

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI TAHİL ÇEŞİTLERİNDEN ENDÜSTRİYEL OLARAK ÜRETİLMİŞ
BOZALARIN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Songül ATABAY
DANIŞMAN: Doç. Dr. Yağmur ERİM KÖSE

VAN-2023

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI TAHİL ÇEŞİTLERİNDEN ENDÜSTRİYEL OLARAK ÜRETİLMİŞ
BOZALARIN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Songül ATABAY

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL-2022-9895
No'lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Yağmur ERİM KÖSE danışmanlığında, Songül ATABAY tarafından sunulan “**Farklı Tahıl Çeşitlerinden Endüstriyel Olarak Üretilmiş Bozaların Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi**” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 26/12/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof.Dr. İsa CAVİDOĞLU

İmza:

Üye: Doç.Dr. Yağmur ERİM KÖSE

İmza:

Üye: Doç.Dr. Yakup ASLAN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

.....
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Songül ATABAY



ÖZET

FARKLI TAHIL ÇEŞİTLERİNDEN ENDÜSTRİYEL OLARAK ÜRETİLMİŞ BOZALARIN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ATABAY, Songül
Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç.Dr. Yağmur ERİM KÖSE
Ocak 2023, 53 sayfa

Bu çalışmada farklı tahıl ve tahıl karışımlarından (buğday, mısır, darı, buğday+mısır, buğday+darı, mısır+darı, buğday+mısır+darı ve çimlendirilmiş tahıl karışımı) endüstriyel olarak üretilmiş sekiz adet ticari boza örneğinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve reolojik özellikleri incelenmiştir. Ayrıca örneklerin toplam fenolik madde (TFM) ve antioksidan aktivite (DPPH ve TEAK) özellikleri belirlenerek, makro ve mikro element (Ca, K, Mg, Na, P, Fe, Mn, Zn) içerikleri tespit edilmiştir.

Boza örneklerinde kullanılan hammadde farklılığının örneklerin kurumadde, pH, asitlik, protein, kül ve renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$), özellikle çimlendirilmiş tahıl karışımı ile üretilmiş boza örneğinin %kurumadde ve asitlik değerleri diğer örneklere göre oldukça düşük, protein içeriği ise yüksek bulunmuştur. Tüm örneklerin %kuru madde değerleri ile parlaklıkları arasında pozitif yönlü, orta düzeyde yüksek doğrusal bir korelasyon tespit edilmiştir. En yüksek TFM değeri (506.25 mg/kg) ve antioksidan aktivite değerleri (%27.78-2763.83 μ mole trolox/g) çimlendirilmiş tahıl karışımı bozasına ait iken, darı bozasının antioksidan aktivite değerleri (%14.75-1295.30 μ mole trolox/g) oldukça düşük bulunmuştur. Örneklerin Ca, K, Mg ve Fe değerleri ile birlikte viskozite değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$), en yüksek laktik asit bakteri (LAB) sayısı 8.85 log kob/g ile darı bozasına ait olmuştur.

Anahtar kelimeler: Antioksidan aktivite, Boza, Çimlendirilmiş tahıl, Laktik asit bakterisi, Viskozite.



ABSTRACT

DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF INDUSTRIALLY PRODUCED BOZA FROM DIFFERENT CEREALS

ATABAY, Songül

MSc. Thesis., Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc.Prof. Dr. Yağmur ERİM KÖSE

January 2023, 53 pages

In this study physicochemical, microbiological and rheological analyzes 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) were investigated. In addition, the total phenolic content (TPC) and antioxidant activity (DPPH and TEAC) properties of the samples were determined, and the content of macro and micro elements (Ca, K, Mg, Na, P, Fe, Mn, Zn) were investigated.

The effects of the difference in raw materials used in the boza samples on the dry matter, pH, acidity, protein, ash and color values of the samples were found to be statistically significant ($p < 0.05$), while the dry matter (%) and acidity values of the boza sample produced with a mixture of germinated grain were found to be quite low compared to the other samples and its protein content was found to be higher. A moderately positive relationship was found between the dry matter and the brightness of all samples. While the highest TPC value (506.25 mg/kg) and antioxidant activity values (27.78%-2763.83 $\mu\text{mole trolox/g}$) belonged to the germinated grain mix boza, the antioxidant activity values (14.75%-1295.30 $\mu\text{mole trolox/g}$) of millet boza were found to be quite low. While the differences between the Ca, K, Mg and Fe contents and viscosity values of the samples were statistically significant ($p < 0.05$), the highest lactic acid bacteria (LAB) number belonged to millet boza with 8.85 log cfu/g.

Keywords: Antioxidant activity, Boza, Germinated grain, Lactic acid bacteria, Viscosity.



ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren, beni azim ve başarıya teşvik eden aynı zamanda ikinci bir ailem olan danışmanım Sayın Doç. Dr. Yağmur ERİM KÖSE'ye teşekkür ederim. Ayrıca bilgi ve deneyimiyle desteklerini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Şenol KÖSE'ye, arkadaşım Elif VANLI'ya çok teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olan değerli aileme ve deneyim ve bilgileriyle destek saylayan değerli ablam Merve ATABAY'a sonsuz teşekkürümü sunarım.

2023

Songül ATABAY



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	3
2.1. Bozanın Üretim Aşaması.....	7
2.1.1. Hammaddenin hazırlanması	7
2.1.2. Islatma	7
2.1.3. Kaynatma.....	7
2.1.4 Soğutma ve süzme.....	8
2.1.5. Şeker katma	8
2.1.6. Fermantasyon	8
2.2. Bozanın Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri.....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1 Materyal.....	15
3.2 Yöntem	15
3.2.1. Kurumadde miktarı.....	15
3.2.2. pH.....	15
3.2.3. Titre edilebilir asitlik	16
3.2.4. Protein tayini	16
3.2.5. Kül.....	16
3.2.6. Mineral madde içeriği	16
3.2.7. Renk tayini	17
3.2.8. Viskozite.....	17
3.2.9. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayini için ekstraktların hazırlanması.....	17
3.2.10. Toplam fenolik madde tayini	17

	Sayfa
3.2.11. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi.....	18
3.2.11.1. DPPH radikali temizleme özelliği	18
3.2.11.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesinin (TEAK) belirlenmesi	18
3.2.12. Mikrobiyolojik Analizler	19
3.2.12.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısının belirlenmesi	19
3.2.12.2. Maya-küf sayısının belirlenmesi	19
3.2.12.3. Laktik asit bakteri sayısının (LAB) belirlenmesi	19
3.2.13 İstatistiksel Analizler	19
4.BULGULARVE TARTIŞMA.....	21
4.1. Kurumadde, pH, Asitlik, Protein ve Kül Analizlerine Ait Değerler	21
4.2. Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktiviteye Ait Değerler	24
4.3. Renk Analizine Ait Değerler	28
4.4. Viskoziteye Ait Değerler	31
4.5. Mineral Madde İçeriğine Ait Değerler	33
4.6. Mikrobiyolojik Analizlere Ait Değerler.....	35
5. SONUÇ.....	41
KAYNAKLAR.....	45
ÖZGEÇMİŞ.....	53

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Endüstriyel olarak üretilmiş boza örneklerine verilen kodlar	15
Çizelge 4.1. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların kurumadde (%), pH, asitlik (%) , protein (%) ve kül (%) değerleri.....	21
Çizelge 4.2. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların TFM, DPPH ve TEAK değerleri	24
Çizelge 4.3. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların renk değerleri.....	29
Çizelge4.4. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların % kurumadde-renk değerleri korelasyon analizi	30
Çizelge 4.5. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların viskozite değerleri (mPa.s)	31
Çizelge 4.6. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların mineral madde değerleri (mg/kg)	36
Çizelge 4.7. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların mikrobiyolojik değerleri (log-kob/g)	37

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

AACC	Amerikan Hububat Kimyacılar Birliği
a*	Yeşil-kırmızı renk boyutu
b*	Sarı-mavi renk boyutu
°C	Santigrat derece
dk.	Dakika
kg	Kilogram
L*	Siyah-beyaz renk boyutu
mL	Mililitre
mg/kg	Miligram/kilogram
mmol	Milimol
sa	Saat
s	Saniye

Kısaltmalar

Açıklama

AACC	Amerikan Hububat Kimyacılar Birliği
AOAC	Association of Official Analytical chemists (Resmi Analitik Kimyacılar Birliği)
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
LAB	Laktik Asit Bakterisi
TEAK	Toroloks Eşdeğeri Antioksidan Aktivite
TFM	Toplam Fenolik Madde
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TMAB	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı



1. GİRİŞ

En eski gıda işleme yöntemlerinden biri olarak bilinen “fermantasyon”, terim olarak Latince’de kaynamak anlamına gelen ”Fevere” kelimesinden türetilmiştir (Asghar ve ark., 2017). Uygarlık tarihinin başlangıcından günümüze kadar olan süreçte insan, gıda ve mikroorganizmaların fermentatif faaliyetleri arasında süregelen bir dayanışma olmuştur. Yapılan arkeolojik kazılar bu yaklaşımı destekler nitelikte olup, çalışmalarda peynir yapımında kullanılan kil aletlere rastlanması, fermentasyon işleminin Neolitik döneme kadar uzandığını göstermektedir (Akın ve Balıkcı, 2018).

Fermentasyon, gıdalara sadece uzun raf ömrü veya tat, koku, aroma, kıvam gibi çeşitli organoleptik özellikler (Dimidi ve ark., 2019) kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda ürünün besinsel kalitesi ve biyoaktif bileşenleri üzerine de etki gösterir. Örneğin tahılların fermentasyon süreci ile birlikte serbest esansiyel amino asit miktarında artış görülerek protein kalitesinin değiştiği (McKay ve Baldwin, 1990; Ciesarova ve ark., 2017), antibesinsel madde içeriğinin (fitik asit, tannin, polifenol) azalmasına paralel olarak mineral madde içeriğinin arttığı (Kohajdova ve Karovicova, 2007; Mukhametzyanova ve ark., 2012) ve bazı biyoaktif bileşiklerin miktarında da artış olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Pallin ve ark., 2016; Karademir ve ark., 2018).

Boza; buğday, darı, pirinç, mısır vb. tahılların kırma veya unlarının su ve şeker ile pişirilip, alkol ve laktik asit fermentasyonlarına maruz bırakılmasıyla elde edilen, kendine has tat ve kokuya sahip kıvamlı bir içecektir (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

Orta Asya Türklerinin ilk gıdaları arasında yer alan darıdan yapılmış bozanın geniş anlamda coğrafi yayılımı Türk göçleri sayesinde olmuştur (Önçel, 2015; İgüs, 2016). Sonraki süreçte Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde bozacılığın giderek temel bir zanaat haline gelmesi ile boza bugünkü coğrafi yayılımını tamamlamıştır (Düler, 2002).

Günümüzde ülkemiz başta olmak üzere boza üretim ve tüketiminin gerçekleştiği bölgeler; Türkistan, Kırım, Kafkaslar, Macaristan, Volga çevresi ve tüm Balkanlar, Mısır, İran ve diğer Arap ülkeleri ve farklı Afrika topluluklarıdır (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

Geleneksel ve kadim içeceğimiz olarak bilinen ve somut olmayan kültürel miras ögemiz olarak sayılan bozanın günümüzde tarihsel süreçteki kadar parlak bir dönem

yaşamadığı görülmektedir. Özellikle teknolojiyle iç içe bir sektör olan gıda endüstrisinde dinamik ve yenilikçi üretim prosesleri ile farklı içecek gruplarındaki artış tüketiciye alternatif seçenekler sunmaktadır. Fakat artan eğitim seviyesine paralel olarak sağlıklı beslenme bilincinin de artması, tüm dünyada sağlık harcamalarına ayrılan gelirin önemli bir paya sahip olması ve özellikle küresel boyutta yaşanan salgın-pandemi gibi süreçlerin insanları daha bilinçli beslenmeye zorlaması gibi sebepler sonucunda fermente gıdaların tüketimi hızla artmaktadır. Tahıl bazlı fermente gıdaların başında gelen bozanın içerdiği laktik asit, protein, karbonhidrat, yağ, vitamin ve besinsel lif (Güven ve Benlikaya, 2005) gibi besin öğeleri sayesinde sağlığa faydalı fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirildiği açıktır.

Günümüzde soğuk kış akşamları metal güğümler içinde sokak esnafı tarafından satılan veya küçük boza işletmecileri tarafından üretilip, günlük olarak tüketime sunulan boza, ticari kapasitesi yüksek modern işletmelerde üretilmeye başlanmıştır. Depolama ve taşımaya uygun ambalaj seçimiyle, frigorifik araçlarla taşımacılığı yapılan bozayı market raflarında taze, temiz ve güvenli bir şekilde bulabilmek mümkün hale gelmiştir.

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) fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve reolojik özelliklerinin tespit edilmesidir. Çalışmada ayrıca boza üretiminde farklı hammaddeler kullanılmasının bozanın fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi de araştırılmıştır. Bu araştırma akademik anlamda kapsamlı bir boza çalışması olmasının yanı sıra, geleneksel gıdalarımızda kaliteyi korumak ve standartlaştırmak için de ön adım olacaktır.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Buğday, arpa, yulaf, çavdar, mısır, darı ve sorgum gibi tahılların büyük bir kısmı *Graminea* familyasına ait bitkilerin tohumları olup, tüm dünya nüfusu için büyük bir besin payına sahip, besinsel değerini yüzyıllardır koruyan temel gıda maddelerindedir. Tahıl taneleri protein, karbonhidrat, yağ, mineral, vitamin ve diğer bileşenlece zengin olup, iyi birer enerji kaynağıdır (Chavan ve Kadam, 1989). Tahıllar aynı zamanda fermente gıdalar için önemli bir kaynak olmakla birlikte, fermantasyon prosesi tahılların besin değerini daha da arttıran en kolay ve en ekonomik yöntem olarak bilinmektedir (Karaçıl ve Acar Tek, 2013). Fermantasyon belirli sıcaklıkta, yüksek molekülü maddelerin belirli mikroorganizmalar ve enzim aktiviteleri sayesinde parçalanması sonucu gerçekleşen, biyokimyasal değişime sebep olan ve daha dayanıklı bir ürün elde edilmesini sağlayan bir gıda prosesi olarak tanımlanmaktadır (Türker 1974; Gotcheva ve ark., 2000).

Tüketicilerin sağlıklı beslenmenin önemi konusundaki farkındalığının da artmasıyla, fonksiyonel ve doğal yiyecek-içecek pazarı tüm dünyada hızlı bir şekilde artmaktadır. İnsanları bu yönde daha fazla araştırmaya ve yeniliklere iten çalışmalar fermente gıdaları da beraberinde getirmektedir. Fermente gıdalarda ilk sıralarda süt (yoğurt, peynir, kefir, kıymız, kurut vb.), tahıl (boza, mahewu, tarhana, idli, dosa vb.), et (sucuk, pastırma vb.), soya (soya sosu, natto, tempeh vb.), sebze ve meyve (turşu, kimchi, sauerkraut, gundruk, sunki vb.) bazlı olmak üzere çok çeşitli ürünler yer almaktadır (Karaçıl ve Acar Tek 2013; Campbell-Plat 1994).

Fermente içecekler arasında en yaygın sınıfı tahıl bazlı ürünler oluşturmakta olup, kullanılan tahıl ürünleri fermantasyon prosesinde mikroorganizmalar tarafından karbon ve enerji kaynağı olarak kullanılan polisakkaritler bakımından oldukça zengin ürünlerdir (Salovaara, 2004). Ayrıca tahıllar mikroorganizmaların gelişmesi için elzem olan mineraller, vitaminler ve steroller gibi besin öğelerini de ihtiva ederler (Salovaara, 2004). Endüstriyel olarak üretilen tahıl bazlı fermente ürünler kaliteyi standardize edebilmek için geliştirilen ve kontrol gerektiren çeşitli faktörlerden (fermantasyon süresi, fermantasyon koşulları, kullanılan hammaddenin çeşitliliği, sıcaklık, pH, nem içeriği vb.) etkilenir ve dolayısıyla ürünlerin kalite ve fizikokimyasal özellikleri birbirlerinden farklılık gösterir (Todorov ve ark., 2007; Ignat ver ark., 2020). Ayrıca,

fermantasyon sırasında oluşan farklı lezzet ve aroma bileşikleri de ürünlerin tipik özelliklerini oluşturmaktadır (Hancıoğlu ve Karapınar, 1998).

Dünyanın farklı bölgelerinde üretilip tüketilmekte olan, duyuusal nitelikleri birbirlerinden oldukça farklı tahıl bazlı fermente içecekler mevcuttur. Bunlardan Borde, Bushera, Gowe, Kunan-Zaki, Mahewu, Obiolor ve Togwa'nın Afrika'da; Acupe, Agua-agria, Cachiri, Champuz, Fuba, Napu, Pozol'un Güney Amerika'da; Boza, Ambil ve Kali gibi fermente içeceklerin ise Avrupa ve Asya kıtalarında üretildiği belirtilmiştir (Altay ve ark., 2013; Solange ve ark., 2014; Elaine ve Mejal, 2011; Kumari ve ark., 2016).

Bushera, Uganda'nın batı yaylalarında hazırlanan, her yaşta insanın tüketebileceği geleneksel bir içecektir. Çimlendirilmiş sorgum ve darı tanelerinden elde edilen unun kaynar su ile karıştırılması ve ortam sıcaklığında soğumaya bırakılması ile mayalanan bir fermente üründür (Muyanja ve ark., 2003).

Mahewu (amahewu), Afrika ve bazı Basra Körfezi ülkelerinde tüketilen, su ile karıştırılan mısır lapasına sorgum, darı maltı veya buğday unu ilave edilip, doğal yöntemlerle mayalanmaya bırakılan ekşi bir içecektir (Gadaga ve ark., 1999; Blandino ve ark., 2003).

Güneydoğu Meksika'da tüketilen serinletici bir içecek olan Pozol, mısırın belli bir orandaki kireç çözeltisinde pişirilip, su ile yıkanması, nixtamal olarak bilinen bir hamur elde edilmesi için öğütülmesi, top haline getirilmesi ve muzun içine sarılması ile yapılan ve ortam sıcaklığında 1-4 gün mayalanmaya bırakılan bir içecektir (Marshall ve Mejia, 2011).

Hem ara öğün hem de bebekleri süttten kesme gıdası olarak Afrika'da tüketilen nişastalı, şekerli geleneksel bir içecek olan Togwa ise genellikle mısır unu ve parmak darı maltından yapılan ve bölgede çalışan insanlar tarafından sıkça tüketilen bir fermente gıdadır (Kitabatake ve Oi, 2003).

Geleneksel tahıl bazlı en önemli fermente içeceklerden biri olan ve 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 fermentasyona 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).

Tarihsel gelişimi oldukça eskiye dayanan bozanın ilk olarak Asya ülkelerinde geliştirilip daha sonra coğrafi keşiflerle Avrupa ve tüm dünyaya yayılmaya başladığı bildirilmiştir (Caputo ve ark., 2012). Farklı ülkelerde üretilmeye başlanan boza farklı isimlendirmeler alıp, içerdiği alkol nedeniyle genelde içki veya şarap olarak tanımlanmıştır.

Orta Asyada Türkler tarafından oldukça iyi bilinen ve üretiminin köklü bir geçmişe dayanıldığı düşünülen bozanın ilk üreticilerinin Türkler olduğu ve Türklerin daha sonra çeşitli bölgelere göç etmesiyle, özellikle Osmanlı ve Selçuklu döneminde boza üretim ve tüketiminin geniş coğrafyaya yayıldığı düşünülmektedir (Birer, 1987; Pamir, 1961; Uylaşer ve ark., 1998).

Evliya Çelebi seyahatnamesine göre; ulemanın dahi tükettiği alkol oranı oldukça düşük olan “Tatlı Boza” ve genelde ayaktakımın tercih ettiği ve Tatarların ürettiği alkol ve asit oranı yüksek “Ekşi Boza” ya da diğer adıyla “Tatar Bozası” olarak iki çeşit boza tanımlanmaktadır (Yerasimos, 2011).

Kaşgarlı Mahmut, Divan-ü Lûgat-it Türk'te (1074) ve Osmanlının ilk yemek kitaplarından olan, bir yemek sözlüğü olarak nitelendirilen Ahmed Cavid'e ait Tercüme-i Kenzü'l İştihada'da boza üretiminin geçmişte farklı adlandırıldığı ve hammaddelerinin farklı olabileceği belirtilmiştir (Cavid, 2006).

Geçmiş ile kıyaslandığında üretilen bozaların günümüz Türkiye'de üretilen bozalardan farkı alkol oranının yüksek olmasıdır (yaklaşık %7 v/v) (Todorov ve ark., 2007). Literatürde de geleneksel olan ve laktik asitle fermente edilmiş bir içecek olan bozanın, Türkiye'de alkol içeriğinin %1' den az, Mısır'da ise %7'ye kadar olduğu rapor edilmiştir (Ramashia ve ark., 2019).

Bazı Kuzeydoğu ülkeleri ve birçok ülkede farklı isimlerle bilinen boza Türkiye'de hala çok sevilen ve kışın üretilen bir içecektir. Sevenlerin tercih ettiği endüstriyel firmalara ait bozaların yanısıra günümüzde hala tarihsel ve kurumsal kimliğini koruyan bozahaneler de bulunmaktadır. Bunlara Vefa (1876), Akman (1936) Soydan (1936) Balaban (1938) ve Ömür (1950) bozası örnek verilebilir.

Fermente içecekler sınıfında yer alan boza insan sağlığı için zengin bir probiyotik kaynağıdır. Bileşiminde besinsel değeri yüksek olan laktik asit, protein, karbonhidrat, yağ, riboflavin, tiamin, niasin ve piridoksin gibi vitaminleri ve lifli bileşenleri bulundurur (Kabak ve Dobson, 2011; Arici ve Daglioglu, 2008). Aynı zamanda bozada fermantasyon sürecine hakim olan LAB, patojenik bakterilerin gelişimini olumsuz etkileyen düşük bir pH'ya yol açar, böylece raf ömrünü ve ürün güvenliğini artırır (Phiri ve ark., 2019).

Bozanın sağlık üzerine olan etkilerini araştıran birçok çalışma bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda bozanın bir probiyotik kaynağı olduğu düşünüldüğünden sindirim, sinir ve bağışıklık sistemi üzerine olumlu etkileri olduğu ve birden çok hastalığı iyileştirdiği gözlemlenmiştir (Gürükan ve ark., 2010). Ayrıca anne sütünün verimini arttırdığı, fiziksel aktivite gerektiren işlerde çalışan ve yüksek kalori diyetine ihtiyacı olanlara tavsiye edildiği belirtilmiştir (Evliya, 1969; Kentel, 2001).

Lactobacillus suşlarının gelişmesi için fermente edilebilir karbonhidrata, amino asite, B kompleks vitaminlerine, nükleik asitlere ve minerallere ihtiyaç duyduğu bilinmektedir ve bu nedenle tahılların fermantasyonunun, zengin bir substrat elde etmede ekonomik ve kolay ulaşılabilir bir yol olduğunu söylemek mümkündür. Bozada hammadde olarak kullanılan tahıllar fenolik bileşenler açısından zengindir (Berktaş, 2011). Tahılda antioksidan aktiviteyi arttıran bu fenolik bileşenler aynı zamanda insanlarda oluşan dejeneratif hastalıklara neden olan bileşenleri de inhibe ederler (Li ve ark., 2010).

Bozanın sağlık üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada hipertansiyon ile boza arasındaki ilişki incelenmiş bozanın kan basıncını düzenleyici (ACE inhibitörü) etkiye sahip peptitler açısından iyi bir besin kaynağı olduğu ve bu nedenle tüketicilere bozanın önerilmesi gerektiği bildirilmiştir (Kancabaş ve Karakaya, 2013).

Bozada bulunan B grubu vitaminler bozanın besin değerini arttırmaktadır (Evliya, 1969). Bozanın eskiden beri daha çok kış aylarında tercih edilmesi soğuk algınlığı veya gribal enfeksiyon gibi hastalıklara iyileştirici etkide bulunmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Sıcak mevsimlerde tercih edilmemesinin bir diğer nedeni ise bozada ekşime ve dolayısıyla duyu kalitenin bozulmasıdır.

Fermente gıdalarla sindirim sistemine alınan laktik asit bakterilerinin insan vücudunun patojenlere karşı direncini arttırdığı bildirilmiştir. Özellikle *B.bifidum* ve

Lactobacillus acidophilus bulunduran fermente ürünler tüketildiğinde bağırsak enfeksiyonlarını önleyici, serum kolestrol düzeyini düşürücü ve bağırsakta laktoz kullanımını arttırıcı etkileri olduğu bildirilmiştir (Turantaş, 1998).

Bozada bulunan laktik asitin aynı zamanda mide bezi faaliyetine olumlu bir etki kazandırdığı bildirilmiştir (Pamir, 1961; Türker 1974).

Tahılların fermantasyonu ile birlikte tahılların doğasında bulunan ve mikroorganizmaların aktivitesinin de etkili olması ile hızla üretilen fitaz enzimi, varolan fitik asiti parçalamakta ve dolayısıyla vücut tarafından mineral emilimi arttırmaktadır. Tahılların karışım halinde fermantasyona tabi tutulduğu araştırmalarda da riboflavin, tiamin ve niasin gibi vitaminlerin miktarlarında önemli artışlar olduğu rapor edilmiştir (Charalampopoulos ve ark., 2002; Blandino ve ark., 2003; Poutanen ve ark., 2009). Dolayısıyla bozanın vitamin ve mineral bakımından oldukça zengin olduğunu söylemek mümkündür.

2.1. Bozanın Üretim Aşaması

2.1.1. Hammaddenin hazırlanması

Boza üretiminde kullanılan hammaddelerden yabancı maddeler uzaklaştırılır ve boza hammaddeleri değirmenden geçirilip kırma veya unu elde edilip elenir (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

2.1.2. Islatma

Hammadde miktarının iki katı kadar su ilave edilerek 24 saat 4 °C 'de bekletilir (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

2.1.3. Kaynatma

24 saat bekletilen hammadde çelik kazanlarda kaynayan suya orantılı olarak ilave edilir. Kaynatma esnasında topaklanmayı önleme, dipte yanma ve yapışma, yüzeyde kaymak tabakasının oluşmasını engellemek amacıyla sürekli karıştırma sağlanır. Kaynatma esnasında hammadde su alarak koyulaşır, homojen bir görünüm

elde etmek için ara ara sıcak su ilavesi yapılabilir. İstenen görünüm sağlandıktan sonra kaynatma işlemine son verilir. Kaynatma süresi bozanın kaynatma sıcaklığına bağlı olarak sapmalar gösterebilir (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

2.1.4. Soğutma ve süzme

Kaynatma işlemi sonlandırıldıktan sonra sıcak lapa soğumaya alınır. Bazı işletmelerde soğutma işleminin hızlı gerçekleştirilmesi amacıyla soğuk mermerlere dökülüp karıştırılarak soğuma yapılır. Soğutulan boza iki, iki buçuk katı kadar su ile seyreltilip süzme işlemi gerçekleştirilir (Birer, 1987). Süzme yapılan bozaya “şekersiz ham boza” denir.

2.1.5. Şeker katma

Bozanın şeker içeriği TSE (1992) tarafından en az %15 olmalıdır şeklinde açıklanmıştır. Ancak endüstriyel olarak üretilen bozlarda fermantasyon koşullarının iyileştirilmesi adına ham bozaya %20 oranında şeker katılabilmektedir (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007). Elde edilen bozaya “şekerli ham boza” denir.

2.1.6. Fermantasyon

Şekerli ham bozaya önceki üretimden elde edilen bozadan yoğurdun mayalanma tekniğine benzer bir şekilde %2-3 oranında boza ilave edilir. Fermantasyon uygun kaplarda 16-25 °C de 24 saatte gerçekleşir (Birer, 1987). Fermantasyon aşaması üretim zamanına ve sıcaklığa bağlı olarak farklılık gösterir.

Bozada başlıca iki fermantasyon gerçekleşir. Birincisi laktik asit bakterilerinin oluşturduğu laktik asit fermantasyonu, ikincisi ise maya hücrelerinin oluşturduğu etil alkol fermantasyonudur. Alkol fermantasyonu ile oluşan CO₂ ile bozada gözle görülebilir hacimsel artış, laktik asit fermantasyonu ile de bozada asidik yapı oluşur (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007). Fermantasyon süresi arttıkça oluşan alkol oranında da artış gözlemlenir. Fermantasyon işlemi tamamlandıktan sonra boza soğumaya alınır ve 4 °C’de depolanır.

2.2. Bozanın Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Boza üretiminde kullanılan tahılların oldukça çeşitlilik göstermesi, bazen tek bir tahıl kırması veya unu yerine birden fazla tahılın karıştırılarak kullanılması, boza üretiminde standart bir yöntemin uygulanmaması, fermantasyon aşamasında standart bir kültür ilavesi olmaması, farklı sıcaklık ve süreler uygulanması gibi sebeplerden dolayı boza örneklerinin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik içerikleri farklılık gösterebilmektedir. Ancak Türk Standartları'na (TS9778) göre bozanın kimyasal bileşimi genel olarak, toplam kuru madde içeriği en az %20, toplam şeker içeriği (sakkaroz) en az %10, laktik asit cinsinden asitlik değeri tatlı bozada %0.2-0.5, ekşi bozada ise %0.5-1.0, toplam kül oranı ise %0.2 olarak bildirilmiştir.

Literatürde farklı hammadde ve üretim teknikleriyle elde edilen bozaların kimyasal bileşimleri ile ilgili yapılan oldukça farklı çalışmalar mevcuttur.

Hancıoğlu ve Karapınar (1997) tarafından yapılan bir çalışmada pirinç, mısır ve buğday unu karışımının 24 saat boyunca fermente edilmesi ile elde edilen boza örneklerinin fermantasyon sonunda toplam asitliği %0.02'den %0.27'e, alkol içeriğinin %0.02'den %0.79'a yükseldiği; pH değerinin ise 6.13'den 3.48'e düştüğü bildirilmiştir.

İzmir'de farklı hammaddeler kullanılarak üretilen ticari bozaların kimyasal bileşimi üzerine yapılan bir araştırmada, 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 ve Köse, 2002).

Farklı hammaddeler kullanılarak yapılan bir başka bir çalışmada en yüksek toplam asitlik değerinin (%0.61±0.07) buğday bozasında, en düşük toplam asitlik değerinin ise (%0.32±0.04) darı bozasında gerçekleştiği belirlenmiştir. Ayrıca boza örneklerinin pH değeri 3.43-3.86 aralığında bulunurken, buğday bozasının alkol içeriği %0.46 ±0.04 bulunmuştur (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. (2017), 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 örneklere 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 duyuşsal 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).

Literatürde bozanın antioksidan aktivitesi ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça kısıtlı olup, geleneksel yöntemlerle üretilen bozanın hem farklı hammadde hem de farklı fermantsayon koşulları altında değişen biyoaktif bileşenlerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bozanın vitamin içeriklerinin de esas olarak hammaddeden ileri geldiği ancak bazı LAB 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; Halász ve Lásztity, 1991).

Bozada yaygın olan grupların büyük çoğunluğu (%96.3) çoklu LAB türleridir (%25.6 *Leuonostoc*, *L. paramesenteroides*, %21.9 *L. sanfrancisco* ve %18.6 *L. mesenteroides*) (Hancioğlu ve Karapınar, 1997; Petrova ve Petrov, 2017; Irkin, 2019). Öte yandan, Bulgaristan bozasında *L. plantarum* (%24), *L. acidophilus* (23) ve *L. fermentum* (%19) dominant iken, Türkiye boza örneklerinden izole edilen başlıca tür *L. plantarum* olmuştur (Gotcheva ve ark., 2001; Kıvanç ve ark., 2011; Lokumcu Altay ve ark., 2013).

Bozada LAB düzeylerinin, maya sayıları üzerinde baskın bir mikrofloraya işaret ettiği bildirilmiştir (Arıcı ve ark., 2014). Bakteri ve maya popülasyonlarındaki farklılıkların tüm işlem adımları için değişebileceği bildirilmiştir (Botes ve ark., 2007).

Bozada en uygun başlangıç kültürü kombinasyonunu belirlemeye yönelik birkaç çalışma yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda *S. cerevisia* + *L. mesenteroides subsp. mesenteroides* + *L. confuses* ve *L. acidophilus* + *L. casei Shirota* kullanılarak fermantasyonu gerçekleştirilen bozanın kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir (Tornuk ve ark., 2014; Botes ve ark., 2007).

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

Bozada etil alkol ve karbondioksit üreten maya esas olarak karbonhidratları glikoza dönüştürürken, LAB proteolitik aktivite sergiler (Gotcheva ve ark., 2001). Maya ve LAB fermantasyonu ayrıca ortamın yağ, mineral ve vitamin içeriğini gibi biyokimyasal özellikleri de etkiler (Gotcheva ve ark., 2001).

Türkiye’de üretilen bozaların mikroflorasının belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada sekiz tür laktik asit bakterisi ve iki tür maya tanımlanmıştır (Hancioğlu ve

Karapınar, 1997). Tanımlanan laktik asit bakterileri; *Ln. paramesenteroides* (%25.6), *L. sanfrancisco* (%21.9), *Ln. mesenteroides subsp. mesenteroides* (%18.6), *L. coryniformis* (%9.1), *L. confusus* (%7.8), *Ln. mesenteroides subsp. dextranicum* (%7.3), *L. fermentum* (%6.5), *Ln. oenos* (%3.7) olup, tanımlanan mayalar ise *Saccharomyces uvarum* (%83) ve *Saccharomyces cerevisiae* (%17) olmuştur. Bozanın mikrobiyolojisi üzerine yapılan araştırmalarda yaklaşık toplam LAB sayısının 7.6×10^7 kob/mL ve maya sayısının ise 3.2×10^7 kob/mL olduğu ve oransal olarak bu değerin 2.4 olduğu tespit edilmiştir (Gotcheva ve ark., 2000).

Topal ve Yazıcıoğlu (1986), tarafından yapılan bir çalışmada boza örneklerinde bakterilerden *Pediococcus cerevisiae*, *Ln. paramesenteroides*, *L. plantarum* türleri mayalardan ise, *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces uvarum*, *Candida scottii*, *Trichosporon capitatum* türlerinin yer aldığını tespit etmiştir.

Uyulaşer ve arkadaşları (1998), yaptığı bir çalışmada Bursa' da üretilen 17 farklı boza örneği kullanılarak izole edilen mayaların; *Saccharomyces kluyveri*, *Candida boidinii*, *Candida lactiscondes*, *Candida lambica*, *Candida norvegica*, *Candida versatilis*, *Trichosporon cutaneum*, *Torulospora de/brueckii* ve *Rhodotoru/a araucariae*'in olduğu rapor edilmiştir.

Bulgaristan'da üretilen 3 farklı boza örneği üzerinde yapılan başka bir çalışmada, bozanın mikroflorasının ağırlıklı olarak maya ve laktik asit bakterilerinden oluştuğu, her iki mikroorganizma grubunun miktarlarının da örneğe göre değiştiği, laktik asit bakterileri ve maya hücrelerinin birbirine oranının çok yakın olduğu rapor edilmiştir (Velitchkave ark., 2000).

Botes ve ark. (2007) yaptığı bir çalışmada Bulgaristan'da üretilen bozaların mikroflorasında dominant olarak *L. plantarum* (%24.0), *L. acidophilus* (%23.0) ve *L. fermentum* 'un; daha az oranlarda da *L. coprophilus* (%11.0), *L. brevis* (%15.0), *Ln. raffinolactis* (%9.0) ile *Ln. mesenteroides*'in de yer aldığı belirtilmektedir. Bulgar bozalarının maya florasını ise %47.0'sini *Saccharomyces cerevisiae*'nın oluşturulduğu tespit edilmiştir (Gotcheva ve ark., 2000).

Boza üretimi sırasında; havadan, üretimde kullanılan malzemelerden ve hammaddelerden kaynaklı bulaşma olabilir bu nedenle mikroorganizmaların zararlı etkileri de gözlemlenebilir (Aytekin, 2001).

Arslan (2011) tarafından yapılan bir araştırmada, *Saccharomyces boulardii*, *L. acidophilus* LH-5 ve *B. bifidum* BF-2 starter kültür olarak kullanıldığı 5 farklı boza rneği kullanılması ile hazırlanan dört faklı probiyotik özellikteki bozadan ve ticari bozanın kültür olarak kullanılması ile hazırlanan kontrol boza örneğinin fermantasyon ve depolama süreçlerinde farklı yöntem ve srelerin bozanın *S. boulardii*, toplam LAB ve *Bifidobacterium bifidum* sayıları üzerine istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Tortum (2018) tarafından Trakya Bölgesi'nde endüstriyel olarak boza üretimi yapan 5 farklı firmaya ait boza örneklerinden laktik asit bakterileri izole edilmiş ve PZR (polimeraz zincir reaksiyonu) yöntemiyle moleküler tanımlamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmada beklenenin aksine LAB ve mayaların yanı sıra asetik asit bakterileri ile saprofit mayalar da tanımlanmıştır. Sonuç olarak fermantasyonun aşırı ilerlemiş olması ve örneklerin son tüketim tarihlerinin geçmiş olması kararına varılmıştır.

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

Duran Balkan (2011) tarafından yapılan bir başka çalışmada %3, %6 ve %9 oranında keçiboynuzu unu ilavesi ile üretilen bozaların fizikokimyasal özellikleri bildirilmiştir. Keçiboynuzu unu oranının artmasının fermantasyonu hızlandırdığı, asitlik ve alkol miktarında da artışa neden olduğu belirlenmiştir. %9 oranında keçiboynuzu unu ilavesiyle üretilen boza örneklerinin 3 gün sonunda % 0.822 asitlik ve %2.995 oranında alkol oluşumu duysal açıdan en düşük kabul edilebilirliği almasına neden olmuştur.

akır (2011) tarafından tarçın, adaçayı, limon ve karanfil ilave edilerek üretilen bozalarda fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duysal 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.

Ilgaz (2014), yüksek hidrostatik basınç (YHP) uygulamasının geleneksel olarak üretilmiş bozanın raf ömrü ve kalite parametreleri üzerindeki etkisini araştırmış ve YHP uygulanmış bozanın, 350 mPa'da 5°C'de 5 dk. YHP işlemi ile 19 güne kadar ölçülen kalite parametrelerini kaybetmeden oda sıcaklığında stabil kaldığını tespit etmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 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 3.1' de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1 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

3.2 Yöntem

3.2.1. Kurumadde miktarı

Boza numunelerinin kurumadde miktarı AACC Yöntem 44-15.02' e (AACC, 1999) göre belirlenmiştir.

3.2.2. pH

Boza örneklerinin pH değeri dijital tip pH metre cihazı kullanılarak (Anonim, 1992a) belirlenmiştir.

3.2.3. Titre edilebilir asitlik

Boza örneklerinden 100 ml'lik erlene 10 g tartılıp üzerlerine saf su ilave edilmiştir. Birkaç damla fenolftalein ilave edilerek, 0,1N NaOH ile 30 sn boyunca titre edilmiştir. Kaybolmayan pembe renk oluşunca titrasyona son verilmiştir. Sonuç formüle göre hesaplanmıştır (Anonim, 1983).

$$\% \text{ Laktik Asitlik: } (V \times N \times 0,09 \times 100) / G \quad (1)$$

V: Titrasyonda kullanılan NaOH miktarı (mL)

N: Titrasyonda kullanılan NaOH normalitesi

G: Alınan örnek miktarı (g)

3.2.4. Protein tayini

Boza örneklerinin protein miktar tayini için gerekli olan toplam azot içerikleri Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Belirlenen değerler 5.7 faktörü ile çarpılarak % protein olarak ifade edilmiştir (Yöntem 46-12.01, AACC, 1999).

3.2.5. Kül

Boza örneklerinde kül miktarı tayini AACC Standart Metot No: 08'e göre yapılmıştır (AACC, 1999).

3.2.6. Mineral madde içeriği

Mineral maddelerin analizinde, TS 3606'da belirtilen kuru yakma yöntemi kullanılmıştır (Anonim, 1995). Bunun için porselen krozeye tartılan boza örnekleri öncelikle etüvde kurutulmuş, daha sonra kademeli olarak artan kül fırınında 500-550 °C'ye kadar yakılmıştır. Elde edilen küller nitrik asit çözeltisi ile çözündürülerek 1 N nitrik asit çözeltisi ile 100 ml'lik plastik filtrele kantitatif olarak aktarılmıştır. Bu çözelti stok çözelti olarak kullanılmış ve uygun seyreltmeler yapılarak analiz örnekleri hazırlanmıştır. Ayrıca hesaplamalarda kullanılmak üzere, şahit örnek de hazırlanmıştır.

Örneklerin Na, Ca, Mg, K, P, Zn, Fe ve Mn konsantrasyonları Van YYÜ Bilim Araştırma ve Uygulama Merkez'indeki ICP-OES cihazı kullanılarak tespit edilmiştir.

3.2.7. Renk tayini

Boza numunelerinin Hunter L* , a* ve b* değerleri Konica Minolta Chroma Meter CR-400 (Osaka, Japan) renk ölçüm cihazı ile belirlenmiştir. L* değeri 100 açıklık /0 koyuluk, a* değeri + kırmızılık/-yeşillik ve b* değeri +sarıklık /-mavilik göstermektedir. (Anonim, 1992b; Elgün 2002).

3.2.8. Viskozite

Endüstriyel olarak üretilmiş ticari boza örneklerinin viskozite değerleri Brookfield Dv-III Ultra Programmable Rheometer ile ölçülmüştür. 4 °C sabit sıcaklıkta ve 20 rpm'de, Small Sample Adopter ve SC4-29 nolu başlık kullanılarak ölçüm yapılmıştır.

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

2.5 g boza örnekleri 10 mL metanol ile 250 rpmde 2 saat boyunca karıştırılmıştır. Bu karışım 20 dk. boyunca 8000 rpm'de santrifüjlendikten sonra, kalan pellet üzerine tekrar 10 mL metanol ilave edilerek aynı işlem basamakları son hacim 25 mL'ye tamamlanincaya kadar devam edilmiştir. Süzülen süpernatant azot gazı altında kapatılmış ve analiz edilinceye dek -25 °C'de depolanmıştır.

3.2.10. Toplam fenolik madde tayini

Elde edilen boza ekstraktlarında toplam fenolik madde derişimi Folin & Ciocalteu's yöntemine göre yapılmıştır. Deney tüplerine ilk olarak 150 µL örnek ekstrakt konulup ve üzerine 3 mL Na₂CO₃ (%2) ilave edilmiştir. 2 dk. sonra tüplere, ultra saf su ve 1:1 oranında seyreltilmiş Folin-Ciocalteu's belirtecinden 150 µL eklenmiştir. Elde edilen karışım vorteks yardımıyla karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında ve karanlık bir

ortamda 45 dk. bekletilmiştir. Süre sonunda spektrofotometrede 765 nm’de (UV Mini-1240, Shimadzu, Japan) okuma yapılmıştır. Elde edilen sonuç gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir (Bae ve Suh, 2007).

3.2.11. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi

3.2.11.1. DPPH radikali temizleme özelliği

DPPH radikal süpürme gücü Brand-Williams ve ark. (1995)’nın uyguladığı yöntemle göre yapılmıştır. Bu yöntemle göre DPPH çözeltisi (25 mg DPPH/L metanol) günlük olarak metanolde hazırlanmış ve çözeltinin absorbansı 520 nm’de 0.700 ± 0.020 olacak şekilde seyreltilmiştir. Elde edilen boza ekstraktlarından 100 µL tüplere konulmuş ve üzerlerine 2.4 mL DPPH çözeltisi eklenerek, 30 dk. boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Örneklerin absorbansı 520 nm’de metanole karşı okunarak (UV Mini-1240, Shimadzu, Japan) DPPH radikalinin % inhibisyon oranı aşağıdaki Eş. 3.4’e göre hesaplanmıştır (Dudonne ve ark., 2009).

$$\% \text{İnhibisyon} = (\text{Abs kontrol} - \text{Abs örnek}) / \text{Abs kontrol} \times 100 \quad (2)$$

3.2.11.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesinin (TEAK) belirlenmesi

TEAK analizi Kırca ve Özkan (2007)’in uyguladığı yöntemle göre yapılmıştır. Bu yöntemde öncelikle 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM ABTS⁺ radikal çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözelti karanlıkta ve oda sıcaklığında 12-16 saat bekletilerek stok ABTS⁺ radikal çözeltisinin oluşması sağlanmıştır. Bu radikal çözelti kullanılmadan önce %80’lik etanolle seyreltilerek, 734 nm’de 0.700 ± 0.2 absorbansına getirilmiştir. Deney tüpüne seyreltilen radikal çözeltisinden 2970 µL alınmış ve üzerine boza ekstraktından 30 µL eklenmiştir. Bu karışım vorteks yardımıyla hızlıca karıştırılmış 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.

3.2.12. Mikrobiyolojik analizler

3.2.12.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısının belirlenmesi

Her bir boza örneğinden aseptik koşullarda 1 g örnek alınıp 9 mL fizyolojik tuzlu su (%0.85 NaCl) ile homojenize edilip, uygun dilisyonlar ile PCA (Plate Count Agar) agara yayma yöntemi kullanılarak ekim yapılmıştır. Daha sonra ekim yapılan petri kapları 37°C de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda oluşan kolonilerin sayımı yapılmıştır. Sayım sonuçları ilgili dilüsyon faktörü dikkate alınarak sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir (Harrigan, 1998).

3.2.12.2. Maya-küf sayısının belirlenmesi

Her bir boza örneğinden aseptik koşullarda 1 g örnek alınıp 9 mL fizyolojik tuzlu su (%0.85 NaCl) ile homojenize edilip uygun dilisyonlar hazırlanmıştır. pH değeri %10'luk tartaric asit ile 3.5' e ayarlanmış PDA (Potato Dextrose Agar) agara yayma plak yöntemi uygulandıktan sonra ekim yapılan petri kutuları 25 ± 1 °C de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır (Speck, 1984). İnkübasyon sonunda seyreltme katsayısı dikkate alınarak sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir.

3.2.12.3. Laktik asit bakteri sayısının (LAB) belirlenmesi

Her bir boza örneğinden aseptik koşullarda 1 g örnek alınıp 9 mL fizyolojik tuzlu su (%0.85 NaCl) ile homojenize edilip uygun dilisyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan uygun dilüsyonlardan Man Ragosa Sharpe (MRS) agara yüzeye yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kapları 37°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucu besiyerinde oluşan kolonilerin sayımı yapılarak sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir (Harrigan, 1998).

3.2.13. İstatistiksel analizler

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



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Kurumadde, pH, Asitlik, Protein ve Kül Analizlerine Ait Değerler

Çizelge 4.1’de farklı hammaddelerden endüstriyel olarak üretilmiş ticari boza örneklerinin kuru madde, pH, asitlik, protein ve kül değerleri Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre verilmiştir. Mevcut sonuçlar göz önüne alındığında, örneklerin kimyasal bileşiminde görülen farklılıkların kullanılan hammaddenin türüne bağlı olmakla birlikte, tahıl karışımından üretilen boza örneklerinde kullanılan tahıl çeşidinin karışıma % kaç oranında katıldığına da bağlı olduğu düşünülmektedir.

Endüstriyel olarak üretilmiş boza örnekleri içerisinde en düşük kuru madde oranının %4.87 değeri ile VIII. örneğe, en yüksek değerlerin ise sırasıyla, %23.07 ve 23.04 ile III. ve V. örneklere ait olduğu görülmektedir. Türk Boza Standardı (TS 9778)’na göre bozada toplam kuru madde oranının en az %20 olması gerekmekte olup, incelenen boza örneklerinde 5 adet bozanın (I, II, VI, VII, VIII) bu değerden daha düşük değere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların kurumadde (%), pH, asitlik (%), protein (%) ve kül (%) değerleri

	Kuru Madde	pH	Asitlik	Protein	Kül
I	17.27±0.38B	3.57±0.02B	0.30±0.01D	1.21±0.01EF	0.14±0.02CD
II	19.21±0.3C	3.51±0.03B	0.30±0.01D	0.86±0B	0.07±0.02A
III	23.07±0.11E	3.95±0.02D	0.26±0.03C	1.22±0.04F	0.15±0.02D
IV	20.09±0.13D	3.26±0.02A	0.35±0.02E	1.14±0.01D	0.06±0.01A
V	23.04±0.06E	4.11±0.02E	0.22±0.02B	0.56±0.02A	0.10±0.02B
VI	19.44±0.63CD	3.63±0.09C	0.27±0.03C	0.98±0.01C	0.15±0.01D
VII	19.99±0.01D	3.30±0.01A	0.33±0.01E	1.17±0.01DE	0.12±0.01BC
VIII	4.87±0.18A	4.94±0.01F	0.14±0.02A	2.13±0.03G	0.14±0.02CD

^{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

Literatürde boza ile ilgili yapılan çalışmalarda (Yücel ve Köse, 2002; Tamer, 2004; Duran Balkan, 2011; Sağlam ve ark., 2018; Tortum, 2018; Ertaş ve ark., 2019) belirtilen kuru madde oranı (%15.99- %29.39) bu çalışmadaki değerlerle (%17.27-

23.07) uyum içinde olup, VIII. örneğin çimlendirilmiş tahıllardan elde edilmesi nedeni ile literatürle uyumlu olmadığı görülmektedir. Çalışmalarda laboratuvar ortamında aynı koşullar altında üretilen veya ticari olarak temin edilen bozaların toplam kurumadde değerleri arasındaki farklılıkların, boza üretiminde farklı tahıl çeşitlerinin kullanılmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Örneğin, Berktaş (2011) tarafından yapılan bir çalışmada; darı bozasının kurumadde oranı %28.16 olarak belirtilirken, bulgur bozasının %25.44, bulgur ve beyaz pirinç bozasının %25.87, bulgur ve kepekli pirinç bozasının %25.28, bulgur ve mısır unu bozasının %24.48 ve ticari bozanın ise %27.20 olduğu belirlenmiştir. Yine benzer bir çalışmada Trakya bölgesinde üretilen 27 adet boza örneğinin kuru madde oranları değerleri %5.57 ve %29.82 arasında bulunmuştur (Meriç, 2010).

Çizelge 4.1 incelendiğinde boza örneklerinin pH değerleri 3.26-4.94 aralığında değişmekte olup, I. ve II. boza örnekleri ile IV. ve VII. örnekler istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken ($p>0.05$), diğer örnekler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu sonuçlara göre, içeriğinde buğday ve mısırı aynı anda ihtiva eden tahıl karışımlarıyla üretilen bozaların en düşük pH değerine sahip olduğunu söylemek mümkündür. Bu durumun muhtemel nedeni, buğday ve mısırın fermente edilebilir karbonhidrat içeriğinin diğer tahıllara göre daha yüksek olmasıdır. Yapılan benzer bir çalışmada darıdan üretilen bozanın pH değeri en yüksek bulunurken, buğday bozası en düşük değere sahip olmuştur (Akpınar-Bayizit ve ark., 2010).

Bozaların pH değerleri arasında görülen farklılıklar fermantasyonda aktivite gösteren mikroorganizmalar ile fermantasyon bitiminde bozanın bekletilme süreleri arasındaki farklardan da kaynaklandığı düşünülmektedir (Yücel ve Köse, 2002).

% asitlik değerleri incelendiğinde, değerlerin %0.14-0.35 aralığında değiştiği görülmektedir. Boza Standardı'na göre (TSE 9778) toplam asitlik değeri %0.2-0.5 aralığında değişen boza örnekleri tatlı boza olarak nitelendirilirken, %0.5-1.0 aralığındaki değere sahip örnekler ekşi boza sınıfına girmektedir. Buna göre, çalışmada analiz edilen tüm endüstriyel bozalar tatlı boza sınıfına dahildir.

% asitlik değerlerinin pH değerleriyle uyum içinde olduğu görülmektedir. En yüksek asitlik değeri IV. ve VII. örneklerde görülürken, en düşük asitlik pH değeri en yüksek bulunan VIII. bozaya ait olmuştur. Bu durumun muhtemel nedeni çimlendirme işlemi ile birlikte hububat ve baklagillerin karbonhidrat oranlarında azalmanın meydana

gelmesidir. Çimlenme işlemi sırasında artan enzim faaliyetleri nişasta miktarında azalmaya yol açmaktadır (Ghavidel ve Prakash, 2007). Bu nedenle boza üretiminde hammadde olarak çimlendirilmiş tahıl kullanılması; bozanın fermantasyonu sırasında fermente edilebilir karbonhidrat içeriğinin azalmasına ve dolayısıyla asitliğin de azalmasına neden olmuştur.

Boza üretiminde kullanılan hammadde kadar üretim aşamasında gerçekleşen fermantasyon işleminin süresi ve sıcaklığı da pH ve asitlik üzerine oldukça etkilidir. Örneğin fermantasyon başlangıcında pH değeri 6.13 olan ham bozanın 4 saat fermantasyon süresi sonunda pH'sı 5.85 e düşerken, 24 saat sonunda bu değer 3.48'e kadar düştüğü bildirilmiştir (Hancıoğlu ve Karapınar, 1997). Yine benzer bir çalışmada, fermente edilmemiş ham bozanın pH değerinin fermantasyon sonunda 6.7' den 4.0'a kadar düştüğü bildirilmiştir (Yücel ve Köse, 2002). Bu çalışmada ticari olarak farklı üreticilerden elde edilen bozaların da fermantasyon koşullarının birbirlerinden farklı olabileceği göz önünde bulundurulduğunda pH ve asitlik değerlerindeki farklılık beklenen bir sonuçtur.

Çizelge 4.1'de boza örneklerinin % protein değerleri %0.56-2.13 arasında değişmekte olup, hammadde farklılığının protein değerleri üzerine etkisi $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. En düşük değer %0.56 ile V. bozaya ait iken, en yüksek değer %2.13 ile VIII. bozaya ait olmuştur. Literatürde farklı hammaddelerden üretilmiş bozaların protein miktarları ile ilgili verilen değerler %1.22-2.00 (Evliya, 1990), %0.477-1.012 (Üstün ve Evren, 1998), %0.27-0.56 (Uylaşer ve ark., 1998), %3.5 (Aksu ve Sertekan, 2012) arasında değişmekte olup, değerler bu çalışmayla uyumludur.

Tahılların çeşidine ve yetiştirme koşullarına göre protein içeriklerinin de birbirlerinden farklı olduğu bilinmektedir. Petrova ve Petrov (2017) tarafından yapılan bir araştırmada buğdayın ortalama protein içeriği %12.6 olarak ifade edilirken, darının %12.2, mısırın ise %3.3 olarak bildirilmiştir. Buğday ve darının protein içeriklerinin oldukça yakın ve mısırdan yüksek olması göz önünde bulundurulduğunda, I. ve III. boza örneklerinin protein değerlerinin (%1.21-1.22) yakın ve II. örnekten (%0.86) oldukça yüksek olması beklenen bir sonuçtur.

Türk standartlarına (TSE 9778) göre bozanın kül miktarı en çok %0.2 olması gerekmektedir. Çizelge 4.1' de % kül miktarı için verilen değerler %0.06-0.15 aralığında değişmekte olup, tüm örneklerin standarta uygun olduğunu söylemek

mümkündür. Endüstriyel olarak üretilmiş boza örnekleri içerisinde en yüksek % kül değerleri I., III., VI. ve VIII. örneklere ait iken, en düşük değerler II. ve IV. örneklere ait olmuştur. Literatürde farklı tahıl ürünlerinden, tahıl kırmalarından veya unlarından üretilen bozaların % kül değerleri %0.12-0.18 (Evliya, 1990); %0.05-0.15 (Üstün ve Evren, 1998); %0.07 (Yücel ve Köse, 2002) ve %0.07-0.08 (Sağlam ve ark., 2018) olarak tespit edilmiş olup, sonuçlar bu çalışmayla uyum içindedir.

4.2. 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 TEAK yöntemi ile yapılan antioksidan aktivite tayinine ait değerler Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların TFM (mg/kg), DPPH (%) ve TEAK (µmole trolox / g) değerleri

	TFM (mg/kg)	DPPH (%inhibisyon)	TEAK (µmole trolox / 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

Çizelge 4.2'de boza üretiminde kullanılan hammadde farklılığının, bozanın TFM ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisinin $p<0.05$ düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Özellikle en yüksek TFM değeri (506.25 mg/kg) ve antioksidan kapasite değerleri (%27.78-2763.83 µmole trolox / 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 TEAK değerleri arasında görülen farklılıklar bu yöntemlerin farklı mekanizmalara dayanmasından kaynaklanmakta olup, DPPH stabil

radikal türlerin antioksidan tarafından yok edilmesini ölçerken, TEAK antioksidanların reaksiyon ortamında oluşan radikalleri yok etme gücünü belirlemektedir (Açıkgözoğlu, 2008). Örneğin sadece buğday kırmaları ile üretilen I. örnek %25 inhibisyon değeri ile oldukça yüksek DPPH değerine sahip iken, 1208.03 μ mole trolox / g değeri ile en düşük TEAK değerine sahip olmuştur.

Tüm örnekler içerisinde en yüksek TFM ve antioksidan aktivite değerinin VIII. bozaya ait olduğu görülmektedir. Bu bozanın diğer boza örneklerinden farklı olarak, kullanılan tahıl kırmalarının boza üretiminden önce çimlendirme prosesine tabii tutulması göz önünde bulundurulduğunda, çimlendirme işlemi ile birlikte tahıl kırmadaki 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 proteolitik, amilolitik ve hücre duvarı indirgeyici enzimler üretilmektedir (Domínguez-Arispuro ve ark., 2017). Nitekim literatürde bildirilen çalışmalarda da tahılların çimlenme süresi arttıkça toplam fenolik madde miktarının arttığı bildirilmektedir (Kılınçer ve Demir, 2019). Örneğin, arpanın çimlendirilmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada, artan çimlenme süresi ile birlikte antioksidan aktivitenin de arttığı ve bu artışın çimlenme işlemi sırasında fenolik bileşiklerin hücre duvarı bileşenlerinden salınmasına bağlı olduğunu ifade etmişlerdir (Rico ve ark., 2020). Oda sıcaklığında 96 saat boyunca çimlendirme işlemine tabi 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 μ mol TE/100 g ile bulgur+mısır unu karışımından elde edilen bozada bulunurken, en düşük antioksidan aktivite 900 μ mol 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 çözünen 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 aktivitelerinin de farklılığa sebep olabilmektedir. Ayrıca literatürde yapılan araştırmalarda ısı işleminin 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 şekilde bulunan vanilik, siringik, kumarik, ferulik ve kafeik asit miktarı üzerine pişirme işleminin etkisi incelenmiş ve bu tahılların fenolik içeriğinde, ısı işlem uygulaması sonucunda önemli değişiklikler olduğu belirlenmiştir. Buğday tanelerinde belirli fenolik bileşenlerin azaldığı görülürken arpa tanelerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Tam buğday unlarından yapılan ekmeklerin fenolik madde konsantrasyonunun incelendiği bir araştırmada ise ekmeklerin yapıldığı una kıyasla

daha yüksek konsantrasyona sahip olduğunu belirlenmiştir (Gelinis ve McKinnon, 2006).

Mısır, buğday, yulaf ve pirinçin 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.

Liteartürde 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 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., 2015). 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.

4.3. Renk Analizine Ait Değerler

Farklı hammaddeler kullanılarak üretilen ticari bozaların L* (açıklık), a* (kırmızılık), b* (sarılık), C* (kroma), SI (sarılık indeksi) ve BI (beyazlık indeksi) değerleri Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre Çizelge 4.3.'te gösterilmektedir.

Bozaların renk değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuş olup ($p < 0.05$), L* değerleri 51.23-62.14, a* değerleri (-6.40)-(-1.31), b* değerleri ise 7.58-12.20 değerleri arasında değişmektedir. Renk doygunluğu olarak ifade edilen ve yükseldikçe rengin daha parlak, küçüldükçe rengin daha mat olduğunu gösteren kroma değeri (C*) (Binici ve Bozakalfa, 2020) örnekler arasında I=II>V=VIII>VI>III>IV şeklinde sıralanmış olup, istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir ($p < 0.05$). SI ve BI indeks değerleri bakımından da örnekler arasındaki fark önemli bulunmuş ($p < 0.05$), en yüksek SI değeri II. bozaya ait iken, en düşük BI değeri II. ve VIII. bozaya ait olmuştur.

Yukarıda ifade edilen tüm renk değerleriyle, boza örneklerinin % kuru madde değerleri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan korelasyon analiz sonuçları Çizelge 4.4' te gösterilmektedir. Bu çizelgeye göre, örneklerin % kurumadde değerleri ile L* renk değeri arasında pozitif yönlü, orta düzeyde yüksek doğrusal bir korelasyonun olduğu ($r = 0.788$) ve bu korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. ($p = 0,020 < 0,05$). Bu durumda boza örneklerinin % kuru madde oranındaki azalmayla beraber, L* (parlaklık) değerlerinin de azaldığını söylemek mümkündür. Nitekim diğer örneklere göre en düşük L* değerine sahip olan VIII. boza örneğinin en düşük kuru madde oranına da (%4.87) sahip olduğunu (Bkz. Çizelge 4.4) ve yine en yüksek L* değerine sahip III. bozanın % kuru madde oranının en yüksek değere

(%23.07) sahip olduğunu (Bkz. Çizelge 4.4) söylemek mümkündür. Buna göre, ticari boza örneklerinin % kuru madde oranlarındaki artışla beraber renklerdeki parlaklığında arttığı sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 4.3.Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların renk değerleri

	L*	a*	b*	C* (kroma)	SI (sarılık indeksi)	BI (beyazlık indeksi)
I	56.83±0.69B	-6.64±0.35A	9.32±0.17C	11.44±0.06E	23.42±0.14C	55.34±0.68B
II	53.04±1.57A	-5.95±0.07B	8.47±0.28BC	10.35±0.23E	22.81±1.74D	51.91±1.58A
III	62.14±1.41C	-2.07±0.14C	12.20±0.39E	12.37±0.41B	28.04±0.45AB	60.16±1.27BC
IV	57.14±1.02B	-1.93±0.09C	7.67±0.24B	7.90±0.21A	19.18±0.95A	56.42±1.05B
V	58.18±0.45B	-1.31±0.01D	9.95±0.02D	10.03±0.02D	24.44±0.14C	56.99±0.44B
VI	56.73±0.83B	-1.35±0.05D	9.34±0.15C	9.44±0.16C	23.53±0.72C	55.71±1.2B
VII	58.25±0.35B	-1.32±0.04D	7.58±0.01B	7.69±0.01A	18.58±0.08A	57.55±0.34B
VIII	51.23±0.12A	-6.40±0.06A	6.08±0.29A	8.82±0.19D	16.95±0.81B	50.43±0.17A

^{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

Örneklerin % kurumadde ile a^* değeri arasında negatif yönlü, orta düzeyde yüksek doğrusal bir korelasyonun olduğu ($r=-0.658$) ve bu korelasyonun istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır ($p=0,076>0,05$). En düşük a^* değerleri I. (-6.64) ve VIII. (-6.40) örneklere ait iken, en yüksek değerler V. (-1.31),VI. (-1.35) ve VII. (-1.32) örneklere ait olmuştur.

Örneklerin % kurumadde ile b^* değeri arasında pozitif yönlü, orta düzeyde yüksek doğrusal bir korelasyonun olduğu ($r=0.722$) ve bu korelasyonun istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ($p=0.043<0.05$). Bu sonuca göre örneklerin % kurumadde değerleri arttıkça b^* değerleri de artmakta yani örneklerin rengi sarıya doğru artış göstermektedir. En düşük b^* değerine (6.08) sahip olan VIII. örneğin % kuru madde oranının da en düşük değere (%4.87) sahip olduğu bu sonucu doğrular niteliktedir.

Örneklerin C^* ve SI değerleri ile % kurumadde değerleri arasında bulunan korelasyonun istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır ($p=0.517>0.05$,

$p=0.071>0.05$), BI değerinin ise pozitif yönlü, orta düzeyde yüksek doğrusal bir korelasyona sahip olduğu ($r=0.788$) ve bu korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p=0.020>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların % kurumadde-renk değerleri korelasyon analizi

% Kurumadde		
	r	p
L* değeri	0.788	0.020*
a* değeri	-0.658	0.076
b* değeri	0.722	0.043*
C* değeri	0.271	0.517
SI değeri	0.667	0.071
BI değeri	0.790	0.020*

r: korelasyon katsayısı
 $p<0.05$ (önemli)

Literatürde bozanın renk değerleri ile ilgili verilen bilgiler değerlendirildiğinde; Meriç (2010) tarafından yapılan bir çalışmada 27 adet boza örneğinin L değeri 52.20-82.88 arasında, b değeri 14.45-35.76 arasında, a değeri (-7.93)-(-4.01), sarılık indeksi ise 30.87-71.83 değerleri arasında bulunmuştur. Berktaş (2011) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, hammadde farklılığının bozanın renk parametreleri üzerine etkisi irdelenmiş ve L* değerinin en yüksek değerinin bulgur ve mısır unu kullanılarak üretilen bozaya ait olduğu, b*, C*, h* ve BI değerlerinde ise en yüksek değer ticari olarak adlandırılan endüstriyel bozaya ait olduğu ifade edilmiştir.

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise fermantasyon ve depolama süresinin bozanın renk değerlerinin değişimi üzerine etkisi önemsiz bulunmuş ($p>0.05$) ve değerler sırasıyla (L, a, b) 56.72, -1.4 ve 10.94 olarak tespit edilmiştir (Arslan, 2011). Tortum (2018) yaptığı bir çalışmada 5 farklı firmaya ait boza örneklerinin L değerini 73.71-75.81, a değerini (-3.40)-(-1.27), b değerini ise 24.98-28.75 aralığında değiştiğini tespit etmiştir. Literatürden verilen bu değerler çalışmayla paralellik göstermektedir.

4.4. Viskoziteye Ait Değerler

Farklı tahıllardan ve tahıl karışımlarından endüstriyel olarak üretilmiş ticari bozaların viskozite değerleri (mPa.s) Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre Çizelge 4.5' te gösterilmektedir.

Çizelge 4.5. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların viskozite değerleri (mPa.s)

Örnek No	Viskozite
I	570.60±0.85BC
II	561.95±1.63B
III	644.76±1.42EF
IV	720.07±0.09F
V	696.25±1.06DE
VI	610.01±0.29BCD
VII	623.89±1.89CD
VIII	222.68±3.78A

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

Ticari olarak satışa sunulan ve endüstriyel boyutta üretimi mevcut olan sıvı ve yarı sıvı karakterdeki ürünlerin reolojik özelliklerinin bilinmesi, ürünün işlenmesi, proses dizaynı ve optimizasyonun gerçekleştirilmesi, kalite kontrolünün sağlanması açısından büyük önem arz ettiği gibi, tüketicinin beğenisini kazanmak açısından da son derece önemlidir (Kaya ve Tekin 2001; Karaman ve ark., 2008).

Bu çalışmada boza üretiminde farklı hammaddeler kullanılması, bozanın viskozitesi üzerinde anlamlı düzeyde farklılığa neden olduğu ($p<0.05$) Çizelge 4.5'te görülmektedir. VIII. bozanın diğer tüm örneklere göre oldukça düşük (222.68 mPa.s) viskoziteye sahip olması bu örneğin kuru madde içeriği ile ilişkilendirilmektedir. Nitekim Çizelge 4.1. tekrar incelendiğinde VIII. bozanın diğer tüm boza örneklerinden çok düşük % kuru madde değerine (%4.87) sahip olduğu görülmektedir. Tahıl kırmalarında veya unlarında bulunan kepek partiküllerinin ürünün viskozitesini önemli ölçüde arttırdığı bilinmektedir (Velitchka ve ark. 2001). VIII. boza örneğinde kepek ve kavuzlarından arındırılmış farklı tahılların çimlendirme prosesine maruz bırakıldıktan

sonra boza üretiminde kullanılması dolayısıyla ürünün kepek partiküllerinden arındırılmış olması viskoziteyi düşüren bir başka neden olabilir.

Tek tip tahıl kırması (buğday, mısır ve arpa) kullanılarak üretilen I., II. ve III. boza örnekleri içerisinde en yüksek viskozite değeri III. bozaya ait iken (644.76 mPa.s), tahıl karışımı kullanılarak üretilen boza örnekleri içerisinde (IV., V., VI. ve VII.) en yüksek viskozite değeri IV. bozaya (720.07 mPa.s) ait olmuştur. Mevcut bu farklılıkların, farklı tahılların değişen miktarlarda kullanılmasından veya firmaların üretim sezonlarının değişiklik göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü genellikle sezonun ilk üretimi gerçekleştirilirken starter kültür (maya) olarak bir önceki üretimden kalan boza mevcut olmadığı için fermente edilmiş ekmekek hamuru ya da yoğurt kullanılmaktadır. Ekmekek hamuru kullanılarak üretilen bozanın viskozitesinin daha düşük, yoğurt kullanılarak üretilen bozanın viskozitesinin ise yüksek ve bozanın oldukça kıvamlı olduğu bilinmektedir (Tamer ve Çopur 2004; Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

Bu çalışmada, birbirlerinden oldukça farklı bölgelerde üretim yapan firmalardan, plastik şişelerde temin edilen bozaların laboratuvara ulaşıncaya kadar geçen zaman içindeki depolanma süreleri de birbirlerinden farklıdır. Dolayısıyla depolanma süresi boyunca gerçekleşen asitlik artışının proteinleri denatüre etmesi, CO₂ oluşumunun şişe içindeki basıncı arttırması ve basınç altındaki küçük partiküllerin şişmesi ve aynı zamanda nişastanın jelatinize olması ile birlikte jel yapısında oluşan değişiklikler (Duran Balkan, 2011) viskozitedeki değişimlere sebep olabilir. Tüm bu varsayımlar göz önünde bulundurulduğunda bozaların viskozite değerlerinin birbirlerinden farklı olması beklenen bir sonuçtur.

Meriç (2010) tarafından Trakya Bölgesinde üretilen 27 adet boza örneğine ait viskozite değerleri 81.9-1640 mPa.s arasında bulunmuş, ortalama değer 470.97 mPa.s olarak bildirilmiştir. 27 farklı yerel satıcıdan temin edilen örneklerde farklı tahılların değişken oranlar da kullanılması viskozitedeki sapmaların sebebi olarak gösterilmiştir. Çalışmada verilen ortalama viskozite değerlerinin VIII. boza örneği hariç olmak üzere diğer örneklerle uyum içinde olduğu görülmektedir.

Sade ve baharatlı bozaların günlere göre viskozite değişiminin bildirildiği bir başka çalışmada ise sade bozanın 5 günlük depolama sonucu viskozite değerinin 1000 mPa.s' dan 600 mPa.s'a düştüğü, baharatlı örneklerde ise en düşük viskozitenin (460

mPa.s) limonlu bozaya ait olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada depolamayla birlikte viskozite değerlerinde ilk 4 gün azalma, 5. gün ise artış olduğu da rapor edilmiştir (Çakır, 2011).

Bozanın reolojik özellikleri üzerine yapılan bir başka araştırmada, farklı rotasyonel hızların ve sıcaklıkların bozanın görünür viskozitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Sabit rotasyonel hızda sıcaklık arttıkça viskozitenin azaldığı, sabit sıcaklıkta rotasyonel hız arttıkça viskozitesinin yine azaldığı bildirilmiştir. Bu durum bozanın gerilim incelmeye (shear thinning) özelliği ile açıklanmıştır. Sıcaklığın artması bozanın daha akışkan, kıvamın daha az olmasına sebep olmuştur (Çolakoğlu ve Çınar, 2005).

Duran Balkan (2011) tarafından keçiyoynuzu unu ilave edilerek zenginleştirilen boza örneklerinin viskozitesi üzerine yapılan bir çalışmada ise, sade boza örneğinin en düşük viskozite değerine sahip olduğu, örneklerdeki keçiyoynuzu ilavesi viskozite değerlerinin de artan % kuru maddeye paralel olarak artış gösterdiği ifade edilmiştir. Ayrıca depolamanın viskozite üzerine etkisinin de değerlendirildiği bu araştırmada depolama süresi arttıkça bütün boza örneklerinin viskozite değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir.

4.5. Mineral Madde İçeriğine Ait Değerler

Farklı tahıllardan ve tahıl karışımlarından endüstriyel olarak üretilmiş ticari bozaların mineral madde kompozisyonu (mg/kg) Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre Çizelge 4.6' da sunulmuştur.

Boza örnekleri arasında en yüksek mineral madde 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 (Ulah ve ark., 2010). Sadece mısırdan üretilen II. bozanın Na ve P değerleri de diğer boza örneklerine kıyasla yüksek olduğu Çizelge 4.6' da 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. (2015) 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 azalması, minerallerin biyoyararlılığının arttığı öngörülmektedir. Nitekim literatürde toplam 8 çeşit tahıl ve baklagillerin mineral içeriğini çimlendirme öncesi ve sonrasında karşılaştırmış ve tüm tanelerin ortalama mineral seviyelerinin %2.19'dan %2.26'ya yükseldiğini gözlemlenmiştir (Kılınçer ve Demir, 2019). Dolayısıyla 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.

Boza örneklerinde Fe, Mn ve Zn değerleri diğer mineral maddelere göre daha düşük oranda tespit edilmiştir. Tahıllarda demir ve çinko gibi minerallerin düşük oranda bulunduğu bilgisi (Barut ve Eker, 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 4.6. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların mineral madde değerleri (mg/kg)

	Ca	K	Mg	Na	P	Fe	Mn	Zn
I	150.42±0.6A	115.25±0.35A	150.25±0.35BC	202.50±3.54A	205.00±7.07A	4.75±0.35CD	0.50±0A	2.75±0.35A
II	188.50±2.12B	180.25±0.35CD	160.25±0.35CD	250.00±0AB	235.00±7.07AB	5.25±0.35D	0.63±0.04A	3.75±0.35AB
III	191.25±0.35CD	200.00±0E	165.00±0D	275.00±0AB	242.50±3.54AB	3.25±0.35AB	0.70±0.01A	4.25±0.35AB
IV	192.50±0.71D	112.60±0.36A	172.75±13.79D	305.50±7.78B	305.75±9.12BC	3.35±0.49AB	0.96±0.57A	3.83±0.44AB
V	189.00±1.41BC	195.00±7.07CDE	160.25±0.35CD	197.50±3.54A	215.25±8.42A	2.50±0.71A	0.71±0.08A	3.77±0.32AB
VI	191.50±0.71D	199.00±14.14DE	161.75±5.3CD	267.50±88.39AB	339.42±62.1C	2.66±0.04AB	0.62±0.04A	3.58±1.02AB
VII	214.30±0.42E	177.50±16.26C	110.91±3.66A	185.61±18.93A	203.80±62.56A	3.50±0.71AB	1.21±0.02A	3.37±1.15A
VIII	220.22±0.31F	144.25±0.35B	138.37±0.52B	258.00±62.23AB	314.12±9.46BC	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

4.6 Mikrobiyolojik Analizlere Ait Değerler

Farklı tahıllardan ve tahıl karışımlarından endüstriyel olarak üretilmiş ticari bozaların TMAB (toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı), maya-küf ve LAB sayısına ait değerler (log-kob/g) Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre Çizelge 4.7' de gösterilmektedir.

Çizelge 4.7. Farklı tahıl çeşitlerinden endüstriyel olarak üretilmiş bozaların mikrobiyolojik değerleri (log-kob/g)

	TMAB	Maya-Küf	LAB
I	8.28±0B	8.77±0.02EF	8.20±0.01C
II	8.22±0.02B	8.11±0.01B	8.48±0.04D
III	7.48±0.01A	7.44±0A	8.85±0.04F
IV	8.44±0.01D	8.53±0D	7.27±0.04A
V	8.93±0.07F	9.04±0.06G	8.72±0.04E
VI	8.37±0.02C	8.42±0.04C	8.37±0.01D
VII	8.56±0.01E	8.72±0.01E	7.54±0.01B
VIII	9.11±0.02G	8.82±0.02F	8.17±0.05C

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 üretiminde farklı hammadde kullanılmasının boza örneklerinin TMAB sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ($p<0.05$), en yüksek değer VIII. (9.11 log kob/g) örneğe ait iken, en düşük değer III. örnekte (7.48 log kob/g) tespit edilmiştir. I. ve II. örnekler aynı grupta yer alırken, tahıl karışımı kullanılarak üretilen bozalar içinde en yüksek TMAB sayısı V. örneğe ait olmuştur. Literatürde bozanın TMAB sayısı ile ilgili verilen değerler göz önüne alındığında; Trakya Bölgesinden temin edilen 27 farklı firmaya ait ticari boza örneğinde değerler 5.92-8.49 log kob/g aralığında tespit edilmiştir (Meriç, 2010). Ayrıca diğer araştırmacılar tarafından (Tuncer ve ark., 2008; Çakır, 2011; Tortum 2018; Sağlam ve ark., 2018) 6.41-8.35 log kob/g arasında bulunan TMAB sayıları bu çalışmayla uyumludur.

Çizelge 4.7' e göre boza örnekleri içinde en yüksek maya-küf sayısı V. örnekte görülürken (9.04 log kob/g), en düşük değer (7.44 log kob/g) III. örneğe ait olmuştur. Farklı hammadde kullanılmasının örneklerin maya-küf sayısı üzerine etkisi $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunurken, literatürde boza örnekleri için bu değer 5.11-8.79 log

kob/g (Meriç, 2010), 5.35-6.90 log kob/g (Hancioğlu ve Karapınar, 1999), 6.30-6.90 log kob/g (Çakır, 2011) aralığında bulunmuştur.

Boza örneklerinde LAB sayısı açısından en yüksek değer 8.85 log kob/g değeri ile III. bozaya, en düşük değer 7.27 log kob/g ile IV. bozaya ait olmuştur. Hancioğlu ve Karapınar (1999) tarafından 24 saatlik fermantasyon süresi sonunda bozadaki LAB sayısı 6.88 logkob/ ml'den 8.66 logkob/ml' ye yükselmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında ticari bozaların uzun süren fermantasyon ve depolama süreleri göz önünde bulundurulduğunda elde edilen LAB sayısı değerlerinin uyumlu olduğu söylenebilir. Nitekim depolama süresi boyunca LAB sayısı değerlerinde artış ve azalmalar görülebilmektedir. Örneğin Çakır (2011) tarafından sade bozanın LAB sayısı 1. gün 7.78 iken, 3. gün 7.93, 5. Gün ise 7.78 log kob/g olarak bildirilmiştir.

Yasin Tuncer ve ark. (2008) tarafından Türkiye'nin dört farklı ilinden (Isparta, Antalya, İstanbul ve Ankara) toplanan 15 boza örneğine ait çalışmada boza örneklerinin LAB sayısı ortalaması 9.3×10^7 kob/mL olarak tespit edilmiştir. Verilen değerler piyasadadan toplanan ticari bozaların değerleri ile uyumlu bulunmuştur.

Laktik asit bakterileri starter kültür olarak kullanılmasının yanında biyolojik koruma da sağlar. Laktik asit bakterilerinin ürettiği antibakteriyel maddelerin, gıda patojeni bir bakteri olan maya üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, maya karşıtı etkinliği en yüksek olan suşun *L. pentosus* olduğu ve maya karşıtı etkinliğin organik asitlerden kaynaklandığı saptanmıştır (Üner, 2012). Bu durum göz önüne alındığında maya ve laktik asit bakterileri benzer işlevleri gösterse de birbirini etkilemesi söz konusu olabilir.

Depolama süresi boyunca LAB ve maya hücreleri sürekli bölünerek çoğalır. Bazı endüstriyel firmalarda boza paketleme şişelerine aktarılırken fermantasyona tabi tutulur, bazı firmalarda ise fermantasyon gerçekleştikten sonra paketleme yapılır. Dolayısıyla artan maya ve LAB hücreleri de üründen ürüne farklılık gösterebilir.

Zorba ve ark. (2002) 8 farklı LAB suşu ve iki farklı maya suşu kullanarak ürettiği mısır, pirinç ve buğday unu karışımı ile üretilen bozaya aşılana LAB ve mayanın, ilk 8 saatlik fermantasyon için benzer şekilde davrandığını, fakat uzun süreli inkübasyonda LAB sayılarının maya sayılarından daha yüksek olduğunu ve kontrol numunelerinde LAB ve maya sayılarının farklı olduğunu, bu iki organizma grubunun benzer büyüme eğilimleri gösterdiğini bildirilmişlerdir.

Araştırmada boza örneklerinin maya ve LAB sayıları karşılaştırıldığında örnekler arasında farklılık gösterdiği ancak maya ve LAB arasındaki oranın birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bulgaristan'da üretilen 3 ayır boza ile yapılan çalışmada LAB ve maya arasındaki oranın birbirine çok yakın olduğunun (Velitchkave ark., 2000) bilgisi elde edilen verilerin doğruluğunu desteklemektedir.





5. SONUÇ

Boza üretiminde farklı hammadde kullanılmasının bozanın fizikokimyasal, mikrobiyolojik, reolojik değişimleri ile birlikte antioksidan aktivite üzerine etkisini inceleyen bu çalışmada, farklı bölgelerden, farklı içeriğe sahip (buğday, mısır, darı, buğday+mısır, buğday+darı, mısır+darı, buğday+mısır+darı ve çimlendirilmiş tahıl karışımı) sekiz adet ticari boza temini yapılmıştır.

Bu kapsamda elde edilen sonuçlar maddeler halinde kısaca özetlenmiştir;

1. Örnekler içinde en düşük kurumadde içeriği çimlendirilmiş tahıl karışımı bozasına ait iken, en yüksek değer darı bozasına ait olmuştur. Bozaların toplam kurumadde değerleri arasındaki farklılıkların, üretimde farklı tahıl çeşitlerinin kullanılmasının yanı sıra, tahıl karışımı kullanılarak üretilen örneklerde hangi tahıldan ne oranda kullanıldığına da bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca geleneksel veya endüstriyel olarak üretilen bozalarda tek bir hammadde kullanılma zorunluluğu olmadığı gibi, üretim açısından standart bir yöntem de söz konusu değildir. Dolayısıyla üretim esnasında katılan su miktarı üründen ürüne değişkenlik gösterdiğinden, kuru madde değerlerinde de örnekler arası sapmalar görülmektedir.
2. Örneklerin pH ve asitlik değerleri incelendiğinde, buğday ve mısırı aynı anda ihtiva eden örnekler en düşük pH değerine sahip iken, çimlendirilmiş tahıl karışımı kullanılarak üretilen örneğin asitliği oldukça düşük bulunmuştur. Bu durumun başlıca nedenleri arasında kullanılan hammadde farklılığına bağlı olarak buğday ve mısırın fermente edilebilir karbonhidrat içeriğinin diğer tahıllara nazaran yüksek olması veya çimlendirme işlemi ile birlikte tahılda artan enzim faaliyetlerinin nişasta miktarında azalmaya yol açması sayılabilir. Ayrıca hammadde çeşitliliğinin yanı sıra, fermantasyonda aktif rol alan mikroorganizmalar ile fermantasyon bitiminde bozanın bekletilme sürelerinin veya fermantasyon işleminde uygulanan sıcaklık-süre kombinasyonlarının değişiklik göstermesi de pH ve asitlikte görülen farklılıkların sebebidir.
3. Tahılların cinsine, bulunduğu yere, yetişme koşullarına ve depolama şartlarına göre protein içerikleri birbirlerinden oldukça farklıdır. Dolayısıyla boza örneklerinin de % protein değerleri oldukça farklı bulunmuştur. En düşük değer

buğday+darı karışımı bozasına ait iken, en yüksek değer çimlendirilmiş tahıl karışımı bozasına ait olmuştur. Ayrıca örnekler arasında sadece buğday ve sadece darıdan üretilen boza örneklerinin protein değerlerinin birbirine çok yakın olması, bu tahıl kırmalarının da protein değerlerinin yakın olmasından kaynaklanmaktadır.

4. Örneklerin % kül miktarları arasındaki farklılık incelendiğinde, üretimde kullanılan hammadde farklılığının kül miktarı üzerine etkisi $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Tüm örnekler için belirlenen değerler TSE 9778 boza standardına uygundur.
5. Hammadde çeşitliliğinin bozanın TFM ve DPPH-TEAK aktivite değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$), en yüksek antioksidan kapasite çimlendirilmiş tahıl karışımı bozasına ait olmuştur. Darı bozası en düşük TFM ve antioksidan kapasiteye sahip olurken, ticari olarak temin edilen bozaların proses aşamaları, yapılan ön işlemler, depolanma süreleri vb. koşulların da standart olmaması antioksidan kapasite değerlerindeki farklılığın sebebi olduğu düşünülmüştür.
6. Örneklerin % kurumadde değerleri ile L^* ve b^* renk değerleri arasında pozitif yönlü, orta düzeyde yüksek doğrusal bir korelasyon bulunurken, a^* değerleri arasında negatif yönlü bir korelasyon tespit edilmiştir. Buna göre % kurumadde değeri en düşük olan çimlendirilmiş tahıl karışımı bozası en az parlaklığa sahipken, kurumadde oranı en yüksek bulunan darı bozası en parlak ve sarılık değeri en yüksek boza olarak belirlenmiştir.
7. Boza örneklerinin üretiminde farklı hammadde kullanılmasının, bozanın viskozitesi üzerinde anlamlı düzeyde farklılığa neden olduğu ($p<0.05$) ve % kuru madde içeriği en düşük olan çimlendirilmiş tahıl karışımı bozasının aynı zamanda en düşük viskoziteye de sahip olduğu tespit edilmiştir.
8. Boza örnekleri arasında en yüksek mineral madde oranları Na ve P' a ait olmuştur. Özellikle mısırın Na ve P içeriğinin diğer tahıllara göre daha yüksek olduğu göz önüne alındığında bileşiminde mısır unu veya mısır kırması ihtiva eden boza örneklerinde bu iki mineral maddenin oranı diğerlerine göre oldukça yüksek bulunmuştur. Ca oranı açısından değerlendirilen örnekler arasındaki fark önemli olup ($p<0.05$), en yüksek değer çimlendirilmiş tahıl karışımı bozasına ait

iken, darı bozası en yüksek K ve buğday+mısır bileşimli boza ise en yüksek Mg değerlerine sahip olmuştur. Tüm boza örneklerinde Fe, Mn ve Zn değerleri diğer mineral maddelere göre daha düşük oranda tespit edilmiştir.

9. Mikrobiyolojik analizin yapıldığı çalışmada TMAB, maya-küf ve LAB sayısına ait değerler belirlenmiştir. İncelenen örneklerde elde edilen toplam bakteri sayılarının literatürle uyum sağladığı görülmüştür. Ancak boza örnekleri birbirleriyle kıyaslandığında elde edilen veriler istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Çimlendirilmiş tahıl bozasında en yüksek TMAB değeri görülürken, toplam maya-küf sayısının da oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. LAB sayısı tüm örnekler arasında farklılık göstermekte olup nedeninin sadece hammadde farklılığından olmadığı, üretim sonrası laboratuvara ulaşma sürecinde fermantasyonun sürekli devam etmesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca farklı firmalar tarafından üretilen bozaların depolama sıcaklıklarının da toplam bakteri sayısını etkileyebileceği öngörülmüştür. Yapılan araştırmalar sonucunda hammadde farklılığının toplam bakteri sayısı üzerinde etkili olabileceği ancak tek etken olarak kabul edilmesinin yanlış olabileceği, bununla ilgili daha detaylı araştırmalar yapılması gerektiği düşünülmüştür.

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, boza üretiminde farklı hammadde kullanılmasının bozanın kalitesi üzerine etkisinin oldukça yüksek olduğunu kanıtlamaktadır. Çalışma aynı zamanda geleneksel gıdalarımızda kaliteyi korumak ve standartlaştırmak için de ön adım olacak nitelik taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- AACC, 1999. *Approved Methods*. 9th Edition. American Association of Cereal Chemists, Saint Paul, Minnesota.
- Açıkgözoğlu, A.B., 2008. *Antioksidanca Zengin Nar ve Vişne Konsantreleri Kullanılarak Hazırlanan Meyveli Yogurtların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Akın, G., Balıkçı, E., 2018. Anadolu'nun Gizemli İmparatorluğu Hititlerde Beslenme ve Mutfak Kültürü. *The Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 6:275-284
- Anonim 1983. *Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Metodları*. Tarım, Orman Ve Köy İşleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü, Yayın No: 65 Ankara.
- Anonim, 1992a. *Boza Standardı*. TS 9778. Türk Standartları Enstitüsü, 6 S., Ankara.
- Anonim, 1992b. Minolta, Precise Colour Communication. Colour Control From Feelig To Instrumentation. *Hand Book*. Printed by Minolta Camera Co.
- Anonim, 1995. TS 3606 "*Gıdalarda Metal İyonlarının Tayini*". Türk Standartları Enstitüsü Bakanlıklar, Ankara.
- Akpınar-Bayızt, A., Ersan-Yılmaz, L., Özcan, T. 2010. Determination Of Boza's Organic Acid Composition As İt İs Affected By Raw Material And Fermentation. *International Journal of Food Properties*, (3): 648-656.
- 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(3): 425-432.
- Aksu, F., Aksu, H., Sertakan, S. 2012. Fonksiyonel Bir İçecek: Boza. **Geleneksel Gıdalar Sempozyumu**, 10-12 Mayıs 2012, Konya.
- Altay, F., Karbancıoğlu-Güler, F., Daskaya-Dıkmek, 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(1): 44-56
- Arıcı, i., 1974. **Fermantasyon Teknolojisi**. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 553, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara
- Arıcı, M., Dağlıoğlu, O., 2002. Boza: A Lactic Acid Fermented Cereal Beverage As A Traditional Turkish Food. *Food Reviews International*, 18 (1): 39-48
- Arıcı, M., Dağlıoğlu, O., 2007. *Boza: Laktik Asit Fermantasyonu İle Üretilen Tahıl Kaynaklı Geleneksel Bir Türk Gıdası. Acısıyla Tatlısıyla Boza*. TC Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara, 76-87.
- Arıcı, M., Tatlısu, N.B.E., Toker, O.S., Yılmaz, M.T., Cankurt, H., Durak, M.Z., Sagdic, O., 2014. Microbiological, Steady, And Dynamic Rheological Characterization Of Boza Samples: Temperature Sweep Tests And Applicability Of The Cox-Merz Rule. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(3): 377-387.
- Arslan S., 2011. *Probiyotik boza üretimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Asghar, F., Sikander, A., Anum, G., Ifrah, J., Zahid, H., 2017. *A Review on the Role of Fermented Foods as Health Promoters*, Institute of Industrial Biotechnology (IIB), GC University Lahore, Pakistan.

- Aytekin, S., 2001. *Değişik Hammaddelerden Farklı Oranlarda Şeker Katkısıyla Üretilen Bozaların Kalite Kriterleri Üzerinde Araştırmalar* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Bae, S.H., Suh, H.J., 2007. Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. *LWT-Food Science and Technology*, **40**: 955-962.
- Barut, H., Aykanat, S., Selim, E., 2017. Azot ve Kükürt Beslenmesinin Buğday Tanesine Çinko ve Demir Taşınmasındaki Rolü. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, **4**(1), 96-102.
- Binici, A., Bozokalfa, M. K. 2020. Yerel Börülce (*Vigna Unguiculata* (L.) Walp.) Populasyonlarının Bakla Ve Danelerinin Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51-60.
- Birer, S., 1987. Boza Yapımı ve Özellikleri. *Gıda 341-343*. H.Ü. Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara.
- Berktaş, İ., 2011. *Bozanın Farklı Hammaddeler Kullanılarak Üretilmesinin Fenolik İçeriğine ve Kalitesine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Borcaklı, M., Öztürk, T., Yeşilada, E. 2018. Cereal Source And Microbial Consortia Of The Starter Culture Influence The Chemicalcomposition And Physicochemical Characteristics Of Boza. *Turkish Journal Of Agriculture And Forestry*, **42**(6): 412-422.
- Botes, A., Todorov, S.D., Von Mollendorff, J.W., Botha, A., Dicks, L.M.T., 2007. Identification of Lactic Acid Bacteria and Yeast From Boza. *Process Biochemistry*, **42**(2): 267–270.
- Blandino, A., Al-Aseeri, M. E., Pandiella, S. S., Cantero, D., Webb, C., 2003. Cereal-Based Fermented Foods and Beverages. *Food Research International*, **36**(6): 527-543.
- 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**(1): 25-30.
- Campbell-Platt, G., 1994. Fermented Foods: A World Perspective. *Food Research International*, **27**: 253.
- Câvid, A., 2006. *Tercüme-i Kenzü'l-İştihâ: 15. yüzyıldan bir mutfak sözlüğü*.
- Caputo, L., Quinteri, L., Baruzzi, F., Borcaklı, M., Morea, M., 2012. Molecular and Phenotypic Characterization of *Pichia* Fermentans Strains Found Among Boza Yeasts, *Food Research Internatioanal*, **48**: 755-762.
- 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
- Coskun, F., Cakır, E., 2014. Effect of the addition of different spices on some characteristics of boza during storage. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* **20**(5), 1079-1084.
- Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. S., Webb, C., 2002. Application Of Cereals And Cereal Components In Functional Foods: A Review. *International Journal Of Food Microbiology*, **79**(1-2):131-141.
- Chavan, J. K., Kadam, S. S., Beuchat, L. R., 1989. Nutritional Improvement Of Cereals By Sprouting. *Critical Reviews In Food Science & Nutrition*, **28**(5): 401-437.
- Çakır, E., 2011. *Farklı Baharat Kullanımının Depolama Süresince Bozanın Fizikokimyasal Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi* (yüksek

- lisans tezi, basılmamış). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Çelik, İ., Işık, 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**(6): 1400-1406.
- Da Silva, FFP., Biscola, V., LeBlanc, J.G., de Melo Franco. BDG. 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.
- 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**(1): 27-37.
- 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**(2): 117-127.
- 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**(55): 638-647.
- 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**(8): 1806.
- 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** (5): 1768-1774.
- Duran Balkan, N., 2011. *Keçiboynuzlu Bozanın Bazı Kalitatif Özelliklerinin İncelenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Düler, H. B., 2002. Kış Gecelerinin Hatırlı Dostu Boza. *Sky life Aylık THY Dergisi. Şubat*: 62-66.
- Elamel, M., Mejia, D., 2011. Traditional Fermented Food and Beverages for Improved Livelihoods. *FAO Diversification booklet 21*.
- Elgün, A., Ertugay, Z., 2011. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Yayınları*: **297**, Erzurum, 411 s.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G., 2002. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu (3. baskı). Atatürk Üniversitesi, Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, *Ders Kitapları Serisi No: 82*. Erzurum. s:245.
- Ertaş, N., Aslan, M., Yağcılar, E., 2019. Kefir Kültürü ve İstant Maya Kullanımının Boza Kalitesi Üzerine Etkisi ve Havuç Tozları ile Bozanın Zenginleştirilmesi. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **c.1** (s.2): 59-66.
- Evliya, B., 1969. *Memleketimiz Bozacılığı ve Bozanın Besin Değeri Üzerine Bir Araştırma* (doktora tezi, basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Evliya, B., 1990. A Traditional Turkish Fermented Drink Boza. In *Proceedings Of The International Conference On Biotechnology and Food Science Symposium*. Stuttgart, Germany.
- Gadaga, T. H., Mutukumira, A. N., Narvhus, J. A., & Feresu, S. B., 1999. A Review Of Traditional Fermented Foods and Beverages of Zimbabwe. *International Journal of Food Microbiology*, **53**(1): 1-11.
- 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.
- Ghavidel, R. A., Prakash, J., 2007. The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds, LWT - *Food Science and Technology*, **40** (7): 1292-1299.
- Gomes, A. M., & Malcata, F. X., 1999. Bifidobacterium spp. and Lactobacillus acidophilus: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. *Trends in Food Science & Technology*, **10**(4-5), 139-157.
- 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**: 127- 130.
- Gürakan, G. C., Cebeci, A., Özer, B., 2009. Probiotic Dairy Beverages: Microbiology and Technology. *Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products*:165-197.
- Güven, K., Benlikaya, N., 2005. Acid pH produced by lactic acid bacteria prevent the growth of Bacillus cereus in boza, a traditional fermented Turkish beverage. *Journal of Food Safety*, **25**(2):98-108.
- Gotcheva, V., Pandiella, S. S., Angelov, A., Roshkova, Z., Webb, C., 2001. Monitoring The Fermentation Of The Traditional Bulgarian Beverage Boza. *International Journal of Food Science & Technology*, **36**(2): 129-134.
- Grabber, J. H., Ralph J., and Hatfield, R. D., 2000. Cross-linking of maize walls by ferulate dimerization and incorporation into ligni. *Journal Agriculture of Food Chemistry*, **48**:6106–6113.
- Halász, A., Lásztit, R. 1991. Vitamins. In: Halász A, Lásztit R, editors. *Use of Yeast Biomass in Food Production*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press. p. 37.
- 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**(6), 501-503.
- Hancıoğlu Ö., Karapınar, M. 1998. Hububat bazlı fermente ürünler ve fermantasyon işleminin sağladığı avantajlar. *Gıda*, **23** (3): 211-215.
- Hancıoğlu, Ö., Karapınar, M., 1997. Microflora of Boza, A Traditional Fermented Turkish Beverage. *International Journal of Food Microbiology*, **35**: 271–274.
- Harrigan, W.F., 1998. *Laboratory Methods in Food Microbiology*, 3rd Ed., San Diego, California, USA.
- Ignat, M. V., Salanță, L. C., Pop, O. L., Pop, C. R., Tofană, M., Mudura, E., Pasqualone, A., 2020. Current functionality and potential improvements of non-alcoholic fermented cereal beverages. *Foods*, **9**(8):1031.
- Ilgaz, N. N., 2014. *The Effects Of High Hydrostatic Pressure (HHP) Treatment On Shelf Life And Quality Parameters Of Conventionally Produced Boza* (yüksek

- lisans tezi, basılmamış). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Irkin, R., 2019. Natural Fermented Beverages. **In *Natural Beverages***: 399-425.
- İğüs, E., 2016. Balkanlar'dan Anadolu'ya Boza ve Türleri ile Türkiye'deki Balkan Kökenli Bozacılar. ***Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi***, **6**(1):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
- Kancabaş, A., Karakaya, S., 2013. Angiotensin Converting Enzyme (ACE) Inhibitory Activity of Boza, A Traditional Fermented Beverage. ***Journal of the Science of Food and Agriculture*** **93**(3): 641- 645.
- Karaçıl, M. Ş., Acar Tek, N., 2013. Dünyada Üretilen Fermente Ürünler: Tarihsel Süreç ve Sağlık ile İlişkileri. ***Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi***, **27**(2): 163-174.
- Karademir, E., Yalçın, S. K., Yalçın, E., 2018. Effect of fermentation process on nutritional properties and bioactive compounds of cereal and legume based foods. ***GIDA-Journal of Food***, **43**(1): 163-173.
- Kohajdova, J., Karovičová, Z. K. J., 2007. Fermentation of cereals for specific purpose. ***Journal of Food and Nutrition Research***, **46**(2), 51-57.
- Kentel, Z. B. 2001. ***Bozanın Raf Ömrünün Uzatılması Üzerine Çalışma*** (yüksek lisans tezi basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kılınçer, F. N., Demir, M. K. 2019. Çimlendirilmiş Bazı Tahıl Ve Baklagillerin Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri. ***Gıda***, **44**(3): 419-429.
- Kırca, A., Özkan, M., 2007. Değişik Amaçlı Bazı Test ve Analiz Yöntemleri Bölüm, Gıda Analizleri (Editör: Bekir Cemeroglu). ***Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları***, **34**, Ankara.
- Kıvanç, M., Yılmaz, M., Cakır, E., 2011. Isolation And İdentifi Cation Of Lactic Acid Bacteria From Boza, And Their Microbial Activity Against Several Reporter Strains. ***Turkish Journal of Biology***, **35**: 313-324.
- Kim, K. H., Tsao, R., Yang, R., Cui, S. W., 2006. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. ***Food Chemistry***, **95**(3), 466-473.
- 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**(23): 2244-2257.
- Kitabatake, N., Gimbi, D. M., Oi, Y., 2003. Traditional Non-Alcoholic Beverage, Togwa, in East Africa, Produced From Maize Flour and Germinated Finger Millet. ***International Journal of Food Sciences and Nutrition***, **54**(6), 447-455.
- Kumarı, A. A. A., Pandey, A., Raj, A., Gupta, A., Roy, B. L., Attrı, B., Neopany, B., Moktan, C.K., Sunıl, C., Janveja, D., Raj, D., Angchok, G., Mueenuddın, G., Vyas, J., Kabır, K. ,Targaıs, L.V.A., Reddy, S. L., Joshi ,V. K. 2016. Cereal Based İndegenous Non Alcoholic Beverages ***İndigenous Fermented Foods of South Asia***, CRC Press., V. K. Joshi, Ed. 2016, s: 353–429.
- 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 Chemistr***, **55**:291–298.

- Li, W., Friel, J. ve Beta, T., 2010. An evaluation of the antioxidant properties and aroma quality of infant cereals, *Food Chemistry*, **121**(4), 1095–1102
- Lokumcu Altay, F., Karbancioglu-Guler, F., Daskaya Dikmen, C., Heperkan, Z. D., 2013. A Review On Traditional Turkish Fermented Non-Alcoholic Beverages: Microbiota, Fermentation Process And Quality Characteristics. *International Journal Food Microbiology*, **167**: 44-56.
- 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. *Biosci Biotechnol Biochem*, **76**: 2061-2067.
- Marshall, E., Mejia, D., 2011. Traditional Fermented Food and Beverages for Improved Livelihoods. *FAO Diversification Booklet*, **21**:79.
- Marjanović, A., Đedićbegović, J., Brčanić, 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.
- Meral, R., 2016. Isıl İşlemin Fenolik Bileşenler Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **21** (1):55-67.
- Meriç, A., 2010. *Trakya Bölgesinde Üretilen Bozaların Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Çalışma* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- McKay, L. L., Baldwin, K. A., 1990. Applications for biotechnology: present and future improvements in lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology reviews*, **7**: 3-14.
- Mukhametzhanova, A. D., Akhmetova, A. I., Sharipova, M. R. 2012. Microorganisms as phytase producers. *Microbiology*, **81**(3): 267-275.
- Muyanja, C. M. B. K., Kikafunda, J. K., Narvhus, J. A. K., Langsrud, T., 2003. Production methods and composition of Bushera: A Ugandan traditional fermented cereal beverage. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, **3**(1):10–9.
- Önçel, S., 2015. Türk Mutfağı ve Geleceğine İlişkin Değerlendirmeler. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, **3**: 33-44.
- Özpinar, A., 2012. *Kefir ve bozanın in vitro antioksidan aktivitelerinin araştırılması* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pala, A., 2012. *Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Elde Edilen Boza Tozunun Hamur Reolojik Ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- 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.
- Pamir, M. H., 1961. Boza Üzerinde Mikrobiyolojik ve Kimyasal Araştırmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 176.
- Petrova, P., Petrov, K., 2017. Traditional cereal beverage boza. In: Ray CR, Montet D, editors. *Fermented Foods Part II: Technological Interventions*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, pp. 284-305
- Phiri, S., Schoustra, S. E., van den Heuvel, J., Smid, E. J., Shindano, J., Linnemann, A., 2019. Fermented Cereal-Based Munkoyo Beverage: Processing Practices, Microbial Diversity and Aroma Compounds. *PLoS One*, **14**(10): e0223501.

- Poutanen, K. L., Flander, Katina, K., 2009. Sourdough And Cereal Fermentation in a Nutritional Perspective. *Food Microbiology*, **26**: 693-699.
- Ramashia, S. E., Anyasi, T. A., Gwata, E. T., Meddows-Taylor, S., Jideani, A. I. O., 2019. Processing, Nutritional Composition and Health Benefits of Finger Millet in Sub-Saharan Africa. *Food Science and Technology*, **39**: 253-266.
- Randhir, R., Kwon, Y. ve 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.
- 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**(3): 296.
- 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. *Curr Pharm Des*, **15**: 1403-1414.
- Sağlam, H., Öztürk, F., Uyansız, N., Yayla, F., 2018. Kakaonun Boza Üretimine Etkisi Ve Bozanın Bazı Özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, **22**(3): 390-402. Sertakan S., Uran H., Aksu, F., Fonksiyonel Bir İçecek: Boza. **3. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu**, Konya, Türkiye, 10 - 12 Mayıs 2012, ss.570
- Sosulski, F., Krzysztow, K., and Lawrence, H., 1982. Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids. 3. Composition of phenolic acids in cereal and potato flours. *J. Agric. Food Chemistry*. **30**:337–340.
- Solange, A. K., Georgette, F., Gilbert, D. K., Bassirou, B., 2014. Review on African traditional cereal beverages. *American Journal of Research Communication*, **2** (5): 103–153.
- Tamer, C. E., 2004. *Meyveli ve Meyve Aromalı Boza Üretiminin Araştırılması* (doktora tezi, basılmamış) .Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa
- 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.
- Todorov, S. D., Botes, M., Guigas, C., Schillinger, U., Wiid, I., Wachsman, M. B., Holzapfel, W.H., Dicks, L.M.T., 2007. Boza, a natural source of probiotic lactic acid bacteria, *Journal of Applied Microbiology*, **104**: 465–477.
- Topal, S., Yazıcıoğlu, T., 1986. *Boza Mikroflorası Üzerine Bir Araştırma*. Diyabet Yıllığı 1985 XIX. Diyabet Günleri Gençlik Ve Beslenme Kongresi Temel Matbaası, İstanbul.
- Tornuk, F., Ozturk, I., Karaman, S., Sagdic, O., Yetim, H., 2014. Rheological And Some Physicochemical Properties Of Probiotic Boza Beverage Fermented With Lactobacillus Casei Shirota: Application of Principal Component Analysis for the Characterisation. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods* **6**(2): 237-247.
- Tortum, M. Y., 2018. *Trakya Bölgesinde Üretilen Bozalardan Laktik Asit Bakterileri ve Mayaların İzolasyonu ve PZR Yöntemi İle Tanımlanması*. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Tuncer, Y., Özden, B., & Avşaroğlu, M., 2008. Bozanın Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Ve Laktik Asit Bakterisi İzolatlarının Antibakteriyel

- Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **12**(1), 19-25.
- Turantaş, F., 1998. *Fermente Gıdalar*. Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, İzmir
- Türker, İ. 1974. *Fermentasyon Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 553, 190-201.
- TSE 9778, 1992. Boza Standardı. T.S. 9778. *Türk Standartları Enstitüsü*, Necatibey Cad.112, Ankara. 6 s.
- Uylaşer, V., Korukluoğlu, M., Göçmen, D., Şahin, İ., 1998. Bursa’da Satışa Sunulan Bozaların Bileşimi ve Kalitelerinin Araştırılması. *Gıda Mühendisliği Kongresi*, 16-18 Eylül, Gaziantep, 135-130.
- Üstün, N. Ş., Evren, M., 1998. Değişik Hammaddelerden Boza Üretimi Ve Üretilen Bozaların Bileşimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **13**(3): 95-105.
- Özpinar, A., 2012. *Kefir ve Bozanın in vitro Antioksidan Aktivitelerinin Araştırılması*. (yüksek lisans tezi, basılmamış) Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Xu, L., Wang, P., Ali, B., Yang, N., Chen, Y., Wu, F., Xu, X., 2017. Changes of the phenolic compounds and antioxidant activities in germinated adlay seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **97**: 4227–4234.
- Weidner, S., Paprocka, J. and Łukaszewicz, D., 1996. Changes in free, estrified and glycosidic phenolic acids in cereal grains during the after-ripening. *Seed Science and Technology*, **24**:107–114.
- Velitchka, G., Pandiella, S. S., Angelov, A., Roshkova, Z.G, Webb, C., 2000. Microflora Identification of the Bulgarian Cereal-Based Fermented Beverage Boza. *Process Biochemistry*, **36**: 127- 130.
- Yerasimos, M. 2011. *Evliya Çelebi Seyahatnamesi’nde Yemek Kültürü ve Yorumlar*. Sistematik Dizin Kitap Yayınevi: İstanbul.
- Yücel, U., Köse, E., 2002. İzmir’de Üretilen Bozaların Kimyasal Bileşimi Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, **27**(5): 395-398.
- Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., Blanchard, C., 2004. The distribution of phenolic acids in rice, *Food Chemistry*, **87**: 401–406.
- 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.
- Zorba, M., Hancıoğlu, Ö., Genc, M., Karapınar, M., Ova, G., 2002. The use of starter cultures in the fermentation of boza, a traditional Turkish beverage, *Process Biochemistry*, **38**: 1405-1411.

ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini Ağrı'nın Patnos ilçesinde tamamladı. 2014 yılında hazırlık sınıfı dahil, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde eğitime başlayıp, 2019 yılında eğitimini tamamlamıştır. 2020 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı.



VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih:16/01/2023

Tez başlığı/Konusu: **Farklı Tahıl Çeşitlerinden Endüstriyel Olarak Üretilmiş Bozaların Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi**

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın, kapak sayfası, giriş, ana bölümler ve sonuç bölümlerinden oluşan toplam 41 sayfalık kısmına ilişkin, 16/01/2023 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre tezimin benzerlik oranı %5 (yüzde 5) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Materyal ve yöntem hariç,
- Kaynaklar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Songül ATABAY
16.01.2023
Tarih ve imza

Adı soyadı: Songül ATABAY

Öğrenci no:19910001273

Anabilim dalı: Gıda Mühendisliği

Programı: Gıda Mühendisliği

Statüsü: Yüksek lisans

DANIŞMAN

ENSTİTÜ ONAYI

UYGUNDUR

UYGUNDUR

Doç. Dr. Yağmur ERİM KÖSE