



Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

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



Araştırma Makalesi

Farklı Tahıl Çeşitlerinden Endüstriyel Olarak Üretilmiş Bozaların Antioksidan Aktivite Değerleri ve Besin Element İçeriklerinin Belirlenmesi

Songül ATABAY¹, Yağmur ERİM KÖSE*²

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, 65080, Van, Türkiye

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 65080, Van, Türkiye
Songül ATABAY, ORCID No: 0000-0002-7233-9754, Yağmur ERİM KÖSE, ORCID No: 0000-0002-8008-0009

*Corresponding author e-mail: yagmuririm@yyu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 02.02.2023
Kabul: 15.11.2023
Online Nisan 2024

DOI:10.53433/yyufbed.1244695

Anahtar Kelimeler

Antioksidan aktivite,
Boza,
Çimlendirilmiş tahıl,
Makro-mikro ekement

Öz: Bu çalışmada sekiz farklı tahıl tanesi veya tahıl karışımı kullanılarak (buğday, mısır, darı, buğday+mısır, buğday+darı, mısır+darı, buğday+mısır+darı ve çimlendirilmiş tahıl karışımı) endüstriyel olarak üretilmiş ticari boza örneklerinin toplam fenolik madde konsantrasyonu Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenirken, serbest radikal süpürme etkisi DPPH ve ABTS•+ yöntemleri kullanılarak tespit edilmiştir. Ayrıca boza örneklerinde makro ve mikro element (Na, P, Mg, Ca, K, Fe, Mn, Zn) içerikleri ICP-OES yöntemi ile belirlenmiştir. Örneklerde kullanılan hammadde farklılığının örneklerin antioksidan aktivite ve besin element içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$), özellikle çimlendirilmiş tahıl karışımı kullanılarak üretilen boza örneğinin en yüksek toplam fenolik madde (506.25 mg/kg) ve DPPH-ABTS•+ değerlerine (%27.78-2763.83 μmol trolox/g) sahip olduğu saptanmıştır. Buğday ve darı kullanılarak üretilen örnekler ise en düşük fenolik madde değerlerine (252.25, 270.84 mg/kg) sahip olmuştur. Örneklerin makro element içerikleri arasında görülen büyük farklılık, mikro element içeriğinde görülmezken, tüm boza örneklerinde en yüksek oranlar Na ve P'a ait olmuştur. Fe, Mn ve Zn değerleri ise diğer besin elementlerine oranla çok daha düşük oranlarda tespit edilmiştir.

Determination of Antioxidant Activity and Nutrient Element Contents of Industrially Produced Boza from Different Varieties of Grain

Article Info

Received: 02.02.2023
Accepted: 15.11.2023
Online April 2024

DOI:10.53433/yyufbed.1244695

Keywords

Antioxidant activity,
Boza,
Germinated grain,
Macro-micro element

Abstract: In this study, while the total phenolic concentration of eight commercial boza samples produced from different grains and grain mixtures (wheat, maize, millet, wheat+maize, wheat+millet, maize+millet, wheat+maize+millet and germinated grain mixture) was determined according to the Folin-Ciocalteu method, the free radical scavenging activity was determined using DPPH and ABTS•+ methods. In addition, macro and micro element (Na, P, Mg, Ca, K, Fe, Mn, Zn) contents of boza samples were determined by the ICP-OES method. The effects of the difference in raw materials used in the boza samples on the antioxidant activity and nutrient element contents were found to be statistically significant ($p<0.05$) and it was the boza sample produced especially using the germinated grain mixture that had the highest total phenolic substance (506.25 mg/kg) and DPPH-ABTS•+ values (27.78-2763.83 μmol trolox/g). The samples produced using wheat and millet had the lowest phenolic content (252.25, 270.84 mg/kg). While the major difference between the contents of macro element was not observed in the micro element. The highest ratios were found for Na and P in all boza samples. Fe, Mn and Zn values were determined at much lower rates compared to other nutrients.

1. Giriş

Latince’de kaynamak anlamına gelen ‘Fevere’ kelimesinden türetilmiş olan fermantasyon (Asgar ve ark., 2017), bilinen en etkili ve aynı zamanda en eski gıda işleme yöntemlerinden biri olup, belirli sıcaklıkta, yüksek moleküllü maddelerin belirli mikroorganizmalar ve enzim aktiviteleri sayesinde parçalanması ile gerçekleşen metabolik bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Gotcheva ve ark., 2000; Kabak & Dobson, 2011). Bu metabolik süreç gıdalara sadece uzun raf ömrü veya tat, koku, aroma, kıvam gibi çeşitli organoleptik özellikler kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda ürünün besinsel kalitesi ve biyoaktif bileşenleri üzerine de etki gösterir (Dimidi ve ark., 2019). Örneğin tahılların fermantasyon süreci ile birlikte serbest esansiyel amino asit miktarında artış görülerek protein kalitesinin değiştiği (Ciesarová ve ark., 2017), antibesinsel madde içeriğinin (fitik asit, tannin, polifenol) azalmasına paralel olarak mineral madde içeriğinin arttığı (Karovičová & Kohajdova, 2007; Mukhametzhanova ve ark., 2012) ve bazı biyoaktif bileşiklerin miktarında da artış olduğu tespit edilmiştir (Pallin ve ark., 2016; Karademir ve ark., 2018).

Fermente içecekler arasında en yaygın sınıfı tahıl bazlı ürünlerin oluşturduğu bilinmektedir. Çünkü kullanılan tahıl ürünleri polisakkaritler bakımından oldukça zengin olup, mikroorganizmalar tarafından fermantasyon süreci boyunca karbon ve enerji kaynağı olarak kullanılırlar. Ayrıca tahıllar mikroorganizmaların gelişmesi için elzem olan vitamin, mineral ve sterol gibi besin öğelerini de ihtiva ederler (Salovaara, 2004). Bugün dünya üzerinde birbirinden oldukça farklı bölgelerde üretimi ve tüketimi yapılan tahıl bazlı fermente içecekler mevcuttur. Afrika Bölgesinde; Borde, Bushera, Gowe, Kunan-Zaki, Mahewu, Obiolor ve Togwa, Güney Amerika Bölgesinde; Acupe, Agua-agria, Cachiri, Champuz, Fuba, Napu, Pozol, Avrupa ve Asya kıtalarında ise Boza, Ambil ve Kali bunlara örnek olarak verilebilir (Marshall & Mejia, 2011; Altay ve ark., 2013; Aka ve ark., 2014; Kumari ve ark., 2016).

Geleneksel tahıl bazlı en önemli fermente içeceklerden biri olan bozanın Orta Asya Türkleri tarafından üretilip, sevilerek tüketildiği bilinmekte ve geniş anlamda coğrafi yayılımını Türk göçleri sayesinde gerçekleştirdiği tahmin edilmektedir (Öncel, 2015; İgüs, 2016). Sonraki süreçte Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde bozacılığın giderek temel bir zanaat haline gelmesi ile boza bugünkü coğrafi yayılımını tamamlamıştır (Düler, 2002). Başta Türkiye olmak üzere genellikle Avrupa ülkelerinin çoğunda üretilip tüketilen boza, farklı tahıl ürünlerinin kırma veya unlarının, içme suyu ile pişirilerek şeker ilave edilmesi ve daha sonra starter kültür ilavesiyle tekniğine uygun bir şekilde fermantasyona tabi tutulmasıyla elde edilen bir içecek türüdür. TSE 2002’ye göre bozanın tanımı “yabancı maddelerinden temizlenmiş darı, pirinç, buğday, bulgur, mısır vb. hububatın kırma veya unlarından biri veya birkaçının, içme suyu katılarak pişirilmesi ve beyaz şeker ilave edilerek tekniğine uygun olarak alkol ve laktik asit fermantasyonlarına tabi tutulması ile hazırlanan bir mamuldür” şeklinde yapılmıştır (TSE, 2002). Tanımlarda da belirtildiği gibi boza üretiminde tek tip tahıl kırması kullanılmasının zorunlu olmaması, bozaların fiziko kimyasal özelliklerinin de birbirlerinden oldukça farklı olmasına sebep vermektedir.

Literatürde farklı hammadde ve üretim teknikleriyle elde edilen bozaların antioksidan aktivite değerlerinin ve besin element içeriklerinin belirlendiği çalışmalar yok denecek kadar az iken, fizikokimyasal özelliklerinin belirlendiği çeşitli çalışmalar mevcuttur.

İzmir’de farklı hammaddeler kullanılarak üretilen ticari bozaların kimyasal bileşimi üzerine yapılan bir çalışmada, boza örneklerindeki kuru madde miktarlarının %17.77-22.32, toplam şeker miktarını %16.11-22.59, kül miktarını %0.02-0.17, toplam asitliğin tatlı boza için %0.2-0.5, ekşi boza için %0.5-1 aralığında değiştiği rapor edilmiştir (Yücel & Köse, 2002).

Farklı hammaddeler kullanılarak yapılan bir başka çalışmada toplam asitlik değerinin en düşük bulunduğu boza örneği darıdan elde edilene ait iken (%0.32±0.04), en yüksek toplam değer (%0.61±0.07) buğday bozasına ait olmuştur. Ayrıca boza örneklerinin pH değeri 3.43-3.86 arasında tespit edilmiş ve buğdaydan elde edilen örneğin alkol içeriği %0.46 ±0.04 olarak rapor edilmiştir (Akpınar-Bayizit ve ark., 2010).

Meriç (2010), Trakya bölgesinde üretilen 27 adet bozanın kimyasal bileşimini incelemiş ve kuru madde değerlerini ortalama %20.61; pH değerlerini ortalama %3.72; asitlik değerini ortalama %0.28 olarak bildirmiştir.

Çelik ve ark. (2016) tarafından farklı oranlarda mısır, buğday, pirinç unu ve leblebi unu katılarak üretilen boza örneklerinde, leblebi ununun oranının artması ile bozanın protein ve mineral miktarının arttığı ve panelistler tarafından daha yüksek genel kabul edilebilirlik puanı aldığı saptanmıştır. Ayrıca

leblebi unu katkılı örnek ile kontrol örneği karşılaştırıldığında farklı oranlarda leblebi unu içeren örneklerde şeker oranı daha düşükken, alkol ve asitlik oranının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Borcaklı ve ark. (2018), yaptığı çalışmada 3 farklı hammadde ile üretilip, dondurularak kurutulan bozaların fizikokimyasal özelliklerini incelemiş, yapılan çalışmada toplam mineral madde içeriği bakımından mısır+buğday bozasının sodyum, potasyum ve manganez açısından zengin ve darı bozasının kalsiyum açısından zengin olduğunu, mısır+buğday+darı bozasının ise diğer örneklerle nazaran yüksek demir ve selenyum içerdiğini tespit etmiştir.

Berktaş (2011) tarafından farklı hammaddeler kullanılarak üretilmiş bozaların toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi ile birlikte fizikokimyasal ve reolojik özellikleri incelenmiştir. Mısır ve bulgur karışımı kullanılarak üretilen boza en yüksek fenolik madde içeriğine sahip iken, en düşük değer bulgur ve beyaz pirinç karışımı içeren bozalarda belirlenmiştir. Ayrıca farklı hammaddeler kullanılarak üretilen bozaların renk değerleri, reolojisi ve duyuşal özelliklerinin de farklılık gösterdiği bildirilmiştir.

Kefir ve bozanın antioksidan aktivite değerlerinin belirlendiği başka bir araştırmada, bu ürünlerin sahip oldukları yüksek antioksidan kapasite nedeni ile doğal antioksidan olarak tüketilebilecekleri ve düşük konsantrasyonlarda dahi yüksek antioksidan etkiye sahip oldukları bildirilmiştir (**Özpinar, 2012**).

Bosna-Hersek'te üretilen tahıl esaslı geleneksel alkolsüz içkiler üzerine yapılan bir araştırmada ise, geleneksel yöntemlerle üretilen bozaların antioksidan aktivite değerleri ticari olarak üretilen bozalardan daha yüksek bulunmuştur (**Marjanović ve ark., 2015**).

Bozanın vitamin içeriklerinin de esas olarak hammaddeden ileri geldiği ancak bazı laktik asit bakterisi suşlarının suda çözünen B grubu (folatlar, riboflavin, tiamin, siyanokobalamin) ve yağda çözünen K₂ (menakinonlar) vitaminleri gibi vitaminleri sentezleme kabiliyetine sahip olduğu, benzer şekilde mayaların zengin vitamin kaynakları olduğu ve tüm mayaların riboflavin ve folik asit sentezleme yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir (**Saulnier ve ark., 2009; Masuda ve ark., 2012; Da Silva ve ark., 2016**).

Boza fermantasyonunda laktik asit bakterisi ve mayalar homofermantatif ve heterofermantatif özellikte olup heterojen boza mikroflorasını oluştururlar (**Gotcheva ve ark., 2000; Altay ve ark., 2013**). Boza fermantasyonu süresince laktik asit bakterisi, laktik asit, ekzopolisakkarit, antimikrobiyal maddeler, fitaz, karbondioksit, asetaldehit, hidrojenperoksit, diasetil ve amino asit gibi bileşenlerin meydana gelmesinde etkili olur (**Akkoç ve ark., 2011; Doğan & Tekiner, 2020**). Bozada en aktif rol gösteren laktik asit bakterisi patojenik bakterilerin büyümesinden kaynaklanan mikrobiyolojik hasarı önlerler ve aroma bileşenlerinin oluşumunda önemli rol oynarlar (**Todorov & Dicks, 2006**).

Literatürde boza ile ilgili yapılan bazı araştırmalarda bozaya farklı ürünler katılarak hem duyuşal özelliklerinin geliştirilmesi hem de besleyicilik değerinin zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. **Tamer (2004)** tarafından yapılan bir çalışmada boza elma, kayısı, ahududu ve meyve kokteyli katılarak üretilmiş ve duyuşal özellikler panelistler tarafından oldukça beğenilmiştir. Ayrıca çalışmada meyve kokteyli katılarak üretilen bozanın % kuru madde oranı ve pH değeri diğer tüm bozalardan yüksek bulunurken, en düşük pH değeri kayısılu bozaya ait olmuştur. Ayrıca örnekler arasında en düşük viskozite değeri ahududulu bozaya ait iken, en yüksek viskozite değeri meyve kokteyli katılarak elde edilen bozaya ait olmuştur.

Balkan (2011) tarafından yapılan bir başka çalışmada %3, %6 ve %9 oranında keçiboynuzu unu ilavesi ile üretilen bozaların fizikokimyasal özellikleri bildirilmiştir. Artan keçiboynuzu unu miktarı ile birlikte laktik asit fermantasyonu da hızlanmış ve dolayısıyla asitlik ve alkol miktarında da artış tespit edilmiştir. %9 oranında keçiboynuzu unu ilavesiyle üretilen boza örneklerinin 3 gün sonunda %0.822 asitlik ve %2.995 oranında alkol oluşumu ile duyuşal değerlendirmede başarılı olamamıştır.

Çakır (2011) tarafından tarçın, adaçayı, limon ve karanfil ilave edilerek üretilen bozalarda fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler incelenmiştir. Yapılan fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre; en düşük pH limonlu bozada (2.81), en yüksek pH adaçaylı bozada (4.02) belirlenirken, en düşük asitlik oranı sade bozada 1. günde (%0.4), en yüksek asitlik oranı limonlu bozada 5. gününde (%0.73) belirlenmiştir. Alkol oranları açısından en yüksek değer limonlu bozaya ait iken (%2.1), sade ve karanfilli bozada toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı en yüksek değerde gözlenmiştir.

Pala (2012) tarafından yapılan bir başka araştırmada; boza örneği hava sirkülasyonunda ve vakum altında kurutularak öğütülmüş ve boza tozu elde edilmiştir. Farklı oranda hamura katılan boza

tozunun hamurun fiziksel, mikrobiyolojik ve reolojik özellikleri ve ekmek kalite kriterleri üzerine etkisinin tespit edildiği bu çalışmada, %2 boza tozu kullanılmasının ekmek hacminde pozitif yönlü etki yarattığı ancak %8 boza tozu ikamesinin ise hamur ve ekmek özelliklerinde tüketici beğenisini karşılamadığı vurgulanmıştır.

Günümüzde özellikle soğuk kış mevsiminde popülaritesini korumaya çalışan boza, artık metal güğümler içinde sokak esnafı tarafından satılmak yerine, ticari kapasitesi yüksek modern işletmelerde üretilmekte, depolama ve taşımaya uygun ambalajlarla, frigorifik araçlarla taşımacılığı yapılarak market raflarında taze, temiz ve güvenli bir şekilde satışa sunulmaktadır. Ancak endüstriyel olarak üretilen bozaların yapımında her işletmenin kendi üretim prosesine ve üretim yaptığı yöreye uygun hammadde kullanması (buğday, arpa, darı, mısır vb.), starter bir kültür kullanmak yerine ticari bozanın kültür olarak kullanılması ve üretim şartlarının kontrollü olmaması (Arslan, 2011) gibi sebeplerden dolayı ticari boza üretiminde bir standardizasyondan bahsedilmesi oldukça zordur. Dolayısıyla bozaların besinsel bileşimleri ve kalite özellikleri de birbirlerinden farklılık göstermektedir.

Bu çalışmanın başlıca amacı gıda sektöründe ticari olarak satışa sunulmuş ve özellikle farklı hammaddelerden ve/veya karışımlarından endüstriyel olarak üretilmiş olan bozaların (buğday, mısır, darı, buğday+mısır, buğday+darı, mısır+darı, buğday+mısır+darı, çimlendirilmiş karışık tahıllar) toplam fenolik içeriklerinin ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesidir. Çalışmada ayrıca boza üretiminde farklı hammadde kullanılmasının bozanın besin element içeriği üzerine etkisi de araştırılmıştır. Bu araştırma akademik anlamdaki boza çalışmaları içinde bir ilk olmasının yanı sıra, geleneksel gıdalarımızda kaliteyi korumak ve standartlaştırmak için de ön adım olacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Endüstriyel olarak 8 farklı firma tarafından farklı hammaddeler kullanılarak üretilmiş bozalar (buğday bozası, mısır bozası, darı bozası, buğday+mısır bozası, buğday+darı bozası, mısır+darı bozası, buğday+mısır+darı bozası, çimlendirilmiş tahıl karışımı bozası) soğuk koşullar altında laboratuvara ulaştırılıp, analiz edilinceye kadar +4°C' de muhafaza edilmiştir. Bozaların son tüketim tarihine kadar belirlenen analizler gerçekleştirilmiştir. Bozalara verilen kodlar Çizelge 1'de gösterilmektedir.

2.2. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayini için ekstraktların hazırlanması

2.5 g boza örnekleri 10 mL metanol ile 250 rpm'de 2 saat boyunca karıştırılmıştır. Bu karışım 20 dk. boyunca 8000 rpm'de santrifüjlendikten sonra, kalan pellet üzerine tekrar 10 mL metanol ilave edilmiştir. Elde edilecek olan hacim 25 mL oluncaya kadar aynı işlem basamaklarına devam edilmiştir. Süzülen süpernatanta uygun koşullar altında azot gazı ile muamele edilmiş ve -25 °C'de depolanmıştır.

2.3. Toplam fenolik madde tayini

Elde edilmiş olan 150 µL boza ekstraktı ile 3 mL Na₂CO₃ (%2) 2 dk. boyunca reaksiyona tabii tutulmuş, daha sonra saf su ve 150 µL seyreltilmiş Folin-Ciocalteu's ayırıcından tüplere eklenmiştir. Elde edilen karışım karanlık bir ortamda bekletilerek 45 dakikanın sonunda spektrofotometrede 765 nm'de (UV Mini-1240, Shimadzu, Japan) okuma yapılmıştır. Gallik asit kurvesinden yararlanılarak sonuçlar belirlenmiştir (Bae & Suh, 2007).

2.4. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi

2.4.1. DPPH radikali temizleme özelliği

Elde edilmiş olan 100 µL boza ekstraktı üzerine 2.4 mL DPPH çözeltisi (25 mg DPPH/L metanol) ilave edilerek 30 dk. boyunca oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda reaksiyona girmesi sağlanmıştır (Brand-Williams ve ark., 1995). Süre sonunda elde edilen karışımın absorbansı spektrofotometrede (UV Mini-1240, Shimadzu, Japan) 520 nm' de okunmuştur. Örneklerin antioksidan aktivite değerleri % inhibisyon olarak aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (Dudonne ve ark., 2009).

$$\%İnhibisyon = (\text{Abs kontrol} - \text{Abs örnek}) / \text{Abs kontrol} \times 100 \quad (1)$$

2.4.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesinin (TEAK) belirlenmesi

Elde edilmiş olan boza ekstraktından 30 µL deney tüpüne alınarak üzerine %80'lik etanolle seyreltilmiş ABTS•+ radikal çözeltisinden 2970 µL ilave edilmiştir. Kırca & Özkan (2007)'in uyguladığı yönteme göre yapılmıştır. Bu yöntemde öncelikle 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM ABTS•+ radikal çözeltisi. Elde edilen bu karışım hızlıca karıştırılarak reaksiyon başlatılmış ve 6 dk. sonunda spektrofotometrede (UV Mini-1240, Shimadzu, Japan) 734 nm'de okuma yapılmıştır. Sonuçların hesaplanmasında hazırlanan Troloks standart kurvesinden yararlanılarak sonuçlar mmol Troloks eş./g KM olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 1. Endüstriyel olarak üretilmiş boza örneklerine verilen kodlar

Kodlar	Boza Örnekleri
I	Buğday Bozası
II	Mısır Bozası
III	Darı Bozası
IV	Buğday+Mısır Bozası
V	Buğday+Darı Bozası
VI	Mısır+Darı Bozası
VII	Buğday+Mısır+Darı Bozası
VIII	Çimlendirilmiş Tahıl Karışımı Bozası

2.5. Besin element içeriği

Boza örneklerinin makro ve mikro besin element içeriği analizinde kuru yakma yöntemi kullanılmıştır (Anonim, 1995). Etüvde sabit tartıma getirilmiş olan porselen krozelere tartılan örnekler kül fırınında kademeli olarak 500-550 °C'ye kadar yakılarak, kül haline getirilmiştir. Elde edilen küller 1 N nitrik asit çözeltisi ile 100 ml'lik plastik aktarılarak, seyreltmeler yapılmıştır. Örneklerin Na, P, Mg, Ca, K, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonları ICP-OES cihazı (Thermo Scientific ICAP 6300 DUO, England) kullanılarak tespit edilmiştir.

2.6. İstatistiksel analizler

IBM SPSS Statistic 20 paket programı (SPSS, 2013) kullanılarak yapılan istatistiksel analizde, çalışmada elde edilen analiz sonuçları arasındaki farklılıklar %95 önem seviyesine göre Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteye ait değerler

Farklı tahıllardan ve tahıl karışımlarından endüstriyel olarak üretilmiş ticari bozaların toplam fenolik madde (TFM) değerleri ile birlikte DPPH ve ABTS yöntemi ile yapılan antioksidan aktivite tayinine ait değerler Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların TFM (mg/kg), DPPH (%) ve TEAK (µmol troloks / g) değerleri

	TFM (mg/kg)	DPPH (%inhibisyon)	ABTS (µmol troloks / g)
I	252.25±0.67A	25.00±1.41D	1208.03±1.36A
II	337.46±0.05B	23.45±0.63C	2482.26±0.38D
III	270.84±0.01A	14.75±0.34A	1295.30±0.63A
IV	438.25±1.06D	19.76±0.33B	1884.12±0.97C
V	327.91±1.01B	23.48±0.68C	1899.34±1.4C
VI	352.29±17.38B	20.85±0.2B	2457.50±1.6D
VII	378.58±0.82C	20.85±0.2B	1459.15±1.19B
VIII	506.25±0.83E	27.78±0.31E	2763.83±1.64E

^{A,B,C,D,E} Gruplar arasındaki farkı ($P<0.05$) gösterir.

I: Buğday bozası II: Mısır bozası III: Darı bozası IV: Buğday+Mısır bozası V: Buğday+Darı bozası VI: Mısır+Darı bozası VII: Buğday+Mısır+Darı bozası VIII: Çimlendirilmiş tahıl karışımı bozası

Özellikle en yüksek TFM değeri (506.25 mg/kg) ve antioksidan kapasite değerleri (%27.78-2763.83 µmol troloks / g) VIII. bozaya ait olmuştur. I. ve III. örneklerde en düşük TFM değerleri (252.25, 270.84 mg/kg) tespit edilmiş ve aynı grupta yer almışlardır.

DPPH ve ABTS değerleri arasında görülen farklılıklar bu yöntemlerin farklı mekanizmalara dayanmasından kaynaklanmakta olup, DPPH stabil radikal türlerin antioksidan tarafından yok edilmesini ölçerken, ABTS antioksidanların reaksiyon ortamında oluşan radikalleri yok etme gücünü belirlemektedir (Açıkgoz, 2008). Örneğin sadece buğday kırmaması ile üretilen I. örnek %25 inhibisyon değeri ile oldukça yüksek DPPH değerine sahip iken, 1208.03 µmol troloks / g değeri ile en düşük ABTS değerine sahip olmuştur.

Tüm örnekler içerisinde en yüksek TFM ve antioksidan aktivite değerinin VIII. bozaya ait olmasının nedeni, diğer boza örneklerinden farklı olarak kullanılan tahıl kırmalarının boza üretiminden önce çimlendirme prosesine tabii tutulmasıdır. Çimlendirme işlemi ile birlikte tahıl kırmamasındaki ve dolayısıyla bozadaki biyoaktif bileşenlerde artış olduğunu söylemek mümkündür. Tahıllarda çimlenme prosesi esnasında fenolik bileşiklerin biyosentezini arttırmada aktif olarak rol aldığı düşünülen fenilalanin amonyak liyaz (PAL) enzimi artışa geçmektedir. Ayrıca tanede çimlenme süresi boyunca tohumun hücre duvarını yıkıma uğratarak bağlı formda bulunan fenolik bileşiklerin serbest forma geçmesini ve salınmasını sağlayan farklı hücre duvarını indirgeyen enzimler ile birlikte amilolitik ve proteolitik enzimler de üretilmektedir (Domínguez-Arispuero ve ark., 2017). Nitekim literatürde bildirilen çalışmalarda da artan çimlenme süresi ile beraber tahıllardaki toplam fenolik madde miktarının da arttığı rapor edilmektedir (Kılınçer & Demir, 2019). Örneğin, arpanın çimlendirilmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada, artan çimlenme süresi ile birlikte antioksidan aktivitenin de arttığı ve bu artışın çimlenme işlemi esnasında hücre duvarı bileşenleriyle beraber fenolik bileşiklerin de salınmasına bağlı olduğunu ifade etmişlerdir (Rico ve ark., 2020). Oda sıcaklığında 96 saat boyunca çimlendirme işlemine tabii tutulan buğday ile ilgili yapılan bir çalışmada, buğdayın çimlendirme süresinin arttıkça antioksidan aktivitesinin de arttığı ve 96 saatin sonunda serbest ve bağlı ORAC değerlerinin sırasıyla, 4.11 ve 1.81 kat arttığı bildirilmiştir (Kim ve ark., 2018).

Literatürde bozanın TFM ve antioksidan aktivitesi üzerine yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Berktaş (2011) tarafından yapılan bir çalışmada bozanın TFM değerlerinin üretimde kullanılan hammaddeye göre 123.9-202.7 mg FAE/100 g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek antioksidan aktivite değeri, 1097.3 µmol TE/100 g ile bulgur+mısır unu karışımından elde edilen bozada bulunurken, en düşük antioksidan aktivite 900 µmol TE/100 g değeri ile darı bozasına ait olmuştur.

Marjanovic ve ark. (2015) tarafından Bosna Hersek'te üretilen ticari boza örneğinin TFM değeri 273.15 mg TAE/L olarak saptanmıştır. Ayrıca DPPH ve FRAP yöntemleri ile elde edilen antioksidan aktivite değerlerinin TFM ile uyum içinde olduğu bildirilmiştir.

Özpinar (2012) tarafından kefir ve boza örneklerinin antioksidan aktiviteleri DPPH• radikali, ABTS•+ radikali, süperoksit radikali, DMPD•+radikali ve NO radikali süpürme aktiviteleri gibi yöntemlerle tespit edilmiştir. Araştırmada bozanın indirgeme gücü kapasitesinin kefirde çok daha

yüksek olduğu, 20 µg/mL konsantrasyondaki indirgeme gücü kapasitesinin (0.27) standart antioksidan olarak baz alınan BHT'den (0.22) yüksek, 100 µg/mL konsantrasyonda (0.44) ise Troloksa (0.44) eşdeğer olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bozanın DPPH radikali süpürme etkisi %10.95, ABTS radikali süpürme aktivitesi ise %2.42 olarak tespit edilmiştir.

Tahıl tanelerinde, fenolik maddeler genellikle çözünür konjuge veya çözünmez bağlı formda bulunmaktadır (Randhir ve ark., 2008). Tahıl tanelerinin fenolik içeriği tanenin tipine ve morfolojik fraksiyonuna bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Dolayısıyla çalışmada incelenen boza örneklerinin farklı hammaddelerden üretilmesinin yanı sıra, kullanılan tahılın cinsine göre öğütme, un haline getirme, kepekten ayırma, kavuzdan ayırma vb. ön işlemlerden geçmesi de örneklerin TFM ve antioksidan aktivitelerin de farklılığa sebep olabilmektedir. Ayrıca literatürde yapılan araştırmalarda ısıl işlemin gıda içeriğindeki TFM ve antioksidan aktivite değerlerini değiştirebileceği üzerinde durulmaktadır (Meral, 2016). Bozanın üretim aşamalarından biri de ürüne katılan tüm hammaddelerin uzun süre kaynatılması aşamasıdır. Ticari olarak temin edilen boza örneklerinde kullanılan hammadde farklılığıyla beraber, standart bir kaynatma süresinin ve sıcaklığının da olmaması ürünlerin antioksidan kapasitelerindeki farklılığa sebep olan bir başka nedendir.

Zielinski ve ark. (2001) tarafından yapılan araştırmada buğday, arpa, çavdar ve yulafta serbest ve bağlı formda bulunan fenolik asitler üzerine pişirme işleminin etkisi incelenmiş ve artan ısıl işlem ile birlikte fenolik bileşenlerin buğday tanelerinde azaldığı, arpa tanelerinde ise arttığı tespit edilmiştir. Gelinas & McKinnon (2006) tarafından tam buğday unu kullanılarak üretilen ekmeklerin fenolik madde içerikleri incelenmiş ve elde edilen ekmeklerin tam buğday ununa kıyasla daha yüksek toplam fenolik madde oranına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Mısır, buğday, yulaf ve pirincin antioksidan aktivite değerleri üzerine yapılan bir çalışmada, mısır tanelerinin en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir (Li ve ark., 2007). Fenolik madde içeriğinin yüksek olduğu tahıllarda antioksidan aktivitenin de doğru orantılı olarak yüksek olması beklenir. Çalışmada elde edilen değerler incelendiğinde, mısır ve mısır bileşimli bozaların buğday bozalarına göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Literatürde depolamanın tahıl tanelerindeki toplam fenolik içerik konsantrasyonunu etkilediği bildirilmiştir. Örneğin, altı ay boyunca depolanan buğday tanelerinin toplam fenolik içeriğinde yaklaşık %66 azalma olduğu, bununla birlikte hem taze hem de depolanmış numunelerde aynı fenolik asit profili (serbest, konjuge ve bağlı) bulunduğu tespit edilmiştir (Sosulski ve ark., 1982). Bir diğer çalışmada kahverengi ve öğütülmüş pirinçteki toplam ve bağlı fenolik asit içeriği 37°C'de saklandığında 4°C'ye kıyasla daha fazla düştüğü bulunmuş (Zhou ve ark., 2004), çavdar, tritikale, arpa ve yulaftaki serbest, esterleşmiş ve glikozillenmiş fenolik asitlerin, kuru koşullarda altı aylık depolama sırasında azaldığı tespit edilmiştir (Weidner ve ark., 1996).

Boza üretimi yapan firmalar genellikle kışın üretim yapar ve bunun için depolanmış tahıl kullanma ihtimalleri de artar. Yapılan çalışmalarda ise depolamanın toplam fenolik içeriğinde azalmaya neden olduğu ve bu sebepten toplam antioksidan değerlerinde de düşme gözlemlenebileceği düşünülmektedir. Boza örnekleri benzer bileşimli hammaddelerden elde edilse bile firmaların hammadde depolama standartları farklılık gösterebileceğinden örnekler arasında istatistiksel fark gözlemlenebilir.

Etiyopya geleneksel alkollü içeceklerin araştırıldığı bir çalışmada toplam fenolik, flavonoid, tanin ve toplam antioksidan değerleri belirlenmiş, araştırmada antioksidan değerleri belirlenirken DPPH testi kullanılmıştır. Bu çalışmada çimlendirilmiş buğday ve kavrulmuş tahıl maltlarından elde edilen Enkuro, Borde ve Keribo içeceklerinin antioksidan değerleri en yüksek 14.9 µg mL GAE, en düşük 8.56 µg mL GAE olduğu belirlenmiştir (Debebe ve ark., 2016). Boza ile ilgili yapılan çalışmayla karşılaştırıldığında elde edilen değerler yapılan çalışmadan daha yüksek çıkmıştır.

Hindistan'ın Assam bölgesindeki geleneksel pirinç bazlı alkollü içeceklerin antioksidan özellikleri ve toplam fenolik içeriklerinin bildirildiği bir çalışmada analiz edilen pirinç bazlı alkollü içeceklerin DPPH serbest radikalının inhibisyon yüzdesi %10.25 ila %46.47 arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Handique ve ark., 2020). Yapımı bozaya benzeyen bu geleneksel içeceğin antioksidan aktivite değerleri bozaya yakındır.

3.2. Besin element içeriğine ait değerler

Farklı tahıllardan ve tahıl karışımlarından endüstriyel olarak üretilmiş ticari bozaların makro element içeriği (mg/kg) Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre Çizelge 3'te; mikro element içeriği ise (mg/kg) Çizelge 4'te sunulmuştur.

Boza örnekleri arasında en yüksek makro besin element içeriği oranları sodyum (Na) ve fosfor (P)'a ait olmuştur. Boza üretiminde farklı hammadde kullanımının bu oranlar üzerine etkisi az da olsa istatistiksel olarak etkili bulunmuş ($p<0.05$), en yüksek Na değeri IV. bozaya ait iken, en yüksek P değeri VI. bozada tespit edilmiştir. IV. ve VI. boza örneklerinin her ikisinin de bileşiminde mısır bulunmakta olup, literatürde yapılan çalışmalar mısırın Na ve P içeriğinin diğer tahıllara göre daha yüksek olduğunu bildirmektedir (Ullah ve ark., 2010). Sadece mısırdan üretilen II. bozanın Na ve P değerleri de diğer boza örneklerine kıyasla yüksek olduğu Çizelge 3'te görülmektedir. Ticari olarak temin edilen örneklerde tahılların kullanım oranları % olarak bildirilmediğinden IV. ve VI. boza örneklerinde mısırın, buğday ve darıdan daha yüksek oranda kullanıldığı varsayılmaktadır. Zorba ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada 2:1:1 oranlarında mısır, buğday ve pirinç kullanılarak üretilen bozanın Na (105.4 ppm) ve P (258.3 ppm) oranları çalışmada tespit edilen diğer mineral madde oranlarına kıyasla en yüksek bulunan değerler olmuştur. Çelik ve ark. (2016) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise buğday, pirinç ve leblebi unu ile üretilen bozanın P değeri 107.20 mg/kg iken, karışıma mısır unu eklenmesi ile bu değer 169.30 mg/kg'a kadar yükselmiştir. Borcaklı ve ark. (2018) tarafından eşit oranlarda buğday ve mısır unu kullanılarak üretilen boza örneklerinin Na değeri 454 mg/kg ve P değeri 1278 mg/kg değeri ile oldukça yüksek bulunduğu bildirilmiştir.

Kalsiyum (Ca) oranı açısından değerlendirilen örnekler arasındaki fark önemli olup ($p<0.05$), en yüksek değer 220.22 mg/kg değeri ile VIII. bozaya ait iken, en düşük Ca değeri 150.42 mg/kg değeri ile I. bozada tespit edilmiştir. VIII. boza örneğinde tahılların boza yapımında kullanılmadan önce çimlendirilmesi ile fitat konsantrasyonunun azalarak, minerallerin biyoyararlılığının arttığı öngörülmektedir. Nitekim literatürde bazı tahıl ve baklagillerin mineral madde içeriğindeki değişimler çimlendirme öncesinde ve sonrasında incelenmiş ve tanelerin hepsinin ortalama mineral madde içeriklerinin %2.19'dan %2.26'ya çıktığı belirtilmiştir (Kılınçer & Demir, 2019). Dolayısıyla VIII. örneğin Ca miktarı diğer örneklere göre biraz daha yüksek olabilir. VIII. örnek için diğer mineral madde değerleri de incelendiğinde, oranlarının yüksek olduğu görülmektedir.

Potasyum (K) ve Magnezyum (Mg) değerleri arasında da istatistiksel olarak görülen anlamlı fark ($p<0.05$), boza üretiminde farklı hammadde kullanımının ürünün mineral madde kompozisyonunu önemli oranda etkilediğini kanıtlamaktadır. I. ve IV. örnekler en düşük, III. örnek en yüksek K değerine sahip olurken, VII. örnek en düşük, III. ve IV. örnek ise en yüksek Mg değerine sahip olmuştur.

Çizelge 3. Farklı tahıl çeşitlerinin den endüstriyel olarak üretilmiş bozaların makro element içeriği (mg/kg)

	Ca	K	Mg	Na	P
I	150.42±0.6A	115.25±0.35A	150.25±0.35BC	202.50±3.54A	205.00±7.07A
II	188.50±2.12B	180.25±0.35CD	160.25±0.35CD	250.00±0AB	235.00±7.07AB
III	191.25±0.35CD	200.00±0E	165.00±0D	275.00±0AB	242.50±3.54AB
IV	192.50±0.71D	112.60±0.36A	172.75±13.79D	305.50±7.78B	305.75±9.12BC
V	189.00±1.41BC	195.00±7.07CDE	160.25±0.35CD	197.50±3.54A	215.25±8.42A
VI	191.50±0.71D	199.00±14.14DE	161.75±5.3CD	267.50±88.39AB	339.42±62.1C
VII	214.30±0.42E	177.50±16.26C	110.91±3.66A	185.61±18.93A	203.80±62.56A
VIII	220.22±0.31F	144.25±0.35B	138.37±0.52B	258.00±62.23AB	314.12±9.46BC

^{A,B,C,D,E} Gruplar arasındaki farkı ($P<0.05$) gösterir.

I: Buğday bozası II: Mısır bozası III: Darı bozası IV: Buğday+Mısır bozası V: Buğday+Darı bozası VI: Mısır+Darı bozası VII: Buğday+Mısır+Darı bozası VIII: Çimlendirilmiş tahıl karışımı bozası

Boza örneklerinde Fe, Mn ve Zn değerleri diğer mineral maddelere göre daha düşük oranda tespit edilmiştir (Çizelge 4). Tahıllarda demir ve çinko gibi minerallerin düşük oranda bulunduğu bilgisi (Barut ve ark., 2017) bu sonucu doğrular niteliktedir. Fe değerleri arasında az da olsa istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülürken, özellikle Mn ve Zn örneklerinde bu fark görülmemektedir ($p>0.05$).

Bozanın mineral içeriği doğrudan tahıl kaynağından geldiği için fermantasyon süreçlerinin bozanın mineral madde içeriği üzerine etkili olmadığı bildirilmiştir (Borcaklı ve ark., 2018). Ancak bozadaki mineral varlığı, mikrofloranın büyümesinde ve metabolik aktivitesinde kilit rol oynadığı ve ayrıca enzimatik aktivitenin optimizasyonu ve kontrolünde de yer aldığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların mikro element içeriği (mg/kg)

	Fe	Mn	Zn
I	4.75±0.35CD	0.50±0A	2.75±0.35A
II	5.25±0.35D	0.63±0.04A	3.75±0.35AB
III	3.25±0.35AB	0.70±0.01A	4.25±0.35AB
IV	3.35±0.49AB	0.96±0.57A	3.83±0.44AB
V	2.50±0.71A	0.71±0.08A	3.77±0.32AB
VI	2.66±0.04AB	0.62±0.04A	3.58±1.02AB
VII	3.50±0.71AB	1.21±0.02A	3.37±1.15A
VIII	3.70±0.42BC	2.96±0.65B	5.02±0.39B

^{A,B,C,D,E} Gruplar arasındaki farkı ($P<0.05$) gösterir.

I: Buğday bozası II: Mısır bozası III: Darı bozası IV: Buğday+Mısır bozası V: Buğday+Darı bozası VI: Mısır+Darı bozası VII: Buğday+Mısır+Darı bozası VIII: Çimlendirilmiş tahıl karışımı bozası

4. Sonuç

Geleneksel fermente içeceğimiz olan bozanın üretiminde herhangi bir standart yöntem geliştirilmemiş olması, özellikle endüstriyel olarak üretim yapan firmaların hammadde seçiminde buldukları bölgesel şartları göz önüne alarak farklı tahıl çeşitleri kullanması bozanın standart bir kaliteyi yakalamasını engellemektedir. Bu çalışma, bozada hammadde olarak kullanılan tahılların fenolik bileşenler açısından zengin olması sayesinde bozanın antioksidan aktivitesinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Üstelik çimlendirilmiş tahılların boza üretiminde kullanılması ile birlikte antioksidan aktivitenin daha da arttığı ispatlanmıştır. Çalışmada aynı zamanda boza üretiminde farklı hammadde kullanılmasının bozanın besin element içeriği üzerine etkisi de yüksek bulunmuş, özellikle mısır kullanılarak üretilen bozaların diğer bozalara kıyasla daha yüksek makro element içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma literatürde boza ile ilgili yapılan çalışmalara nazaran ürünü laboratuvar ortamında üretmek yerine ticari boyutta ele aldığından geleneksel gıdalarımızda kaliteyi korumak ve standartlaştırmak adına ön adım niteliğindedir.

Teşekkür

Bu çalışmada FYL-2022-9895 Nolu tez projesi kapsamında maddi destek veren Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Açıkgözoğlu, A. B. (2008). *Antioksidanca zengin nar ve vişne konsantreleri kullanılarak hazırlanan meyveli yoğurtların bazı özelliklerinin belirlenmesi*. (Yüksek lisans tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Aka, S., Konan, G., Fokou, G., Dje, K. M., & Bonfoh, B. (2014). Review on African traditional cereal beverages. *American Journal of Research Communication*, 2(5), 103-153.

- Akkoç, N., Ghamat, A., & Akçelik, M. (2011). Optimisation of bacteriocin production of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* MA23, a strain isolated from Boza. *International Journal of Dairy Technology*, 64, 425-432. doi:10.1111/j.1471-0307.2011.00671.x
- Akpınar-Bayızıt, A., Ersan-Yılmaz, L., & Özcan, T. (2010). Determination of boza's organic acid composition as it is affected by raw material and fermentation. *International Journal of Food Properties*, 3, 648-656. doi:10.1080/10942911003604194
- Altay, F., Karbancıoğlu-Güler, F., Daskaya-Dikmen, C., & Heperkan, D. (2013). A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: microbiota, fermentation process and quality characteristics. *International Journal of Food Microbiology*, 167, 44-56. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.016
- Anonim. (1995). TS 3606 "Gıdalarda Metal İyonlarının Tayini". Türk Standartları Enstitüsü Bakanlıklar, Ankara.
- Arslan, S. (2011). *Probiyotik boza üretimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi*. (Yüksek lisans tezi), Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Türkiye.
- Asghar, F., Ali, S., Goraya, A., Javaid, I., & Hussain, Z. (2017). A review on the role of fermented foods as health promoters. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 3, 141-148.
- Bae, S. H., & Suh, H. J. (2007). Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. *LWT-Food Science and Technology*, 40, 955-962. doi:10.1016/j.lwt.2006.06.007
- Balkan, D. N. (2011). *Keçiboynuzlu bozanın bazı kalitatif özelliklerinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi), Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, Türkiye.
- Barut, H., Aykanat, S., & Selim, E. (2017). Azot ve kükürt beslenmesinin buğday tanesine çinko ve demir taşınmasındaki rolü. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4, 96-102. doi:10.19159/tutad.300725
- Berktaş, İ. (2011). *Bozanın farklı hammaddeler kullanılarak üretilmesinin fenolik içeriğine ve kalitesine etkisi*. (Yüksek lisans tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Borcaklı, M., Öztürk, T., & Yeşilada, E. (2018). Cereal source and microbial consortia of the starter culture influence the chemical composition and physicochemical characteristics of boza. *Turkish Journal Of Agriculture and Forestry*, 42, 412-422. doi:10.3906/tar-1802-3
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28, 25-30. doi:10.1016/S0023-6438(95)80008-5
- Ciesarová, Z., Mikušová, L., Magala, M., Kohajdová, Z., & Karovičová, J. (2017). Nonwheat cereal-fermented-derived products. In *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*, 417-432. doi:10.1016/B978-0-12-802309-9.00017-0
- Çakır, E. (2011). *Farklı baharat kullanımının depolama süresince bozanın fizikokimyasal mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri Üzerine Etkisi*, (Yüksek lisans tezi), Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- Çelik, İ., Isik, F., & Yılmaz, Y. (2016). Effect of roasted yellow chickpea (leblebi) flour addition on chemical, rheological and sensory properties of boza. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40, 1400-1406. doi:10.1111/jfpp.12725
- Da Silva, F. F. P., Biscola, V., LeBlanc, J. G., & de Melo Franco, B. D. G. (2016). Effect of indigenous lactic acid bacteria isolated from goat milk and cheeses on folate and riboflavin content of fermented goat milk. *LWT-Food Science and Technology*, 71, 155-161. doi:10.1016/j.lwt.2016.03.033
- Debebe, A., Chandravanshi, B. S., & Abshiro, M. R. (2016). Total contents of phenolics, flavonoids, tannins and antioxidant capacity of selected traditional Ethiopian alcoholic beverages. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 30, 27-37. doi:10.4314/bcse.v30i1.3
- Dimidi, E., Cox, S. R., Rossi, M., & Whelan, K. (2019). Fermented foods: definitions and characteristics, impact on the gut microbiota and effects on gastrointestinal health and disease. *Nutrients*, 11, 1806. doi:10.3390/nu11081806
- Doğan, M., & Tekiner, G. H. (2020). Extracellular phytase activities of lactic acid bacteria in sourdough mix prepared from traditionally produced boza as starter culture. *Food and Health*, 6, 117-127. doi:10.3153/FH20013

- Domínguez-Arispuro, D. M., Cuevas-Rodríguez, E. O., Milán-Carrillo, J., León-López, L., Gutiérrez-Dorado, R., & Reyes-Moreno, C. (2017). Optimal germination condition impacts on the antioxidant activity and phenolic acids profile in pigmented desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *Journal of Food Science and Technology*, 2, 638-647. doi:10.1007/s13197-017-2973-1
- Dudonné, S., Vitrac, X., Coutiere, P., Woillez, M., & Mérillon, J. M. (2009). Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1768-1774. doi:10.1021/jf803011r
- Düler, H. B. (2002). Kış gecelerinin hatırlı dostu boza. *Sky life Aylık THY Dergisi*. Şubat: 62-66.
- Gelinas, P., & McKinnon, C. M. (2006). Effects of wheat variety, farming site, and bread-baking on total phenolics. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 329-332. doi:10.1111/j.1365-2621.2005.01057.x
- Gotcheva, V., Pandiella, S. S., Angelov, A., Roshkova, Z. G., & Webb, C. (2000). Microflora identification of the Bulgarian cereal-based fermented beverage boza. *Process Biochemistry*, 36(1-2), 127-130. doi:10.1016/S0032-9592(00)00192-8
- Handique, P., Deka, A. K., & Deka, D. C. (2020). Antioxidant properties and phenolic contents of traditional rice-based alcoholic beverages of Assam, India. *National Academy Science Letters*, 43, 501-503. doi:10.1007/s40009-020-00903-5
- İğüs, E. (2016). Balkanlar'dan Anadolu'ya boza ve türleri ile Türkiye'deki Balkan kökenli bozacılar. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6, 101-111.
- Kabak, B., & Dobson, A. D. W. (2011). An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey. *Critical Review of Food Science Nutrition*, 51, 248-260. doi:10.1080/10408390903569640
- Karademir, E., Yalçın, S. K., & Yalçın, E. (2018). Effect of fermentation process on nutritional properties and bioactive compounds of cereal and legume-based foods. *Journal of Food*, 43, 63-173. doi:10.15237/gida.335154
- Kılınçer, F. N., & Demir, M. K. (2019). Çimlendirilmiş bazı tahıl ve baklagillerin fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Gıda*, 44, 419-429. doi:10.15237/gida.GD19019
- Kırca, A., & Özkan, M. (2007). *Değişik Amaçlı Bazı Test ve Analiz Yöntemleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 34.
- Kim, M. J., Kwak, H. S., & Kim, S. S. (2018). Effects of germination on protein, γ -aminobutyric acid, phenolic acids, and antioxidant capacity in wheat. *Molecules*, 9, 2244-2257. doi:10.3390/molecules23092244
- Karovičová, Z. K. J., & Kohajdova, J. (2007). Fermentation of cereals for specific purpose. *Journal of Food and Nutrition Research*, 46(2), 51-57.
- Kumari, A., Pandey, A., Raj, A., Gupta, A., Roy, A., Attri, B., ..., & Joshi, V. (2016). Cereal Based Indigenous Non-alcoholic Beverages. In V.K. Joshi (Ed.), *Indigenous Fermented Foods of South Asia* (pp. 353-429). CRC Press.
- Li, W., Wei, C., White, P. J., & Beta, T. (2007). High-Amylose corn exhibits better antioxidant activity than typical and waxy genotypes. *Journal of Agriculture of Food Chemistry*, 55, 291-298. doi:10.1021/jf0622432
- Marshall, E., & Mejia, D. (2011). Traditional Fermented food and Beverages for Improved Livelihoods. *FAO Diversification Booklet*, (21).
- Marjanović, A., Đedibegović, J., Brčaninović, M., Omeragić, E., Čaklović, F., Dobrača, A., & Šober, M. (2015). Antioxidant potential of selected traditional plant-based beverages in Bosnia and Herzegovina. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 45, 2013-2016.
- Masuda, M., Ide, M., Utsumi, H., Niuro, T., Shimamura, Y., & Murata, M. (2012). Production potency of folate, vitamin b12, and thiamine by lactic acid bacteria isolated from Japanese pickles. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 76, 2061-2067. doi:10.1271/bbb.120414
- Meral, R. (2016). Isıl işlemin fenolik bileşenler üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21, 55-67.
- Meriç, A. (2010). *Trakya bölgesinde üretilen bozaların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine çalışma*. (Yüksek lisans tezi), Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye.

- Mukhametzhanova, A. D., Akhmetova, A. I., & Sharipova, M. R. (2012). Microorganisms as phytase producers. *Microbiology*, 81, 267-275. doi:10.1134/S0026261712030095
- Önçel, S. (2015). Türk Mutfağı ve geleceğine ilişkin değerlendirmeler. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3, 33-44.
- Özpinar, A. (2012). *Kefir ve bozanın in vitro antioksidan aktivitelerinin araştırılması*. (Yüksek lisans tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Pala, A. (2012). *Farklı yöntemlerle kurutulmuş elde edilen boza tozunun hamur reolojik ve ekmek kalitesi üzerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.
- Pallin, A., Agback, P., Jonsson, H., & Roos, S. (2016). Evaluation of growth, metabolism and production of potentially bioactive components during fermentation of barley with *Lactobacillus reuteri*. *Food Microbiology*, 57, 159-171. doi:10.1016/j.fm.2016.02.011
- Randhir, R., Kwon, Y., & Shetty, K. (2008). Effect of thermal processing on phenolics, antioxidant activity and health-relevant functionality of select grain sprouts and seedlings. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9, 355-364. doi:10.1016/j.ifset.2007.10.004
- Rico, D., Peñas, E., García, M. D. C., Martínez-Villaluenga, C., Rai, D. K., Birsan, R. I., Frias, J., & Martín-Diana, A. B. (2020). Sprouted barley flour as a nutritious and functional ingredient. *Foods*, 9, 296. doi:10.3390/foods9030296
- Salovaara, H. (2004). Lactic acid bacteria in cereal-based products. *Lactic Acid Bacteria: Microbiology And Functional Aspects*, 3, 431-452.
- Saulnier, D. M., Kolida, S., & Gibson, G. R. (2009). Microbiology of the human intestinal tract and approaches for its dietary modulation. *Current Pharmaceutical Design*, 15, 1403-1414. doi:10.2174/138161209788168128
- Sosulski, F., Krzysztof, K., & Lawrence, H. (1982). Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids. 3. Composition of phenolic acids in cereal and potato flour. *Journal Agriculture of Food Chemistry*, 30, 337-340. doi:10.1021/jf00110a030
- SPSS. (2013). IBM SPSS Statistics 20.0 for Windows. Armonk, NY.
- Tamer, C. E. (2004). *Meyveli ve meyve aromalı boza üretiminin araştırılması*. (Doktora tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye.
- Todorov, S. D., & Dicks, L. M. T. (2006). Screening for bacteriocin-producing lactic acid bacteria from boza, a traditional cereal beverage from Bulgaria comparison of the bacteriocins. *Process Biochemistry*, 41, 11-19. doi:10.1016/j.procbio.2005.01.026
- TSE (2002). *Boza Standardı*. T.S. 9778. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad.112, Ankara. 6 s.
- Ullah, I., Ali, M., & Farooqi, A. (2010). Chemical and nutritional properties of some maize (*Zea mays* L.) varieties grown in NWFP, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9, 1113-1117.
- Weidner, S., Paprocka, J., & Łukaszewicz, D. (1996). Changes in free, esterified and glycosidic phenolic acids in cereal grains during the after-ripening. *Seed Science and Technology*, 24, 107-114.
- Yücel, U., & Köse, E. (2002). İzmir'de üretilen bozaların kimyasal bileşimi üzerine bir araştırma. *Gıda*, 27, 395-398.
- Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., & Blanchard, C. (2004). The distribution of phenolic acids in rice, *Food Chemistry*, 87, 401-406. doi:10.1016/j.foodchem.2003.12.015
- Zielinski, H., Kozłowska, H., & Lewczuk, B. (2001). Bioactive compounds in the cereal grains before and after hydrothermal processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2, 159-169. doi:10.1016/S1466-8564(01)00040-6
- Zorba, M., Hancioglu, Ö., Genc, M., Karapinar, M., & Ova, G. (2003). The use of starter cultures in the fermentation of boza, a traditional Turkish beverage. *Process Biochemistry*, 38, 1405-1411. doi:10.1016/S0032-9592(03)00033-5