

## Geleneksel Fermente Bir İçecek: Boza

Hacer Levent<sup>1</sup>, Özge Algan Cavuldak<sup>2</sup><sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karaman<sup>2</sup>Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

Geliş Tarihi (Received): 27.04.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 20.08.2016

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [hacerlevent@hotmail.com](mailto:hacerlevent@hotmail.com) (H. Levent)

☎ 0 338 226 21 31 📠 0 338 226 21 34

### ÖZ

Gıda üretim ve muhafazasında en eski ve ekonomik yöntemlerden birisi fermantasyon teknolojisidir. Fermente gıdalar sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı dünya çapında yaygın olarak üretilip tüketilmektedir. Besinsel değer, duyuşal özellikler ile sindirilebilirlik açısından üstün özelliklere sahiptirler. Geleneksel, fermente tahıl bazlı bir içecek olan boza darı, mısır, pirinç, buğday gibi tahıllardan elde edilmektedir. Boza, karakteristik tatlı-ekşimsi bir tada, açık sarı renge ve asidik-alkollü bir kokuya sahiptir. Üretiminde kullanılan hammaddeye ve uygulanan fermantasyon yöntemine bağlı olarak bozanın kalite özellikleri de farklı olabilmektedir. Tatı, lezzeti ve besinsel değeri nedeni ile bozanın geleneksel fermente içecekler arasında önemli bir yeri bulunmaktadır. Özellikle kış aylarının içeceği olan boza dünyanın pek çok ülkesinde bilinmektedir. Bu derlemede bozanın üretimi, ürün özellikleri, muhafazası ve sağlık üzerine etkileri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Boza, Fermantasyon, Tahıl, Sağlık

### A Traditional Fermented Beverage: Boza

#### ABSTRACT

Fermentation technology is one of the oldest and most economical methods of food production and preservation. Fermented foods are widely produced and consumed worldwide because of their beneficial effects on human health. They have superior properties in terms of nutritional value, sensory properties and digestibility. Boza, a traditional cereal based fermented beverage, is produced with millet, maize, rice and wheat. It has a characteristic sweet-sour taste, light yellow color and acidic-alcoholic odor. The quality parameters of boza may vary with the type of raw materials and fermentation methods used in production. Boza has an important place among traditional fermented beverages, owing to its taste, flavor and nutritive value. Boza, especially consumed in winter, is known in many countries around the world. In this study, production methods, product characteristics, storage and health effects of boza were reviewed.

**Keywords:** Boza, Fermentation, Cereal, Health

### GİRİŞ

Bitkisel protein, karbonhidrat, vitamin, mineral ve posa kaynağı olarak insan beslenmesinde önemli bir yere

sahip olan tahıllar özellikle lizin gibi bazı esansiyel aminoasitler açısından fakirdir. Bu gıdaların besleyici değerini, duyuşal özelliklerini ve fonksiyonel kalitesini artırmak amacıyla uygulanabilecek en basit ve

ekonomik yollardan biri de fermantasyondur [1, 2]. Tahıllar dünyanın pek çok yerinde fermente edilmekte, fermantasyonda farklı hammaddeler, starter kültürler ve fermantasyon koşulları uygulanmaktadır [3]. Fermantasyonda daha çok laktik asit bakterileri ile mayalar kullanılmaktadır. Laktik asit bakterileri ürettikleri çeşitli antimikrobiyal bileşikler ile özellikle gıda maddelerinin bozulmasına ve gıda kaynaklı hastalıklara neden olan bakterilerin gelişimini engellemekte ve böylece gıdaların doğal olarak korunmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca laktik asit fermantasyonu ile üretilmiş tahıl bazlı fermente ürünlerde çeşitli aroma bileşenleri de üretilmektedir. Mikrobiyolojik olarak daha dayanıklı bir ürün elde edilmesinde fermantasyon sırasında oluşan organik asitler, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve bakteriyosin gibi metabolitler etkili olmaktadır [3, 4].

Boza kelimesinin esası Farsça'da "darı" anlamına gelen "buze" dir [5]. "Boza" ismi yanında Kafkasya, Balkan ülkeleri, Türk Cumhuriyetleri ile İran, Mısır, Arap ülkeleri ve bazı Afrika kabilelerinde "Buha" ve "Merissa" gibi isimlerle de bilinmektedir [5, 6]. Fermente tahıl bazlı bir içecek olan boza; darı, mısır, pirinç, çavdar, yulaf, buğday gibi tahılların öğütülmesi, su ilave edilerek pişirilmesi ve daha sonra şeker eklenerek maya ile laktik asit fermantasyonuna tabi tutulması ile üretilmektedir. Bozanın kıvamı koyu olup, açık sarı bir renge, tatlı-ekşimsi lezzete ve asidik-alkollü bir kokuya sahiptir [7, 8]. Fermantasyon ürünleri olan laktik asit ve CO<sub>2</sub> bozaya lezzet ve ferahlatıcı özellik vermektedir [5, 9]. Kullanılan tahıl çeşitleri, oransal farklılıkları ve kontrolsüz fermantasyon koşulları üretilen bozanın kompozisyonunda farklılıklara neden olmaktadır [7, 10]. Boza ile bira, ürün özellikleri ve hazırlanma şekilleri bakımından farklı olmakla birlikte, boza en eski bira olarak kabul edilmektedir [11]. Bozada alkol fermantasyonunun yanı sıra laktik asit fermantasyonun da gerçekleşiyor olması ve etil alkol oranının düşük olması (maksimum %2) bozayı biradan ayırmaktadır [5].

Orta Asya Türkleri bozayı çok eski zamanlardan beri üretmektedir. Türkler, Orta Asya'dan göç ettikleri farklı coğrafyalarda o bölge halkına bozayı tanıtmışlar ve bugünkü coğrafi yayılışını da sağlamışlardır [5]. Geleneksel bir Türk içeceği olan boza, Balkanlar, Kırım, Kafkasya, Orta Asya ve Mısır'a kadar yayılmış durumdadır [12, 13]. Ülkemizde ve diğer ülkelerde üretilen boza arasındaki farklılıkların nedeni kullanılan hammaddeler, üretim metodu ve alkol içeriğidir [14]. Ülkemizde üretilen bozada alkol oranının %1 civarında olduğu diğer ülkelerde ise bu oranın %1-6 olduğu bildirilmektedir [5, 9]. Bozanın ilk üreticileri Türkler olmasına rağmen ülkemizde uzun yıllar ihmal edilmiş sadece kışın sokak aralarında satılan ve tüketilen bir ürün olarak tanınmıştır. Bu da Doğu Avrupa ve Balkan ülkelerinin bozayı kendi geleneksel ürünleri arasında tanıtmalarına olanak sağlamıştır [15].

Bu derlemede fermente içecek olan bozanın önemi, üretimi, ürün özellikleri ve sağlık üzerine olumlu etkileri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

## BOZA ÜRETİMİ

Boza Standardı'na (TS 9778) göre boza, "yabancı maddelerinden temizlenmiş darı, pirinç, buğday, mısır ve benzeri hububatın kırma veya unlarından biri veya bir kaçına içme suyu katılarak pişirilmesi ve beyaz şeker ilave edilerek tekniğine uygun olarak alkol ve laktik asit fermentasyonlarına tabi tutulması ile hazırlanan bir mamul" olarak tanımlanmaktadır [16]. Ülkemizde boza üretiminde bütün tahılların unu ya da irmiği kullanılmakla birlikte en uygun tat ve lezzeti olan bozanın darıdan elde edildiği belirtilmektedir [14]. Bozanın ürün özelliklerini etkileyen en önemli faktörler üretiminde kullanılan tahıl ya da tahıl çeşidi, formülasyondaki miktarı, fermantasyon süresi ve sıcaklığıdır [10, 13]. Bozada başlıca iki tip fermantasyon gerçekleşmektedir. Biri maya hücrelerinin gerçekleştirdiği alkol fermantasyonu olup üretilen CO<sub>2</sub> gazı ile hacimsel artış gözlenmektedir. Diğeri ise laktik asit bakterilerinin rol aldığı laktik asit fermantasyonu olup oluşan laktik asit bozanın asidik karakterini sağlamaktadır [14]. Fermantasyon işlemi ile bozada serbest asitlik değeri yükselmekte, pH değeri düşmekte ve laktik asit bakterileri tarafından üretilen metabolit ürünlerle birlikte ürün karakteristik bir lezzet kazanmaktadır [8, 17]. Fermente edilmeyen bozada pH değeri 4.1-6.7 aralığında iken fermantasyon ile 4.0 veya daha da altına düşmektedir [5, 9]. Bozanın üretim basamakları Şekil 1'de özetlenmiştir.

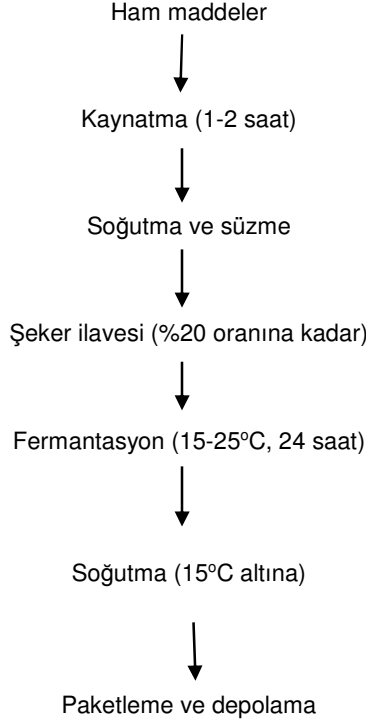
Tamer [18] tarafından yapılan bir çalışmada bozaya çeşitli meyvelerin ilavesiyle besince zenginleştirilmesi, meyve aromalarının eklenmesiyle duyuşal özelliklerinin geliştirilmesi ve pastörizasyon uygulamasıyla da muhafaza süresinin artırılması amaçlanmıştır. Üretilen bozalar arasında karışık meyveli, elmalı ve kayısı bozalar ile kayısı aromalı ve elma aromalı bozalar en çok tercih edilenler olmuştur [18]. Sade, %3, %6 ve %9 oranında keçiyoynuzu unu ilavesi ile üretilen bozaların çeşitli özelliklerinin incelendiği bir çalışmada ise, keçiyoynuzu unu oranının artmasının fermantasyonu hızlandırdığı, asitlik ve alkol miktarında da artışa neden olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada, üretilen boza örnekleri arasında %9 oranında keçiyoynuzu unu içeren boza duyuşal açıdan en düşük kabul edilebilirliği almıştır [19].

Çelik ve ark. [20] tarafından boza üretiminde kullanılan mısır, buğday ve pirinç unu farklı oranlarda leblebi unu ile ikame edilerek boza üretimi gerçekleştirilmiş ve leblebi unu ilavesinin bozanın protein ve mineral miktarını arttırdığı, sadece leblebi unu ile üretilen bozaya göre leblebi unu katkılı örneklerin daha yüksek genel kabul edilebilirlik puanı aldığı bildirilmiştir. Kontrol boza örneği ile karşılaştırıldığında farklı oranlarda leblebi unu içeren örneklerin daha yüksek alkol, asitlik, organik asit ve daha düşük sukroz içeriğine sahip olduğu rapor edilmiştir. Leblebi unu ile üretilen bozanın çölyak hastaları için alternatif bir ürün olabileceği belirtilmiştir [20].

Coşkun ve Çakır [21] tarafından yapılan bir çalışmada ise tarçın, adaçayı, limon ve karanfil ilavesinin bozanın aroması ve raf ömrü üzerine etkisi incelenmiş, ham boza baharatlarla 1 gün fermente edildikten sonra 5 gün

buzdolabında muhafaza edilmiştir. Mezofilik aerobik bakteri sayısında en çok azalma karanfil katkılı bozada; laktik asit bakteri sayısında en çok azalma ise adaçayı katkılı bozada bunun yanısıra maya sayısında en çok azalma da karanfil, tarçın ve adaçayı katkılı bozada

belirlendiği bildirilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre, 4 gün depolama sonunda en yüksek görünüş puanını ham boza, aroma ve kıvam puanını ise tarçınlı bozanın aldığı belirtilmiştir.



Şekil 1. Boza üretim basamakları [14]

## BOZANIN KİMYASAL KOMPOZİSYONU

Boza asitlik değerine göre "tatlı boza" ve "ekşi boza" şeklinde iki sınıfa ayrılmaktadır [16]. Boza Standardı'na (TS 9778) göre bozada toplam kuru madde en az %20, sakkaroz cinsinden toplam şeker en az % 10 olmalı, etil

alkol içeriği ise hacimce %2'yi geçmemelidir. Laktik asit cinsinden asitlik değeri tatlı bozada %0.2-0.5 ekşi bozada ise %0.5-1.0 olmalıdır [16]. Literatürde yapılan çalışmalarda belirlenen, boza örneklerinin kimyasal bileşimine ait sonuçlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Bozanın kimyasal bileşimi

Örnek*	Toplam Kurumadde (%)	Protein (%)	Toplam Şeker (%)	Kül (%)	Asitlik**	pH	Alkol (%)	Kaynak
A	18.99-25.70	0.27-0.56	10.64-16.05	0.07-0.17	0.18-0.34			[15]
B	17.26-22.32	-	16.11-22.59	0.02-0.17	0.15-0.50	3.22-3.82	0.03-0.39	[9]
C	15.30-31.10	0.50-0.99	-	-	-	3.16-4.02	-	[22]
D	-	1.870-2.755	-	-	0.21-0.36	3.94-4.63	-	[23]
E	-	-	-	-	-	3.20-3.50	-	[24]
F	5.57-29.82	-	-	-	0.13-0.47	3.11-4.59	-	[6]
G	14.39-24.07	0.46-0.65	6.63-22.62	0.17-0.44	0.25-0.30	3.47-3.95	-	[25]
H	23.40	1.38	16.60	0.33	0.92	3.80	0.42	[26]
I	14.49-28.03	0.477-1.012	7.33-21.89	0.057-0.158	0.242-0.448	2.93-3.72	0.138-0.525	[14, 27]
j	27.46-29.17	1.22-2.00	16.16-19.20	0.81-0.93	-	-	-	[14, 28]
J	25.20-27.90	1.14-1.93	17.10-18.15	0.12-0.18	-	-	-	[29]
J	24.85	1.06	12.3	0.09	0.5	-	-	[29]

\*: A: Bursa'daki farklı pastanelerden toplanan 10 boza örneği, B: İzmir'de farklı satış yerlerinden alınan 9 boza örneği, C: Türkiye'de çeşitli marketlerden sağlanan farklı markalarda 10 boza örneği, D: Eskişehir'de yerel marketlerden sağlanan 5 farklı markaya ait boza örneği, E: Bulgaristan'da yerel üreticilerden sağlanan 3 boza örneği, F: Trakya'da 9 farklı üreticiden sağlanan 27 adet boza örneği, G: İstanbul'dan 3 farklı üreticiden temin edilen 3 adet boza örneği, H: İstanbul'da üreticiden temin edilen boza örneği, I: Laboratuvar üretimi boza örneği, I: Laboratuvar üretimi boza örneği, J: Laboratuvar üretimi boza örneği, \*\*: % laktik asit

Hancıoğlu ve Karapınar [17] tarafından, bozada 24 saat fermantasyon süresince kimyasal özelliklerdeki değişim izlenmiş, fermantasyon sonunda toplam asitliğin %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

belirlenmiştir. Akpınar-Bayizit ve ark. [7] ise yaptıkları çalışmada en yüksek toplam asitlik değerini (%0.61±0.07) buğday bozasında, en düşük toplam asitlik değerini ise (%0.32±0.04) darı bozasında belirlemişlerdir. Aynı çalışmada örneklerin pH değeri

3.43-3.86 aralığında bulunurken, buğday bozasının alkol içeriği (%0.46±0.04) daha düşük bulunmuştur.

Bozanın kimyasal özelliklerinin yanı sıra sağlık üzerine etkilerine dair yapılan araştırmalar bozanın fenolik bileşenler ve antioksidan aktivite açısından önemli bir kaynak olduğunu ortaya koymaktadır. Bozanın hammaddesi olan tam taneli tahıllar fenolik maddeler açısından oldukça zengindir. Fenolik asitler ve flavonoidler gibi çoğu fenolik bileşiğin tahıllarda bulunduğunu gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur. Tahıllarda bulunan başlıca fenolik asitler; ferulik ve p-kumarik asit iken başlıca flavonoid ise antosiyaninlerdir [30-33]. Fenolik bileşikler antioksidan özelliklere sahip olup kanser ve kalp hastalıkları gibi serbest radikallerin rol aldığı dejeneratif hastalıklara karşı koruyucu etki göstermektedir [30, 34]. Fenolik bileşiklerin tahılların antioksidatif potansiyeline, diğer bir deyişle sağlık üzerine olumlu etkilerine katkısı olduğu bilinmektedir [35, 36]. Berktaş [37] tarafından yapılan çalışmada, farklı oranlarda darı, bulgur, beyaz pirinç, kepekli pirinç ve mısır kullanılarak boza üretimi gerçekleştirilmiş ve bu hammaddelerin, bozanın toplam fenolik ve flavonoid içeriği ile antioksidan aktivitesine olan etkisi incelenmiştir. Boza üretiminde hammadde olarak bulgurla beraber mısır ya da kepekli pirinç kullanımının, bozanın toplam fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini ticari boza örneğine göre artırdığı belirlenmiştir. Özpınar [38] ise kefir ve bozanın antioksidan aktivitelerini belirlediği araştırmasında bu ürünlerin sahip oldukları yüksek antioksidan kapasite nedeni ile doğal antioksidan olarak tüketilebileceklerini bildirmiştir. Bosna-Hersek'te bazı geleneksel alkolsüz içeceklerin antioksidan aktivitesinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise, geleneksel olarak hazırlanan içeceklerin ticari üretime göre daha yüksek antioksidan aktivite değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Aynı çalışmada araştırılan boza örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri 273.15-210.59 mg TAE/L iken, antosiyanidin içerikleri 956.04-1539.83 mg kateşin/L olarak bulunmuştur [39].

Bozanın sağlık üzerine etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada dejeneratif hastalıklar arasında oldukça önemi olan hipertansiyon ile boza ilişkisi incelenmiştir. Hipertansiyon ve buna bağlı kalp damar hastalıklarının tedavisinde ACE (Anjiyotensin I dönüştürücü enzim) inhibitörü etkisine sahip biyoaktif peptitlerin önemi bilinmektedir. Yapılan çalışmada, bozanın kan basıncını düzenleyici (ACE inhibitörü) etkiye sahip peptitler açısından iyi bir kaynak olduğu ve bu nedenle gazlı içecekler yerine tüketicilere bozanın önerilmesi gerektiği bildirilmiştir [40].

## BOZANIN MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Bozada, laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Weissella* ve mayalardan *Candida*, *Clavispora*, *Coniochaeta*, *Cryptococcus*, *Cystofilobasidium*, *Geotrichum*, *Issatchenkia*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Torulasporea*, *Trichosporon* cinslerine ait çok sayıda alt tür izole edilmiştir [3, 10, 17, 24, 41-48]. Bozada laktik asit bakterilerin sayısının maya

sayısından daha yüksek olduğu dolayısıyla laktik asit bakterilerinin bozada dominant mikroflora olduğu belirtilmiştir [49]. Farklı boza örneklerinde, bakteri ve maya popülasyonundaki çeşitliliğin kullanılan hammadde, üretim prosesi ve depolama koşullarından kaynaklanabileceği bildirilmektedir [44]. Bazı patojen mikroorganizmaların da izole edilebilmesi, ticari boza üretiminde GRAS statüsünde starter kültür geliştirilmesinin önemini ortaya koymaktadır [44]. Mısır, pirinç ve buğday unu kullanılarak üretilen bozada en uygun starter kültür kombinasyonu belirlenmeye çalışılmış ve duyuşal özellikler açısından en uygun kombinasyonun *S. cerevisia* + *L. mesenteroides subsp. mesenteroides* + *L. confusus* olduğu bildirilmiştir [29]. Tornuk ve ark. [50] tarafından yapılan bir başka çalışmada ise boza üretiminde farklı starter kültür kombinasyonları kullanılmış ve ticari boza ve *L. acidophilus* + *L. casei* Shiota kullanılarak fermente edilen bozanın en yüksek duyuşal puanı aldığı belirtilmiştir. Tahıl bazlı içeceklerde starter kültür içinde maya bulunmasının alkol oranını önemli miktarda yüksek olmasını sağladığı rapor edilmektedir [51]. Öztürk ve ark. [52] tarafından yapılan bir çalışmada, probiyotik alkolsüz bozanın *Lb. casei Shiota* kültürü ile üretilebileceği, *Lb. casei Shiota*'nın depolama sırasında adaptasyonu ve canlı kalması konusunda bir sorun olmadığı ve üretilen bozanın genel kabul edilebilirliğinin yüksek olduğu bildirilmiştir.

Fermantasyon sırasında laktik asit bakterilerinin metabolizması sonucu oluşan antimikrobiyal maddelerden biri protein yapısında olan bakteriyosinlerdir [4, 53]. Bakteriyosinler, bakteriler tarafından ribozomal olarak sentezlenen, protein doğasında, antagonistik etkiye sahip bileşiklerdir [54]. Yapılan farklı çalışmalarda bozadan izole edilen laktik asit bakterileri içerisinde yüksek oranda bakteriyosin üreticisi alt türlere rastlanmıştır [12, 41, 43, 55-57]. Çeşitli çalışmalarda laktik asit bakterilerinden *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum* tarafından üretilen mesentericin ST99 [58], *Leuconostoc pseudomesenteroides* tarafından üretilen leucocin B-KM432Bz [59], *Pediococcus pentosaceus* tarafından üretilen pediocin ST18 [56], *L. plantarum* tarafından üretilen ST194BZ, ST414BZ ve ST664BZ, *Lactobacillus pentosus* tarafından üretilen ST712BZ, *Lactobacillus rhamnosus* tarafından üretilen ST461BZ ve ST462BZ, *Lactobacillus paracasei* tarafından üretilen ST242BZ ve ST284BZ [43], *L. plantarum* tarafından üretilen JW3BZ ve JW6BZ, *Lactobacillus fermentum* tarafından üretilen JW11BZ ve JW15BZ [57] bakteriyosinleri tanımlanmıştır.

Bozadan izole edilen laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp. ile *Leuconostoc* spp. cinslerinin alt türleri özellikle Gram-pozitif bakteriler üzerine antimikrobiyal aktivite göstermektedir [3]. Bazı araştırmacılar bozadan izole edilen suşların Gram-negatif bakterilere karşı da etkili olduğunu belirtmiştir [3, 41, 60]. Kabadjova ve ark. [41] tarafından yapılan çalışmada bozadan izole edilen laktik asit bakterilerinin *Listeria innocua* dahil çeşitli Gram-pozitif bakterilere ve *E. coli* gibi Gram-negatif bakteriler üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğu saptanmıştır. Bu bakterilerden

*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*'in ürettiği antimikrobiyal bileşik bakteriyosin olarak tanımlanmıştır. Koral ve Tuncer [61] tarafından bozadan izole edilen *L. lactis* subsp. *lactis* GYL32 suşunun nisin Z ürettiği ve bu suşun gıda güvenliğinin artırılması amacı ile starter kültür olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir. Ivanova ve ark. [55] Bulgar bozasından izole edilen *L.lactis* subsp. *lactis* tarafından üretilen bakteriyosin B14' ü tanımlamıştır. Bu bakteriyosin Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilerin gelişimini engellemektedir. Türk bozalarından izole edilen laktik asit bakterilerinin antibakteriyel aktivite özelliklerinin incelendiği bir çalışmada *L. lactis* subsp. *lactis* bakteriyosin üreticisi olarak belirlenmiştir [12, 60]. Kıvanç ve ark. [45]'nin yaptıkları çalışmada boza örneklerinden elde edilen izolatların gıda kaynaklı bakterilerin patojenlere karşı inhibitör etkisi araştırılmış ve *L. lactis* subsp. *lactis* (2 izolat), *Leuconostoc citreum* (5 izolat), *L. brevis* (4 izolat), *L. plantarum* (24 izolat), *L.paraplantarum* (1 izolat), *L. graminis* (4 izolat), *L. paracasei* subsp. *paracasei* (3 izolat), *Enterococcus faecium* (1 izolat), *Pediococcus spp.* (1 izolat) antimikrobiyal aktiviteye sahip olarak tanımlanmıştır. Bozanın çeşitli mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkisinin incelendiği bir başka çalışmada ise antimikrobiyal etkinin toplam bakteri > *E.coli* > *L. monocytogenes* > *S. pneumonia* > *B.cereus* olduğu gözlenmiştir [62].

Laktik asit bakterileri, bakteriyosin üretiminin yanı sıra probiyotik olma özellikleri ile de ilgi çekmektedir. Geleneksel bozanın içerdiği bazı mikroorganizmaların probiyotik etkiye sahip olabileceği ancak üretimde belirli bir starter kültür kullanılmaması ve kontrolsüz fermantasyon prosesi nedeniyle bunun kesin olarak nitelendirilmesinin mümkün olmadığı belirtilmektedir [63]. Boza üretimi için geliştirilecek starter kültürlerde probiyotik ve antimikrobiyal özellik gösteren suşlar seçildiğinde ürünün fonksiyonel özelliği de artmış olacaktır [10]. Todorov ve ark. [64] tarafından yapılan çalışmada bozadan izole edilen *L. plantarum*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus* ve *L. pentosus*'un probiyotik özellikleri değerlendirilmiş ve bozanın fonksiyonel gıda olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir. Arslan ve ark. [63]'nin çalışmasında ise, probiyotik özelliği tescilli mikroorganizmaların (*Saccharomyces boulardii*, *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve *Bifidobacterium bifidum* BB-12) starter kültür olarak kullanılması ile üretilen bozanın özellikleri incelenmiş ve kesin probiyotik karakterde üretilen ürün yardımıyla toplum sağlığının geliştirilmesine katkıda bulunabileceği belirtilmiştir [63]. Bozanın laktik mikroflorasının belirlendiği ve laktik mikrofloranın emülgatör, stabilizatör gibi özelliklerinin yanı sıra prebiyotik, anti-tümör, anti-ülser etkileri de olan ekzopolisakkaritleri oluşturma kapasitesinin incelendiği bir çalışmada, *Leuconostoc citreum*, *Lactobacillus coprophilus* ve *Leuconostoc mesenteroides/dextranicum* ekzopolisakkaritleri en fazla miktarda üreten türler olarak bildirilmiştir [65]. Heperkan ve ark. [25] yaptıkları çalışmada *Leuconostoc citreum* (E55) ve *Lactococcus lactis* (A47)'in en yüksek miktarda ekzopolisakkarit üreten suşlar olarak belirlendiğini rapor etmişlerdir.

Bozanın mikrobiyolojik özellikleri üzerine yapılan çalışmalar arasında bozada mikotoksin ve biyojen amin

varlığını inceleyen araştırmalar da mevcuttur. Uysal ve ark. [23] tarafından yapılan çalışmada bozada *Aspergillus fumigatus*, *Acremonium spp.*, *Geotrichum candidum*, *G. capitatum*, *Penicillium chrysogenum* ve *Fusarium oxysporum* izole edilmiştir. İncelenen beş boza örneğinin ikisinde okratoksin A saptanmıştır [23]. Boza; mikrobiyal florası, pH değeri, üretimde kullanılan hammaddeler ve kötü sanitasyon koşullarına bağlı olarak fermentasyon süresince biyojen amin oluşumu için uygun koşullara sahiptir [22, 66]. Yeğin ve Üren [22]'in çalışmasında Türkiye'de çeşitli üreticilerden sağlanan bozalarda 11 biyojen amin belirlenirken, örneklerin toplam biyojen amin içeriklerinin 25-69 mg/kg arasında değiştiği; putresin, spermidin ve tiramin' in tüm boza örneklerinde bulunduğu saptanmıştır. 21 boza örneğinde yapılan diğer bir çalışmada ise örneklerin biyojen amin içeriğinde geniş bir çeşitlilik saptanırken toplam biyojen amin içeriği 1.67-101.14 mg/kg aralığında belirlenmiştir [66]. Boza tüketiminin sağlıklı insanlarda güvenilir olduğu ancak özellikle monoaminooksidaz inhibitörü ilaç kullanan hastalarda sağlık problemlerine yol açabileceği vurgulanmıştır [22, 66].

## BOZANIN MUHAFAZASI

Boza hem kış aylarında hem de içerdiği laktik asitlerin serinletici etkisiyle yaz aylarında tüketilen geleneksel fermente bir içeceğimizdir. Ancak yüksek sıcaklıkta maya ve asetik asit bakterileri hızla çoğalarak bozanın duyuşsal özelliklerinde değişime neden olmaktadır [7, 67]. Bozanın raf ömrü 15 gün kadar olup fermantasyonun her aşamasında pH değeri 3.5'in altına düşüncüye kadar tüketilebilmektedir [10, 42]. Caputo ve ark. [46] bozanın +4°C'de depolandığında raf ömrünün 1 ya da 2 hafta arasında olduğunu, sonrasında ürün asitliğinin yükselerek tüketilemez hale geldiğini belirtmişlerdir. Probiyotik starter kültür kullanılarak üretilen bozanın raf ömrü ise +4°C'de 12 gün olarak bildirilmiştir [63].

Kentel [68] tarafından yapılan çalışmada bozanın raf ömrünün pastörizasyon, koruyucu madde kullanımı ve soğukta muhafaza gibi yöntemlerle uzatılması amaçlanmıştır. Koruyucu madde kullanımı ve soğukta muhafaza denemelerinde hem yeterince fermente olan, hem de yeterli oranda fermente edilmemiş, mikroorganizma yükü daha az olan boza kullanılmıştır. Pastörize edilen boza örneklerinin (70°C ve 80°C'de 10 dakika) içilebilir özelliklerini 1 aydan fazla koruyabildiği belirtilmiştir. Kimyasal koruyucu maddelerin (Na-benzoat ve K-sorbat) maya gelişmesini baskılamada daha etkili olduğu, bu uygulamanın yeterince fermente edilmemiş bozada özellikle 4°C'deki muhafazada başarılı olduğu ve bozanın raf ömrünün 12 güne kadar uzatılabildiği belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada, soğukta bekletmenin (4°C) yeterince fermente olmamış bozada fermente olmuş bozaya göre daha etkili olduğu ve bozanın 10 gün muhafaza edilebildiği rapor edilmiştir [68].

## SONUÇ

Tahıl bazlı fermente ürünlerimiz içinde önemli bir yeri olan boza üstün besinsel özelliklerinin yanısıra

probiyotik, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri gibi sağlık üzerine olumlu etkileri nedeni ile özellikle çocuklar ve gençler olmak üzere her yaşta kişinin rahatlıkla tüketebileceği bir içecektir. Boza üretimi, ülkemizde evlerde ya da küçük ölçekli işletmelerde yapılmakta olup endüstriyel üretimi henüz yaygınlaşmamıştır. Bozada proses koşulları standardize edilerek ve sertifikalı bir starter kültür kullanılarak hem fizikokimyasal hem de mikrobiyolojik kalite açısından standart bir ürün üretilmesi sağlanmalıdır. Doğal, katkısız ve fonksiyonel gıdalara ilginin ve sağlık konusunda kaygıların arttığı günümüzde yapılacak reklam ve tanıtımlarla boza hak ettiği konuma ulaştırılmalıdır.

#### KAYNAKLAR

- [1] Karaçıl, M.Ş., Acar Tek, N., 2013. Dünyada üretilen fermente ürünler: tarihsel süreç ve sağlık ile ilişkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 27(2): 163-173.
- [2] Blandino, A., Al-Aseeria, M.E., Pandiellaa, S.S., Cantero, D., Webb, C., 2003. Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Research International* 36(6): 527-543.
- [3] Todorov, S.D., Dicks, L.M., 2007. Bacteriocin production by *Lactobacillus pentosus* ST712BZ isolated from boza. *Brazilian Journal of Microbiology* 38(1): 166-172.
- [4] Hancıoğlu, Ö., Karapınar, M., 1998. Hububat bazlı fermente ürünler ve fermantasyon işleminin sağladığı avantajlar. *Gıda* 23(3): 211-215.
- [5] Birer, S., 1987. Boza yapımı ve özellikleri. *Gıda* 12(5): 341-344.
- [6] Meriç, A., 2010. Trakya Bölgesinde Üretilen Bozaların Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- [7] Akpınar-Bayzıt, A., Yılmaz-Ersan, L., Özcan, T., 2010. Determination of boza's organic acid composition as it is affected by raw material and fermentation. *International Journal of Food Properties* 13(3): 648-656.
- [8] Kabak, B., Dobson, A.D., 2011. An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 51 (3): 248-260.
- [9] Yücel U., Köse, E., 2002. İzmir'de üretilen bozaların kimyasal bileşimi üzerine bir araştırma. *Gıda* 27(5): 395-398.
- [10] Altay, F., Karbancıoğlu-Güler, F., Daskaya-Dikmen, C., Heperkan, D., 2013. A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: Microbiota, fermentation process and quality characteristics. *International Journal of Food Microbiology* 167(1): 44-56.
- [11] Pamir, M.H., 1961. Boza Üzerinde Mikrobiyolojik ve Kimyasal Araştırmalar. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara.
- [12] Tuncer, Y., Özden, B., Avşaroğlu M.D., 2008. Bozanın bazı mikrobiyolojik özelliklerinin ve laktik asit bakterisi izolatlarının antibakteriyel aktivitelerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 12(1):19-25.
- [13] Tangüler, 2014. Traditional Turkish fermented cereal based products: Tarhana, boza and chickpea bread, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 2 (3): 144-149.
- [14] Arici, M., Daglioglu, O., 2002. Boza: a lactic acid fermented cereal beverage as a traditional Turkish food. *Food Reviews International* 18(1): 39-48.
- [15] 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, 135-141 s.
- [16] Anonim, 1992. TS 9778 Boza Standardı, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Caddesi 112, Bakanlıklar, Ankara.
- [17] Hancıoğlu, Ö., Karapınar, M., 1997. Microflora of boza, a traditional fermented Turkish beverage. *International Journal of Food Microbiology* 35(3): 271-274.
- [18] Tamer, C.E., 2004. Meyveli ve Meyve Aromalı Boza Üretiminin Araştırılması. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- [19] Duran Balkan, N., 2011. Keçiboynuzlu Bozanın Bazı Kalitatif Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- [20] ÇelİK, 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* DOI:10.1111/JFPP.12725.
- [21] 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.
- [22] Yeğin, S., Üren, A., 2008. Biogenic amine content of boza: A traditional cereal-based, fermented Turkish beverage. *Food Chemistry* 111(4): 983-987.
- [23] Uysal, Ü.D., Öncü, E.M., Berikten, D., Yılmaz, N., Tuncel, N.B., Kıvanc, M., Tuncel, M., 2009. Time and temperature dependent microbiological and mycotoxin (Ochratoxin-A) levels in boza. *International Journal of Food Microbiology* 130(1): 43-48.
- [24] Gotcheva, V., Pandiella, S.S., Angelov, A., Roshkova, Z.G., Webb, C., 2000. Microflora identification of the Bulgarian cereal-based fermented beverage boza. *Process Biochemistry* 36(1): 127-130.
- [25] Heperkan, D., Daskaya-Dikmen, C., Bayram, B., 2014. Evaluation of lactic acid bacterial strains of boza for their exopolysaccharide and enzyme production as a potential adjunct culture. *Process Biochemistry*, 49(10): 1587-1594.
- [26] Yavuz, M., 2001. Bozanın Reolojik Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [27] Üstün, N.S., Evren, M., 1998. Değişik hammaddelerden boza üretimi ve üretilen bozaların bileşimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 13: 95-106.



- [28] Evliya, B., 1990. A traditional Turkish fermented drink boza. *International Conference on Biotechnology and Food Science Symposium*, Book of Proceedings p. 478.
- [29] Zorba, M., Hancıoğlu, Ö., Genç, M., Karapınar, M., Ova, G., 2003. The use of starter cultures in the fermentation of boza, a traditional Turkish beverage. *Process Biochemistry* 38(10):1405-1411.
- [30] Dykes, L., Rooney, L.W., 2007. Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. *Cereal Foods World* 52(3):105-111.
- [31] Mattila, P., Pihlava, J., Hellstrom, J., 2005. Contents of phenolic acids, alkyl- and alkenylresorcinols, and avenanthramides in commercial grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(21): 8290–8295.
- [32] 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.
- [33] Abdel-Aal, E-S.M., Young, J.C., Rabalski, I., 2006. Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(13): 4696-4704.
- [34] Harborne, J.B., Williams, C.A., 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry* 55(6): 481-504.
- [35] Adom, K.K., Sorrells, M.E., Liu, R.H., 2003. Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(26):7825-7834.
- [36] Naczki, M., Shahidi, F. 2006. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 41(5):1523-1542.
- [37] Berktaş, İ., 2012. Bozanın Farklı Hammaddeler Kullanılarak Üretilmesinin Fenolik İçeriğine ve Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [38] Özpinar, A., 2012. Kefir ve Bozanın in vitro Antioksidan Aktivitelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [39] Marjanović, A., Dedibegović, J., Brčaniновиć, 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: 9-12.
- [40] 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.
- [41] Kabadjova, P., Gotcheva, I., Ivanova, I., Dousset, X., 2000. Investigation of bacteriocin activity of Lactic acid bacteria isolated from Boza. *Biotechnology and Biotechnological Equipment* 14(1): 56-59.
- [42] 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 and Technology* 36(2): 129-134.
- [43] 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(1): 11–19.
- [44] 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.
- [45] Kivanç, M., Yılmaz, M., Çakır, E., 2011. Isolation and identification of lactic acid bacteria from boza, and their microbial activity against several reporter strains. *Turkish Journal of Biology* 35(3): 313-324.
- [46] Caputo, L., Quintieri, L., Baruzzi, F., Borcakli, M., Morea, M., 2012. Molecular and phenotypic characterization of *Pichia fermentans* strains found among Boza yeasts. *Food Research International* 48(2): 755-762.
- [47] Göcmen, D., Korukluoglu, M., Uylaser, V., Sahin, I., 2000. The yeast flora of bosan put up for consumption in Bursa. *Advances in Food Sciences* 22(5-6): 145-150.
- [48] Osimani, A., Garofalo, C., Aquilanti, L., Milanović, V., Clementi, F., 2015. Unpasteurised commercial boza as a source of microbial diversity. *International Journal of Food Microbiology* 194: 62-70.
- [49] Arici, 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.
- [50] 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.
- [51] Pacala, M.L., Brudiu, L., Lengyel, E., Stegarus, D., Begea, M., 2013. Physicochemical monitoring of the fermentation of mixed cereal-based substrate to obtain a functional beverage. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying Geology & Mining Ecology Management* 211.
- [52] Öztürk, İ., Karaman, S., Törnük, F., Sağdıç, O., 2013. Physicochemical and rheological characteristics of alcohol free probiotic boza produced using *Lactobacillus casei* Shirota: estimation of apparent viscosity of boza using non-linear modeling techniques. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 37(4): 475-487.
- [53] Holzapfel, W.H., Geisen, R., Schillinger, U., 1995. Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and food-grade enzymes. *International Journal of Food Microbiology* 24(3): 343-362.

- [54] Akkoç, N., Şanlıbaba, P., Akçelik, M., 2009. Bakteriyosinler: Alternatif gıda koruyucuları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 25(1-2): 59-70.
- [55] Ivanova, I., Kabadjova, P., Pantev, A., Danova, S., Dousset, X., 2000. Detection, purification and partial characterization of a novel bacteriocin substance produced by *Lactococcus lactis* susp. *lactis* B14 isolated from boza – Bulgarian traditional cereal beverage. *Vestnik Moskovskova Universiteta Kimia* 41: 47-53.
- [56] Todorov, S.D., Dicks, L.M.T., 2005. Pediocin ST18, an anti-listerial bacteriocin produced by *Pediococcus pentosaceus* ST18 isolated from boza, a traditional cereal beverage from Bulgaria. *Process Biochemistry* 40(1): 365–370.
- [57] Von Mollendorff, J.W., Todorov, S.D., Dicks, L.M.T., 2006. Comparison of bacteriocins produced by Lactic-acid bacteria isolated from Boza, a cereal-based fermented beverage from the Balkan Peninsula. *Current Microbiology* 53(3): 209–216.
- [58] Todorov, S.D., Dicks, L.M.T., 2004. Characterization of mesentericin ST99, a bacteriocin produced by *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* ST99 isolated from boza. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 31(7): 323–329.
- [59] Makhloufi, K.M., Carré-Mlouka, A., Peduzzi, J., Lombard, C., Van Reenen, C.A., Dicks, L.M.T., Rebuffat, S., 2013. Characterization of leucocin B-KM432Bz from *Leuconostoc pseudomesenteroides* isolated from boza, and comparison of its efficiency to pediocin PA-1. *PloS one* 8(8): e70484.
- [60] 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.
- [61] Koral, G., Tuncer, Y., 2014. Nisin Z-producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* GY132 isolated from boza. *Journal of Food Processing and Preservation* 38(3): 1044-1053.
- [62] Pehlivanoğlu, H., Gündüz, H.H., Özülkü, G., Demirci, M., 2015. An investigation of antimicrobial activity of wheat grass juice, barley grass juice, hardaliye and boza. *International Interdisciplinary Journal of Scientific Research* 2(1): 8-14.
- [63] Arslan, S., Durak, A.N., Erbas, M., Tanriverdi, E., Gulcan, U., 2015. Determination of microbiological and chemical properties of probiotic boza and its consumer acceptability. *Journal of the American College of Nutrition* 34(1): 56-64.
- [64] Todorov S.D., Botes M., Guigas C., Schillinger U., Wiid I., Wachsman M.B., Holzapfel W.H., Dicks, L.M.T., 2008. Boza, a natural source of probiotic lactic acid bacteria. *Journal of Applied Microbiology* 104(2): 465–477.
- [65] Bayram, B., 2015. Laktik Asit Bakterilerinin Sakkaroz Parçalama Aktivitelerinin Bozada İncelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [66] Coşansu, S., 2009. Determination of biogenic amines in a fermented beverage, boza. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 7 (2): 54-58.
- [67] Türker, I. 1974. Fermantasyon Teknolojisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 553, Ankara, 231 pp.
- [68] Kentel, Z.B., 2001. Bozanın raf ömrünün uzatılması üzerine çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.