., 2013; Logan, 2015).

Bacillus safensis ilk olarak uzay aracı yüzeyinden izole edilmiştir (Satomi ve ark., 2006). Çalışmamızda *B. safensis* izolatlarının sentral/subterminal endospor oluşturduğu gözlenmiştir. *B. safensis* izolatlarının tamamının karbon kaynağı olarak sitrati kullandığı, Voges-Proskauer pozitif, maltoz, fruktoz, myo-inositol, glikoz, riboz, galaktoz, gliserol ve sukroz'dan asit ürettiği tespit edilmiştir. Ayrıca izolatların hepsinin oksidaz, katalaz, β -galaktosidaz, kazeinaz, ksilanaz ve proteaz enzimlerini ürettiği gözlenmiştir. Ayrıca *B. safensis* izolatlarının hepsinin alanini, arjinini, aspartik asiti, glisini, glutamik asiti, hidroksiprolini, histidini, izolösini, lizini, metiyonini, prolini, sisteini, tirozini, treonini ve valini kullanabildikleri yapılan testler sonucunda saptanmıştır. *Bacillus safensis*'in Gram-pozitif, hareketli, endospor oluşturan çomaklar olduğu, oksidaz, katalaz, proteaz, β -galaktosidaz enzimlerini ürettiği, Voges-Proskauer pozitif olduğu, glikoz, gliserol, riboz, galaktoz, fruktoz, sukroz'dan asit ürettiği rapor edilmiştir (Satomi ve ark., 2006). Jalkute ve arkadaşları (2017) mezbahaların topraklarından izole ettikleri *B. safensis* CK suşunun hücre dışı proteaz üretimi için güçlü bir organizma olduğunu belirtmişlerdir. *B. safensis* endüstriyel önemi olan lipaz, proteaz, selüloz, proteaz, kitinaz, inülinaz, keratinaz ve β -galaktosidaz gibi enzimlerin kaynağıdır ve *B. safensis* iyi bir lipaz üreten bakteri olarak bildirilmiştir (Lateef ve ark., 2015; Reza ve ark. 2014).

Bacillus siamensis ilk kez Tayland'da yenen bir tür tuzlu yengeç ürününden (poo-khem) izole edilmiştir (Sumpavapol ve ark., 2010). Çalışmamızda *B. siamensis* izolatının sentral/subterminal endospor oluşturduğu gözlenmiştir. Bir tuz örneğinden izole edilen *B. siamensis* izolatının peptondan amonyak oluşturduğu, pozitif Voges-Proskauer, nitrattan nitrit oluşturduğu, maltoz, fruktoz, myo-inositol, laktoz, glikoz, riboz, gliserol ve sukroz'dan asit ürettiği gözlenmiştir. Ayrıca bu izolatın katalaz, amilaz, lipaz, kazeinaz, DNaz, ksilanaz ve proteaz enzimlerini ürettiği tespit edilmiştir. *B. siamensis* izolatının alanini, arjinini, aspartik asiti, fenilalanini, glisini, glutamik asiti, hidroksiprolini, histidini, izolösini, lizini, lösini, metiyonini, prolini, sisteini, tirozini ve valini kullanabildiği tespit edilmiştir. *B. siamensis*'in Gram-pozitif, çomak şekilli, hareketli, endospor oluşturan, β -galaktosidaz, kazeinaz, proteaz, DNaz ve amilaz

enzimlerini üretebilirken üreaz enzimini üretmediği, nitrattan nitrit oluşturduğu, Voges-Proskauer pozitif olduğu, gliserol, riboz, glikoz, fruktoz, maltoz, laktoz, sukroz'dan asit ürettiği bildirilmiştir (Sumpavapol ve ark., 2010). *B. siamensis* KCTC 13613^T'nin bitki patojeni olan mantarlardan *Rhizoctonia solani* ve *Botrytis cinerea*'nın misel büyümesini önemli ölçüde inhibe ettiği bulunmuştur. KCTC 13613^T suşu ayrıca Gram-pozitif bir bakteri olan *Micrococcus luteus*'a karşı güçlü antibakteriyel aktivite göstermektedir (Jeong ve ark., 2012).

Bacillus subtilis'in doğal ortamı mikroorganizmalardan, bitkilerden ve hayvanlardan oluşan çok çeşitli karbonhidrat ve polisakkaritlerden oluşan topraklardır (Logan, 2015). Çalışmamızda *B. subtilis* izolatlarının parasentral/subterminal endospor oluşturduğu gözlenmiştir. *B. subtilis* izolatlarının tamamının sitratı tek karbon kaynağı olarak kullandığı, Voges-Proskauer pozitif olduğu, nitrattan nitrit oluşturduğu, maltoz, fruktoz, myo-inositol, glikoz, riboz, galaktoz, gliserol, sukroz'dan asit ürettikleri gözlenmiştir. Ayrıca izolatların hepsinin oksidaz, katalaz, amilaz, β -galaktosidaz, selülaz, kazeinaz, ksilanaz, proteaz ve pullulanaz enzimlerini ürettiği saptanmıştır. *B. subtilis* izolatlarının hepsinin alanini, aspartik asiti, fenilalanini, glisini, glutamik asiti, hidroksiprolini, histidini, izolösini, lösini, metiyonini, prolini, serini, sisteini, tirozini ve valini kullanabildikleri tespit edilmiştir. *B. subtilis*'in Gram-pozitif, hareketli, çomak şeklinde, birçok olumsuz duruma karşı çok dirençli endospor oluşturdıkları, katalaz, proteaz, amilaz enzimlerini ürettiği, karbon kaynağı olarak sitratı kullandığı, nitrattan nitrit oluşturduğu, Voges-Proskauer pozitif olduğu, glikozdan asit ürettiği belirtilmiştir (Logan, 2015). *B. subtilis* RB14'ün iturin A ve surfaktin antibiyotiklerini ürettiği bulunmuştur (Asaka ve Shoda, 1996). Yerel topraklardan izole edilen *Bacillus subtilis* KCU213 suşunun antimikrobiyal aktivitesi ve probiyotik özellikleri araştırılmıştır. Araştırmacılar birçok hücre dışı antibakteriyel peptid karışımının *B. subtilis* KCU213 izolatından üretildiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca amilaz, selülaz, lipaz ve proteaz enzimlerinin de üretildiğini bulmuşlardır. Bu nedenle, bakteriyosin üreten *B. subtilis* KCU213'ün potansiyel bir probiyotik izolatı veya koruyucu kültür olarak kullanılabileceğini önermişlerdir (Khochamit ve ark., 2015).

Bacillus tequilensis ilk defa 2000 yıllık Meksika'daki bir mezardan izole edilmiştir (Gatson ve ark., 2006). Çalışmamızda *B. tequilensis* izolatlarının sentral endospor

oluşturduğu gözlenmiştir. *B. tequilensis* izolatlarının tümünün sitratı karbon kaynağı olarak kullandığı, peptondan amonyak oluşturduğu, triptofandan indol ürettiği, Voges-Proskauer pozitif olduğu, nitrattan azot gazı oluşturduğu, maltoz, fruktoz, myo-inositol, laktoz, glikoz, riboz, galaktoz, gliserol, sukroz'dan asit ürettikleri gözlenmiştir. Ayrıca izolatların hepsinin oksidaz, katalaz, amilaz, β -galaktosidaz, selülaz, kazeinaz, proteaz enzimlerini ürettiği gözlenirken bazı izolatlarının ksilanaz enzimini ürettikleri tespit edilmiştir. *B. tequilensis* izolatlarının tümünün alanini, arjinini, aspartik asiti, fenilalanini, glisini, hidroksiprolini, histidini, izolösini, lizini, lösini, metiyonini, sisteini, tirozini, treonini ve valini kullanabildikleri saptanmıştır. *B. tequilensis*'in Gram-pozitif, hareketli, çomak şeklinde, katalaz, oksidaz, kazeinaz, amilaz, proteaz enzimlerini ürettiği, nitrattan azot gazı oluşturduğu, karbon kaynağı olarak sitratı kullandığı, indol pozitif olduğu, gliserol, riboz, galaktoz, glikoz, fruktoz, maltoz, laktoz ve sukroz'dan asit ürettiği bildirilmiştir (Gatson ve ark. 2006). Jaouadi ve arkadaşları (2015) *B. tequilensis*'ten hücre dışı keratinazı saflaştırarak (KERQ7) karakterizasyonunu yapmışlardır. Kaur ve arkadaşları (2008) bu enzimin özellikle, deri işleme endüstrisinde banyolama sıvılarında kullanılma potansiyeli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, *B. tequilensis* RG2'nin antibakteriyel etkinliğinin olduğu tespit edilmiştir (Kaur ve ark., 2018). Bizim çalışmamızda da *B. tequilensis*'in tüm izolatlarının DNaz ve üreaz negatif olduğu bulunmuştur.

Bacillus velezensis ilk defa İspanya'daki bir nehirden izole edilmiştir (Ruiz Garcia ve ark, 2005). Çalışmamızda *B. velezensis* izolatlarının parasentral/subterminal endospor oluşturduğu gözlenmiştir. *B. velezensis* izolatlarının tümünün Voges-Proskauer pozitif olduğu, nitrattan nitrit oluşturduğu, H₂S ürettiği, maltoz, fruktoz, myo-inositol, laktoz, glikoz, riboz, gliserol, sukroz'dan asit ürettiği gözlenmiştir. Ayrıca izolatların hepsinin oksidaz, katalaz, amilaz, β -galaktosidaz, selülaz, kazeinaz, ksilanaz ve proteaz enzimlerini ürettikleri gösterilmiştir. *B. velezensis* izolatlarının tamamı alanini, arjinini, aspartik asiti, fenilalanini, glisini, glutamik asiti, hidroksiprolini, histidini, izolösini, lizini, lösini, metiyonini, sisteini, tirozini, treonini ve valini kullandıkları gözlenmiştir. *B. velezensis*'in Gram-pozitif, hareketli, çomak şeklinde, katalaz, oksidaz, β -galaktosidaz, amilaz, proteaz, kazeinaz enzimlerini ürettiği Voges Proskauer pozitif olduğu, H₂S ürettiği, fruktoz, gliserol, glikoz, laktoz, maltoz, riboz, sukroz'dan asit ürettiği bildirilmiştir (Ruiz Garcia ve ark, 2005). *B. velezensis* BAC03'in, pancar,

havuç, salatalık, biber, patates, turp, kabak, domates ve şalgam bitkilerinin bazı kısımlarında çeşitli seviyelerde büyümeyi arttırdığı saptanmıştır (Hao ve ark., 2016).

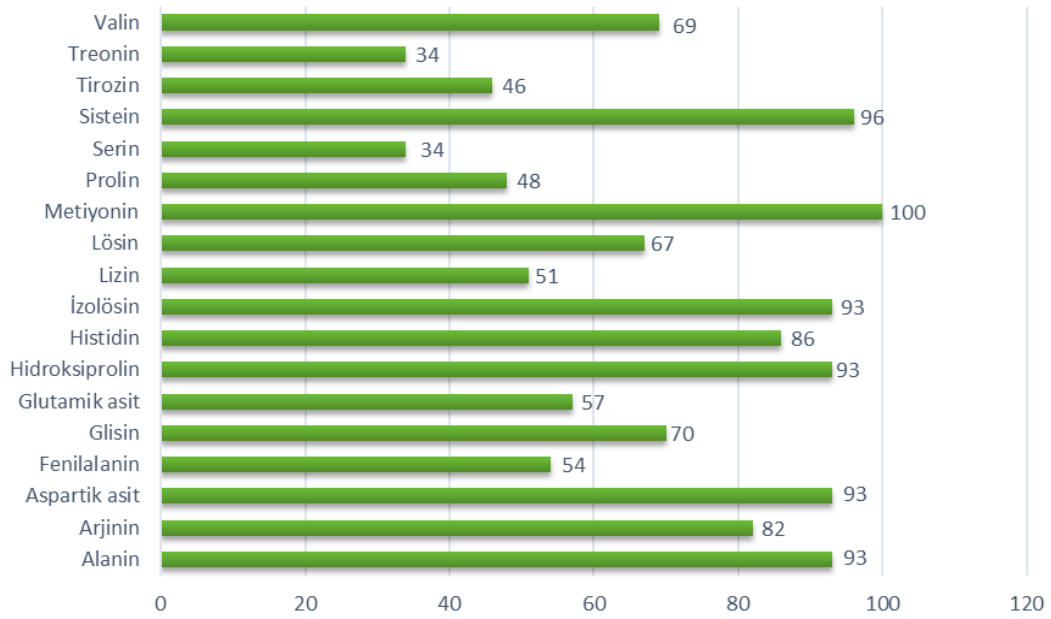
Tablo 3. 9 İzolatların farklı aminoasitleri kullanımları.

Örnek adı	İzolat kodu	alanin (Ala)	arjinin (Arg)	aspartik asit (Asp)	fenilalanin (Phe)	glisin (Gly)	glutamik asit (Glu)	hidroksiprolin (Hyp)	histidin (His)	izolösin (Ile)	lizin (Lys)	lösin (Leu)	metiyonin (Met)	prolin (Pro)	serin (Ser)	sistein (Cys)	tirozin (Tyr)	treonin (Thr)	valin (Val)
<i>B.amyloliquefacien</i>	9SS2	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.atrophaeus</i>	21SS2	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.atrophaeus</i>	21SS3	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.halotolerans</i>	1SS4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	4SS2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	5SS3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	7SS3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	8SS2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	12SS2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	13SS3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	14SS2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	15SS2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	16SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	17SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	18SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	19SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	20SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	20SS3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	24SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	24SS2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	25SS3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	26SS3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.halotolerans</i>	29SS3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>B.licheniformis</i>	2SS2	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>B.licheniformis</i>	2SS3	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>B.licheniformis</i>	4SS1	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>B.licheniformis</i>	14SS1	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>B.licheniformis</i>	28SS2	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>B.licheniformis</i>	30SS1	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>B.mojavensis</i>	7SS1	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>B.mojavensis</i>	12SS3	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>B.mojavensis</i>	24SS5	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>B.paralicheniformi</i>	2SS4	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformi</i>	6SS3	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformi</i>	7SS2	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformi</i>	9SS1	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformi</i>	9SS3	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformi</i>	10SS1	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformi</i>	10SS2	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+

Tablo 3. 9 devamı

Örnek adı	İzolat kodu	alanin (Ala)	arjinin (Arg)	aspartik asit (Asp)	fenilalanin (Phe)	glisin (Gly)	glutamik asit (Glu)	hidroksiprolin (Hyp)	histidin (His)	izolösin (Ile)	lizin (Lys)	lösin (Leu)	metiyonin (Met)	prolin (Pro)	serin (Ser)	sistein (Cys)	tirozin (Tyr)	treonin (Thr)	valin (Val)
<i>B.paralicheniformis</i>	11SS3	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	13SS1	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	13SS2	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	16SS3	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	19SS4	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	20SS2	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	22SS1	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	22SS4	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	23SS1	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	24SS3	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	25SS1	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	26SS1	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	27SS3	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	28SS1	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.paralicheniformis</i>	28SS3	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>B.pumilus</i>	5SS1	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.pumilus</i>	8SS1	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.pumilus</i>	8SS4	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.pumilus</i>	17SS2	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.pumilus</i>	30SS2	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.pumilus</i>	30SS4	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.safensis</i>	3SS3	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.safensis</i>	11SS2	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.safensis</i>	22SS2	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.safensis</i>	25SS2	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>B.siamensis</i>	15SS3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
<i>B.subtilis</i>	14SS3	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>B.subtilis</i>	16SS2	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>B.subtilis</i>	18SS2	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>B.tequilensis</i>	10SS3	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.tequilensis</i>	23SS2	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.tequilensis</i>	24SS4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.tequilensis</i>	29SS1	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.tequilensis</i>	30SS3	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.velezensis</i>	2SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.velezensis</i>	3SS2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.velezensis</i>	3SS5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.velezensis</i>	4SS3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.velezensis</i>	5SS2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.velezensis</i>	5SS4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.velezensis</i>	6SS2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.velezensis</i>	15SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.velezensis</i>	21SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>B.velezensis</i>	27SS1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Pozitif izolatların sayısı		77	68	77	45	58	47	77	71	77	42	56	83	40	28	80	38	28	57
Pozitif izolatların yüzdesi %		93	82	93	54	70	57	93	86	93	51	67	100	48	34	96	46	34	69

Tuzlardan izole edilen izolatların aminoasitleri kullanım test sonuçları Tablo 3.9'da gösterilmiştir. İzolatların % 100'ünün metiyonini; % 96'sının sisteini; % 93'ünün alanini, aspartik asiti, hidroksprolini ve izolösini, % 86'sının histidini, % 82'sinin arjinini, % 70'inin glisini, % 69'unun valini, % 67'sinin lösini, % 57'sinin glutamik asidi, % 54'ünün fenilalanini, % 51'inin lizini, % 48'inin prolini, % 46'sının tirozini, % 34'ünün serini ve treonini kullandığı görülmüştür (Şekil 3.7).



Şekil 3. 7 İzolatların farklı aminoasit kaynaklarını kullanabilme yüzdeleri.

İşlenmemiş memeli derisi aspartik asit (% 4.7), treonin (% 1.9), serin (% 3.6), glisin (% 32.9), lösün (% 2.4), valin (% 2.2), arjinin (% 4.9), alanin (% 10.9), tirozin (% 0.3), fenilalanin (% 1.3), hidroksprolin (% 9.5), prolin (% 12.6), lizin (% 2.9), hidrokxilizin (% 0.6), sistein (% 0.1), izolösün (% 1.1), glutamik asit (% 7.4), histidin (% 0.5) ve metiyonin (% 0.6) aminoasitlerini içermesine rağmen triptofan aminoasidini içermemektedir (Szpak, 2011). Bizim çalışmamızda da *B. tequilensis* izolatları hariç tüm *Bacillus* izolatları triptofandan indol oluşturmamışlardır. Çalışmamızda izole edilen *Bacillus* türlerinin test edilen aminoasitleri kulanma yetenekleri yüksek bulunmuştur (Şekil 3.7). bu durum bize bu izolatların tuzlanmış derileri kontamine ederek derilerde zarar oluşturabileceğini düşündürmektedir.

Çalışmamızda derilerin korunmasında kullanılan tuzlardan izole edilen *Bacillus* türlerinin (n=83) 33 antibiyotiğe [Amikasin (30 µg), Sefoksitin (30 µg), Seftriakson (30 µg), Sefuroksim sodyum (30 µg), Siprofloksasin (5 µg), Gentamisin (10 µg), Norfloksasin (10 µg), Sefalotin (30 µg), Tobramisin (10 µg), Ofloksasin (5 µg), Sülfametoksazol/Trimetoprim (25 µg), Kloramfenikol (30 µg), Eritromisin (15 µg), Penisillin G (10U), Rifampisin (30 µg), Klindamisin (2 µg), Levofloksasin (5 µg), Vankomisin (5 µg), Spektinomisin (100 µg), Mupirosin (20 µg), Sefotaksim (5 µg), Piperasilin/Tazobaktam 10:1 (110 µg), Basitrasin (0. 04 µg), Sefadroksil (30 µg), Karbenisilin (100 µg), Neomisin (30 µg), Novobiosin (30 µg), Oleandomisin (15 µg), Oksolinik asit (2 µg), Pefloksasin (5 µg), Amoksisilin/klavulanik asit (20/10 µg; 30 µg), Nalidiksik asit (30 µg), Seftazidim (30 µg)] karşı duyarlılıkları Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemi ile test edilmiştir (CLSI, 2017),

Ancak izolatlarımızın farklı antibiyotiklere duyarlılıklarını ve dirençlerini değerlendirmemiz için CLSI'da ve EUCAST (2000)'da bir standart olmadığı için oluşan inhibisyon zon çapları mm olarak verilmiştir (Choi ve ark., 2011) ve zon çapları Tablo 3.10'da gösterilmiştir. Test edilen antimikrobiyal maddeler varlığında gelişen ve inhibisyon zonu oluşturmayan izolat sonuçları Tablo 3.10'da 0 olarak gösterilmiştir.

Tablo 3. 10 İzolatların çeşitli antibiyotikler varlığında oluşturdukları inhibisyon zonları çapları (mm).

İzolat kodu	Örnek adı	Penisilinler					Sefalosporinler							Kinolonlar ve florokinolonlar							Aminoglikozidler				Makrolidler		Fenikoller	Pseudomonic asit	Ansaminler	Aminosiklitoller	Sulfonamidler	Linkosamidler	Glikopeptit	Siklik polipeptitler	Amino kumanrinler
		Amoksisilin-klavulanik asit 20-10= 30 µg	Karbenisilin 100 µg	Oksolinik asit 2 µg	Penisilin G 10U	Piperasilin-tazobaktam10-1=110µg	Sefadrokstil 30 µg	Sefalotin 30 µg	Sefotaksim 5 µg	Sefoksitin 30 µg	Seftazidim 30 µg	Seftriakson 30 µg	Sefuroksim sodyum 30 µg	Siprofloksasin 5 µg	Pefloksasin 5 µg	Levofloksasin 5 µg	Nalidiksik asit 30 µg	Norfloksasin 10 µg	Ofloksasin 5 µg	Amikasin 30 µg	Gentamisin 10 µg	Neomisin 30 µg	Tobramisin 10 µg	Eritromisin 15 µg	Oleandomisin 15 µg	Kloramfenikol 30 µg	Mupirosin 20 µg	Rifampisin 5 µg	Spektinomisin 100 µg	Trimetoprim-sulfametoksazol 25 µg	Klindamisin 2 µg	Vankomisin 5 µg	Basitrasin 0.04 µg	Novobiosin 30 µg	
9SS2	<i>B.amyloliquefaciens</i>	32	28	8	23	13	34	10	15	15	17	12	20	30	27	7	22	21	20	0	16	14	16	26	28	27	9	8	0	14	27	17	12	10	
21SS2	<i>B.atrophaeus</i>	28	17	21	0	22	11	0	22	21	20	24	10	30	12	24	20	20	22	20	15	15	14	0	0	12	0	11	16	22	0	0	0	0	
21SS3	<i>B.atrophaeus</i>	27	26	14	12	27	27	11	15	25	12	23	19	20	24	20	17	31	27	17	20	17	25	12	13	21	26	16	22	28	16	16	0	17	
1SS4	<i>B.halotolerans</i>	23	28	10	0	17	22	25	25	30	16	28	23	22	22	25	18	21	25	14	10	9	12	31	13	22	19	17	11	17	14	9	0	9	
4SS2	<i>B.halotolerans</i>	22	25	0	26	17	9	23	13	26	25	14	24	17	12	0	0	19	0	0	14	0	13	20	18	12	22	27	10	31	13	13	0	0	
5SS3	<i>B.halotolerans</i>	20	18	22	25	19	30	35	18	27	17	26	20	23	28	31	24	23	28	26	24	21	24	17	16	25	22	20	20	30	13	0	0	20	
7SS3	<i>B.halotolerans</i>	30	20	15	23	24	44	40	29	18	25	35	24	35	29	33	21	27	30	25	10	28	33	24	24	28	30	17	19	32	20	9	0	25	
8SS2	<i>B.halotolerans</i>	30	26	20	27	21	35	40	19	26	18	27	20	31	28	33	23	32	11	29	30	25	30	26	30	27	29	20	18	33	16	17	0	23	
12SS2	<i>B.halotolerans</i>	25	29	19	28	15	36	40	10	12	13	21	10	27	22	27	13	25	25	24	24	22	12	24	19	23	10	16	22	19	12	18	0	9	
13SS3	<i>B.halotolerans</i>	16	30	12	20	30	12	0	20	20	28	20	0	23	17	36	20	20	33	17	17	12	10	0	0	16	0	12	0	22	0	0	0	0	
14SS2	<i>B.halotolerans</i>	26	27	14	21	25	36	40	22	33	23	26	20	28	26	30	20	26	28	12	16	15	16	30	26	20	26	18	22	22	19	15	12	21	
15SS2	<i>B.halotolerans</i>	10	30	0	0	0	0	0	0	15	24	14	0	26	11	25	17	16	27	24	17	16	15	0	0	15	0	0	0	25	0	0	0	0	
16SS1	<i>B.halotolerans</i>	33	30	21	25	42	28	32	12	21	13	22	19	30	26	32	19	32	30	21	18	10	26	29	22	31	26	19	26	32	20	18	0	23	
17SS1	<i>B.halotolerans</i>	29	27	23	25	24	37	42	20	35	19	29	22	32	26	21	24	31	30	27	19	10	20	26	22	21	20	18	20	29	19	16	0	23	
18SS1	<i>B.halotolerans</i>	41	41	27	32	35	41	43	26	35	20	35	32	35	32	35	30	36	35	23	22	18	23	47	21	32	37	20	22	34	20	22	0	28	
19SS1	<i>B.halotolerans</i>	0	25	23	0	25	0	0	11	9	17	27	0	30	30	23	24	31	24	22	13	22	20	0	0	21	0	14	13	23	0	0	0	0	

Tablo 3.10 devamı

İzolot kodu	Örnek adı	Penisilinler					Sefalosporinler							Kinolonlar ve florokinolonlar						Aminoglikozidler					Makrolidler		Fenikoller	Pseudomonic asit	Ansamisinler	Aminosiklitoller	Sulfonamidler	Linkosamidler	Glikopeptit	Siklik polipeptitler	Amino kumanrinler
		Amoksisilin-klavulanik asit 20-10= 30 µg	Karbenisilin 100 µg	Oksolinik asit 2 µg	Penisilin G 10U	Piperasilin-tazobaktam10-1= 110µg	Sefadroksil 30 µg	Sefalotin 30 µg	Sefotaksim 5 µg	Sefoksitin 30 µg	Seftazidim 30 µg	Seftriakson 30 µg	Sefuroksim sodyum 30 µg	Siprofloksasin 5 µg	Pefloksasin 5 µg	Levofloksasin 5 µg	Nalidiksik asit 30 µg	Norfloksasin 10 µg	Ofloksasin 5 µg	Amikasin 30 µg	Gentamisin 10 µg	Neomisin 30 µg	Tobramisin 10 µg	Eritromisin 15 µg	Oleandomisin 15 µg	Kloramfenikol 30 µg	Mupirosin 20 µg	Rifampisin 5 µg	Spektinomisin 100 µg	Trimetoprim-sulfametoksazol 25 µg	Klindamisin 2 µg	Vankomisin 5 µg	Basitrasin 0.04 µg	Novobiosin 30 µg	
20SS1	B.halotolerans	27	25	12	25	22	25	32	20	32	15	27	20	31	23	29	22	20	29	24	16	15	19	30	22	27	23	16	20	25	0	0	0	19	
20SS3	B.halotolerans	28	26	21	22	22	33	32	24	29	15	27	18	30	21	27	23	26	18	24	23	18	22	28	24	26	22	16	23	32	0	15	0	23	
24SS1	B.halotolerans	17	30	0	12	28	13	0	0	12	13	9	0	25	17	25	15	20	23	20	17	16	18	0	0	0	0	9	0	25	0	0	0	0	
24SS2	B.halotolerans	25	22	0	7	26	0	13	15	12	20	13	0	35	17	25	18	14	20	13	17	10	15	0	0	14	0	0	0	23	0	0	0	0	
25SS3	B.halotolerans	30	35	25	33	32	41	45	26	36	30	36	30	31	30	33	25	35	35	31	30	16	30	30	26	36	31	22	25	36	20	20	0	26	
26SS3	B.halotolerans	37	34	20	18	38	20	37	31	37	30	38	20	18	21	21	24	33	35	26	13	20	13	12	0	21	12	13	0	30	0	18	0	18	
29SS3	B.halotolerans	27	27	19	15	25	44	42	26	39	25	35	37	30	24	23	22	30	26	20	22	14	20	30	21	32	28	18	20	31	16	14	0	21	
2SS2	B.licheniformis	25	32	0	0	10	20	16	0	0	25	0	0	15	16	15	0	13	20	12	10	16	12	16	0	16	0	8	16	16	0	0	0	0	
2SS3	B.licheniformis	20	29	0	0	25	14	15	27	9	30	15	0	0	0	22	20	20	10	20	13	0	0	21	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	
4SS1	B.licheniformis	30	30	0	0	0	11	0	18	7	0	0	0	25	17	17	0	0	0	0	0	10	13	20	0	7	0	15	11	0	0	0	0	0	
14SS1	B.licheniformis	0	16	0	0	27	16	0	0	0	15	0	0	22	19	27	18	21	22	0	0	15	13	22	15	0	17	12	0	26	0	0	0	0	
28SS2	B.licheniformis	18	34	0	15	27	0	0	14	16	21	15	0	16	16	19	15	10	18	16	13	12	13	0	0	0	0	13	0	25	0	0	0	0	
30SS1	B.licheniformis	25	21	0	12	14	36	0	17	23	16	18	15	20	28	31	0	0	0	14	17	13	17	28	17	16	27	21	21	31	7	0	0	0	
7SS1	B.mojavensis	18	31	17	18	21	17	20	11	14	22	25	0	29	20	27	20	15	13	21	13	14	22	15	0	0	0	0	0	28	0	0	0	11	
12SS3	B.mojavensis	22	16	20	24	24	33	40	24	36	21	31	33	27	25	29	21	27	29	25	21	18	22	32	35	11	20	15	33	32	17	10	0	19	
24SS5	B.mojavensis	17	29	0	10	27	18	20	15	14	10	29	0	24	18	28	19	17	12	26	19	19	18	7	0	11	0	0	0	12	0	0	0	0	
2SS4	B.paralicheniformis	20	20	0	16	16	20	17	0	32	19	20	12	12	32	34	20	30	30	20	18	12	17	25	20	20	28	28	22	36	0	19	0	0	

Tablo 3.10 devamı

İzolat kodu	Örnek adı	Penisilinler					Sefalosporinler							Kinolonlar ve florokinolonlar						Aminoglikozidler				Makrolidler		Fenikoller	Pseudomonic asit	Ansamisinler	Aminosiklitoller	Sulfonamidler	Linkosamidler	Glikopeptit	Siklik polipeptitler	Amino kumanrinler
		Amoksisilin-klavulanik asit 20-10= 30 µg	Karbenisilin 100 µg	Oksolinik asit 2 µg	Penisilin G 10U	Piperasilin-tazobaktam10-1= 10µg	Sefadoksil 30 µg	Sefalotin 30 µg	Sefotaksim 5 µg	Sefoksitin 30 µg	Seftazidim 30 µg	Seftriakson 30 µg	Sefuroksim sodyum 30 µg	Siprofloksasin 5 µg	Pefloksasin 5 µg	Levofloksasin 5 µg	Nalidiksik asit 30 µg	Norfloksasin 10 µg	Ofloksasin 5 µg	Amikasin 30 µg	Gentamisin 10 µg	Neomisin 30 µg	Tobramisin 10 µg	Eritromisin 15 µg	Oleandomisin 15 µg	Kloramfenikol 30 µg	Mupirosin 20 µg	Rifampisin 5 µg	Spektinomisin 100 µg	Trimoprim-sulfametoksazol 25 µg	Klindamisin 2 µg	Vankomisin 5 µg	Basitrasin 0.04 µg	Novobiosin 30 µg
6SS3	B.paralicheniformis	15	17	20	15	12	36	20	15	33	18	21	18	32	30	32	21	30	34	20	19	26	20	0	0	12	26	20	25	33	8	15	0	22
7SS2	B.paralicheniformis	30	25	22	17	35	32	27	13	37	20	22	12	41	36	42	22	41	39	29	21	30	31	0	0	10	40	23	35	40	0	23	0	26
9SS1	B.paralicheniformis	0	30	11	27	28	11	7	10	25	21	18	0	32	26	32	18	19	25	22	12	20	15	0	0	13	0	14	11	23	0	0	0	0
9SS3	B.paralicheniformis	0	10	0	0	30	0	0	0	9	23	12	0	29	31	34	22	29	29	25	18	15	14	0	0	22	0	10	0	30	0	0	0	0
10SS1	B.paralicheniformis	11	0	0	0	31	0	0	0	23	20	8	0	11	0	15	16	14	20	0	0	0	13	0	0	20	0	0	0	19	0	0	0	0
10SS2	B.paralicheniformis	27	32	0	20	33	10	13	20	0	20	15	14	15	13	20	12	11	16	12	13	0	15	19	0	20	15	11	0	25	0	0	0	0
11SS3	B.paralicheniformis	15	15	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	28	20	26	0	0	24	0	0	0	0	0	17	14	0	20	0	0	0	0	20	
13SS1	B.paralicheniformis	26	0	0	18	23	0	22	0	0	15	20	16	30	18	27	20	27	28	24	17	0	18	0	0	15	0	0	0	35	0	0	0	0
13SS2	B.paralicheniformis	15	26	10	0	16	15	7	0	0	14	28	0	21	16	21	17	14	20	11	12	11	12	0	0	18	0	9	0	0	0	0	0	0
16SS3	B.paralicheniformis	12	22	0	0	25	14	0	15	20	25	30	0	26	20	26	22	21	26	17	17	17	16	0	0	14	0	11	18	22	0	0	0	0
19SS4	B.paralicheniformis	0	22	11	0	22	10	0	13	15	22	27	0	23	18	23	15	16	22	24	18	22	15	0	9	10	0	10	0	23	0	0	0	0
20SS2	B.paralicheniformis	0	29	0	9	25	15	0	14	12	25	24	0	23	16	24	17	18	24	21	15	16	14	0	0	12	0	12	0	23	0	0	0	0
22SS1	B.paralicheniformis	25	21	26	14	27	24	20	0	27	0	17	13	43	15	20	27	18	37	21	20	19	21	0	0	15	0	0	0	30	0	0	0	0
22SS4	B.paralicheniformis	25	20	20	17	18	40	45	20	38	30	37	44	27	24	30	18	23	30	19	25	13	26	26	20	29	33	14	18	34	22	18	0	23
23SS1	B.paralicheniformis	0	22	0	0	24	0	0	0	0	24	23	0	20	21	28	15	0	0	14	20	12	0	0	0	8	0	10	0	14	0	0	0	0
24SS3	B.paralicheniformis	20	24	16	21	25	30	30	16	26	13	21	16	23	25	29	17	27	28	24	23	19	23	28	23	20	26	19	27	30	15	15	0	20
25SS1	B.paralicheniformis	21	28	0	8	33	13	16	11	13	25	35	0	25	19	23	20	25	24	22	20	18	17	20	0	12	18	0	0	24	0	0	0	0

Tablo 3.10 devamı

İzolat kodu	Örnek adı	Penisilinler					Sefalosporinler							Kinolonlar ve florokinolonlar					Aminoglikozidler					Makrolidler		Fenikoller	Pseudomonik asit	Ansamisinler	Aminosiklitoller	Sulfonamidler	Linkosamidler	Glikopeptit	Siklik polipeptitler	Amino kumanrinler
		Amoksisilin-klavulanik asit 20-10= 30 µg	Karbenisilin 100 µg	Oksolinik asit 2 µg	Penisilin G 10U	Piperasilin-tazobaktam10-1= 10µg	Sefadoksil 30 µg	Sefalotin 30 µg	Sefotaksim 5 µg	Sefoksitin 30 µg	Seftazidim 30 µg	Seftriakson 30 µg	Sefuroksim sodyum 30 µg	Siprofloksasin 5 µg	Pefloksasin 5 µg	Levofloksasin 5 µg	Nalidiksik asit 30 µg	Norfloksasin 10 µg	Ofloksasin 5 µg	Amikasin 30 µg	Gentamisin 10 µg	Neomisin 30 µg	Tobramisin 10 µg	Eritromisin 15 µg	Olendomisin 15 µg	Kloramfenikol 30 µg	Mupirosin 20 µg	Rifampisin 5 µg	Spektinomisin 100 µg	Trimetoprim-sulfametoksazol 25 µg	Klindamisin 2 µg	Vankomisin 5 µg	Basitrasin 0.04 µg	Novobiosin 30 µg
26SS1	<i>B.paralicheniformis</i>	28	30	0	16	31	13	23	20	16	19	29	0	19	16	20	16	13	15	16	13	9	15	12	0	19	19	12	0	20	0	0	0	10
27SS3	<i>B.paralicheniformis</i>	10	27	24	0	32	12	10	27	19	30	32	25	30	30	26	25	37	22	20	15	13	17	0	0	10	14	10	0	30	0	0	0	0
28SS1	<i>B.paralicheniformis</i>	16	26	0	10	29	14	20	20	17	23	28	0	27	25	28	18	25	26	17	12	11	12	0	10	18	10	10	0	25	0	0	0	11
28SS3	<i>B.paralicheniformis</i>	27	22	0	16	31	17	20	11	19	0	0	0	20	16	20	0	15	11	11	12	10	10	0	0	15	20	12	0	21	11	21	0	13
5SS1	<i>B.pumilus</i>	29	35	0	0	23	11	20	15	18	28	29	0	17	13	19	16	0	20	15	13	12	0	16	0	14	15	9	0	27	0	0	0	12
8SS1	<i>B.pumilus</i>	45	45	25	40	39	38	45	0	32	0	24	25	37	33	40	25	35	33	25	33	30	32	28	27	26	17	27	30	42	20	20	0	27
8SS4	<i>B.pumilus</i>	36	37	15	22	31	35	40	0	28	0	20	18	34	30	35	23	32	30	27	30	24	28	25	22	22	12	16	0	40	15	19	0	0
17SS2	<i>B.pumilus</i>	12	28	23	9	36	21	26	0	26	0	26	13	34	29	31	22	31	27	19	14	12	19	0	0	0	0	11	0	25	0	0	0	0
30SS2	<i>B.pumilus</i>	26	29	0	0	27	0	11	0	15	22	16	0	25	18	23	17	13	20	20	20	12	19	0	0	12	0	0	0	25	0	0	0	0
30SS4	<i>B.pumilus</i>	15	25	0	0	25	0	0	0	20	0	16	15	26	22	30	24	20	24	15	12	15	15	10	0	24	0	11	14	25	0	0	0	0
3SS3	<i>B.safensis</i>	12	17	0	0	25	0	15	12	0	13	0	0	10	0	20	0	0	12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0
11SS2	<i>B.safensis</i>	25	29	19	28	15	36	40	10	12	13	21	10	27	22	27	13	25	25	24	24	22	12	24	19	23	10	16	22	19	12	18	0	9
22SS2	<i>B.safensis</i>	33	21	23	18	33	20	26	22	35	25	31	9	25	27	33	30	25	30	25	22	13	22	18	0	19	10	10	0	41	0	0	0	17
25SS2	<i>B.safensis</i>	10	32	0	12	32	21	28	20	13	12	20	0	18	17	26	15	10	21	22	16	15	17	0	0	20	10	0	0	25	0	0	0	0
15SS3	<i>B.siamensis</i>	33	32	22	31	33	50	52	26	35	19	32	30	38	30	35	27	38	32	30	29	23	29	35	27	34	32	22	24	36	27	21	0	28
14SS3	<i>B.subtilis</i>	11	32	0	0	10	0	0	0	0	20	0	0	13	13	24	12	10	17	0	12	0	9	0	0	16	0	0	0	10	0	0	0	0

Tablo 3.10 devamı

İzolot kodu	Örnek adı	Penisilinler					Sefalosporinler							Kinolonlar ve florokinolonlar					Aminoglikozidler					Makrolidler		Fenikoller	Pseudomonik asit	Ansamisinler	Aminosiklitoller	Sulfonamidler	Linkosamidler	Glikopeptit	Siklik polipeptitler	Amino kumanrinler
		Amoksisilin-klavulanik asit 20-10= 30 µg	Karbenisilin 100 µg	Oksolinik asit 2 µg	Penisilin G 10U	Piperasilin-tazobaktam10-1= 110µg	Sefadoksil 30 µg	Sefalotin 30 µg	Sefotaksim 5 µg	Sefoksitin 30 µg	Seftazidim 30 µg	Seftriakson 30 µg	Sefuroksim sodyum 30 µg	Siprofloksasin 5 µg	Pefloksasin 5 µg	Levofloksasin 5 µg	Nalidiksik asit 30 µg	Norfloksasin 10 µg	Ofloksasin 5 µg	Amikasin 30 µg	Gentamisin 10 µg	Neomisin 30 µg	Tobramisin 10 µg	Eritromisin 15 µg	Olendomisin 15 µg	Kloramfenikol 30 µg	Mupirosin 20 µg	Rifampisin 5 µg	Spektinomisin 100 µg	Trimetoprim-sulfametoksazol 25 µg	Klindamisin 2 µg	Vankomisin 5 µg	Basitrasin 0.04 µg	Novobiosin 30 µg
16SS2	<i>B.subtilis</i>	28	32	24	26	43	31	33	20	32	18	30	26	36	32	33	26	32	32	29	28	19	21	34	24	34	30	21	30	37	23	17	0	26
18SS2	<i>B.subtilis</i>	31	31	23	30	27	41	36	25	29	14	31	24	30	29	25	24	31	30	26	18	21	26	30	24	36	32	21	21	30	18	17	0	27
10SS3	<i>B.tequilensis</i>	22	22	16	15	26	17	42	10	30	19	30	25	29	24	22	21	25	27	21	24	16	18	22	19	17	29	15	30	30	19	16	0	19
23SS2	<i>B.tequilensis</i>	0	26	13	24	26	0	0	12	18	17	0	0	25	21	30	23	25	27	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	30	0	14	0	0
24SS4	<i>B.tequilensis</i>	27	26	17	25	33	40	50	30	30	32	42	26	32	29	32	19	30	27	22	22	19	23	30	12	29	29	17	29	30	18	47	0	22
29SS1	<i>B.tequilensis</i>	15	30	0	0	30	38	0	15	21	23	35	0	19	18	15	22	12	20	17	11	12	12	0	0	18	0	11	0	24	0	0	0	0
30SS3	<i>B.tequilensis</i>	15	14	21	26	22	0	0	0	0	16	0	0	30	17	25	14	22	20	17	20	13	22	0	0	0	0	0	0	24	0	15	0	0
2SS1	<i>B.velezensis</i>	23	27	12	16	21	16	14	18	17	18	12	0	27	18	27	14	0	14	12	16	15	0	17	13	21	25	10	0	26	0	0	0	0
3SS2	<i>B.velezensis</i>	16	20	0	17	33	0	31	22	20	10	11	0	18	10	23	8	20	16	9	18	11	11	11	24	22	26	20	35	31	0	0	0	21
3SS5	<i>B.velezensis</i>	25	27	27	22	26	43	53	30	35	29	39	44	36	26	31	18	35	35	21	28	33	25	32	26	24	25	14	17	34	24	18	0	0
4SS3	<i>B.velezensis</i>	16	26	17	24	27	15	20	10	12	19	30	30	18	10	10	27	12	11	12	11	15	20	14	23	26	16	14	15	30	18	17	0	18
5SS2	<i>B.velezensis</i>	11	28	22	0	29	19	42	10	26	0	30	0	34	24	32	22	30	29	22	28	18	30	0	0	18	0	13	11	29	0	0	0	0
5SS4	<i>B.velezensis</i>	25	15	18	20	0	30	40	18	18	20	11	21	25	25	29	9	26	28	15	15	8	17	15	20	33	25	10	27	26	0	10	0	17
6SS2	<i>B.velezensis</i>	11	10	0	0	21	0	0	12	12	25	0	0	23	0	10	14	12	13	12	11	11	12	11	0	8	0	10	0	22	0	0	0	0
15SS1	<i>B.velezensis</i>	10	28	0	0	25	12	0	12	0	24	23	0	27	17	26	15	23	20	22	20	16	15	0	0	0	0	9	0	25	0	0	0	0
21SS1	<i>B.velezensis</i>	30	28	23	20	29	42	50	23	36	19	28	26	35	28	33	17	32	33	26	27	22	27	30	22	32	31	20	24	35	25	20	0	25
27SS1	<i>B.velezensis</i>	14	20	18	10	32	10	27	0	12	16	27	16	20	21	27	20	14	22	12	13	10	11	0	0	10	22	11	34	26	0	0	0	11

B.amyloliquefaciens 9SS2 izolatının amikasin (30 µg) ve spektinomisin'e (100 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmazken oksolinik asit (2 µg), sefalotin (30 µg), levofloksasin (5 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin (5 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı 7 mm'den 10 mm' ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu izolatın diğer test edilen antibiyotiklere karşı 12 mm'den 34 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu gözlenmiştir.

B.atrophaeus 21SS2 izolatı, sefuroksim sodyum'a (30 µg) karşı 10 mm inhibisyon zonu oluştururken penisilin G (10 U), sefalotin (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Bu izolat diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.atrophaeus'un 21SS3 izolatı**, sadece basitrasin'e (0.04 µg) karşı inhibisyon zonu oluşturmazken diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 31 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu gözlenmiştir. Aynı tuz örneğinden izole edilen *B.atrophaeus*'un iki izolatının test edilen antimikrobiyal maddelere karşı oldukça farklı duyarlılıkta reaksiyon gösterdikleri saptanmıştır.

B.halotolerans 1SS4 izolatının, penisilin G (10 U) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı inhibisyon zonu oluşturmadağı gözlenirken oksolinik asit (2 µg), gentamisin (10 µg), neomisin (30 µg), vankomisin (5 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı 9 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu tespit edilmiştir. Diğer test antibiyotiklerine karşı ise 12 mm'den 31 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

B.halotolerans 4SS2 izolatının, oksolinik asit (2 µg), levofloksasin (5 µg), nalidiksik asit (30 µg), ofloksasin (5 µg), amikasin (30 µg), neomisin (30 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı inhibisyon zonları oluşturmadağı görülmüştür. Sefadroksil (30 µg) ve spektinomisin'e (100 µg) karşı 9 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu tespit edilmiştir. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 27 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 5SS3 izolatının**, vankomisin (5 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı inhibisyon zon oluşturmadağı gözlenirken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 13 mm'den 35 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 7SS3 izolatının**, basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamasına rağmen gentamisin (10 µg) ve vankomisin'e

(5 µg) karşı 9 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu izolata karşı uygulanan diğer test antibiyotiklerine karşı ise 15 mm'den 44 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 8SS2 izolatu**, basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 11 mm'den 40 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 12SS2 izolatu**, basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Sefotaksim (5 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), mupirosin (20 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı 9 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu tespit edilmiştir. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 40 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 13SS3 izolatının**, sefalotin (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Bu izolat tobramisin'e (10 µg) karşı 10 mm inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 36 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 14SS2 izolatu**, test edilen bütün antibiyotiklere karşı 12 mm'den 40 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 15SS2 izolatu**, oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), piperasilin/tazobaktam (110 µg), sefadroksil (30 µg), sefalotin (30 µg), sefotaksim (5 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Amoksisilin/klavulanik asit'e (20/10 µg; 30 µg) karşı 10 mm inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu görülmüştür. **B.halotolerans 16SS1 izolatu**, basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Neomisin'e (30 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 42 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 17SS1 izolatu**, basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Neomisin'e (30 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken diğer antibiyotiklere karşı 16 mm'den 42 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 18SS1 izolatının**, basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç zon oluşturmadığı görülmüştür. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 18 mm'den 47 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

B.halotolerans 19SS1 izolatının, amoksisilin/klavulanik asit (20/10 µg; 30 µg), penisilin G (10U), sefadroksil (30 µg), sefalotin (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı saptanmıştır. Sefoksitin'e (30 µg) karşı 9 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 31 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 20SS1 izolatı**, klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 12 mm'den 32 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 20SS3 izolatı**, klindamisin (2 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 15 mm'den 33 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 24SS1 izolatının**, oksolinik asit (2 µg), sefalotin (30 µg), sefotaksim (5 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), kloramfenikol (30 µg), mupirosin (20 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Rifampisin (5 µg) ve seftriakson'a (30 µg) karşı 9 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 24SS2 izolatı**, oksolinik asit (2 µg), sefadroksil (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zon oluşturmamıştır. Penisilin G'e (10U) karşı 7 mm ve neomisin'e (30 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonları oluşturduğu tespit edilmiştir. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 35 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 25SS3 izolatı**, basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 16 mm'den 45 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 26SS3 izolatının**, oleandomisin (15 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı tespit edilmiştir. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 12 mm'den 38 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.halotolerans 29SS3 izolatı**, basitrasin'e (0.04 µg)

karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 14 mm'den 44 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

Hem aynı tuz örneğinden izole edilen hem de farklı tuz örneklerinden izole edilen *B.halotolerans* izolatlarının test edilen antimikrobiyal maddelere karşı farklı duyarlılıkta reaksiyon gösterdikleri saptanmıştır. İzolatlar arasında özellikle *B.halotolerans* 14SS2 izolatının tüm test edilen antimikrobiyal maddelere karşı inhibisyon zonları oluşturduğu gözlenmiştir. Bu izolat, test edilen antimikrobiyal maddelerin % 27'sine karşı 12 mm'den 19 mm'ye kadar, % 61'ine karşı 20 mm'den 29 mm'ye kadar, % 12'sine karşı 30 mm'den 40 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu saptanmıştır. Buna rağmen, *B. halotolerans* 15SS2 izolatının test edilen antimikrobiyal maddelerin % 48'ine karşı hiç zon oluşturmadağı saptanırken, test edilen antimikrobiyal maddelerin % 3'üne karşı 10 mm çapında, % 28'ine karşı 11 mm'den 19 mm'ye kadar, % 21'ine karşı 20 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu saptanmıştır.

***B.licheniformis* 2SS2 izolatının**, oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), sefotaksim (5 µg), sefoksitin (30 µg), seftriakson (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), nalidiksik asit (30 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadağı gözlenmiştir. Piperasilin/Tazobaktam (110 µg), gentamisin'e (10 µg) ve rifampisin'e (5 µg) karşı 8 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu tespit edilmiştir. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 32 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. ***B.licheniformis* 2SS3 izolatı**, oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), sefuroksim sodyum (30 µg), siprofloksasin (5 µg), pefloksasin (5 µg), neomisin (30 µg), tobramisin (10 µg), oleandomisin (15 µg), kloramfenikol (30 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Sefoksitin'e (30 µg) karşı 9 mm ve ofloksasin'e (5 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonları oluşturduğu tespit edilmiştir. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 13 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. ***B.licheniformis* 4SS1 izolatının**, oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), piperasilin/tazobaktam (110 µg), sefalotin (30 µg), seftazidim (30 µg), seftriakson (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), nalidiksik asit (30 µg), norfloksasin (10 µg), ofloksasin (5 µg), amikasin (30 µg),

gentamisin (10 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), trimetoprim-sulfametoksazol (25 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı tespit edilmiştir. Sefoksitin (30 µg), neomisin (30 µg) ve kloramfenikol'e (30 µg) karşı 7 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 11 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. ***B.licheniformis* 14SS1 izolatı**, amoksisilin/klavulanik asit (20/10 µg; 30 µg), oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), sefalotin (30 µg), sefotaksim (5 µg), sefoksitin (30 µg), seftriakson (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), amikasin (30 µg), gentamisin (10 µg), kloramfenikol (30 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 12 mm'den 27 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. ***B.licheniformis* 28SS2 izolatının**, oksolinik asit (2 µg), sefadroksil (30 µg), sefalotin (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), kloramfenikol (30 µg), mupirosin (20 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Norfloksasin'e (10 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 12 mm'den 34 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. ***B.licheniformis* 30SS1 izolatı**, oksolinik asit (2 µg), sefalotin (30 µg), nalidiksik asit (30 µg), norfloksasin (10 µg), ofloksasin (5 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Klindamisin'e (2 µg) karşı 7 mm'lik zon oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 36 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

Hem aynı tuz örneğinden izole edilen hem de farklı tuz örneklerinden izole edilen *B.licheniformis* izolatlarının test edilen antimikrobiyal maddelere karşı farklı duyarlılıkta reaksiyon gösterdikleri saptanmıştır. Bu çalışmada izole edilen *B.licheniformis* izolatlarının oksolinik asit, vankomisin, basitrasin ve novobiosin'e karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı saptanmıştır. *B.licheniformis* 4SS1 izolatı, test edilen antimikrobiyal maddelerin % 55'ine karşı hiç zon oluşturmazken % 12'ine karşı ≤ 10 mm'lik, % 21'ine karşı 11 mm'den 19 mm'ye kadar, % 12'sine karşı 20 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu saptanmıştır.

B.mojavensis 7SS1 izolatının, sefuroksim sodyum (30 µg), oleandomisin (15 µg), kloramfenikol (30 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 31 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.mojavensis 12SS3 izolatı**, basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Vankomisin'e (5 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 40 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.mojavensis 24SS5 izolatının**, oksolinik asit (2 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı tespit edilmiştir. Penisilin G (10U), seftazidim (30 µg) ve eritromisin'e (15 µg) karşı 7 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 29 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

B.mojavensis izolatlarının test edilen antimikrobiyal maddelere karşı farklı duyarlılıkta reaksiyon gösterdikleri saptanmıştır. *B. mojavensis* izolatlarının tamamının basitrasin'e karşı hiç zon oluşturmadığı görülmüştür.

B.paralicheniformis 2SS4 izolatının, oksolinik asit (2 µg), sefotaksim (5 µg), klindamisin (2 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Diğer test edilen antibiyotiklere karşı ise 12 mm'den 36 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.paralicheniformis 6SS3 izolatı**, eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Klindamisin'e (2 µg) karşı 8 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 12 mm'den 36 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.paralicheniformis 7SS2 izolatının**, eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), klindamisin (2 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı tespit edilmiştir. Kloramfenikol'e (30 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 12 mm'den 42 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.paralicheniformis 9SS1 izolatı**, amoksisilin/klavulanik asit (20/10 µg; 30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), klindamisin (2 µg),

vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Sefalotin'e (30 µg) karşı 7 mm ve sefotaksim'e (5 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonları oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 11 mm'den 32 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. **B.paralicheniformis 9SS3 izolatı**, amoksisilin/klavulanik asit (20/10 µg; 30 µg), oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), sefadroksil (30 µg), sefalotin (30 µg), sefotaksim (5 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Karbenisilin (100 µg), sefoksitin (30 µg) ve rifampisin'e (5 µg) karşı 9 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 12 mm'den 34 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. **B.paralicheniformis 10SS1 izolatının**, karbenisilin (100 µg), oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), sefadroksil (30 µg), sefalotin (30 µg), sefotaksim (5 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), pefloksasin (5 µg), amikasin (30 µg), gentamisin (10 µg), neomisin (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Seftriakson'a (30 µg) karşı 8 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 11 mm'den 31 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. **B.paralicheniformis 10SS2 izolatı**, oksolinik asit (2 µg), sefoksitin (30 µg), neomisin (30 µg), oleandomisin (15 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Sefadroksil'e (30 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 33 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. **B.paralicheniformis 11SS3 izolatının**, oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), piperasilin/tazobaktam (110 µg), sefadroksil (30 µg), sefalotin (30 µg), sefotaksim (5 µg), sefoksitin (30 µg), seftriakson (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), nalidiksik asit (30 µg), norfloksasin (10 µg), amikasin (30 µg), gentamisin (10 µg), neomisin (30 µg), tobramisin (10 µg), eritromisin (15 µg), mupirosin (20 µg), spektinomisin (100 µg), trimetoprim-sulfametoksazol (25 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 12 mm'den

28 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. ***B.paralicheniformis* 13SS1 izolatu**, karbenisilin (100 µg), oksolinik asit (2 µg), sefadroksil (30 µg), sefotaksim (5 µg), sefoksitin (30 µg), neomisin (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 15 mm'den 35 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. ***B.paralicheniformis* 13SS2 izolatinın**, penisilin G (10U), sefotaksim (5 µg), sefoksitin (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), spektinomisin (100 µg), trimetoprim-sulfametoksazol (25 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı tespit edilmiştir. Oksolinik asit (2 µg), sefalotin (30 µg) ve rifampisin'e (5 µg) karşı 7 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 11 mm'den 28 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. ***B.paralicheniformis* 16SS3 izolatu**, oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), sefalotin (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 11 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. ***B.paralicheniformis* 19SS4 izolatinın**, amoksisilin/klavulanik asit (30 µg), penisilin G (10U), sefalotin (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), mupirosin (20 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı tespit edilmiştir. Sefadroksil (30 µg), oleandomisin (15 µg), kloramfenikol (30 µg) ve rifampisin'e (5 µg) karşı 9 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 11 mm'den 27 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. ***B.paralicheniformis* 20SS2 izolatu**, amoksisilin/klavulanik asit (30 µg), oksolinik asit (2 µg), sefalotin (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Penisilin G'e (10U) karşı 9 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 29 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. ***B.paralicheniformis***

22SS1 izolatının, sefotaksim (5 µg), seftazidim (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 13 mm'den 43 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

B.paralicheniformis 22SS4 izolatı, sadece basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 13 mm'den 45 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

B.paralicheniformis 23SS1 izolatının, amoksisilin/klavulanik asit (30 µg), oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), sefadroksil (30 µg), sefalotin (30 µg), sefotaksim (5 µg), sefoksitin (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), norfloksasin (10 µg), ofloksasin (5 µg), tobramisin (10 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı tespit edilmiştir. Kloramfenikol'e (30 µg) karşı 8 mm ve rifampisin'e (5 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonları oluşturmuştur. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 28 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

B.paralicheniformis 24SS3 izolatı, sadece basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 13 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

B.paralicheniformis 25SS1 izolatının, oksolinik asit (2 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), oleandomisin (15 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Penisilin G'e (10U) karşı 8 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 35 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

B.paralicheniformis 26SS1 izolatı, oksolinik asit (2 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), oleandomisin (15 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Neomisin'e (30 µg) karşı 9 mm ve novobiosin'e (30 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonları oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 31 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

B.paralicheniformis 27SS3 izolatının, penisilin G (10U), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zon

oluşturmadığı tespit edilmiştir. Amoksisilin/klavulanik asit (30 µg), sefalotin (30 µg) ve kloramfenikol'e (30 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonları oluşturmuştur. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 37 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. ***B.paralicheniformis* 28SS1 izolatı**, oksolinik asit (2 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Penisilin G (10U), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin'e (5 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonları oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 29 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. ***B.paralicheniformis* 28SS3 izolatının**, oksolinik asit (2 µg), seftazidim (30 µg), seftriakson (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), nalidiksik asit (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), spektinomisin (100 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Neomisin (30 µg) ve tobramisin'e (10 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonları oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 31 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

Hem aynı tuz örneğinden izole edilen hem de farklı tuz örneklerinden izole edilen *B.paralicheniformis* izolatlarının basitrasin hariç test edilen diğer antimikrobiyal maddelere karşı farklı duyarlılıkta reaksiyon gösterdikleri gözlenmiştir. *B.paralicheniformis* 11SS3 izolatı, test edilen antimikrobiyal maddelerin % 67'sine karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmazken, % 15'ine karşı 11 mm'den 19 mm'ye kadar, % 18'ine karşı 20 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu saptanmıştır.

***B.pumilus* 5SS1 izolatının**, oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), sefuroksim sodyum (30 µg), norfloksasin (10 µg), tobramisin (10 µg), oleandomisin (15 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı gözlenmiştir. Rifampisin'e (5 µg) karşı 9 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 35 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. ***B.pumilus* 8SS1 izolatı**, sefotaksim (5 µg), seftazidim (30 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 17 mm'den 45 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. ***B.pumilus* 8SS4 izolatının**, sefotaksim (5 µg), seftazidim (30 µg), spektinomisin (100 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30

μg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadiğı tespit edilmiştir. Test edilen diğ er antibiyotiklere karşı 12 mm'den 40 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. ***B.pumilus* 17SS2 izolatı**, sefotaksim (5 μg), seftazidim (30 μg), eritromisin (15 μg), oleandomisin (15 μg), kloramfenikol (30 μg), mupirosin (20 μg), spektinomisin (100 μg), klindamisin (2 μg), vankomisin (5 μg), basitrasin (0.04 μg) ve novobiosin'e (30 μg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Penisilin G'e (10U) karşı 9 mm'lik inhibisyon zonu oluşt ururken test edilen diğ er antibiyotiklere karşı 11 mm'den 36 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. ***B.pumilus* 30SS2 izolatının**, oksolinik asit (2 μg), penisilin G (10U), sefadroksil (30 μg), sefotaksim (5 μg), sefuroksim sodyum (30 μg), eritromisin (15 μg), oleandomisin (15 μg), mupirosin (20 μg), rifampisin (5 μg), spektinomisin (100 μg), klindamisin (2 μg), vankomisin (5 μg), basitrasin (0.04 μg) ve novobiosin'e (30 μg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadiğı g  r lm  şt ur. Test edilen diğ er antibiyotiklere karşı 11 mm'den 29 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır. ***B.pumilus* 30SS4 izolatı**, oksolinik asit (2 μg), penisilin G (10U), sefadroksil (30 μg), sefalotin (30 μg), sefotaksim (5 μg), seftazidim (30 μg), oleandomisin (15 μg), mupirosin (20 μg), klindamisin (2 μg), vankomisin (5 μg), basitrasin (0.04 μg) ve novobiosin'e (30 μg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Eritromisin'e (15 μg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonu oluşt ururken test edilen diğ er antibiyotiklere karşı 11 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmıştır.

Hem aynı tuz örneğinden izole edilen hem de farklı tuz örneklerinden izole edilen *B.pumilus* izolatlarının basitrasin hariç test edilen diğ er antimikrobiyal maddelere karşı farklı duyarlılıkta reaksiyon g  sterdikleri g  zlenmiştir. *B. pumilus* izolatları arasında 30SS2 izolatı, test edilen antimikrobiyal maddelerin % 43' ne karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmazken, % 27'sine karşı 11 mm'den 19 mm'ye kadar, % 30'una karşı 20 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşt urduğı saptanmıştır.

***B.safensis* 3SS3 izolatının**, oksolinik asit (2 μg), penisilin G (10U), sefadroksil (30 μg), sefoksitin (30 μg), seftriakson (30 μg), sefuroksim sodyum (30 μg), pefloksasin (5 μg), nalidiksik asit (30 μg), norfloksasin (10 μg), gentamisin (10 μg), neomisin (30 μg), tobramisin (10 μg), eritromisin (15 μg), oleandomisin (15 μg), kloramfenikol (30 μg), mupirosin (20 μg), rifampisin (5 μg), spektinomisin (100 μg), klindamisin (2 μg),

vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Siprofloksasin'e (5 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 25 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.safensis 11SS2 izolatı**, basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Sefotaksim (5 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), mupirosin (20 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı 9 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 40 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.safensis 22SS2 izolatının**, oleandomisin (15 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Sefuroksim sodyum (30 µg), mupirosin (20 µg) ve rifampisin'e (5 µg) karşı 9 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 13 mm'den 41 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.safensis 25SS2 izolatı**, oksolinik asit (2 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Amoksisilin/klavulanik asit (30 µg), norfloksasin (10 µg) ve mupirosin'e (20 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonları oluşturmuştur. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 32 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

Farklı tuz örneklerinden izole edilen *B.safensis* izolatlarının basitrasin hariç test edilen diğer antimikrobiyal maddelere karşı farklı duyarlılıkta reaksiyon gösterdikleri gözlenmiştir. *B. safensis* izolatları arasında 3SS3 izolatı, test edilen antimikrobiyal maddelerin % 67'sine karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmazken, % 3'üne karşı 10 mm, % 24'üne karşı 11 mm'den 19 mm'ye kadar, % 6'sına karşı 20 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu saptanmıştır.

B.siamensis 15SS3 izolatı, sadece basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 19 mm'den 52 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

B.subtilis 14SS3 izolatının, oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), sefadroksil (30 µg), sefalotin (30 µg), sefotaksim (5 µg), sefoksitin (30 µg), seftriakson (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), amikasin (30 µg), neomisin (30 µg), eritromisin (15 µg),

oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Piperasilin/tazobaktam (110 µg), norfloksasin (10 µg), trimetoprim-sulfametoksazol (25 µg) ve tobramisin'e (10 µg) karşı 9 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 32 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.subtilis 16SS2 izolatı**, sadece basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 17 mm'den 43 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.subtilis 18SS2 izolatının**, sadece basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı tespit edilmiştir. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 14 mm'den 41 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

Farklı tuz örneklerinden izole edilen *B.subtilis* izolatlarının basitrasin hariç test edilen diğer antimikrobiyal maddelere karşı farklı duyarlılıkta reaksiyon gösterdikleri gözlenmiştir. *B. subtilis* izolatları arasında 14SS3 izolatı, test edilen antimikrobiyal maddelerin % 58'sine karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmazken, % 12'sine karşı ≤ 10 mm'den küçük, % 21'ine karşı 11 mm'den 19 mm'ye kadar, % 6'sına karşı 20 mm'den 30 mm'ye kadar, % 3'ünün de 32 mm'lik inhibisyon zonları oluşturduğu belirlenmiştir.

B.tequilensis 10SS3 izolatı, sadece basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Sefotaksim'e (5 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonu oluşturduğu gözlenirken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 15 mm'den 42 mm'ye kadar inhibisyon zonuları oluşturmuştur. **B.tequilensis 23SS2 izolatı**, amoksisilin/klavulanik asit (30 µg), sefadroksil (30 µg), sefalotin (30 µg), seftriakson (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), amikasin (30 µg), gentamisin (10 µg), tobramisin (10 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), kloramfenikol (30 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 12 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.tequilensis 24SS4 izolatının**, sadece basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 50 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.tequilensis 29SS1 izolatı**, oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), sefalotin (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg),

oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 11 mm'den 38 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.tequilensis 30SS3 izolatının**, sefadroksil (30 µg), sefalotin (30 µg), sefotaksim (5 µg), sefoksitin (30 µg), seftriakson (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), kloramfenikol (30 µg), mupirosin (20 µg), rifampisin (5 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadağı tespit edilmiştir. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 13 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

Farklı tuz örneklerinden izole edilen *B. tequilensis* izolatlarının basitrasin hariç test edilen diğer antimikrobiyal maddelere karşı farklı duyarlılıkta reaksiyon gösterdikleri gözlenmiştir. *B. tequilensis* izolatları arasında 23SS2 izolatı, test edilen antimikrobiyal maddelerin % 52'sine karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmazken, % 18'ine karşı 11 mm'den 19 mm'ye kadar, % 30'una karşı 20 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğı saptanmıştır.

B.velezensis 2SS1 izolatı, sefuroksim sodyum (30 µg), norfloksasin (10 µg), tobramisin (10 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadağı gözlenirken rifampisin'e (5 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonu oluşturmıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 12 mm'den 27 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

B.velezensis 3SS2 izolatının, oksolinik asit (2 µg), sefadroksil (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadağı görülmüştür. Seftazidim (30 µg), pefloksasin (5 µg), nalidiksik asit (30 µg) ve amikasin'e (30 µg) karşı 8 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 11 mm'den 35 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.velezensis 3SS5 izolatı**, basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı ise 17 mm'den 53 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.velezensis 4SS3 izolatı**, sadece basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Sefotaksim (5 µg), pefloksasin (5 µg) ve

levofloksasin'e (5 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonuları oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.velezensis 5SS2 izolatının**, penisilin G (10U), seftazidim (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Sefotaksim'e (5 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 42 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.velezensis 5SS4 izolatı**, piperasilin/tazobaktam (110 µg), klindamisin (2 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Nalidiksik asit (30 µg), neomisin (30 µg), rifampisin (5 µg) ve vankomisin'e (5 µg) karşı 8 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 40 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.velezensis 6SS2 izolatı**, oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), sefadroksil (30 µg), sefalotin (30 µg), seftriakson (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), pefloksasin (5 µg), oleandomisin (15 µg), mupirosin (20 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Kloramfenikol (30 µg), karbenisillin (100 µg), levofloksasin (5 µg) ve rifampisin'e (5 µg) karşı 8 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 25 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.velezensis 15SS1 izolatının**, oksolinik asit (2 µg), penisilin G (10U), sefalotin (30 µg), sefoksitin (30 µg), sefuroksim sodyum (30 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), kloramfenikol (30 µg), mupirosin (20 µg), spektinomisin (100 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg), basitrasin (0.04 µg) ve novobiosin'e (30 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Rifampisin (5 µg) ve amoksisilin/klavulanik asit'e (20/10 µg; 30 µg) karşı 9 mm'den 10 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 12 mm'den 28 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.velezensis 21SS1 izolatı**, sadece basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 17 mm'den 50 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur. **B.velezensis 27SS1 izolatının**, sefotaksim (5 µg), eritromisin (15 µg), oleandomisin (15 µg), klindamisin (2 µg), vankomisin (5 µg) ve basitrasin'e (0.04 µg) karşı hiç

inhibisyon zonu oluşturmadağı tespit edilmiştir. Penisilin G (10U), sefadroksil (30 µg), neomisin (30 µg) ve kloramfenikol'e (30 µg) karşı 10 mm'lik inhibisyon zonları oluşturmuştur. Test edilen diğer antibiyotiklere karşı 11 mm'den 34 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturmuştur.

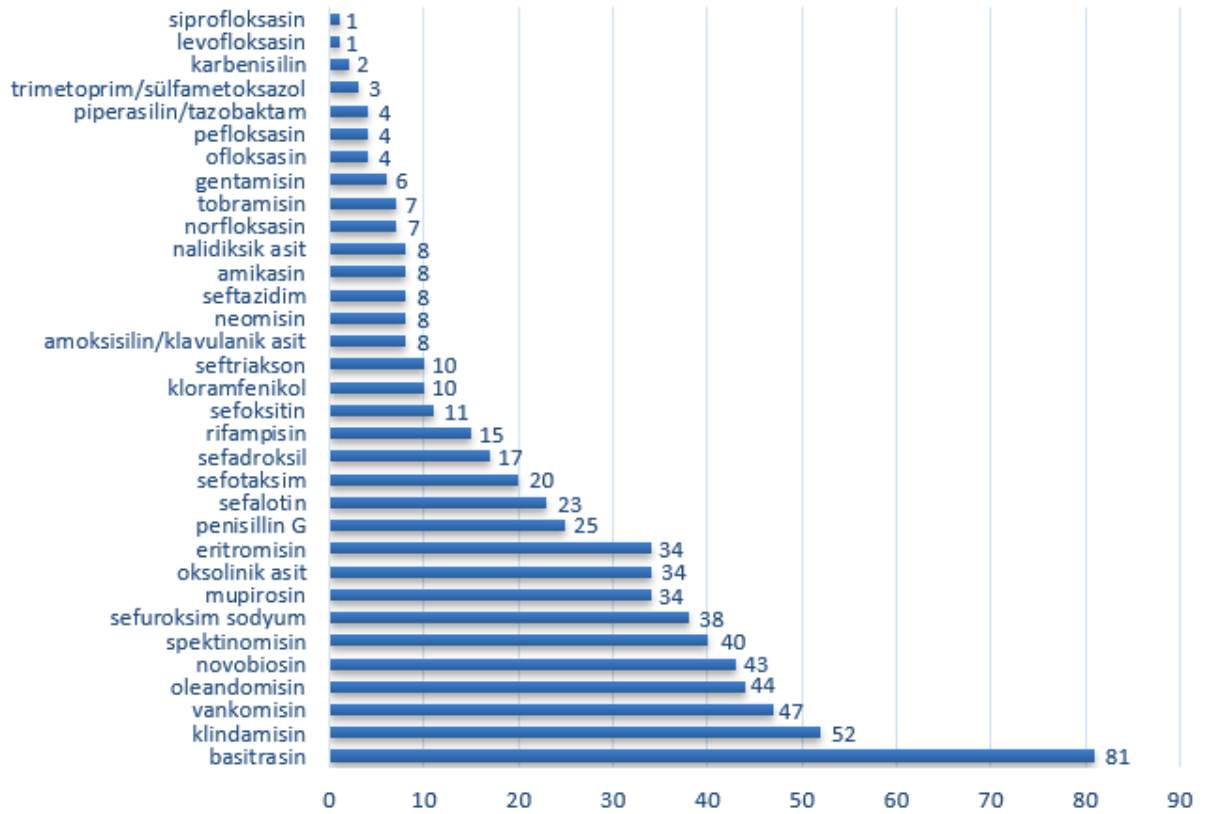
Hem aynı tuz örneğinden izole edilen hem de farklı tuz örneklerinden izole edilen *B.velezensis* izolatlarının basitrasın hariç test edilen diğer antimikrobiyal maddelere karşı farklı duyarlılıkta reaksiyon gösterdikleri gözlenmiştir. *B. velezensis* izolatları arasında 6SS2 izolatının test edilen antimikrobiyal maddelerin % 43'üne karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmazken, % 12'sine karşı ≤ 10 mm'den küçük, % 33'üne karşı 11 mm'den 19 mm'ye kadar, % 12'sine karşı 20 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu saptanmıştır. *B. velezensis* izolatları arasında ve 15SS1 izolatının test edilen antimikrobiyal maddelerin % 43'üne karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmazken, % 6'sına karşı ≤ 10 mm'den küçük, % 18'ine karşı 11 mm'den 19 mm'ye kadar, % 33'üne karşı 20 mm'den 30 mm'ye kadar inhibisyon zonları oluşturduğu saptanmıştır.

Saraç ve Uğur (2008), araştırmalarında, *B.subtilis* ATCC6633 izolatının penisilin G'ye (10U) karşı 11 mm, amoksisilin/klavulanik asit'e (20/10 µg; 30 µg) karşı 23 mm inhibisyon zonu oluşturduğunu rapor etmişlerdir. *B.subtilis* NC11 izolatının amikasin'e (30 µg) 33 mm, sefalotin'e (30 µg) 51 mm, kloramfenikol'e (30 µg) 31 mm, siprofloksasin'e (5 µg) 33 mm, eritromisin'e (15 µg) 30 mm, gentamisin'e (10 µg) 28 mm, norfloksasin'e (10 µg) 31 mm, ofloksasin'e (5 µg) 29 mm ve oksolinik asit'e (2 µg) karşı 27 mm inhibisyon zonu oluşturduğunu gözlemlemişlerdir (Thirabunyanon ve Thongwittaya, 2012). Hoa ve arkadaşları (2000)'nın yaptıkları bir araştırmada *B.subtilis* PY79'un neomisin'e (30 µg) 27 mm, rifampisin'e (5 µg) 19 mm, tobramisin'e (150 µg) 28 mm, novobiyosin'e (30 µg) 24 mm ve eritromisin'e (15 µg) karşı 29 mm inhibisyon zonu oluşturduğunu söylemişlerdir.

Choi ve arkadaşları (2011), *B. mojavensis* KJS-3 izolatının sefotoksim'e (5 µg) 17, sefadroksil'e (30 µg) 29 mm, seftazidim'e (30 µg) 21 mm, gentamisin'e (10 µg) 30 mm, rifampisin'e (5 µg) 21 mm, siprofloksasin'e (5 µg) 35 mm, norfloksasin'e (10 µg) 36 mm, levofloksasin'e (5 µg) 26 mm, eritromisin'e (15 µg) 28 mm, trimetoprim-sulfametoksazol'e (25 µg) 30 mm ve vankomisin'e (5 µg) karşı 19 mm inhibisyon zonu

oluştururken basitrasin'e (10U) karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmadığını açıklamışlardır.

Bu çalışmada izole edilen 83 izolatın % 97.6'sı basitrasin'e; % 62.7'si klindamisin'e; % 56.6'sı vankomisin'e; % 53'ü oleandomisin'e; % 51.8'i novobiosin'e; % 48.2'si spektinomisin'e; % 45.8'i sefuroksim sodyum'a; % 41'i mupirosin, oksolinik asit ve eritromisin'e; % 30.1'i penisillin G'e; % 27.7'si sefalotin'e; % 24'ü sefotaksim'e; % 20.5'i sefadroksil'e; % 18'i rifampisin'e; % 13.3' sefoksitin'e; % 12'si kloramfenikol ve seftriakson'a; % 9.6'sı amoksisilin/klavulanik asit, neomisin ve seftazidim'e; % 8.4'ü amikasin, nalidiksik asit, norfloksasin ve tobramisin'e; % 7.2'si gentamisin'e; % 4.8'i ofloksasin ve pefloksasin'e; % 4.8'i piperasilin/tazobaktam'a, % 3.6'sı trimetoprim/sülfametoksazol'e; % 2.4'ü karbenisilin'e; % 1.2'si levofloksasin ve siprofloksasin'e karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Test edilen antibiyotiklere karşı zon oluşturmamayan *Bacillus* izolatlarının sayıları Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 8 Test edilen antibiyotiklere karşı zon oluşturmamayan izolat sayıları.

B. paralicheniformis (11SS3) ve *B. safensis* izolatları uygulanan 33 çeşit antibiyotiğin 22'sine karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamışken *B.halotolerans* (14SS2) bütün antibiyotiklere karşı inhibisyon zonu oluşturmuştur (Tablo 3.11).

Tablo 3. 11 Antimikrobiyal maddelere karşı zon oluşturmeyan *Bacillus* izolatları.

Tuz örnekleri	İzolat ve Kodu	İzolatların zon oluşturmadıkları antimikrobiyaller
1	<i>B. halotolerans</i> (1SS4)	2 Antimikrobiyal madde (P, B)
2	<i>B.velezensis</i> (2SS1)	8 Antimikrobiyal madde (CXM, NOR, TOB, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.licheniformis</i> (2SS2)	13 Antimikrobiyal madde (OA, P, CTX, FOX, CRO, CXM, NA, OL, MUP, DA, VA, B, NV)
	<i>B.licheniformis</i> (2SS3)	16 Antimikrobiyal madde (OA, P, CXM, CIP, PEF, N, TOB, OL, C, MUP, RD, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.paralicheniformis</i> (2SS4)	5 Antimikrobiyal madde (OA, CTX, DA, B, NV)
3	<i>B.velezensis</i> (3SS2)	6 Antimikrobiyal madde (OA, CFR, CXM, DA, VA, B)
	<i>B.safensis</i> (3SS3)	22 Antimikrobiyal madde (OA, P, CFR, FOX, CRO, CXM, PEF, NA, NOR, CN, N, TOB, E, OL, C, MUP, RD, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.velezensis</i> (3SS5)	2 Antimikrobiyal madde (B, NV)
4	<i>B.licheniformis</i> (4SS1)	19 Antimikrobiyal madde (OA, P, TZP, KF, CAZ, CRO, CXM, NA, NOR, OFX, AK, CN, OL, MUP, SXT, DA, VA, B, NV)
	<i>B.halotolerans</i> (4SS2)	8 Antimikrobiyal madde (OA, LEV, NA, OFX, AK, N, B, NV)
	<i>B.velezensis</i> (4SS3)	1 Antimikrobiyal madde (B)
5	<i>B.pumilus</i> (5SS1)	10 Antimikrobiyal madde (OA, P, CXM, NOR, TOB, OL, SH, DA, VA, B)
	<i>B.velezensis</i> (5SS2)	10 Antimikrobiyal madde (P, CAZ, CXM, E, OL, MUP, DA, VA, B, NV)
	<i>B.halotolerans</i> (5SS3)	2 Antimikrobiyal madde (VA, B)
	<i>B.velezensis</i> (5SS4)	3 Antimikrobiyal madde (TZP, DA, B)
6	<i>B.velezensis</i> (6SS2)	14 Antimikrobiyal madde (OA, P, CFR, KF, CRO, CXM, PEF, OL, MUP, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.paralicheniformis</i> (6SS3)	3 Antimikrobiyal madde (E, OL, B)
7	<i>B.mojavensis</i> (7SS1)	9 Antimikrobiyal madde (CXM, OL, C, MUP, RD, SH, DA, VA, B)
	<i>B.paralicheniformis</i> (7SS2)	4 Antimikrobiyal madde (E, OL, DA, B)
	<i>B.halotolerans</i> (7SS3)	1 Antimikrobiyal madde (B)
8	<i>B.pumilus</i> (8SS1)	3 Antimikrobiyal madde (CTX, CAZ, B)
	<i>B.halotolerans</i> (8SS2)	1 Antimikrobiyal madde (B)
	<i>B.pumilus</i> (8SS4)	5 Antimikrobiyal madde (CTX, CAZ, SH, B, NV)
9	<i>B.paralicheniformis</i> (9SS1)	9 Antimikrobiyal madde (AMC, CXM, E, OL, MUP, DA, VA, B, NV)
	<i>B.amyloliquefaciens</i> (9SS2)	2 Antimikrobiyal madde (AK, SH)
	<i>B.paralicheniformis</i> (9SS3)	15 Antimikrobiyal madde (AMC, OA, P, CFR, KF, CTX, CXM, E, OL, MUP, SH, DA, VA, B, NV)
10	<i>B.paralicheniformis</i> (10SS1)	20 Antimikrobiyal madde (CAR, OA, P, CFR, KF, CTX, CXM, PEF, AK, CN, N, E, OL, MUP, RD, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.paralicheniformis</i> (10SS2)	9 Antimikrobiyal madde (OA, FOX, N, OL, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.tequilensis</i> (10SS3)	1 Antimikrobiyal madde (B)
11	<i>B.safensis</i> (11SS2)	1 Antimikrobiyal madde (B)
	<i>B.paralicheniformis</i> (11SS3)	22 Antimikrobiyal madde (OA, P, TZP, CFR, KF, CTX, FOX, CRO, CXM, NA, NOR, AK, CN, N, TOB, E, MUP, SH, SXT, DA, VA, B)
12	<i>B.halotolerans</i> (12SS2)	1 Antimikrobiyal madde (B)
	<i>B.mojavensis</i> (12SS3)	1 Antimikrobiyal madde (B)

Tablo 3. 11 devamı

Tuz örnekleri	İzolat ve Kodu	İzolatların zon oluşturmadaıkları antimikrobiyaller
13	<i>B.paralicheniformis</i> (13SS1)	15 Antimikrobiyal madde (CAR, OA, CFR, CTX, FOX, N, E, OL, MUP, RD, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.paralicheniformis</i> (13SS2)	13 Antimikrobiyal madde (P, CTX, FOX, CXM, E, OL, MUP, SH, SXT, DA, VA, B, NV)
	<i>B.halotolerans</i> (13SS3)	10 Antimikrobiyal madde (KF, CXM, E, OL, MUP, SH, DA, VA, B, NV)
14	<i>B.licheniformis</i> (14SS1)	16 Antimikrobiyal madde (AMC, OA, P, KF, CTX, FOX, CRO, CXM, AK, CN, C, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.halotolerans</i> (14SS2)	0 Antimikrobiyal madde
	<i>B.subtilis</i> (14SS3)	19 Antimikrobiyal madde (OA, P, CFR, KF, CTX, FOX, CRO, CXM, AK, N, E, OL, MUP, RD, SH, DA, VA, B, NV)
15	<i>B.velezensis</i> (15SS1)	14 Antimikrobiyal madde (OA, P, KF, FOX, CXM, E, OL, C, MUP, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.halotolerans</i> (15SS2)	16 Antimikrobiyal madde (OA, P, TZP, CFR, KF, CTX, CXM, E, OL, MUP, RD, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.siamensis</i> (15SS3)	1 Antimikrobiyal madde (B)
16	<i>B.halotolerans</i> (16SS1)	1 Antimikrobiyal madde (B)
	<i>B.subtilis</i> (16SS2)	1 Antimikrobiyal madde (B)
	<i>B.paralicheniformis</i> (16SS3)	11 Antimikrobiyal madde (OA, P, KF, CXM, E, OL, MUP, DA, VA, B, NV)
17	<i>B.halotolerans</i> (17SS1)	1 Antimikrobiyal madde (B)
	<i>B.pumilus</i> (17SS2)	11 Antimikrobiyal madde (CTX, CAZ, E, OL, C, MUP, SH, DA, VA, B, NV)
18	<i>B.halotolerans</i> (18SS1)	1 Antimikrobiyal madde (B)
	<i>B.subtilis</i> (18SS2)	1 Antimikrobiyal madde (B)
19	<i>B.halotolerans</i> (19SS1)	12 Antimikrobiyal madde (AMC, P, CFR, KF, CXM, E, OL, MUP, DA, VA, B, NV)
	<i>B.paralicheniformis</i> (19SS4)	11 Antimikrobiyal madde (AMC, P, KF, CXM, E, MUP, SH, DA, VA, B, NV)
20	<i>B.halotolerans</i> (20SS1)	3 Antimikrobiyal madde (DA, VA, B)
	<i>B.paralicheniformis</i> (20SS2)	12 Antimikrobiyal madde (AMC, OA, KF, CXM, E, OL, MUP, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.halotolerans</i> (20SS3)	2 Antimikrobiyal madde (DA, B)
21	<i>B.velezensis</i> (21SS1)	1 Antimikrobiyal madde (B)
	<i>B.atrophaeus</i> (21SS2)	9 Antimikrobiyal madde (P, KF, E, OL, MUP, DA, VA, B, NV)
	<i>B.atrophaeus</i> (21SS3)	1 Antimikrobiyal madde (B)
22	<i>B.paralicheniformis</i> (22SS1)	11 Antimikrobiyal madde (CTX, CAZ, E, OL, MUP, RD, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.safensis</i> (22SS2)	5 Antimikrobiyal madde (OL, SH, DA, VA, B)
	<i>B.paralicheniformis</i> (22SS4)	1 Antimikrobiyal madde (B)
23	<i>B.paralicheniformis</i> (23SS1)	19 Antimikrobiyal madde (AMC, OA, P, CFR, KF, CTX, FOX, CXM, NOR, OFX, TOB, E, OL, MUP, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.tequilensis</i> (23SS2)	17 Antimikrobiyal madde (AMC, CFR, KF, CRO, CXM, AK, CN, TOB, E, OL, C, MUP, RD, SH, DA, B, NV)
24	<i>B.halotolerans</i> (24SS1)	13 Antimikrobiyal madde (OA, KF, CTX, CXM, E, OL, C, MUP, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.halotolerans</i> (24SS2)	12 Antimikrobiyal madde (OA, CFR, CXM, E, OL, MUP, RD, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.paralicheniformis</i> (24SS3)	1 Antimikrobiyal madde (B)
	<i>B.tequilensis</i> (24SS4)	1 Antimikrobiyal madde (B)
	<i>B.mojavensis</i> (24SS5)	10 Antimikrobiyal madde (OA, CXM, OL, MUP, RD, SH, DA, VA, B, NV)
25	<i>B.paralicheniformis</i> (25SS1)	9 Antimikrobiyal madde (OA, CXM, OL, RD, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.safensis</i> (25SS2)	10 Antimikrobiyal madde (OA, CXM, E, OL, RD, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.halotolerans</i> (25SS3)	1 Antimikrobiyal madde (B)

Tablo 3. 11 devamı

Tuz örnekleri	İzolat ve Kodu	İzolatların zon oluşturmadaıkları antimikrobiyaller
26	<i>B.paralicheniformis</i> (26SS1)	7 Antimikrobiyal madde (OA, CXM, OL, SH, DA, VA, B)
	<i>B.halotolerans</i> (26SS3)	4 Antimikrobiyal madde (OL, SH, DA, B)
27	<i>B.velezensis</i> (27SS1)	6 Antimikrobiyal madde (CTX, E, OL, DA, VA, B)
	<i>B.paralicheniformis</i> (27SS3)	8 Antimikrobiyal madde (P, E, OL, SH, DA, VA, B, NV)
28	<i>B.paralicheniformis</i> (28SS1)	7 Antimikrobiyal madde (OA, CXM, E, SH, DA, VA, B)
	<i>B.licheniformis</i> (28SS2)	13 Antimikrobiyal madde (OA, CFR, KF, CXM, E, OL, C, MUP, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.paralicheniformis</i> (28SS3)	9 Antimikrobiyal madde (OA, CAZ, CRO, CXM, NA, E, OL, SH, B)
29	<i>B.tequilensis</i> (29SS1)	12 Antimikrobiyal madde (O, P, KF, CXM, E, OL, MUP, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.halotolerans</i> (29SS3)	1 Antimikrobiyal madde (B)
30	<i>B.licheniformis</i> (30SS1)	8 Antimikrobiyal madde (OA, KF, NA, NOR, OFX, VA, B, NV)
	<i>B.pumilus</i> (30SS2)	14 Antimikrobiyal madde (OA, P, CFR, CTX, CXM, E, OL, MUP, RD, SH, DA, VA, B, NV)
	<i>B.tequilensis</i> (30SS3)	15 Antimikrobiyal madde (CFR, KF, CTX, FOX, CRO, CXM, E, OL, C, MUP, RD, SH, DA, B, NV)
	<i>B.pumilus</i> (30SS4)	12 Antimikrobiyal madde (OA, P, CFR, KF, CTX, CAZ, OL, MUP, DA, VA, B, NV)

AK: amikasin, AMC: amoksisilin-klavulanik asit, BC: basitrasin, C: kloramfenikol, CAR: karbenisilin, CAZ: seftazidim, CFR: sefadroksil, CIP: siprofloksasin, CRO: seftriakson, CTX: sefotaksim, CXM: sefuroksim sodyum, DA: klindamisin, E: eritromisin, FOX: sefoksitin, CN: gentamisin, KF: sefalotin, LEV: levofloksasin, MUP: mupirosin, N: neomisin, NA: nalidiksik asit, NOR: norfloksasin, NV: novobiosin, OA: oksolinik asit, OFX: ofloksasin, OL: oleandomisin, P: penisilin G, PEF: pefloksasin, RD: rifampisin, SH: spektinomisin, SXT: trimetoprim-sülfametoksazol, TOB: tobramisin, TZP: piperasilin-tazobaktam, VA: vankomisin

Çalışmamızda tuzlardan izole ederek tanımladığımız tuza toleranslı *Bacillus* türlerinin farklı izolatlarının antimikrobiyal maddelere karşı farklı reaksiyon gösterdikleri belirlenmiştir. Bunun sebebinin de *Bacillus* türlerinin antimikrobiyal maddelere karşı farklı direnç mekanizmalarına sahip olmasıyla ilişkili olduğunu düşünmekteyiz. Özellikle mikroorganizmalar arasında görülen bu dirençin horizontal gen transferinden (Madigan ve ark., 2015), antimikrobiyal maddenin etki gösterdiği hedefin değiştirilmesinden (Anderson ve Hughes, 2010), azaltılmış hedef ifadesinden (Ince ve Hooper, 2003), hedefin korunmasından (Li ve Nikaido, 2009), çok ilaca dirençli eflüks pompalarından (Nikaido, 2009), azaltılmış ilaç alımı, azaltılmış geçirgenlikten,

mikroorganizmanın enzimleri ile antimikrobiyal maddelerin yapılarının bozulmasından, antimikrobiyal maddenin modifiye edilmesinden, antimikrobiyal maddenin mikroorganizmada etkilediği molekülün mutasyona uğramasından, biyokimyasal yolda direncin gelişiminden, bakterideki ilaç reseptörünün ilaca karşı ilgisinin azalmasından, pek çok direnç genlerinin ifade edilmesini düzenleyen kodsuz RNAların cis etkilerinden (Madigan ve ark., 2015; Dar ve Sorek, 2017; Birbir ve ark., 2019) dolayı olabileceği araştırmacılar tarafından açıklanmıştır.

Derilerin korunmasında kullanılan tuzlardan izole ettiğimiz tuza toleranslı bakterilerin çok çeşitli enzimleri ürettiğini ve metabolik aktiviteleri ile deriye zarar verebileceğini düşünmekteyiz. Bu nedenle tuza toleranslı bakterilerle derilerin koruma işlemi esnasında kontamine olmasını önlemek amacıyla bu çalışmamızda tuzlardan izole ederek tanımladığımız, metabolik aktivitelerini ve çeşitli gruplara ait antimikrobiyal maddeler (amikasin, spektinomisin, oksolinik asit, sefadroksil, sefalotin, sefuroksim sodyum, eritromisin, oleandomisin, kloramfenikol, mupirosin, klindamisin, vankomisin, penisillin G, sefotaksim, seftazidim, basitrasin, novobiyosin, rifampisin, sefoksitin, seftriakson, neomisin) varlığında inhibisyon zonu oluşturmadıklarını belirlediğimiz izolatların karışık kültürünün elektrik akımı ile öldürülüp öldürülmeyeceği bu çalışmamızda ayrıca incelenmiştir.

Proteaz ve lipaz üreten [*B. amyloliquefaciens* (9SS2), *B. licheniformis* (28SS2), *B. pumilus* (30SS4), *B. siamensis* (15SS3)] ve proteaz üreten [*B. atrophaeus* (21SS2), *B. halotolerans* (17SS1), *B. mojavensis* (12SS3), *B. paralicheniformis* (22SS4), *B. safensis* (25SS2), *B. subtilis* (14SS3), *B. tequilensis* (10SS3), *B. velezensis* (27SS1)] izolatların karışık kültürü materyal ve yöntemde açıklandığı şekilde hazırlanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan *Bacillus* izolatlarının çalışmamızda incelenen antimikrobiyal maddelerin bazılarında hiç etkilenmedikleri ve inhibisyon zonu oluşturmadıkları saptanmıştır. Bu izolatlardan *B. amyloliquefaciens* (9SS2) amikasin'e, spektinomisin'e karşı, *B. licheniformis* (28SS2), oksolinik asit'e, sefadroksil'e, sefalotin'e, sefuroksim sodyum'a, eritromisin'e, oleandomisin'e, kloramfenikol'e, mupirosin'e, spektinomisin'e, klindamisin'e, vankomisin'e, basitrasin'e ve novobiyosin'e karşı, *B. pumilus* (30SS4), oksolinik asit'e, penisillin G'e, sefadroksil'e, sefalotin'e, sefotaksim'e, seftazidim'e, oleandomisin'e, mupirosin'e, klindamisin'e, vankomisin'e,

basitrasin'e ve novobiyosin'e karşı, *B. siamensis* (15SS3), basitrasin'e karşı, *B. atrophaeus* (21SS2), penisillin G'e, sefalotin'e, eritromisin'e, oleandomisin'e, mupirosin'e, klindamisin'e, vankomisin'e, basitrasin'e ve novobiyosin'e karşı, *B. halotolerans* (17SS1), basitrasin'e karşı, *B. mojavenensis* (12SS3), basitrasin'e karşı, *B. paralicheniformis* (22SS4), basitrasin'e karşı, *B. safensis* (25SS2), oksolinik asit'e, sefuroksim sodyum'a, eritromisin'e, oleandomisin'e, rifampisin'e, spektinomisin'e, klindamisin'e, vankomisin'e, basitrasin'e ve novobiyosin'e karşı, *B. subtilis* (14SS3), oksolinik asit'e, penisillin G'e, sefadroksil'e, sefalotin'e, sefotaksim'e, sefoksitin'e, seftriakson'a, sefuroksim sodyum'a, amikasin'e, neomisin'e, eritromisin'e, oleandomisin'e, mupirosin'e, rifampisin'e, spektinomisin'e, klindamisin'e, vankomisin'e, basitrasin'e ve novobiyosin'e karşı, *B. tequilensis* (10SS3), basitrasin'e karşı, *B. velezensis* (27SS1) sefotaksim'e, eritromisin'e, oleandomisin'e, klindamisin'e, vankomisin'e ve basitrasin'e karşı hiç inhibisyon zonu oluşturmamıştır.

1A doğru akımın uygulandığı karışık halotolerant bakteri kültürünün deney öncesi bakteri sayısının deney sırasında azaldığı görülmüştür. 20 dakika elektrik akımı uygulaması sonunda karışık kültürün sayısının 5.95×10^5 kob/mL'den 2×10^4 (4.77 log İF)'a düştüğü gözlenmiştir. Karışık kültürdeki bütün izolatların 1A DA'da 25. dakikada öldüğü bulunmuştur (5.77 log İF). Test ortamının voltaj seviyesi elektrik akımı uygulaması sırasında düşmesine rağmen test ortamının sıcaklığı yavaşça yükselmiştir (Tablo 3.13). Deney öncesi test ortamının pH'ı 6.6 iken deney sonrasında 8 olduğu gözlenmiştir.

Tablo 3. 12 1 A Doğru akım uygulaması.

EU (dk)	°C	V	Bakteri Sayısı (kob/ml)	Log10	İF
DÖ	22	-	5.95x10 ⁵	5.77	-
1	23	13.8	2.12 x10 ⁵	5.33	0.44
3	24	14.5	1.10 x10 ⁴	4.04	1.73
5	25	14.2	5.00 x10 ³	3.70	2.07
10	27	12.7	3.50 x10 ²	2.54	3.23
15	29	12.0	6 x10	1.78	3.99
20	31	11.9	2 x10	1.30	4.47
25	33	10.9	-	-	5.77

EU: Elektrik uygulaması, DÖ: Deney öncesi

Daha önce yapılan çalışmalarda deri endüstrisindeki farklı mikroorganizmaların elektrik akımı ile inaktivasyonları araştırılmıştır. Araştırmacılar, tuzda bulunan aşırı halofil arkelerin ve derilerin ıslatma basamaklarında bulunan halofil olmayan bakterilerin elektrik akımı ile öldürüldüğünü tespit etmişlerdir (Birbir ve ark, 2008a; Birbir ve ark, 2008b; Aslan ve Birbir 2011b, Birbir ve ark., 2013, Birbir ve ark., 2013a, Birbir ve ark., 2004). Birbir ve Birbir (2006) organik maddeler ve % 25 NaCl içeren test ortamında, 0.5A DA ile 20 dakika muamele sonucu proteaz ve lipaz pozitif aşırı halofil arke izolatlarının karışık kültürünü (5.4×10^7 kob/ml) öldürdüğünü saptamışlardır.

Birbir ve ark. (2014a) Tuz Gölü'nden toplanan beş tuz örneğinde aşırı halofil arkeleri incelemiştir. 2 A alternatif akımının (AA) 1 dakika uygulanmasının tuz örneklerinde bulunan aşırı halofil arkeleri (3.4×10^2 kob/g - 4.1×10^4 kob/g), proteolitik aşırı halofil arkeleri (1×10^1 kob/g - 6.8×10^3 kob/g) ve lipolitik aşırı halofil arkeleri (2×10^1 kob/g – 9×10^3 kob/g) öldürmek için yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

Enterobacter cloacae, *Vibrio fluvialis*, *Pseudomonas luteola*, *Staphylococcus cohnii*, *Enterococcus faecium* ve *Bacillus pumilus* karışımları üzerine 2A AA ile birlikte uygulanan 1.5A DA'nın mikroorganizmalar üzerine öldürücü etkisi araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Birbir ve ark., 2013). Karışık kültürün bakteri sayısı 12 dk'lık elektrik uygulamasından sonra 2×10^7 kob/ml'den 9.6×10^4 kob/ml'ye düşürülmüştür. 8 saatlik depolama süresi sonucunda ise bu sayının 1×10^3 kob/ml olduğu görülmüştür.

Elektrik akımı uygulamasının içme suyunu dezenfekte edebildiğini, yiyeceklerdeki bakteri ve maya sayısını azaltabildiği bilinmektedir (Davis ve ark., 1994; Liu ve ark., 1997; Venczel ve ark., 1997; Costerton ve ark., 1994; Drees ve ark., 2003).

Patemarakis ve Fountoukidis (1990) 1 ml'de 3.35×10^2 kob koliform bakteri ve 1.035×10^3 kob fekal streptokok içeren içme suyunu 25 A/m^2 'lik doğru akımla 30 dakika içinde sterilize etmişlerdir. Araştırmacılar bir biyoproses reaktöründe *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerini 60mA doğru akımla etkisiz hale getirmişlerdir (Vivian, 1969; Costerton ve ark., 1994).

Bir katetere bağlı *Staphylococcus epidermidis* biyofilminin popülasyonları, 100 μA doğru akım uygulaması ile azaltılmış ve bu doğru akımın biyomedikal implantlarda biyofilm oluşumunu engellemek için kullanılabileceği düşünülmüştür (Khoury ve ark., 1992). Ayrıca, intravasküler kateterlerde bulunan *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Proteus mirabilis* sayıları 10 μA doğru akım uygulanarak azaltılmıştır (Liu ve ark., 1993). Ayrıca, 2 A DA işleminin, herhangi bir işlem görmeden çevreye deşarj edilen deri ıslatma sıvılarındaki bakterilerin 50 dk içinde öldürüldüğü tespit edilmiştir (Birbir ve ark., 2008).

BÖLÜM 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada incelenen tuz örneklerinin pH değerlerinin nötral pH'a (6.23-7.22) yakın olduğu gözlenmiştir. Tuz örneklerinin çok düşük nem içeriklerine rağmen (% 0.9- % 5.02) incelenen tuz örneklerinde tuza toleranslı bakteriler (10^4 kob/g - 10^6 kob/g), tuza toleranslı proteolitik (10^3 kob/g - 10^5 kob/g) ve lipolitik (10^2 kob/g - 10^5 kob/g) bakteriler saptanmıştır.

İncelenen tüm tuz örneklerinde *Bacillus* cinsine ait türler saptanmıştır. 30 tuz örneğinin % 3'ünden 1 *Bacillus* izolatu, % 3'ünden 2 *Bacillus* izolatu, % 10'undan 4 *Bacillus* izolatu, % 3'ünden 5 *Bacillus* izolatu elde edilmiştir. Tuz örneklerinden *Bacillus amyloliquefaciens* (n=1), *Bacillus atrophaeus* (n=2), *Bacillus halotolerans* (n=20), *Bacillus licheniformis* (n=6), *Bacillus mojavensis* (n=3), *Bacillus paralicheniformis* (n=22), *Bacillus pumilus* (n=6), *Bacillus safensis* (n=4), *Bacillus siamensis* (n=1), *Bacillus subtilis* (n=3), *Bacillus tequilensis* (n=5) ve *Bacillus velezensis* (n=10) olmak üzere 12 farklı *Bacillus* türü izole edilmiştir.

Tüm *Bacillus* izolatlarının 20 °C ile 45 °C arasında geliştiği saptanmıştır. *Bacillus* türlerinin 10 °C'de, 50 °C'de ve 65 °C'de geliştiği çalışmamızda yapılan deneyler sonucunda belirlenmiştir. İzole edilen izolatların tamamının pH 6 ve pH 7 arasında geliştiği, pH 5, pH 5.7, pH 8, pH 9, pH 10 ve pH 11'de ise bazı izolatlarının gelişebildiği saptanmıştır. İzolatların tamamı tuzsuz besiyerinde ve % 10 tuz içeren besiyerinde gelişirken az sayıda izolat % 15 tuz varlığında gelişmiştir.

İzolatların her birinin önemli endüstriyel enzimler ürettiği tespit edilmiştir. Tümünün katalaz ve proteaz (jelatinaz ve kazeinaz) pozitif, büyük bir çoğunluğunun amilaz, β -galaktosidaz, selüloz pozitif, çoğunluğunun oksidaz, ksilanaz pozitif olduğu gözlenmiştir. Yaklaşık dörtte birinin lipaz, pullulanaz ve DNaz, üçte birinin de üreaz enzimi ürettiği saptanmıştır.

Tuzlardan izole edilen *Bacillus* izolatlarının bazılarının sitratı kullanabildikleri, peptondan amonyak oluşturabildikleri, triptofandan indol üretebildikleri, Voges-Proskauer pozitif oldukları, nitrattan nitrit ürettikleri, nitritten moleküler azot ürettikleri ve H₂S üretebildikleri görülmüştür.

İzolatların D-galaktoz, fruktoz, glikoz, gliserol, *myo*-inositol, laktoz, maltoz, riboz ve sukroz gibi farklı karbon kaynaklarını; L-alanin, L-arjinin, L-aspartik asit, L-fenilalanin, L-glisin, L-glutamik asit, L-hidroksiprolin, L-histidin, L-izolösin, L-lizin, L-lösin, L-metiyonin, L-prolin, L-serin, L-sistein, L-tirozin, L-treonin ve L-valin gibi farklı aminoasit kaynaklarını kullanabildikleri gözlenmiştir.

Çalışmamızdaki biyokimyasal test sonuçlarını değerlendirdiğimizde, derilerin korunmasında kullanılan tuzlarda ham derilerin yapısına zarar verebilecek tuza toleranslı bakterilerin olduğu saptanmıştır. Ayrıca derilerin korunmasında kullanılan tuzlarda bulunan lipaz ve proteaz enzimlerini üretebilen ve derilerde bulunan amino asitlerin çoğunu kullanan bu tuza toleranslı bakteriler tuzlama işlemi esnasında derileri kontamine ederek derilerin protein yapısını parçalayarak derinin kalitesini düşürebilir.

Tuzdan izole edilerek tanımlanan tuza toleranslı *Bacillus* izolatlarının % 97.59'unun basitrasine (0.04 µg) karşı zon oluşturmamasına rağmen, izolatların %98.80'inin siprofloksasin (5 µg) ve levofloksasine (5 µg) karşı inhibisyon zonu oluşturduğu dikkat çekmektedir. İzolatların çoğunluğunun klindamisine, vankomisine, yaklaşık olarak yarısının oleandomisine, novobiosine, spektinomisine, sefuroksim sodyuma, % 41'inin oksolanik asite, eritromisine, mupirosine yaklaşık olarak % 30'unun penisilin G'e, sefolotine yaklaşık olarak ¼'ünün sefotaksime, yaklaşık olarak % 20'nin sefadroksile, rifampisine, yaklaşık olarak %13'ünden daha azının sefoksitine, seftriaksona, kloramfenikole, %10'unundan daha azının amoksisiline, seftazidime, nalidiksik asite, norfloksasine, amikasinine, neomisine, tobramisine, gentamisine, %5'inden azının piperasiline, pefloksasine, ofloksasine, sülfametoksazol trimetoprime, yaklaşık olarak %2'sinin karbenisiline ve yaklaşık olarak %1'inin de siprofloksasine, levofloksasine karşı inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür. Çalışmamızda tuz örneklerinden izole edilen *Bacillus* izolatları arasında test edilen antimikrobiyal maddelere karşı en büyük çapta inhibisyon zonu oluşturan izolatların *B.velezensis* 3SS5 ve *B.siamensis* 15SS3 olduğu tespit edilmiştir. *B.velezensis* izolatı sefalotine karşı 53 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken *B.siamensis* izolatı sefalotin'e karşı 52 mm'lik inhibisyon zonu oluşturmuştur.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre derilerin korunmasında kullanılan tuzlarda metabolik olarak aktif bakteriler bulunmaktadır. Ayrıca bu tuza toleranslı bakterilerin

bazılarının penisilin, sefalosporin, kinolonlar ve florokinolonlar, aminoglikozidler, makrolidler, fenikoller, ansamisinler, linkosamidler, glikopeptitler, pseudomonik asit, aminosiklitol, folik sentezi inhibitörleri, siklik polipeptit, aminokumarin gruplarına ait antibiyotiklerin varlığında bile gelişebildiği saptanmıştır.

Bu izolatların bu kadar farklı antibiyotiğe karşı direnç göstermesi deri endüstrisinde çalışan bağışıklık sistemi zayıflamış kişilerde risk oluşturabilir. Bu nedenle bu bakterilerin deri teknisyenlerinde ve mühendislerinde sağlık sorunlarına neden olmaması ve deri endüstrisinde oldukça fazla antibiyotiğe direnç gösteren *Bacillus* türlerinin direnç genlerini derilerin üzerinde bulunan diğer mikroorganizmalara aktarmasını önlemek amacıyla uygun yöntemlerle ortadan kaldırılması gerekmektedir. Çalışma sonuçlarımız derilerde zarar oluşturma potansiyeli oldukça yüksek olan çeşitli hidrolitik enzimler üreten ve oldukça fazla antimikrobiyal madde grubuna karşı direnç gösteren *Bacillus* türlerinin elektrik akımı ile kolayca öldürülebileceğini göstermiştir. Bu nedenle bu bakterilerin hem deri endüstrisinde çalışanlar için sağlık sorunlarına neden olmaması hem de derilerde zarar oluşturmaması için tuzların elektrik akımı ile muamele edilerek bu bakterilerin öldürülmesi ve daha sonra bu salamura sıvılarının derilerin korunmasında kullanılmasının daha etkili bir koruma metodu olabileceği bu çalışmada görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Abbas, S., Ahmed, I., Kudo, T., Iqbal, M., Lee, Y.J., Fujiwara, T., Ohkuma, M. (2015) A heavy metal tolerant novel bacterium, *Bacillus malikii* sp. nov., isolated from tannery effluent wastewater. *Antonie van Leeuwenhoek*, 108, 1319-1330.
- [2] Abd El-Rahman, H.A., Fritze, D., Spröer, C., Claus, D. (2002) Two novel psychrotolerant species, *Bacillus psychrotolerans* sp. nov. and *Bacillus psychrodurans* sp. nov., which contain ornithine in their cell walls. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52, 2127-2133.
- [3] Adelskov, J. ve Patel, B.K.C. (2016) Erratum to: A molecular phylogenetic framework for *Bacillus subtilis* using genome sequences and its application to *Bacillus subtilis* subspecies *stecoris* strain D7XPN1, an isolate from a commercial food-waste degrading bioreactor. *3 Biotech*, 6(1), 96.
- [4] Adimpong, D.B., Sorensen, K.I., Thorsen, L., Stuer-Lauridsen, B., Abdelgadir, W.S. Nielsen, D.S., Derkx, P.M.F., Jespersen, L. (2012) Antimicrobial susceptibility of *Bacillus* strains isolated from primary starters for african traditional bread production and characterization of the bacitracin operon and bacitracin biosynthesis. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(22), 7903-7914.
- [5] Afşar, A. ve Zengin, G., (2004) Dünyada ve Türkiye'de Hayvancılık ve Deri Sanayi İlişkileri. I. Ulusal Deri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 21-38.
- [6] Agnew, M.D., Koval, S.F., Jarrell, K.F. (1995) Isolation and characterization of novel alkaliphiles from bauxite-processing waste and description of *Bacillus vedderi* sp. nov., a new obligate alkaliphile. *Systematic and Applied Microbiology*, 18, 221-230.
- [7] Ahmed, I., Yokota, A., Fujiwara, T. (2007) A novel highly boron tolerant bacterium, *Bacillus boroniphilus* sp. nov., isolated from soil, that requires boron for its growth. *Extremophiles*, 11, 217-224.
- [8] Aino, K., Hirota, K., Matsuno, T., Morita, N., Nodasaka, Y., Fujiwara, T., Matsuyama, H., Yoshimune, K., Yumoto, I. (2008) *Bacillus polygoni* sp. nov., a moderately halophilic, non-motile obligate alkaliphile isolated from indigo balls. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58, 120-124.
- [9] Aizawa, T., Urai, M., Iwabuchi, N., Nakajima, M., Sunairi, M. (2010) *Bacillus trypoxylicola* sp. nov., xylanase-producing alkaliphilic bacteria isolated from the guts of

japanese horned beetle larvae (*trypoxylus dichotomus septentrionalis*). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 60, 61-66.

[10] Ajithkumar, V.P., Ajithkumar, B., Iriye, R., Sakai, T. (2002) *Bacillus funiculus* sp. nov., novel filamentous isolates from activated sludge. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 52, 1141-1144.

[11] Akpolat, C., Ventosa, A., Birbir M., Sánchez-Porro, C., P. Caglayan (2015) Molecular identification of moderately halophilic bacteria and extremely halophilic archaea isolated from salted sheep skins containing red and yellow discolorations. JALCA, 110(7), 211-220.

[12] Albert, R.A., Archambault, J., Rossello-Mora, R., Tindall, B.J., Matheny, M. (2005) *Bacillus acidicola* sp. nov., A novel mesophilic, acidophilic species isolated from acidic *Sphagnum* peat bogs in Wisconsin. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 55, 2125-2130.

[13] Albuquerque, L., Tiago, I., Taborda, M., Nobre, M.F., Veríssimo, A., Da Costa, M.S. (2008) *Bacillus isabeliae* sp. nov., A halophilic bacterium isolated from a sea salt evaporation pond. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 58, 226-230.

[14] Alexander, B. ve Priest, F.G. (1989) *Bacillus glucanolyticus*, a new species that degrades a variety of β -glucans. International Journal of Systematic Bacteriology, 39, 112-115.

[15] Amoozegar, M.A., Sánchez-Porro, C., Rohban, R., Hajighasemi, M., Ventosa A. (2009) *Bacillus persepolensis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium from a hypersaline lake. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 59, 2352-2358.

[16] Amoozegar, M.A., Didari, M., Bagheri, M., Fazeli, S.A., Schumann, P., Spröer, C., Sánchez-Porro, C., Ventosa, A. (2013) *Bacillus salsus* sp. nov., a halophilic bacterium from a hypersaline lake. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 63, 3324-3329.

[17] Amoozegar, M.A., Siroosi, M. (2015) Hydrolytic enzymes in halophilic bacteria, properties and biotechnological potential. In: Halophiles, Chapter 13, Biodiversity and Sustainable Exploitation, Editors.; Dinesh, K., Maheshwari, M.S. Springer-Heidelberg.

- [18] Amore, A., Parameswaran, B., Kumar, R., Birolo, L., Vinciguerra, R., Marcolongo, L., Ionata, E., La Cara, F., Pandey, A., Faraco, V. (2015) Application of a new xylanase activity from *Bacillus amyloliquefaciens* XR44A in brewer's spent grain saccharification. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 90, 573-581.
- [19] Andersch, I., Pianka, S., Fritze, D., Claus, D. (1994) Description of *Bacillus laevolacticus* (ex Nakayama and Yanoshi 1967) sp. nov., nom. rev. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 44, 659-664.
- [20] Anderson, A.K. ve Finkelstein, R. (1919) A study of the electropure process of treating milk. *Journal of Dairy Science*, 2, 374-406.
- [21] Anderson, H. (1949) The bacteriology of the hide preservation, *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 33, 251-256.
- [22] Anderson, D. I. Ve Hughes, D. (2010) Antibiotic resistance and its cost: is it possible to reverse resistance? *Nature Review*, 8, 260-271.
- [23] Andersson, M., Laukkanen, M., Nurmiaho-Lassila, E.L., Rainey, F.A., Niemelä, S.I., Salkinoja-Salonen, M. (1995) *Bacillus thermosphaericus* sp. nov., a new thermophilic ureolytic *Bacillus* isolated from air. *Systematic and Applied Microbiology*, 18, 203-220.
- [24] Annamalai, N., Rajeswari, M.V., Balasubramanian, T. (2014) Extraction, purification and application of thermostable and halostable alkaline protease from *Bacillus alveyuensis* CAS 5 using marine wastes. *Food and Bioproducts Processing*, 92, 335-342.
- [25] Arahall, D.R., Dewhirst, F.E., Paster, B.J., Volcani, B.E., Ventosa, A. (1996) Phylogenetic analyses of some extremely halophilic archaea isolated from dead sea water, determined on the basis of their 16S rRNA sequences. *Applied and Environmental Microbiology*, 62, 3779-3786.
- [26] Arahall, D.R., Marquez, M.C., Volcani, B.E., Schleifer, K.H., Ventosa, A. (1999) *Bacillus marismortui* sp. nov., a new moderately halophilic species from the Dead Sea. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 49, 521-530.
- [27] Arfman, N., Dijkhuizen, L., Kirchhof, G., Ludwig, W., Schleifer, K.H., Bulygina, E.S., Chumakov, K.M., Govorukhina, N.I., Trotsenko, Y.A., White, D., Sharp, R.J. (1992) *Bacillus methanolicus* sp. nov., a new species of thermotolerant,

methanol-utilizing, endospore-forming bacteria. International Journal of Systematic Bacteriology, 42, 439-445.

[28] Asaka, O. ve Shoda, M. (1996) Biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato with *Bacillus subtilis* RB14, Applied and Environmental Microbiology, 62(11), 4081-4085.

[29] Asha, R., Niyonzima, F.N., Sunil, S.M. (2013) Purification and properties of pullulanase from *Bacillus halodurans*. International Research Journal of Biological Sciences, 2(3), 35-43.

[30] Aslan, E. (2009) Tuzlanmış Derilerde Bulunan Mikroorganizma Türlerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

[31] Aslan, E., Birbir, M. (2011a) Examination of efficiency and sufficiency of salt-pack curing method. Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists, 95(3), 98-103.

[32] Aslan, E., Birbir, M. (2011b) Examination of Gram-positive bacteria on salt-pack cured hides. Journal of The American Leather Chemists Association, 12(106), 372-380.

[33] Aslan, E., Birbir, M. (2012) Examination of Gram-negative bacteria on salt-pack cured hides. Journal of the American Leather Chemists Association, 4(107), 106-115.

[34] Awais, M., Shah, A.A., Hameed, A., Hasan, F. (2007) Isolation, identification and optimization of bacitracin produced by *Bacillus* sp. Pakistan Journal of Botany, 39(4), 1303-1312.

[35] Azadian, F., Badoei-dalfard, A., Namaki-Shoushtari, A., Karami, Z., Hassanshahian M. (2017) Production and characterization of an acido-thermophilic, organic solvent stable cellulase from *Bacillus sonorensis* HSC7 by conversion of lignocellulosic wastes. Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, 15, 187-196.

[36] Azmatunnisa, M., Rahul, K., Subhash, Y., Sasikala, C.H., Ramana C.H., V. (2015) *Bacillus oleivorans* sp. nov., a diesel oil-degrading and solvent-tolerant bacterium. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 65, 1310-1315.

- [37] Bachmeier, K.L., Williams, A.E., Warmington, J.R., Bang, S.S. (2002) Urease activity in microbiologically-induced calcite precipitation. *Journal of Biotechnology*, 93, 171-181.
- [38] Back, S.C. ve Kwon, Y.J. (2007) Optimization of the pretreatment of rice straw hemicellulosic hydrolyzates for microbial production of xulytol. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 12, 404-409.
- [39] Bacon, C.W. ve Hinton, D.M., (2002) Endophytic and biological control potential of *Bacillus mojavensis* and related species. *Biological Control*, 23(3), 274-284.
- [40] Bae, S.S., Lee, J.H., Kim, S.J. (2005) *Bacillus alveayuensis* sp. nov., a thermophilic bacterium isolated from deep-sea sediments of the Ayu Trough. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, 1211-1215.
- [41] Baesman, S.M., Stolz, J.F., Kulp, T.R., Oremland, R.S. (2009) Enrichment and isolation of *Bacillus beveridgei* sp. nov., a facultative anaerobic haloalkaliphile from Mono Lake, California, that respire oxyanions of tellurium, selenium, and arsenic. *Extremophiles*, 13, 695-705.
- [42] Bagheri, M., Didari, M., Amoozegar, M.A., Schumann, P., Sánchez-Porro, C., Mehrshad, M., Ventosa, A. (2012) *Bacillus iranensis* sp. nov., a moderate halophile from a hypersaline lake. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 62, 811-816.
- [43] Baik, K.S., Lim, C.H., Park, S.C., Kim, E.M., Rhee, M.S., Seong, C.N. (2010) *Bacillus rigui* sp. nov., isolated from wetland fresh water. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 60, 2204-2209.
- [44] Bailey, D.G. ve Birbir, M. (1993) A study of the extremely halophilic microorganisms found on commercially brine-cured cattle hides. *The Journal of the American Leather Chemists Association*, 88, 285-293.
- [45] Bailey, D.G. ve Birbir, M. (1996) The impact of halophilic organisms on the grain quality of brine cured hides. *JALCA*, 91, 47-51.
- [46] Bailey, D.G. (2003) The preservation of hides and skins. *Journal of the American Leather Chemists Association*, 98, 308-319.
- [47] Balaban, N. (2008) Klinik Materyallerden Elde Edilen Stafilokoklarda Makrolid, Linkozamid ve Streptogramin B Direnci Sıklığının Disk Yaklaşırma Testi ve

Moleküler Yöntemler Kullanılarak Araştırılması. Doktora tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

- [48] Balcázar, J.L., Pintado, J., Planas, M. (2010) *Bacillus galliciensis* sp. nov., isolated from faeces of wild seahorses (*Hippocampus guttulatus*). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 60, 892-895.
- [49] Banat, J.M., Makkar, R.S., Cameotra, S.S. (2000) Potential commercial applications of microbial surfactants. Applied Microbiology and Biotechnology, 53, 495-508.
- [50] Bao, P., Xiao, K. Q., Wang, H.J., Xu, H., Xu, P.P., Jia, Y., Haggblom, M.M., Zhu, Y.G. (2016) Characterization and potential applications of a selenium nanoparticle producing and nitrate reducing bacterium *Bacillus oryzae* sp. nov. Scientific Reports, 6, 34054.
- [51] Barbosa, T.M., Serra, C.R., La Ragione, R.M., Woodward, M.J., Henriques, A.O. (2005) Screening for *Bacillus* isolates in the broiler gastrointestinal tract. Applied and Environmental Microbiology, 71, 968-978.
- [52] Baril, E., Coroller, L., Couvert, O., El Jabri, M., Leguerinel, I., Postollec, F., Boulais, C., Carlin, F., Mafart, P. (2012) Sporulation boundaries and spore formation kinetics of *Bacillus* spp. as a function of temperature, pH and a(w). Food Microbiology, 32, 79-86.
- [53] Barnett, M.E. ve Venghaus, J.D. (1988) Microbiology laboratory exercises, Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa.
- [54] Batchelor, M.D. (1919) Aerobic spore-bearing bacteria in the intestinal tract of children. Journal of Bacteriology, 4, 23-34.
- [55] Beattie, J.M. ve Lewis, F.C. (1925) The electric current (Apart from the heat generated) bacteriological agent in the sterilization of milk and other fluids. Journal of Hygiene, 24, 123-127.
- [56] Ben-Gad, D. ve Gerchman, Y. (2017) Reclassification of *Brevibacterium halotolerans* DSM8802 as *Bacillus halotolerans* comb. nov. based on microbial and biochemical characterization and multiple gene sequence. Current Microbiology, 74, 1-5.

- [57] Berber, D. (2009) Tuzlarda, Tuzlanmış ve Islatılmış Ham Derilerdeki Bakteriyel Popölasyonun İncelenmesi, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- [58] Berber, D. ve Birbir, M. (2010) Examination of bacterial populations in salt, salted hides, soaked hides and soak liquors. Journal of the American Leather Chemists Association, 105, 320-326.
- [59] Berber, D. ve Birbir, M. (2019) Determination of major problems of raw hide and soaking process in leather. Industry International Journal of Engineering, Pure and Applied Sciences, 2, 118-125.
- [60] Bergman, M. (1929) On the red discoloration of salted hides and on salt stains. International Society of Leather Trades Chemists, 13, 599-611.
- [61] Berliner, E. (1915) Über die Schlaffsucht der Mehlmottenraupe (*Ephestia kühniella* Zell) und ihren Erreger *Bacillus thuringiensis* n. sp. Zeitschrift für angewandte Entomologie Berlin, 2, 29-56.
- [62] Bernier, R., Jr., Desrochers, M., Jurasek, L., Paice, M. G. (1983) Isolation and characterization of a xylanase from *Bacillus subtilis*. Applied and Environmental Microbiology, 46, 511-514.
- [63] Beşe, M. (1974) Mikrobiyolojide Kullanılan Biyokimyasal Testler ve Besiyerleri, Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- [64] Bibi, F., Chung, E.J., Jeon, C.O., Chung, Y.R. (2011) *Bacillus graminis* sp. nov., an endophyte isolated from a coastal dune plant. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 61, 1567-1571.
- [65] Bilgehan, H. (2004) Klinik Mikrobiyolojik Tanı. 4. Baskı. Barış Yayınları, Ankara, Türkiye.
- [66] Bilgi, S.T., Yapıcı, B.M., Karaboz, I. (2015) Determination of hydrolytic enzyme capabilities of halophilic archaea isolated from hides and skins and their phenotypic and phylogenetic identification. The Journal of the American Leather Chemists Association, 110, 33-42.
- [67] Binda, E., Marinelli, F., Marcone, G.L. (2014) Old and new glycopeptide antibiotics: action and resistance. Antibiotics, 3, 572-594.

- [68] Birbir, M. (1991) Deri Endüstrisinde Kullanılan İşlenmiş ve İşlenmemiş Sığır Derilerinde Derinin Kalitesine Etki Eden Mikroorganizmaların İzolasyonu ve İdentifikasyonu. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- [69] Birbir, M. ve Ilgaz, A. (1996) Isolation and identification of bacteria adversely affecting hide and leather quality. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 80, 147-153.
- [70] Birbir, M., Kallenberger, W., Ilgaz, A., Bailey, D.G. (1996) Halophilic bacteria isolated from brine cured cattle hides. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 80, 87-90.
- [71] Birbir, M. (1997) Tuzla muhafa edilmiş Fransız ve Rus derilerinin halofilik bakteriler yönünden incelenmesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 27, 68-73.
- [72] Birbir, M., Elevi, R., Sesal, C., Vreeland, R.H., Oren, A. (2001) Characteristics of extremely halophilic bacteria isolated from the kaldırım and kayacık salterns of Sereflikochisar Salt Lake in Türkiye. in: *Proceedings of Halophiles 2001, International Conference on Halophilic Microorganisms*, Sevilla, Spain, 23–27.
- [73] Birbir, M. ve Sesal, C. (2003) Extremely halophilic bacterial communities in Sereflikochisar Salt Lake in Turkey. *Turkish Journal of Biology*, 27(7) 7-22.
- [74] Birbir, M. (2004) Examination of Proteolytic and Lipolytic Bacteria in Salt Used in Hide Conservation. *1st National Leather Symposium Book*, 39-49.
- [75] Birbir, M., Ogan, A., Calli, B., Mertoglu, B. (2004) Enzymatic characteristics of extremely halophilic archaeal community in Tuzkoy Salt Mine, Turkey. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20, 613-621.
- [76] Birbir, Y. ve Birbir, M. (2006) Inactivation of extremely halophilic hide-damaging bacteria via low-level direct electric current. *Journal of Electrostatics*, 64, 791-795.
- [77] Birbir, Y., Ugur, G., Birbir, M. (2008) Inactivation of bacterial population in hide soak liquors via direct electric current, *Journal of Electrostatics*, 66(7-8), 355-360.
- [78] Birbir, Y., Degirmenci, D.; Birbir, M. (2008a) Direct electric current utilization in destruction of extremely halophilic bacteria in salt that is used in brine curing of hides. *Journal of Electrostatics*. 66, 388-394.

- [79] Birbir, Y., Dolek, N., Birbir, M., Caglayan, P. (2013) Synergistic effect of direct and alternating electric current treatments and bronopol to inactivate bacteria found in hide soak liquors. The Journal of the American Leather Chemists Association, 108, 373-385.
- [80] Birbir, Y., Dölek, N., Birbir, M. (2013a) Effect of a combined treatment using both direct and alternating electric currents on hide bacteria in hide-soak liquor. Journal of Electrostatics, 5(71), 898-904.
- [81] Birbir, Y., Anık, S., Birbir, M., Çağlayan, P. (2015) Annihilation of extremely halophilic archaea in hide preservation salt using alternating electric current electrochemical disinfection of hide brine liquors for use in the leather industry. Johnson Matthey Technology Review, 59(2), 109-119.
- [82] Birbir, M., Yazıcı, E., Caglayan, P. (2019) Investigation of antibiotic-resistant enterobacteriaceae isolated from soaked sheepskins and cattle hides. Journal Society of Leather Technologists and Chemists, 103(1), 6-13.
- [83] Bittar, F., Bibi, F., Ramasamy, D., Lagier, J. C., Azhar, E.I., Jiman-Fatani, A.A., Al-Ghamdi, A.K., Nguyen, T.T., Yasir, M., Fournier, P.E., Raoult, D. (2015) Non contiguous-finished genome sequence and description of *Bacillus jeddahensis* sp. nov. Standards in Genomic Sciences, 10, 47.
- [84] Blue, S.R., Singh, V.R., Saub, M.A. (1995) *Bacillus licheniformis* bacteremia: five cases associated with indwelling central venous catheters. Clinical Infectious Diseases, 20, 629-33.
- [85] Bollet, C., Vignoli, C., De Micco, P. (1992) Molecular cloning of a specific DNA probe for the identification of *Bacillus licheniformis*. Microbiologica, 15, 291-5.
- [86] Bonjour, F. ve Aragno, M. (1984) *Bacillus tusciae*, a new species of thermoacidophilic, facultatively chemolithoautotrophic, hydrogen oxidizing sporeformer from a geothermal area. Archives Microbiology, 139, 397-401.
- [87] Boone, D.R., Liu, Y., Zhao, Z.J., Balkwill, D.L., Drake, G.R., Stevens, T.O., Aldrich, H.C. (1995) *Bacillus infernus* sp. nov., an Fe (III)- and Mn (IV)-reducing anaerobe from the deep terrestrial subsurface. International Journal of Systematic Bacteriology, 45, 441-448.
- [88] Borchert, M.S., Nielsen, P., Graeber, I., Kaesler, I., Szewzyk, U., Pape, T., Antranikian, G., Schäfer. T. (2007) *Bacillus plakortidis* sp. nov. and *Bacillus*

murimartini sp. nov., novel alkalitolerant members of rRNA group 6. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 57, 2888-2893.

[89] Borris, R., Chen, X.H., Rueckert, C., Blom, J., Becker, A., Baumgarth, B., Fan, B., Pukall, R., Schumann, P., Spröer, C., Junge, H., Vater, J., Pühler, A., Klenk, H.P. (2011) Relationship of *Bacillus amyloliquefaciens* clades associated with strains DSM 7T and FZB42T: a proposal for *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *amyloliquefaciens* subsp. nov., and *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* subsp. nov., based on complete genome sequence comparisons. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 61, 1786-1801.

[90] Borsodi, A.K., Marialigeti, K., Szabo, G., Palatinszky, M., Pollak, B., Keki, Z., Kovacs, A.L., Schumann, P., Toth, E.M. (2008) *Bacillus aurantiacus* sp. nov., an alkaliphilic and moderately halophilic bacterium isolated from Hungarian soda lakes. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 58, 845-851.

[91] Borsodi, A.K., Pollak, B., Keki, Z., Rusznyak, A., Kovacs, A.L., Spröer, C., Schumann, P., Marialigeti, K., Toth, E.M. (2011) *Bacillus alkalisediminis* sp. nov., an alkaliphilic and moderately halophilic bacterium isolated from sediment of extremely shallow soda ponds. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 61, 1880-1886.

[92] Bottone, E.J. (2010) *Bacillus cereus*, a volatile human pathogen. Clinical Microbiology Reviews, 23, 382-398.

[93] Branquinho, R., Sousa, C., Osório, H., Meirinhos-Soares, L.S., Lopes, J.O., Carriço, J.O.A., Busse, H.J.R., Abdulmawjood, A., Klein, G.N., Kämpfer, P., Pintado, M.E., Peixe, L.S.V. (2014) *Bacillus invictae* sp. nov., isolated from a health product. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 64, 3867-3876.

[94] Bredemann, G. ve Werner, W. (1933) In: Werner W., Botanische beschreibung häufiger am buttersäureabbau beteiligter sporenbildender bakterienspezies. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Abteilung II, 87, 446-475.

[95] Butaye, P., Devriese, L.A., Haesebrouck, F. (2003) Antimicrobial growth promoters used in animal feed: effects of less well-known antibiotics on Gram-positive bacteria. Clinical Microbiology Reviews, 16, 175-188.

- [96] Caccamo, D., Gugliandolo, C., Stackebrandt, E., Maugeri, T.L. (2000) *Bacillus vulcani* sp. nov., a novel thermophilic species isolated from a shallow marine hydrothermal vent. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 50, 2009-2012.
- [97] Caglayan, P., Birbir, M., Ventosa, A., Sánchez-Porro, C. (2015) Characterization of moderately halophilic bacteria from the salt-pack cured hides. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 5, 250-254.
- [98] Caglayan, P., Birbir, M., Sánchez-Porro, C., Ventosa, A. (2017) Screening of industrially important enzymes produced by moderately halophilic bacteria isolated from salted sheep skins of diverse origin. *The Journal of the American Leather Chemists Association*, 112(6), 207-216.
- [99] Caglayan, P., Birbir, M., Sánchez-Porro, C., Ventosa, A., Birbir, Y. (2018) Investigation of moderately halophilic bacteria causing deterioration of the salted sheep and goat skins and their extermination via electric current applications, *JALCA*, 113, 41-52.
- [100] Carrasco, I.J., Marquez, M.C., Xue, Y., Ma, Y., Cowan D.A., Jones, B.E., Grant W.D., Ventosa A. (2007) *Bacillus chagannorensis* sp. nov., a moderate halophile from a soda lake in Inner Mongolia, China. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57, 2084-2088.
- [101] Cerritos, R., Vinuesa, P., Eguiarte, L.E., Herrera-Estrella, L., Alcaraz-Peraza, L.D., Arvizu-Gómez, J.L., Olmedo, G., Ramirez, E., Siefert, J.L., Souza V. (2008) *Bacillus coahuilensis* sp. nov., a moderately halophilic species from a desiccation lagoon in the Cuatro Ciénegas Valley in Coahuila, Mexico. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58, 919-923.
- [102] Chandna, P., Mayilraj, S., Kuhad, R.C. (2013) *Bacillus paraflexus* sp. nov., isolated from compost. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63, 4735-4743.
- [103] Chen, X.H., Koumoutsis, A., Scholz, R., Eisenreich, A., Schneider, K., Heinemeyer, I., Morgenstern, B., Voss, B., Hess, W.R., Reva, O., Junge, H., Voigt, B., Jungblut, P.R., Vater, J., Süssmuth, R., Liesegang, H., Strittmatter, A., Gottschalk, G., Borriss, R. (2007) Comparative analysis of the complete genome sequence of the plant

growth-promoting bacterium *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42. *Nature Biotechnology*, 25, 1007-1014.

[104] Chen, Y.G., Zhang, Y.Q., Wang, Y.X., Liu, Z.X., Klenk, H.P., Xiao, H.D., Tang, S.K., Cui, X.L., Li, W.J. (2009) *Bacillus neizhouensis* sp. nov., a halophilic marine bacterium isolated from a sea anemone. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59, 3035-3039.

[105] Chen, Y.G., Zhang, Y.Q., He, J.W., Klenk, H.P., Xiao, J.Q., Zhu, H.Y., Tang, S.K., Li W.J. (2011) *Bacillus hemisentroti* sp. nov., a moderate halophile isolated from a sea urchin. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 61, 2950-2955.

[106] Chen, Y.G., Zhang L., Zhang Y.Q., He J.W., Klenk H.P., Tang S.K., Zhang Y.X., Li W.J. (2011a) *Bacillus nanhaiensis* sp. nov., isolated from an oyster. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 61, 888-893.

[107] Chen, Y.G., Zhang Y.Q., Chen Q.H., Klenk H.P., He J.W., Tang S.K., Cui X.L., Li W.J. (2011b) *Bacillus xiaoxiensis* sp. nov., a slightly halophilic bacterium isolated from non-saline forest soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 61, 2095-2100.

[108] Chen, Y.G., Hu, S.P., Tang, S.K., He, J.W., Xiao, J.Q., Zhu, H.Y., Li W.J. (2011c) *Bacillus zhanjiangensis* sp. nov., isolated from an oyster in South China Sea. *Antonie van Leeuwenhoek*, 99, 473-480.

[109] Chen, J.H., Tian, X.R., Ruan, Y., Yang, L.L., He, Z.Q., Tang, S.K., Li, W.J., Shi, H., Chen, Y.G. (2015) *Bacillus crassostreae* sp. nov., isolated from an oyster (*Crassostrea hongkongensis*). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 1561-1566.

[110] Cheshire, F.R.ve Cheyne, W.W. (1885) The pathogenic history and history under cultivation of a new *Bacillus* (*B. alvei*), the cause of a disease of the hive bee hitherto known as foul brood. *Journal of the Royal Microscopic Society*, Series II, 5, 581-601.

[111] Cho, S.L., Jung, M.Y., Park, M.H., Kim W. (2010) *Bacillus chungangensis* sp. nov., a halophilic species isolated from sea sand. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 60, 1349-1352.

- [112] Choi, S.M., Park, M.H., Jung, T.S., Moon, K.H., Kim, K.M., Kang, J.S. (2011) Characterization of *Bacillus mojavensis* KJS-3 for Industrial Applications. Arch Pharm Res, 34(2), 289-298.
- [113] Choi, J.H. ve Cha, C.J. (2014) *Bacillus panacisoli* sp. nov., isolated from ginseng soil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 64, 901-906.
- [114] Choi, S.K., Jeong, H., Kloepper, J.W., Ryu, C.M. (2014) Genome Sequence of *Bacillus amyloliquefaciens* GB03, an active ingredient of the first commercial biological control product. Genome Announcement, 2, e01092-14.
- [115] Choudhary, D.K. ve Johri, B.N. (2009) Interactions of *Bacillus* spp. and plants-with special reference to induced systemic resistance (ISR). Microbiological Research, 164, 493-513.
- [116] Christensen, W.B. (1946) Urea decomposition as a means of differentiating *Proteus* and *Paracolon* Cultures from Each Other and from *Salmonella* and *Shigella* Types. Journal of Bacteriology, 52, 461-466,
- [117] Ciurli, S., Marzadori, C., Benini, S., Deiana, S., Gessa, C. (1996) Urease from the soil bacterium *Bacillus pasteurii*: immobilization on Ca-polygalacturonate. Soil Biology and Biochemistry, 28, 811-817.
- [118] Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) (2010) Methods for Antimicrobial Dilution and Disk Susceptibility Testing of Infrequently Isolated or Fastidious Bacteria; Approved Guideline-Second Edition, CLSI document M45-A2, Wayne, P.A.
- [119] Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) (2017) Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 27th ed. CLSI supplement M100. Wayne, P.A.
- [120] Cohn, F. (1872) Untersuchungen über Bakterien. Beitrage zur Biologie der Pflanzen, 1875, 1, (Heft 2), 1, 127-224.
- [121] Collins, T., Gerday, C., Feller, G., (2005) Xylanases, xylanase families and extremophilic xylanases. FEMS Microbiology Reviews, 29, 3-23.
- [122] Collins, F.W.J., O'Connor, P.M., O'Sullivan, O., Rea, M.C., Hill, C., Ross, R.P. (2016) Formicin-a novel broad-spectrum two component lantibiotic produced by *Bacillus paralicheniformis* APC 1576. Microbiology, 162, 1662-1671.

- [123] Combet-Blanc, Y., Ollivier, B., Streicher, C., Patel, B.K.C., Dwivedi, P.P., Pot, B., Prensier, G., Garcia J.L. (1995) *Bacillus thermoamylovorans* sp. nov., a moderately thermophilic and amylolytic bacterium. International Journal of Systematic Bacteriology, 45, 9-16.
- [124] Coorevits A., Logan N.A., Dinsdale A.E., Halket G., Scheldeman P., Heyndrickx M., Schumann P., Van Landschoot A., De Vos P. (2011) *Bacillus thermolactis* sp. nov., isolated from dairy farms, and emended description of *Bacillus thermoamylovorans*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 61, 1954-1961.
- [125] Costerton, J.W., Ellis, B., Lam, K., Johnson, F., Khoury, A.E. (1994) Mechanism of electrical enhancement of efficacy of antibiotics in killing biofilm bacteria. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 38 2803-2809.
- [126] Çağalayan, P. (2015) Küçükbaş Hayvan DerİLERİNDEKİ İlimli Halofil Bakterilerin Karakterizasyonu. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- [127] Çevikbaş, A. ve Abbasoğlu, U. (2011) Farmasötik Mikrobiyoloji, Efil Yayınevi, Ankara, Türkiye.
- [128] D'Arienzo, R., Maurano, F., Mazzarella, G., Luongo, D., Stefanile, R., Ricca, E., Rossi, M. (2006) *Bacillus subtilis* spores reduce susceptibility to *Citrobacter rodentium*-mediated enteropathy in a mouse model. Research in Microbiology, 157, 891-897.
- [129] Dar, D. ve Sorek, R. (2017) Regulation of antibiotic-resistance by noncoding RNAs in Bacteria. Current Opinion in Microbiology, 36, 111-117.
- [130] Darland, G. ve Brock, T.D. (1971) *Bacillus acidocaldarius* sp. nov., an acidophilic thermophilic spore-forming bacterium. Journal of General Bacteriology, 67, 9-15.
- [131] Daroonpunt, R., Itoh, T., Kudo, T., Ohkuma, M., Tanasupawat, S. (2016) *Bacillus piscicola* sp. nov., isolated from Thai fish sauce (Nam-pla). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 66, 1151-1155.
- [132] Dastager, S.G., Mawlankar, R., Tang, S.K., Srinivasan, K., Ramana, V.V., Shouche, Y.S. (2014) *Bacillus enclensis* sp. nov., isolated from sediment sample. Antonie van Leeuwenhoek, 105, 199-206.

- [133] Dastager, S.G., Mawlankar, R., Mual, P., Verma, A., Krishnamurthi, S., Joseph, N., Shouche, Y.S. (2015) *Bacillus encimensis* sp. nov., isolated from marine sediment. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 65, 1421-1425.
- [134] Davis, C.P., Shirtiff, M.E., Trieef, N.M., Hoskins, S.L., Warren, M.M. (1994) Quantification qualification and microbial killing efficiencies of antimicrobial chlorine-based substances produced by iontophoresis. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 38, 2768-2774.
- [135] De Clerck, E., Rodríguez-Díaz, M., Vanhoutte, T., Heyrman, J., Logan, N.A., De Vos, P. (2004) *Anoxybacillus contaminans* sp. nov. and *Bacillus gelatini* sp. nov., isolated from contaminated gelatin batches. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 54, 941-946.
- [136] DeFlaun, M.F. ve Condee, C.W. (1997) Electrokinetic Transport of Bacteria. Journal of Hazardous Materials, 55, 263-277.
- [137] Deinhard, G., Blanz, P., Poralla, K., Alton, E. (1987) *Bacillus acidoterrestris* sp. nov., a new thermotolerant acidophile isolated from different soils. Systematic and Applied Microbiology, 10, 47-53.
- [138] Delaporte, B. ve Sasson, A. (1967) Study of bacteria from arid soils of Morocco: *Bacillus maroccanus* n. sp., C. R. Acad. Sci. Hebd. Seances Acad. Sci. D. 264(18), 2344-2346.
- [139] Demharter, W. ve Hensel, R. (1989) *Bacillus thermocloaceae* sp. nov., a new thermophilic species from sewage sludge. Systematic and Applied Microbiology, 11, 272-276.
- [140] Den Dooren De Jong, L.E. (1929) Über *Bacillus fastidiosus*. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Abteilung II, 79, 344-353.
- [141] Denariáz, G., Payne, W.J., Le Gall, J. (1989) A halophilic denitrifier, *Bacillus halodenitrificans* sp. nov. International Journal of Systematic Bacteriology, 39, 145-151.
- [142] Denizci, A.A., Kazan, D., Erarslan A. (2010) *Bacillus marmarensis* sp. nov., an alkaliphilic, protease-producing bacterium isolated from mushroom compost. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 60, 1590-1594.

- [143] Dhiman, T.R., Zaman, M.S., Gimenez, R.R., Walters, J.L., Treacher, R. (2002) Performance of dairy cows fed forage treated with fibrolytic enzymes prior to feeding. *Animal Feed Science and Technology*, 101 115-125.
- [144] Dibner, J.J. ve Richards, J.D. (2005) Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action. *Poultry Science*, 84, 634-643.
- [145] Didari, M., Amoozegar, M.A., Bagheri, M., Mehrshad, M., Schumann, P., Spröer, C., Sánchez-Porro, C., Ventosa A. (2013) *Bacillus persicus* sp. nov., a halophilic bacterium from a hypersaline lake. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63,1229-1234.
- [146] Diez-Mendez, A., Rivas, R., Mateos, P.F., Martinez-Molina, E., Santin, P.J., Sanchez-Rodriguez, J.A., Velazquez, E. (2017) *Bacillus terrae* sp. nov., isolated from *Cistus ladanifer* rhizosphere soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 67, 1478-1481.
- [147] Donk, P.J. (1920) A highly resistant thermophilic organism. *Journal of Bacteriology*, 5, 373-374.
- [148] Dou, G., Liu, H., He, W., Ma, Y. (2016) *Bacillus lindianensis* sp. nov., a novel alkaliphilic and moderately halotolerant bacterium isolated from saline and alkaline soils. *Antonie van Leeuwenhoek*, 109, 149-158.
- [149] Drees, K.P., Abbaszadegan, M., Maiera, R.M. (2003) Comparative electrochemical inactivation of bacteria and bacteriophage. *Water Research*, 37, 2291-2300.
- [150] Duan, X., Chen, J., Wu, J. (2013) Improving the thermostability and catalytic efficiency of *Bacillus deramificans* pullulanase by sitedirected mutagenesis. *Applied and Environmental Microbiology*, 79, 4072-4077.
- [151] Duc, L.H., Hong, H.A., Cutting, S.M. (2003a) Germination of the spore in the gastrointestinal tract provides a novel route for heterologous antigen delivery. *Vaccine*, 21, 4215-4224.
- [152] Duc, L.H., Hong, H.A., Fairweather, N., Ricca, E., Cutting, S.M. (2003b) Bacterial spores as vaccine vehicles. *Infection and Immunity*, 71, 2810-2818.
- [153] Dunlap, C.A., Kwon, S.W., Rooney, A.P., Kim, S.J. (2015) *Bacillus paralicheniformis* sp. nov., isolated from fermented soybean paste. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 3487-3492.

- [154] Dunlap, C.A., Bowman, M.J., Schisler, D.A., Rooney, A.P. (2016) Genome analysis shows *Bacillus axarquiensis* is not a later heterotypic synonym of *Bacillus mojavenensis*; reclassification of *Bacillus malacitensis* and *Brevibacterium halotolerans* as heterotypic synonyms of *Bacillus axarquiensis*, International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 66, 2438-2443.
- [155] Dunlap, C.A., Saunders, L.P., Schisler, D.A., Leathers, T.D., Naeem, N., Cohan, F.M., Rooney, A.P. (2016a) *Bacillus nakamurai* sp. nov., a black-pigment-producing strain. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 66, 2987-2991.
- [156] Dunlap, C.A., Schisler, D.A., Perry, E.B., Connor, N., Cohan, F.M., Rooney, A.P. (2017) *Bacillus swezeyi* sp. nov. and *Bacillus haynesii* sp. nov., isolated from desert soil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 67, 2720-2725.
- [157] Dutky, S.R. (1940) Two new spore-forming bacteria causing milky diseases of Japanese beetle larvae. Journal of Agricultural Research, 61, 57-68.
- [158] Eren Kıran, Ö., Çömlekçioğlu, U., Dostbil, N. (2006) Bazı Mikrobiyal Enzimler ve Endüstrideki Kullanım Alanları, KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 9(1), 12-19.
- [159] Ersoy, A. ve Yünsel, T.Y. (2001) 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, Türkiye, 118-19.
- [160] Essack, S.Y. (2001) The Development of beta-lactam antibiotics in response to the evolution of beta-lactamases. Pharmaceutical Research, 18, 1391-9.
- [161] European Committee for Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID), Determination of minimum inhibitory concentrations (MICs) of antibacterial agents by agar dilution, EUCAST Definitive Document E. Def 3.1, Clinical Microbiology and Infection, 6, 509-515, 2000.
- [162] Euzéby, J.P. (2010) *Bacillus* Cohn 1872, genus. In List of Prokaryotic Names with Standing in Nomenclature. www.bacterio.net/bacillus.html
- [163] Everett, A.L. ve Cordon, T.C. (1956) Resistance of purified collagen to degradation by salt tolerant bacteria in pure culture. Journal of the American Leather Chemists Association, 2, 59-66.

- [164] Fan, B., Blom, J., Klenk, H.P., Borriss, R. (2017) *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus velezensis* and *Bacillus siamensis* form an operational group *B. amyloliquefaciens* within the *B. subtilis* species complex. *Frontiers in Microbiology*, 8, 22.
- [165] Feng, L., Liu, D., Sun, X., Wang, G., Li, M. (2016) *Bacillus cavernae* sp. nov., isolated from cave soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 66, 801-806.
- [166] Flügge, C. (1886) *Die Mikroorganismen*, F.C.W. Vogel, Leipzig.
- [167] Frankland, G.C. ve Frankland, P.F. (1887) Studies on some new microorganisms obtained from air. *Royal Society London, Philosophical Transactions, Series B, Biological Sciences*, 178, 257-287.
- [168] Fritze, D. (1996) *Bacillus haloalkaliphilus* sp. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 46, 98-101.
- [169] Fujita, T., Shida, O., Takagi, H., Kunugita, K., Pankrushina, A.N., Matsushashi, M. (1996) Description of *Bacillus carboniphilus* sp. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 46, 116-118.
- [170] Ganzle, M.G., Haase, G., Jelen P. (2008) Lactose: crystallization, hydrolysis and valueadded derivatives. *International Dairy Journal*, 18, 685-694.
- [171] Garabito, M.J., Arahall, D.R., Mellado, E., Marquez, M.C., Ventosa, A. (1997) *Bacillus salexigens* sp. nov., a new moderately halophilic *Bacillus* species. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 47, 735-741.
- [172] Gatson, J.W., Benz, B.F., Chandrasekaran, C., Satomi, M., Venkateswaran, K., Hart, M.E. (2006) *Bacillus tequilensis* sp. nov., isolated from a 2000-year-old Mexican shaft-tomb, is closely related to *Bacillus subtilis*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 1475-1484.
- [173] Ghorbani, S. ve Harighi, B. (2018) Characterization of endophytic bacteria with plant growth promotion and biological control potential isolated from walnut trees. *Forest Pathology*, 48, e12403.
- [174] Ghosh, A., Bhardwaj, M., Satyanarayana, T., Khurana, M., Mayilraj, S., Jain, R.K. (2007) *Bacillus lehensis* sp. nov., an alkalitolerant bacterium isolated from soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57, 238-242.

- [175] Gibson, T. (1935) The urea-decomposing microflora of soils. I. Description and classification of the organisms. *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Abteilung II*, 92, 364-380.
- [176] Glazunova, O.O., Raoult, D., Roux, V. (2006) *Bacillus massiliensis* sp. nov., isolated from cerebrospinal fluid. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 1485-1488.
- [177] Golovacheva, R.S., Loginova, L.G., Salikhov, T.A., Kolesnikov, A.A., Zaitzeva, G.N. (1975) A new thermophilic species *Bacillus thermocatenulatus* nov. sp. *Mikrobiologiya*, 44, 265-268.
- [178] Gontang, E.A., Fenical, W., Jensen, P.R. (2007) Phylogenetic diversity of Gram-positive bacteria cultured from marine sediments. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(10), 3272-3282.
- [179] Gudelj, M., Fruhwirth, G., Paar, A., Lottspeich, F., Robra, K.H., Cavaco Paulo, A., Gübitz, G.M. (2001) A catalase-peroxidase from a newly isolated thermoalkalophilic *Bacillus* sp. with potential for the treatment of textile bleaching effluents. *Extremophiles*, 5, 423-429.
- [180] Gugliandolo, C., Maugeri, T.L., Caccamo, D., Stackebrandt, E. (2003) *Bacillus aeolius* sp. nov., a novel thermophilic, halophilic marine *Bacillus* species from Eolian Islands (Italy). *Systematic and Applied Microbiology*, 26, 172-176.
- [181] Guinebretière, M.H., Auger, S., Galleron, N., Contzen, M., De Sarrau, B., De Buyser, M.L., Lamberet, G., Fagerlund, A., Granum, P.E., Lereclus, D., De Vos, P., Nguyen-The, C., Sorokin, A. (2013) *Bacillus cytotoxicus* sp. nov., is a novel thermotolerant species of the *Bacillus cereus* Group occasionally associated with food poisoning. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63, 31-40.
- [182] Guo, L.Y., Ling, S.K., Li, C.M., Chen, G.J., Du, Z.J. (2018) *Bacillus marinisedimentorum* sp. nov., isolated from marine sediment. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 68, 198-203.
- [183] Gupta, V., Singh, P.K., Korpole, S., Tanuku, N.R.S., Pinnaka, A.K. (2017) *Bacillus mangrovi* sp. nov., isolated from a sediment sample from a mangrove forest. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 67, 2219-2224.

- [184] Gutierrez-Arnillas, E., Rodriguez, A., Sanroman., M.A., Deive, F.J. (2016) New sources of halophilic lipases: isolation of bacteria from spanish and turkish saltworks. *Biochemical Engineering Journal*, 109, 170-177.
- [185] Güreli, H. (2009) Sığırlarda *Solunum Sistemi Hastalıklarının Tedavisinde Kullanılan Antibiyotikler*. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 80(3), 29-33.
- [186] Haines, M.B. (1984) Quality Rawstock. *The Journal of the American Leather Chemists Association*, 66, 164-173.
- [187] Hammer, B.W. (1915) Bacteriological studies on the coagulation of evaporated milk. *Iowa Agricultural Experimental Station Research Bulletin*, 19, 119-131.
- [188] Han, L., Yang, G., Zhou, X., Yang, D., Hu, P., Lu, Q., Zhou, S. (2013) *Bacillus thermocopriae* sp. nov., isolated from a compost. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63, 3024-3029.
- [189] Harley, J.P. ve Prescott, L.M. (2002) *Laboratory Exercises in Microbiology*. 5th Edition, The McGraw-Hill Companies, New York, NY.
- [190] Harwood, C.R. (1989) *Bacillus*. *Biotechnology Handbooks*. 2. Edited by Atkinson, T., Sherwood, R. F. Plenum, New York, London.
- [191] He, L., Chen, W., Liu, Y. (2006) Production and partial characterization of bacteriocin-like peptides by *Bacillus licheniformis* ZJU12. *Microbiological Research*, 161(4), 321-326.
- [192] Hernandez, E., Ramisse, F., Cruel, T., le Vagueresse, R., Cavallo, J.D. (1999) *Bacillus thuringiensis* serotype H34 isolated from human and insecticidal strains serotypes 3a3b and H14 can lead to death of immunocompetent mice after pulmonary infection. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 24, 43-47.
- [193] Heyndrickx, M., Logan, N.A., Lebbe, L., Rodríguez-Díaz, M., Forsyth, G., Goris, J., Scheldeman, P., De Vos, P. (2004) *Bacillus galactosidilyticus* sp. nov., an alkali-tolerant β -galactosidase producer. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54, 617-621.
- [194] Heyndrickx, M., Scheldeman, P., Forsyth, G., Lebbe, L., Rodríguez-Díaz, M., Logan, N.A., De Vos, P. (2005) *Bacillus ruris* sp. nov., from dairy farms. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, 2551-2554.
- [195] Heyrman, J., Balcaen, A., Rodriguez-Diaz, M., Logan, N.A., Swings J., De Vos, P. (2003) *Bacillus decolorationis* sp. nov., isolated from biodeteriorated parts of the

mural paintings at the Servilia tomb (Roman necropolis of Carmona, Spain) and the Saint-Catherine chapel (Castle Herberstein, Austria). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 53, 459-463.

[196] Heyrman, J., Vanparys, B., Logan, N.A., Balcaen, A., Rodriguez-Diaz, M., Felske, A., De Vos, P. (2004) *Bacillus novalis* sp. nov., *Bacillus vireti* sp. nov., *Bacillus soli* sp. nov., *Bacillus bataviensis* sp. nov. and *Bacillus drenensis* sp. nov., from the Drentse a grasslands. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54, 47-57.

[197] Heyrman, J., Logan, N.A., Rodríguez-Díaz, M., Scheldeman, P., Lebbe, L., Swings, J., Heyndrickx, M., De Vos, P. (2005) Study of mural painting isolates, leading to the transfer of '*Bacillus maroccanus*' and '*Bacillus carotarum*' to *Bacillus simplex*, emended description of *Bacillus simplex*, re-examination of the strains previously attributed to '*Bacillus macroides*' and description of *Bacillus muralis* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, 119-131.

[198] Heyrman, J., Rodriguez-Diaz, M., Devos, J., Felske, A., Logan, N.A., De Vos, P. (2005a) *Bacillus arenosi* sp. nov., *Bacillus arvi* sp. nov. and *Bacillus humi* sp. nov., isolated from soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, 111-117.

[199] Hirota, K., Nishita, M., Tu, Z., Matsuyama, H., Yumoto, I. (2018) *Bacillus fermentis* sp. nov., an indigo-reducing obligate alkaliphile isolated from indigo fermentation liquor for dyeing. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 68, 1123-1129.

[200] Hong, S.H., Jeong, J., Shim, S., Kang, H., Kwon, S., Ahn, K.H., Yoon, J. (2008) Effect of electric currents on bacterial detachment and inactivation. *Biotechnology and Bioengineering*, 100(2), 379-386.

[201] Hong, S.W., Park, J.M., Kim, S.J., Chung, K.S. (2012) *Bacillus eiseniae* sp. nov., a swarming, moderately halotolerant bacterium isolated from the intestinal tract of an earthworm (*Eisenia fetida* L.). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 62, 2077-2083.

[202] Hong, S.W., Kwon, S.W., Kim, S.J., Kim, S.Y., Kim, J.J., Lee, J.S., Oh, M.H., Kim, A.J., Chung, K.S. (2014) *Bacillus oryzaecorticis* sp. nov., a moderately halophilic

bacterium isolated from rice husks. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 64, 2786-2791.

[203] Howard, R. L., Abotsi, E., Jansen von Rensburg, E. L. Howard, S. (2003) Lignocellulose Biotechnology: Issues of Bioconversion and Enzyme Production. African Journal of Biotechnology, 2, 602-619.

[204] Hoyles, L., Honda, H., Logan, N.A., Halket, G., La Ragione, R.M., McCartney, A.L. (2012) Recognition of greater diversity of *Bacillus* species and related bacteria in human faeces. Research in Microbiology, 163, 3-13.

[205] Huang, J.M., La Ragione, R.M., Nunez, A., Cutting, S.M (2008) Immunostimulatory activity of *Bacillus* spores. FEMS Immunology and Medical Microbiology, 53, 195-203.

[206] Hugh-Jones, M. ve Blackburn, J. (2009) The ecology of *Bacillus anthracis*. Molecular Aspects of Medicine, 30, 356-367.

[207] Ikawa, S., Shibata, T., Ando, T. (1976) The Site-specific deoxyribonuclease from *Bacillus pumilus* (Endonuclease R. Bpu1387). Journal of Biochemistry, 80, 1457-1460.

[208] Ince, D. ve Hooper, D.C. (2003) Quinolone resistance due to reduced target enzyme expression. Journal of Bacteriology, 185, 6883-6892.

[209] Ishihara, H., Takoh, M., Nishibayashi, R., Sato, A. (2002) Distribution and variation of bacitracin synthetase gene sequences in laboratory stock strains of *Bacillus licheniformis*. Current Microbiology, 45, 18-23.

[210] Ivanova, E.P., Alexeeva, Y.A., Zhukova, N.V., Gorshkova, N.M., Buljan, V., Nicolau, D.V., Mikhailov, V.V., Christen, R. (2004) *Bacillus algicola* sp. nov., a novel filamentous organism isolated from brown alga *Fucus evanescens*. Systematic and Applied Microbiology, 27, 301-307.

[211] Jackman, S.A., Maini, G., Sharman, A.K., Christopher, J. (1999) The effects of direct electric current on the viability and metabolism of acidophilic bacteria. Enzyme and Microbial Technology, 24(5-6), 316-324.

[212] Jaeger, K.E. ve Eggert, T. (2002) Lipases for biotechnology. Current Opinion in Biotechnology, 13, 390–397.

[213] Jalkute, C.B., Waghmare, S.R., Nadafa, N.H., Dhanavade, M.J., Jadhava, D.B., Pendhari, S.I., Patil, R.S., Sonawane, K.D. (2017) Purification and characterization of

SDS stable protease from *Bacillus safensis* strain CK. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 10, 1091-95.

[214] Janecek, S., Svensson, B., MacGregor, E.A. (2014) Alpha-Amylase: An enzyme specificity found in various families of glycoside hydrolases. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 71, 1149-1170.

[215] Jensen, B.D. ve Norman, B.E. (1984) *Bacillus acidopulliticus* pullulanase: applications and regulatory aspects for use in food industry. *Process Biochemistry*, 1, 397-400.

[216] Jeong, H., Jeong, D.E., Kim, S.H., Song, G.C., Park, S.Y., Ryu, C.M., Park, S.H., Choi, S.K. (2012) Draft genome sequence of the plant growth-promoting bacterium *Bacillus siamensis* KCTC 13613T. *Journal of Bacteriology*, 194(15), 4148-4149.

[217] Jiang, Z., Zhang, D.F., Khieu, T.N., Son, C. K., Zhang, X.M., Cheng, J., Tian, X.P., Zhang, S., LI, W.J. (2014) *Bacillus tianshenii* sp. nov., isolated from a marine sediment sample. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 64, 1998-2002.

[218] Jiménez, G., Urdiain, M., Cifuentes, A., López-López, A., Blanch, A. R., Tamames, J., Kämpfer, P., Kolst&Ostroke;, A.-B., Ramón, D., Martínez, J. F., Codoñer, F. M., Rosselló-Móra, R. (2013) Description of *Bacillus toyonensis* sp. nov., a novel species of the *Bacillus cereus* group, and pairwise genome comparisons of the species of the group by means of ANI calculations. *Systematic and Applied Microbiology*, 36, 383-391.

[219] Jordan, E.O. (1890) A report on certain species of bacteria observed in sewage. In: W.T. Sedgewick (ed.), *A Report of the Biological Work of the Lawrence Experiment Station, Including an Account of Methods Employed and Results Obtained in the Microscopical and Bacteriological Investigation of Sewage and Water. Report on Water Supply and Sewerage (Part II)*. The Report of the Massachusetts Board of Health, 821-844.

[220] Jung, M.Y., Kim, J.S., Chang, Y.H. (2009) *Bacillus acidiproducens* sp. nov., vineyard soil isolates that produce lactic acid. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59, 2226-2231.

- [221] Kallel, F., Drissa, D., Bouaziz, F., Neifer, M., Ghorbel, R., Chaabounia, S.E. (2015) Production of xylooligosaccharides from garlic straw xylan by purified xylanase from *Bacillus mojavensis* UEB-FK and their in vitro evaluation as prebiotics. Food and Bioproducts Processing, 94, 535-546.
- [222] Kallenberger, W.E. (1984) Halophilic bacteria in brine curing. The Journal of the American Leather Chemists Association, 79, 104-114.
- [223] Kallenberger, W.E. (1985) Halophilic bacteria in hide curing, Division of Graduate Studies and Research of the University of Cincinnati. Ph.D. Thesis, Department of Basic Science Tanning Research of The College of Arts and Science, Ohio, USA.
- [224] Kämpfer, P., Busse, H.J., Mcinroy, J.A., Glaeser, S.P. (2015) *Bacillus gossypii* sp. nov., isolated from the stem of *Gossypium hirsutum*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 65, 4163-4168.
- [225] Kämpfer, P., Busse, H.J., Glaeser, S.P., Kloepper, J.W., Hu, C.H., Mcinroy, J.A. (2016) *Bacillus cucumis* sp. nov., isolated from the rhizosphere of cucumber (*Cucumis sativus*). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 66, 1039-1044.
- [226] Kämpfer, P., Busse, H.J., Mcinroy, J.A., Hu, C. H., Kloepper, J. W., Glaeser, S.P. (2017) *Bacillus zae* sp. nov., isolated from the rhizosphere of *Zea mays*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 67, 1241-1246.
- [227] Kanagaraj, J., Sundar, V.J., Muralidharan, C., Sadulla S. (2005) Alternatives to sodium chloride in prevention of skin protein degradation-a case study. Journal of Cleaner Production, 13, 825-831.
- [228] Kang, H., Weerawongwiwat, V., Kim, J.H., Sukhoom, A., Kim, W. (2013) *Bacillus songklensis* sp. nov., isolated from soil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 63, 4189-4195.
- [229] Kanlayakrit, W., Ikeda, T., Tojai, S., Rodprapakorn, M., Sirisansaneeyakul, S. (2001) Isolation and characterization of extracellular halophilic ribonuclease from halotolerant *Pseudomonas* species. Kasetsart Journal, 35, 179-187.
- [230] Kanso, S., Greene, A.C., Patel, B.K.C. (2002) *Bacillus subterraneus* sp. nov., an iron- and manganese-reducing bacterium from a deep subsurface Australian thermal aquifer. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 52, 869-874.

- [231] Kanzawa, Y., Harada, A., Takeuchi, M., Yokota, A., Harada T. (1995) *Bacillus curdlanolyticus* sp. nov. and *Bacillus kobensis* sp. nov., which hydrolyze resistant curdlan. International Journal of Systematic Bacteriology, 45, 515-521.
- [232] Kaur, G., Tewari, R., Soni, S.K. (2018) Screening of secondary metabolites for antimicrobial applications from *Bacillus tequilensis* RG2 (Soil isolate). International Journal of Pharmacy and Biological Sciences, 8(2) 372-379.
- [233] Kayser, F.H., Bienz, K. A., Eckert, J., Lindenmann, J. (1997) Tıbbi Mikrobiyoloji, 8. Baskı, Nobel Kitapevleri, İstanbul.
- [234] Kevin, P.D., Abbaszadegan, M., Maiera, R.M. (2003) Comparative electrochemical inactivation of bacteria and bacteriophage. Water Research, 37(10), 2291-2300.
- [235] Khire, J.M. ve Pant, A. (1992) Thermostable, salt-tolerant amylase from *Bacillus* sp. 64. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 8, 167-170.
- [236] Khochamit, N., Siripornadulsil, S., Sukon, P., Siripornadulsil, W. (2015) Antibacterial activity and genotypic–phenotypic characteristics of bacteriocin-producing *Bacillus subtilis* KKU213: potential as a probiotic strain. Microbiological Research, 170, 36-50.
- [237] Khoury, A.E., Lam, K., Ellis, B., Costerton, J.W. (1992) Prevention and control of bacterial infections associated with medical devices. American Society for Artificial Internal Organs Journal, 38(3), M174-8.
- [238] Kim, J.O., Jung, J.T., Yeom, I.T., Aoh, G.H. (2007) Electric fields treatment for the reduction of membrane fouling, the inactivation of bacteria and the enhancement of particle coagulation. Desalination, 202(1–3), 31-37.
- [239] Kim, B.K., Lee, B.H., Y. J. Lee, Y.J., Jin, I.H., Chung, C.H., Lee, J.W. (2009) Purification and characterization of carboxymethylcellulase Isolated from a marine bacterium, *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* A-53. Enzyme and Microbial Technology, 44, 411-416.
- [240] Kim, Y.J., Cao, W., Lee, S.U., Lee, J.W. (2012) Enhanced production of carboxymethylcellulase by a newly isolated marine microorganism *Bacillus atrophaeus* LBH-18 using rice bran, a byproduct from the rice processing industry. Journal of Life Science, 22(10) 1295-1306.

- [241] Kim, O.S., Cho, Y.J., Lee, K., Yoon, S.H., Kim, M., Na, H., Park, S.C., Jeon, Y.S., Lee, J.H., Yi, H., Won, S., Chun, J. (2012a) Introducing EzTaxon: a prokaryotic 16S rRNA gene sequence database with phylotypes that represent uncultured species. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 62, 716-721.
- [242] Kim, S.J., Dunlap, C.A., Kwon, S.W., Rooney, A.P. (2015) *Bacillus glycinifermentans* sp. nov., isolated from fermented soybean paste *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 3586-3590.
- [243] Knight, B.C. ve Proom, H. (1950) A comparative survey of the nutrition and physiology of mesophilic species in the genus *Bacillus*. *Journal of General Microbiology*, 4, 508-538.
- [244] Ko, K.S., Oh, W.S., Lee, M.Y., Lee, J.H., Lee, H., Peck, K.R., Lee, N.Y., Song, J.H. (2006) *Bacillus infantis* sp. nov. and *Bacillus idriensis* sp. nov., isolated from a patient with neonatal sepsis. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 2541-2544.
- [245] Kosowski, K., Schmidt, M., Pukall, R., Hause, G., Kämpfer, P., Lechner, U. (2014) *Bacillus pervagus* sp. nov. and *Bacillus andreesenii* sp. nov., isolated from a composting reactor. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 64, 88-94.
- [246] Kovacs, N. (1928) Eine Vereinfachte Methods Zum Nachwers der indolbildung Durch Bakterien, *Z. Inmuforsch*, 55, 311-314.
- [247] Kuhlmann, A.U. ve Bremer, E. (2002) Osmotically regulated synthesis of the compatible solute ectoine in *Bacillus pasteurii* and related *Bacillus* spp. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(2), 772–783.
- [248] Kuhnigk, T., Borst, E.M., Breunig, A., König, H., Collins, M.D., Hutson, R.H., Kämpfer, P. (1995) *Bacillus oleronius* sp. nov., a member of hindgut flora of the termite *Reticulitermes santonensis* (Feytaud). *Canadian Journal of Microbiology*, 41, 699-706.
- [249] Kuisiene, N., Raugalas, J., Spröer, C., Kroppenstedt, R.M., Chitavichius, D. (2008) *Bacillus butanolivorans* sp. nov., a species with industrial application for the remediation of n-butanol. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58, 505-509.
- [250] Kumar, C.G. ve Takagi, H. (1999) Microbial alkaline proteases: from bio industrial viewpoint. *Biotechnology Advances*, 17, 561-594.

- [251] Kumar, S., Kikon, K., Upadhyay, A., Kanwar, S.S., Gupta, R. (2005) Production, purification, and characterization of lipase from thermophilic and alkaliphilic *Bacillus coagulans* BTS-3. *Protein Expression and Purification*, 41, 38-44.
- [252] Kumar, D., Kumar, A., Guleria, A., Kumari, A. (2014) Isolation, immobilization and characterization of xylanase from a new isolate *Bacillus atrophaeus* E8. *International Journal of Scientific Research*, 3(2), 33-36.
- [253] Kumar, R.M., Kaur, G., Kumar, A., Bala, M., Singh, N.K., Kaur, N., Kumar, N., Mayilraj, S. (2015) Taxonomic description and genome sequence of *Bacillus campisalis* sp. nov., a member of the genus *Bacillus* isolated from a solar saltern. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 3235-3240.
- [254] Kuroshima, K.I., Sakane, T., Takata, R., Yokota, A. (1996) *Bacillus ehimensis* sp. nov. and *Bacillus chitinolyticus* sp. nov., new chitinolytic members of the genus *Bacillus*. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 46, 76-80.
- [255] Kushner, D.J. (1978) Life in High Salt and Solute Concentrations: Halophilic Bacteria” In *Microbial Life in Extreme Environments*, Kushner, D.J. Eds.; Academic Press, London, 317-368.
- [256] Kwon, S.W., Lee, S.Y., Kim, B.Y., Weon, H.Y., Kim, J.B., Go, S.J., Lee G.B. (2007) *Bacillus niabensis* sp. nov., isolated from cotton-waste composts for mushroom cultivation. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57, 1909-1913.
- [257] La Duc, M.T., Satomi, M., Venkateswaran, K. (2004) *Bacillus odysseyi* sp. nov., a round-spore-forming *Bacillus* isolated from the Mars Odyssey spacecraft. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54, 195-201.
- [258] La Ragione, R.M. ve Woodward, M.J. (2003) Competitive exclusion by *Bacillus subtilis* spores of *Salmonella enterica* serotype Enteritidis and *Clostridium perfringens* in young chickens. *Veterinary Microbiology*, 94, 245-256.
- [259] Lai, Q., Liu, Y., Shao, Z. (2014) *Bacillus xiamenensis* sp. nov., isolated from intestinal tract contents of a flathead mullet (*Mugil cephalus*). *Antonie van Leeuwenhoek*, 105, 99-107.
- [260] Larkin, J.M. ve Stokes, J.L. (1967) Taxonomy of psychrophilic strains of *Bacillus*. *Journal of Bacteriology*, 94, 889-895.

- [261] Larsen, H. (1962) Halophilism, In *The Bacteria*, Vol. 4., Academic Press, New York. 297-342.
- [262] Lateef, A., Adelere, I.A., Gueguim-Kana, E.B. (2015) The biology and potential biotechnological applications of *Bacillus safensis*. *Section Cellular and Molecular Biology*, 70(4), 411-419.
- [263] Laubach, C.A. (1916) Studies on aerobic spore-bearing non-pathogenic bacteria spore-bearing organisms in water. *Journal of Bacteriology*, 1, 505-512.
- [264] Lawson, P.A., Deutsch, C.E., Collins, M.D. (1996) Phylogenetic characterization of a novel salt-tolerant *Bacillus* species: description of *Bacillus dipsosauri* sp. nov. *Journal of Applied Bacteriology*, 81, 109-112.
- [265] Lechner, S., Mayr, R., Francis, K.P., Prüß, B.M., Kaplan, T., Wießner-Gunkel, E., Stewart, G.S.A.B., Scherer, S. (1998) *Bacillus weihenstephanensis* sp. nov., is a new psychrotolerant species of the *Bacillus cereus* group. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 48, 1373-1382.
- [266] Lee, J.C., Lim, J.M., Park, D.J., Jeon, C.O., Li, W.J., Kim, C.J. (2006) *Bacillus seohaeanensis* sp. nov., a halotolerant bacterium that contains L-lysine in its cell wall. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 1893-1898.
- [267] Lee, J.C., Lee, G.S., Park, D.J., Kim, C.J. (2008) *Bacillus alkalitelluris* sp. nov., an alkaliphilic bacterium isolated from sandy soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58, 2629-2634.
- [268] Lee, B.H., Kim, B.K., Lee, Y.J., Chung, C.H., Lee, J.W. (2010) Industrial scale of optimization for the production of carboxymethylcellulase from rice bran by a marine bacterium, *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* A-53. *Enzyme and Microbial Technology*, 46, 38-42.
- [269] Lee, G.H., Rhee, M.S., Chang, D.H., Kwon, K.K., Bae, K.S., Yang, S.H., Kim, B.C. (2014) *Bacillus solimangrovi* sp. nov., isolated from mangrove soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 64, 1622-1628.
- [270] Lei, Z., Qiu, P., Ye, R., Tian, J., Liu, Y., Wang, L., Tang, S.K., Li, W.J., Tian, Y. (2014) *Bacillus shacheensis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from a saline-alkali soil. *The Journal of General and Applied Microbiology*, 60, 101-105.

- [271] Li, X.G., Cao, H.B., Wu, J.C., Yu, K.T. (2001) Inhibition of the metabolism of nitrifying bacteria by direct electric current. *Biotechnology Letters*, 23, 705-709.
- [272] Li, Z., Kawamura, Y., Shida, O., Yamagata, S., Deguchi, T., Ezaki, T. (2002) *Bacillus okuhidensis* sp. nov., isolated from the Okuhida spa area of Japan. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52, 1205-1209.
- [273] Li, X.Z. ve Nikaido, H. (2009) Efflux-mediated drug resistance in bacteria: An Update. *Drugs*, 69, 1555-1623.
- [274] Lim, J.M., Jeon, C.O., Lee, J.C., Ju, Y.J., Park, D.J., Kim, C.J. (2006) *Bacillus koreensis* sp. nov., a spore-forming bacterium, isolated from the rhizosphere of willow roots in Korea. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 59-63.
- [275] Lim, J.M., Jeon, C.O., Lee, S.M., Lee, J.C., Xu, L.H., Jiang, C.L., Kim, C.J. (2006a) *Bacillus salarius* sp. nov., a halophilic, spore-forming bacterium isolated from a Salt Lake in China. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 373-377.
- [276] Lim, J.M., Jeon, C.O., Kim, C.J. (2006b) *Bacillus taeanensis* sp. nov., a halophilic Gram-positive bacterium from a solar saltern in Korea. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 2903-2908.
- [277] Lim, J.M., Jeon, C.O., Lee, J.R., Park, D.J., Kim, C.J. (2007) *Bacillus kribbensis* sp. nov., isolated from a soil sample in Jeju, Korea. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57, 2912-2916.
- [278] Lin, S.Y., Hameed, A., Liu, Y.C., Hsu, Y.H., Lai, W.A., Yen, W.S., Young, C. C. (2015) *Bacillus formosensis* sp. nov., isolated from pesticide wastewater sample. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 3800-3805.
- [279] Lin, S.Y., Hameed, A., Liu, Y.C., Wen, C.Z., Lai, W.A., Hsu, Y.H., Young, C. C. (2015a) *Bacillus lycopersici* sp. nov., isolated from a tomato plant (*Solanum lycopersicum* L.). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 2085-2090.
- [280] Liu, W.K., Tebbs, S.E., Byrne, P.O., Elliot, T.S. (1993) The effects of electric current on bacteria colonizing intravenous catheter. *Journal of Infection*, 27, 261-269.

- [281] Liu, W.K., Brown, M.R., Elliott, T.S. (1997) Mechanisms of the bactericidal activity of low amperage electric current (DC). *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 39(6), 687-695.
- [282] Liu, B., Liu, G.H., Hu, G.H., Chen, M.C. (2014) *Bacillus mesonae* sp. nov., isolated from the root of *Mesona chinensis*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 64, 3346-3352.
- [283] Liu, B., Liu, G.H., Sengonca, C., Schumann, P., Ge, C.B., Wang, J.P., Cui, W. D., Lin, N.Q. (2015) *Bacillus solani* sp. nov., isolated from rhizosphere soil of a potato field. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 4066-4071.
- [284] Liu, B., Liu, G.H., Sengonca, C., Schumann, P., Wang, M.K., Xiao, R.F., Zheng, X.F., Chen, Z. (2015a) *Bacillus taiwanensis* sp. nov., isolated from a soil sample from Taiwan. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 2078-2084.
- [285] Liu, B., Liu, G.H., Sengonca, C., Schumann, P., Che, J.M., Zhu, Y.J., Wang, J. P. (2015b) *Bacillus wuyishanensis* sp. nov., isolated from rhizosphere soil of a medical plant, *Prunella vulgaris*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 2030-2035.
- [286] Liu, B., Liu, G.H., Cetin, S., Schumann, P., Pan, Z.Z., Chen, Q.Q. (2016) *Bacillus gobiensis* sp. nov., isolated from a soil sample. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 66, 379-384.
- [287] Liu, B., Liu, G.H., Zhu, Y.J., Wang, J.P., Che, J.M., Chen, Q.Q., Chen, Z. (2016a) *Bacillus loiseleuriae* sp. nov., isolated from rhizosphere soil from a loiseleuria plant. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 66, 2678-2683.
- [288] Liu, G., Wu, S., Jin, W., Sun, C. (2016b) Amy63, a novel type of marine bacterial multifunctional enzyme possessing amylase, agarase and carrageenase activities. *Scientific Reports*, 6, 18726.
- [289] Liu, Y., Lai, Q., Du, J., Shao, Z. (2016c) *Bacillus zhangzhouensis* sp. nov. and *Bacillus australimaris* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 66, 1193-1199.

- [290] Liu, B., Liu, G.H., Sengonca, C., Schumann, P., Wang, J.P., Zhu, Y.J., Zhang, H.F. (2017a) *Bacillus wudalianchiensis* sp. nov., isolated from grass soils of the Wudalianchi scenic area. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 67, 2897-2902.
- [291] Liu, B., Liu, G.H., Sengonca, C., Schumann, P., Wang, J.P., Zhu, Y.J., Liu, Q.Y., Wang, M.K. (2017b) *Bacillus praedii* sp. nov., isolated from purplish paddy soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 67, 2823-2828.
- [292] Liu, Y., Du, J., Lai, Q., Zeng, R., Ye, D., Xu, J., Shao, Z. (2017c) Proposal of nine novel species of the *Bacillus cereus* group. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 67, 2499-2508.
- [293] Liu, Y., Li, N., Eom, M. K., Schumann, P., Zhang, X., Cao, Y., Ge, Y., Xiao, M., Zhao, J., Cheng, C., Kim, S.G. (2017d) *Bacillus ciccensis* sp. nov., isolated from maize (*Zea mays* L.) seeds. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 67, 4606-4611.
- [294] Liu, B., Liu, G.H., Wang, X.Y., Wang, J.P., Zhu, Y.J., Zhang, H.F., Sengonca, C. (2018) *Bacillus populi* sp. nov., isolated from *Populus euphratica* rhizosphere soil of the Taklamakan desert. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 68, 155-159.
- [295] Liu, Y., Yu, M., Zhang, X.H. (2018a) *Bacillus alkalitolerans* sp. nov., isolated from marine sediment near a hydrothermal vent. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 68, 1184-1189.
- [296] Lo, C.I., Padhmanabhan, R., Mediannikov, O., Caputo, A., Michelle, C., Faye, N., Sokhna, C., Raoult, D., Fournier, P.E., Fenollar, F. (2015) High-quality genome sequence and description of *Bacillus ndiopicus* strain FF3T sp. nov. *New Microbes New Infections*, 8, 154-163.
- [297] Logan, N.A., Lebbe, L., Hoste, B., Goris, J., Forsyth, G., Heyndrickx, M., Murray, B.L., Syme, N., Wynn-Williams, D.D., De Vos, P. (2000) Aerobic endospore-forming bacteria from geothermal environments in northern Victoria Land, Antarctica, and Candlemas Island, South Sandwich archipelago, with the proposal of *Bacillus fumarioli* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 50, 1741-1753.

- [298] Logan, N.A., Lebbe, L., Verhelst, A., Goris, J., Forsyth, G., Rodriguez-Diaz, M., Heyndrickx, M., De Vos, P. (2002) *Bacillus luciferensis* sp. nov., from volcanic soil on Candlemas Island, South Sandwich archipelago. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52, 1985-1989.
- [299] Logan, N.A., Lebbe, L., Verhelst, A., Goris, J., Forsyth, G., Rodríguez-Díaz, M., Heyndrickx, M., De Vos, P. (2004) *Bacillus shackletonii* sp. nov., from volcanic soil on Candlemas Island, South Sandwich archipelago. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54, 373-376.
- [300] Logan, N.A., Vos, P.D. (2009) Family I. Bacillaceae. In Vos P, Garrity G, Jones D, Krieg NR, Ludwig W, Rainey FA, Schleifer K-H, Whitman W (ed), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: Firmicutes*, 2nd ed, vol 3. Springer, New York, NY.
- [301] Logan, N.A. ve Halket, G. (2011) Developments in the taxonomy of aerobic, endospore-forming bacteria, In Logan NA, De Vos P (ed), *Endospore-Forming Soil Bacteria*. Springer, New York.
- [302] Logan, N.A., De Vos, P. (2015) *Bacillus*. In: *Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria*. John Wiley & Sons, Inc., in Association with Bergey's Manual Trust, 1-163.
- [303] Luo, Q., Wang, H., Zhang, X., Qian, Y., (2005) Effect of direct electric current on the cell surface properties of phenol-degrading bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(1), 423-427.
- [304] Lustrato, G., Vigentini, I., De Leonardis, A., Alfano, G., Tirelli, A., Foschino, R., Ranalli, G. (2010) Inactivation of wine spoilage yeasts *Dekkera bruxellensis* using low electric current treatment. *Journal of Applied Microbiology*, 109, 594-604.
- [305] Lynd, L.R., Weimer, P.J., Van-Zyl, W.H., Pretorius, I.S. (2002) Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 66, 506-577.
- [306] Ma, K., Chen, X., Guo, X., Wang, Y., Wang, H., Zhou, S., Song, J., Kong, D., Zhu, J., Dong, W., He, M., Hu, G., Zhao, B. and Ruan, Z. (2016) *Bacillus vini* sp. nov., isolated from alcohol fermentation pit mud. *Archives Microbiology*, 198, 559-564.
- [307] Ma, L., Xi, J.Q., Cao, Y.H., Wang, X.Y., Zheng, S.C., Yang, C.G., Yang, L.L., Mi, Q.L., Li, X.M., ZHu, M.L., Mo, M.H. (2017) *Bacillus endozanthoxylicus* sp. nov.,

- an endophytic bacterium isolated from *Zanthoxylum bungeanum* Maxim leaves. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 67, 3699-3705.
- [308] Ma, K., Yin, Q., Chen, L., Lai, Q., Xu, Y. (2018) *Bacillus acanthi* sp. nov., isolated from the rhizosphere soil of a mangrove plant *Acanthus ilicifolius*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 68, 3047-3051.
- [309] Madhaiyan, M., Poonguzhali, S., Kwon, S.W., Sa, T.M. (2010) *Bacillus methylotrophicus* sp. nov., a methanol-utilizing, plant-growth-promoting bacterium isolated from rice rhizosphere soil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 60, 2490-2495.
- [310] Madhaiyan, M., Poonguzhali, S., Lee, J.S., Lee, K.C., Hari, K. (2011) *Bacillus rhizosphaerae* sp. nov., an novel diazotrophic bacterium isolated from sugarcane rhizosphere soil. Antonie van Leeuwenhoek, 100, 437-444.
- [311] Madigan, M.T., Martinko, J., Bender, K., Buckley, D., Stahl, D. (2015) Brock Biology of Microorganisms, 14th Edition, Pearson, Global Edition, USA.
- [312] Madigan, M.T., Bender, K.S., Buckley, D.H., Sattley, W.M., Stahl, D.A, Brock, T.D (2019) Brock Biology of Microorganisms, 15th edition, Pearson, USA.
- [313] Mahapatra, A.K., Harrisa, D.L., Nguyena, C.N., Kannana, G. (2011) Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 on beef surfaces using low-voltage direct electric current and the impact on sensory properties. Journal of Electrostatics, 69(1), 30-35.
- [314] Manachini, P.L., Fortina, M.G., Parini, C., Craveri, R. (1985) *Bacillus thermorubers* sp. nov., nom. rev., a red-pigmented thermophilic bacterium. International Journal of Systematic Bacteriology, 35, 493-496.
- [315] Manachini, P.L., Mora, D., Nicastro, G., Parini, C., Stackebrandt, E., Pukall, R., Fortina, M.G. (2000) *Bacillus thermodenitrificans* sp. nov., nom. rev. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 50, 1331-1337.
- [316] Manchanda, R.K., Rao, U.R., Bhargava, P.M., Narlikar, J.V. (2009) *Janibacter hoylei* sp. nov., *Bacillus isronensis* sp. nov. and *Bacillus aryabhatai* sp. nov., isolated from cryotubes used for collecting air from the upper atmosphere. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 59, 2977-2986.
- [317] Mandic-Mulec, I., Stefanic, P., van Elsas, J.D. (2015) Ecology of *Bacillaceae*. Microbiology Spectrum, 3, TBS-0017-2013.

- [318] Marchesi, J.R., Sato, T., Weightman, A.J., Martin, T.A., Fry, J.C., Hiom, S.J., Wade, W.G. (1998) Design and evaluation of useful bacterium-specific PCR primers that amplify genes coding for Bacterial 16S rRNA. *Applied and Environmental Microbiology*, 64, 795-799.
- [319] Marquez, M.C., Sanchez-Porro, C., Ventosa, A. (2011) Halophilic and haloalkalophilic, aerobic endospore-forming bacteria in soil, In Logan NA, De Vos P (ed), *Endospore-Forming Soil Bacteria*. Springer, New York, NY. p 309–339.
- [320] Marquez, M.C., Carrasco, I.J., De La Haba, R.R., Jones, B.E., Grant, W.D., Ventosa, A. (2011a) *Bacillus locisalis* sp. nov., a new haloalkaliphilic species from hypersaline and alkaline lakes of China, Kenya and Tanzania. *Systematic and Applied Microbiology*, 34, 424-428.
- [321] Marshall, B.J. ve Ohye, D.F. (1966) *Bacillus macquariensis* n. sp., a psychrotrophic bacterium from sub-Antarctic soil. *Journal of General Microbiology*, 44, 41-46.
- [322] Marshall, W.F. ve Balir, J.E. (1999) The cephalosporins. *Mayo Clinic Proceedings*, 74, 187-95.
- [323] Maruthiah, T., Esakkiraj, P., Prabakaran, G., Palavesam, A., Immanuel, G. (2013) Purification and characterization of moderately Halophilic alkaline serine protease from marine *Bacillus subtilis* AP-MSU6. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2, 116-119.
- [324] Mazza, P., Zani, F., Martelli, P. (1992) Studies on the antibiotic resistance of *Bacillus subtilis* strains used in oral bacteriotherapy. *Bollettino Chimico Farmaceutico*, 131, 401-408.
- [325] McLaughlin, D.G. ve Rockwell, E.G. (1922) The Bacteriology of Fresh Steer Hide. *Journal of the American Leather Chemists Association*, 17(7), 325-340.
- [326] Mehrshad, M., Amoozegar, M. A., Didari, M., Bagheri, M., Fazeli, S. A., Schumann, P., Spröer, C., Sánchez-Porro, C., Ventosa, A. (2013) *Bacillus halosaccharovorans* sp. nov., a moderately halophilic bacterium from a hypersaline lake. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63, 2776-2781.
- [327] Meier-Stauffer, K., Busse, H.J., Rainey, F.A., Burghardt, J., Scheberl, A., Hollaus, F., Kuen, B., Makristathis, A., Sleytr, U.B., Messner, P. (1996) Description of

- Bacillus thermoaerophilus* sp. nov., to include sugar beet isolates and *Bacillus brevis* ATCC 12990. International Journal of Systematic Bacteriology, 46, 532-541.
- [328] Menon, G., Mody, K., Keshri, J., Jha, B. (2010) Isolation, purification and characterization of haloalkaline xylanase from a marine *Bacillus pumilus* strain, GESF-1. Biotechnology and Bioprocess Engineering, 15, 998-1005.
- [329] Meyer, A. ve Gottheil, O. (1901) In: Gottheil O.: Botanische beschreibung einiger bodenbakterien. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. AbteilungII, 7, 680-691.
- [330] Meyer, A. ve Neide, E. (1904) In: Neide, E. Botanische beschreibung einiger sporenbildenden bakterien. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten undHygiene. Abteilung II, 12, 337-352.
- [331] Migula, W. (1900) System der Bakterien, Vol. 2, Gustav Fischer, Jena.
- [332] Miller, R.A., Beno, S.M., Kent, D.J., Carroll, L.M., Martin, N.H., Boor, K.J., Kovac, J. (2016) *Bacillus wiedmannii* sp. nov., a psychrotolerant and cytotoxic *Bacillus cereus* group species isolated from dairy foods and dairy environments. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 66, 4744-4753.
- [333] Miquel, P. (1889) Étude sur la fermentation ammoniacale et sur les ferments de l'urée. Annales Micrographie, 1, 506-519.
- [334] Mobley, H.L.T., Garner, R.M., Bauerfeind, P., (1995a) *Helicobacter pylori* nickel transport gene nixA: synthesis of catalytically active urease in *Escherichia coli* independent of growth conditions. Molecular Microbiology, 16, 97-109.
- [335] Mobley, H.L.T., Island, M.D., Hausinger, R.P. (1995b) Molecular biology of microbial ureases. Microbiological Reviews, 59, 451-480.
- [336] Montefusco, A., Nakamura, L.K., Labeda, D.P. (1993) *Bacillus peoriae* sp. nov. International Journal of Systematic Bacteriology, 43, 388-390.
- [337] Mutlu, M.B., Martinez-Garcia, M., Santos, F., Pena, A., Güven, K., Anton, J. (2008) Prokaryotic diversity in Tuz Lake, a hypersaline environment in Inland Turkey, FEMS Microbiology Ecology, 65, 474-483.
- [338] Müller, N., Scherag, F.D., Pester, M., Schink, B. (2015) *Bacillus stamsii* sp. nov., a facultatively anaerobic sugar degrader that is numerically dominant in freshwater lake sediment. Systematic and Applied Microbiology, 38, 379-389.

- [339] Nagel, M. ve Andreesen, J.R. (1991) *Bacillus niacini* sp. nov., a nicotinate-metabolizing mesophile isolated from soil. International Journal of Systematic Bacteriology, 41, 134-139.
- [340] Nakamura, L.K. (1984) *Bacillus amylolyticus* sp. nov., nom. rev., *Bacillus lautus* sp. nov., nom. rev., *Bacillus pabuli* sp. nov., nom. rev., and *Bacillus validus* sp. nov., nom. rev. International Journal of Systematic Bacteriology, 34, 224-226.
- [341] Nakamura, L.K. (1984b) *Bacillus psychrophilus* sp. nov., nom. rev. International Journal of Systematic Bacteriology, 34, 121-123.
- [342] Nakamura, L.K. (1984c) *Bacillus pulvifaciens* sp. nov., nom. rev. International Journal of Systematic Bacteriology, 34, 410-413.
- [343] Nakamura, L.K. (1987) *Bacillus alginolyticus* sp. nov. and *Bacillus chondroitinus* sp. nov., two alginate-degrading species. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 37, 284-286.
- [344] Nakamura, L.K. (1989) Taxonomic relationship of black-pigmented *Bacillus subtilis* strains and a proposal for *Bacillus atrophaeus* sp. nov. International Journal of Systematic Bacteriology, 295-300.
- [345] Nakamura, L.K. (1990) *Bacillus thiaminolyticus* sp. nov., nom. rev. International Journal of Systematic Bacteriology, 40, 242-246.
- [346] Nakamura, L.K. (1993) DNA relatedness of *Bacillus brevis* Migula 1900 strains and proposal of *Bacillus agri* sp. nov., nom. rev., and *Bacillus centrosporus* sp. nov., nom. rev. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 43, 20-25.
- [347] Nakamura, L.K. (1998) *Bacillus pseudomycooides* sp. nov. International Journal of Systematic Bacteriology, 48, 1031-1035.
- [348] Nakamura, L.K., Blumenstock, I., Claus, D. (1988) Taxonomic study of *Bacillus coagulans* Hammer 1915 with a proposal for *Bacillus smithii* sp. nov. International Journal of Systematic Bacteriology, 38, 63-73.
- [349] Nakamura, L.K., Roberts, M.S., Cohan, F.M. (1999) Relationship of *Bacillus subtilis* clades associated with strains 168 and W23: a proposal for *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* subsp. nov., and *Bacillus subtilis* subsp. *spizizenii* subsp. nov. International Journal of Systematic Bacteriology, 49, 1211-1215.

- [350] Nakamura, L.K., Shida, O., Takagi, H., Komagata, K. (2002) *Bacillus pycnus* sp. nov. and *Bacillus neidei* sp. nov., round-spored bacteria from soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52, 501-505.
- [351] Nascimento, W.C.A, Martins, M.L.L. (2004) Production and properties of an extracellular protease from thermophilic *Bacillus* sp. *Brazilian Journal of Microbiology*, 35, 1-2.
- [352] Nedashkovskaya, O.I., Van Trappen, S., Frolova, G.M., De Vos, P. (2012) *Bacillus berkeleyi* sp. nov., isolated from the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius*. *Archives of Microbiology*, 194, 215-221.
- [353] Neumüller, A.M., Konz, D., Marahiel, M.A. (2001) The two-component regulatory system BacRS is associated with bacitracin “self-resistance” of *Bacillus licheniformis* ATCC 10716. *European Journal of Biochemistry*, 268, 3180-3189.
- [354] Newcombe, D., Dekas, A., Mayilraj, S., Venkateswaran, K. (2009) *Bacillus canaveralius* sp. nov., an alkali-tolerant bacterium isolated from a spacecraft assembly facility. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59, 2015-2019.
- [355] Nguyen, N.L., Kim, Y.J., Hoang, V.A., Min, J.W., Liang, Z.Q., Yang, D.C. (2013) *Bacillus ginsengisoli* sp. nov., isolated from soil of a ginseng field. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63, 855-860.
- [356] Nguyen, T. M. ve Kim, J. (2015) *Bacillus polymachus* sp. nov., with a broad range of antibacterial activity, isolated from forest topsoil samples by using a modified culture method. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 704-709.
- [357] Nicholson, W.L., Munakata, N., Horneck, G., Melosh, H. J., Setlow, P. (2000) Resistance of bacterial endospores to extreme terrestrial and extraterrestrial environments. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64, 548-572.
- [358] Nicolaus, B., Lama, L., Esposito, E., Manca, M.C., Di Prisco, G., Gambacorta, A. (1996). "*Bacillus thermoantarcticus*" sp. nov., from Mount Melbourne, Antarctica: a novel thermophilic species. *Polar Biology*, 16, 101-104.
- [359] Nielsen, P., Fritze, D., Priest, F.G. (1995) Phenetic diversity of alkaliphilic *Bacillus* strains: proposal for nine new species. *Microbiology*, 141, 1745-1761.

- [360] Nikaido, H., (2009) Multidrug resistance in bacteria. *Annual Review of Biochemistry*, 78, 119-146.
- [361] Nishida, A., Miyamoto, H., Horiuchi, S., Watanabe, R., Morita, H., Fukuda, S., Ohno, H., Ichinose, S., Miyamoto, H., Kodama, H. (2015) *Bacillus hisashii* sp. nov., isolated from the caeca of gnotobiotic mice fed with thermophile-fermented compost. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 3944-3949.
- [362] Niu, L., Xiong, M., Zhang, J., Xiang, Y., Song, L., Hua, Z., Li, W. (2018) *Bacillus camelliae* sp. nov., isolated from Pu'er tea. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 68, 564-569.
- [363] Nogi, Y., Takami, H., Horikoshi, K. (2005) Characterization of alkaliphilic *Bacillus* strains used in industry: proposal of five novel species. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, 2309-2315.
- [364] Noguchi, H., Uchino, M., Shida, O., Takano, K., Nakamura, L.K., Komagata, K. (2004) *Bacillus vietnamensis* sp. nov., a moderately halotolerant, aerobic, endospore-forming bacterium isolated from Vietnamese fish sauce. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54, 2117-2120.
- [365] Nowlan, B., Dodia, M.S., Singh, S.P., Patel, B.K.C. (2006) *Bacillus okhensis* sp. nov., a halotolerant and alkalitolerant bacterium from an Indian saltpan. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 1073-1077.
- [366] Nunes, A.S. ve Martins, M.L.L. (2001) Isolation, properties and kinetics of growth of a thermophilic *Bacillus*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 32, 271-275.
- [367] Ohki, R. (2003) A bacitracin-resistant *Bacillus subtilis* gene encodes a homologue of the membrane-spanning subunit of the *Bacillus licheniformis* ABC transporter. *Journal of Bacteriology*, 185, 51-59.
- [368] Olivera, N., Siñeriz, F., Breccia, J.D. (2005) *Bacillus patagoniensis* sp. nov., a novel alkalitolerant bacterium from the rhizosphere of *Atriplex lampa* in Patagonia, Argentina. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, 443-447.
- [369] Olsen, H.S., Goddard, P., Nordisk, A.S. (2000) Enzymes at work: a concise guide to industrial enzymes and their use. In *Novo Nordisk A/S*, 58.

- [370] Oppong, D., Bryant, S., Rangarajan, R., Steele, S., Radwell, D., Hyllengren, L. (2006) Application of molecular techniques to identify bacteria isolated from the leather industry. The Journal of the American Leather Chemists Association. 101, 140-145.
- [371] Orlita, A. (2004) Microbial biodeterioration of leather and its control: a review. International Biodeterioration and Biodegradation, 53, 157-163.
- [372] Önem, Y., (1997) Sanayii Madenleri. Kozan Ofset Matbaacılık Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi. Ankara.
- [373] Pal, D., Mathan Kumar, R., Kaur, N., Kumar, N., Kaur, G., Singh, N. K., Krishnamurthi, S., Mayilraj, S. (2017) *Bacillus maritimus* sp. nov., a novel member of the genus *Bacillus* isolated from marine sediment. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 67, 60-66.
- [374] Palmisano, M.M., Nakamura, L.K., Duncan, K.E., Istock, C.A., Cohan, F.M. (2001) *Bacillus sonorensis* sp. nov., a close relative of *Bacillus licheniformis*, isolated from soil in the Sonoran Desert, Arizona. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 51, 1671-1679.
- [375] Pan, T., He, H., Wang, X., Shen, Y., Zhao, J., Yan, K., Wang, X., Liu, C., Zhang, J., Xiang, W. (2017) *Bacillus solisilvae* sp. nov., isolated from forest soil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 67, 4449-4455.
- [376] Pappa, A., Sánchez-Porro, C., Lazoura, P., Kallimanis, A., Perisynakis, A., Ventosa, A., Drainas, C., Koukkou, A.I. (2010) *Bacillus halochares* sp. nov., a halophilic bacterium isolated from a solar saltern. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 60, 1432-1436.
- [377] Parag, B., Sasikala, Ch., Ramana, Ch., V. (2015) *Bacillus endolithicus* sp. nov., isolated from pebbles. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 65, 4568-4573.
- [378] Park, J.C., Lee, M.S., Lee, D.H., Park, B.J., Han, D.W., Uzawa, M., Takatori, K., (2003) Inactivation of Bacteria in seawater by low-amperage electric current. Applied and Environmental Microbiology, 69(4), 2405-2408.
- [379] Paternarakis, G. ve Fountoukidis, E. (1990) Disinfection of water by electrochemical treatment. Water Research, 24, 1491-1496.

- [380] Patyra, E. ve Kwiatek, K. (2019) HPLC-DAD analysis of florfenicol and thiamphenicol in medicated feedingstuff Food Additives and Contaminants: Part A, <https://doi.org/10.1080/19440049.2019.1619943>.
- [381] Peak, K.K., Duncan, K.E., Veguilla, W., Luna, V.A., King, D.S., Heller, L., Heberlein-Larson, L., Reeves, F., Cannons, A.C., Amuso, P., Cattani, J. (2007) *Bacillus acidicer* sp. nov., isolated from a forensic specimen, containing *Bacillus anthracis* pX02 genes. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 57, 2031-2036.
- [382] Perez-Trallero, E., Garcia, C., Orden, B., Marimon, J.M., Montes, M. (2004) Dissemination of emm28 erythromycin, clindamycin and bacitracin resistant *Streptococcus pyogenes* in Spain. European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases, 23, 123-126.
- [383] Pettersson, B., Lembke, F., Hammer, P., Stackebrandt, E., Priest, F.G. (1996) *Bacillus sporothermodurans*, a new species producing highly heat-resistant endospores. International Journal of Systematic Bacteriology, 46, 759-764.
- [384] Pettersson, B., de Silva, S.K., Uhlén, M., Priest, F.G. (2000) *Bacillus siralis* sp. nov., a novel species from silage with a higher order structural attribute in the 16S rRNA genes. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 50, 2181-2187.
- [385] Pfleiderer, E. ve Reiner, R., (1988) Microorganisms in Processing of Leather in Biotechnology. Rehm, H.J.; Reed, G. Eds; VCH Weinheim, Germany, 66, 729-743.
- [386] Phung, N.T., Lee, J., Kang, K.H., Chang, I.S., Gadd, G.M., Kim, B.H. (2004) Analysis of microbial diversity in oligotrophic microbial fuel cells using 16S rDNA sequences. FEMS Microbiology Letters, 233(1), 77-82.
- [387] Pichinoty, F., De Barjac, H., Mandel, M., Asselineau, J. (1983) Description of *Bacillus azotoformans* sp. nov. International Journal of Systematic Bacteriology, 33, 660-662.
- [388] Pichinoty, F., Asselineau, J., Mandel, M. (1984) Caractérisation biochimique de *Bacillus benzoovorans* sp. nov., une nouvelle espèce filamenteuse, engainée et mésophile, dégradant divers acides aromatiques et phénols. Annals of Microbiology, 135B, 209-217.

- [389] Pichinoty, F., Waterbury, J.B., Mandel, M., Asselineau, J. (1986) *Bacillus gordonae* sp. nov., une nouvelle espèce appartenant au second groupe morphologique, dégradant divers composés aromatiques. *Anneler de l'Institut Pasteur*, 137A, 65-78.
- [390] Pietron, W.J., Wozniak, A., Pasik, K. Cybulski, W., Krasucka, D. (2014) Amphenicols stability in medicated feed– development and validation of liquid chromatography method. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 58, 621-629.
- [391] Podlesek, Z., Herzog, B., Comino, A. (1997) Amplification of bacitracin transporter genes in the bacitracin producing *Bacillus licheniformis*. *FEMS Microbiology Letters*, 157, 201-205.
- [392] Polkade, A.V. (2007) Molecular and Phylogenetic Studies on Microbial Diversity of Raw Buffalo Hide to be Used in Leather Manufacturing. Ph.D. Thesis, University of Pune, Faculty of Science, Pune, India.
- [393] Poortinga, A.T., Smit, J., van der Mei, H.C., Busscher, H.J. (2001) Electric field induced desorption of bacteria from a conditioning film covered substratum. *Biotechnology and Bioengineering*, 76, 395-399.
- [394] Poudel, P., Miyamoto, H., Miyamoto, H., Okugawa, Y., Tashiro, Y., Sakai, K. (2014) Thermotolerant *Bacillus kokeshiiformis* sp. nov., isolated from marine animal resources compost. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 64, 2668-2674.
- [395] Prazmowski, A. (1880) Untersuchung über die Entwicklungsgeschichte und Fermentwirkung einiger Bacterien-Arten. Inaugural Dissertation. Hugo Voigt, Leipzig, 1-58.
- [396] Priest, F.G., Goodfellow, M., Shutel, L.A., Berkeley, R.C. (1987) *Bacillus amyloliquefaciens* sp. nov. norn. rev., *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 37, 69-71.
- [397] Priest, F.G., Goodfellow, M., Todd, C. (1988) A numerical classification of the genus *Bacillus*. *Journal of General Microbiology*, 134, 1847-1882.
- [398] Proom, H. ve Knight, B.C.J.G. (1950) *Bacillus pantothenicus* (n. sp.). *Journal of General Microbiology*, 4, 539-541.
- [399] Qiu, F., Zhang, X., Liu, L., Sun, L., Schumann, P., Song, W. (2009) *Bacillus beijingensis* sp. nov. and *Bacillus ginsengi* sp. nov., isolated from ginseng root. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59, 729-734.

- [400] Ramasamy, D., Lagier, J.C., Gorlas, A., Raoult, D., Fournier, P.E. (2013) Non contiguous-finished genome sequence and description of *Bacillus massiliosenegalensis* sp. nov., Standarts Genomic Sciences 8, 264-278.
- [401] Ranalli, G., Lorizzo, M., Lustrato, G., Zanardini, E., Grazia, L. (2002) Effects of low electric treatment on yeast microflora. Journal of Applied Microbiology, 93, 877-883.
- [402] Rangarajan, R., Didato, T.D., Bryant, S. (2003) Measurement of bacterial populations in typical tannery soak solutions by traditional and new approaches. Journal of The American Leather Chemists Association, 98, 477-485.
- [403] Ranjani, V., Janeček, S., Chai, K.P., Shahir, S., Abdul Rahman, R.N., Chan, K.G., Goh, K.M. (2014) Protein engineering of selected residues from conserved sequence regions of a novel Anoxybacillus α -amylase. Scientific Reports, 4, 5850.
- [404] Rao, M.B., Tanksale, A.M., Ghatge, M.S., Deshpande, V.V. (1998) Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 62, 597-635.
- [405] Reddy, G.S.N., Uttam, A., Shivaji, S. (2008) *Bacillus cecembensis* sp. nov., isolated from the Pindari glacier of the Indian Himalayas. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 58, 2330-2335.
- [406] Reva, O.N., Smirnov, V.V., Pettersson, B., Priest, F.G. (2002) *Bacillus endophyticus* sp. nov., isolated from the inner tissues of cotton plants (*Gossypium* sp.). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 52, 101-107.
- [407] Reza, K. M., Ashrafalsadat, N., Reza, R.M., Taher, N., Ali, N. (2014) Isolation and molecular identification of extracellular lipase-producing *Bacillus* species from soil. Annals of Biological Research, 5, 132-139.
- [408] Rheims, H., Frühling, A., Schumann, P., Rohde, M., Stackebrandt, E. (1999) *Bacillus silvestris* sp. nov., a new member of the genus *Bacillus* that contains lysine in its cell wall. International Journal of Systematic Bacteriology, 49, 795-802.
- [409] Roberts, M.S., Nakamura, L.K., Cohan, F.M. (1994) *Bacillus mojavensis* sp. nov., distinguishable from *Bacillus subtilis* by sexual isolation, divergence in DNA sequence, and difference in fatty acid composition. International Journal of Systematic Bacteriology, 44, 256-264.

- [410] Roberts, M.S., Nakamura, L.K., Cohan, F.M. (1996) *Bacillus vallismortis* sp. nov., a close relative of *Bacillus subtilis*, isolated from soil in Death Valley, California. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 46, 470-475.
- [411] Roboson, L. M. ve Chambliss, G. H. (1989) Cellulases of bacterial origin. *Enzyme and Microbial Technology*, 11, 626-644.
- [412] Rodríguez-Valera, F., Ruiz-Berraquero, F., Ramos-Cormenzana, A. (1981) Characteristics of the heterotrophic bacterial populations in hypersaline environments of different salt concentrations. *Microbial Ecology*, 7, 235-243.
- [413] Rodríguez-Valera, F. (1988) Characteristics and Microbial Ecology of Hyper-Saline Environments, Halophilic Bacteria. Editör Rodríguez-Valera, F., CRC Press, Inc., Boca Raton, Fla., 1, 3-30.
- [414] Romano, I., Lama, L., Nicolaus, B., Gambacorta, A., Giordano, A. (2005) *Bacillus saliphilus* sp. nov., isolated from a mineral pool in Campania, Italy. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, 159-163.
- [415] Roohi, A., Ahmed, İ., İqbal, M., Jamil, M. (2012) Preliminary isolation and characterization of halotolerant and halophilic bacteria from Salt Mines of Karak, Pakista. *Pakistan Journal of Botany*, 44, 365-370.
- [416] Roohi, A., Ahmed, I., Paek, J., Sin, Y., Abbas, S., Jamil, M., Chang, Y.H. (2014) *Bacillus pakistanensis* sp. nov., a halotolerant bacterium isolated from salt mines of the Karak Area in Pakistan, 105(6), 1163-72.
- [417] Rooney, A.P., Price, N.P.J., Ehrhardt, C., Swezey, J.L., Bannan, J.D. (2009) Phylogeny and molecular taxonomy of the *Bacillus subtilis* species complex and description of *Bacillus subtilis* subsp. *inaquosorum* subsp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59, 2429-2436.
- [418] Roongsawang, N., Thaniyavarn, J., Thaniyavarn, S., Kameyama, T., Haruki, M., Imanaka, T., Morikawa, M., Kanaya, S. (2002) Isolation and characterization of a halotolerant *Bacillus subtilis* bbk-1 which produces three kinds of lipopeptides: bacillomycin I, plipastatin, and surfactin. *Extremophiles* 6, 499-506.
- [419] Ruiz-Garcia, C., Quesada, E., Martinez-Checa, F., Llamas, I., Urdaci, M.C., Bejar, V. (2005) *Bacillus axarquiensis* sp. nov. and *Bacillus malacitensis* sp. nov., isolated from river-mouth sediments in southern Spain. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, 1279-1285.

- [420] Ruiz-García, C., Béjar, V., Martínez-Checa, F., Llamas, I., Quesada, E. (2005a) *Bacillus velezensis* sp. nov., a surfactant-producing bacterium isolated from the river Vélez in Málaga, southern Spain. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, 191-195.
- [421] Rüger, H.J. ve Richter, G. (1979) *Bacillus globisporus* subsp. *marinus* subsp. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 29, 196-203.
- [422] Rüger, H.J. (1983) Differentiation of *Bacillus globisporus*, *Bacillus marinus* comb. nov., *Bacillus aminovorans*, and *Bacillus insolitus*. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 33, 157-161.
- [423] Ryu, C.M., Murphy, J.F., Mysore, K.S., Kloepper, J.W. (2004) Plant growthpromoting rhizobacteria systemically protect *Arabidopsis thaliana* against *Cucumber mosaic* virus by a salicylic acid and NPR1-independent and jasmonic acid-dependent signaling pathway. *The Plant Journal*, 39, 381-392.
- [424] Sagredo-Beltrán, J., De La Cruz-Rodríguez, Y., Alvarado-Rodríguez, M., VegaArreguín, J., Rodríguez-Guerra, R., Alvarado-Gutiérrez, A., Fraire-Velázquez, S. (2018) Genome sequence of *Bacillus halotolerans* strain ms50-18a with antifungal activity against phytopathogens, isolated from saline soil in San Luis Potosí, Mexico. *Genome Announcements*, 6, e00135-18.
- [425] Saitou, N. Ve Nei, M. (1987) The Neighbor-Joining Method: A New Method for Reconstructing Phylogenetic Trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4, 406-425.
- [426] Sambrook, J. Ve Russell, D.W. (2001) *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*, Cold Spring Harbor, Laboratory Press, New York, USA.
- [427] Sanchez- Porro, C., Martin, S., Mellado, E., Ventosa, A. (2003) Diversity of moderately halophilic bacteria producing extracellular hydrolytic enzymes. *Journal of Applied Microbiology*, 94, 295-300.
- [428] Sanin, S.L. (2003) Effect of starvation on resuscitation and the surface characteristics of bacteria. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 38, 1517-1528.
- [429] Sanin, S.L., Sanin, F.D., Bryers, J.D. (2003) Effect of starvation on the adhesive properties of xenobiotic degrading bacteria. *Process Biochemistry*, 38, 909-914.

- [430] Santini, J.M., Streimann, I.C.A., Vanden Hoven, R.N. (2004) *Bacillus macyae* sp. nov., an arsenate-respiring bacterium isolated from an Australian gold mine. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54, 2241-2244.
- [431] Saravolatz, L.D., Stein, G.E., Johnson, L.B. (2011) Ceftaroline: A Novel Cephalosporin with Activity against Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clinical Infectious Diseases*, 52, 1156-1163.
- [432] Saran, B. ve Karahan, Z.C. (2010) Antimikrobiyal ajanlara genel bakış. *Türk Üroloji Seminerleri*, 97(1), 216-220.
- [433] Sarda, D., Choonia, H.S., Sarode, D.D., Lele, S.S. (2009) Biocalcification by *Bacillus pasteurii* urease: a novel application. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 36, 1111-1115.
- [434] Sariz, K. ve Nuhoglu, L. (1992) Endüstriyel Hammadde Yatakları ve Madenciligi kitabı, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No. 636, Eskişehir, Türkiye.
- [435] Sasson, A. ve Delaporte, B. (1969) Study of bacteria from the dry soils of Morocco: ultrastructure of *Brevibacterium halotolerans*. *C R Acad Sci Hebd Seances Acad Sci D* 268:217-219. (In French.)
- [436] Satomi, M., La Duc, M.T., Venkateswaran, K. (2006) *Bacillus safensis* sp. nov., isolated from spacecraft and assembly-facility surfaces. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 1735-1740.
- [437] Saxena, R.K., Ghosh, P.K., Gupta, R., Sheba Dvidson, W., Bra-doo, S. Gulati, R. (1999) Microbial lipases, potential biocatalysts for the future industry. *Current Science*, 77 101-115.
- [438] Schaeffer, A.B. ve Fulton, M. (1933) A Simplified Method of Staining Endospores. *Science*, 312(77), 194.
- [439] Schardinger, F. (1905) *Bacillus macerans*, ein Aceton bildender Rottebacillus. *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Abteilung II*, 14, 772-781.
- [440] Scheldeman, P., Rodríguez-Díaz, M., Goris, J., Pil, A., De Clerck, E., Herman, L., De Vos, P., Logan, N.A., Heyndrickx, M. (2004) *Bacillus farraginis* sp. nov., *Bacillus fortiss* sp. nov. and *Bacillus fordii* sp. nov., isolated at dairy farms. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54, 1355-1364.

- [441] Schenk, A. ve Aragno, M. (1979) *Bacillus schlegelii* a new species of thermophilic, facultatively chemolithoautotrophic bacterium oxidizing molecular hydrogen. *Journal of General Microbiology*, 115, 333-341.
- [442] Schmidt, T.R., Scott, E.J. II., Dyer, D.W. (2011) Whole-genome phylogenies of the family *Bacillaceae* and expansion of the sigma factor gene family in the *Bacillus cereus* species-group. *BMC Genomics*, 12, 430.
- [443] Scholz, T., Demharter, W., Hensel, R., Kandler, O. (1987) *Bacillus pallidus* sp. nov., a new thermophilic species from sewage. *Systematic and Applied Microbiology*, 9, 91-96.
- [444] Seiler, H., Schmidt, V., Wenning, M., Scherer, S. (2012) *Bacillus kochii* sp. nov., isolated from foods and a pharmaceuticals manufacturing site. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 62, 1092-1097.
- [445] Seiler, H., Wenning, M., Scherer, S. (2013) *Domibacillus robiginosus* gen. nov., sp. nov., isolated from a pharmaceutical clean room. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63(6), 2054-2061.
- [446] Seiler, H., Wenning, M., Schmidt, V., Scherer, S. (2013a) *Bacillus gottheilii* sp. nov., isolated from a pharmaceutical manufacturing site. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63, 867-872.
- [447] Seldin, L., Van Elsas, J.D., Penido, E.G.C. (1984) *Bacillus azotofixans* sp. nov., a nitrogen-fixing species from Brazilian soils and grass roots. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 34, 451-456.
- [448] Sepahy, A.A., Ghazi, S., Sepahy, M.A. (2011) Cost-effective production and optimization of alkaline xylanase by indigenous *Bacillus mojavensis* AG137 fermented on agricultural waste. *Enzyme Research*, 2011(9), 593-624.
- [449] Shafee, N., Aris, S.N., Rahman, R.N.Z.A., Basri, M. ve Salleh, A.B. (2005) Optimization of environmental and nutritional conditions for the production of alkaline protease by a newly isolated bacterium *Bacillus cereus* strain 146. *Journal of Applied Sciences Research*, 1, 1-8.
- [450] Sharma, R., Chisti, Y., Banerjee, U.C. (2001) Production, purification, characterization, and applications of lipases. *Biotechnology Advances*, 19(8) 627-662.
- [451] Shelobolina, E.S., Avakyan, Z.A., Bulygina, E.S., Turova, T.P., Lysenko, A.M., Osipov, G.A., Karavaiko, G.I. (1997) Description of a new species of mucilaginous

bacteria, *Bacillus edaphicus* sp. nov., and confirmation of the taxonomic status of *Bacillus mucilaginosus* Avakyan et al. 1986 based on data from phenotypic and genotypic analysis. Mikrobiologiya, 66, 813-822 (in Russian). English translation. Microbiology, 66, 681-689.

[452] Shelobolina, E.S., Avakyan, Z.A., Bulygina, E.S., Turova, T.P., Lysenko, A.M., Osipov, G.A., Karavaiko, G.I. (1997) Description of a new species of mucilaginous bacteria, *Bacillus edaphicus* sp. nov., and confirmation of the taxonomic status of *Bacillus mucilaginosus* Avakyan et al. 1986 based on data from phenotypic and genotypic analysis. Mikrobiologiya, 1997, 66, 813-822 (in Russian). English translation: Microbiology, 66, 681-689.

[453] Shi, R., Yin, M., Tang, S.K., Lee, J.C., Park, D.J., Zhang, Y.J., Kim, C.J., Li, W.J. (2011) *Bacillus luteolus* sp. nov., a halotolerant bacterium isolated from a salt field. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 61, 1344-1349.

[454] Shida, O., Takagi, H., Kadowaki, K., Yano, H., Abe, M., Udaka, S., Komagata, K. (1994) *Bacillus aneurinolyticus* sp. nov., nom. rev. International Journal of Systematic Bacteriology, 44, 143-150.

[455] Shida, O., Takagi, H., Kadowaki, K., Udaka, S., Nakamura, L.K., Komagata, K. (1995) Proposal of *Bacillus reuszeri* sp. nov., *Bacillus formosus* sp. nov., nom. rev., and *Bacillus borstelensis* sp. nov., nom. rev. International Journal of Systematic Bacteriology, 45, 93-100.

[456] Shivaji, S., Suresh, K., Chaturvedi, P., Dube, S., Sengupta, S. (2005) *Bacillus arsenicus* sp. nov., an arsenic-resistant bacterium isolated from a siderite concretion in West Bengal, India. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 55, 1123-1127.

[457] Shivaji, S., Chaturvedi, P., Suresh, K., Reddy, G.S.N., Dutt, C.B.S., Wainwright, M., Narlikar, J.V., Bhargava, P.M. (2006) *Bacillus aerius* sp. nov., *Bacillus aerophilus* sp. nov., *Bacillus stratosphericus* sp. nov. and *Bacillus altitudinis* sp. nov., isolated from cryogenic tubes used for collecting air samples from high altitudes. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 56, 1465-1473.

[458] Shivaji, S., Chaturvedi, P., Begum, Z., Pindi, P.K., Manorama, R., Padmanaban, D.A., Shouche, Y.S., Pawar, S., Vaishampayan, P., Dutt, C.B.S., Datta, G.N.,

- Manchanda, R.K., Rao, U.R., Bhargava, P.M., Narlikar J.V. (2009) *Janibacter hoylei* sp. nov., *Bacillus isronensis* sp. nov. and *Bacillus aryabhattai* sp. nov., isolated from cryotubes used for collecting air from the upper atmosphere. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59, 2977-2986.
- [459] Shivani, Y., Subhash, Y., Dave Bharti, P., Sasikala, Ch., Ramana Ch, V. (2015) *Bacillus crescens* sp. nov., isolated from soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 2531-2536.
- [460] Silvério, S.C., Macedo, E.A., Teixeira, J.A., Rodrigues, L.R. (2018) New β -galactosidase producers with potential for prebiotic synthesis. *Bioresource Technology*, 250, 131–139.
- [461] Singh, H., Kaur, M., Sharma, S., Kaur, L., Mishra, S., Tanuku, N.R.S., Pinnaka, A.K. (2018) *Bacillus alkalilacus* sp. nov., isolated from a sediment sample from a lake in India. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 68, 1665-1671.
- [462] Sonalkar, V.V., Mawlankar, R., Venkata Ramana, V., Joseph, N., Shouche, Y. S., Dastager, S.G. (2015) *Bacillus filamentosus* sp. nov., isolated from sediment sample. *Antonie van Leeuwenhoek*, 107, 433-441.
- [463] Song, L., Liu, H., Wang, J., Huang, Y., Dai, X., Han, X., Zhou, Y. (2016) *Bacillus oceani* sp. nov., isolated from seawater. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 66, 796-800.
- [464] Sorokin, I.D., Kravchenko, I.K., Tourova, T.P., Kolganova, T.V., Boulygina, E.S., Sorokin, D.Y. (2008) *Bacillus alkalidiazotrophicus* sp. nov., a diazotrophic, low salt-tolerant alkaliphile isolated from Mongolian soda soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58, 2459-2464.
- [465] Sorokin, D.Y., Van Pelt, S., Tourova, T.P. (2008a) Utilization of aliphatic nitriles under haloalkaline conditions by *Bacillus alkalinitrilicus* sp. nov., isolated from soda solonchak soil. *FEMS Microbiology Letters*, 288, 235-240.
- [466] Spanka, R. ve Fritze, D. (1993) *Bacillus cohnii* sp. nov., a new, obligately alkaliphilic, oval-spore-forming *Bacillus* species with ornithine and aspartic acid instead of diaminopimelic acid in the cell wall. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 43, 150-156.

- [467] Subhash, Y., Sasikala, Ch., Ramana, Ch. V. (2014) *Bacillus luteus* sp. nov., isolated from soil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 64, 1580-1586.
- [468] Suganthi, C., Mageswari, A., Karthikeyan, S., Anbalagan, M., Sivakumar, A., Gothandam, K. M. (2013) Screening and optimization of protease production from a halotolerant *Bacillus licheniformis* isolated from saltern sediment. Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, 11, 47-52.
- [469] Sultanpuram, V.R., Mothe, T., Chintalapati, S., Chintalapati, V.R. (2017) *Bacillus catenulatus* sp. nov., an alkalitolerant bacterium isolated from a soda lake. Archives of Microbiology, 10, 1391-1397.
- [470] Sumpavapol, P., Tongyongk, L., Tanasupawat, S., Chokesajjawatee, N., Luxananil, P., Visessanguan, W. (2010) *Bacillus siamensis* sp. nov., isolated from salted crab (poo-khem) in Thailand. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 60, 2364-2370.
- [471] Sun, Q.L., Yu, C., Luan, Z.D., Lian, C., Hu, Y.H., Sun, L. (2018) Description of *Bacillus kexueae* sp. nov. and *Bacillus manusensis* sp. nov., isolated from hydrothermal sediments. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 68, 829-834.
- [472] Suresh, K., Prabakaran, S.R., Sengupta, S., Shivaji, S. (2004) *Bacillus indicus* sp. nov., an arsenic-resistant bacterium isolated from an aquifer in West Bengal, India. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 54, 1369-1375.
- [473] Suzuki, Y., Kishigami, T., Inoue, K., Mizoguchi, Y., Eto, N., Takagi, M., Abe, S. (1983) *Bacillus thermoglucosidasius* sp. nov., a new species of obligately thermophilic bacilli. Systematic and Applied Microbiology, 4, 487-495.
- [474] Sverre, D. (1956) Prevention of microbial deterioration of leather. The Journal of the American Leather Chemists Association, 51, 113-117.
- [475] Switzer Blum, J., Burns Bindi, A., Buzzelli, J., Stolz, J.F., Oremland, R.S. (1998) *Bacillus arsenicoselenatis*, sp. nov., and *Bacillus selenitireducens*, gen. nov.: two haloalkaliphiles from Mono Lake, California that respire oxyanions of selenium and arsenic. Archives of Microbiology, 171, 19-30.
- [476] Sylvan, J.B., Hoffman, C.L., Momper, L.M., Toner, B.M., Amend, J.P., Edwards, K.J. (2015) *Bacillus rigiliprofundus* sp. nov., an endospore-forming, Mn-

oxidizing, moderately halophilic bacterium isolated from deep subseafloor basaltic crust. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65, 1992-1998.

[477] Takagi, H., Shida, O., Kadowaki, K., Komagata, K., Udaka, S. (1993) Characterization of *Bacillus brevis* with descriptions of *Bacillus migulanus* sp. nov., *Bacillus choshinensis* sp. nov., *Bacillus parabrevis* sp. nov., and *Bacillus galactophilus* sp. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 43, 221-231.

[478] Tamura, K., Dudley, J., Nei, M., Kumar, S. (2007) MEGA 4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) Software Version 4.0, *Molecular Biology and Evolution*, 24, 1596-1599.

[479] Taubel, M., Kämpfer, P., Buczolits, S., Lubitz, W., Busse, H.J. (2003) *Bacillus barbaricus* sp. nov., isolated from an experimental wall painting. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 53, 725-730.

[480] Ten, L.N., Baek, S.H., Im, W.T., Liu, Q.M., Aslam, Z., Lee, S.T. (2006) *Bacillus panaciterrae* sp. nov., isolated from soil of a ginseng field. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 2861-2866.

[481] Ten, L.N., Im, W.T., Baek, S.H., Lee, J.S., Oh, H.M., Lee, S.T. (2006a) *Bacillus ginsengihumi* sp. nov., a novel species isolated from soil of a ginseng field in pocheon Province, South Korea. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16(10), 1554-1560.

[482] Ten, L.N., Baek, S.H., Im, W.T., Larina, L.L., Lee, J.S., Oh, H.M., Lee, S.T. (2007) *Bacillus pocheonensis* sp. nov., a moderately halotolerant, aerobic bacterium isolated from soil of a ginseng field. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57, 2532-2537.

[483] Tiago, I., Pires, C., Mendes, V., Morais, P.V., Da Costa, M.S., Veríssimo, A. (2006) *Bacillus foraminis* sp. nov., isolated from a non-saline alkaline groundwater. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 2571-2574.

[484] Tindall, B. J. (2017) The consequences of *Bacillus axarquiensis* Ruiz-García et al. 2005, *Bacillus malacitensis* Ruiz-García et al. 2005 and *Brevibacterium halotolerans* Delaporte and Sasson 1967 (Approved Lists 1980) being treated as heterotypic synonyms. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 67, 175-176.

- [485] Tomimura, E., Zeman N.W., Frankiewicz J.R., Teague W.M. (1990) Description of *Bacillus naganoensis* sp. nov. International Journal of Systematic Bacteriology, 40, 123-125.
- [486] Tsuda, H., Yamashita, Y., Shibata, Y., Nakano, Y., Koga, T. (2002) Genes involved in bacitracin resistance in *Streptococcus mutans*. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 46, 3756-3764.
- [487] Turnbull, P.C.B. ve Kramer, J.M. (1991) *Bacillus*. In: Balows A, Hausler WJ Jr, Herrmann KL, Isenberg HD, Shadomy HJ, eds. Manual of clinical microbiology. 5th ed. Washington, DC: American Society for Microbiology, 296-303.
- [488] Ulusoy, K. ve Birbir, M. (2015) Identification and metabolic activities of bacterial species belonging to the *Enterobacteriaceae* on salted cattle hides and sheep skins. The Journal of the American Leather Chemists Association, 110, 86-199.
- [489] Üçışık Erbilin, S. ve Şahin, G. (2012) Tarihi Coğrafya Açısından Kıbrıs'ta Tuz. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14(2).
- [490] Vaishampayan, P., Probst, A., Krishnamurthi, S., Ghosh, S., Osman, S., McDowall, A., Ruckmani, A., Mayilraj, S., Venkateswaran, K. (2010) *Bacillus horneckiae* sp. nov., isolated from a spacecraft-assembly clean room. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 60, 1031-1037.
- [491] Van der Borden, A.J., van der Mei, H.C., Busscher, H.J. (2004) Electric current induced detachment of *Staphylococcus epidermidis* strains from surgical stainless steel. Journal of Biomedical Materials Research Part B, 68 160-164.
- [492] Van Ness, G.B. (1971) Ecology of anthrax. Science, 172, 1303-1307.
- [493] Van, D. ve Willem, R. (1990) Dishwashing detergents containing enzyme capable of breaking α -1,6-glucoside linkage, Brit. Patent Application in UK. GB2, 228, 945.
- [494] Vargas, V.A., Delgado, O.D., Hatti-Kaul, R., Mattiasson, B. (2005) *Bacillus bogoriensis* sp. nov., a novel alkaliphilic, halotolerant bacterium isolated from a Kenyan Soda Lake. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 55, 899-902.
- [495] Vaz-Moreira, I., Figueira, V., Lopes, A.R., Lobo-Da-Cunha, A., Spröer, C., Schumann, P., Nunes, O.C., Manaia, C.M. (2012) *Bacillus purgationiresistans* sp. nov.,

isolated from a drinking-water treatment plant. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 62, 71-77.

[496] Vedder, A. (1934) *Bacillus alcalophilus* n. sp.; benevens enkele ervaringen met sterk alcalische voedingsbodems. Antonie van Leeuwenhoek Journal of Microbiology and Serology, 1, 141-147.

[497] Velasco-Alvarez, N., Gonzalez, I., Damian-Matsumura, P., Gutierrez-Rojas, M. (2011) Enhanced hexadecane degradation and low biomass production by *Aspergillus niger* exposed to an electric current in a model system. Bioresource Technology, 102, 1509-1515.

[498] Venczel, L.V., Arrowood, M., Hurd, M. Sobsey, M.D. (1997) Inactivation of *Cryptosporidium parvum* oocysts and *Clostridium perfringens* spores by a mixed-oxidant disinfectant and by free chlorine. Applied and Environmental Microbiology, 63 1598-1601.

[499] Venkatesan, R.A., Nandy, S.C., Sen, S.N. (1970) Effect of storage and pretanning operation on the bacterial flora and its population on goat skin. Leather Science, 17(12), 395-404.

[500] Venkateswaran, K., Kempf, M., Chen, F., Satomi, M., Nicholson, W., Kern, R. (2003) *Bacillus nealsonii* sp. nov., isolated from a spacecraft-assembly facility, whose spores are γ -radiation resistant. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 53, 165-172.

[501] Venkitanarayanan, K.S., Ezeike, G.O.I., Hung, Y., Doyle, M.P. (1999) Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on plastic kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing solution, Journal of Food Protection, 62, 857e-860.

[502] Ventosa, A., Garcia, M.T., Kamekura, M., Onishi, H., Ruiz-Berraquero, F. (1989) *Bacillus halophilus* sp. nov., a moderately halophilic *Bacillus* species. Systematic and Applied Microbiology, 12, 162-165.

[503] Ventosa, A., Nieto, J.J., Oren, A. (1998) Biology of moderately halophilic aerobic bacteria. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 62, 504-544.

[504] Vishnuvardhan Reddy, S., Thirumala, M., Farooq, M. (2015) *Bacillus caseinilyticus* sp. nov., an alkali- and thermotolerant bacterium isolated from a Soda

Lake. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 65, 2441-2446.

[505] Vivian, G.W. (1969) The preservation of hides and skins against bacterial damage. The Journal of the American Leather Chemists Association, 64(10), 489.

[506] Vreeland, R.H. (1993) Taxonomy of Halophilic Bacteria, The Biology of Halophilic Bacteria, Editörler Vreeland, R.H.; Hochstein L.I., FI: CRS Press, Baco Raton, 105-134.

[507] Vreeland, R.H., Angelini, S., Bailey, D.G. (1998) Anatomy of halophile induced damage to brine cured cattle hides. JALCA, 93, 121-131.

[508] Wang, Q.F., Li, W., Liu, Y.L., Cao, H.H., Li, Z., Guo, G.Q. (2007) *Bacillus qingdaonensis* sp. nov., a moderately haloalkaliphilic bacterium isolated from a crude sea-salt sample collected near Qingdao in eastern China. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 57, 1143-1147.

[509] Wang, Y., Liu, H., Liu, K., Wang, C., Ma, H., Li, Y., Hou, Q., Liu, F., Zhang, T., Wang, H., Wang, B., Ma, J., Ge, R., Xu, B., Yao, G., Xu, W., Fan, L., Ding, Y., Dua, B. (2017) Complete Genome Sequence of *Bacillus paralicheniformis* MDJK30, a Plant Growth-Promoting Rhizobacterium with Antifungal Activity. genome announcements, 5:e00577-17.

[510] Wang, H.F., Li, Q.L., Zhang, Y.G., Xiao, M., Zhou, X.K., Guo, J.W., Duan, Y.Q., Li, W.J. (2017a) *Bacillus capparis* sp. nov., an endophytic bacterium isolated from roots of *Capparis spinosa* L. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 67, 282-287.

[511] Weber, D.J., Saviteer, S.M., Rutala, W.A., Thomann, C.A. (1988) In Vitro susceptibility of *Bacillus* spp. to selected antimicrobial agents. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 32(5), 642-645.

[512] Wei, X., Ji, Z., Chen, S. (2010) Isolation of halotolerant *Bacillus licheniformis* WX-02 and regulatory effects of sodium chloride on yield and molecular sizes of poly- γ -glutamic acid. Applied Biochemistry and Biotechnology, 160(5), 1332-1340.

[513] Wei, V., Elektorowicz, M., Oleszkiewicz, J. A. (2011) Influence of electric current on bacterial viability in wastewater treatment. Water Research, 45(16), 5058-5062.

- [514] Wei, X., Xin, D., Xin, Y., Zhang, H., Wang, T., Zhang, J. (2016) *Bacillus depressus* sp. nov., isolated from soil of a sunflower field. *Antonie van Leeuwenhoek*, 109, 13-20.
- [515] Weigmann, H. (1898) Über zwei an der Käsereifung beteiligte Bakterien. *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Abteilung II*, 4, 820-834. 2CHESTER F.D.: *A Manual of Determinative Bacteriology*. The Macmillan Co., New York, 1-401.
- [516] White, G.F. (1906) The bacteria of the apiary, with special reference to bee diseases. United States Department of Agriculture, Bureau of Entomology, Technical Series No 14.
- [517] Wieser, M., Worliczek, H., Kämpfer, P., Busse, H.J. (2005) *Bacillus herbersteinensis* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, 2119-2123.
- [518] Wood, J.T. (1910) The Bacteriology of the leather industry. *The Journal of the American Leather Chemists Association*, 5(8), 360-383.
- [519] Xi, J., He, L.Y., Huang, Z., Sheng, X.F. (2014) *Bacillus qingshengii* sp. nov., a rock-weathering bacterium isolated from weathered rock surface. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 64, 2473-2479.
- [520] Xue, Y., Ventosa, A., Wang, X., Ren, P., Zhou, P., Ma, Y. (2008) *Bacillus aidingensis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from Ai-Ding salt lake in China. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58, 2828-2832.
- [521] Yamamura, S., Yamashita, M., Fujimoto, N., Kuroda, M., Kashiwa, M., Sei, K., Fujita, M., Ike, M. (2007) *Bacillus selenatarsenatis* sp. nov., a selenate- and arsenate-reducing bacterium isolated from the effluent drain of a glass-manufacturing plant. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57, 1060-1064.
- [522] Yang, G., Chen, M., Yu, Z., Lu, Q., Zhou, S. (2013) *Bacillus composti* sp. nov. and *Bacillus thermophilus* sp. nov., two thermophilic Fe (III)-reducing bacteria isolated from compost. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63, 3030-3036.

- [523] Yang, G., Zhou, X., Zhou, S., Yang, D., Wang, Y., Wang, D. (2013) *Bacillus thermotolerans* sp. nov., a thermophilic bacterium capable of reducing humus. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 63, 3672-3678.
- [524] Yazar, E. (2009) Antibiyotikler. 17–37. Alınmıştır: E Yazar (Ed), Veteriner İlaç, 3. Baskı, Nobel Matbaacılık, İstanbul.
- [525] Yılmaz, P. (2010) Tuzlanmış Derilerden Ilımlı ve Aşırı Halofil Bakterilerin İzolasyonu ve Moleküler Yöntemlerle Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- [526] Yoon, J.H., Kang, S.S., Lee, K.C., Kho, Y.H., Choi, S.H., Kang, K.H., Park, Y.H. (2001) *Bacillus jeotgali* sp. nov., isolated from jeotgal, Korean traditional fermented seafood. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 51, 1087-1092.
- [527] Yoon, J.H., Kim, I.G., Kang, K.H., Oh, T.K., Park, Y.H. (2003) *Bacillus marisflavi* sp. nov. and *Bacillus aquimaris* sp. nov., isolated from sea water of a tidal flat of the Yellow Sea in Korea. International Journal of Systematic Bacteriology, 53, 1297-1303.
- [528] Yoon, J.H., Kim, I.G., Kang, K.H., Oh, T.K., Park, Y.H. (2004) *Bacillus hwajinpoensis* sp. nov. and an unnamed *Bacillus* genomospecies, novel members of *Bacillus* rRNA group 6 isolated from sea water of the East Sea and the Yellow Sea in Korea. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 54, 803-808.
- [529] Yoon, J.H., Lee, C.H., Oh, T.K. (2005) *Bacillus cibi* sp. nov., isolated from jeotgal, a traditional Korean fermented seafood. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 55, 733-736.
- [530] Yoon, J.H. ve Oh, T.K. (2005) *Bacillus litoralis* sp. nov., isolated from a tidal flat of the Yellow Sea in Korea. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 55, 1945-1948.
- [531] You, Z.Q., Li, J., Qin, S., Tian, X.P., Wang, F.Z., Zhang, S., Li, W.J. (2013) *Bacillus abyssalis* sp. nov., isolated from a sediment of the South China Sea. Antonie van Leeuwenhoek, 103, 963-969.

- [532] Yu, Y., Li, H.R., Zeng, Y.X., Chen, B. (2011) *Bacillus beringensis* sp. nov., a psychrotolerant bacterium isolated from the Bering Sea. *Antonie van Leeuwenhoek*, 99, 551-557.
- [533] Yu, Z., Wang, Y., Qin, D., Yang, G., Zhou, S. (2013) *Bacillus sediminis* sp. nov., isolated from an electroactive biofilm. *Antonie van Leeuwenhoek*, 104, 1109-1116.
- [534] Yumoto, I., Yamazaki, K., Sawabe, T., Nakano, K., Kawasaki, K., Ezura, Y., Shinano, H. (1998) *Bacillus horti* sp. nov., a new Gram-negative alkaliphilic *Bacillus*. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 48, 565-571.
- [535] Yumoto, I., Yamaga, S., Sogabe, Y., Nodasaka, Y., Matsuyama, H., Nakajima, K., Suemori, A. (2003) *Bacillus krulwichiae* sp. nov., a halotolerant obligate alkaliphile that utilizes benzoate and m-hydroxybenzoate. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 53, 1531-1536.
- [536] Yumoto, I., Hirota, K., Yamaga, S., Nodasaka, Y., Kawasaki, T., Matsuyama, H., Nakajima, K. (2004) *Bacillus asahii* sp. nov., a novel bacterium isolated from soil with the ability to deodorize the bad smell generated from short-chain fatty acids. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54, 1997-2001.
- [537] Yumoto, I., Hirota, K., Goto, T., Nodasaka, Y., Nakajima, K. (2005) *Bacillus oshimensis* sp. nov., a moderately halophilic, non-motile alkaliphile. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, 907-911.
- [538] Zarilla, K. ve Perry, J.J. (1987) *Bacillus thermoleovorans*, sp. nov., a species of obligately thermophilic hydrocarbon utilizing endospore-forming bacteria. *Systematic and Applied Microbiology*, 9, 258-264.
- [539] Zeikus, J.G., Vieille, C., Savchenko, A. (1998) Thermozyms: Biotechnology and structure-function relationship. *Extremophiles*, 1, 2-13,
- [540] Zhai, L., Liao, T., Xue, Y., Ma, Y. (2012) *Bacillus daliensis* sp. nov., an alkaliphilic, Gram-positive bacterium isolated from a soda lake. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 62, 949-953.
- [541] Zhang, T., Fan, X., Hanada, S., Kamagata, Y., Fang, H.H.P. (2006) *Bacillus macauensis* sp. nov., a long-chain bacterium isolated from a drinking water supply. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 349-353.

- [542] Zhang, L., Xu, Z., Patel, B.K.C. (2007) *Bacillus decisifrondis* sp. nov., isolated from soil underlying decaying leaf foliage. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 57, 974-978.
- [543] Zhang, L., Wang, Y., Dai, J., Tang, Y., Yang, Q., Luo, X., Fang, C. (2009) *Bacillus korensis* sp. nov., a moderately halotolerant bacterium isolated from a sand soil sample in China. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 59, 1787-1792.
- [544] Zhang, J., Wang, J., Fang, C., Song, F., Xin, Y., Qu, L., Ding, K. (2010) *Bacillus oceanisediminis* sp. nov., isolated from marine sediment. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 60, 2924-2929.
- [545] Zhang, J., Wang, J., Song, F., Fang, C., Xin, Y., Zhang, Y. (2011) *Bacillus nanhaiisediminis* sp. nov., an alkalitolerant member of *Bacillus* rRNA group 6. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 61, 1078-1083.
- [546] Zhang, L., Wu, G.L., Wang, Y., Dai, J., Fang, C.X. (2011a) *Bacillus deserti* sp. nov., a novel bacterium isolated from the desert of Xinjiang, China. Antonie van Leeuwenhoek, 99, 221-229.
- [547] Zhang, Y.Z., Chen, W.F., Li, M., Sui, X.H., Liu, H.C., Zhang, X.X., Chen, W.X. (2012) *Bacillus endoradicis* sp. nov., an endophytic bacterium isolated from soybean root. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 62, 359-363.
- [548] Zhang, W.Y., Hu, J., Zhang, X.Q., Zhu, X.F., Wu, M. (2015) *Bacillus salitolerans* sp. nov., a novel bacterium isolated from a salt mine in Xinjiang province, China. Antonie van Leeuwenhoek, 108, 443-451.
- [549] Zhang, S., Li, Z., Yan, Y., Zhang, C., Li, J., Zhao, B. (2016) *Bacillus urumqiensis* sp. nov., a moderately haloalkaliphilic bacterium isolated from a Salt Lake. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 66, 2305-2312.
- [550] Zhang, X.X., Gao, J.S., Zhang, L., Zhang, C.W., Ma, X.T., Zhang, J. (2016a) *Bacillus oryzisoli* sp. nov., isolated from rice rhizosphere. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 66, 3432-3436.
- [551] Zhang, M.Y., Cheng, J., Cai, Y., Zhang, T.Y., Wu, Y.Y., Manikprabhu, D., Li, W.J., Zhang, Y.X. (2017) *Bacillus notoginsengisoli* sp. nov., a novel bacterium isolated from the rhizosphere of *Panax notoginseng*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 67, 2581-2585.

- [552] Zhang, Y.G., Zhou, X.K., Guo, J.W., Xiao, M., Wang, H.F., Wang, Y., Bobodzhanova, K., Li, W.J. (2018) *Bacillus tamaricis* sp. nov., an alkaliphilic bacterium isolated from a Tamarix cone soil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 68, 558-563.
- [553] Zhao, F., Feng, Y.Z., Chen, R.R., Zhang, H.Y., Wang, J.H., Lin, X.G. (2014) *Bacillus fengquiensis* sp. nov., isolated from a typical sandy loam soil under long-term fertilization. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 64, 2849-2856.
- [554] Zhou, Y., Wei, W., Che, Q., Xu, Y., Wang, X., Huang, X., Lai, R. (2008) *Bacillus pallidus* sp. nov., isolated from forest soil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 58, 2850-2854.
- [555] Zhou, Y.X., Liu, G.H., Liu, B., Chen, G.J., Du, Z.J. (2016) *Bacillus mesophilus* sp. nov., an alginate-degrading bacterium isolated from a soil sample collected from an abandoned marine solar saltern. Antonie van Leeuwenhoek, 109, 937-943.
- [556] Zhu, D., Tanabe, S.H., Xie, C., Honda, D., Sun, J., Ai, L. (2014) *Bacillus ligniniphilus* sp. nov., an alkaliphilic and halotolerant bacterium isolated from sediments of the South China Sea. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 64, 1712-1717.
- [557] Zhu, D., Zhang, P., Niu, L., Xie, C., Li, P., Sun, J., Hang, F. (2016) *Bacillus ectoiniformans* sp. nov., a halotolerant bacterium isolated from deep-sea sediments. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 66, 616-622.
- [558] Zimbro, M.J., Power, D.A., Miller, S.M., Wilson, G.E., Johnson, J.A. (2009) Difco and BBL Manual, Manual of Microbiological Culture Media, Second Edition, Becton, Dickinson and Company, Sparks, Maryland, USA.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Elif YILMAZ
Doğum Yeri ve Tarihi : Erzurum, 02.03.1985
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : elifyilmaz@marun.edu.tr

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite/Lise	Mezuniyet Yılı
Lise	Sayısal	Sakarya Anadolu Lisesi	2003
Üniversite	Biyoloji öğretmenliği	Marmara üniversitesi	2008
Yüksek Lisans	Biyoloji	Marmara üniversitesi	2011

Yüksek Lisans Tezi: “Mikrobiyal Yakıt Hücrelerinde (MYH) Bulunan Aktif Türlerin Tespiti” 1.Danışman Prof.Dr.Barış ÇALLI, 2. Danışman Prof.Dr.Meral BİRBİR, 2011

Yilmaz, E. ve Birbir, M. “Characterization of Halotolerant *Bacillus* Species Isolated from Salt Samples Collected from Leather Factories in Turkey”, JALCA,114, 118-130, 2019. (Uluslararası Makale)

Cavdar P., Yilmaz E, Tugtas AE., ve Calli B. “Acidogenic fermentation of municipal solid waste and its application to bio-electricity production via microbial fuel cells (MFCs)” Water Science and Technology, 64(4),789-795. 2011. (Uluslararası Makale)