

Seçili Bazı Kırmızı Meyve ve Sebzelere Total Antioksidan-Oksidan Kapasitenin ve Antimikrobiyal Aktivitenin İncelenmesi

Investigation of Total Antioxidant-Oxidant Capacity and Antimicrobial Activity in Some Selected Red Fruit and Vegetables

Elif Azize ÖZŞAHİN DELİBAŞ

Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Ana Bilim Dalı, Tokat, 0000-0002-4195-0884

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, seçili bazı kırmızı meyve/sebzelerin etanolik ekstraktlarındaki total antioksidan kapasite (TAK); total oksidan kapasite (TOK) ve oksidatif stres indeksini (OSI) belirlemeyi; ayrıca bu ekstraktların antimikrobiyal etkisini değerlendirmeyi amaçlamıştır.

Gereç ve Yöntem: Meyve/sebzelerin etanolik ekstraktı Soxhlet cihazı ile elde edildi. TAK, TOK ve OSI, Rel Assay kitleri kullanılarak belirlendi. Ekstraktların antimikrobiyal aktivitesi, agar difüzyon yöntemi kullanılarak iki Gram pozitif (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*), bir Gram negatif bakteri (*Escherichia coli*) ve bir mantar (*Candida albicans*) suşlarına karşı tarandı.

Bulgular: En yüksek TAK (8.407 ± 0.399 mmol/L), TOK (7.277 ± 0.244 μ mol/L) ve OSI (0.157 ± 0.019) değerleri sırasıyla kırmızı lahana, kırmızı soğan ve kırmızı turpta belirlendi. En düşük TAK (3.668 ± 0.437), TOK (3.769 ± 0.568) ve OSI (0.058 ± 0.002) değerleri sırasıyla kırmızı turp, kırmızı nar ve kırmızı havuçta elde edildi. Kırmızı pancar ve lahana antimikrobiyal aktivite göstermedi. Nar ekstraktı, Gram negatif bakteri ve mantarların büyümesini seçici olarak engelledi ve en duyarlı suş 21 mm inhibisyon zonu ile *E. coli* oldu. Havuç, soğan ve turp ekstraktları *B. subtilis* (12-13mm) ve *E. coli* (12-13mm) de benzer sonuçlar verdi. Soğan ve turp ekstraktı antifungal aktivite göstermedi.

Sonuç: Kırmızı lahananın antioksidan potansiyelinin çok yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca nar ve kırmızı havucun düşük oksidatif stres indeksleri, bitkideki endojen antioksidanların endojen oksidanları önemli ölçüde inhibe ettiğini göstermiştir. Narın antibiyotikler kadar hatta bazılarında daha fazla antimikrobiyal olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal aktivite, Kırmızı meyveler, Oksidatif stres indeksi, Total antioksidan durum, Total oksidan durum

ABSTRACT

Purpose: This study aimed to determine the total antioxidant capacity (TAC), total oxidant capacity (TOC) and the oxidative stress index (OSI) of ethanolic extracts of some selected red fruit/vegetables; it also aimed to evaluate the antimicrobial effect of this extracts.

Materials and Methods: The fruit/vegetables were extracted with ethanol (EtOH) using a Soxhlet device. TAC, TOC and OSI were determined using Rel Assay kits. The antimicrobial activity of the extracts was screened against two Gram-positive (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*), one Gram-negative bacteria (*Escherichia coli*) and one fungi (*Candida albicans*) strains using the agar diffusion method.

Results: The highest TAC (8.407 ± 0.399 mmol/L), TOC (7.277 ± 0.244 μ mol/L) and OSI (0.157 ± 0.019) values were determined in red cabbage, red onion, and red radish, respectively. The lowest TAC (3.668 ± 0.437), TOC (3.769 ± 0.568) and OSI (0.058 ± 0.002) values were obtained in red radish, red pomegranate, and red carrot, respectively. Red beets and cabbage showed no antimicrobial activity. Pomegranate extract selectively inhibited the growth of Gram-negative bacteria and fungi, being *E. coli* the most susceptible one with 21 mm of inhibition zone. Carrot, onion and radish extracts gave similar results on *B. subtilis* (12-13mm) and *E. coli* (12-13mm). Onions and radishes extracts do not show anti-fungal activity.

Conclusion: It can be said that the antioxidant potential of red cabbage is very high. In addition, low oxidative stress index of pomegranate and red carrot have shown that endogenous antioxidants in the plant significantly inhibit endogenous oxidants. Pomegranate has been found to be as antimicrobial as antibiotics, even more than some.

Keywords: Antimicrobial activity, Red fruits, Oxidative stress index, Total antioxidant capacity, Total oxidant capacity

Sorumlu yazar:

Elif Azize ÖZŞAHİN DELİBAŞ, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Tokat, elif.delibas@gop.edu.tr

Başvuru/Submitted:11.10.2021 **Kabul/Accepted:**07.12.2021

Cite this article as: Özşahin Delibaş E. Investigation of Total Antioxidant-Oxidant Capacity and Antimicrobial Activity in Some Selected Red Fruit and Vegetables. J TOGU Heal Sci 2022;2(1):1-12.

GİRİŞ

Oksidan-antioksidan sistemler arasındaki dengenin oksidanlar lehine bozulması birçok kronik hastalığın oluşum ve gelişim nedenleri arasında yer alır ve oksidatif stres olarak tanımlanır (1). Maalesef günümüzde modern yaşam tarzının getirisi olan işlenmiş gıdalar, çeşitli kimyasallara maruziyet, egzersiz eksikliği gibi tetikleyici faktörler oksidatif stresi kaçınılmaz kılmaktadır (2).

Oksidatif stresin etkilerini azaltan antioksidan savunma mekanizmalarının zayıflaması, hücre ve dokuları hastalık geliştirmeye yatkın hale getirir. Bu nedenle canlı vücudunda yeterli antioksidan düzeylerinin doz aşılardan sürdürülmesi, çok sayıda hastalığı önlemek, kontrol altına almak, yavaşlatmak ve iyileştirmek için gereklidir (3).

Antioksidan ajanlar, canlı vücudu içerisinde gerçekleşen metabolik süreçlerde endojen olarak sentezlenebildiği gibi diyetle ekzojen olarak da alınabilmektedir (4). Gıda antioksidanlarının sağlığı geliştirici etkilerine dair kanıtlar gün geçtikçe artmaktadır (5). Bu kapsamda, meyve ve sebzeler bitkisel antioksidan kaynağı olarak öne çıkmakta; çilekçiller, kirazçiller, turunççiller gibi meyvelerle; kırmızı ve yeşil renkli sebzeler antioksidan içeriği yüksek besin içerikleri ile gündeme gelmektedir (6). Bu çalışmada da kırmızının farklı tonlarındaki yumru ve kök sebzelerden olan kırmızı havuç (*Daucus* sp.), kırmızı pancar (*Beta* sp.), kırmızı soğan (*Allium* sp.) ve kırmızı turp (*Raphanus* sp.) ile yaprakları yenen sebzelerden kırmızı lahanaya (*Brassica* sp.) ve antioksidan özelliği ile gündeme sıkça gelen narın (*Punica* sp.); toplam antioksidan/oksidan durumları değerlendirildi.

Diğer taraftan 20. yüzyılın en önemli tıbbi başarılarından biri kabul edilmekte olan antibiyotikler (7), kanser, diyabet gibi kronik hastalıklarda (8), mikrobiyal enfeksiyon tedavilerinde (9) ve cerrahi prosedürlerde (10) önemli rol oynamaktadır. Ancak, genel olarak antibiyotiklerin ve diğer antimikrobiyal ilaçların kombine ve/veya yanlış kullanımı antimikrobiyal direnç gelişmesine yol açmakta, çoklu ilaca dirençli mikroorganizmaların artmasına neden olmaktadır (11). Bu durum ise yeni antimikrobiyal ajanlara olan ihtiyacı sürekli kılmaktadır (12).

Organik kimya, birçok biyolojik molekülün analog versiyonlarının sentezini mümkün kılar. Ancak yapı/fonksiyon ilişkisi canlı biliminde esastır; bir molekülün yapısı onun absorpsiyonunu, taşınmasını, depolanmasını ve hatta katabolizmasını etkilemektedir. Bu kapsamda meyve, sebze, aromatik otlar gibi doğal gıdalar sentetik üretilmiş olan analoglarına nispetle insan fizyolojisine daha uyumlu bir formdadır (13). Dahası bitkilerin tedavi edici etkileri tek bir etken maddeden değil çok sayıda bileşimin sinerjik etkisinden

kaynaklanmaktadır. Bu bileşim bütün olarak hücreleri oksidatif hasardan korumakta ve ayrıca mikroorganizmaların direncini kırmakta, böylelikle de daha etkin bir tedavi sağlamaktadır (14).

Fizyolojik koşullarda reaktif türler, hücre bölünmesi/farklılaşmasından metabolik düzenlemeye kadar hemen hemen her süreçte yer alan temel sinyal molekülleri olup doğrudan/dolaylı olarak biyomoleküllerin ve/veya bazı transkripsiyon faktörlerinin işlevlerini modüle ederler. Hücrelerin redoks homeostazı, çift yönlü ve dinamik bir ilişki sergileyen reaktif türlerin üretimi ve onların nötralizasyonu ile sağlanır (15). Patolojik veya stres koşullarında ise, aşırı üretilen reaktif oksijen türleri (ROS), oksidatif stres olarak ifade edilen hücresel moleküllerde yapısal modifikasyona ve işlev değişikliğine neden olur ki bu, hücrelerin hayati süreçlerinin bozulmasına (16), kanser, felç (17), miyokard enfarktüsü, diyabet gibi birçok hastalığa (18) katkıda bulunan hücre hasarına ve apoptoza yol açabilir.

Oksidatif hasara ve kronik hastalıklara karşı koruma, çeşitli endojen ve eksojen antioksidanlar aracılığıyla sağlanır (19). Aerobik organizmalarda sürekli serbest radikal üretimi, benzer bir antioksidan tüketimi oranı ile eşitlenmelidir (20). Diğer taraftan antioksidanlar da oksidasyona yatkındır ve yüksek dozda antioksidan alımı da bazı zararlı etkilere yol açabilir (21).

Bu çalışmada, antosiyanin içeren bazı kırmızı meyve/sebzelerin, antioksidan ve oksidan kapasitelerinin belirlenmesi, antioksidan içeriğin oksidan bileşikleri ne kadar baskılayabildiğini ortaya koyan oksidatif stres indeksinin hesaplanması ve farmakolojik yönden antioksidan/antimikrobiyal aktivitelerin sinerjik etki gösterebileceği düşüncesiyle, bu kırmızı meyve/sebzelerin bazı bakteri ve mantar suşlarına karşı antimikrobiyal aktivitelerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bitkisel Materyal ve Ekstraksiyon Prosedürü:

Nar, kırmızı lahana, yumru ve kök sebzeler (mor havuç, kırmızı pancar, kırmızı soğan, kırmızı turp) yerel marketlerden taze olarak satın alındı. Numuneler bir Soksilet cihazında (BUCHI Ekstraksiyon Sistemi Model B811) etanol (EtOH-%95, v/v, Merck) kullanılarak ekstrakte edildi. Ekstraktlar Whatman filtre kağıdı (No:1) kullanılarak süzüldü ve daha sonra bir Rotary evaporatör (Heidolph Hei-Vap Rotary Evaporatör) kullanılarak 40°C'de vakumla konsantre edildi. Elde edilen etanolik meyve/sebze ekstraktları, sonraki analizler için +4°C'de, ışık ve hava almayacak şekilde saklandı (14).

Mikrobiyolojik Materyal:

Antimikrobiyal aktivite analizi için gram pozitif bakteri olarak *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 ve *Bacillus subtilis* ATCC 6633; gram negatif bakteri olarak *Escherichia coli* ATCC 25922 ve mantar olarak *Candida albicans* ATCC 90028 seçildi. Tüm standart bakteri ve mantar suşları Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'ndan temin edildi.

TAK / TOK / OSI Ölçümü**TAK Ölçümü:**

Meyve/sebze etanolik ekstraktlarının Toplam Antioksidan Durum ölçümleri, (22) tarafından geliştirilen yönteme göre Total Antioxidant Status kiti (Rel Assay Diagnostics, Türkiye) kullanılarak belirlendi. Bu yöntemde, üretilen hidroksil radikalının başlattığı güçlü serbest radikal reaksiyonlarına karşı numunelerin antioksidatif etkisi ölçülür. TAK değeri mmol Trolox eşdeğeri/L olarak hesaplandı ve kalibratör olarak Trolox kullanıldı (22).

TOK Ölçümü:

Meyve/sebze etanolik ekstraktlarının Toplam Oksidan Durum ölçümleri, (23) tarafından geliştirilen yönteme göre Toplam Oksidan Durum kiti (Rel Assay Diagnostics, Türkiye) kullanılarak belirlendi. Spektrofotometrik olarak ölçülebilen renk yoğunluğu, numunede bulunan toplam oksidan molekül miktarı ile ilgili olup, doğru orantılıdır. TOK değeri µmol H₂O₂ eşdeğeri/L olarak hesaplandı ve kalibratör olarak hidrojen peroksit kullanıldı (23).

OSI Ölçümü:

TOK düzeylerinin TAK düzeylerine oranının yüzde değerini ifade eden OSI hesaplanırken, TAK düzeyindeki mmol değeri TOK testinde olduğu gibi µmol değerine çevrildi. OSI (rastgele birim: AU) aşağıdaki formüle (23) göre hesaplandı ve yüzde olarak ifade edildi (23).

$$OSI = [(TOK, \mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ eşdeğeri/L}) / (TAK, \mu\text{mol Trolox eşdeğeri/L}) \times 100].$$

Antimikrobiyal Aktivite

Etanolik meyve/sebze ekstraktlarının antimikrobiyal etkileri, agar kuyu difüzyon yöntemi kullanılarak test edildi (24). Nutrient-Broth Agar (NBA) ortamında 37°C'de inkübe edilen test mikroorganizmalarından, 0.5 McFarland (son inokulum 1.5 x 10⁸ CFU/mL) bulanıklık değerine göre süspansiyonlar hazırlandı. Böylelikle final konsantrasyon bakteriler için 5x10⁶ cfu/mL, mayalar için 2.5-3x10⁵ cfu/mL oldu. 100µL bakteri/maya kültürlerinden Müller-Hinton Agar (MHA) plak yüzeyine koyuldu ve steril eküvyon yardımı ile tüm yüzeye yayılarak, mikroorganizmaların ekimi yapıldı. Akabinde besi yerlerinde 6 mm çapında

kuyucuklar açıldı. Her bir kuyuya 25 µL etanolik meyve/sebze ekstraktı pipetlenirken, bir kuyuya da negatif kontrol olarak ekstraksiyon işleminin çözücüsü olan etanol pipetlendi.

Tetrasiklin (30 mg), Penisilin G (10 U), Sulbaktam (10 mcg) + Ampisilin (10 mcg), Gentamisin (10 mcg), Rifampin (5 mcg), Teikoplanin (30 mcg), Siprofloksasin (5 mcg), Chloramphenicol (30 mg) içeren steril diskler MHA ortamına yerleştirildi ve pozitif kontrol olarak kullanıldı. Antimikrobiyal aktivite, 35°C'de 24 saat inkübasyondan sonra oluşan zon çapları ölçülerek belirlendi. İnkübasyon işleminden sonra inhibisyon bölgeleri ölçüldü. Sonuçlar, üç bağımsız ölçümün ortalaması olarak verildi. Antibakteriyel aktivite, büyüme inhibisyonunun net bölgesinin çapı (mm) olarak ölçülmüştür. Duyarlılık, Ulusal Klinik Laboratuvar Standartları Komitesi'ne (NCCLS) [NCCLS, 1998] göre değerlendirildi ve meyve ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi değerlendirildi.

BULGULAR

Toplam Oksidan/Antioksidan Durum ve Oksidatif Stres İndeksi:

Tablo1. Etanolik ekstraktların TAK, TOK ve OSİ değerleri

	TAK (mmol/L)	TOK (µmol/L)	OSİ [TOK/(TAK*10)]
<i>Kırmızı lahana</i>	8.407±0.399	6.533±0.366	0.078±0.008
<i>Kırmızı soğan</i>	5.070±0.169	7.277±0.244	0.144±0.002
<i>Kırmızı pancar</i>	6.888±0.265	5.854±0.158	0.085±0.002
<i>Kırmızı havuç</i>	6.764±0.287	3.857±0.295	0.058±0.002
<i>Kırmızı turp</i>	3.668±0.437	5.725±0.747	0.157±0.019
<i>Nar</i>	6.342±0.089	3.769±0.568	0.060±0.010

Değerler [Ortalama ± SD] olarak verilmiştir; örnek sayısı (meyve/sebze) n=6, tekrar sayısı=3

Antimikrobiyal Aktivite Bulguları

Antibiyogram:

Tablo 2. Antibiyogram (Pozitif kontrol inhibisyon zon çapları-mm)

	SAM	C	RA	P	TE	TEC	CN	CİP
<i>B. subtilis</i> (ATCC 6633)	11	22	R	R	18	R	16	34
<i>S. aureus</i> (ATCC 29213)	R	23	27	15	20	14	17	25
<i>E. coli</i> (ATCC 25922)	R	19	R	R	17	15	17	26
<i>C. albicans</i> (ATCC 90028)	R	22	R	R	18	R	19	28

Chloramphenicol:(C), Tetracycline:(TE), Rifampin:(RA), Penisilin:(P), Gentamicin:(CN), Teikoplanin:(TEC), Ciprofloxacin:(CİP), Sulbaktam+Ampicillin:(SAM), R: Dirençli

Kuyu Difüzyon:**Tablo 3. Etanolik ekstraktların ve etanolün (negatif kontrol) inhibisyon zon çapları**

	Pancar	Havuç	Lahana	Nar	Soğan	Turp	Etanol
<i>B. subtilis</i> (ATCC 6633)	-	13	-	14	13	12	11
<i>S. aureus</i> (ATCC 29213)	-	-	-	14	12	-	11
<i>C. albicans</i> (ATCC 90028)	-	13	-	17	-	-	12
<i>E. coli</i> (ATCC 25922)	-	13	12	21	13	12	11

TARTIŞMA

Fizyolojik şartlarda hücre içinde üretilen ROS, sinyal iletim yollarının ve/veya savunma mekanizmalarının bir parçası olarak hareket ederken, aşırı üretilmeleri birçok biyolojik molekülün zarar görmesine neden olabilir (25). Bu süreç hücre içi homeostazisinin değişmesi, hücre disfonksiyonu, metabolik başarısızlık ve hücre ölüm induksiyonu ile sonuçlanır. Antioksidan yetersizliği durumunda organizmaya doğal bitki pigmentleri gibi (gıda/preparat) eksojen antioksidanların alımı, antioksidan savunmayı destekleyebilir (26).

Antosiyaninler, kırmızı/mor renkli meyve ve sebzelerde renk verici maddelerdir. Bu bileşiklerin doğal kaynaklarla, özellikle kırmızı renkli meyve/sebzelerin tüketimiyle vücuda alınması sağlıklı yaşam için büyük önem taşımaktadır (27). Bu çalışmada da incelenen kırmızı meyve/sebzelerin hemen hepsinde ama özellikle kırmızı lahananın (*Brassica* sp) etanolik ekstraktında çok yüksek antioksidan içerik ($8,407\pm 0,399$ mmol/L) tespit edildi (Tablo 1).

Bitkilerde, gıdalarda veya biyolojik örneklerde bulunan her bir bileşiğin antioksidan yeteneğini belirlemek için kimyasal ve/veya hücre sel, pek çok *in-vitro* yöntem sıklıkla kullanılmaktadır (28,29). Bu çalışmada, Erel ve arkadaşlarının (2004) bildirdiği toplam antioksidan kapasiteyi kolorimetrik olarak doğrudan ölçen farklı otomatik bir yöntem kullanıldı (22). Kullanılan bu testin en büyük avantajı, yalnızca tek bir bileşiğin anti oksidan kapasitesini değil, biyolojik numunedeki tüm antioksidanların toplam antioksidan kapasitesini ölçüyor olmasıydı (3). Böylelikle olası aditif etkiler de dahil olmak üzere bilinen bilinmeyen her çeşit antioksidan etkileşim bir bütün olarak değerlendirildi. Bu çalışmada, antosiyanin içeren bazı kırmızı meyve/sebzelerin, antioksidan ve oksidan potansiyelleri belirlendi ve mevcut antioksidan bileşiklerin oksidan bileşikleri ne kadar baskılayabildiğini ortaya koyan oksidatif stres indeksi hesaplandı.

Mevcut çalışmada en yüksek TAK (8.407 ± 0.399), TOK (7.277 ± 0.244) ve OSI (0.157 ± 0.019) değerleri sırasıyla kırmızı lahana, kırmızı soğan ve kırmızı turp ekstraktlarında belirlenirken; en düşük TAK (3.668 ± 0.437), TOK (3.769 ± 0.568) ve OSI (0.058 ± 0.002)

değerleri sırasıyla kırmızı turp, kırmızı nar ve kırmızı havuç ekstraktlarında elde edildi. Sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiştir. Kırmızı lahana ekstraktının çok yüksek antioksidan potansiyele sahip olduğu, bu bağlamda çevresel ve metabolik faaliyetler sonucunda daha az reaktif oksijen türleri ürettiği veya biriktirdiği (6.533 ± 0.366) görüldü. Kırmızı lahana ekstraktının OSI değerine (0.078 ± 0.008) bakıldığında endojen antioksidanlar üreterek oksidan bileşiklerini baskılayabildiği açıktır. Bütün etanolik ekstraktlarda farklı TOK değerlerinin kaydedilmesi, ya da kırmızı turp ve kırmızı soğan ekstraktlarının OSI değerlerinin yüksek çıkması (sırasıyla 0.157 ± 0.019 ; 0.144 ± 0.002) büyüme koşulları ve metabolik süreçlerdeki farklılıklara bağlanabilir. Diğer taraftan her ne kadar kırmızı havuç ve nar ekstraktlarının TAK değerleri (sırasıyla 6.764 ± 0.287 ; 6.342 ± 0.089) nisbeten düşük olsa da OSI değerlerinin en düşük değerlerden olması (sırasıyla 0.058 ± 0.002 ; 0.060 ± 0.010) endojen antioksidanlarının oksidan bileşikleri çok iyi bloke ettiğini ortaya koymaktadır. Literatüre bakıldığında farklı bitki türlerinin (30) veya mantarların (31) bu yöntemle araştırıldığı ancak meyve ile olan araştırmaların sınırlı sayıda olduğu görüldü. Kırmızı meyve kabul edilebilecek *Rosa canina*'nin araştırıldığı bir çalışmada TAK, TOK ve OSI değerleri sırasıyla 4.602 ± 0.215 , 6.294 ± 0.191 , 0.138 ± 0.010 bulunmuş ve güçlü bir antioksidan potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir (32). Başka bir çalışmada bir kırmızı biber türü (*Capsicum annuum*) incelenmiş; kontrol grubu değerleri TAK, TOK ve OSI (sırasıyla $8,8\pm 1,2$; $0,174\pm 0,015$; $1,97\pm 0,03$) bildirilirken, virüs ile enfekte edilen grupta TAK değerlerinin düştüğü TOK değerlerinin ve OSI değerlerinin ise çok yükseldiği rapor edilmiştir (sırasıyla 3.2 ± 0.28 ; 0.235 ± 0.012 ; 7.34 ± 0.02) (33). Falah Saleh Mohammed 2020 yılında soğanın (*Allium stamineum*) metanolik ekstraktı ile yaptığı çalışmasında TAK, TOK ve OSI değerlerini sırasıyla 6.116 ± 0.016 ; 26.713 ± 0.254 ; 0.437 ± 0.004 olarak bildirmektedir (34). TAK değerlerindeki bu farklılık, bitkilerin antioksidan bileşikleri üretme kapasitesinden kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada literatürle uyumlu olarak kırmızı lahana, pancar, havuç ve narın yüksek antioksidan özelliğe sahip olduğu söylenebilir.

Literatürde, antioksidan/antimikrobiyal aktivitelerin sinerjik etki oluşturabileceği bildirilmekte; bu şekilde antioksidan ilaveli antibakteriyel tedavi yaklaşımlarının yararlı olabileceği vurgulanmaktadır (35). İlaç sektöründe mikroorganizmaların, mevcut antimikrobiallere karşı ciddi ölçüde direnç geliştirmesi önemli bir tehdit unsurudur (36). Bu nedenden dolayı, olası antimikrobiyal potansiyele sahip doğal kaynakların araştırılmasına olan ilgi her geçen gün artmaktadır.

Bu çalışmada, yapılan antibiyogram ölçümlerinde *E. coli* ve *C. albicans*'ın Sulbactam+Ampicillin, Rifampin, Penicilin antibiyotiklerine dirençli oldukları; en çok Ciprofloxacin'den etkilendikleri; daha az olmakla beraber Chloramphenicol'den de

etkilendikleri belirlenmiştir. *S.aereus*, Sulbactam+Ampicillin hariç bütün antibiyotiklerden etkilenmiş, geniş inhibisyon çapları vermiştir. *B. subtilis*; Rifampin, Penicilin ve Teicoplanin antibiyotiklerine direnç gösterirken, en çok Ciprofloxacin en az Sulbactam+Ampicillin'dan etkilenmiştir. Antibiyotik disklerinin mikroorganizmaların birçoğuna karşı etkili oldukları meydana gelen inhibisyon çaplarından anlaşılmıştır (Tablo 2).

Bu çalışmadaki disk difüzyon metodu sonuçları incelendiğinde, bahsi geçen ekstratların test mikroorganizmaları üzerine farklı oranlarda antibakteriyel/antifungal aktivite sergiledikleri tespit edildi. Hatta, etanolik meyve/sebze ekstratlarından bazısının antibakteriyel etki gösterip (nar, havuç, soğan, turp); bazısının ise hiç antibakteriyel aktivite göstermediği (pancar, kırmızı lahana) saptandı. Diğer taraftan pancar, kırmızı lahana, soğan ve turpun antifungal aktivite göstermediği; en çok narın (17mm), daha az olmakla beraber havucun (13mm) antifungal özellik gösterdiği belirlendi (Tablo 3). Literatürde nar (*Punica sp*) çeşitlerinin antimikrobiyal potansiyellerinin olduğunu doğrulayan çalışmalar mevcuttur (37). Çok yakın bir zamanda Akarca ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada çiğ tüketilen bazı mor sebzelerin etanolik ekstratlarının gıda kaynaklı küfler üzerindeki antifungal etkileri incelenmiş, kara turp ve kırmızı pancarın seçili bazı mantarlara en yüksek antifungal aktivite gösterdiği, mor lahana ekstratının ise *P.citrinum*, *P. solitum* ve *B. cinerea* türleri hariç diğer küf türleri üzerinde en az antifungal etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (38).

Bu çalışmada en etkili sonuç narın etanolik ekstratında tesbit edildi [*B. subtilis* (14mm), *S. aureus* (14mm), *C. albicans* (17mm), *E. coli* (21mm)]. Nar ekstratının *S. aureus* üzerine Teicoplanin antibiyotiği kadar etki ettiği; yine *E. coli* üzerine Ciprofloxacin hariç bütün diğer antibiyotiklerden daha fazla etki ettiği görülmüştür. Yine nar ekstratının *C. albicans* üzerine neredeyse Tetracycline ve Gentamicin kadar etki ettiği söylenebilir. Vankomisin, Teicoplanin gibi geleneksel anti-methicillin dirençli antibiyotikler (anti-MRSA) tıbbi açıdan önemli bakteriyel patojenlerden biri olan *S. aureus*'a karşı kullanılmaktadır. Bu ilaçların çoğuna karşı direnç gelişimi küresel bir sorundur. Buna karşılık, yeni biyoaktif doğal ürünlerin anti-MRSA aktivitesi gösterdiği de bildirilmektedir (39).

İçerisinde ahududu, alıç, böğürtlen, erik, çilek, Frenk üzümü, kara dut, kızılıcığın da bulunduğu kırmızı yabani meyvelerin özellikle içerdikleri fenolik bileşenler sayesinde hem antioksidatif hem de antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmektedir (40). Yine kırmızı bir meyve olan gilaburunun etanolik ekstratının disk difüzyon yöntemiyle incelendiği başka bir çalışmada, *E. coli*, *S. aureus*, *B. subtilis* dahil pek çok test mikroorganizmasına karşı antibakteriyel aktivite görüldüğü ifade edilmektedir (41). Soğangillerden *A. stamineum*'un metanolik ekstratının incelendiği çalışmada, *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* karşı

antibakteriyel; *C. albicans*, *C. krusei*, *C. glabrata* karşı antifungal aktivitelerin belirlendiği bildirilmektedir (24).

Bu çalışmada elde edilen bulgularla, burada incelenen kök, yumru ya da yaprak fark etmeksizin kırmızı meyve/sebzelerin her birisinin antioksidan aktivite gösterdiği; içlerinde özellikle kırmızı lahananın yüksek potansiyeli nedeniyle farmakolojik tasarımlarda doğal bir antioksidan ajan olarak kullanılabilceği ve de özellikle narın doğal bir antimikrobiyal ajan olduğu sonucuna varılmıştır. Yine de, moleküler mekanizmaların anlaşılması; farmakolojik olarak doğru reçetelerin oluşturulması; güvenliğin ve etkinliğin tespit edilmesi için daha kapsamlı araştırmalar yapılması gerekmektedir.

Teşekkür: Çalışma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Mikrobiyolojik çalışmalarda desteği ve yardımlarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Esin Kıray'a teşekkür ederim.

Finansal Destek: Bu çalışma sırasında herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Etik onay: Yoktur.

Aydınlatılmış onam: Yoktur.

Yazar Katkıları: Elif Azize Özşahin Delibaş: Planlama, literatür tarama, veri toplama/deneysel prosedür, verilerin analizi/yorumlanması, yazımı, dergiye gönderme

KAYNAKÇA

1. Adly AA. Oxidative stress and disease: an updated review. *Res J Immunol.* 2010;3(2):129–45.
2. Sharifi-Rad M, Anil Kumar NV, Zucca P, Varoni EM, Dini L, Panzarini E, et al. Lifestyle, oxidative stress, and antioxidants: Back and forth in the pathophysiology of chronic diseases. *Front Physiol.* 2020;11:694.
3. Kusano C, Ferrari B. Total antioxidant capacity: a biomarker in biomedical and nutritional studies. *Journal of Cell and Molecular Biology.* 2008;7(1): 1–15.
4. Gülçin İ. Antioxidant activity of l-adrenaline: A structure–activity insight. *Chem Biol Interact.* 2009;179(23):71–80.
5. Soccio M, Laus MN, Alfarano M, Dalfino G, Panunzio MF, et al. Antioxidant/Oxidant Balance as a novel approach to evaluate the effect on serum of long-term intake of plant antioxidant-rich foods. *Journal of Functional Foods.* 2009;40:778–784.
6. Karadeniz F, Burdurlu HS, Koca N, Soyer Y. Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry.* 2005;29(4):297–303.
7. Salomoni R, Léo P, Montemor AF, Rinaldi BG, Rodrigues M. Antibacterial effect of silver nanoparticles in *Pseudomonas aeruginosa*. *Nanotechnol Sci Appl.* 2017;10:115–21.
8. J Queen, Zhang J, Sears CL. Oral antibiotic use and chronic disease: long-term health impact beyond antimicrobial resistance and *Clostridioides difficile*. *Gut Microbes.* 2020;11(4):1092–1103.
9. Nigam A, Gupta D, Sharma A. Treatment of infectious disease: beyond antibiotics. *Microbiological research.* 2014;169(9–10):643–651.
10. Parsak CK, Demircan O. Cerrahide Antibiyotik Kullanımı. *Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci.* 2006;2(18):9–13.
11. Fan W, Yung B, Huang P, Chen X. Nanotechnology for multimodal synergistic cancer therapy. *Chem Rev.* 2017;117(22):13566–638.
12. Deshpande RR, Kale AA, Ruikaretal AD. Antimicrobial activity of different extracts of *Juglans regia* L. against oral Microflora. *Int J Pharm Pharm Sci.* 2011;3(2):200–201.
13. Meziane S, Magand J, Mathé M, Raimond S, Yvon JL, Kaci MM. Bioavailability of natural and synthetic vitamins: A significant difference on Oxidative Stress Status (OSS). *Integr Food Nutr Metab.* 2021;8(IFNM):2–10.
14. Faydaoğlu E, Sürücüoğlu M. Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları. *Erzincan Üniv Fen Bilim Enst Derg.* 2013;6(2):233–265.
15. Korac B, Kalezic A, Pekovic-Vaughan V, Korac A, Jankovic A. Redox changes in obesity, metabolic syndrome, and diabetes. *Redox Biology.* 2021;101887.
16. Finkel T, Holbrook NJ. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature.* 2000;408:239–247.
17. Tsatsakis A, Docea AO, Calina D, Tsarouhas K, Zamfira LM, Mitrut R, et al. A mechanistic and pathophysiological approach for stroke associated with drugs of abuse. *J Clin Med.* 2019;8:1295.
18. Padureanu R, Albu CV, Mititelu RR, Bacanoiu MV, Docea AO, Calina D, et al. Oxidative stress and inflammation interdependence in multiple sclerosis. *J Clin Med.* 2019;8:1815.
19. Cadet J, Ravanat JL, Tavernaporro M, Menoni H, Angelov D. Oxidatively generated complex DNA damage: tandem and clustered lesions. *Cancer Lett.* 2012;327:5–15.
20. Clark IA, Cowden WB, Hunt NH. Free radical-induced pathology. *Med Res Revi.* 1985;5:297–332.

21. Ray PD, Huang BW, Tsuji Y. Reactive oxygen species (ROS) a homeostasis and redox regulation in cellular signaling. *Cell Signal*. 2012;24:981–990.
22. Erel O. A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clin Biochem*. 2004;37(4):277–85.
23. Erel O. A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clin Biochem*. 2005;38:1103–1111.
24. Holder IA, Boyce ST. Agar well diffusion assay testing of bacterial susceptibility to various antimicrobials in concentrations non-toxic for human cells in culture. *Burns*. 1994;20(5):426–9.
25. Hussain T, Tan B, Yin Y, Blachier F, Tossou MCB, Rahu N. Oxidative stress and inflammation: What polyphenols can do for us? *Oxid Med Cell Longev*. 2016;2016:7432797.
26. Lourenço SC, Moldão-Martins M, Alves VD. Antioxidants of natural plant origins: From sources to food industry applications. *Molecules*. 2019;24(22):4132.
27. Karaaslan M, Vardin H, Varlıklöz S, Yılmaz FM. Antiproliferative and antioxidant activities of Turkish pomegranate (*Punica granatum L.*) accessions. *Int J Food Sci Technol*. 2014;49:82–90.
28. Wu Q, Song R, Zhao L, Yun Z. Advances in cellular evaluation and standard of antioxidant activity. *E3S Web Conf*. 2019;131:01008.
29. Zhang H, Yin M, Huang L, Wang J, Gong L, Liu J, et al. Evaluation of the cellular and animal models for the study of antioxidant activity: A review. *J Food Sci*. 2017;82(2):278–88.
30. Mohammed FS, Şabik AE, Sevindik E, Pehlivan M, Sevindik M. Determination of antioxidant and oxidant potentials of *Thymbra spicata* collected from Duhok-Iraq. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2020;8(5):1171–1173.
31. Gürgen, A, Sevindik, M, Yıldız, S, Akgül, H. Determination of antioxidant and oxidant potentials of *Pleurotus citrinopileatus* mushroom cultivated on various substrates. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*. 2020;23(3):586–591.
32. Pehlivan M, Mohammed FS, Sevindik M, Akgul H. Antioxidant and oxidant potential of *Rosa canina*. *Eurasian J For Sci*. 2018;6(4):22–25.
33. Dikilitas M, Guldur ME, Deryaoglu A, Erel O. Antioxidant and oxidant levels of pepper (*Capsicum annum cv. Charlee*) infected with pepper mild mottle virus. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2011;39(2):58–63.
34. Mohammed FS. Phenolic contents, antioxidant and antimicrobial activities of *Allium stamineum* collected from Duhok. Iraq. *Fresenius Environmental Bulletin*. 2020;29(09):7526–7531.
35. Yılmaz İ. Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 2010;17(2):143–153.
36. Nigam A, Gupta D, Sharma A. Treatment of infectious disease: beyond antibiotics. *Microbiological research*. 2014;169(9-10):643-651.
37. Duman AD, Ozgen M, Dayisoğlu KS, Erbil N, Durgac C. Antimicrobial activity of six pomegranate (*punica granatum l.*) varieties and their relation to some of their pomological and phytonutrient characteristics. *Molecules*. 2009;14(5):1808-1817.
38. Akarca G, Tomar O, Başpınar E, Yıldırım G. Antifungal effects of some raw purple vegetables on foodborne molds by ethanol extracts. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2020;8(2):436-441.
39. Kali A. Antibiotics and bioactive natural products in treatment of methicillin resistant *Staphylococcus aureus*: A brief review. *Pharmacognosy Reviews*. 2015;9(17):29.

40. Şengün İY, Yücel E. Antimicrobial properties of wild fruits. *Biological Diversity and Conservation*. 2015;8(1):69–77.
41. Česonienė, L, Daubaras, R, Kraujalytė, V, Venskutonis, PR, Šarkinas, A. Antimicrobial activity of Viburnum opulus fruit juices and extracts. *J Verbraucherschutz Leb*. 2014;9(2):129–132.