



Bitkisel Kaynaklı Gıdalardan İzole Edilen *B. cereus* Suşlarının Bazı Antibiyotiklere Karşı Duyarlılık Profillerinin Belirlenmesi

Semiha YALÇIN^{1,a,✉}, Başak Gökçe ÇÖL^{2,b}, Harun AKSU^{3,c}

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Milas Veteriner Fakültesi Klinik Öncesi Bilimler Bölümü, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Muğla, Türkiye

²İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

³İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

^aORCID: 0000-0002-9344-0472; ^bORCID: 0000-0002-7627-9867; ^cORCID: 0000-0001-5948-2030

Geliş Tarihi/Received
19.06.2023

Kabul Tarihi/Accepted
12.09.2023

Yayın Tarihi/Published
31.12.2023

Öz

Bacillus cereus, Gram pozitif, fakültatif anaerob, sporlu bir bakteridir. Doğada yaygındır ve baharat, et, süt, tahıl, bakliyat gibi gıdalar ile hayvanlarda mastitis olgularından ve yara enfeksiyonlarından izole edilmektedir. Aktarılabılır antibiyotik direnç genlerinin gıda zincirinde saptanmasıyla ilgili çalışmalar Dünya Sağlık Örgütü'nün bakterilerde antibiyotik direnç gelişimi ve yayılımını 21. yüzyılın önemli sağlık sorunlarından biri olarak bildirmesiyle önem kazanmıştır. Mevcut çalışma bitkisel kaynaklı çeşitli gıdalardan izole edilen *B. cereus* suşlarının farklı grup antibiyotiklere karşı fenotipik duyarlılık profillerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Toplam 152 bitkisel kaynaklı gıdada, %19.7 oranında ve 1.4×10^2 kob/g ile 1.0×10^4 kob/g arasında *B. cereus* saptanmıştır. İzole edilen 30 adet *B. cereus* suşunun 8 farklı grup antibiyotiğe karşı fenotipik duyarlılık profilleri disk difüzyon yöntemiyle test edilmiştir. Sonuçlar Avrupa Antimikrobiyal Duyarlılık Testi Komitesi (EUCAST) kriterlerine göre duyarlı, orta duyarlı veya dirençli olarak yorumlanmıştır. *B. cereus* suşlarının tamamının sefiksim ve amoksisilin/klavulonik asite dirençli, %3.4'ü sulphametoksazol/trimetoprim karşı duyarlı, %6.6'sı orta derecede duyarlı, %90'nının ise dirençli olduğu saptanmıştır. En yüksek antibiyotik duyarlılık (%100) kloramfenikol ve (%93.3) gentamisine karşı iken, tetrasiklin ve eritromisine eşit oranda (%56.7) duyarlılık belirlenmiştir. Suşların %83.3'ünün siprofloksasine orta derecede duyarlı, %16.7'sinin ise dirençli olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak; antibiyotik duyarlılık profillerinin gıda kaynaklı patojenlerde belirlenmesinin antimikrobiyal direnç geni yayılımlarının gıda kaynaklı patojenler aracılığıyla da mümkün olması, uygun tedavi planlarının oluşturulması ve antibiyotik direnç dağılımlarının izlenebilmesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antibiyotik direnci, *Bacillus cereus*, yenilebilir bitkiler

Determination of Susceptibility Profiles of *B. cereus* Strains towards Certain Antibiotics Isolated from Plant-Derived Foods

Abstract

Bacillus cereus is a Gram-positive, facultatively anaerobic, spore-forming bacterium. It is common in nature and it is isolated from foods such as spices, meat, milk, cereals, legumes and from mastitis cases and wound infections in animals. Studies on the detection of transferable antibiotic resistance genes in the food chain have gained importance after the World Health Organization declared the development and spread of antibiotic resistance in bacteria as one of the important health problems of the 21st century. This study aimed to determine the phenotypic susceptibility profiles of *B. cereus* strains isolated from various plant-derived foods against different groups of antibiotics. *B. cereus* was found at a rate of 19.7%, with concentrations ranging between 1.4×10^2 cfu/g and 1.0×10^4 cfu/g, in a total of 152 plant-derived foods. The phenotypic susceptibility profiles of 30 isolated *B. cereus* strains against 8 different groups of antibiotics were tested using the disk diffusion method. Results were interpreted as susceptible, intermediate, or resistant according to the European Committee for Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) criteria. While all *B. cereus* strains were resistant to cefixime and amoxicillin/clavulanic acid, 3.4% were susceptible to sulphamethoxazole/trimethoprim, 6.6% were moderately susceptible, and 90% were resistant. The highest antibiotic susceptibility (100%) was found for chloramphenicol and (93.3%) for gentamicin, while tetracycline and erythromycin had the same sensitivity rate (56.7%). 83.3% of the strains were moderately susceptible to ciprofloxacin, and 16.7% were resistant. In conclusion, the determination of antibiotic susceptibility profiles in foodborne pathogens is crucial for monitoring the distribution of antibiotic resistance, creating appropriate treatment plans, and preventing the spread of antimicrobial resistance genes through foodborne pathogens.

Key Words: Antibiotic resistance, *Bacillus cereus*, edible plants

GİRİŞ

Bacillus cereus, Gram pozitif, çomak şeklinde, endospor oluşturan, doğada yaygın olarak bulunan ve aynı zamanda gıda kaynaklı patojen bir bakteridir (1, 2). *B. cereus*, meyveler, sebzeler, tahıllar, otlar, baharatlar, süt ürünleri ve et gibi birçok gıdadan izole edilmiştir (3). Firmicutes filumunda yer alan

B. cereus, DNA içeriğinde düşük guanine + sitozin (G+C) miktarına sahiptir. İlk kez bir inek ahırında, havadan izole edilen bakterinin toksin üretme yeteneğinde birçok suşu bulunmaktadır. Gıdalarla alındığında hem toksiko-enfeksiyon hem de intoksikasyon formda hastalıklara yol açabilmektedir (4). Yirminci yüzyılın ikinci yarısında emetik ve diyetetik olmak üzere iki tür gıda zehirlenmesine sebep olduğu ortaya konmuştur (5).

Emetik tip hastalık türünde *B. cereus*, kontamine gıdanın tüketilmesinden yarım saat sonra ortaya çıkan ve klinik olarak *Staphylococcus aureus* enterotoksinleri ile zehirlenmelerden ayırt edilemeyen başlıca mide bulantısı ve kusma ile karakterize intoksikasyon tipi gıda zehirlenmesine yol açmaktadır. Emetik formun şekillenmesinden ise ısıya dayanıklı bir dodekadepsipeptit toksini olan, *ces* genleri tarafından kodlanan serulid toksini sorumludur ve genellikle pirinç, marna gibi tahıl kökenli gıdalarla ilişkilendirilmektedir (6, 7). Emetik toksin serulid, *B. cereus*'un gıda maddelerinde vejetatif formda üremesi sırasında önceden oluşmakla birlikte genel olarak hastalığa neden olabilecek konsantrasyonlarda serulid üretmek için gıdanın gramında en az 10^3 - 10^5 kob düzeyinde *B. cereus* olması gerektiği düşünülmektedir (8-12).

İkinci tür gıda zehirlenmesi ise ishal ile karakterize diaretik formdur ve birçok gıda maddesi ile ilişkilidir. Bu hastalık şekli, *Clostridium perfringens* tip A tarafından oluşturulan gıda zehirlenmesine benzer ve esas olarak ishal ve karın krampları ile kendini göstermektedir. Toksikoinfeksiyon tarzı gıda zehirlenmesinin tipik bir örneği olan bu formda semptomlar yaklaşık 8-16 saat sonra ortaya çıkmaktadır ve toksinler canlı bakteriler tarafından bağırsakta oluşturulmaktadır. Hastalığın oluşmasından sorumlu enfektif dozun 10^4 - 10^9 kob/g arasında olduğu tahmin edilmektedir (9, 10, 13-15). İshal ile seyreden formlardan bazı suşlar tarafından üretilen hemolizin BL (*hblA*, *hblC* ve *hblD* tarafından kodlanan HBL), hemolitik olmayan enterotoksin (*nheA*, *nheB*, *nheC* tarafından kodlanan NHE), sitotoksin K (*cytK* tarafından kodlanan CytK) ve enterotoksin FM (*entFM* tarafından kodlanan EntFM) toksinleri sorumludur. Bu toksinleri üreten suşlar daha çok baharatlarda, sebzelerde, tahıllarda ve et ürünlerinde bulunmaktadır (6, 7). Etken, insanlarda gıda zehirlenmelerinin yanı sıra yara enfeksiyonları, nekrotizan fasiit, bakteriyemi, pnömoni, endoftalmi, endokardit, merkezi sinir sistemi enfeksiyonları ve osteomyelit gibi lokal ve sistemik olabilen nongastrointestinal enfeksiyonlara da yol açabilmektedir (16-20).

B. cereus, insanların yanı sıra hayvanlarda da özellikle mastitis ve yara enfeksiyonlarına yol açmaktadır. Çok sayıda çalışmada sığırlarda akut gangrenöz mastitis etkeni olarak bildirilen *B. cereus*'un, antibiyotik tedavisi, cerrahi müdahaleler veya meme başındaki yaralar kaynaklı enfeksiyona yol açtığı (21), sığırlarda, keçilerde mastitis olgularından sorumlu olduğu (22-24) bildirilmiştir. Halk sağlığı açısından bakıldığında, doğada yaygın olarak bulunan *B. cereus* etkeninin yol açtığı bu enfeksiyonlar sebebiyle özellikle çiğ süt ürünleri aracılığıyla da insanlar tarafından alınması ihtimal dahilindedir. Dolayısıyla gerek bitkisel gıdalar, gerek çiğ süt gibi hayvansal gıdalar ile hastalık olgularından sorumlu patojen olarak izole edilen *B. cereus* etkenlerinin antibiyotik duyarlılık profillerinin tanımlanması olası hastalık olgularında tedavi planlarının oluşturulması açısından önem arz etmektedir. Bu araştırma; bitkisel kökenli gıdalardan izole edilen *Bacillus cereus* suşlarının, farklı gruplardan antibiyotiklere karşı duyarlılık profillerini fenotipik olarak belirlemek ve gıda veya çevresel kaynaklı bir patojen olan bu mikroorganizmanın mevcut direnç profillerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Örneklerden *Bacillus cereus* izolasyon ve identifikasyonu

Bu çalışmada İstanbul'un çeşitli semtlerindeki market, süpermarket, aktar ve gıda pazarlarından elde edilen toplam 152 adet bitkisel kaynaklı gıda (baharat ve baharat karışımları, bakliyat, hububat, toz çorba karışımları) örnekleri toplanmıştır. Uygun koşullarda laboratuvara getirilen örnekler *B. cereus* varlığı ve sayısı açısından ISO 7932:2004'e göre analiz edilmiştir (25). Örneklerden 1/10, 1/100, 1/1000'lik seri dilüsyonlar hazırlanarak, Mannitol Egg Yolk Polymyxin (MYP, Oxoid) besiyerine 0.1 ml inokule edilmiştir. Steril drigalski spatülü yardımı ile yayılan inokulumun besiyeri tarafından absorbe edilmesi için 15 dakika bekletildikten sonra, MYP besiyerleri ters çevrilerek $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ' da 24-48 saat inkübe edilmiştir. Tipik kolonilerden koyun kanlı agara ekim yapılarak 30°C de 24 ± 2 saat inkübasyona bırakılarak hemoliz reaksiyonuna bakılmıştır. MYP agarda presipitasyon zonuna sahip pembe koloniler koyun kanlı agardaki hemoliz yeteneğine göre *B. cereus* olarak doğrulanarak, gıdalarda bulunan *B. cereus* sayısı kob/g (ml) olarak hesaplanmıştır.

Antimikrobiyal analizler

İzole edilen ve tanımlanan *B. cereus* suşlarının antimikrobiyal duyarlılığı, Avrupa Antimikrobiyal Duyarlılık Testi Komitesi (EUCAST) yönergelerine göre Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemi kullanılarak test edilmiştir (26). Duyarlılık testi için sekiz farklı antibiyotik grubundan; sefiksim (5 µg), amoksisilin/klavulonik asit (30 µg), sulfametoksazol/trimetoprim (25 µg), tetrasiklin (30 µg), gentamisin (10 µg), kloramfenikol (30 µg), siprofloksasin (5 µg) ve eritromisin (15 µg) antibiyotiklerini içeren diskler (Bioanalyse) kullanılmıştır. Antimikrobiyal duyarlılık testi için 35°C 'de aerobik ortamda nutrient agarda (NA, LabM) üretilen taze saf kültürlerden, 0.5 McFarland standardına göre bakteri süspansiyonları hazırlanmıştır. Bu süspansiyonlardan 0.1 ml alınarak, Mueller-Hinton agar (MHA, LabM)'a yayma ekim yapılarak diskler, besiyeri yüzeyine yerleştirilmiştir. Besiyerleri 18-24 saat süreyle, 35°C 'de inkübasyona bırakıldıktan sonra diskler etrafında oluşan inhibisyon zon çaplarının milimetre cinsinden ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar, EUCAST (Version 13.0, 2023-01-01) kriterlerine göre duyarlı, orta duyarlı veya dirençli olarak yorumlanmıştır (1, 27).

BULGULAR

Toplam 152 adet bitkisel kaynaklı gıdanın mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre 30 (%19.7) örnekte, 1.4×10^2 kob/g ile 1.0×10^4 kob/g arasında *B. cereus* tespit edilmiştir. Analize alınan 30 adet *B. cereus* suşunun tamamı (%100) sefiksim ve amoksisilin/klavulonik asite dirençli bulunmuştur. Suşların %3.4'ünün sulfametoksazol/trimetoprim duyarlı, %6.6'sının orta derecede duyarlı, %90'nın ise dirençli olduğu belirlenmiştir. Test edilen suşlar arasında en yüksek antibiyotik duyarlılığının kloramfenikol (%100) ve gentamisine (%93.3) karşı olduğu, tetrasiklin (%56.7) ve eritromisin (%56.7) antibiyotiklerine karşı ise eşit oranda duyarlılık olduğu belirlenmiştir. Siprofloksasine karşı, suşların %83.3'ünde orta derecede duyarlılık görülürken, %16.7'sinin ise bu antibiyotiğe

karşı direnç geliştirdiği saptanmıştır. Analiz edilen suşlara ait antibiyotiklere duyarlılık ve direnç dağılımları Tablo 1’de verilmiştir. Kullanılan antibiyotik grupları ve suşların bunlara karşı fenotipik duyarlılık yüzdeleri ise Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Duyarlı, dirençli ve orta duyarlı suş sayılarının antibiyotiklere göre dağılımları

ÖRNEK NO	CFM	AMC	SXT	TE	CN	C	CIP	E
1	R	R	R	S	S	S	I	S
2	R	R	R	S	S	S	I	S
3	R	R	R	R	S	S	I	R
4	R	R	R	S	S	S	I	S
5	R	R	R	S	S	S	R	R
6	R	R	R	S	S	S	I	R
7	R	R	R	R	S	S	I	S
8	R	R	R	S	R	S	I	R
9	R	R	R	S	S	S	I	R
10	R	R	R	S	R	S	R	S
11	R	R	S	S	S	S	I	S
12	R	R	R	R	S	S	I	S
13	R	R	R	S	S	S	R	R
14	R	R	I	S	S	S	I	S
15	R	R	I	R	S	S	R	R
16	R	R	R	R	S	S	I	R
17	R	R	R	R	S	S	I	R
18	R	R	R	S	S	S	I	S
19	R	R	R	R	S	S	I	S
20	R	R	R	R	S	S	R	R
21	R	R	R	R	S	S	I	S
22	R	R	R	R	S	S	I	S
23	R	R	R	S	S	S	I	S
24	R	R	R	S	S	S	I	S
25	R	R	R	S	S	S	I	R
26	R	R	R	S	S	S	I	S
27	R	R	R	R	S	S	I	R
28	R	R	R	R	S	S	I	R
29	R	R	R	S	S	S	I	S
30	R	R	R	R	S	S	I	S
TOPLAM	30	30	30	30	30	30	30	30
DUYARLI	0	0	1	17	28	30	0	17
DİRENÇLİ	30	30	27	13	2	0	5	13
ORTA DUYARLI	0	0	2	0	0	0	25	0

R: Dirençli; S: Duyarlı; I: Orta Duyarlı; CFM: Sefiksims; AMC: Amoksisilin/Klavulonik Asit; SXT: Sülfametoksazol/Trimetoprim; TE: Tetrasiklin; CN: Gentamisin; C: Kloramfenikol; CIP: Siprofloksasin; E: Eritromisin

Tablo 2. *B. cereus* suşlarının test edilen antibiyotiklere karşı fenotipik duyarlılık yüzdeleri

Antibiyotik sınıfı	Antibiyotik adı	Duyarlı (%)	Orta duyarlı (%)	Dirençli (%)
Penisilinler	Amoksisilin / Klavulonik Asit	0	0	100
Sefalosporinler	Sefiksims	0	0	100
Sülfonamidler	Sülfametoksazol / Trimetoprim	3.4	6.6	90
Tetrasiklinler	Tetrasiklin	56.7	0	43.3
Aminoglikozidler	Gentamisin	93.3	0	6.7
Fenikoller	Kloramfenikol	100	0	0
Kinolonlar	Siprofloksasin	0	83.3	16.7
Makrolidler	Eritromisin	56.7	0	43.3

TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde, antimikrobiyal maddelere karşı patojen bakterilerde gelişen direnç olguları, dünya genelinde önemli bir sorun haline gelmiştir. Son yıllarda, özellikle çok sayıda antimikrobiyal ilaca direnç geliştiren bakteriler (çoklu direnç), endişe verici bir oranda artış göstermiş ve dirençli bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların ortaya çıkması ise tedavide zorluklara, mortalite ve morbidite oranlarının yükselmesine sebep olmuştur. Bu nedenle bakteriyel direnç gelişiminin ve yayılımının durdurulmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Sıklıkla karşılaşılan bakteriyel patojenlerde ortaya çıkan antimikrobiyal duyarlılık durumlarının belirlenmesi, direnç gelişimi ile ilgili oluşturulan epidemiyolojik verilerin izlenerek tedavi planlarının oluşturulması bu çalışmalar arasında yer almaktadır (28). Bu çalışmada; halk sağlığı açısından, gıda ve çevresel kaynaklı önemli bakteriyel hastalık etkenlerinden biri olarak gösterilen *B. cereus*'un, çeşitli bitkisel gıda ürünlerinden izole edilen suşlarının sekiz farklı grupta yer alan antibiyotiğe karşı dirençlilik durumları araştırılmıştır.

Literatürde, *B. cereus*'un β -laktam ve türevi antimikrobiallere karşı yüksek oranda direnç geliştirdiği ve suşların genellikle β -laktamaz üretme yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir (3, 29, 30). Yu ve ark. (31), çeşitli sebzelerden izole ettikleri *B. cereus* suşlarında penisilin grubu antibiyotiklerden; amoksisilin-klavulanik, penisilin, ampisiline karşı sırasıyla %97.6, %99.7 ve %99.7, sefalosporinlerden; sefalotin ve sefoksitine karşı sırasıyla %86.7, %95.6 oranlarında fenotipik direnç tespit etmişlerdir. Park ve ark. (32)'nin çiğ sebzelerden izole ettikleri *B. cereus* suşlarında ise penisilin (%100), sefotaksim (%100) ve seftriakson (%77.6-100) antibiyotiklerine karşı direnç gelişimleri saptanmıştır. Atyabi ve ark. (22), Kaliforniya Mastitis Testi (CMT) pozitif olan 2904 süt örneğinin 51 (%1.76)'inde, Ankara'da yapılan bir diğer çalışmada ise 366 adet mastitisli inek sütünün 4 (%1.1)'ünde *B. cereus* saptanmıştır. (24). Klinik ve subklinik mastitisli keçilerden elde edilen 307 süt örneğinin 78'inden izole elde edilen *B. cereus*'un test edilen amoksisilin/klavulonik asit, sefotaksim ve oksasilin antibiyotiklerine karşı %100 oranında direnç geliştirdiği tespit edilmiştir (23). Yıbar ve ark. (33), çeşitli süt ve peynir örneklerinden elde ettikleri *B. cereus* suşlarının tamamının penisilin G'ye, %63.2'sinin ampisiline, %57.9'unun sefalotine dirençli olduğunu bulmuşlardır. Bu araştırmalara paralel olarak son yıllarda da farklı çalışmalarda da β -laktam antibiyotiklere yüksek oranda direnç olguları bildirilmiştir (2, 34, 35). Literatürdeki sonuçlarla benzer şekilde, çalışmamızda da test edilen 30 adet *B. cereus* suşunun tamamında, penisilin ve sefalosporin grubu β -laktam antibiyotiklerden sırasıyla, amoksisilin/klavulonik asit ve sefiksims antibiyotiklerine karşı herhangi bir inhibisyon zonu oluşmamış, bu suşların %100 oranında dirençli olduğu bulunmuştur.

Sornchuer ve Tiengtip (35)'in gerçekleştirdiği bir çalışmada; sebze, et, pirinç gibi ürünleri içeren farklı gıda örneklerinden izole edilen *B. cereus* suşlarında, sulfametoksazol/trimetoprim antibiyotiğine karşı %87 oranında duyarlılık bulmuşlardır. Park ve ark. (3), çeşitli tahıl grubu gıdalardan izole ettikleri *B. cereus* suşları ile ishal gibi belirtilere sahip insan dışkı örneklerinden izole ettikleri *B. cereus* suşlarında antibiyotik duyarlılık dağılımlarını incelemiş, gıdalardan izole

edilen 73 adet *B. cereus* suşunun %99'unun sulphametoksazol/trimetoprim'e karşı duyarlı, %1'inin orta duyarlı, dışkı izolatlarının ise tamamının duyarlı olduğunu bildirmişlerdir. Diğer yandan Ghazali ve ark. (23) tarafından süt izolatlarından yapılan bir diğer çalışmada ise sulphametoksazol/trimetoprim'e karşı %100 oranında direnç tespit edilmiştir. Fiedler ve ark. (27)'nin, salatalık, havuç, çeşitli otlar ve tüketime hazır karışık salata yapraklarından izole edilen toplam 147 adet *B. cereus* izolatında yapmış olduğu araştırmada; sülfametoksazol-trimetoprim'e karşı %52.4 oranında duyarlılık, %36.1 oranında direnç belirlemişlerdir. Farklı bir çalışmada ise, süt ürünlerinden izole edilen 54 adet suşun, %85.18 oranında sulphametoksazol/trimetoprim antibiyotiklerine duyarlı olduğunu belirlemişlerdir (2). Mevcut çalışmamızda ise test edilen izolatların, herhangi bir inhibisyon zonu oluşturmaksızın sulfametoksazol/trimetoprim'e yüksek oranda fenotipik direnç (%90) ve düşük oranlarda fenotipik duyarlılık (% 3.4' ü duyarlı, % 6.6' sı orta duyarlı) sergilediği görülmüştür.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde kloramfenikol ve gentamisin antibiyotiklerine karşı farklı kaynaklardan izole edilen *B. cereus* suşlarının yüksek duyarlılık sergilediği belirlenmiştir. Zhao ve ark. (2)'nin yapmış olduğu bir araştırmada; farklı süt ürünlerinden izole edilen 54 adet *B. cereus* suşunun bazı antibiyotiklere karşı fenotipik duyarlılık durumları test edilmiş, tüm suşlar kloramfenikol ve gentamisin antibiyotiklerine duyarlı bulunmuştur. Aynı çalışmada izolatların tetrasiklin, eritromisin ve siprofloksasin antibiyotiklerine karşı duyarlılıklarının sırasıyla %98.15, %83.33 ve %94.44 olduğu tespit edilmiştir. Park ve ark. (3), tahıl bazlı gıda izolatlarında gentamisine karşı %99, dışkı izolatlarında ise %100 duyarlılık tespit ederken kloramfenikole ise suşların tamamı duyarlı bulunmuştur. Ayrıca siprofloksasin duyarlılığı gıda (%98) ve dışkı (%84) izolatlarında yüksek oranlarda bulunmuştur. Tetrasiklin ve eritromisin duyarlılıkları ise gıda izolatlarında sırasıyla %85, %82 oranlarında dışkı izolatlarında ise sırasıyla %82, %75 oranlarında olduğu tespit edilmiştir. Park ve ark. (32), taze sebzelerden elde edilen izolatlarla yapmış olduğu çalışmada suşlar arasında kloramfenikol, siprofloksasin ve gentamisine %100 duyarlılık belirlemiştir. Literatürle benzer şekilde çalışmamızda da suşların tamamının kloramfenikole, %93.3'ünün gentamisine duyarlı olduğu belirlenmiştir. Tetrasiklin ve eritromisin antibiyotiklerine ise bahsedilen çalışmalara kıyasla daha düşük duyarlılık oranları (her iki antibiyotik için %56.7) tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarla kıyaslandığında, bu çalışmada siprofloksasine karşı orta derecede duyarlılık oranlarının yüksek olduğu (%83.3) ve suşların bu antibiyotikçe %16.7 oranında direnç gelişimi gösterdiği görülmüştür. Ayrıca çoklu direnç gelişimi açısından değerlendirildiğinde; test edilen 30 adet *B. cereus* suşunun β-laktam halkası içeren antibiyotikler (sefiksime ve amoksisilin/klavulonik asit) bir grup alınarak, 28'inin en az 2 farklı gruptan, 20 adedinin ise en az 3 farklı gruptan antibiyotikçe fenotipik olarak dirençli olduğu tespit edilmiştir.

Direnç oranlarındaki varyasyonların, çeşitli kaynaklardan izole edilen suşların farklı ortam ve çevresel koşullara maruz kalması nedeniyle oluşabilen genotipik ve fenotipik değişimlerin etkisiyle şekillendiği düşünülebilir (34). Halk sağlığı ve hayvan sağlığı açısından bakıldığında; tüm bu var-

yasyonlar göz önüne alınarak, literatürde yüksek oranda ortak duyarlılık sergileyen antibiyotik gruplarının tedavi planlarına alınmasının, hem tedavi başarısının yüksek olmasına hem de uzun vadede antibiyotik direnç yayılımlarının önlenmesine katkıda bulunması açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak; antimikrobiyal direnç yayılımlarının gıda kaynaklı patojenler aracılığıyla da gerçekleşmesi mümkündür. Bu nedenle ilk olarak uygun tedavi planlarının oluşturulabilmesi, epidemiyolojik verilerin genişletilmesi ve antibiyotik direnç dağılımlarının izlenebilmesi için antibiyotik duyarlılık profillerinin yalnızca hastalık olgularından izole edilen bakterilerde değil, aynı zamanda farklı gıda ve çevresel kaynaklı patojenlerde de belirlenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 5. Uluslararası Gıda, Tarım ve Veteriner Bilimleri Kongresi'nde (2023) özet bildiri (sözlü) olarak sunulmuştur.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

KAYNAKLAR

1. Mills E, Sullivan E, Kovac J. (2022). Comparative Analysis of *Bacillus cereus* Group Isolates' Resistance Using Disk Diffusion and Broth Microdilution and the Correlation between Antimicrobial Resistance Phenotypes and Genotypes. *Appl Environ Microbiol.* 88(6): e0230221.
2. Zhao S, Chen J, Fei P. et al. (2020) Prevalence, Molecular Characterization, and Antibiotic Susceptibility of *Bacillus cereus* Isolated from Dairy Products in China. *J Dairy Sci.* 103(5): 3994-4001.
3. Park YB, Kim JB, Shin SW. et al. (2009). Prevalence, Genetic Diversity, and Antibiotic Susceptibility of *Bacillus cereus* Strains Isolated from Rice and Cereals Collected in Korea. *J Food Prot.* 72(3): 612-617.
4. Özlük Çilak G, Halkman K. (2018). Çeşitli Besiyerlerinin *Bacillus cereus* Sporlanmasındaki Etkisi Üzerine Bir Araştırma. *Gıda.* 43(2): 347-355.
5. Ehling-Schulz M, Lereclus D, Koehler TM. (2019) The *Bacillus cereus* Group: *Bacillus* Species with Pathogenic Potential. *Microbiol Spectr.* 7(3): 10.1128/microbiolspec.GPP3-0032-2018.
6. Chon JW, Kim JH, Lee SJ, Hyeon JY, Seo KH. (2012). Toxin Profile, Antibiotic Resistance, and Phenotypic and Molecular Characterization of *Bacillus cereus* in Sunsik. *Food Microbiol.* 32(1): 217-222.
7. Yu S, Yu P, Wang J. et al. (2020). A Study on Prevalence and Characterization of *Bacillus cereus* in Ready-to-Eat Foods in China. *Front Microbiol.* 10: 3043.
8. Agata N, Ohta M, Mori M, Isobe M. (1995). A Novel Dodecadepsipeptide, Cereulide, is an Emetic Toxin of *Bacillus cereus*. *FEMS Microbiol Lett.* 129(1): 17-20.
9. Arnesen SLP, Fagerlund A, Granum PE. (2008). From Soil to Gut: *Bacillus cereus* and Its Food Poisoning Toxins. *FEMS Microbiol Rev.* 32(4): 579-606.
10. Ehling-Schulz M, Messelh usser U. (2012). One Pathogen but Two Different Types of Foodborne Outbreaks: *Bacillus cereus* in Catering Facilities in Germany. In *Case Studies in Food Safety*

- and Quality Management: Lessons from Real-Life Situations; Horfaar, J., Ed.; Woodhead: Cambridge, UK, pp. 63-70.
11. Messelh usser U, Frenzel E, Bl ochinger C, Zucker R, K ampf P, Ehling-Schulz M. (2014). Emetic *Bacillus cereus* are more Volatile than Thought: Recent Foodborne Outbreaks and Prevalence Studies in Bavaria (2007-2013). *Biomed Res Int.* 465603.
 12. Shinagawa K, Ueno Y, Hu D, Ueda S, Sugii S. (1996). Mouse Lethal Activity of a HEp-2 Vacuolation Factor, Cereulide, Produced by *Bacillus cereus* Isolated from Vomiting-Type Food Poisoning. *JVMS.* 58(10): 1027-1029.
 13. Clavel T, Carlin F, Lairon D, Nguyen-The C, Schmitt P. (2004). Survival of *Bacillus cereus* Spores and Vegetative Cells in Acid Media Simulating Human Stomach. *J Appl Microbiol.* 97(1): 214-219.
 14. Jessberger N, Dietrich R, Granum PE, M artlbauer E. (2020). The *Bacillus cereus* Food Infection as Multifactorial Process. *Toxins.* 12(11): 701.
 15. Logan N. (2011). *Bacillus* and Relatives in Foodborne Illness. *J Appl Microbiol.* 112: 417-429.
 16. Avashia SB, Riggins WS, Lindley C. et al. (2007). Fatal Pneumonia among Metalworkers due to Inhalation Exposure to *Bacillus cereus* Containing *Bacillus anthracis* Toxin Genes. *Clin Infect Dis.* 44(3): 414-416.
 17. Bottone EJ. (2010). *Bacillus cereus*, a Volatile Human Pathogen. *Clin Microbiol Rev.* 23: 382-398.
 18. Ikeda M, Yagihara Y, Tatsuno K, Okazaki M, Okugawa S, Moriya K. (2015). Clinical Characteristics and Antimicrobial Susceptibility of *Bacillus cereus* Blood Stream Infections. *Ann Clin Microbiol Antimicrob.* 14: 43.
 19. Oğuzman E,  etin H, Kalem M, Karahan ZC, Evren E, Us E. (2020). *Bacillus cereus*'un Etken Olduğu Travma İlişkili Yara Enfeksiyonu. *J Ankara Univ Fac Med.* 73(1): 78-82.
 20. Rishi E, Rishi P, Sengupta S. et al. (2013). Acute Postoperative *Bacillus cereus* Endophthalmitis Mimicking Toxic Anterior Segment Syndrome. *J Ophthalmol.* 120: 181-185.
 21. Schiefer B, Macdonald KR, Klavano GG, Van Dreumel AA. (1976). Pathology of *Bacillus cereus* Mastitis in Dairy Cows. *Can Vet J.* 17(9): 239.
 22. Atyabi N, Vodjgani M, Gharagozloo F, Bahonar A. (2006). Prevalence of Bacterial Mastitis in Cattle from the Farms around Tehran. *Iran J Vet Res.* 7(3): 7679.
 23. Ghazali MF, Sukiman MZ, Chai MH, Mohamad NM, Ariffin SZ. (2022). Molecular Detection and Antibiogram of *Bacillus cereus* Isolated from Dairy Goat with Mastitis in Malaysia. *Int J Infect Dis.* 116: 63-64.
 24. Yumuşak M, K uc ukayan U. (1995). Ankara B lgesindeki Mastitisli İnek S tlerinde *Bacillus cereus* Aranması. *Etlik Vet Mikrobiyol Derg.* 8(1): 198-217.
 25. International Organization for Standardization (ISO). (2004). Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of presumptive *Bacillus cereus* - Colony-count technique at 30 degrees. 7932.
 26. EUCAST: The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoint Tables for Interpretation of MICs and Zone Diameters. Version 13.0, 01.01.2023. <http://www.eucast.org>
 27. Fiedler G, Schneider C, Igbinosa EO. et al. (2019). Antibiotics Resistance and Toxin Profiles of *Bacillus cereus*-group Isolates from Fresh Vegetables from German Retail Markets. *BMC Microbiol.* 19: 250.
 28. Frieri, M., Kumar, K., Boutin, A. (2017). Antibiotic resistance. *J Infect Public Health.* 10 (4): 369-378.
 29. Chen Y, Tenover FC, Koehler TM. (2004). Beta-Lactamase Gene Expression in a Penicillin-Resistant *Bacillus anthracis* Strain. *Antimicrob Agents Chemother.* 48(12): 4873-4877.
 30. Suthar AP, Kumar R, Savalia CV, Nayak DN, Kalyani IH, 2022: Determination of Prevalence and Multidrug Resistance Phenotypes of *Bacillus cereus* in Raw Chicken Meat and Swabs of Human Subjects. *Pharma Innovation.* 11(12): 1159-1164.
 31. Yu P, Yu S, Wang J. (2019). *Bacillus cereus* Isolated From Vegetables in China: Incidence, Genetic Diversity, Virulence Genes, and Antimicrobial Resistance. *Front Microbiol.* 10: 948.
 32. Park KM, Jeong M, Park KJ, Koo M. (2018). Prevalence, Enterotoxin Genes, and Antibiotic Resistance of *Bacillus cereus* Isolated from Raw Vegetables in Korea. *J Food Prot.* 81(10): 1590-1597.
 33. Yıbar A,  etinkaya F, Soyutemiz E, Yaman G. (2017). Prevalence, Enterotoxin Production and Antibiotic Resistance of *Bacillus cereus* Isolated from Milk and Cheese. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 23(4): 635-642.
 34. Jung J, Jin H, Seo S. (2022). Short Communication: Enterotoxin Genes and Antibiotic Susceptibility of *Bacillus cereus* Isolated from Garlic Chives and Agricultural Environment. *Int. J Environ Res Public Health.* 19(19): 12159.
 35. Sornchuer P, Tiengtip R. (2021). Prevalence, Virulence Genes, and Antimicrobial Resistance of *Bacillus cereus* Isolated from Foodstuffs in Pathum Thani Province, Thailand. *Pharm Sci Asia.* 48(2): 194-203.

✉ **Sorumlu Yazar:**

Semiha YALÇIN
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Milas Veteriner
Fak ltesi Klinik  ncesi Bilimler B l m , Mikrobiyoloji
Anabilim Dalı, Muğla, T rkiye
E-posta: semihayalcin@mu.edu.tr