

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PROBİYOTİK BOZA ÜRETİMİ  
VE  
BAZI ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**SULTAN ARSLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**2011**

**PROBİYOTİK BOZA ÜRETİMİ  
VE  
BAZI ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**SULTAN ARSLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 2010.02.0121.020 proje numarasıyla Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.**

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PROBİYOTİK BOZA ÜRETİMİ  
VE  
BAZI ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

SULTAN ARSLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

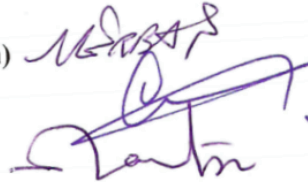
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez ~~28/07/2011~~ 28/07/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (9.5) not takdir edilerek  
Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Mustafa ERBAŞ (Danışman)

Doç. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

Doç. Dr. Osman SAĞDIÇ



## ÖZET

# PROBİYOTİK BOZA ÜRETİMİ VE BAZI ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Sultan ARSLAN

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mustafa ERBAŞ

Ağustos 2011, 82 Sayfa

Bu çalışmada, geleneksel fermente bir tahıl ürünü olan bozanın probiyotik bir ürüne dönüştürülebilme imkânının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla probiyotik özelliği tescilli mikroorganizmaların (*Saccharomyces boulardii*, *Lactobacillus acidophilus* LH-5 ve *Bifidobacterium bifidum* BF-2) starter kültür olarak kullanılması ile üretilen bozaların ve kontrol boza örneğinin fermentasyon ve depolama aşamalarında bazı mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan 5 farklı boza örneği;  $2 \times 10^2$  maya sayısının  $1.5 \times 10^4$ ,  $2 \times 10^4$ ,  $2.5 \times 10^4$  ve  $3 \times 10^4$  katı kadar bakteri kullanılması ile hazırlanan dört farklı probiyotik özellikteki bozadan (A, B, C, D) ve ticari bozanın %5 oranında kültür olarak kullanılması ile hazırlanan kontrol boza örneğinden (K) oluşmuştur. Boza üretiminin 24 saatlik fermentasyon süresinin 5 farklı zamanında (0., 6., 12., 18. ve 24. saat) ve 15 günlük depolama süresinin 6 farklı zamanında (0., 3., 6., 9., 12. ve 15. gün) analiz edilmek üzere örnekler alınmıştır.

Fermentasyon ve depolama süreçlerinin örnekleme zamanlarında alınan boza örneklerinde; *S. boulardii* ve toplam maya, toplam laktik asit bakterileri (LAB; *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ve *L. acidophilus*), *B. bifidum*, kurumadde, toplam titre

edilebilir asitlik, pH, su aktivitesi, sakkaroz, maltoz, glikoz, fruktoz, laktik asit, malik asit, sitrik asit, renk, viskozite, faz ayrılması ve duyu analizler yapılmıştır.

Boza örneklerinin fermentasyon başlangıcında  $2 \log_{10}$  kob/mL seviyesinde bulunan *S. boulardii* sayısının yaklaşık 1.78, yaklaşık  $6 \log_{10}$  kob/mL seviyesinde bulunan toplam LAB sayısının 0.48 ve yaklaşık  $6 \log_{10}$  kob/mL seviyesinde bulunan *B. bifidum* sayısının ise 0.16 logaritmik birimlik artış ile istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bir değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Toplam titre edilebilir asitlik içeriğinin %0.20'den %0.67'ye yükselerek ve pH değerinin 6.41'den 5.37'ye düşerek istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bir değişim gösterdiği ve kurumadde içeriğinin ise ortalama %26.54 ve su aktivitesinin ise ortalama 0.95 değeri ile istatistiksel olarak önemli ( $p > 0.05$ ) bir değişikliğe uğramadığı tespit edilmiştir. Yine fermentasyon süresince, sakkaroz içeriğinin 52.09, ve sitrik asit içeriğinin 0.16 g/L azalarak ve glikoz içeriğinin 14.87, fruktoz içeriğinin 23.26 ve laktik asit içeriğinin 3.35 g/L artarak istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bir değişim gösterdiği ve maltoz içeriğinin ise istatistiksel olarak önemli ( $p > 0.05$ ) bir değişim göstermediği tespit edilmiştir.

Fermentasyon sürecinde farklı üretim yöntemine göre; A, B, C ve D örneklerinde mikroorganizma sayılarının istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bir şekilde arttığı ve sırasıyla en yüksek *S. boulardii*, LAB ve *B. bifidum* sayısının 3.56, 6.93 ve 6.82  $\log_{10}$  kob/mL değeri ile D örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Toplam titre edilebilir asit içeriğinin A, B, C ve D örneklerinde sırasıyla artarak %0.06 kadar ve pH değerinin ise sırasıyla azalarak 0.12 birim kadar istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bir değişikliğe uğradığı belirlenmiştir. Yine farklı üretim yöntemine göre A, B, C ve D boza örneklerinin sakkaroz içeriğinin sırasıyla azalarak 157.15'den 103.01 g/L değerine, maltoz içeriğinin 3.77'den 0.91 g/L değerine, sitrik asit içeriğinin 0.69'dan 0.50 g/L değerine, glikoz içeriğinin 9.37'den 6.07 g/L değerine, fruktoz içeriğinin 11.18'den 8.84 g/L değerine istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bir şekilde düştüğü ve laktik asit içeriğinin ise 1.85'den 2.97 g/L değerine istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bir şekilde yükseldiği tespit edilmiştir.

Boza örneklerinin depolama başlangıcından sonuna *S. boulardii* sayısı depolama süresi ortasında yükselmesine rağmen başlangıç değerine geri dönmesiyle aynı kalarak, toplam LAB sayısı 0.90 ve *B. bifidum* sayısı yaklaşık 1.33 logaritmik birim azalarak, kurumadde içeriği %26.27'den %24.73 değerine ve pH değeri 5.37'den 4.47 değerine azalarak ve toplam titre edilebilir asit içeriği ise %0.67'den %1.10 değerine artarak istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bir değişim gösterdiği ve renk, viskozite ve su aktivitesi değerlerinin ise yaklaşık aynı kalarak depolama süresince istatistiksel olarak önemli ( $p > 0.05$ ) bir değişim göstermediği belirlenmiştir. Ayrıca depolama süresince sakkaroz içeriğinin 93 g/L, maltoz içeriğinin 0.90 g/L ve sitrik asit içeriğinin 0.32 g/L azalarak ve glikoz içeriğinin 92.62 g/L, fruktoz içeriğinin 48.62 g/L ve laktik asit içeriğinin ise 3.18 g/L artarak istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bir değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Depolama sürecinde farklı üretim yöntemine göre ise A, B, C ve D boza örneklerinin *S. boulardii* sayısının yaklaşık aynı olduğu, en yüksek LAB, *B. bifidum* sayılarının ve titre edilebilir asit içeriğinin D boza örneğinde olduğu tüm örneklerin pH değerlerinin 5.10'dan küçük olduğu ve renk değerleri arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir. Ayrıca en düşük sakkaroz, fruktoz ve sitrik asit içeriğinin D örneğinde ve yine en yüksek laktik asit içeriğinin D örneğinde olduğu ve en düşük glikoz içeriğinin ise K örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Faz ayrılma oranlarının ise kontrol boza örneğinde %0.64, A örneğinde %4.04 ve D örneğinde ise %11.37 olduğu belirlenmiştir.

Depolama sürecinde farklı boza üretim yöntem ve depolama süresi bozanın duyuşal renk ve kıvam özelliklerini istatistiksel olarak önemli ( $p > 0.05$ ) bir şekilde etkilemezken, asitli tat, ağızdaki his, koku ve genel beğeni özelliklerini etkilemiştir ( $p < 0.01$ ). Üretilen probiyotik boza örneklerinin (A, B, C ve D) ve kontrol örneğinin (K) 5 birimlik hedonik skalaya göre yapılan duyuşal değerlendirilmede test edilen tüm özellikleri yönüyle 3 ve daha yüksek puan aldığı tespit edilmiştir.

Araştırmada üretilen probiyotik boza örneklerinin probiyotik maya ve bakteri içeriğinin, fermentasyon sonunda sırasıyla yaklaşık  $10^4$  ve  $10^6$  kob/mL değerlerinde

olduğu ve bu değerleri 15 günlük depolama boyunca yaklaşık olarak koruduğu, düşük pH değeriyle güvenli bir gıda olduğu, titre edilebilir asit ve kurumadde değerleri yönüyle TS 9778 Boza Standardı'na uygun olduğu, duysal olarak kabul edilebilir bulunduğu ve kontrole göre eşit ve daha yüksek puanlar aldığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak geleneksel bir Türk ürünü olan bozanın tescilli probiyotik mikroorganizmalarla kesin probiyotik karakterde üretilerek toplum sağlığının geliştirilmesine katkıda bulunabileceği değerlendirilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Boza, Tahıl fermentasyonu, Probiyotik, Fonksiyonel gıda

**JÜRİ:** Yrd. Doç. Dr. Mustafa ERBAş (Danışman)

Doç. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

Doç. Dr. Osman SAĞDIÇ

## ABSTRACT

### PRODUCTION OF PROBIOTIC BOZA AND DETERMINATION OF SOME PROPERTIES

Sultan ARSLAN

M. Sc. Thesis in Food Engineering

Adviser: Asst. Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ

August 2011, 82 Pages

In this study, it is aimed to research the possibility of using boza, cereal fermented beverage, as a probiotic product. On this purpose, some microbiological, physical, chemical and sensory properties of boza produced using certified probiotic microorganisms (*S. boulardii*, *L. acidophilus* LH-5 ve *B. bifidum* BF-2) as starter culture and control boza in fermentation and storage time were determined. The 5 boza samples were 4 probiotic boza (A, B, C, D) which prepared with using bacteria  $1.5 \times 10^4$ ,  $2 \times 10^4$ ,  $2.5 \times 10^4$  and  $3 \times 10^4$  times of  $2 \times 10^2$  yeast and a control (K) boza prepared with using 5% commercial boza as culture. Sampling of boza were done in 5 different time (0., 6., 12., 18. and 24. hour) of fermentation and 6 different day (0., 3., 6., 9., 12. and 15. day) of storage.

*S. boulardii* and total yeast, total lactic acid bacteria (LAB; *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ve *L. acidophilus*), *B. bifidum*, dry matter, total titrable acidity, pH, water activity, sucrose, maltose, glucose, fructose, lactic, malic and citric acid, color, viscosity, syneresis and sensory analyses were analyzed of boza during fermentation and storage time.

It is determined that, after fermentation *S. boulardii*, LAB and *B. bifidum* content of boza samples significantly ( $p < 0.01$ ) increased 1.78, 0.48 and 0.16 logarithmic unit



fold from initial levels of 2, 6 and 6 log<sub>10</sub> cfu/mL, respectively. In addition the total titrable acidity value significantly (p<0.01) increased from 0.20% to 0.67% and pH value significantly (p<0.01) decreased from 6.41 to 5.37, however dry matter, averagely 26.54% and water activity averagely 0.95 values did not change significantly (p>0.05) during fermentation. It is also determined that sucrose and citric acid content of boza sample decreased significantly (p<0.01) 52.09 g/L and 0.16 g/L, respectively while glucose, fructose and lactic acid content significantly increased (p<0.01) 14.87 g/L, 23.26 g/L and 3.35 g/L during fermentation and maltose content did not change significantly (p>0.05).

During fermentation according to different production method; it is determined that the microorganism content of A, B, C and D samples increased significantly (p<0.01) and the maximum *S. boulardii*, LAB and *B. bifidum* content was determined in D sample as 3.56, 6.93 and 6.82 log<sub>10</sub> cfu/mL, respectively. In order of A, B, C, D samples total titrable acidity content was significantly (p<0.01) increased 0.06% and pH value significantly (p<0.01) decreased 0.12 units. Also it is determined that sucrose content of A, B, C and D boza samples significantly (p<0.01) decreased from 157.15 to 103.01 g/L, maltose content from 3.77 to 0.91 g/L, citric acid content from 0.69 to 0.50 g/L, glucose content from 9.37 to 6.07 g/L, fructose content from 11.18 to 8.84 g/L and lactic acid content significantly (p<0.01) increased from 1.85 to 2.97 g/L during fermentation.

It is determined that although little increasing at the beginning *S. boulardii* content of boza samples did not change while LAB and *B. bifidum* content decreased 0.90 and 1.33 log<sub>10</sub> cfu/mL units respectively, dry matter content decreased from 26.27% to 24.73%, pH value decreased from 5.37 to 4.47, total titrable acid content increased from %0.67 to %1.10 significantly (p<0.01) and color, viscosity and water activity did not change significantly (p<0.05) during storage. Also sucrose, maltose and citric acid content of boza samples significantly (p<0.01) decreased 93 g/L, 0.90 g/L and 0.32 g/L, respectively and glucose, fructose and lactic acid content significantly (p<0.01) increased 92.62 g/L, 48.62 g/L and 3.18 g/L during storage, respectively

During storage according to different production method; *S. boulardii* content of A, B, C and D samples found to be similar, sample D had the maximum LAB, *B. bifidum* and titrable acidity content and pH value of all boza samples were under 5.10 and colour values of samples were identical. In addition sample D had the minimum sucrose, fructose, citric acid and the maximum lactic acid content and sample K had the minimum glucose content. Also it is determined that syneresis value of K, A and D was 0.64%, 4.04% and 11.37% respectively.

While different production and storage method did not affect sensorial color and consistency properties, it affected mouth feel, acidity taste, odor and general like. The probiotic boza samples (A, B, C ve D) and control sample (K) got 3 or more point according to 1-5 hedonic scale for sensorial evaluation.

It is determined that the probiotic boza samples had contained  $10^4$  and  $10^6$  cfu/mL yeast and bacteria and these values were protected for 15 day storage, is a safe food with low pH value, suitable for TS 9778 Boza Standards with dry matter and titrable acidity values, acceptable as sensory and get points as equal or more compare with control.

As a conclusion it is possible to produce boza, a traditional Turkish product, as probiotic product with using certified probiotic microorganism and make contribution to public health.

**KEY WORDS:** Boza, Cereal fermentation, Probiotic, Functional food

**COMMITTEE:** Asst. Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ (Adviser)

Assoc. Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

Assoc. Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

## ÖNSÖZ

Artan tüketici bilinciyle birlikte insanlar tedavi harcamalarında bulunmak ve hayat kalitelerini düşürmek yerine önleyici sağlık tedbirleri almaktadırlar. Önleyici sağlık tedbirlerinin en önemlilerinden birisi de beslenmedir. Bu nedenle günümüzde tüketiciler besleyici özelliğinin yanı sıra, sağlığı koruyucu ve iyi hali geliştirici gıdalar olarak tanımlanan fonksiyonel gıdalara yönelmektedirler.

Temel olarak fonksiyonel gıdalar içerdikleri biyoaktif bileşen, prebiyotik etken ve probiyotik mikroorganizmalar aracılığıyla tüketicilerin sağlıklarını korumalarına yardımcı olmaktadır. Yaygın olarak kullanılan fonksiyonel gıda ürünleri probiyotik mikroorganizmalar içeren süt kaynaklı ürünlerdir. Tahıllar, süte göre daha yaygın, kolay ulaşılabilir ve ekonomik bir hammadde olmasına rağmen probiyotik gıda üretiminde yaygın olarak kullanılmamaktadır.

Fermentasyon bir gıda işleme ve koruma yöntemi olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. Fermentasyon ile ortam pH değeri düşürülerek patojen gelişimi engellenmekte, raf ömrü uzatılabilmekte ve aroma geliştirilebilmektedir. Fermentasyonda rol oynayan mikroorganizmalar mineral emilimini engelleyen fitat ve tanen gibi bileşikleride hidrolize ederek minerallerin biyoyararlılığını da arttırmaktadır. Dünyanın pek çok ülkesinde tahılların laktik asit bakterilerince ve mayalarca fermente edilmesi ile üretilen çok çeşitli geleneksel fermente ürünler bulunmaktadır.

Boza çeşitli tahılların laktik asit bakterilerince ve mayalarca fermente ettirilmesiyle üretilen geleneksel bir Türk ürünüdür. Bu çalışmada prebiyotik bileşenlerce zengin, kolay bulunabilir ve ucuz bir kaynak olan tahıllardan probiyotik kültür kullanımı ile boza üretimi ve üretilen bu bozaların bazı mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri araştırılmıştır.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde bana yardım ve destekte bulunan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa ERBAŞ'a, çalışma sırasında bana yardımcı olan çalışma arkadaşlarım A. Nur DURAK, Ümmügülsüm GÜLCAN'a ve Emel TANRIVERDİ'ye boza üretimi yönelik hammadde temininde bulunan Ekin Boza Firması'na ve çalışmaya maddi destekte bulunan TÜBİTAK'a, Akdeniz Üniversitesi'ne ve Danone Enstitüsü Derneği'ne teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ .....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xviii
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1. Fermentasyon ve Gıda İşlemedeki Yeri .....	4
2.2. Boza ve Özellikleri.....	9
2.3. Fonksiyonel Gıdalar .....	11
2.3.1. Probiyotik mikroorganizmalar .....	12
2.3.1.1. <i>Lactobacillus acidophilus</i> .....	14
2.3.1.2. <i>Bifidobacterium bifidum</i> .....	15
2.3.1.3. <i>Saccharomyces boulardii</i> .....	16
2.3.2. Prebiyotik bileşenler.....	17
2.4. Fonksiyonel Gıdalar ve Sağlık Üzerine Etkileri.....	18
2.5. Tahılların Fonksiyonel Gıda Kaynağı Olarak Kullanılabilme İmkanları.....	21
3. MATERYAL VE METOD .....	23
3.1. Materyal.....	23
3.2. Metot .....	23
3.2.1. Boza üretimi ve depolama.....	23
3.2.2.1 Mikroorganizma kültürlerin hazırlanması .....	24

3.2.2. Örnekleme .....	25
3.2.3. İstatiksel analiz yöntemleri.....	25
3.2.4. Mikrobiyolojik analiz yöntemleri.....	25
3.2.4.1. Örneklerin mikrobiyolojik analize hazırlanması .....	25
3.2.4.2. Toplam laktik asit bakterisi sayımı .....	26
3.2.4.3. <i>Bifidobacterium bifidum</i> sayımı.....	26
3.2.4.4. Maya sayımı.....	27
3.2.5. Kimyasal analiz yöntemleri.....	27
3.2.5.1. Kurumadde analizi .....	27
3.2.5.2. pH analizi .....	27
3.2.5.3. Toplam titre edilebilir asitlik analizi.....	27
3.2.5.4. Su aktivitesi analizi.....	28
3.2.5.5. Şeker ve organik asit analizi .....	28
3.2.6. Fiziksel analiz yöntemleri .....	29
3.2.6.1. Renk analizi .....	29
3.2.6.2. Viskozite analizi .....	29
3.2.6.3. Faz ayrılması analizi .....	30
3.2.7. Duyusal analiz .....	30
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	31
4.1. Farklı Üretim ve Depolama Koşullarının Bozanın Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi.....	31
4.1.1. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın <i>S. boulardii</i> sayısı üzerine etkisi .....	31
4.1.2. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın toplam LAB sayısı üzerine etkisi .....	33
4.1.3. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın <i>B. bifidum</i> sayısı üzerine etkisi .....	36

4.2. Farklı Üretim ve Depolama Koşullarının Bozanın Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi .....	39
4.2.1. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın kurumadde içeriği üzerine etkisi .....	39
4.2.2. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın toplam titre edilebilir asitlik içeriği üzerine etkisi .....	41
4.2.3. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın pH değeri üzerine etkisi.....	43
4.2.4. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın su aktivitesi değerleri üzerine etkisi .....	45
4.2.5. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın şeker içeriği üzerine etkisi.....	47
4.2.5.1. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın sakkaroz içeriği üzerine etkisi.....	47
4.2.5.2. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın maltoz içeriği üzerine etkisi .....	49
4.2.5.3. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın glikoz içeriği üzerine etkisi.....	51
4.2.5.4. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın fruktoz içeriği üzerine etkisi.....	53
4.2.6. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın organik asit içeriği üzerine etkisi .....	55
4.2.6.1. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın laktik asit içeriği üzerine etkisi.....	55
4.2.6.2. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın malik asit içeriği üzerine etkisi.....	57
4.2.6.3. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın sitrik asit içeriği üzerine etkisi.....	59

4.3. Farklı Üretim ve Depolama Koşullarının Bozanın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi.....	61
4.3.1. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın renk değerleri üzerine etkisi.....	61
4.3.2. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın viskozite değerleri üzerine etkisi.....	63
4.3.3. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın faz ayrılması değerleri üzerine etkisi.....	66
4.4. Farklı Üretim ve Depolama Koşullarının Bozanın Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi.....	67
5. SONUÇ .....	72
6. KAYNAKLAR .....	73

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

$\mu_{app}$	Görünür viskozite
k	Kıvamlılık katsayısı
n	Akış indeksi
$\mu L$	Mikrolitre
mL	Mililitre
Pas	Pascal saniye
kob	Koloni oluşturan birim sayısı
rpm	Dakika devir sayısı
$\text{Log}_{10}$	Koloni oluşturan mikroorganizma sayısının 10 tabanına göre logaritması

### Kısaltmalar

EPS	Ekzopolisakkarit
FAO	Dünya Gıda ve Tarım Teşkilatı
WHO	Dünya Sağlık Teşkilatı
FOS	Fruktooligosakkarit
GOS	Galaktooligosakkarit
GS-MS	Gaz kromatografi kütle spektrofotometrisi
VK	Varyans katsayısı
KO	Kareler ortalaması
SD	Serbestlik derecesi
LAB	Laktik asit bakterisi
TTA	Toplam titre edilebilir asitlik
FOSHU	Gıdaların sağlıklı yaşam için kullanımı
FUFOSE	Avrupa Fonksiyonel Gıda Bilimi Komisyonu
TSE	Türk standartları Enstitüsü



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Dünyada üretilen bazı geleneksel fermente tahıl ürünleri ve özellikleri .....	6
Çizelge 2.2. Literatürde probiyotik özelliği ile yaygın olarak bilinen mikroorganizma türleri.....	14
Çizelge 2.3.Fonksiyonel gıda üretiminde yaygın olarak kullanılan prebiyotik bileşenler .....	18
Çizelge 2.4.Probiyotik mikroorganizma ve prebiyotik bileşenlerin sağlık üzerine etkileri .....	20
Çizelge 2.5. Bazı tahılların ve sütün besin bileşenleri içeriği .....	22
Çizelge 4.1. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin <i>S. boulardii</i> sayısındaki değişim.....	32
Çizelge 4.2. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin <i>S. boulardii</i> sayısına ait varyans analiz sonuçları .....	32
Çizelge 4.3. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin <i>S. boulardii</i> sayısına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	32
Çizelge 4.4. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin LAB sayısındaki değişim .....	35
Çizelge 4.5. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin LAB sayısına ( $\log_{10}$ kob/mL) ait varyans analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.6. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin LAB sayısına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	35
Çizelge 4.7. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin <i>B. bifidum</i> sayısındaki değişim .	37
Çizelge 4.8. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin <i>B. bifidum</i> sayısına ait varyans analiz sonuçları .....	37

Çizelge 4.9. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin <i>B. bifidum</i> sayısına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	37
Çizelge 4.10. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin kurumadde içeriğindeki değişim .....	40
Çizelge 4.11. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin kurumadde içeriğine ait varyans analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.12. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin kurumadde içeriğine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	40
Çizelge 4.13. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin TTA içeriğindeki (%) değişim (I. ve II. Tekerrür ).....	42
Çizelge 4.14. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin TTA içeriğine ait varyans analiz sonuçları .....	42
Çizelge 4.15. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin TTA içeriğine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	42
Çizelge 4.16. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin pH değerindeki değişim .....	44
Çizelge 4.17. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin pH değeiğine ait varyans analiz sonuçları.....	44
Çizelge 4.18. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin pH değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	44
Çizelge 4.19. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin su aktivitesi içeriğindeki değişim .....	46

Çizelge 4.20. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin su aktivitesi içeriğine ait varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.21. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin sakkaroz içeriğindeki değişim ...	48
Çizelge 4. 22. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin sakkaroz içeriğine ait varyans analiz sonuçları .....	48
Çizelge 4.23. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin sakkaroz içeriğine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	48
Çizelge 4.24. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin maltoz içeriğindeki değişim .....	50
Çizelge 4.25. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin maltoz içeriğine ait varyans analiz sonuçları .....	50
Çizelge 4.26. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin maltoz içeriğine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	50
Çizelge 4.27. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin glikoz içeriğindeki değişim .....	52
Çizelge 4.28. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin glikoz içeriğine ait varyans analiz sonuçları .....	52
Çizelge 4.29. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin glikoz içeriğine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	52
Çizelge 4.30. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin fruktoz içeriğindeki değişim.....	54
Çizelge 4.31. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin fruktoz içeriğine ait varyans analiz sonuçları .....	54

Çizelge 4.32. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin fruktoz içeriğine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	54
Çizelge 4.33. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin laktik asit içeriğindeki değişim..	56
Çizelge 4. 34. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin laktik asit içeriğine ait varyans analiz sonuçları .....	56
Çizelge 4.35. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin laktik asit içeriğine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	56
Çizelge 4.36. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin malik asit içeriğindeki değişim..	58
Çizelge 4.37. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin malik asit içeriğine ait varyans analiz sonuçları .....	58
Çizelge 4.38. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin malik asit içeriğine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	58
Çizelge 4.39. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin sitrik asit içeriğindeki değişim ..	60
Çizelge 4.40. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin sitrik asit içeriğine ait varyans analiz sonuçları .....	60
Çizelge 4.41. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin sitrik asit içeriğine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	60

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Boza örneklerinin görünür viskozite değerlerinin kayma gerilimine bağlı değişimi .....	65
---	----

## 1. GİRİŞ

İnsanlar bilgi ve davranış düzeylerinin artışına bağlı olarak, daha sağlıklı ve kaliteli yaşam düzeylerine ulaşmak istemektedirler. Yaşam sürelerini ve kalitelerini artırmak için sağlık sorunlarını tedavi ettirmek yerine önleyici tedbirler almayı tercih etmektedirler. Beslenme şekli ve tercihi bu önleyici tedbirlerin en başında gelenidir. Günümüzde beslenirken aynı zamanda da iyi hali koruyan, geliştiren ve hastalık oluşma riskini de azaltan fonksiyonel gıdalar tercih edilmektedir.

Gıda bilimi ve teknolojisinin temel amaçlarından biri de tüketicinin sağlığını koruyan ve iyileştiren gıdaların üretilmesidir. Bu nedenle Bilimsel Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 10 Mart 2005 tarihli toplantısında "Gıda işleme, yöntem ve süreçlerinin geliştirilmesi ile işlenmiş ürün çeşitliliğinin artırılması ve hastalıklara karşı direnci arttıran, form koruyucu, metabolik faaliyetleri düzenleyici, tedaviye yardımcı, bağışıklık kazandırıcı vb. özel işlevleri olan fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi" kararları alınarak sağlığı koruyan ve geliştiren gıdaların üretimi ülke öncelikleri arasında gösterilmiştir (Anonim 2007).

Günlük diyet ile gıda formunda tüketilen, sentetik bileşen içermeyen, besleyici etkisinin yanında biyoaktif bileşikler, prebiyotik bileşenler ve probiyotik mikroorganizmalar gibi etkenlerle hastalık oluşma riskini azaltıcı, sağlığı ve iyi hali geliştirici özelliklere sahip gıdalar, fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Hardy 2000, Roberfroid 2000, Anonymous 2004, Noonan vd 2004, Stanson vd 2005). Fonksiyonel gıdalar, kalp damar rahatsızlıkları, kanser, yüksek tansiyon, kolesterol, şeker, ülser ve ishal gibi hastalıkların oluşma risklerini azaltırlar (Roberfroid 2000, Anonymous 2004, Stanson vd 2005). Bu etkilerini insanın temel fizyolojisine ve bağışıklık, sinir, hormon, solunum, dolaşım ve sindirim sistemlerine faydalı olarak yaparlar (Sanders 1998).

Fonksiyonel gıdaların nüfusa göre en yüksek oranda tüketildiği ülke Japonya'dır. Fonksiyonel gıda tüketiminin, ABD ve Avrupa ülkelerinde de hızla yaygınlaşmakta olduğu ve bu ülkelerde 2009 yılı itibariyle fonksiyonel gıda pazarının büyüme hızının

yaklaşık %15 kadar olduğu bildirilmiştir (Lee ve Salminen 2009). Türkiye’de ise fonksiyonel gıda pazarı gelişmekle birlikte bu tür ürünler çoğunlukla yabancı kaynaklı olarak büyük firmalar tarafından üretilerek pazarlanmaktadır. 2007 yılı verilerine göre Türkiye’de 33 milyar TL olan toplam gıda ve içecek pazarının yaklaşık 420 milyon TL’lik kısmını diyetel ve fonksiyonel gıdalar oluşturmaktadır (Sevilmiş 2008). Bu verilerden de gelişmişlik düzeyi yüksek olan toplumlarda fonksiyonel gıdalara olan talebin artmakta olduğu anlaşılmaktadır.

Bağırsak sistemine yerleşerek mikrobiyal dengeyi iyileştiren ve yararlı faaliyette bulunan canlı mikroorganizmalar probiyotikler olarak tanımlanmaktadır. Probiyotik etkinin ortaya çıkabilmesi için ilgili mikroorganizma toplamının  $10^6$ - $10^7$  kob/g seviyesinde alınması gereklidir. Probiyotikler patojen mikroorganizmalara karşı inhibitör maddeler üreterek (bakteriyosinler, organik asitler, vb.), besin rekabeti yaparak, tutunmalarını zorlaştırarak, kanserojenik ve mutajenik bileşiklere dönüşebilen toksinlerini parçalayarak etkili olurlar. Ayrıca probiyotikler vücut ve bağışıklık sistemi için yararlı bileşikler (biyoaktif maddeler, immünoglobülinler, proteinler, vb.) üreterek de genel sağlığa faydalı olurlar. Genel olarak probiyotik özelliğe sahip mikroorganizmalar *Lactobacillus* (*Lactobacillus acidophilus* LH-5, *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 vd.), *Bifidobacterium* (*Bifidobacterium bifidum* BF-2, *Bifidobacterium longum* BL-46, vd.) ve *Saccharomyces boulardii* olarak bildirilmektedir (Sanders 1998, Uylaşer 2004, Stanson vd 2005).

Günümüzde probiyotik gıdalara olan talep tüm dünyada beslenme bilincinin gelişmekte ve sağlık harcamalarının yükselmekte olması gibi nedenlerle hızlı bir şekilde artmaktadır. Sağlığa yararlı etkileri nedeniyle tüketimi hızla artan bu probiyotik ürünler çoğunlukla süt kaynaklıdır. Tahıllar süte göre daha ucuz olarak kolayca bulunabilen ve fermentasyonu sağlayan probiyotik mikroorganizmaların gelişimini destekleyen iyi bir kaynaktır. Geleneksel bir fermente tahıl ürünü olan boza, üretim tekniği gereği probiyotik özellik kazandırılmaya oldukça uygun bir gıdadır.

Boza üretiminde starter bir kültürün kullanılmayıp ticari bozanın kültür olarak kullanılması, hammadde tür ve oranlarının yörelere göre değişkenlik göstermesi ve

Üretim Őartlarının kontrollü olmaması gibi nedenlerle standart bir boza retilenmemektedir. Endüstriyel anlamda üretimi yapılamayan boza genellikle bir esnaf iŐ kolu olarak küçük imalathanelerde üretilerek dağıtılmakta ve/veya servis edilmektedir.

Boza gerçekte Orta Asya kökenli bir Türk ürünü olmasına rağmen, diğer birçok geleneksel ürünlerimizde olduğu gibi, gereken önemin verilmemesinin bir sonucu olarak, birçok kaynakta Balkan ülkelerine özgü geleneksel bir gıda olarak tanımlanmaktadır (Evliya 1990, Uylaşer 1998, Gotcheva 2000, Arıcı ve Dağlıoğlu 2002, Blandino vd 2003, Botes 2007, Todorov 2008, Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro 2010).

Sonuç olarak; ucuz ve kolay bulunabilir bir hammadde olan ve sağlığa faydalı bileşenler de içeren tahıllar toplum sağlığı ve beslenmesi bakımından önemli olan probiyotik gıdaların geliştirilmesi için de iyi bir kaynaktır. Günümüz gıda bilimi ve teknolojisinin görevlerinden biri de lezzetli, fonksiyonel ve güvenli gıdalar üretmektir. Bu nedenlerle tahıl kaynaklı bir gıda olan bozayı probiyotik olarak üretmek ve tüketime sunmak toplum beslenmesi ve sağlığı açısından önemlidir.

Bu yüksek lisans tez projesinde boza üretiminin fermentasyon aşamasında probiyotik özellikleri tescilli mikroorganizmalar (*Lactobacillus acidophilus* LH-5, *Bifidobacterium bifidum* BF-2 ve *Saccharomyces boulardii*) kullanılarak bozaya kesin bir Şekilde probiyotik özellik kazandırılması, üretim ve depolama aşamalarında probiyotik bozanın fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal özelliklerin tespit edilmesi amaçlanmıştır.



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Fermentasyon ve Gıda İşlemedeki Yeri

Gıda bileşenlerini mikroorganizma veya enzimle parçalanıp değiştirerek duyuşal özelliği, raf ömrü ve besleyiciliği daha iyi olan gıdaların üretilmesine fermentasyon adı verilmektedir (Mensah 1997, Nout ve Motarjemi 1997, Steinkraus 2002).

Yüzyıllardan beri gıda üretim ve koruma yöntemlerinden biri olarak kullanılmakta olan fermentasyon temelde alkolik, asidik ve alkalik olmak üzere üç farklı uygulama şekline sahiptir. Asidik fermentasyon temelde laktik asit bakterileri (LAB), alkolik fermentasyon ise özellikle *Saccharomyces* cinsi mayalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Alkol fermentasyonunda baskın mikroorganizmalar mayalar olup, sonucunda etanol üretilmektedir. Alkali fermentasyon ise çoğunlukla balık ve tohumların fermentasyonunda kullanılmakta olup fermentasyon sonucunda alkali karakterde peptitler oluştuğu için bu isim verilmektedir (Blandino vd 2003).

Son yıllarda minimum işlem görmüş ve koruyucu kimyasal madde içermeyen doğal gıdalara karşı artan tüketici istekleri alternatif gıda işleme ve muhafaza tekniklerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Çoğunlukla laktik asit bakterileri ve/veya mayaların birlikte kullanıldığı biyoteknolojik bir gıda üretimi ve koruma yöntemi olan fermentasyon, aynı zamanda gıdaların mikrobiyal lipitler, amino asitler, organik asitler ve vitaminler gibi besin maddelerince de zenginleşmesini sağlayarak tüketicilerin yetersiz beslenme risklerini de azaltmaktadır (Alm 1982, Paredes-Lopez ve Harry 1988, Aguirre ve Collins 1993, Caplice ve Fitzgerald 1999, Sanni vd 1999).

Gıda sıkıntısı çekilen fakir ülkelerin çoğunluğunda günlük diyetin büyük bir kısmını fermente tahıl ürünleri oluşturmaktadır. Bu nedenle dünyanın pek çok ülkesinde endüstriyel gıdaların yanında, fermente tahıl ürünlerinin tüketimi bir sosyal statü düşüklüğü ve olumsuz bir imaj olarak algılanmaktadır. Bu durum birçok yönü ile faydalı ve besleyici bu tür ürünlerin tüketimi karşısındaki en büyük engeldir. Bu sorun fermente gıdalar hakkında daha çok araştırma yaparak ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi

ile aşılabilecektir. Dünya Tarım ve Gıda Teşkilatı (FAO) ve Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) fermente gıdaların daha iyi şartlarda üretimini ve tüketimini sağlayacak araştırmalar yapılması gerektiğini vurgulamaktadır (Nout ve Motarjemi 1997).

Tahıllar özellikle kalsiyum, fosfor, potasyum ve demir gibi minerallerce zengin gıda kaynaklarıdır. Ancak tahıl tanelerinin aleuron tabakasında bulunan fitik asit, minerallerle çözünmez çelatlar oluşturarak sindirim sisteminde mineral emilimini azaltmaktadır. Tahılların fermentasyonu ile tahıllarda bulunan ve laktik asit bakterileri ve maya aktivitesi sonucunda da üretilen fitaz enzimi, fitik asiti parçalamakta ve mineral emilimini arttırmaktadır. Ayrıca tahıl karışımlarının birlikte fermentasyona tabi tutulmasıyla riboflavin, tiamin ve niasin gibi vitaminlerin miktarlarında artışlar olduğu belirlenmiştir (Charalampopoulos vd 2002a, Blandino vd 2003, Poutanen vd 2009). Yaygın olarak üretilen bazı geleneksel fermente tahıl ürünleri ve özellikleri Çizelge 2.1 de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Dünyada üretilen bazı geleneksel fermente tahıl ürünleri ve özellikleri (Blandino vd 2003)

<b>Fermente Ürün</b>	<b>Hammadde</b>	<b>İzole Edilen Mikroorganizma</b>	<b>Kullanım Şekli</b>	<b>Tüketildiği Bölge</b>
A dai	Tahıl, baklagil	<i>Pediococcus, Streptococcus, Leuconostoc</i>	Kahvaltılık çerez	Hindistan
Anarshe	Pirinç	<i>Lactobacillus</i>	Kahvaltılık çerez	Hindistan
Ang-kak	Pirinç	<i>Monascus purpureus</i>	Kırmızı boyar madde	Çin, Asya, Suriye
Atole	Mısır	<i>Lactobacillus</i>	Lapa	Güney Meksika
Bagni	Darı	Bulgu yok	İçecek	Kafkas ülkeleri
Banku	Mısır, kasava	LAB, Küf	Hamur	Gana
Bhattejaanr	Pirinç	<i>Hansenula anomala, Mucor rouxianus</i>	Tatlı ekşi alkollü ezme	Hindistan
Boza	Buğday, darı, mısır	<i>Lactobacillus, S. cerevisiae, Leuconostoc</i>	Tatlı ve az asitli içecek	Balkan ülkeleri, Türkiye
Braga	Darı	Bulgu yok	İçecek	Romanya
Brem	Pirinç	Bulgu yok	Kek	Endonezya
Brem Bali	Pirinç	<i>Mucor indicus, Candida sp.</i>	Alkollü içecek	Endonezya
Burukutu	Sorgum	<i>S. cerevisiae, S. chavelieri, Leuc. mesenteroides, Candida, Acetobacter</i>	Sirke aromalı alkollü içecek	Nijerya, Benin, Gana
Chkokvana	Darı, mısır	<i>S. cerevisiae</i>	Alkollü içecek	Zimbabve
Chongju	Pirinç	<i>S. cerevisiae</i>	Alkollü içecek	Kore
Dalaki	Darı	Bulgu yok	Lapa	Nijerya
Darassum	Darı	Bulgu yok	İçecek	Moğolistan
Dhokla	Pirinç, buğday, Nohut	<i>Leuc. mesenteroides, Streptococcus faecalis, Torulopsis candida, T. Pullulans</i>	Kahvaltılık çerez	Hindistan
Doro	Darı maltı	Maya, bakteri	Alkollü içecek	Zimbabve
Dosa	Pirinç, nohut	<i>Leuc. mesenteroides, Streptococcus faecalis, Torulopsis candida, T. Pullulans</i>	Kahvaltılık kek	Hindistan
Idli	Pirinç, baklagil	<i>Leuc. mesenteroides, Entorococcus, Torulopsis</i>	Kahvaltılık kek	Güney Hindistan

Çizelge 2.1'in

devamı

Ilambazi	Darı	<i>Lactobacillus</i> , maya, küf	Bebek maması	Zimbabve
Injera	Sorgum, mısır	<i>Candida guilliermondii</i>	Ekmek	Etiyopya
Jalebies	Buğday unu	<i>S. bayanus</i>	Çerez	Hindistan, Pakistan
Jaminbang	Mısır	Maya, bakteri	Ekmek	Brezilya
Kaanga	Mısır	Maya, bakteri	Lapa	Yeni Zelanda
Kachasu	Mısır	Maya	Alkollü içecek	Zimbabve
Kaffir bira	Mısır	<i>Lactobacillus</i> , maya	Alkollü içecek	Güney Afrika
Kanji	Pirinç, havuç	<i>Hansenula anomala</i>	Sebze püresi	Hindistan
Kecap	Buğday, soya	<i>Lactobacillus</i> , <i>Saccharomyces</i>	Sıvı aroma katkısı	Endonezya
Kenkey	Mısır	<i>Lactobacillus fermentum</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>Candida</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i>	Ezme	Gana
Khanomjen	Pirinç	<i>Lactobacillus</i> , <i>Streptococcus</i>	Erişte	Tayland
Khaomak	Pirinç	<i>Rhizopus</i> , <i>Mucor</i> , <i>Saccharomyces</i>	Alkollü içecek	Tayland
Kichudok	Pirinç	<i>Saccharomyces</i>	Kek	Kore
Kishk	Buğday, yoğurt	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. casei</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , maya	Toz	Arap ülkeleri
Kisra	Sorgum	Bulgu yok	Ekmek	Sudan
Koko	Mısır	<i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Lactobacillus platarum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>S. cerevisiae</i> ,	Lapa	Gana
Kwunu	Darı	<i>Lactobacillus</i> , maya	Kahvaltılık	Nijerya
Lao chao	Pirinç	<i>Rhizopus oryzae</i> , <i>R. chinensis</i> ,	Ezme	Çin, Endonezya
Mahewu	Mısır	<i>Lactococcus lactis</i>	Ekmek	Güney Afrika
Mantou	Buğday unu	<i>Saccharomyces</i>	Kek	Çin
Me	Pirinç	<i>Lactobacillus</i>	Ekşi tat verici katkı	Vietnam
Merissa	Sorgum, darı	<i>Saccharomyces</i>	Alkolik içecek	Sudan
Minchin	Buğday gluteni	<i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Fusarium</i>	Baharat	Çin
Mirin	Pirinç	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>A. usamii</i>	Sıvı alkollü çeşni	Japonya
Miso	Pirinç, soya	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Torulopsis</i> , <i>Lactobacillus</i>	Ezme çeşni	Japonya, Çin

Çizelge 2.1'in

devamı

Mutwiwa	Mısır	<i>Lactobacillus</i> , bakteri, küf	Lapa	Zimbabve
Nasha	Sorgum	<i>Streptococcus, Lactobacillus, Candida, S. cerevisiae</i>	Lapa	Sudan
Ogi	Mısır, sorgum	<i>L. plantarum, S. cerevisiae, Candida Mycoderma, Corynebacterium, Aerobacter, Rhodotorula, Cephalosporium, Fusarium, Aspergillus</i>	Bebek maması	Nijerya, Batı Afrika
Pito	Mısır, sorgum	<i>Geotrichum candidum, Lactobacillus, Candida</i>	Alkollü içecek	Nijerya, Gana
Rabdi	Mısır	<i>Pediococcus acidilactici, Bacillus, Micrococcus</i>	Ezme	Hindistan
Sake	Pirinç	<i>S. sake</i>	Alkollü berrak içecek	Japonya
Seketeh	Mısır	<i>S. cerevisiae, S. chevalieri, S. elegans, Lactobacillus plantarum, L. lactis, Bacillus subtilis, Aspergillus niger, A.flavus, Mucor rouxii</i>	Alkollü içecek	Nijerya
Shasingjiu	Pirinç	<i>S. cerevisiae</i>	Alkollü berrak içecek	Çin
Shoyu	Buğday, soya	<i>Lactobacillus, Aspergillus, Zygosaccharomyces rouxi</i>	Sıvı çeşni	Japonya, Çin
Sorghum birası	Sorgum, mısır	<i>Lactobacillus, maya</i>	Alkollü ve asidik karakterli içecek	Güney Afrika
Soya sütü	Soya	<i>Lactobacillus</i>	İçecek	Çin, Japonya
Takju	Pirinç, buğday	<i>Lactobacillus, S. cerevisiae</i>	Alkollü içecek	Kore
Talla	Sorgum	Bulgu yok	Alkollü içecek	Etiyopya
Taotjo	Buğday, pirinç	<i>A. oryzae</i>	Baharat	Hindistan
Tapai pulut	Pirinç	<i>Chlamydomucor, Endomycopsis, Hansenula</i>	Alkollü içecek	Malezya
Tapuy	Pirinç	<i>Saccharomyces, Mucor, Rhizopus, Aspergillus,</i>	Alkollü içecek	Filipinler
Tarhana	Buğday, yoğurt	LAB, <i>S. cerevisiae</i>	Çorba materyali, çerez	Türkiye
Tauco	Tahıllar, soya	<i>Rhizopus oligosporus, Aspergillus oryzae</i>	Aromatik katkı	Endonezya
Tobwa	Mısır	<i>Lactobacillus</i>	İçecek	Zimbabve
Torani	Pirinç	<i>Hansenula anomala, Candida quilliermondii, C. tropicalis, G. Candidum</i>	Çeşni	Hindistan
Uji	Mısır, sorgum, darı	<i>Leuc. mesenteriodes, L. platarum</i>	Lapa	Kenya, Uganda

## 2.2. Boza ve Özellikleri

Türklerin geleneksel bir fermente tahıl ürünü olan boza, Balkanlar'dan Çin'e ve Kafkas Ülkeleri'nde Kuzey Afrika'ya kadar uzanan çok geniş bir coğrafya da bilinen bir içecektir. Geçmiş 9000 yıl öncesine kadar dayanmakta olan bozanın dünyadaki yayılışı Türklerin coğrafi dağılımı ile yakından ilgilidir (Arıcı ve Dağlıoğlu 2002, Yücel ve Köse 2002, Kose ve Yucel 2003, Akpınar-Bayizit vd 2010). Türk Cumhuriyetleri, Balkan ülkeleri ve Kafkasya'da boza olarak bilinen bu ürün; İran, Arap Yarımadası ve Kuzey Afrika ülkelerinde ise "Boza", "Buha" ve "Merissa" gibi isimlerle de bilinmektedir (Birer 1987, Arıcı ve Dağlıoğlu 2002).

Boza farklı tahıl ürünlerinin pişirildikten ve şeker ilave edildikten sonra asidik ve alkolik fermentasyona tabi tutulmasıyla üretilen bir tahıl ürünüdür. Boza TS 9778'de pirinç, buğday, mısır, vb. tahılların kırma veya unlarından biri veya birkaçının içme suyu ile pişirilmesi ve şeker ilave edildikten sonra karışımın tekniğine uygun olarak etil alkol ve laktik asit fermentasyonuna tabi tutulmasıyla hazırlanan bir mamul olarak tanımlanmaktadır. Türk Standartları'nda belirlenen özelliklerine göre boza; açık veya koyu krem renginde, gözle görülebilir tahıl kabuğu içermeyen homojen bir görünümde, viskoz yapıda, kendine has tat ve kokuda, en az %20 kurumadde içeriğinde, en az %10 toplam şeker içeriğinde, en yüksek %2 alkol içeriğinde ve en yüksek %1 toplam asit içeriğinde (laktik asit cinsinden) olmalıdır (Anonim 1992).

Bir araştırmada farklı boza örneklerinin ortalama protein içeriğinin %1'den az olduğu ve pH değerlerinin 4 ile 5.5 arasında olduğu tespit edilmiştir (Yegin ve Üren 2008). Hayta vd (2001) tarafından 30 saatlik boza fermentasyonu süresince pH değerinin 5.8'den 3.5'e düştüğü ve protein çözünürlüğünün 0.72'den 4.60 mg/mL değerine çıktığı tespit edilmiştir. Boza reolojisi üzerine yapılan çalışmalarda, bozanın pseudoplastik akış karakterinde olduğu ve 20°C'de kıvamlilik katsayısının (k) 1.24 Pas<sup>n</sup> ve akış indeksinin (n) 0.76 olduğu tespit edilmiştir (Hayta vd 2001, Genç vd 2002, Çolakoglu ve Çınar 2004).

Diğer bir araştırmada ise pirinç, mısır, darı ve buğday kırmaları kullanılarak 24 saatlik fermentasyon ile üretilmiş bozaların organik asit bileşimindeki değişimler belirlenmiştir. Bu araştırmanın sonucunda bozada bulunan başlıca organik asitlerin okzalik, laktik, pürivik ve asetik asit olduğu ve iz miktarda ise sitrik, orotik ve malik asit bulunduğu tespit edilmiştir. Buğday unu kullanılarak üretilen boza örneklerinin okzalik asit miktarı 425.50, pürivik asit miktarı 70.64, laktik asit miktarı 322.62 ve asetik asit miktarı 81.90 mg/kg olarak belirlenirken; mısır unu kullanılarak üretilen boza örneklerinin okzalik asit miktarı 186.22, pürivik asit miktarı 82.61, laktik asit miktarı 276.62 ve asetik asit miktarı 49.51 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Akpınar-Bayazit vd 2010).

Arıcı ve Dağlıoğlu (2002) tarafından rapor edilen bir çalışmada ise bulgur, ekmek, mısır, patates, pirinç ve buğday gibi farklı hammaddeler kullanılarak üretilen bozaların suda çözünebilir kurumadde içeriğinin %11.5-26.8, toplam kurumadde içeriğinin %14.49-28.03, kül içeriğinin %0.057-0.158, toplam şeker içeriğinin %7.33-21.89, nişasta içeriğinin %0.15-7.37, protein içeriğinin %0.477-1.012, ham lif içeriğinin %0.019-0.75, alkol içeriğinin %0.138-0.525, toplam asit içeriğinin (laktik asit cinsinden) %0.242-0.448 ve uçucu asit içeriğinin (asetik asit cinsinden) %0.0048-0.0324 tespit edilmiştir (Ustun ve Evren 1998).

Tahıl bazlı olarak laktik asit bakterileri ve mayaların ortak fermentasyonu ile farklı bölgelerde üretilmekte olan bozalardan *L. plantarum*, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *L. rhamnosus*, *L. acidophilus*, *L. fermentum*, *Leuc. mesenteroides*, *Leuc. reffinolactis*, *S. cerevisiae*, *Candida tropicalis* ve *C. glabrata* izole edilen bazı mikroorganizmalardır. Yapılan başka çalışmalarda ise bozada *L. sanfrancisco*, *L. paracasei* ssp. *paracasei*, *L. pentosus*, *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. acidophilus*, *L. rafinolactis*, *L. lactis*, *L. coprophilus*, *L. coryniformis*, *L. fermentum*, *L. confusus*, *Leuc. mesenteroides*, *Leuc. mesenteroides* ssp. *dextranicum*, *Leuc. oenos* ve *S. cerevisiae* gibi 600'den fazla türde bakteri ve maya izole edilmiştir (Evliya 1990, Hancıoğlu ve Karapınar 1998, Gotcheva vd 2000, Yücel ve Köse 2002, Botes vd 2007, Prado vd 2008, Todorov vd 2008).

Bozanın mikrobiyolojisi üzerine yapılan araştırmalarda yaklaşık toplam LAB sayısının  $7.6 \times 10^7$  kob/mL ve maya sayısının ise  $3.2 \times 10^7$  kob/mL olduğu ve aralarındaki oranın ise 2.4 olduğu tespit edilmiştir (Gotcheva vd 2000).

Yapılan araştırmalar ile bozanın insan sağlığı açısından yararlı bir gıda olduğu ve fermentasyon işleminin birçok besin maddesinin miktar ve biyoyarayışlılığını artırdığı, ürünün duyuşal özelliğini ve sindirilebilirliğini iyileştirdiği ve düşük pH değerleri ile patojen bakterilerin gelişimini engellediği belirlenmiştir (Charalampopoulos vd 2002a, olakoğlu ve ınar 2004, Arıcı ve Dağlıoğlu 2007, Konak 2008).

### **2.3. Fonksiyonel Gıdalar**

İnsanların sağlık bilinçlerinin gelişmesi, onları hastalanmadan önce sağlığı koruyucu ve geliştirici tedbirler almaya yöneltmiştir. Bu tedbirlerden önemli birisi de bilinçli ve fonksiyonel gıdalarla beslenmedir. Günlük diyet ile gıda formunda tüketilen, besleyici etkisinin yanında, farklı etkenlerle hastalık oluşma riskini azaltıcı, sağlığı ve iyi hali geliştirici gıdalar, fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Betoret vd 2003, Erbaş 2006, İşleten vd 2007).

Fonksiyonel gıda terimi ilk kez 1984 yılında Japonya'da yürütülen ve gıda bileşenlerinin vücut sistemleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir proje kapsamında kullanılmıştır. Ancak bu terimin ilaç olarak algılanabileceği endişesiyle fonksiyonel gıda yerine sağlıklı gıda teriminin kullanımının daha uygun olacağı kararlaştırılmıştır. Fonksiyonel gıdalar ile ilgili devam eden çalışmalarla 1991 yılında gıdaların sağlıklı yaşam için kullanımı (Foods for Specified Health Use, FOSHU) kavramı geliştirilmiştir. 2001 yılında ise bu tür gıdaların yalnızca gıda formunda olanlarına izin verilirken tablet formunda olanları gıda kapsamı dışına çıkarılmıştır (Ohama vd 2006).

Fonksiyonel gıda bileşeni olarak tanımlanan ve FOSHU listesinde yer alan toplam 596 bileşeninin yaklaşık yarısından fazlası sindirim sistemi üzerine faydalı etkilerde bulunurken geriye kalanı ise kan şekerini ve kolesterolü düşürücü, kemik ve kas sistemini güçlendirici gibi faydalı etkileri ile bilinmektedir (Ohama vd 2006).



Fonksiyonel gıda pazarı tüm dünyada hızla gelişmektedir. Bu gıdaların üretim ve tüketim oranlarının neredeyse Japonya ile aynı miktarda olduğu Avrupa'da ise fonksiyonel gıda pazarı Avrupa Fonksiyonel Gıda Bilimi Komisyonu (Functional Food Science in Europe, FUFOSSE) tarafından denetlenmektedir. Bu komisyonun 1999 yılında hazırladığı bildiriye göre fonksiyonel gıdalar; günlük tüketime uygun olup temel besleyici özelliklerinin yanında sağlığı iyileştirici, fizyolojik ve psikolojik açıdan hastalık riskini azaltıcı fonksiyonel özellikleri bilimsel olarak ispatlanmış ve kullanımı onaylanmış tablet formunda olmayıp doğal formda gıdalardır (Tonguç 2006, Roberfroid 2007).

Fonksiyonel gıdalar ile beslenmenin vücut fonksiyonlarının düzenlenmesinde önemli etkileri bulunmaktadır (Betoret vd 2003, İşleten vd 2007). Son yıllarda sağlık üzerine olumlu etkileri olan vitamin, mineral, besinsel lif, omega-3 yağ asitleri ve bitkisel steroller gibi biyoaktif maddelerce zenginleştirilmiş, probiyotik mikroorganizmalar ve prebiyotik bileşenler içeren fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi, gıda bilimi ve teknolojisinin önemli konularından biri olmuştur (Saarela vd 2000, Betoret vd 2003, Blandino vd 2003, Angelov vd 2006, İşleten vd 2007, Alm 2009, Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro 2010).

Fonksiyonel gıdalar ile ilgili yoğun çalışmalar yapılmakta olmasına rağmen bu alanda hala eksik bilgiler bulunmakta olup bu tür gıdaların sağlığı koruyucu ve iyi hali geliştirici özellikleri, etkili oldukları metabolizma sistemleri ve güvenilirlikleri üzerinde daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Fonksiyonel gıdaların sağlık üzerine yararları ve etki mekanizmaları yeni araştırmalarla belirlenebilmektedir (Roberfroid 2000, Wang 2009).

### **2.3.1. Probiyotik mikroorganizmalar**

Sindirim sisteminde bulunan faydalı mikroorganizmaların, sistemin fizyolojik dengesine olumlu yönde katkıda bulunmasına "probiyosis" ve bu mikroorganizmalara da probiyotik mikroorganizmalar ismi verilmektedir. Başka bir ifade ile probiyotikler,

konukçusunun doğal mikroflora özelliklerini iyileştirerek, onun sağlığına faydalı etkileri olan mikroorganizmalar olarak da tanımlanmaktadır (FAO 2001, Charalampopoulos vd 2002b, Betoret vd 2003, Çakır ve Çakmakçı 2004, Konak 2008, Prado vd 2008, Todorov vd 2008, Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro 2010). Probiyotikler sağlığa faydalarının yanı sıra son ürüne kazandırdıkları iyi duyuşal özellikler, raf ömrünü uzatma ve düşük depolama maliyeti gibi faktörlerle de tüketim kolaylığı sağlamakta ve sahip oldukları lipolitik, proteolitik ve  $\beta$ -galaktozidik aktiviteleri ile de sindirime yardımcı olmaktadır (Prado vd 2008, Alm 2009).

Günümüzde *L. acidophilus*, *L. fermentum*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. casei*, *Bifidobacterium longum*, *B. bifidum*, *B. breve* ve *Saccharomyces boulardii* gibi mikroorganizma türlerinin belirli suşları probiyotik olarak tanımlanmakta ve gıda üretiminde kullanılmaktadır (Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro 2010). Literatürde probiyotik özelliğı ile yaygın olarak bilinen mikroorganizma türleri Çizelge 2.2’de verilmiştir (Holzapfel vd 2001, Sağıdıç vd 2004). Bu mikroorganizmaların probiyotik etkilerini gösterebilmeleri için sindirim sisteminden ince bağırsağına geçebilecek kadar yüksek sayıda ( $10^6$ - $10^7$  kob/g) olmasının gerektiğı belirtilmektedir (Çakır ve Çakmakçı 2004, Uylaşer 2004, Prado vd 2008, Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro 2010). Ayrıca son zamanlarda yapılan çalışmalarda probiyotik mikroorganizmaların ölü hücrelerinin de bağışıklık sistemine yararlı etkileri olduğı tespit edilmiştir (Saarela vd 2000, Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro 2010).

İnsan sindirim sisteminde bir kısmı probiyotik olan ve K vitamini gibi besin maddelerini de sentezleyebilen yaklaşık 800 tür mikroorganizma yaşamaktadır. Bu mikroorganizmalar midede  $10^2$ - $10^4$ , ince bağırsakta  $10^6$ - $10^8$  ve kalın bağırsakta  $10^{10}$ - $10^{12}$  kob/g bulunmaktadır. İnsan sindirim sistemini kaplayan bu mikroorganizmalar doğumdan hemen sonra çevresel faktörlerin etkisi ile gelişmeye başlar. Mikroflorada genellikle *Bifidobacterium* cinsi bakteriler baskın olup doğumdan sonraki 24 aylık süreçte değışim gösterirler. Bu mikroflora sindirim sistemini kaplayan mukus tabakasınınca salınan antimikrobiyal peptit sentezini arttırarak patojenlere karşı vücudun ilk savunma sistemini oluştururlar (Trachoo vd 2006, Lee ve Salminen 2009, Laparra ve Sanz 2009). Bu koruyucu mikroflora yaş, stres, diyet, et ürünleri gibi proteince

zengin gıdalarla beslenme ve antibiyotik kullanımı gibi faktörlerden etkilenecek zamanla zayıflaması nedeniyle takviye edilerek etkinliğinin artırılması gerekmektedir (Çakır ve Çakmakçı 2004, Alm 2009, Laparra ve Sanz 2010).

Gıdalarda kullanılacak probiyotik mikroorganizmaların istenilen faydalı etkileri gösterebilmesi için, sindirim sisteminin ekstrem şartlarında asit, baz, tuz ve düşük oksijene karşı toleranslı, antibiyotiklere karşı dirençli, patojenlere karşı baskın ve bağırsakta çoğalarak epitel dokuya yerleşebilmesi gerekmektedir (Saarela vd 2000, Çakır ve Çakmakçı 2004, Uylaşer 2004, Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro 2010).

Çizelge 2.2. Literatürde probiyotik özelliği ile yaygın olarak bilinen mikroorganizma türleri (Holzapfel vd 2001, Sağdıç vd 2004)

<b><i>Lactobacillus</i> spp.</b>	<b><i>Bifidobacterium</i> spp.</b>	<b>Diğer</b>
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. infantis</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i> <sup>2</sup>
<i>L. casei</i> Shirota	<i>B. bifidum</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <sup>2</sup>
<i>L. johnsonii</i>	<i>B. adoloscentis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i> <sup>1</sup>
<i>L. fermentum</i>	<i>B. breve</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
<i>L. plantarum</i>	<i>B. longum</i>	<i>Eschericia coli</i> Nissle
<i>L. gasseri</i>	<i>B. animalis</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
<i>L. paracasei</i>	<i>B. catenulatum</i>	<i>Sporolactobacillus inulinus</i> <sup>1</sup>
<i>L. reuteri</i>		<i>Bacillus cereus</i> var. <i>toyoi</i> <sup>1,2</sup>
<i>L. rhamnosus</i>		<i>Propionibacterium freudenreichii</i> <sup>1,2</sup>
<i>L. crispatus</i>		
<i>L. salivarius</i>		

<sup>1</sup> Hayvanlarda kullanılmaktadır.

<sup>2</sup> Tıpta ve ilaçların hazırlanmasında kullanılmaktadır.

### 2.3.1.1. *Lactobacillus acidophilus*

*Lactobacillacea* familyasına dahil olan *L. acidophilus*, gram pozitif, çubuk şekilli, 0.6-0.9x1.5-6.0 µm boyutlarında fakültatif anaerob ve katalaz negatif bir bakteri türüdür. Gelişim gösterdikleri optimum sıcaklık 37°C ve pH aralığı ise 5.5-6.0 dır. Gelişim için ortam başlangıç pH değerinin 5-7 arasında olması gerekmektedir. Bu bakteriler, çoğalabilmeleri ve gelişebilmeleri için asetat, riboflavin, pantotenik asit, niasin, folik asit ve kalsiyum gibi organik asit, vitamin ve minerallere ihtiyaç duymaktadırlar (Özbaş 1993, Kılıç 2001).

Homofermentatif bir bakteri olan *L. acidophilus* bakterileri %0.3-1.9 oranında laktik asit üretebilmektedirler. Ayrıca çeşitli mikroorganizmalara karşı laktosidin, asidolin, laktolin ve laktasin gibi antimikrobiyal maddeler üretebildiklerinden ve geliştikleri ortamda asidik şartlar oluşturabildiklerinden patojen ve putrefaktif mikroorganizmalar üzerinde inaktive edici özelliğe sahiptirler. İlk olarak bebek dışkıdan izole edilen *L. acidophilus*, mide öz suyunda iki gün, safra salgısı ve dışkıda ise daha uzun süre canlı kaldığı ve vücuda alımından itibaren 5 gün süre ile dışkıdan izole edilebildiği rapor edilmiştir. Bahsedilen özellikleri nedeniyle *L. acidophilus* türü bakterilerin probiyotik suşları fonksiyonel gıda ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Özbaş 1993, Kılıç 2001).

### **2.3.1.2. *Bifidobacterium bifidum***

*Actinomycetaceae* familyasına dahil olan bu bakteriler gram pozitif ve anaerobik özelliktedir. Gelişim gösterdikleri optimum sıcaklık 37°C ve pH 6.5-7.0 değerleri arasında olup pH değeri 8.5'in üstünde gelişim gösterememektedir (Özbaş 1993). Önceleri izole edilen *Bifidobacterium* cinsi bakteriler *Lactobacillus* cinsinin bir türü olarak sınıflandırılmasına karşın, yapılan çalışmalarla bu bakterilerin DNA homolojisi, hücre duvarı bileşenleri, fosfolipid bileşimi, morfolojik ve fizyolojik özellikleri araştırılmış ve ayrı bir cins olarak sınıflandırılmasına karar verilmiştir (Poupard vd 1973). *Bifidobacterium* cinsi bakterileri ayıran temel özellik ise fruktoz 6 fosfat fosfoketolaz enzimi sentezleyebilmeleri ve *Lactobacillus* cinsi bakterilerin sentezlediği aldolaz ve glikoz-6-fosfat dehidrojenaz enzimlerini sentezleyememeleridir (Alp ve Aslım 2009, Turroni vd 2010).

*Bifidobacterium* cinsine ait bakteriler gelişim göstermek için fazla sayıda vitamin, amino asit ve fermente edilebilir karbonhidratlara gereksinim duymakta olup karbon kaynağı olarak karbonat ve bikarbonatı kullanmaktadırlar. Bu bakteriler fermentasyon ortamında bütirik, laktik ve asetik asit gibi organik asitleri ve K vitamini, tiamin ve riboflavin gibi vitaminlerini üretebilmektedirler (Özbaş 1993, Kılıç 2001).

Probiyotik gıdaların üretiminde kullanılan mikroorganizma suşlarının bağırsağa tutunabilme, sindirim sisteminin ekstrem şartlarına dayanabilme ve patojen bakterilerin gelişimini engelleyebilme gibi temel özelliklerin yanında vitamin üretebilmesi de son zamanlarda aranan özelliklerden birisi olmuştur (Alp ve Aslım 2009). Bu anlamda fermentasyon ortamında B grubu vitaminleri ve K vitaminini üretebilen *Bifidobacterium* cinsi bakteriler fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

### 2.3.1.3. *Saccharomyces boulardii*

*Saccharomyces boulardii* probiyotik özellikleri plasebo testleri ile kanıtlanmış bir maya türü olup, diğer probiyotiklerden ökaryotik olması ile ayrılmaktadır. Bu maya, optimum gelişme sıcaklığının vücut sıcaklığı olan 37°C olması, mide asitliğine ve safra tuzlarına dayanıklı olması ve mikrobiyal patojenleri inhibe edebilmesi gibi özellikleri ile probiyotik bir mikroorganizma olarak tanımlanmaktadır (Czerucka vd 2007).

*Hemiascomycete* familyasına dahil olan *S. boulardii* ilk olarak izole edildikleri çalışmalarda *S. cerevisiae* türüne dahil edilmiş iseler de yürütülen çalışmalar morfolojik ve moleküler özellikleri ortaya koyulmuş ve ayrı bir tür olarak sınıflandırılmasına karar verilmiştir (Czerucka vd 2007).

*S. boulardii* mayasının liyofilize formu birçok ülkede *Clostridium difficile*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella*, *Shigella* ve *Escherichia coli* gibi patojenlerden ve antibiyotik tüketiminden kaynaklanan diyarenin tedavisinde ilaç olarak kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada tetrasiklin ve betalaktam gibi antibiyotikleri kullanan 338 hastada günlük 200 mg *S. boulardii* alımı ile diyare görülme sıklığı plasebo alan gruba göre önemli bir şekilde azalmıştır. Ayrıca *S. boulardii* mayasının probiyotik özelliklerini vücuda alındıktan çok sonraları bile sürdürebildikleri tespit edilmiştir (Im ve Pothulakis 2010).

### 2.3.2. Prebiyotik bileşenler

Prebiyotikler, vücuda alındıklarında büyük bir çoğunluğu sindirilmeden kalın bağırsağa geçen, sindirim sisteminde gelişip konukçusunun sağlığına faydalı etkileri olan probiyotik mikroorganizmalar tarafından fermente edilebilen ve seçici olarak bu mikroorganizmaların gelişimini destekleyen bileşiklerdir (Cashman 2003, Venter 2006, Roberfroid 2007, Lee ve Salminen 2009, Wang 2009, Laparra ve Sanz 2010).

Fonksiyonel gıda tüketiminin artmasıyla birlikte prebiyotik bileşenler üzerine de birçok araştırma yapılmaya başlanmıştır. Yapılan bu araştırmalar sonucunda bir bileşiğin prebiyotik olarak kabul edilebilmesi için çeşitli kriterler belirlenmiştir. Buna göre prebiyotik bileşenler; gıda işleme prosesinde yüksek sıcaklık ve basınç gibi koşullarda kimyasal özelliklerini koruyabilme, mide asitliğine ve ince bağırsaktan emilime direnç gösterebilme, sindirim sistemi florası tarafından fermente edilebilme ve bu probiyotik mikroorganizmaların gelişimini patojenlere göre daha seçici olarak teşvik etme gibi özelliklere sahip olmalıdır (Manning ve Gibson 2004, Venter 2006, Roberfroid 2007, Wang 2009, Laparra ve Sanz 2010). Prebiyotik bir bileşen olan fruktooligosakkaritler, *Bifidobacterium* türü bakterilerin ürettiği  $\beta$ -fruktofuranozidaz enzimi tarafından hidroliz edilebildiğinden bu bakteriler tarafından fermente edilebilmekte ve *Bifidobacterium* türlerinin gelişimini seçici olarak desteklemektedir (Manning ve Gibson 2004). Yapılan çalışmalar prebiyotik tüketimi ile bağırsak mikroflorasındaki probiyotiklerin sayısının arttığını göstermiştir (Alm 2009). Yerlikaya ve Karagözlü (2009)'un rapor ettiği bir çalışmada, bebek mamalarına yapılan prebiyotik katkılarının bağırsak mikroflorasının *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* sayılarında artışa neden olduğu bildirilmiştir.

Günümüzde gıda sistemlerinde yaygın olarak kullanılan başlıca prebiyotik bileşenler fruktooligosakkaritler (FOS) ve galaktooligosakkaritler (GOS) olarak bildirilmektedir. İnülin FOS grubu prebiyotiklerin en yaygın kullanılanıdır. Yaygın olarak kullanılan prebiyotik bileşenler Çizelge 2.3'de (Roberfroid 2007, Manning ve Gibson 2004) verilmiştir. Tahıllarda yoğun olarak bulunmakta olan prebiyotik bileşenler meyve ve sebzelerde daha düşük oranlarda bulunmaktadır. Bu bileşenler

bitkilerden ekstraksiyon yoluyla elde edilebildiği gibi enzimatik hidroliz veya mono ve dissakkaritlerden sentez yoluyla da üretilebilmektedir (Manning ve Gibson 2004, Venter 2006, Lee ve Salminen 2009, Wang 2009).

Çizelge 2.3. Fonksiyonel gıda üretiminde yaygın olarak kullanılan prebiyotik bileşenler (Roberfroid 2007, Manning and Gibson 2004)

<b>Oligosakkaritler</b>	<b>Disakkaritler</b>
Frukto-oligosakkaritler	Laktuloz
Galakto-oligosakkaritler	Laktitol
Gluko-oligosakkaritler	Dirençli nişasta
Ksilo-oligosakkaritler	Diyet lif
İzomalto-oligosakkaritler	
Laktosukroz	
Soya-oligosakkaritleri	
İnulin	

Prebiyotik bileşenler sahip oldukları fizikokimyasal ve organoleptik özellikleri bakımından da gıda sistemlerinde aranan bileşenlerdir. Birçok ülkede kullanımları katkı maddesi sayılmayıp gıda ve gıda bileşeni olarak sınıflandırılmaktadırlar. Prebiyotikler sağlığa faydalı etkilerinin yanında tekstür ve lezzet geliştirici, şeker ve yağ ikame edici, ısıtma direnç kazandırıcı, viskozite artırıcı, su bağlayıcı, donma noktasını düşürücü ve kristal oluşumunu engelleyici özellikleri ile de gıda sanayinde kullanılmaktadırlar (Venter 2006, Lee ve Salminen 2009, Wang 2009).

#### **2.4. Fonksiyonel Gıdalar ve Sağlık Üzerine Etkileri**

Probiyotik mikroorganizmalar ve prebiyotik bileşenler çeşitli fonksiyonel özelliklere sahip olmalarından dolayı sağlık açısından oldukça önemlidirler. Birçok sağlık sorununun tedavisinde tek başlarına veya diğer tedavi yöntemleri ile birlikte kullanılmaları önerilmektedir (Roberfroid 2007). Literatürden derlenen probiyotik mikroorganizma ve prebiyotik bileşenlerin sağlık üzerine çeşitli etkileri Çizelge 2.4'de verilmiştir.

Probiyotik mikroorganizmaların ve prebiyotik bileşenlerin sağlık üzerine en önemli etkisi günümüzde en sık görülen ikinci kanser türü olan kolon kanseri oluşma riskini

azaltmasıdır. Sindirim sisteminde gelişen mikrofloranın bazı üyeleri karsinojenik bileşikleri aktive eden glukozidaz, azoreduktaz ve nitroreduktaz gibi enzimler üretmektedir. Bu enzimler karaciğerde karsinojenik ve mutajenik metabolitlerin birikmesine ve safra tuzları ile bağırsak ortamına aktarılmasına neden olmaktadır. Bu zararlı bileşiklerin bağırsaklarda konsantrasyonunun yükselmesi ise kolon kanseri riskini de arttırmaktadır. Ancak bağırsakta yaşayan faydalı mikroorganizmalar bu enzimleri parçalayarak kanser riskini azaltmaktadır (Senok vd 2005, Laparra ve Sanz, 2010). Prebiyotiklerin fermentasyonu ile ortaya çıkan asetat, propiyonat ve bütirat gibi kısa zincirli yağ asitleri de kanser hücrelerini inhibe edici etki göstermektedirler (Venter 2006). Ayrıca prebiyotik bileşenlerin kalın bağırsakta laksatif etki yaratmasından dolayı karsinojenik ve mutajenik toksinlerin bağırsakta kalma süreleri de azalmakta ve dolayısı ile kansere karşı koruyucu bir etki göstermektedirler.

Bağırsakta *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerine ait probiyotik suşların ve *S. boulardii* gibi probiyotik mikroorganizmaların dengeli bir şekilde varlığı sağlık açısından çok önemli olup, yoklukları epitel doku zararlanmasından başlayarak birçok sağlık problemlerine neden olabilmektedir (Alm 2009). Kobaylar üzerinde yapılan çalışmalarda probiyotiklerin mide-bağırsak enfeksiyonlarının engellenmesi, serum kolesterolünün ve trigliserit miktarının azaltılması, osteoporozun iyileştirilmesi, bağışıklık sisteminin uyarılması ve desteklenmesi, vitamin üretimi ve mineral emiliminin artırılması üzerine etkili olduğu belirlenmiştir (Saarela vd 2000, Charalampopoulos vd 2002b, Manning ve Gibson 2003, Çakır ve Çakmakçı 2004, Güven 2004, Konak 2008, Tannis 2008, Wang 2009, Alm 2009, Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro 2010).



Çizelge 2.4. Probiyotik mikroorganizma ve prebiyotik bileşenlerin sağlık üzerine etkileri

<b>Etken</b>	<b>Sağlığa faydalı Etki</b>	<b>Etki Mekanizması</b>	<b>Literatür</b>
Probiyotik mikroorganizmalar Prebiyotik bileşenler	Kolon kanserinin önlenmesi	Karsinojenik ve mutajenik bileşiklerin inhibisyonu, kısa zincirli yağ asitlerinin üretimi ile kanser hücrelerinin gelişiminin engellenmesi, laksatif etkinin artışı ile toksik bileşiklerin kolonda kalma süresinin kısalması	Senok vd 2005, Venter 2006, Laparra ve Sanz 2010
Probiyotik mikroorganizmalar Prebiyotik bileşenler	Gastrointestinal rahatsızlıkların tedavisi	Üretilen organik asit ve kısa zincirli yağ asitlerinin bağırsağın peristaltik hareketlerini düzenlemesi	Senok vd 2005, Saarela vd 2000, Lee ve Salminen 2009
Probiyotik mikroorganizmalar prebiyotik bileşenler	Bağışıklık sisteminin geliştirilmesi	İmmünoglobüler protein üretiminin, IgA miktarının ve makrofaj etkinliğinin artması	Woodcock vd 2004, Venter 2006, Timmerman vd 2007
Probiyotik mikroorganizmalar prebiyotik bileşenler	Kalsiyum emiliminin artırılması	Fitik asitin parçalanarak çelat özelliğini kaybetmesi, düşük pH ortamı ile kalsiyum çözünürlüğünün artması	Coundray vd 1997, Greger 1999, Cashman 2003
Probiyotik mikroorganizmalar	Patojen ve putrefaktif mikroorganizma inaktivasyonu	Ortamın pH değerini düşürerek ve besin rekabeti yaparak patojenlerin gelişiminin ve epitel hücrelere tutunmasının engellenmesi, antimikrobiyal bileşenlerin üretimi	Saarela vd 2000, Manning ve Gibson 2004, Alm 2009
Probiyotik mikroorganizmalar	Laktoz sindirimi	Laktoz intolerans hastalarda bakteriyel laktaz üretimi	Sanders 1998
Probiyotik mikroorganizmalar	Kan kolesterolü ve trigliserit seviyesinin düşürülmesi ve obezitenin engellenmesi	Safra asiti ön bileşiklerini dekonjugasyon ve dehidroliz yoluyla inhibe edilerek lipit çözünürlüğünü ve emilimi azaltması	Delzenne ve Kok 1999, Tahri vd 2008, Laparra ve Sanz 2010

Probiyotikler; patojen mikroorganizmalara karşı inhibitör maddeler üreterek (bakteriyosinler, organik asitler, hidrojen peroksit, vb.), besin rekabeti yaparak ve bağırsak yüzeyine tutunmalarını zorlaştırarak etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra probiyotikler vücut ve bağışıklık sistemi için yararlı bileşikler (biyoaktif bileşenler, immünoglobüler proteinler, vb.) üreterek, antibiyotik tedavisinden sonra zarar gören floranın tekrar eski haline dönmesini sağlayarak ve laktoz intolerans hastalarda laktozun sindirimine yardımcı olarak da sağlığa faydalı olmaktadır (Sanders 1998, Saarela vd 2000, Çakır ve Çakmakçı 2004, Manning ve Gibson 2004, Stanson vd 2005, Alm 2009, Wang 2009, Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro 2010).

Ayrıca probiyotik bakteriler bağırsaklardan lipit emilimini de azaltmaktadır. Safra asiti ön bileşiği olan kolik asit ve kenodezoksikolik asit karaciğerde kolestrolde sentezlenmektedir. Sindirim sisteminde bulunan probiyotik bakteriler bu asitleri ikincil tuzlara dönüştürüp inaktive ederek lipitlerin çözünürlüklerini azaltıp bağırsaktan emilim oranını düşürebilmektedirler (Laparra ve Sanz 2010).

Probiyotik mikroorganizmaların ve prebiyotik bileşenlerin tek başlarına kullanıldığı sistemlerde sağlığı ve iyi hali geliştirici etkileri araştırmalarla kanıtlanmıştır. Ancak bu iki fonksiyonel bileşenin birlikte kullanıldığı sistemler sinerjistik özelliğe sahip olup en yüksek etkiyi ancak bu durumda sağlamaktadırlar. Öyle ki probiyotik bakterilerin ve prebiyotik bileşenlerin birlikte kullanıldığı sistemlerde ülseratif kolit tedavisi antibiyotik kullanımı kadar etkili olmaktadır (Lee ve Salminen 2009, Wang 2009).

## **2.5. Tahılların Fonksiyonel Gıda Kaynağı Olarak Kullanılabilme İmkanları**

Gıda satış merkezlerinde mevcut olan probiyotik gıdaların çoğunluğu süt kaynaklı olup, tahıl gibi yaygın hammaddeler kullanılarak hazırlanmış probiyotik ürünler sınırlı sayıda bulunmaktadır (Angelov vd 2006). Beslenmede kullanılan kaynakların %60'dan fazlasını oluşturan tahılların kolay bulunabilir olması, vejeteryan beslenme eğilimlerinin artması ve süt kaynaklı laktoz intolerans gibi rahatsızlıkların yaygınlaşması gibi nedenlerle tahıl bazlı yeni probiyotik ürünlerin geliştirilmesi araştırmaları önem

kazanmaya başlamıştır (Saarela vd 2000, Blandino vd 2003, Trachoo vd 2006, Prado vd 2008, Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro 2010). Bazı tahılların ve sütün besin bileşenleri içeriği Çizelge 2.5’de verilmiştir.

Çizelge 2.5. Bazı tahılların ve sütün besin bileşenleri içeriği (Charalopoulos vd 2002b)

Bileşen	Hammadde						
	Malt	Pirinç	Mısır	Buğday	Sorgum	Darı	Süt
Su*	8	12.00	13.8	12	11	11.8	87.4
Protein *	13.1	7.5	8.9	13.3	11	9.9	3.5
Lipit *	1.9	1.9	3.9	2	3.3	2.9	3.5
Karbonhidrat*	77.4	77.4	72.2	71	73	72.9	4.9
Diyet lif *	5.7	0.9	2	2.3	1.7	3.2	-
Kül *	2.4	1.2	1.2	1.7	1.7	2.5	0.7
Kalsiyum**	40	32	22	41	28	20	118
Fosfor **	330	221	268	372	287	311	93
Demir **	4	1.6	2.1	3.3	4.4	68	-
Potasyum**	400	214	284	370	350	430	144
Tiamin**	0.49	0.34	0.37	0.55	0.38	0.73	0.03
Riboflavin**	0.31	0.05	0.12	0.12	0.15	0.38	0.17
Niasin**	900	1.7	2.2	4.3	3.9	2.3	0.1
Mg**	140	88	147	113	-	162	13

\*g/100g, \*\*mg/100g , - Analiz edilmedi

Tahıllar prebiyotik olarak da bilinen diyet lifler ve  $\beta$ -glukan içerdikleri için, probiyotiklerin gelişmesi için uygun substratlardır (Kedia vd 2007).  $\beta$ -glukan sahip olduğu serum kolesterol seviyesini düşürmek gibi sağlığa faydalı biyoaktif etkilerinin yanı sıra bazı probiyotiklerin gelişimini de desteklemektedir (Martenson vd 2005, Angelov vd 2006). Dolayısıyla tahıllar yüksek miktarda prebiyotik bileşenler içerdiği için, probiyotik mikroorganizmaların gelişimini teşvik etmektedir.

Sonuç olarak, ucuz ve kolay bulunabilir bir hammadde olan, aynı zamanda prebiyotik bileşenler de içeren tahıllar toplum sağlığı ve beslenmesi bakımından önemli olan probiyotik gıdalar geliştirilmesi için iyi bir kaynaktır. Günümüzde gıda bilimi ve teknolojisinin görevlerinden biri de arzu edilebilirliği ve fonksiyonelliği yüksek gıdalar üretmektir. Bu nedenlerle tahıl kaynaklı bir gıda olan bozayı probiyotik olarak üretmek ve tüketime sunmak toplum beslenmesi ve sağlığı açısından önemli bir konudur.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Araştırmada, iyi kalitede ve parlak sarı renkteki mısır (*Zea mays*) ve buğdayın (*Triticum aestivum*) öğütülmesiyle oluşturulan kırmalar Ekin Boza Fabrikasından (Bursa) temin edilerek kullanılmıştır. Boza üretiminde probiyotik kültür olarak kullanılan *Lactobacillus acidophilus* LH-5 ve *Bifidobacterium bifidum* BF-2 Cell Biotech (Duolac, Danimarka) firmasından, probiyotik maya olarak kullanılan *Saccharomyces boulardii* Biocodeks (Reflor, Cedex, Fransa) firmasından ve aroma geliştirici olarak kullanılan *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* Sabinsa (East Windsor, ABD) firmasından temin edilmiştir. Mikrobiyolojik ve kimyasal analizlerde kullanılan malzemeler niteliğine uygun olarak analitik ve kromatografik saflıkta Merck (Darmstadt, Almanya) ve Sigma (Taufkirchen, Almanya) firmalarından temin edilmiştir. Boza üretiminde iyi kalitede içme suyu kullanılmıştır.

#### 3.2. Metot

##### 3.2.1. Boza üretimi ve depolama

Boza üretiminde mısır ve buğday kırmaları 1:1 oranında kullanılmıştır. Boza pişirme işlemi için kaynamakta olan suya (10 L) önce mısır kırması (3 kg), sonra ise buğday kırması (3 kg) yavaş yavaş karıştırılarak ilave edilmiştir. Karışım, buharlaşan suyu dengelemek için kaynar su ilave edilerek ve sürekli karıştırılarak 90 dakika süre ile pişirilmiştir. Pişirilen lapa bir teknede 10 dakika dinlendirildikten sonra, lapa ağırlığının yarısı kadar oda sıcaklığındaki su (8 L) ilave edilerek bir mikser (MP 450 Combi, Fransa) ile 20 dakika süre ile homojenize edilmiştir. Homojenize lapadan, kalan tahıl kepeklerinin ayrılması için lapa 500 µm gözenek açıklığına sahip elekten (Retsch, Haan, Almanya) geçirilmiş ve 7 kg ıslak kepekli materyal ayrılmıştır. Eleme işleminden sonra lapa ağırlığının (17 kg) %15'i oranında sakkaroz (2.55 kg) lapaya ilave edilmiş ve şeker tamamen çözününceye kadar, lapa mikser ile karıştırılarak tatlı boza elde edilmiştir.

Boza üretiminde, *S. boulardii* ile birlikte starter kültür olarak kullanılmak üzere *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* LH-5 ve *B. bifidum* BF-2 bakterilerini eşit sayıda içeren bakteri karışımı (1:1:1) hazırlanmıştır. Hazırlanan tatlı boza 5 eşit parçaya bölündükten sonra her birine  $2 \times 10^2$  maya sayısının  $1.5 \times 10^4$ ,  $2 \times 10^4$ ,  $2.5 \times 10^4$  ve  $3 \times 10^4$  katı kadar olacak şekilde bakteri kültürü ilave edilmiş ve bu bozalar sırasıyla A, B, C ve D olarak isimlendirilmiştir. Diğer bir tatlı bozaya ise ağırlığının %5'i kadar ticari boza ilave edilerek bu boza kontrol olarak kullanılmak üzere K olarak isimlendirilmiştir. İlave edilen kültürlerin tatlı bozalar içerisinde homojen dağılımını sağlamak için, bozalar 5 dakika süre ile bir mikser aracılığıyla karıştırılmıştır.

Starter kültür ilave edilmiş olan tatlı bozalar  $25^\circ\text{C}$ 'de 24 saat süre ile fermentasyona bırakılmış ve her örnek alma öncesinde mikser aracılığıyla 5 dakika süre ile karıştırılmıştır. Fermentasyon sonunda bozalar buzdolabı şartlarında ( $+4^\circ\text{C}$ ) 15 gün süre ile depolanmıştır.

### 3.2.2.1 Mikroorganizma kültürlerin hazırlanması

Yapılan boza ön denemelerinde en iyi tat ve kıvamın 24 saatlik fermentasyon sonunda üretilen bozada yaklaşık  $10^4$  kob/mL maya sayısı ile sağlandığı tespit edilmiştir. Bu nedenle fermentasyon başlangıcında tatlı bozaya fermentasyon sonu hedef *S. boulardii* sayısını yaklaşık olarak sağlayan  $2 \times 10^2$  kob/mL değerinde saf *S. boulardii* maya kültürü ilave edilmiştir. Starter kültür olarak kullanılan bakteri sayıları maya sayısının  $1.5 \times 10^4$ ,  $2.0 \times 10^4$ ,  $2.5 \times 10^4$  ve  $3 \times 10^4$  katı kadar olacak şekilde (A, B, C ve D) hazırlanmıştır. Aseptik şartlar altında her boza çeşidi için ayrı *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* LH-5 ve *B. Bifidum* BF-2 (1:1:1) sterilize santrifüj tüpünün içerisine tartılmıştır. Tartılan kültürlerin üzerine otolizin önlenmesi için 2 g boza ve 25 mL sterilize saf su ilave edilerek 2 dakika girdap karıştırıcıda karıştırılmış ve ardından eşit miktarlarda ki 4 farklı tatlı boza örneğine (A, B, C ve D) yukarıdaki sayıları sağlayacak kadar ilave edilmiştir. Kontrol örneği (K) ise piyasadan temin edilen ticari bozanın, tatlı boza örneğine %5 oranında ilave edilip karıştırılması ile üretilmiştir.

### **3.2.2. Örnekleme**

Boza üretimi ve depolanması aşamasında ilgili analizlerin yapılması amacıyla 24 saatlik boza fermentasyonunun her 6 saatinde bir (0., 6., 12., 18. ve 24. saat) ve 15 günlük boza depolamasının her 3 gününde bir (0., 3., 6., 9., 12. ve 15. gün) örnek alınmıştır.

Mikrobiyolojik analizler fermentasyon ve depolama sürecinde örnekleme zamanında hemen yapılmıştır. Fiziksel ve duyuşsal analizler fermentasyon sonunda ve depolamanın her üç gününde bir +4°C’de depolanan boza örneklerinde yapılmıştır. Kimyasal analizler ise fermentasyon ve depolamanın tüm örnekleme zamanlarında sızdırmaz kapaklı örnek kaplarına alınan örneklerin -18°C’de muhafaza edilmesinden sonra tüm örneklerde aynı anda yapılmıştır.

### **3.2.3. İstatiksel analiz yöntemleri**

Deneme, iki tekerrürlü analizler ise paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Beş farklı üretim yöntemi (A, B, C, D ve K) ile üretilen bozalardan fermentasyonun 5 farklı zamanında ve depolamanın 6 farklı zamanında elde edilen verilere varyans analizi ve önemli bulunan parametrelere Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Tüm istatistik hesaplamalar SAS istatistik programı ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama  $\pm$  standart hata şeklinde düzenlenmiştir. Fermentasyon sonu (24. saat) verileri, depolama başlangıç (0. gün) verileri olarak kullanılmıştır.

### **3.2.4. Mikrobiyolojik analiz yöntemleri**

#### **3.2.4.1. Örneklerin mikrobiyolojik analize hazırlanması**

Mikrobiyolojik analizlerde kullanılacak ringer çözeltileri (Merck, Darmstadt Almanya) (1/4 kuvvetinde) cam tüplere 9 mL ve erlenmayerlere 90 mL aktarılarak ağızları kapatıldıktan sonra otoklavda (Hirayama, Saitama, Japonya) sterilize edilmiş (121°C’de 15 dakika) ve oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Aseptik şartlarda

karıştırılarak homojen hale getirilmiş 10 g boza örneği sterilize erlenmayere tartılıp homojen bir karışım oluşuncaya kadar karıştırılarak ilk dilüsyon ( $10^{-1}$ ) hazırlanmıştır. Daha sonra 9 mL ringer çözeltilisi içeren deney tüpleriyle seri dilüsyonlar hazırlanmıştır (Anonymous 1992).

#### **3.2.4.2. Toplam laktik asit bakterisi sayımı**

Toplam LAB sayımında “De Man, Rogosa and Sharpe” (MRS) agar besiyeri ortamı olarak kullanılmıştır. Besiyeri otoklavda sterilize edildikten ( $121^{\circ}\text{C}$ , 15 dakika) ve oda sıcaklığına soğutulduktan sonra, uygun dilüsyonlardan dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petriler  $37^{\circ}\text{C}$ 'de oksijensiz ortam sağlayan kitlerin (Anaerocult, Merck, Darmstadt, Almanya) varlığında 72 saat inkübasyona bırakılmış ve 15-300 adet arasında koloni oluşturan petrilerden sayım yapılmıştır. Petride görülen *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* ve *L. acidophilus* kolonileri, LAB olarak değerlendirilmiştir (Tharmaraj ve Shah 2003, Phillips vd 2006).

#### **3.2.4.3. *Bifidobacterium bifidum* sayımı**

*Bifidobacterium bifidum* sayımında besiyeri olarak NNLP (neomisin, nalidisik asit, lityum klorit, paramomisin) ilave edilmiş MRS agar kullanılmıştır. Besiyeri hazırlandıktan sonra pH değeri 0.1 N NaOH kullanılarak 6.5'e ayarlanmıştır. Besiyeri otoklavda sterilize edilip ( $121^{\circ}\text{C}$ , 15 dakika) soğutulduktan sonra, soğutulmuş besiyeri üzerine 0.45  $\mu\text{m}$  filtreden geçirilmiş NNLP karışımı (neomisin sülfat  $100\text{mgL}^{-1}$ , nalidisik asit  $50\text{mgL}^{-1}$ , lityum klorit  $3000\text{mgL}^{-1}$  ve paramomisin sülfat  $200\text{mgL}^{-1}$ ) besiyerinin %20'si oranında ilave edilmiş ve uygun dilüsyonlardan dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petriler  $37^{\circ}\text{C}$ 'de oksijensiz ortam sağlayan kitlerin (Anaerocult, Merck, Darmstadt, Almanya) varlığında 72 saat inkübasyona bırakılmış ve 15-300 adet arasında koloni oluşturan petrilerden sayım yapılmıştır (Dave ve Shah 1997, Tharmaraj ve Shah 2003, Özer vd 2008).

#### **3.2.4.4. Maya sayımı**

A, B, C ve D örneklerinin *Saccharomyces boulardii* ve K örneğinin toplam maya sayımında “Yeast Extract Glucose Chlorphenicol” (YGC) agar besiyeri olarak kullanılmıştır. Besiyeri otoklavda sterilize edildikten (121°C, 15 dakika) sonra aseptik şartlarda petri kaplarına dökülmüş ve soğutulmuştur. Katı hale gelen besiyeri üzerine seyreltilmiş uygun örnek dilüsyonlarından yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petriler 37°C’de 72 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra 15-150 arasında koloni oluşturan petrilere sayım yapılmıştır (Vanhee vd 2010). Bu sayımlarda A, B, C ve D bozalarına üretim için pişirme işleminden sonra yalnızca *Saccharomyces boulardii* ve K bozasına ise yalnızca ticari boza maya olarak ilave edildiğinden; A, B, C ve D örneklerinin maya içeriği *Saccharomyces boulardii* ve K örneğinin maya içeriği ise toplam maya olarak değerlendirilmiştir.

#### **3.2.5. Kimyasal analiz yöntemleri**

##### **3.2.5.1. Kurumadde analizi**

Bozaların kurumadde değeri, petri kabına alınan 5 g örneğin kurutma kabinde 105°C’de sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmesi ile tespit edilmiştir (AACC 2000, Cemeroğlu 2007).

##### **3.2.5.2 pH analizi**

Bozaların pH değeri, behere tartılan 5 g örneğin 5 katı suyla seyreltilmesinden sonra manyetik karıştırıcı üzerinde pH metre (Orion star, Thermo, Waltham, ABD) kullanılarak belirlenmiştir.

##### **3.2.5.3 Toplam titre edilebilir asitlik analizi**

Bozaların toplam asitlik değeri, behere tartılan 5 g örnek üzerine 25 mL su ilave edilmesinden sonra manyetik karıştırıcı üzerinde pH değeri 8.1 oluncaya kadar 0.1 N



NaOH çözeltisi ile potasyometrik olarak titre edilmesinden sonra, sarf edilen hacim üzerinden laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

#### **3.2.5.4. Su aktivitesi analizi**

Bozaların su aktivitesi ( $a_w$ ) değeri, su aktivitesi ölçüm cihazı (Testo 650, Lenskirch, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir.

#### **3.2.5.5. Şeker ve organik asit analizi**

Şeker ve organik asitlerin analiz edilmesinde GC-MS sistemi kullanılmıştır. Analiz için 6 g örnek bir tüp içerisine tartılarak üzerine 20 mL kromatografik saflıkta su ilave edilmiş ve tüp içeriği 11000 rpm dönüş hızında 30 s süreyle homojenize edilmiştir. Homojenize örnek 12000 rpm dönüş hızında 10 dakika süreyle santrifüj edildikten sonra tüp içeriğinin orta fazından 5 mL ekstrakt alınmıştır. Bu ekstrakt daha önceden 1:9 metanol:su çözeltisiyle şartlandırılmış  $C_{18}$  dolgu maddeli katı faz temizleme kartuşundan (Applied Separations, Allentown, ABD) geçirilmiş, ilk geçirilen 2 mL ekstrakt atıldıktan sonra, alınan ekstrakt 0.45 µm filtreden (Milipore, Billerica, ABD) geçirildikten sonra 100 µL ekstrakt vialle alınarak azot gazı ile kurutulmuştur.

Kurutulan örnek ekstraktının üzerine 500 µL oksim ajanı (pridin içerisinde 30 mg/L hidroksilamin hidroklorit çözeltisi) ve internal standartlar (pridin içerisinde 2 mg/L fenil-β-D-glikopranozid ve p-hidroksi benzoik asit 1 mg/L çözeltileri) ilave edildikten sonra karışım 70°C'de 30 dakika süreyle oksim türevlerinin oluşması için bekletilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığına soğutulan karışım üzerine 500 µL BSTFA (*N,O*-bis(trimetilsilil)trifluoroasetamid) ve TMCS (trimetil klorosilan) karışımı (99:1) (Supelco, ABD) ilave edilerek 70°C'de 30 dakika süreyle türevlendirme için bekletilmiştir.

Türevlendirilmiş örnekleri içeren viallerden 1 µL GC-MS (Agilent 7890A GC, 5975C MS, 7693 otomatik örnekleyici, 89062 turbomoleküler pompa, Santa Clara, ABD) sistemine enjekte edilmiştir. Analitik kolon olarak DB5 Ultra Inert kolon (60

m\*0.25 mm\*0.25 mm, Marchery Nagel, Düren, Almanya) ve taşıyıcı gaz olarak ise 1.5 mL/dakika akış hızında helyum kullanılmıştır .

Kolon fırını 80°C başlangıç sıcaklığından 4°C/dakika artış hızı ile 210°C'ye, 2°C/dakika artış hızıyla 250°C'ye ve 4°C/dakika artış hızı ile 280°C'ye ulaşacak ve bu sıcaklıkta 10 dakika kaldıktan sonra başlangıç şartlarına dönecek şekilde programlanmıştır. İyon kaynağı ve MS dedektör sıcaklıkları sırasıyla 230°C ve 150°C'ye ayarlanmıştır (Cochi vd 2006).

Standart olarak kullanılan sakkaroz, fruktoz, glikoz, maltoz, laktik asit, sitrik asit ve malik asit (Sigma, Taufkirchen, Almanya) pridin ile 13, 6, 4, 0.5 ve 0.02 mg/L konsantrasyonlarında hazırlanarak örnekle aynı türevlendirilme işleminden geçirildikten sonra çıkış zamanlarının ve kalibrasyon eğrilerinin oluşturulması için GC-MS ile örnek şartlarında analiz edilmiştir.

### **3.2.6. Fiziksel analiz yöntemleri**

#### **3.2.6.1. Renk analizi**

Bozaların renk değerleri, renk ölçer (Minolta, Japonya) kullanılarak L\* [(0) siyah- (100) beyaz], a\* [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve b\* [(+) sarı, (-) mavi] değerlerinin tespit edilmesiyle belirlenmiştir. Cihaz kalibrasyon plakası ile kalibre edildikten sonra, cihaza ait sıvı ölçüm kabı içerisine 50 mL örnek alınarak L\*, a\* ve b\* renk değerleri ölçülmüştür.

#### **3.2.6.2. Viskozite analizi**

Bozaların viskozite değeri, viskozimetre (Brookfield Engineering Laboratories Inc, Middleboro, MA, ABD) kullanılarak yapılmıştır. Viskozite değeri, buzdolabı sıcaklığındaki (+4°C) örneklerde 3 no'lu uç (spindle) kullanılarak 5, 10, 20 ve 30 rpm dönme hızlarında 60 saniyelik ölçüm süresinin her 10 saniyesinde bir ölçüm alınarak belirlenmiştir (Anonymous 1991, Masha vd 1998, Genç vd 2002). Bozanın reolojik

parametreleri (n, k) üs kanunu (power-law) eşitliği kullanılarak ölçülen viskozite ve tork değerinden hesaplanmıştır (Mitschka 1982, Geankopolis 1983, Erbaş 2003, Erbaş vd 2004).

Kayma gerilimi (SS, Shear Stress)= Spinde faktörü \* Tork

Kayma hızı (SR, Shear Rate)= Hız (rpm) \* F \* n

$\mu_{app} = k * (SR)^{(n-1)}$  (üs kanunu (power-law) eşitliği)

Spindle faktörü: Viskozimetrenin 3 no'lu ucuna ait sabit değer

F: Akış indeksine bağlı hesaplanan sabit bir değer

$\mu_{app}$ : Görünür viskozite

n: Akış indeksi

k: Kıvamlilik katsayısı (consistency)

### 3.2.6.3. Faz ayrılması analizi

Bozaların faz ayrılması değeri, depolamanın başlangıcında (0. gün) 50 mL hacmindeki dereceli silindire dolduran 50 mL örneğin +4°C'de depolanması ve üste ayrılan sıvı fazın hacminin depolama sonunda (15. gün) ölçülmesi ile tespit edilmiştir (Koksoy ve Kilic 2004).

### 3.2.7. Duyusal analiz

Üretilen 5 farklı boza örneğinin (A, B, C, D ve K) duyusal özellikleri (renk, koku, kıvam, ağızdaki his, asitli tat ve genel beğeni) duyusal panel konusunda bilgi ve deneyim sahibi ve ayrıca bozanın özellikleri konusunda bilgilendirilmiş Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisansüstü öğrencilerinden oluşturulan 6 kişilik bir panel tarafından değerlendirilmiştir. Panelistler, sıcaklığı +4°C olan boza örneklerini beyaz bir bardak içerisinde ve beyaz ışık altında her kriter için 1 (en düşük beğenilen) ve 5 (en yüksek beğenilen) arasında puanlandırma yaparak değerlendirmişlerdir (Zorba vd 2003).

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Farklı Üretim ve Depolama Koşullarının Bozanın Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

#### 4.1.1. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın *S. boulardii* sayısı üzerine etkisi

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama sürecindeki *S. boulardii* sayılarındaki değişime ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.1’de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre *S. boulardii* sayısı değişimi üzerine; fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı boza üretim yöntemleri ve işlem sürelerinin önemli ( $p < 0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre fermentasyon sürecinde; *S. boulardii* sayısı fermentasyon başlangıcında (0. saat) 2.35 değerinden fermentasyon sonunda 4.13  $\log_{10}$  kob/mL değerine ulaştığı ve üretim yöntemine göre ise sırasıyla A, B, C ve D örneklerinde artarak 3.21 değerinden 3.56  $\log_{10}$  kob/mL değerine ulaştığı ve kontrol örneğinde ise toplam maya sayısının 2.72  $\log_{10}$  kob/mL olduğu belirlenmiştir. Fermentasyon sürecinde *S. boulardii* sayısının fermentasyon süresine bağlı olarak artmasının, boza ortamının bu probiyotik maya için uygun bir gelişme ortamı sağlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca üretim yöntemine göre ise D boza örneklerinde *S. boulardii* sayısının diğer örneklere göre daha yüksek olarak belirlenmesinin nedeninin bu örneklere başlangıçta daha yüksek miktarlarda ilave edilmiş olan LAB’nin ve bifidobakterilerin ürettiği metabolitlerin *S. boulardii* mayasının gelişimini teşvik etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. LAB’nin ve mayaların kullanıldığı karışık kültür fermentasyon sistemlerinde bakteri ve mayalar sinerjistik etki göstererek birbirlerinin gelişimlerini teşvik ettikleri bildirilmiştir (Plessas vd 2008).

Çizelge 4.1. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin *S. boulardii* sayısındaki ( $\log_{10}$  kob/mL) değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	2.16	2.39	2.35	2.34	2.46
		2.27	2.51	2.32	2.30	2.44
	6.	2.27	2.48	2.67	2.65	2.49
		2.34	2.53	2.68	2.62	2.52
	12.	3.39	3.85	3.87	3.73	2.63
		3.46	3.85	3.87	3.85	2.67
	18.	3.94	4.24	4.31	4.01	2.82
		3.79	4.11	4.37	4.14	2.82
	24.	4.24	4.39	4.58	4.53	2.93
		4.21	4.47	4.58	4.39	2.93
Depolama (gün)	0.	4.24	4.39	4.58	4.53	2.93
		4.21	4.47	4.58	4.39	2.93
	3.	4.96	4.87	4.89	4.97	2.96
		4.95	4.96	4.91	4.94	2.93
	6.	4.96	5.08	4.92	5.07	2.90
		4.94	4.97	4.95	5.07	2.92
	9.	5.04	4.95	5.00	5.06	2.89
		5.08	4.91	5.10	5.08	2.84
	12.	5.16	5.28	5.24	5.16	0.00
		5.14	5.27	5.30	5.07	0.00
	15.	5.11	5.18	5.16	5.08	0.00
		5.08	5.19	5.12	5.06	0.00

Çizelge 4.2. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin *S. boulardii* sayısına ( $\log_{10}$  kob/mL) ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	1.18	395**	4	21.96	16493**
Süre	4	6.51	2170**	5	0.60	454**
Hata	25			30		

Çizelge 4.3. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin *S. boulardii* sayısına ( $\log_{10}$  kob/mL) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
Fermentasyon	A	10	3.21 <sup>c</sup> $\pm$ 0.27	0. saat	10	2.35 <sup>e</sup> $\pm$ 0.03
	B	10	3.46 <sup>b</sup> $\pm$ 0.28	6. saat	10	2.53 <sup>d</sup> $\pm$ 0.04
	C	10	3.48 <sup>b</sup> $\pm$ 0.30	12. saat	10	3.52 <sup>c</sup> $\pm$ 0.15
	D	10	3.56 <sup>a</sup> $\pm$ 0.28	18. saat	10	3.86 <sup>b</sup> $\pm$ 0.18
	K	10	2.72 <sup>d</sup> $\pm$ 0.08	24. saat	10	4.13 <sup>a</sup> $\pm$ 0.17
Depolama	A	12	4.91 <sup>a</sup> $\pm$ 0.09	0. gün	10	4.13 <sup>e</sup> $\pm$ 0.20
	B	12	4.96 <sup>a</sup> $\pm$ 0.08	3. gün	10	4.53 <sup>b</sup> $\pm$ 0.27
	C	12	4.98 <sup>a</sup> $\pm$ 0.07	6. gün	10	4.67 <sup>a</sup> $\pm$ 0.34
	D	12	4.96 <sup>a</sup> $\pm$ 0.07	9. gün	10	4.49 <sup>c</sup> $\pm$ 0.24
	K	12	1.94 $\pm$ 0.42	12. gün	10	4.16 <sup>d</sup> $\pm$ 0.69
				15. gün	10	4.10 <sup>e</sup> $\pm$ 0.68

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sürecinde; *S. boulardii* sayısı depolama başlangıcından (0. gün) 6. güne kadar artmış, bu günden depolama sonuna (15. gün) kadar ise 0.57 kob/mL logaritmik birim azalmıştır. Gerçekte bu azalış *S. boulardii* sayısındaki azalıştan değil, model gereği istatistiksel analize dahil edilmiş olan kontrol boza örneğindeki toplam mayanın 12. günden sonra tespit edilememesinden kaynaklanmaktadır. Bu sonuç ise *S. boulardii* probiyotik mayasının ticari boza örneklerinde bulunan mayalara göre asit ve düşük sıcaklık (+4°C) ortamına daha dirençli olduğunu düşündürmektedir. Çoğu *Saccharomyces* türlerinin optimum gelişme pH değeri 4.5 ile 6.5 arası iken yapılan bir çalışmada *S. boulardii* 'nin pH değeri 3.2 ile 4 arasında bulunan ortamlarda gelişebildiği tespit edilmiştir (Czerucka vd 2007, Graff vd 2008). Üretim yöntemine göre ise A, B, C ve D boza örneklerinde *S. boulardii* sayısının sırasıyla arttığı belirlenmiştir. Bu artışın aynı boza örneklerine artan oranda ilave edilen LAB'nin ve bifidobakterlerin ürettiği metabolitlerin *S. boulardii* gelişimini teşvik etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Süt fermentasyonunda LAB ve *S. cerevisiae* mayasının tek başına veya karışık kültür olarak kullanılması ve birbirleri arasındaki interaksiyonlarının araştırıldığı bir çalışmada fermentasyon ortamında bulunan etanol konsantrasyonun karışık kültürde, *S. cerevisiae* 'nin tek başına kültür olarak kullanıldığı örneklere kıyasla daha yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir (Neviani vd 2001). Maya ve LAB'nin beraber kullanımı sinerjistik etki göstererek hücre gelişimini ve fermentasyonu teşvik etmektedir.

#### **4.1.2. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın toplam LAB sayısı üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama sürecindeki LAB sayısındaki değişime ait I ve II. tekerrür verilerini Çizelge 4.4'de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre LAB sayısı değişimi üzerine; fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı boza üretim yöntemleri ve işlem sürelerinin önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre fermentasyon sürecinde; LAB sayısı fermentasyon başlangıcında (0. saat) 6.29 değerinden fermentasyon sonunda 6.77  $\log_{10}$  kob/mL değerine ulaştığı ve üretim yöntemine göre ise A, B, C ve D örneklerinde sırasıyla artarak 6.66 değerinden 6.93  $\log_{10}$  kob/mL değerine ulaştığı ve kontrol örneğinde ise 5.38  $\log_{10}$  kob/mL olduğu belirlenmiştir. A, B, C ve D örneklerinde LAB sayısında meydana gelen bu artışın, artan oranlarda ilave edilen kültür miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Fermentasyon sürecinde toplam LAB sayısının fermentasyon süresine bağlı olarak artmasının boza ortamının bu bakterilerin gelişimini teşvik edici özelliklere sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle ortamda bulunan fermente edilebilir şeker miktarının yüksekliğinin ve bozanın pH değerinin yaklaşık 5 olmasının bu önemli artışa neden olduğu tahmin edilmektedir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sürecinde; LAB sayısı depolama başlangıcından (0. gün) 3. güne kadar 0.12 logaritmik birim artış göstermiş ve bu günden sonra depolama sonuna (15. gün) kadar yaklaşık 1 logaritmik birim azalarak 5.87 değerine ulaşmıştır. Probiyotik ürünlerde sağlığa faydalı etkilerin sağlanabilmesi için en az  $10^6$  kob/mL düzeyinde mikroorganizma içermelidir (Wang vd 2002). Probiyotik *L. acidophilus* LH-5 bakterilerini de içeren LAB'nin depolamanın 15. gününde yaklaşık 6  $\log_{10}$  kob/mL ( $10^6$  kob/mL) değerinde olması nedeniyle üretilen bozanın probiyotik bir ürün olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.4. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin LAB sayısındaki ( $\log_{10}$  kob/mL) değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	6.57	6.68	6.73	6.75	4.63
		6.56	6.67	6.74	6.78	4.74
	6.	6.65	6.73	6.80	6.89	4.69
		6.62	6.73	6.78	6.89	4.77
	12.	6.70	6.83	6.85	6.90	5.44
		6.69	6.83	6.85	6.90	5.42
	18.	6.68	6.79	6.94	7.05	5.90
		6.69	6.75	6.95	7.01	5.88
	24.	6.74	6.92	6.95	7.05	6.12
		6.76	6.91	6.98	7.07	6.22
Depolama (gün)	0.	6.74	6.92	6.95	7.05	6.12
		6.76	6.91	6.98	7.07	6.22
	3.	6.74	6.82	6.82	7.10	6.84
		6.78	6.93	6.83	7.14	6.85
	6.	6.61	6.70	6.79	7.00	6.91
		6.38	6.68	6.68	7.06	6.88
	9.	6.00	6.06	6.12	6.23	5.80
		5.99	6.07	6.14	6.23	5.74
	12.	5.93	6.02	6.04	6.16	5.61
		5.90	6.04	6.07	6.14	5.73
	15.	5.84	5.91	5.95	6.03	5.55
		5.81	5.94	5.95	6.02	5.66

Çizelge 4.5. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin LAB sayısına ( $\log_{10}$  kob/mL) ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	4.18	6179**	4	0.18	84.44**
Süre	4	0.42	619**	5	1.86	852**
Hata	25			30		

Çizelge 4.6. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin LAB sayısına ( $\log_{10}$  kob/mL) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
Fermentasyon	A	10	6.66 <sup>d</sup> $\pm$ 0.20	0. saat	10	6.29 <sup>e</sup> $\pm$ 0.04
	B	10	6.78 <sup>c</sup> $\pm$ 0.20	6. saat	10	6.34 <sup>d</sup> $\pm$ 0.04
	C	10	6.85 <sup>b</sup> $\pm$ 0.21	12. saat	10	6.54 <sup>c</sup> $\pm$ 0.07
	D	10	6.93 <sup>a</sup> $\pm$ 0.20	18. saat	10	6.67 <sup>b</sup> $\pm$ 0.04
	K	10	5.38 <sup>e</sup> $\pm$ 0.20	24. saat	10	6.77 <sup>a</sup> $\pm$ 0.02
Depolama	A	12	6.29 <sup>d</sup> $\pm$ 0.10	0. gün	10	6.77 <sup>b</sup> $\pm$ 0.02
	B	12	6.41 <sup>c</sup> $\pm$ 0.11	3. gün	10	6.89 <sup>a</sup> $\pm$ 0.07
	C	12	6.44 <sup>b</sup> $\pm$ 0.10	6. gün	10	6.77 <sup>b</sup> $\pm$ 0.03
	D	12	6.60 <sup>a</sup> $\pm$ 0.13	9. gün	10	6.04 <sup>c</sup> $\pm$ 0.05
	K	12	6.16 <sup>e</sup> $\pm$ 0.16	12. gün	10	5.96 <sup>d</sup> $\pm$ 0.06
				15. gün	10	5.87 <sup>e</sup> $\pm$ 0.05



Depolama sürecinde toplam LAB sayısının üretim yöntemine göre değişimi ise; A, B, C ve D boza örneklerinde beklenildiği gibi üretim sırasında artan miktarlarda ilave edilen LAB sayısına bağlı olarak sırasıyla arttığı belirlenmiştir. Ayrıca farklı yöntemlerle üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süreçlerindeki LAB sayıları ortalamaları karşılaştırıldığında ise probiyotik boza örneklerinin depolama sürecinde fermentasyon sürecindeki değerine kıyasla yaklaşık 0.37 logaritmik birimlik azalış gösterdiği, kontrol boza örneğinde ise yaklaşık 0.78 logaritmik birim kadar bir artış olduğu tespit edilmiştir. Buradan da probiyotik boza örneklerindeki LAB'nin fermentasyonda olduğu gibi depolama sürecinde de canlılığını ve kısmi aktivitesini devam ettirdiği anlaşılmaktadır. Farklı yöntemlerle üretilen yoğurtlarda starter kültür olarak kullanılan laktik asit bakterilerinin buzdolabı sıcaklığında depolama sürecinde canlılıklarının araştırıldığı bir çalışmada 60 günlük depolama süresinin 30-32. gününe kadar *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* bakterisinin başlangıç değeri olan  $10^7$  seviyesini koruduğu bildirilmiştir (Birolo vd 2000).

#### **4.1.3. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın *B. bifidum* sayısı üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süresinde *B. bifidum* sayılarındaki değişime ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.7'de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre *B. bifidum* sayısı değişimi üzerine; fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı boza üretim yöntemleri ve işlem sürelerinin önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin *B. bifidum* sayısındaki ( $\log_{10}$  kob/mL) değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	6.45	6.63	6.68	6.74	4.99
		6.46	6.64	6.68	6.74	4.96
	6.	6.51	6.64	6.70	6.79	4.94
		6.51	6.66	6.71	6.79	4.96
	12.	6.54	6.66	6.82	6.79	4.98
		6.51	6.68	6.79	6.86	4.98
	18.	6.56	6.76	6.82	6.86	5.01
		6.56	6.76	6.82	6.90	5.04
	24.	6.67	6.72	6.74	6.85	5.09
		6.65	6.73	6.74	6.82	5.08
Depolama (gün)	0.	6.67	6.72	6.74	6.85	5.09
		6.65	6.73	6.74	6.82	5.08
	3.	5.92	5.93	5.98	6.02	5.03
		5.93	5.94	5.99	6.00	5.08
	6.	5.79	5.86	5.93	5.98	5.02
		5.74	5.85	5.97	5.95	5.04
	9.	5.49	5.71	5.82	5.85	4.81
		5.64	5.72	5.82	5.76	4.87
	12.	5.30	5.44	5.56	5.65	4.66
		5.37	5.47	5.57	5.64	4.77
	15.	5.25	5.10	5.40	5.26	4.49
		5.27	5.16	5.21	5.30	4.36

Çizelge 4.8. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin *B. bifidum* sayısına ( $\log_{10}$  kob/mL) ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	5.86	40161**	4	1.87	913**
Süre	4	0.03	178**	5	0.89	432**
Hata	25			30		

Çizelge 4.9. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin *B. bifidum* sayısına ( $\log_{10}$  kob/mL) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
Fermentasyon	A	10	6.54 <sup>d</sup> $\pm$ 0.08	0. saat	10	6.25 <sup>d</sup> $\pm$ 0.09
	B	10	6.68 <sup>c</sup> $\pm$ 0.08	6. saat	10	6.32 <sup>c</sup> $\pm$ 0.09
	C	10	6.74 <sup>b</sup> $\pm$ 0.08	12. saat	10	6.36 <sup>b</sup> $\pm$ 0.08
	D	10	6.82 <sup>a</sup> $\pm$ 0.08	18. saat	10	6.40 <sup>a</sup> $\pm$ 0.09
	K	10	4.99 <sup>e</sup> $\pm$ 0.05	24. saat	10	6.41 <sup>a</sup> $\pm$ 0.07
Depolama	A	12	5.75 <sup>d</sup> $\pm$ 0.09	0. gün	10	6.41 <sup>a</sup> $\pm$ 0.13
	B	12	5.80 <sup>c</sup> $\pm$ 0.09	3. gün	10	5.78 <sup>b</sup> $\pm$ 0.12
	C	12	5.89 <sup>b</sup> $\pm$ 0.08	6. gün	10	5.71 <sup>c</sup> $\pm$ 0.12
	D	12	5.92 <sup>a</sup> $\pm$ 0.09	9. gün	10	5.55 <sup>d</sup> $\pm$ 0.12
	K	12	4.86 <sup>e</sup> $\pm$ 0.07	12. gün	10	5.34 <sup>e</sup> $\pm$ 0.11
				15. gün	10	5.08 <sup>f</sup> $\pm$ 0.11

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre fermentasyon sürecinde; *B. bifidum* sayısı fermentasyon başlangıcında (0. saat) 6.25 değerinden fermentasyon sonunda 6.41 log<sub>10</sub> kob/mL değerine ulaştığı ve üretim yöntemine göre ise sırasıyla A, B, C ve D örneklerinde artarak 6.54'den 6.82 log<sub>10</sub> kob/mL değerine ulaştığı ve kontrol örneğinde ise 4.99 log<sub>10</sub> kob/mL olduğu belirlenmiştir. Fermentasyon sürecinde *B. bifidum* sayısının fermentasyon süresine bağlı olarak artmasının boza sisteminin bu bakterinin gelişimi için uygun bir ortam sağlamasından ve/veya ortamda bulunan diğer mikroorganizmaların sinerjik etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Katalaz negatif olan *Bifidobacterium* cinsine ait türler hidrojen peroksiti (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) parçalayamadıklarından gelişme ortamında bu bileşiğin konsantrasyonunun artmasıyla aktiviteleri de azalmaktadır. Ancak ortamda bulunan *Lactobacillus* ve *Saccharomyces* cinsine ait türler H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> indirgeyerek ortamdan uzaklaştırdıkları için *Bifidobacterium* cinsi bakterilerin gelişimini teşvik etmektedirler (Cheirsilp vd 2003). Yapılan bir çalışmada soya sütü, LAB ve *Bifidobacterium longum* bakterilerinin tek başına ve karışık kültür olarak ilave edilmesi ile fermente edilmiş ve 24 saatlik fermentasyon süresi sonunda sayım yapılmıştır. Fermentasyon sonunda *B. longum* sayısının, karışık kültürle üretilen fermente soya sütü örneklerinde, tek başına kullanılarak üretilen örneklere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Wang 2002).

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sürecinde; *B. bifidum* sayısı depolama başlangıcından (0. gün) itibaren azalarak 6.41 değerinden 5.08 log<sub>10</sub> kob/mL değerine düşmüştür. Depolama süresinde *B. bifidum* sayısında meydana gelen bu azalışın *B. bifidum* bakterilerin düşük pH ve sıcaklık ortamına uyumunun düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. *Bifidobacterium* cinsi bakterilerinin aktivitelerinin 20°C'nin altında, 46°C'nin üstünde, ve pH 4.6 değerinin altında oldukça yavaş olduğu bildirilmektedir (Lee ve Salminen 2009).

## **4.2. Farklı Üretim ve Depolama Koşullarının Bozanın Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi**

### **4.2.1. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın kurumadde içeriği üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama sürecindeki kurumadde değerleri değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.10'da, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre kurumadde değerleri değişimi üzerine, fermentasyon sürecinde boza üretim yönetimi ve süresinin önemli ( $p>0.05$ ) bir etkisinin olmadığı belirlenirken, depolama sürecinde ise üretim yöntemi ve sürenin önemli bir etkisinin ( $p<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir.

Fermentasyon sürecinde kurumadde değişimi boza üretim yöntemine ve süresine göre önemli bir farklılık göstermemiş olup, bu süreçte ortalama kurumadde değeri %26.54 olarak tespit edilmiştir. Bu süreçte kurumadde değerlerinde ölçülebilir bir değişiklikliliğin oluşmamasının sebebinin boza üretiminde kullanılan starter kültürlerin boza bileşenlerini etkili bir şekilde su ve karbondioksit gibi uçucu bileşiklere dönüştürmesi için sürenin yeterli olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sürecinde; kurumadde değerleri depolamanın başlangıcında (0. gün) %26.27 değerinden depolamanın son gününde (15. gün) %24.73 değerine düşmüştür. Bu düşüşün nedeni ise boza örneklerinde kullanılan kültürlerin boza bileşenleri su, karbondioksit ve etil alkol gibi uçucu bileşiklere dönüştürmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Üretim yöntemine göre ise kurumadde değerleri arasındaki fark, probiyotik kültür ilavesi ile üretilen A, B, C ve D grubu boza örnekleri ortalamaları ile ticari bozanın kültür olarak kullanılmasıyla üretilen kontrol örneği (K) arasında yaklaşık %0.5 olarak tespit

edilmiştir. Bu farkın K örneğindeki maya sayısının diğer örneklerle göre daha az olması ve depolama sonuna kadar canlı kalamamaları nedeniyle boza bileşenlerini su, karbondioksit ve etil alkol gibi uçucu bileşiklere daha az dönüştürmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.10. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin kurumadde içeriğindeki (%) değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	26.90	27.01	27.16	27.09	27.36
		25.84	25.94	25.94	25.57	25.63
	6.	26.96	27.08	26.97	27.08	27.23
		25.54	25.68	25.64	25.55	25.36
	12.	27.66	27.70	27.69	27.71	27.91
		25.66	26.42	26.07	26.28	24.45
	18.	28.00	27.87	27.77	27.89	27.94
		26.18	26.24	26.19	26.03	26.18
	24.	27.04	26.87	26.87	26.88	26.95
		25.39	25.40	25.37	25.36	25.53
Depolama (gün)	0.	27.04	26.87	26.87	26.88	26.95
		25.39	25.40	25.37	25.36	25.53
	3.	26.37	26.31	26.13	26.15	21.31
		25.52	25.48	25.48	25.79	25.71
	6.	25.96	25.72	25.59	25.56	26.30
		25.52	25.41	25.48	25.79	25.71
	9.	25.25	25.64	25.08	25.23	26.41
		25.51	25.15	25.13	25.89	25.65
	12.	24.75	25.038	24.50	24.61	26.54
		25.08	25.038	24.78	25.85	25.88
15.	24.12	24.47	24.04	24.10	25.89	
	24.68	24.68	24.68	24.68	24.68	

Çizelge 4.11. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin kurumadde içeriğine (%) ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	0.03	0.03	4	0.82	6.73**
Süre	4	1.21	0.87	5	3.40	27.93**
Hata	25			30		

Çizelge 4.12. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin kurumadde içeriğine (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Fermentasyon			Depolama		
	Yöntem	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
Depolama	A	12	25.51 <sup>b</sup> $\pm$ 0.22	0. gün	10	26.27 <sup>a</sup> $\pm$ 0.08
	B	12	25.53 <sup>b</sup> $\pm$ 0.20	3. gün	10	26.17 <sup>a</sup> $\pm$ 0.03
	C	12	25.33 <sup>b</sup> $\pm$ 0.23	6. gün	10	25.71 <sup>b</sup> $\pm$ 0.08
	D	12	25.60 <sup>b</sup> $\pm$ 0.19	9. gün	10	25.50 <sup>cb</sup> $\pm$ 0.13
	K	12	26.03 <sup>a</sup> $\pm$ 0.10	12. gün	10	25.21 <sup>c</sup> $\pm$ 0.21
					15. gün	10

TS 9778 boza standardına göre bozanın kurumadde değeri en az % 20 olmalıdır. Üretilen tüm boza örneklerinin depolama sonunda ki kurumadde değerleri bu değer üzerinde bulunduğundan üretilen probiyotik bozaların TS standartlarına uygun olduğu değerlendirilmektedir (Anonim 1992).

#### **4.2.2. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın toplam titre edilebilir asit içeriği üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süresindeki toplam titre edilebilir asit (TTA) değerleri değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.13’de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre TTA değerleri değişimi üzerine, fermentasyon ve depolama sürecinde farklı boza üretim yöntemin ve süresinin önemli ( $p < 0.01$ ) bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre fermentasyon sürecinde; TTA değeri fermentasyon başlangıcında (0. saat) %0.20 değerinden fermentasyon sonunda %0.67 değerine ulaştığı ve üretim yöntemine göre ise sırasıyla A, B, C ve D örneklerinde artarak %0.35 değerinden %0.41 değerine ulaştığı ve kontrol örneğinde ise %0.32 olduğu belirlenmiştir. Fermentasyon sürecinde TTA değerinin fermentasyon süresine bağlı olarak artmasının, starter kültür olarak kullanılan mikroorganizmaların çeşitli organik asitleri üretmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca üretim yöntemine göre ise C ve D boza örneklerinde TTA içeriğinin diğer örneklere göre daha yüksek olarak belirlenmesinin nedeninin ise, bu örneklerin mikroorganizma sayılarının diğerlerine göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.13. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin TTA içeriğindeki (%) değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	0.18	0.20	0.20	0.23	0.22
		0.18	0.20	0.19	0.22	0.18
	6.	0.22	0.25	0.24	0.25	0.23
		0.20	0.22	0.24	0.25	0.18
	12.	0.24	0.31	0.32	0.33	0.31
		0.30	0.31	0.32	0.37	0.25
	18.	0.41	0.46	0.47	0.50	0.37
		0.41	0.46	0.47	0.51	0.37
	24.	0.66	0.67	0.73	0.75	0.53
		0.67	0.69	0.73	0.76	0.52
Depolama (gün)	0.	0.66	0.67	0.73	0.75	0.53
		0.67	0.69	0.73	0.76	0.52
	3.	0.70	0.80	0.81	0.85	0.82
		0.70	0.80	0.81	0.88	0.82
	6.	0.84	0.86	0.91	0.94	1.05
		0.84	0.86	0.92	0.91	0.97
	9.	0.96	1.00	1.04	1.09	1.08
		0.96	1.00	1.03	1.08	1.11
	12.	0.97	1.01	1.15	1.10	1.13
		0.97	1.01	1.15	1.10	1.13
15.	0.98	1.05	1.13	1.16	1.19	
	0.98	1.05	1.13	1.16	1.17	

Çizelge 4.14. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin TTA içeriğine (%) ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	0.014	45.87**	4	0.03	179**
Süre	4	0.37	1192**	5	0.29	1584**
Hata	25					

Çizelge 4.15. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin TTA içeriğine (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
	Fermentasyon	A	10	0.35 <sup>c</sup> $\pm$ 0.06	0. saat	10
B		10	0.38 <sup>b</sup> $\pm$ 0.06	6. saat	10	0.23 <sup>d</sup> $\pm$ 0.01
C		10	0.40 <sup>a</sup> $\pm$ 0.06	12. saat	10	0.31 <sup>c</sup> $\pm$ 0.01
D		10	0.41 <sup>a</sup> $\pm$ 0.06	18. saat	10	0.45 <sup>b</sup> $\pm$ 0.02
K		10	0.32 <sup>d</sup> $\pm$ 0.06	24. saat	10	0.67 <sup>a</sup> $\pm$ 0.03
Depolama	A	12	0.85 <sup>d</sup> $\pm$ 0.04	0. gün	10	0.67 <sup>f</sup> $\pm$ 0.03
	B	12	0.90 <sup>c</sup> $\pm$ 0.04	3. gün	10	0.80 <sup>e</sup> $\pm$ 0.02
	C	12	0.96 <sup>b</sup> $\pm$ 0.05	6. gün	10	0.91 <sup>d</sup> $\pm$ 0.02
	D	12	0.98 <sup>a</sup> $\pm$ 0.04	9. gün	10	1.04 <sup>c</sup> $\pm$ 0.02
	K	12	0.96 <sup>b</sup> $\pm$ 0.07	12. gün	10	1.07 <sup>b</sup> $\pm$ 0.03
				15. gün	10	1.10 <sup>a</sup> $\pm$ 0.02

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre laktik asit cinsinden ortalama TTA değeri depolamanın 0. gününde %0.67 iken depolamanın 15. gününde %1.10 değerine yükselmiştir. Titre edilebilir asit değeri depolamanın 9. gününe kadar hızlı bir artış gösterirken bu günden sonra oransal olarak daha yavaş artış göstermiştir. Bunun nedeni ise daha öncede bahsedildiği üzere titre edilebilir asitlik artışını sağlayan LAB, *B. bifidum* ve maya gelişiminin bugünden sonra yavaşlamış ve/veya azalmaya başlamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Mısır unu kullanılarak boza üretimi yapılan bir çalışmada TTA değerinin fermentasyon başlangıcında (0. saat) %0.12 değerinden fermentasyon sonunda (24. saat) %0.57 değerine yükseldiği ve depolama süresince de artarak depolama sonunda (7. gün) %0.68 değerine ulaştığı tespit edilmiştir (Akpınar-Bayızıt vd 2010).

#### **4.2.3. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın pH değeri üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süreçlerindeki pH değerleri değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.16'da, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre pH değerleri değişimi üzerine; fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı boza üretim yöntemlerinin ve işlem sürelerinin önemli ( $p < 0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre fermentasyon ve depolama sürelerinde pH değeri fermentasyon başlangıcında (0. saat) 6.41 değerinden fermentasyon sonunda (24. saat) 5.37 değerine ve depolama başlangıcında (0. gün) 5.37 değerinden depolama sonunda (15. gün) 4.47 değerine düşmüştür. Bu değerlerdeki düşüş fermentasyon sırasında temel olarak LAB'nin faaliyetiyle oluşan organik asit miktarının artmasından ve +4°C'de yapılan depolama sırasında da bu faaliyetin kısmi olarak devam etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Çizelge 4.16. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin pH değerindeki değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	6.57	6.56	6.50	6.48	5.90
		6.58	6.56	6.51	6.49	5.91
	6.	6.54	6.51	6.51	6.43	5.85
		6.54	6.51	6.50	6.44	5.86
	12.	6.14	6.03	5.96	5.94	5.82
		5.99	6.02	5.99	5.91	5.79
	18.	5.70	5.64	5.60	5.51	5.77
		5.71	5.66	5.61	5.61	5.74
	24.	5.43	5.33	5.30	5.26	5.60
		5.40	5.32	5.28	5.29	5.53
Depolama (gün)	0.	5.43	5.33	5.30	5.26	5.60
		5.40	5.32	5.28	5.29	5.53
	3.	5.29	5.23	5.23	5.13	4.51
		5.31	5.20	5.21	5.16	4.56
	6.	5.34	5.16	5.10	5.02	4.19
		5.20	5.17	5.09	5.04	4.18
	9.	5.00	4.99	4.96	4.86	3.86
		5.00	5.10	4.98	4.85	3.88
	12.	4.92	4.95	4.91	4.78	3.81
		4.92	4.95	4.90	4.83	3.80
	15.	4.69	4.68	4.64	4.61	3.77
		4.71	4.63	4.59	4.59	3.79

Çizelge 4.17. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin pH değerine ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	0.12	131**	4	1.35	14083**
Süre	4	1.99	2214**	5	1.03	1074**
Hata	25					

Çizelge 4.18. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin pH değerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
Fermentasyon	A	10	6.06 <sup>a</sup> $\pm$ 0.05	0. saat	10	6.41 <sup>a</sup> $\pm$ 0.08
	B	10	6.01 <sup>b</sup> $\pm$ 0.06	6. saat	10	6.37 <sup>b</sup> $\pm$ 0.04
	C	10	5.99 <sup>c</sup> $\pm$ 0.06	12. saat	10	5.96 <sup>c</sup> $\pm$ 0.07
	D	10	5.94 <sup>d</sup> $\pm$ 0.06	18. saat	10	5.66 <sup>d</sup> $\pm$ 0.07
	K	10	6.03 <sup>a</sup> $\pm$ 0.03	24. saat	10	5.37 <sup>e</sup> $\pm$ 0.04
Depolama	A	12	5.09 <sup>a</sup> $\pm$ 0.08	0. gün	10	5.37 <sup>a</sup> $\pm$ 0.04
	B	12	5.07 <sup>b</sup> $\pm$ 0.06	3. gün	10	5.08 <sup>b</sup> $\pm$ 0.09
	C	12	5.02 <sup>c</sup> $\pm$ 0.07	6. gün	10	4.95 <sup>c</sup> $\pm$ 0.13
	D	12	4.95 <sup>d</sup> $\pm$ 0.07	9. gün	10	4.75 <sup>d</sup> $\pm$ 0.15
	K	12	5.06 <sup>a</sup> $\pm$ 0.15	12. gün	10	4.68 <sup>e</sup> $\pm$ 0.15
				15. gün	10	4.47 <sup>f</sup> $\pm$ 0.12

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre fermentasyon ve depolama sürecinde pH değerinin üretim yöntemine göre değişimi ise; A, B, C ve D boza örneklerinde üretim sırasında artan miktarlarda ilave edilen LAB ve *B. bifidum* sayısına bağlı olarak sırasıyla azaldığı belirlenmiştir. Fermentasyon sürecinde pH değeri A, B, C ve D örneklerinde sırasıyla azalarak 6.06 değerinden 5.94 değerine ve depolama sürecinde ise azalarak 5.09 değerinden 4.95 değerine düşmüştür. Kontrol örneğinin pH değeri ise fermentasyon sürecinde 6.03 ve depolama sürecinde 5.06 olarak belirlenmiştir. Yulaf bazlı probiyotik bir içecek üretiminin amaçlandığı bir çalışmada yulaf lapası *L. plantarum* ilave edilerek 37°C fermente edilmiş ve fermentasyon sonunda +4°C'de 24 gün depolanmıştır. Bu çalışmada örneklerin pH değeri fermentasyon başlangıcında (0. saat) yaklaşık 5.5 değerinden fermentasyon sonunda (10. saat) 4.5 değerine ve depolama süresince de azalarak 4.5 değerinden 4.0 değerine düşmüştür (Mugula vd 2003). Yulaf kaynaklı boza üretiminin araştırıldığı bir başka çalışmada ise boza örneklerinin pH değerinin, 24 saatlik fermentasyon sürecinde 5.63 değerinden 4.70 değerine düştüğü tespit edilmiştir (Konak 2008).

Fermentasyon sürecinde pH değerinin yaklaşık 1.04 birim ve depolama sürecinde ise yaklaşık 0.9 birim azalarak 4.5 değerinin altına düşmesi, soğukta depolanan bozada patojen mikroorganizmaların gelişemeyeceğinin de bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

#### **4.2.4. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın su aktivitesi değerleri üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süresindeki su aktivitesi değerleri değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.19'da ve bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre su aktivitesi değerleri değişimi üzerine; fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı boza üretim yöntemlerinin ve işlem sürelerinin önemli bir etkisinin olmadığı ( $p>0.05$ ) tespit edilmiştir.

Fermentasyon ve depolama süreçlerinde su aktivitesi değişimi boza üretim yöntem ve sürelerine göre önemli bir farklılık göstermemiş olup, bu süreçte ortalama su aktivitesi değeri 0.94 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin su aktivitesi içeriğindeki değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	0.94	0.92	0.95	0.94	0.95
		0.92	0.93	0.93	0.94	0.93
	6.	0.96	0.96	0.95	0.96	0.95
		0.95	0.95	0.96	0.97	0.97
	12.	0.94	0.96	0.94	0.95	0.94
		0.95	0.95	0.94	0.95	0.94
	18.	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94
		0.95	0.95	0.95	0.94	0.94
	24.	0.96	0.91	0.95	0.94	0.97
		0.97	0.91	0.95	0.94	0.97
Depolama (gün)	0.	0.96	0.91	0.95	0.94	0.97
		0.97	0.91	0.95	0.94	0.97
	3.	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92
		0.93	0.93	0.95	0.95	0.92
	6.	0.92	0.94	0.92	0.91	0.92
		0.93	0.97	0.94	0.93	0.93
	9.	0.91	0.94	0.93	0.92	0.92
		0.85	0.97	0.90	0.95	0.95
	12.	0.93	0.94	0.92	0.95	0.92
		0.93	0.93	0.92	0.91	0.88
	15.	0.92	0.92	0.94	0.95	0.91
		0.95	0.94	0.94	0.96	0.96

Çizelge 4.20. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin su aktivitesi içeriğine ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	0.0001	3.43	4	0.0011	2.04
Süre	4	0.0007	19.84	5	0.0005	1.04
Hata	25			30		

#### 4.2.5. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın şeker içeriği üzerine etkisi

##### 4.2.5.1. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın sakkaroz içeriği üzerine etkisi

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süreçlerindeki sakkaroz içeriği değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.21’de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22’de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre sakkaroz içeriği değişimi üzerine; fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı boza üretim yöntemi ve süresinin önemli ( $p < 0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre fermentasyon sürecinde; sakkaroz içeriğine ait veriler incelendiğinde fermentasyon başlangıcında (0. saat) 147 değerinden fermentasyon sonunda (24. saat) 94.91 g/L değerine düştüğü tespit edilmiştir. Starter kültür olarak kullanılan mikroorganizmalar genellikle enerji kaynağı olarak serbest halde bulunan glikozu tercih etmektedir. Sakkaroz içeriğinde meydana gelen azalış ise ortamda bulunan mikrobiyal kaynaklı invertaz enzimlerinin sakkarozu glikoz ve fruktoza parçalamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Üretim yöntemine göre ilave edilen starter kültür artışına bağlı olarak hidroliz edilen sakkaroz miktarı da arttığından A, B, C ve D örneklerinde sırasıyla azalarak 157.15 g/L değerinden 103.01 g/L değerine ulaşmıştır. Kontrol boza örneğinin sakkaroz içeriği ise 118.87 g/L olarak tespit edilmiştir. *Saccharomyces* maya cinsine ait türler yüksek miktarlarda ekstraselüler invertaz enzimi üretmektedir (Todkar 2010). Yapılan başka bir çalışmada ise LAB cinsi bir bakteri türü olan *Lactobacillus reuteri*, karbon kaynağı olarak yalnızca sakkaroz içeren MRS ortamında inkübe edilmiş ve 24 saatlik fermentasyon sonunda invertaz aktivitesi sonucunda ortamda bulunan sakkaroz miktarı azalırken fruktoz ve glikoz miktarının arttığı tespit edilmiştir (Gerez vd 2008).

Çizelge 4.21. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin sakkaroz içeriğindeki (g/L) değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	148.84	143.12	144.75	143.25	144.15
		161.67	145.91	144.54	138.45	155.28
	6.	134.45	127.44	110.64	105.01	136.65
		138.11	134.02	100.51	103.07	148.65
	12.	136.93	124.26	105.27	107.18	130.84
		134.86	123.90	109.84	101.95	124.53
	18.	134.54	121.08	105.17	90.31	105.10
		139.48	113.79	94.21	87.90	118.29
	24.	138.11	112.96	82.17	76.66	61.08
		144.53	107.35	85.02	77.14	64.15
Depolama (gün)	0.	138.11	112.96	82.17	76.66	61.08
		144.53	107.35	85.02	77.14	64.15
	3.	61.12	58.39	55.54	58.61	48.52
		62.69	55.42	54.43	59.05	48.52
	6.	31.02	21.87	29.25	28.11	39.67
		31.44	22.65	29.17	28.51	38.47
	9.	6.91	9.98	16.16	9.35	34.45
		6.80	9.72	16.20	9.40	35.17
	12.	2.13	1.87	5.54	2.34	32.50
		2.13	1.83	5.58	2.33	30.56
15.	1.27	0.36	0.39	0.21	7.15	
	1.29	0.35	0.37	0.25	7.42	

Çizelge 4. 22. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin sakkaroz içeriğine (g/L) ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	S	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	5278	241**	4	1107	567**
Süre	4	3276	149**	5	16351	8386**
Hata	25			30		

Çizelge 4.23. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin sakkaroz içeriğine (g/L) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama	Süre	N	Ortalama
Fermentasyon	A	10	157.15 <sup>a</sup> $\pm$ 4.11	0. saat	10	147.00 <sup>a</sup> $\pm$ 5.07
	B	10	125.38 <sup>b</sup> $\pm$ 4.01	6. saat	10	131.85 <sup>b</sup> $\pm$ 1.36
	C	10	108.21 <sup>d</sup> $\pm$ 7.36	12. saat	10	122.97 <sup>c</sup> $\pm$ 7.98
	D	10	103.01 <sup>e</sup> $\pm$ 6.69	18. saat	10	116.02 <sup>d</sup> $\pm$ 9.84
	K	10	118.87 <sup>c</sup> $\pm$ 2.15	24. saat	10	94.91 <sup>e</sup> $\pm$ 8.67
Depolama	A	12	40.79 <sup>a</sup> $\pm$ 5.01	0. gün	10	94.91 <sup>a</sup> $\pm$ 8.67
	B	12	33.56 <sup>c</sup> $\pm$ 1.82	3. gün	10	56.23 <sup>b</sup> $\pm$ 0.81
	C	12	31.65 <sup>d</sup> $\pm$ 8.25	6. gün	10	30.01 <sup>c</sup> $\pm$ 2.69
	D	12	29.33 <sup>e</sup> $\pm$ 9.36	9. gün	10	15.41 <sup>d</sup> $\pm$ 4.48
	K	12	37.30 <sup>b</sup> $\pm$ 2.21	12. gün	10	8.68 <sup>e</sup> $\pm$ 4.43
				15. gün	10	1.91 <sup>f</sup> $\pm$ 0.13

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sürecinde; sakkaroz içeriği depolama başlangıcından (0. gün) itibaren azalarak 94.91 değerinden depolama sonunda (15. gün) 1.91 g/L değerine ulaşmıştır. Üretim yöntemine göre ise A, B, C ve D boza örneklerinde sakkaroz içeriğinin sırasıyla azaldığı belirlenmiştir. Sakkaroz içeriği üretim yöntemine göre azalarak 40.79 değerinden 29.33 g/L değerine ulaşmış ve kontrol boza örneğinde ise 37.30 g/L olarak tespit edilmiştir.

#### **4.2.5.2. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın maltoz içeriği üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süreçlerindeki maltoz içeriği değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.24'de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.26'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre maltoz içeriği değişimi üzerine; fermentasyon sürecinde farklı boza üretim yöntemlerinin önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu ancak fermentasyon süresinin önemli ( $p>0.05$ ) bir etkisinin olmadığı ve depolama sürecinde ise farklı boza üretim yöntemleri ve süresinin önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre fermentasyon sürecinde; maltoz içeriği fermentasyon başlangıcında (0. saat) 1.71 değerinden fermentasyon sonunda 1.11 g/L değerine azaldığı tespit edilmiştir. Maltoz miktarındaki bu deskriptif azalışın starter kültür olarak kullanılan mikroorganizmaların maltozu glikoz birimlerine parçalayarak enerji kaynağı olarak kullanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Üretim yöntemine göre ise A, B, C ve D boza örneklerinde sırasıyla azalmış ve 3.77 değerinden 0.91 g/L değerine düşmüştür. Kontrol boza örneğinin maltoz içeriği ise 1.20 g/L olarak tespit edilmiştir. En düşük maltoz değerinin D örneğinde tespit edilmesinin nedeni ise D boza örneğinde LAB ve *B. bifidum* sayısının diğer örneklere göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.24. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin maltoz içeriğindeki (g/L) değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	1.18	1.12	0.93	1.07	1.41
		1.15	1.10	0.96	1.00	1.33
	6.	1.00	1.13	0.96	0.93	1.26
		1.11	1.16	0.86	0.91	1.18
	12.	0.96	1.15	0.91	0.90	1.10
		0.98	1.10	0.94	0.88	1.06
	18.	0.94	1.14	0.98	0.82	1.22
		0.94	1.05	0.87	0.83	1.16
	24.	1.02	1.34	1.15	0.85	1.17
		1.08	1.28	1.15	0.88	1.15
Depolama (gün)	0.	1.18	1.12	0.93	1.07	1.41
		1.15	1.10	0.96	1.00	1.33
	3.	1.00	1.13	0.96	0.93	1.26
		1.11	1.16	0.86	0.91	1.18
	6.	0.96	1.15	0.91	0.90	1.10
		0.98	1.10	0.94	0.88	1.06
	9.	0.94	1.14	0.98	0.82	1.22
		0.94	1.05	0.87	0.83	1.16
	12.	1.02	1.34	1.15	0.85	1.17
		1.08	1.28	1.15	0.88	1.15
	15.	1.18	1.12	0.93	1.07	1.41
		1.15	1.10	0.96	1.00	1.33

Çizelge 4.25. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin maltoz içeriğine (g/L) ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	14.95	263**	4	0.47	10.70**
Süre	4	0.045	0.79	5	2.96	67.24**
Hata	25			30		

Çizelge 4.26. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin maltoz içeriğine (g/L) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (± Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
Fermentasyon	A	10	3.77 <sup>a</sup> ± 0.07	0. saat	10	1.71 <sup>a</sup> ± 0.40
	B	10	1.16 <sup>cb</sup> ± 0.03	6. saat	10	1.58 <sup>a</sup> ± 0.35
	C	10	0.97 <sup>cd</sup> ± 0.12	12. saat	10	1.56 <sup>a</sup> ± 0.37
	D	10	0.91 <sup>d</sup> ± 0.02	18. saat	10	1.55 <sup>a</sup> ± 0.36
	K	10	1.20 <sup>b</sup> ± 0.03	24. saat	10	1.11 <sup>a</sup> ± 0.36
Depolama	A	12	0.81 <sup>a</sup> ± 0.38	0. gün	10	1.11 <sup>a</sup> ± 0.36
	B	12	0.62 <sup>b</sup> ± 0.12	3. gün	10	0.52 <sup>b</sup> ± 0.19
	C	12	0.60 <sup>b</sup> ± 0.19	6. gün	10	0.26 <sup>c</sup> ± 0.03
	D	12	0.35 <sup>c</sup> ± 0.07	9. gün	10	0.22 <sup>c</sup> ± 0.01
	K	12	0.36 <sup>c</sup> ± 0.11	12. gün	10	0.25 <sup>c</sup> ± 0.01
				15. gün	10	0.21 <sup>c</sup> ± 0.01

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sürecinde; maltoz içeriği depolama başlangıcından (0. gün) 1.11 değerinden depolama sonuna (15. gün) kadar ise 0.21 g/L değerine düşmüştür. Bu düşüşün nedeni ise boza üretiminde kullanılan mikroorganizmaların +4°C gelişimini devam ettirerek maltozu glikoza hidroliz etmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bir araştırmada farklı LAB ve mayalarca fermente edilen toğvanın maltoz içeriği ilk 4 saatte 2.38'den 3.14 mg/g'a artmış ve ardından 2.15 mg/g'a tekrar düştüğü tespit edilmiştir (Mugula vd 2003).

#### **4.2.5.3. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın glikoz içeriği üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süreçlerindeki glikoz içeriği değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.27'de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre glikoz içeriği değişimi üzerine; fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı boza üretim yöntemlerinin ve işlem sürelerinin önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre fermentasyon sürecinde; glikoz içeriği fermentasyon başlangıcında (0.saat) 0.75 değerinden fermentasyon sonunda (24. saat) 15.62 g/L değerine ulaşmıştır. Fermentasyon sürecinde süreye bağlı olarak boza örneklerinin glikoz içeriğinde ki bu artış mikroorganizma kültürlerinin, kullandığı glikozdan daha fazlasını enzimleri aracılığıyla ortamda bulunan sakkaroz gibi karbonhidratlardan hidroliz etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Boza üretiminde kullanılan sakkaroz miktarı ve fermentasyondaki yaklaşık 50 g/L'lik sakkaroz azalışı dikkate alındığında bozanın glikoz ve fruktoz içeriklerinin ayrı ayrı yaklaşık 25 g/L olması beklenmektedir. Ancak fermentasyon sonunda glikoz miktarının 15g/L seviyesinde tespit edilmesi ve %1 oranında bir azalış olmasının nedeninin ise starter



kültür faaliyeti sonucu ortamda bulunan glikozun karbon kaynağı olarak kullanılarak tüketilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.27. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin glikoz içeriğindeki (g/L) değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	0.78	0.71	0.70	0.69	0.70
		0.81	0.76	0.78	0.71	0.89
	6.	2.08	3.33	1.63	1.13	4.90
		1.62	3.32	1.66	1.00	4.80
	12.	2.56	5.54	0.95	1.29	7.14
		2.70	5.52	1.06	1.35	6.80
	18.	9.15	7.78	6.61	4.85	7.37
		6.38	8.80	6.11	4.72	7.54
	24.	33.44	29.18	30.72	22.07	15.84
		34.13	29.36	30.99	22.88	16.61
Depolama (gün)	0.	33.44	10.13	9.72	8.07	15.84
		34.13	10.36	9.99	7.88	16.61
	3.	39.60	30.82	33.62	32.78	35.89
		39.60	32.85	34.78	33.62	35.98
	6.	85.94	85.22	66.07	65.02	44.08
		86.37	86.09	65.26	64.97	58.47
	9.	89.92	109.24	89.99	99.44	62.37
		91.31	112.67	88.15	93.18	65.60
	12.	140.98	127.17	113.01	119.95	63.29
		121.23	125.61	106.26	122.70	67.20
15.	108.49	119.04	119.65	110.21	92.14	
	105.34	114.45	111.20	107.56	95.55	

Çizelge 4.28. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin glikoz içeriğine (g/L) ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	S	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	20.16	90.77**	4	1401	97.23**
Süre	4	1116	4952**	5	15895	1069**
Hata	25			30		

Çizelge 4.29. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin glikoz içeriğine (g/L) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
Fermentasyon	A	10	9.37 <sup>a</sup> $\pm$ 1.65	0. saat	10	0.75 <sup>e</sup> $\pm$ 0.38
	B	10	9.43 <sup>a</sup> $\pm$ 1.24	6. saat	10	2.55 <sup>d</sup> $\pm$ 0.25
	C	10	8.12 <sup>b</sup> $\pm$ 1.23	12. saat	10	3.49 <sup>c</sup> $\pm$ 0.15
	D	10	6.07 <sup>d</sup> $\pm$ 1.00	18. saat	10	6.93 <sup>b</sup> $\pm$ 0.20
	K	10	7.13 <sup>c</sup> $\pm$ 0.20	24. saat	10	15.62 <sup>a</sup> $\pm$ 1.27
Depolama	A	12	81.36 <sup>a</sup> $\pm$ 2.39	0. gün	10	15.62 <sup>f</sup> $\pm$ 1.27
	B	12	80.30 <sup>a</sup> $\pm$ 3.31	3. gün	10	34.99 <sup>e</sup> $\pm$ 1.19
	C	12	72.64 <sup>b</sup> $\pm$ 1.64	6. gün	10	70.17 <sup>d</sup> $\pm$ 1.11
	D	12	70.12 <sup>c</sup> $\pm$ 2.34	9. gün	10	90.16 <sup>c</sup> $\pm$ 2.66
	K	12	54.42 <sup>d</sup> $\pm$ 0.24	12. gün	10	110.40 <sup>a</sup> $\pm$ 6.06
				15. gün	10	108.23 <sup>b</sup> $\pm$ 4.59

Fermentasyon sürecinde üretim yöntemine göre ise A, B, C ve D boza örneklerinde glikoz içeriğinin sırasıyla azaldığı belirlenmiş olup bu sonucun artan oranda ilave edilen starter kültürden kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer sonuçlar fermente bir tahıl ürünü olan togva fermentasyonunda da tespit edilmiş olup örneklerin glikoz içeriği fermentasyonun ilk 12 saatlik bölümünde artarak 0.52 değerinden 1.37 g/kg değerine ulaştığı tespit edilmiştir (Mugula vd 2003).

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sürecinde; glikoz içeriği depolama başlangıcında (0. gün) 15.62 değerinden depolama sonuna (15. gün) 108.23 g/L değerine yükselmiştir. Depolama sürecinde süreye bağlı olarak glikoz içeriğinde meydana gelen bu artışın boza üretiminde kullanılan mikroorganizmaların sakkaroz ve tahıllardan gelen nişastayı hidroliz etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Üretim yöntemine göre ise A, B, C ve D boza örneklerinde glikoz içeriğinin sırasıyla azaldığı belirlenmiştir.

#### **4.2.5.4. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın fruktoz içeriği üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süreçlerindeki fruktoz içeriği değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.30'da, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre fruktoz içeriği değişimi üzerine; fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı boza üretim yöntemlerinin ve işlem sürelerinin önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre fermentasyon sürecinde; fruktoz içeriği fermentasyon başlangıcında (0. saat) 0.88 değerinden fermentasyon sonunda (24. saat) 24.14 g/L değerine yükselmiştir. Fermentasyon sürecinde süreye bağlı olarak boza örneklerinin fruktoz içeriğinde meydana gelen bu artış

mikroorganizma aktivitesi sonucu sakkarozun hidroliz edilerek glikoz ve fruktoza dönüştürülmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.30. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin fruktoz içeriğindeki (g/L) değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	0.80	0.76	0.88	0.80	1.08
		0.91	0.77	0.82	0.82	1.20
	6.	5.36	3.29	4.27	6.24	4.28
		6.35	4.30	3.27	6.24	4.94
	12.	6.54	6.01	6.46	8.36	7.81
		5.54	7.05	7.47	8.38	7.79
	18.	17.14	13.74	11.56	11.19	13.42
		18.21	12.79	10.55	11.20	13.41
	24.	28.77	28.02	23.84	17.58	24.18
		28.32	26.01	23.96	17.58	23.15
Depolama (gün)	0.	28.77	28.02	23.84	17.58	24.18
		28.32	26.01	23.96	17.58	23.15
	3.	49.81	39.04	33.71	36.06	40.88
		48.96	38.31	36.95	35.96	40.88
	6.	61.01	53.37	50.45	48.50	55.89
		61.03	56.89	53.27	47.47	55.36
	9.	74.47	70.48	54.42	51.10	64.29
		74.62	73.47	58.16	54.93	64.29
	12.	85.92	72.83	60.50	55.30	68.56
		81.01	74.32	63.37	57.19	68.99
15.	82.38	75.63	68.38	65.87	72.84	
	83.70	74.63	66.38	65.98	72.84	

Çizelge 4.31. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin fruktoz içeriğine (g/L) ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	12.56	42**	4	535.21	264**
Süre	4	821.40	2447**	5	3522	1740**
Hata	25			30		

Çizelge 4.32. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin fruktoz içeriğine (g/L) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
Fermentasyon	A	10	11.18 <sup>a</sup> $\pm$ 0.92	0. saat	10	0.88 <sup>e</sup> $\pm$ 0.01
	B	10	10.27 <sup>b</sup> $\pm$ 0.59	6. saat	10	4.85 <sup>d</sup> $\pm$ 0.13
	C	10	9.31 <sup>c</sup> $\pm$ 0.72	12. saat	10	7.14 <sup>c</sup> $\pm$ 0.08
	D	10	8.84 <sup>c</sup> $\pm$ 0.43	18. saat	10	13.32 <sup>b</sup> $\pm$ 0.11
	K	10	10.38 <sup>b</sup> $\pm$ 0.32	24. saat	10	24.14 <sup>a</sup> $\pm$ 0.53
Depolama	A	12	63.33 <sup>a</sup> $\pm$ 0.36	0. gün	10	24.14 <sup>f</sup> $\pm$ 0.53
	B	12	56.92 <sup>b</sup> $\pm$ 0.41	3. gün	10	40.06 <sup>e</sup> $\pm$ 0.78
	C	12	49.45 <sup>d</sup> $\pm$ 0.96	6. gün	10	54.32 <sup>d</sup> $\pm$ 0.25
	D	12	46.13 <sup>e</sup> $\pm$ 0.95	9. gün	10	64.03 <sup>c</sup> $\pm$ 0.46
	K	12	54.35 <sup>c</sup> $\pm$ 0.60	12. gün	10	68.70 <sup>b</sup> $\pm$ 0.19
				15. gün	10	72.76 <sup>a</sup> $\pm$ 0.53

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sürecinde; fruktoz içeriği depolama başlangıcında (0. gün) 24.14 değerinden depolama sonuna (15. gün) 72.76 g/L değerine yükselmiştir. Depolama sürecinde süreye bağlı olarak fruktoz içeriğinde meydana gelen bu artış fermentasyon sürecinde ki gibi benzer nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **4.2.6. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın organik asit içeriği üzerine etkisi**

##### **4.2.6.1. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın laktik asit içeriği üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süreçlerindeki laktik asit içeriği değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.33'de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.35'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre laktik asit içeriği değişimi üzerine; fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı boza üretim yöntemlerinin ve işlem sürelerinin önemli ( $p < 0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre fermentasyon sürecinde; laktik asit içeriği fermentasyon başlangıcında (0. saat) 0.94 değerinden fermentasyon sonunda (24. saat) 4.29 g/L değerine ve üretim yöntemine göre ise sırasıyla A, B, C ve D örneklerinde artarak 1.85 değerinden 2.97 g/L değerine ulaştığı ve kontrol örneğinde ise 1.88 g/L olduğu belirlenmiştir. Fermentasyon sürecinde laktik asit içeriğinin fermentasyon süresine bağlı olarak artmasının, boza ortamının kullanılan starter kültürler için uygun bir gelişme ortamı sağlamasından ve bu kültürlerin glikozu laktik asite dönüştürmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. LAB ve *B. bifidum* bakterilerinin glikozu pürivik asite dönüştürdükten sonra laktik asit üretebilme

yeteneğine sahip olduğu bilinmektedir (Neviani 2001, Narvhus ve Axelsson 2003, Mugula vd 2003).

Çizelge 4.33. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin laktik asit içeriğindeki (g/L) değişim (I. ve II. Tekerrür )

	S	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	0.95	0.93	0.93	0.94	0.97
		0.92	0.93	0.93	0.93	0.97
	6.	0.98	1.20	1.83	1.83	1.13
		0.98	1.33	1.73	1.93	1.13
	12.	2.05	2.33	2.65	2.85	1.69
		2.15	2.44	2.65	2.85	1.69
Fermentasyon (saat)	18.	2.24	3.22	3.26	3.39	2.16
		2.24	2.94	3.25	3.32	2.16
	24.	2.99	4.23	5.21	5.82	3.43
		2.96	3.99	4.97	5.83	3.43
	0.	2.99	4.23	5.21	5.82	3.43
		2.96	3.99	4.97	5.83	3.43
Depolama (gün)	3.	3.77	4.96	4.43	5.34	3.24
		3.84	4.97	4.46	5.37	3.24
	6.	4.67	5.28	4.60	6.06	3.30
		4.77	5.33	4.56	6.35	3.28
	9.	5.84	6.02	6.31	6.55	4.07
		5.92	6.04	6.35	6.64	3.98
Depolama (gün)	12.	6.05	7.09	7.16	8.37	4.39
		6.11	7.06	7.15	8.33	4.42
	15.	6.34	7.12	8.20	9.54	7.47
		6.55	7.05	8.19	9.08	7.44

Çizelge 4. 34. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin laktik asit içeriğine (g/L) ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	2.35	488**	4	9.99	1641**
Süre	4	17.14	3295**	5	73.85	12131**
Hata	25			30		

Çizelge 4.35. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin laktik asit içeriğine (g/L) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
Fermentasyon	A	10	1.85 <sup>d</sup>	0. saaat	10	0.94 <sup>e</sup>
			$\pm$ 0.22			$\pm$ 0.02
	B	10	2.35 <sup>c</sup>	6. saaat	10	1.41 <sup>d</sup>
			$\pm$ 0.32			$\pm$ 0.11
	C	10	2.74 <sup>b</sup>	12. saaat	10	2.34 <sup>c</sup>
		$\pm$ 0.42			$\pm$ 0.14	
Fermentasyon	D	10	2.97 <sup>a</sup>	18. saaat	10	2.82 <sup>b</sup>
			$\pm$ 0.55			$\pm$ 0.17
	K	10	1.88 <sup>d</sup>	24. saaat	10	4.29 <sup>a</sup>
			$\pm$ 0.29			$\pm$ 0.37
	A	12	4.98 <sup>d</sup>	0. gün	10	4.29 <sup>f</sup>
		$\pm$ 0.78			$\pm$ 0.07	
Depolama	B	12	5.75 <sup>c</sup>	3. gün	10	4.36 <sup>e</sup>
			$\pm$ 0.41			$\pm$ 0.14
	C	12	5.96 <sup>b</sup>	6. gün	10	4.82 <sup>d</sup>
			$\pm$ 0.73			$\pm$ 0.34
	D	12	6.96 <sup>a</sup>	9. gün	10	5.98 <sup>c</sup>
		$\pm$ 0.90			$\pm$ 0.48	
Depolama	K	12	4.31 <sup>e</sup>	12. gün	10	7.27 <sup>b</sup>
			$\pm$ 0.68			$\pm$ 0.62
				15. gün	10	7.47 <sup>a</sup>
						$\pm$ 0.33

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sürecinde; laktik asit içeriği depolama başlangıcından itibaren artarak 4.29 (%0.43) değerinden 7.47 (%0.75) g/L değerine yükselmiştir. Bu sonuç ise kullanılan starter kültürlerin buzdolabı sıcaklığında (+4°C) da aktivitelerini kısmen sürdürmeleri ve laktik asit üretimine devam etmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bozanın organik asit içeriğinin araştırıldığı bir çalışmada laktik asit miktarı 24 saatlik fermentasyon ve 7 günlük depolama süresince 348.33 değerinden 416.51 mg/kg değerine yükselmiştir (Akpınar-Bayız vd 2010).

#### **4.2.6.2. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın malik asit içeriği üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süreçlerindeki malik asit içeriği değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.36'da, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre malik asit içeriği değişimi üzerine; fermentasyon sürecinde farklı boza üretim yöntemlerinin önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu, fermentasyon süresinin ise önemli ( $p>0.05$ ) bir etkisinin olmadığı ve depolama sürecinde ise farklı boza üretim yöntemlerinin ve süresinin önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sürecinde; malik asit içeriği depolama başlangıcında (0. gün) 0.06 değerinden depolama sonunda (15.gün) 0.04 değerine ve üretim yöntemine göre ise A, B, C ve D örneklerinde azalarak 0.04 değerinden 0.05 g/L değerine ulaştığı ve kontrol örneğinde ise 0.06 g/L değerinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin malik asit içeriğindeki (g/L) değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07
		0.05	0.06	0.07	0.07	0.06
	6.	0.06	0.03	0.07	0.07	0.05
		0.06	0.03	0.08	0.08	0.04
	12.	0.07	0.02	0.08	0.08	0.03
		0.07	0.01	0.08	0.08	0.06
	18.	0.03	0.03	0.07	0.07	0.04
		0.04	0.04	0.07	0.07	0.05
	24.	0.04	0.05	0.07	0.07	0.05
		0.04	0.05	0.07	0.07	0.05
Depolama (saat)	0.	0.04	0.05	0.07	0.07	0.05
		0.04	0.05	0.07	0.07	0.05
	3.	0.03	0.02	0.04	0.04	0.06
		0.03	0.02	0.05	0.05	0.06
	6.	0.03	0.03	0.05	0.05	0.06
		0.03	0.03	0.05	0.05	0.06
	9.	0.06	0.03	0.05	0.05	0.07
		0.06	0.03	0.05	0.05	0.07
	12.	0.04	0.03	0.06	0.06	0.07
		0.04	0.03	0.05	0.05	0.07
15.	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04	
	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	

Çizelge 4.37. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin malik asit içeriğine (g/L) ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	0.002	58**	4	0.001	181**
Süre	4	0.0001	2.83	5	0.0006	75**
Hata	25			30		

Çizelge 4.38. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin malik asit içeriğine (g/L) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
Fermentasyon	A	10	0.05 <sup>b</sup> $\pm$ 0.01	0. saat	10	0.06 <sup>a</sup> $\pm$ 0.01
	B	10	0.04 <sup>c</sup> $\pm$ 0.01	6. saat	10	0.06 <sup>ba</sup> $\pm$ 0.01
	C	10	0.07 <sup>a</sup> $\pm$ 0.01	12. saat	10	0.06 <sup>a</sup> $\pm$ 0.01
	D	10	0.07 <sup>a</sup> $\pm$ 0.01	18. saat	10	0.06 <sup>b</sup> $\pm$ 0.01
	K	10	0.05 <sup>b</sup> $\pm$ 0.01	24. saat	10	0.05 <sup>ba</sup> $\pm$ 0.01
Depolama	A	12	0.04 <sup>c</sup> $\pm$ 0.02	0. gün	10	0.06 <sup>a</sup> $\pm$ 0.01
	B	12	0.03 <sup>d</sup> $\pm$ 0.01	3. gün	10	0.05 <sup>b</sup> $\pm$ 0.01
	C	12	0.05 <sup>b</sup> $\pm$ 0.01	6. gün	10	0.05 <sup>b</sup> $\pm$ 0.02
	D	12	0.05 <sup>b</sup> $\pm$ 0.01	9. gün	10	0.04 <sup>c</sup> $\pm$ 0.01
	K	12	0.06 <sup>a</sup> $\pm$ 0.01	12. gün	10	0.04 <sup>c</sup> $\pm$ 0.01
				15. gün	10	0.04 <sup>c</sup> $\pm$ 0.01

#### **4.2.6.3. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın sitrik asit içeriği üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süreçlerindeki sitrik asit içeriği değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.39'da, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40'da ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre sitrik asit içeriği değişimi üzerine; fermentasyon ve depolama sürecinde farklı boza üretim yöntemlerinin ve işlem sürelerinin önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre fermentasyon sürecinde; sitrik asit içeriği fermentasyon başlangıcında (0. saat) 0.72 değerinden azalarak fermentasyon sonunda (24.saat) 0.56 g/L değerine düştüğü tespit edilmiştir. Bu azalışın nedeni ise kullanılan mikroorganizma kültürlerinin sitrik asit üretememesi ve ortamda bulunan sitrik asitin de trikarboksilik asit döngüsüne girerek sürekli parçalanması ile kaybolmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer sonuçlar Mugula vd (2003) tarafından da tespit edilmiş olup 24 saatlik togva fermentasyonunda sitrik asit içeriğinin 0.7 g/kg değerinden 0.1 g/kg değerine düştüğü belirlenmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sürecinde; sitrik asit içeriği depolama başlangıcında (0. gün) 0.56 değerinden azalarak depolama sonunda (15.gün) 0.24 g/L değerine düştüğü tespit edilmiştir. Bozanın organik asit içeriğinin araştırıldığı bir çalışmada boza örneklerinin sitrik asit içeriği 24 saatlik fermentasyon ve 7 günlük depolama süresince 0.035 g/kg değerinden 0.028 g/kg değerine düştüğü tespit edilmiştir (Akpınar-Bayızıt 2010).



Çizelge 4.39. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin sitrik asit içeriğindeki (g/L) değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Fermentasyon (saat)	0.	0.71	0.71	0.73	0.72	0.71
		0.74	0.74	0.72	0.71	0.74
	6.	0.71	0.69	0.69	0.47	0.70
		0.73	0.70	0.62	0.45	0.71
	12.	0.69	0.62	0.58	0.47	0.68
		0.68	0.65	0.62	0.47	0.67
	18.	0.67	0.61	0.55	0.47	0.65
		0.67	0.63	0.56	0.46	0.65
	24.	0.65	0.60	0.54	0.41	0.63
		0.65	0.60	0.48	0.40	0.64
Depolama (gün)	0.	0.65	0.60	0.54	0.41	0.63
		0.65	0.60	0.56	0.40	0.64
	3.	0.57	0.43	0.34	0.29	0.29
		0.57	0.43	0.34	0.28	0.29
	6.	0.36	0.36	0.37	0.26	0.30
		0.36	0.36	0.36	0.30	0.27
	9.	0.35	0.32	0.29	0.25	0.27
		0.35	0.33	0.29	0.27	0.26
	12.	0.34	0.34	0.27	0.25	0.24
		0.36	0.32	0.29	0.27	0.24
	15.	0.24	0.24	0.23	0.23	0.26
		0.26	0.22	0.21	0.23	0.27

Çizelge 4.40. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin sitrik asit içeriğine (g/L) ait varyans analiz sonuçları

VK	Fermentasyon			Depolama		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Yöntem	4	0.06	11.49**	4	0.03	3.35**
Süre	4	0.04	6.24**	5	0.18	4.49**
Hata	25			30		

Çizelge 4.41. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin sitrik asit içeriğine (g/L) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
Fermentasyon	A	10	0.69 <sup>a</sup> $\pm$ 0.03	0. saat	10	0.72 <sup>a</sup> $\pm$ 0.03
	B	10	0.66 <sup>b</sup> $\pm$ 0.06	6. saat	10	0.65 <sup>b</sup> $\pm$ 0.01
	C	10	0.61 <sup>c</sup> $\pm$ 0.01	12. saat	10	0.61 <sup>c</sup> $\pm$ 0.05
	D	10	0.50 <sup>d</sup> $\pm$ 0.03	18. saat	10	0.59 <sup>d</sup> $\pm$ 0.02
	K	10	0.68 <sup>a</sup> $\pm$ 0.02	24. saat	10	0.56 <sup>e</sup> $\pm$ 0.06
Depolama	A	12	0.42 <sup>a</sup> $\pm$ 0.04	0. gün	10	0.56 <sup>a</sup> $\pm$ 0.06
	B	12	0.38 <sup>b</sup> $\pm$ 0.05	3. gün	10	0.38 <sup>b</sup> $\pm$ 0.05
	C	12	0.34 <sup>c</sup> $\pm$ 0.00	6. gün	10	0.33 <sup>c</sup> $\pm$ 0.03
	D	12	0.29 <sup>d</sup> $\pm$ 0.03	9. gün	10	0.30 <sup>d</sup> $\pm$ 0.02
	K	12	0.37 <sup>b</sup> $\pm$ 0.02	12. gün	10	0.29 <sup>d</sup> $\pm$ 0.02
				15. gün	10	0.24 <sup>e</sup> $\pm$ 0.01

### **4.3. Farklı Üretim ve Depolama Koşullarının Bozanın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi**

#### **4.3.1. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın renk değerleri üzerine etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama süreçlerindeki renk değerleri değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.42’de ve bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43’de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) değişimi üzerine depolama sürecinde farklı boza üretim yöntemlerinin ve depolama süresinin önemli ( $p>0.05$ ) bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Depolama sürecinde boza örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri farklı boza üretim yöntemleri ve depolama süresinden etkilenmemiş olup sırasıyla ortalama olarak 56.72, -1.4 ve 10.94 olarak tespit edilmiştir. Renk değerlerinde ölçülebilir bir değişimin olmaması üretimde kullanılan starter kültürlerin renk bileşenleri üretmemesinden ve/veya hammadde kaynaklı karatoneid gibi renk bileşenlerini etkilememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Probiyotik kültür ile üretilen bozaların kontrol boza örneğine göre renk değerlerinin farksız bulunması, probiyotik bozaların tüketici tarafından renk bakımından olumsuz karşılanmayacağına bir göstergesi olarak da değerlendirilebilir. Ayrıca depolama süresi boyunca da bozların renk değerlerinin değişmeden stabil olarak kalabilmesi, tüketiciler bakımından da önemli bir kalite kriteri olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.42. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin renk değerlerindeki değişim (I. ve II. Tekerrür )

Süre (gün)	A	B	C	D	K
0.	57.75	57.10	58.11	58.59	57.77
	53.75	53.87	54.15	54.28	53.88
3.	57.53	57.10	57.63	59.09	57.93
	55.44	55.56	53.21	55.65	55.67
6.	57.32	56.32	59.02	57.11	57.43
	55.36	55.66	55.22	55.43	55.60
9.	58.33	58.61	58.77	59.27	57.86
	56.19	55.99	56.08	55.97	56.30
12.	59.00	58.81	59.07	59.35	58.03
	55.59	55.51	55.50	55.65	55.74
15.	56.47	57.01	60.56	58.57	57.08
	55.24	56.00	56.35	55.86	55.88
0.	-1.21	-1.16	-1.27	-1.33	-1.36
	-1.53	-1.59	-1.58	-1.63	-1.69
3.	-1.25	-1.18	-1.30	-1.29	-1.45
	-1.74	-1.76	-1.80	-1.76	-1.78
6.	-1.06	-1.06	-1.21	-1.08	-1.29
	-1.60	-1.67	-1.75	-1.53	-1.71
9.	-1.01	-1.18	-1.17	-1.18	-1.34
	-1.65	-1.64	-1.63	-1.60	-1.64
12.	-0.94	-1.11	-1.10	-1.07	-1.27
	-1.55	-1.55	-1.49	-1.49	-1.62
15.	-0.96	-1.25	-1.15	-1.21	-1.27
	-1.48	-1.43	-1.53	-1.51	-1.56
0.	12.47	12.19	12.60	12.83	12.67
	9.64	9.49	9.54	9.55	9.56
3.	12.20	12.03	12.49	12.61	12.52
	9.50	9.47	9.40	9.46	9.45
6.	11.86	11.46	12.72	12.04	12.22
	9.52	9.49	9.43	9.29	9.59
9.	12.33	12.68	12.57	12.63	12.41
	9.79	9.40	9.32	9.32	9.66
12.	12.70	12.37	12.74	12.57	12.70
	9.63	9.52	9.43	9.40	9.48
15.	11.62	11.79	13.13	12.50	12.04
	9.31	9.46	9.46	9.48	9.42

Çizelge 4.43. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	L			a		B	
	SD	KO	F	KO	F	KO	F
Yöntem	4	0.94	0.22	0.04	0.46	0.14	0.03
Süre	5	2.86	0.66	0.06	0.60	0.15	0.04
Hata	30						

#### 4.3.2. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın viskozite değerleri üzerine etkisi

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin depolama sürecindeki viskozite değerleri değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.44'de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.45'de, boza örneklerinin reolojik parametreleri Çizelge 4.46'da ve boza örneklerinin görünür viskozite değerinin kayma gerilimine bağlı değişimine ait grafik Şekil 4.1'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre farklı dönme hızlarında (5, 10, 20 ve 30 rpm) ölçülen viskozite değerleri değişimi üzerine; depolama sürecinde farklı boza üretim yöntemleri ve depolama süresinin önemli ( $p>0.05$ ) bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Viskozite bir sıvının akmaya karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Depolama süresince boza örneklerinin viskozite değerlerinde istatistiksel olarak ölçülebilir bir değişiklik belirlenmemiştir. Depolama süresince A, B, C, D ve K boza örneklerinin viskozite değerleri sırasıyla ortalama olarak 24.01, 21.78, 28.84, 26.29 ve 46.77 Pas olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar deskriptif olarak değerlendirildiğinde ise; kontrol boza örneğinin viskozite değerinin diğer örneklerle göre daha yüksek olmasının sebebi, ticari bozadan gelen tesadüfi mikroorganizma suşlarının ekzopolisakkarit üretebilme yeteneğine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Hancioğlu ve Karapınar 1997, Patel vd 2010, Kivanc vd 2011). Ayrıca depolama sürecinde depolama süresinin boza örneklerinin viskozite değerlerinde istatistiksel açıdan önemli bir değişiklik meydana getirmemesinin sebebi ise yüksek miktarda nişasta içeren boza örneklerinde jel yapının oluşmaya devam ederken diğer bir taraftan da mikrobiyal aktivite sonucu büyük moleküllü yapıların parçalanmasıdır. Fermente bir tahıl ürünü olan “uji” nin reolojik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş olup 24 saatlik fermentasyon sürecinde örneklerin viskozite değerinde önemli bir değişikliğin meydana gelmediği tespit edilmiştir (Masha vd 1998).

Çizelge 4.44. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin viskozite (Pas) değerlerindeki değişim (I. ve II. Tekerrür )

Süre (gün)		A	B	C	D	K
Depolama	0.	16.08	15.73	32.75	19.12	16.58
		37.59	37.40	27.61	38.85	96.55
	3.	16.44	10.93	21.02	16.97	22.79
		51.98	36.60	50.74	41.62	111.68
	6.	9.95	10.48	25.01	19.15	20.99
		37.72	26.86	39.61	34.46	80.04
	9.	11.16	12.75	15.74	23.69	19.64
		27.81	30.20	30.39	24.57	68.80
	12.	9.21	13.34	19.68	19.99	35.51
		31.89	24.23	26.86	32.20	42.12
	15.	11.51	19.57	24.02	16.35	11.51
		26.84	23.24	32.69	28.55	35.09

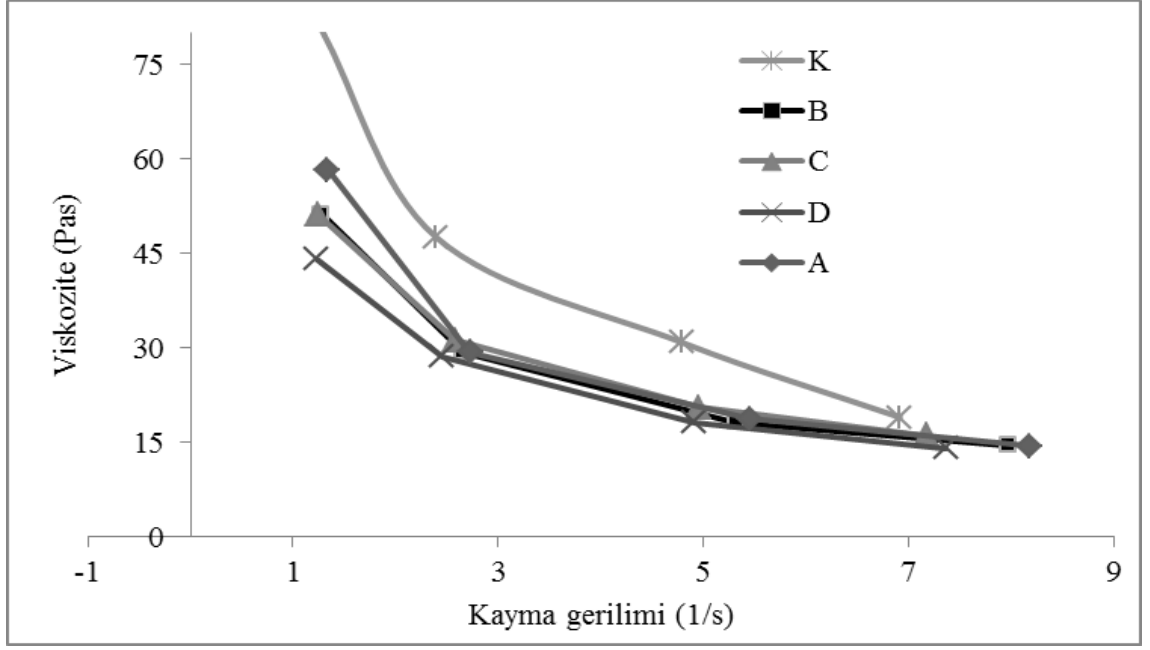
Çizelge 4.45. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin viskozite (Pas) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KO	F
Yöntem	4	1196	2.46
Süre	5	322	0.66
Hata	30		

Çizelge 4.46. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin reolojik parametreleri

Süre (gün)	A		B		C		D		K		n <sub>Ort</sub>	k <sub>Ort</sub>
	n	k	n	k	n	k	n	k	n	K		
0	0.33	3.12	0.35	3.23	0.28	3.42	0.30	3.30	0.41	2.88	0.36	6.65
	0.39	8.49	0.43	8.73	0.36	9.41	0.41	6.65	0.35	17.21		
3	0.37	3.51	0.41	3.23	0.34	4.18	0.40	2.88	0.34	4.02	0.35	5.77
	0.32	9.72	0.33	9.29	0.33	9.88	0.35	8.46	0.31	2.53		
6	0.42	2.97	0.55	2.11	0.35	5.21	0.36	4.06	0.34	4.20	0.37	6.22
	0.34	7.62	0.33	6.88	0.36	8.07	0.36	7.30	0.30	13.77		
9	0.35	3.02	0.40	2.77	0.34	3.17	0.30	4.12	0.31	3.44	0.37	5.62
	0.36	7.61	0.35	8.06	0.35	6.24	0.44	4.50	0.48	13.26		
12	0.30	2.10	0.24	4.05	0.31	3.44	0.24	4.46	0.28	5.88	0.29	5.36
	0.33	8.22	0.33	6.25	0.22	4.46	0.34	6.46	0.33	8.24		
15	0.39	3.02	0.31	4.64	0.21	4.19	0.33	3.17	0.39	3.02	0.34	5.06
	0.35	6.99	0.33	5.88	0.34	6.55	0.37	6.15	0.35	7.01		
Ort	0.36	5.53	0.36	5.43	0.32	5.69	0.35	5.13	0.35	7.12	<b>0.35</b>	<b>5.78</b>

n: Akış indeksi, k: Kıvamlilik indeksi (Pas<sup>n</sup>)



Şekil 4.1. Boza örneklerinin görünür viskozite değerlerinin kayma gerilimine bağlı değişimi

Akışkanın karakterini gösteren akış indeksi ( $n$ ) ve akışkanların nakil işlemlerinde gerekli pompa verilerinin belirlenmesinde kullanılan kıvamlilik indeksi ( $k$ ) değerleri boza örnekleri için sırasıyla ortalama 0.35 ve 5.78  $\text{Pas}^n$  olarak hesaplanmıştır. Kayma geriliminin, kayma hızına göre doğrusal olarak değiştiği akışkanlar “Newtonian”, doğrusal olarak değişmediği akışkanlar ise “Nonnewtonian” olarak isimlendirilmektedir. Ayrıca “Newtoian” akışkanların viskozitesi kayma hızı ile değişmez iken, “Nonnewtonian” akışkanların viskozitesi kayma hızı ile orantılı olarak değişmektedir (Çelebi 2007). Bozanın viskozite değeri kayma hızı arttıkça azaldığından ve akış indeksi değeri 0 ile 1 arasında olduğundan psedoplastik “Nonnewtonian” akış özelliği gösterdiği tespit edilmiştir.

Ticari ve labaratuvar ölçekli üretilen bozaların karşılaştırmalı reolojik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada ticari boza örneklerinin  $n$  ve  $k$  değerlerinin ortalama olarak sırasıyla 0.36 ve 8.35  $\text{Pas}^n$  ve labaratuvar ölçekli boza örneklerinin ise ortalama olarak sırasıyla 0.34 ve 4.68  $\text{Pas}^n$  olduğu tespit edilmiştir (Genç vd 2002).

### 4.3.3. Farklı üretim ve depolama koşullarının bozanın faz ayrılması değerleri üzerine etkisi

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin depolama sonundaki faz ayrılması değerleri değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.47’de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.48’de ve önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.49’da verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre faz ayrılması değerleri değişimi üzerine farklı boza üretim yöntemlerinin önemli bir etkisinin olduğu ( $p < 0.01$ ) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.47. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin 15. gün faz ayrılması (%) değerleri (I. ve II. Tekerrür )

A	B	C	D	K
3.65	6.45	11.90	14.73	0.80
4.43	7.50	10.53	8.00	0.50

Çizelge 4.48. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin 15. gün faz ayrılması (%) değerlerine ait varyans analiz sonucu

VK	SD	KO	F
Yöntem	4	42.89	8.76*
Hata	5		

Çizelge 4.49. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin 15. gün faz ayrılması (%) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

Üretim	n	Ortalama	Süre	n	Ortalama
A	2	4.04 <sup>bc</sup> $\pm$ 0.39	15. g	10	6.85 $\pm$ 1.48
B	2	6.98 <sup>ba</sup> $\pm$ 0.53			
C	2	11.22 <sup>a</sup> $\pm$ 0.69			
D	2	11.37 <sup>a</sup> $\pm$ 3.37			
K	2	0.65 <sup>c</sup> $\pm$ 0.15			

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sonunda farklı yöntemlerle üretilen boza örneklerinde C ve D örnekleri sırasıyla %11.22 ve %11.37 ile en yüksek faz ayrılması değerine sahip olurken, K örneğinin ise %0.65 ile en düşük faz ayrılması değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneğinin düşük faz ayrılmasına sahip olmasının, içerdiği mikroorganizmaların fazla miktarda ekzopolisakkarit üretmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ticari boza örnekleri üzerinde yapılan bir araştırmada örneklerden *Leuc. mesenteroides*, *L. citreum* ve *Pediococcus parvulus* bakterileri izole edilmiştir (Hancioğlu and Karapınar 1997). Başka araştırmalarda ise, bu bakterilerin ekzopolisakkarit ürettiği belirlenmiştir (Patel vd 2010, Kivanc vd 2011). Probiyotik kültür kullanılarak üretilen boza örneklerinde ise faz ayrılması değerlerinin kontrole göre daha yüksek bulunmasının nedeninin kullanılan probiyotik mikroorganizmaların fermentasyon şartlarında muhtemelen ekzopolisakkarit üretmemelerinden ve ayrıca bu mikroorganizmaların nişasta jelini bir miktar parçalamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

#### **4.4. Farklı Üretim ve Depolama Koşullarının Bozanın Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi**

Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen boza örneklerinin fermentasyon ve depolama sürecindeki duysal nitelik değerlerindeki değişimine ait I ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.50'de, bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.51'de ve önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.52'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre depolama sürecinde; farklı boza üretim yöntem ve depolama süresi bozanın duysal renk ve kıvam özelliklerini istatistiki olarak önemli bir şekilde etkilemezken ( $p>0.05$ ) ağızdaki his ve asitli tat özelliklerini istatistiki olarak önemli bir şekilde etkilemiştir ( $p<0.01$ ,  $p<0.05$ ). Duyusal koku özelliği ise yalnızca üretim yönteminden istatistiksel olarak önemli bir şekilde etkilenirken ( $p<0.05$ ) genel beğeni özelliği yalnızca depolama süresinden etkilenmiştir ( $p<0.01$ ).



Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre depolama sürecinde; bozanın ağızdaki his ve asitli tat özellikleri hem üretim yöntemine göre hem de depolama süresine göre azalan puanlar almıştır. Ağızdaki his ve asitli tat özelliklerine göre A ve B bozaları kontrol bozadan daha yüksek puanlar alırken C ve D bozalarının kontrol örneği ile aynı grupta puanlandığı belirlenmiştir. Bunun A, B, C ve D boza üretim yöntemlerine göre artan oranlarda starter kültür ilavesi ile daha fazla sakkarozun hidrolize edilmesi ve laktik asidin artmasından ve süreye göre ise depolama süresince devam eden kısmi sakkaroz hidrolizi ve organik asit sentezinden kaynaklandığı ve şeker-asit içeriğine bağlı olarak oluştuğu düşünülmektedir. Ayrıca ağızdaki his üzerine tahıl partikül büyüklüklerinin de etkili olabileceği, artan mikrobiyal faaliyet ve uzayan depolama sürecinde nişasta hidrolizine bağlı olarak partikül boyutu küçülmesi nedeniyle ağızdaki his puanlarında bir azalmasının da olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.50. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin duyuşsal özelliklerindeki değişim (I. ve II. Tekerrür )

	Süre	A	B	C	D	K
Renk	0.	4.83	4.67	4.50	4.50	4.27
		4.67	4.57	4.57	4.14	4.31
	3.	4.33	4.33	4.17	4.33	4.78
		4.60	4.60	4.40	4.40	4.82
	6.	4.17	4.00	4.50	4.33	4.19
		4.00	4.17	4.17	3.83	4.15
	9.	4.00	4.33	4.17	4.50	3.90
		4.33	4.20	4.00	4.00	4.10
	12.	4.00	4.25	4.00	4.00	4.33
		4.00	4.25	4.25	4.00	4.33
	15.	4.67	4.17	4.00	4.00	4.52
		4.67	4.17	4.33	4.00	4.48
Koku	0.	3.50	4.17	4.33	4.00	3.27
		3.00	3.67	3.86	3.57	3.31
	3.	3.67	3.83	2.67	3.00	4.40
		4.60	4.00	4.40	3.67	4.40
	6.	3.50	4.50	2.83	3.17	3.83
		4.00	3.00	2.83	3.17	3.83
	9.	3.67	4.33	3.80	3.50	4.22
		3.20	3.60	3.80	3.60	4.20
	12.	3.17	3.17	3.67	3.33	4.17
		3.67	3.50	3.67	3.17	4.17
	15.	3.67	2.83	4.17	3.50	3.99
		4.17	3.83	4.17	3.50	4.01

Çizelge 4.50'nin devamı

Kıvam	0.	3.29	4.33	4.67	3.33	3.13
		4.43	3.83	3.86	4.71	3.12
	3.	3.50	3.33	4.00	3.83	4.01
		3.50	4.40	4.00	4.40	4.00
	6.	4.00	4.33	3.67	4.17	4.50
		4.00	4.17	4.17	3.83	4.50
	9.	4.00	4.67	3.67	4.50	3.60
		3.40	4.00	4.20	4.00	3.60
	12.	3.33	3.83	2.67	3.00	4.17
		3.83	3.17	4.00	3.83	4.17
	15.	3.50	3.50	3.50	3.67	4.00
		4.00	3.67	3.80	3.50	4.00
Ağızdaki his	0.	4.00	3.67	4.17	3.17	3.00
		3.88	3.43	4.00	3.71	3.00
	3.	3.83	3.50	4.00	2.67	3.80
		4.40	3.75	4.00	4.00	3.80
	6.	4.17	3.50	3.50	3.83	3.67
		4.17	4.00	3.50	3.83	3.67
	9.	3.83	4.50	3.20	2.17	3.60
		3.60	3.80	3.20	3.20	3.60
	12.	3.50	3.33	2.83	2.83	4.00
		3.83	3.67	2.83	3.67	4.00
	15.	3.67	2.83	2.60	2.50	2.83
		3.33	4.33	2.60	3.83	2.83
Asitli tat	0.	4.00	4.50	4.33	3.00	3.43
		3.86	3.71	4.14	3.86	3.43
	3.	3.83	3.83	4.20	3.00	3.33
		4.60	4.20	4.20	4.00	3.33
	6.	3.83	4.17	3.83	3.50	3.83
		3.83	4.17	3.83	4.17	3.83
	9.	3.33	4.50	3.80	4.00	3.40
		3.60	3.40	3.80	3.40	3.40
	12.	3.33	3.00	2.67	3.17	4.00
		3.50	3.33	2.67	3.33	4.00
	15.	4.00	3.17	3.67	2.33	3.17
		3.50	4.00	3.67	3.50	3.17
Genel beğeni	0.	3.83	3.83	4.00	3.00	3.43
		4.40	3.86	3.71	4.00	3.43
	3.	4.17	3.83	4.40	3.00	3.67
		3.86	4.60	4.40	4.00	3.67
	6.	3.83	3.83	4.17	3.50	4.00
		4.00	4.40	4.17	4.00	4.00
	9.	3.67	4.67	3.20	3.33	3.60
		4.00	3.40	3.20	3.40	3.60
	12.	3.50	3.00	3.00	3.83	3.50
		3.50	3.83	3.00	3.83	3.50
	15.	3.50	2.50	3.67	3.17	3.33
		3.17	4.00	3.67	3.17	3.33

Çizelge 4.51. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin duyuşsal özelliklerinde ki değişime ait varyans analiz sonuçları

VK	Renk			Koku		Kıvam	
	SD	KO	F	KO	F	KO	F
Yöntem	4	0.07	3.04	0.46	2.74*	0.07	0.42
Süre	5	0.28	11.92	0.23	1.36	0.35	1.95
Hata	30						

VK	Ağızdaki his			Asitli tat		Genel beğeni	
	SD	KO	F	KO	F	KO	F
Yöntem	4	0.65	4.14**	0.34	2.65*	0.19	1.36
Süre	5	0.59	3.75**	0.62	4.82**	0.69	4.90**
Hata	30						

Çizelge 4.52. Farklı oranlarda probiyotik kültür ilave edilerek üretilen ve buzdolabı şartlarında depolanan boza örneklerinin duyuşsal sayısına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ( $\pm$  Standart hata)

	Yöntem	n	Ortalama		Süre (gün)	n	Ortalama	
				$\pm$				$\pm$
Koku	A	10	3.65 <sup>ba</sup>	$\pm$ 0.13	0.	12	3.67 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.13
	B	10	3.70 <sup>ba</sup>	$\pm$ 0.15	3.	12	3.86 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.20
	C	10	3.68 <sup>ba</sup>	$\pm$ 0.17	6.	12	3.47 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.18
	D	10	3.43 <sup>b</sup>	$\pm$ 0.08	9.	12	3.79 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.11
	K	10	3.98 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.11	12.	12	3.57 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.12
					15.	12	3.78 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.13
Ağızdaki his	A	10	3.85 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.09	0.	12	3.60 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.14
	B	10	3.69 <sup>ba</sup>	$\pm$ 0.13	3.	12	3.78 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.14
	C	10	3.37 <sup>b c</sup>	$\pm$ 0.17	6.	12	3.78 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.08
	D	10	3.28 <sup>c</sup>	$\pm$ 0.18	9.	12	3.47 <sup>ba</sup>	$\pm$ 0.19
	K	10	3.48 <sup>bc</sup>	$\pm$ 0.13	12.	12	3.45 <sup>ba</sup>	$\pm$ 0.15
					15.	12	3.14 <sup>b</sup>	$\pm$ 0.20
Asitli tat	A	10	3.77 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.10	0.	12	3.83 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.14
	B	10	3.83 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.15	3.	12	3.85 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.16
	C	10	3.73 <sup>ba</sup>	$\pm$ 0.16	6.	12	3.90 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.07
	D	10	3.44 <sup>b</sup>	$\pm$ 0.15	9.	12	3.66 <sup>ba</sup>	$\pm$ 0.12
	K	10	3.53 <sup>ba</sup>	$\pm$ 0.09	12.	12	3.30 <sup>c</sup>	$\pm$ 0.15
					15.	12	3.42 <sup>bc</sup>	$\pm$ 0.16
Genel beğeni	A	10	3.79 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.10	0.	12	3.75 <sup>bac</sup>	$\pm$ 0.12
	B	10	3.81 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.18	3.	12	3.96 <sup>ba</sup>	$\pm$ 0.15
	C	10	3.72 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.15	6.	12	3.99 <sup>a</sup>	$\pm$ 0.08
	D	10	3.52 <sup>b</sup>	$\pm$ 0.11	9.	12	3.61 <sup>bdc</sup>	$\pm$ 0.14
	K	10	3.59 <sup>b</sup>	$\pm$ 0.06	12.	12	3.45 <sup>dc</sup>	$\pm$ 0.11
					15.	12	3.35 <sup>d</sup>	$\pm$ 0.13

Bozanın koku özelliği depolama süresine göre farklılık göstermezken, üretim yöntemine göre farklılık göstermiş ve bu farklılık probiyotik bozalar bir grup olacak şekilde 3.70 ile 3.43 arasında değişirken kontrol boza örneğinde 3.98 ile en yüksek olarak tespit edilmiştir. Kontrol boza örneğinin koku yönüyle diğer bozalara göre daha

yüksek puanlanmasının içerdiği çok farklı mikroorganizma cinsi, türü ve suşunun ürettiği koku bileşiklerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Bozanın genel beğeni özelliği üretim yöntemine göre bir farklılık göstermezken, depolama süresine göre farklılık göstermiş ve en yüksek puanı 6. gün depolamasında almıştır. Daha önceki ve sonraki gün depolamalarında ise daha düşük puanlar almışlardır. Bunun durumun fermentasyon sonunda ve depolama sırasında oluşan metabolitlerin en iyi duyuşal beğeniye sağlayacak kompozisyona depolamanın 6. gününde sahip olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Bozanın duyuşal özellikleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde ise; farklı yöntemlere göre üretilen tüm boza örnekleri 15 günlük depolama süresi boyunca 5 puanlık hedonik bir skalaya göre 3'den daha yüksek puan aldıkları için duyuşal olarak kabul edilebilir özellikte oldukları düşünülmektedir.

## 5. SONUÇ

- Fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı yöntem ve sürelerin bozanın *S. boulardii*, toplam LAB ve *B. bifidum* sayıları üzerine istatistiksel olarak önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.
- Fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı yöntem ve sürelerin bozanın pH değeri, TTA, sakkaroz, maltoz, glikoz, fruktoz, laktik asit ve sitrik asit içerikleri üzerine istatistiksel olarak önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.
- Fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı yöntem ve sürelerin bozanın su aktivitesi, renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) ve viskozitesi üzerine istatistiksel olarak önemli ( $p>0.05$ ) bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.
- Bozanın kurumadde değeri üzerine fermentasyon sürecinin önemsiz ( $p>0.05$ ) ve depolama sürecinin ise önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Faz ayrılması değeri üzerine ise depolama sürecinde farklı boza üretim yönteminin önemli ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.
- Fermentasyon ve depolama süreçlerinde farklı yöntem ve sürelerin bozanın duyuşal özelliklerinden renk ve kıvam üzerine istatistiksel olarak önemli ( $p>0.05$ ) bir etkisinin olmadığı ve koku, asitli tat, ağızdaki his ve genel beğeni özellikleri üzerine ise önemli ( $p<0.01$ ;  $p<0.05$ ) bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Sonuç olarak, üretilen bozaların 24 saatlik fermentasyon ve 15 günlük depolama sonunda,  $10^4$  seviyesinde probiyotik *S. boulardii* mayası ve  $10^6$  seviyesinde probiyotik bakteriler içermesi, kontrol bozaya göre eşit ve daha yüksek duyuşal beğeniye sahip olması ve TSE Boza Standartlarına uygun olması nedenleriyle geleneksel bir Türk ürünü olan bozanın tescilli probiyotik mikroorganizmalarla kesin probiyotik karakterde üretilerek toplum sağlığının geliştirilmesine katkıda bulunabileceği değerlendirilmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

- AACC. 2000. Approved methods of the american association of cereal chemists, St. Poul, Minnesoto, USA.
- AGUIRRE, M. and COLLINS, M.D. 1993. Microorganisms associated with natural fermentation of prosopis africana seeds for the production of okpiye. *Plant Foods For Human Nutritions*, 42: 297-304.
- AKPINAR-BAYIZIT, A., ERSAN-YILMAZ, L. and OZCAN, 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.
- ALM, L. 1982. Effect of the fermentation of B-vitamin content of milk in sweden. *Journal Of Dairy Science*, 65: 353-9.
- ALM, L. 2009. Probiotics and Human Health. *Akademik Gıda*, 7 (5):6-25.
- ALP, G. ve ASLIM, B. 2009. İnsan bağırsak sisteminde probiyotik olarak Bifidobacterilerin önemi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10: 343-354.
- ANGELOV, A., GOTEHEVA, V., KUNCHEVA, R. and HRISTOZOVA, T. 2006. Development of new oat- based probiotic drink. *International Journal of Food Microbiology*, 112: 75-80.
- ANONİM. 1992. Boza, Türk Standartları Enstitüsü, TSE 9778, Ankara.
- ANONİM. 2007. 10 mart 2005 tarihli bilim ve teknoloji yüksek kurulu onbirinci toplantısı, gelişmelere ilişkin değerlendirmeler ve kararlar, Tübitak-Ankara.
- ANONYMOUS. 2004. Position Of The American Dietetic Association: Functional Foods. *Journal of American Diet Association*, 104: 814-822.
- ANONYMOUS. 1991. Standart Test methods for Rheological Properties of Non-Newtonian Materials by Rotational (Brookfield) Viscometer. American Society for testing and Materials D 2196-86 Philadelphia.
- ANONYMOUS. 1992. Milk and milk products, preperation of sample and dilutions for mikrobiologycal examination, International IDF Standart, 112 B, pp 4.
- ARICI, M and DAGLIOGLU, O. 2002. Boza: a lactic acid fermented cereal beverage as a traditional turkish food. *Food Reviews International*, 18 (1): 39-48.

- ARICI, M. ve DAĞLIOĞLU, O. 2007. Boza: laktik asit fermentasyonu ile üretilen tahıl kaynaklı geleneksel bir Türk gıdası, 1. Basım, ed; TURAN A. N. \_Kültür ve Turizm Bakanlığı Kütüphaneler ve Yayımlar Genel Müdürlüğü, ss: 76-88, Ankara.
- BETORET, N., PUENTE, L., DIAZ, M.J., PAGAN, M.J., GARCIA, M.J., GRAS, M.L., MARTINEZ-MONZO, J. and FITO, P. 2003. Development of probiotic-enriched dried fruits by vacuum impregnation. *Journal of Food Engineering*, 56: 273–277.
- BIROLLO, G.A., REINHEIMER, J.A. and VINDEROLA, C.G. 2000. Viability of lactic acid microflora in different types of yoghurt. *Food Research International*, 33: 799-805.
- BİRER, S. 1987. Boza yapımı ve özellikleri. *Gıda*, 12 (5): 341-344.
- BLANDINO, A., AL-ASEERI, M.E., PANDIELLA, S.S., CANTERO, D. and WEBB, C. 2003. Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Research International*, 36: 527-543.
- BOTES, A., TODOROV, S.D., VON MOLLENDORF, J.W., BOTHA, A. and DICKS, L.M.T. 2007. Identification of lactic acid bacteria and yeast from boza. *Process Biochemistry*, 42: 267-270.
- CAPLICE, E. and FITZGERALD, F.G. 1999. Food fermentation: Role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal Food Microbiology*, 50: 131-349.
- CASHMAN, K. 2003. Prebiotics and calcium bioavailability. *Current Issues Intestinal Microbiology*, 4: 21-32.
- CEMEROĞLU, B. 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara.
- CHARALAMPOPOULOS, D., WANG, R., PANDIELLA, S.S. and WEBB, C. 2002a. Application of cereals and components in functional foods. *International Journal of Food Microbiology*, 79: 131-341.
- CHARALAMPOPOULOS, D., PANDLELLA, S.S. and WEBB, C. 2002b. Growth studies of potentially probiotic lactic acid bacteria in cereal-based substrates. *Journal of Applied Microbiology*, 92: 851-859.

- CHEIRSILP, B., SHOJI, H., SHIMIZU, H. and SHIOYA S. 2003. Interactions between *Lactobacillus kefiranofaciens* and *Saccharomyces cerevisiae* in Mixed Culture. *Journal Of Bioscience And Bioengineering*, 96: 279-284.
- COCCH, I.M., DURANTE, C., GRANDI, M., LAMBERTINI, P., MANZINI, D., MARCHETTI, A. 2006. Simultaneous determination of sugars and organic acids in aged vinegars and chemometric data analysis. *Talanta*, 69: 1166-1175.
- COUDRAY, C., BELLANGER, J., CASTIGLIA-DELAVALD, C., REMESY, C.,VERMOREL, M., RAYSSIGNUIER, Y. 1997. Effect of soluble or partly soluble dietary fibres supplementation on absorption and balance of calcium, magnesium, iron and zinc in healthy young men. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51(6), 375–380.
- CZERUCKA, D., PICHE, T. and RAMPAL, P. 2007. Review article: yeast as probiotics *Saccharomyces boulardii*. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 26: 767-778.
- ÇAKIR, İ. ve ÇAKMAKÇI, M.L. 2004. Probiotikler: Tanımı, etki mekanizması, seçimi ve güvenilirlik kriterleri. *Gıda*, 29 (6): 427-434.
- ÇELEBİ, N. 2007. Reoloji, Modern Farmasötik Teknoloji. p 392-405.
- ÇOLAKOĞLU, A.S. ve ÇINAR, İ. 2004. Bozamanın reolojik özellikleri, Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van, ss: 193-195.
- DAVE R.I. and SHAH N.P. 1997. Viability of yoghurt bacteria in yoghurts made from starter cultures, *International Dairy Journal*, 7: 31-46.
- DELZENNE, N.M. and KOK, N.N. 1999. Biochemical basis of oligofructose induced hypo lipidemia in animal. *The Journal of Nutrition*, 129 (7): 1967-1970.
- ERBAŞ, M. 2003. Yaş tarhananın üretim ve farklı saklama koşullarında bileşimindeki değişimler (Doktora Tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- ERBAŞ, M. 2006. Yeni bir gıda grubu olarak fonksiyonel gıdalar. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 791-794, Bolu.
- ERBAŞ, M., CERTEL, M. and USLU, M.K. 2004. Microbiological and chemical properties of Tarhana during fermentation and storage as wet sensorial properties of Tarhana soup. *LWT - Food Science and Technology*, 38: 409-416.



- EVLIYA, B. 1990. A traditional Turkish fermented drink boza, Proceedings of the International Conference on Biotechnology and Food Science Symposium, Stuttgart, Germany.
- FAO. 2001. Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. FAO/WHO, Cordoba, Argentina.
- GEANKOPLIS, C.J. 1983. Transport processes of unit operation. Second edition, Library of congress cataloging in publication data, pp 860
- GENC, M., ZORBA, M. and OVA, G. 2002. Determination of rheological properties of boza by using physical and sensory analysis. *Journal of Food Engineering*, 5: 295-298.
- GEREZ, C.L., CUEZZO, S., ROLLAN, G and FONT de VALDEZ, G. 2008. Lactobacillus reuteri CRL 1100 as starter culture for wheat dough fermentation. *Food Microbiology* 25: 253-259
- GOTCHEVA, V., PANDIELLA, S.S., ANGELOV, A., ROSHKOVA, Z.G. and WEBB, C. 2000. Microflora identification of the bulgarian cereal-based fermented beverage boza. *Process Biochemistry*, 36: 127-130.
- GRAFF, S., CHAUMEIL, J. C., BOY, P., LAI-KUEN, R. and CHARRUEAU, C. 2008. Influence of pH conditions on the viability of Saccharomyces boulardii yeast. *Journal of General and Applied Microbiology*, 54: 221-227.
- GREGER, J.L. 1999. Nondigestible carbohydrates and mineral bioavailability. *The Journal of Nutrition*, 129: 1434-1435.
- GÜVEN, S., VATAN, E. ve ÖĞÜTÇÜ, M. 2004. Boza üretiminde bazı modifikasyonlar, Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van, ss: 339-343.
- HANCIOĞLU, O. and KARAPINAR, M. 1997. Microflora of Boza, a traditional fermented Turkish beverage. *International Journal of Food Microbiology*, 35: 271-274.
- HANCIOĞLU, Ö. ve KARAPINAR, M. 1998. Hububat bazlı fermente ürünler ve fermentasyon işleminin sağladığı avantajlar. *Gıda*, 23 (3): 211-215.
- HARDY, G. 2000. nutraceuticals and functional foods: introduction and meaning. *Nutrition*, 16: 688-697.

- HAYTA, M., ALPASLAN, M. and KOSE, E. 2001. The effect of fermentation on viscosity and protein solubility of boza a traditional cereal-based fermented Turkish beverage, *European Food Research and Technology*, 213: 335–337.
- HOLZAPFEL, W.H., HABERER, P., GEISEN, R., BJORKROTH, J., SCHILLINGER, U. 2001. Taxonomy and important features of probiotics microorganisms in food and nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.* 73: 3655-3735.
- IM, E. and POTHOUKIS, C. 2010. Recent advances in *Saccharomyces boulardii* research. *Gastroentérologie Clinique et Biologique*, 34: 62-70.
- ISLETEN, M., YUCER, Y.K., YILMAZ E. and MENDES, M. 2007. Consumer attitudes and factors affecting buying decision for functional foods. *Gıda*, 32: 25-32.
- KEDIA, G., WANG, R., PATEL, H and PANDIELLA, S.S. 2007. Use of mixed cultures for the fermentation of cereal-based substrates with potential probiotic properties. *Process Biochemistry*, 42: 65-70.
- KILIÇ, S. 2001. Süt endüstrisinde laktik asit bakterileri, 1. Basım, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- KIVANC, M., YILMAZ, M. and ÇAKIR, E. 2011. Isolation and identification of lactic acid bacteria from boza and their microbial activity against several reporter strains. *Turk Journal of Biology*, 35: 313-324.
- KOKSOY, A. and KILIC, M. 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocolloids*, 18: 593–600.
- KONAK, Ç. 2008. Yoğurt kültürü ile birlikte kullanılan probiyotik ve ekso polisakkarit oluşturan mikroorganizmaların yulaf bozasının bazı kalitatif özelliklerine etkisi, (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- KOSE E. and YUCEL U. 2003. Chemical composition of boza. *Journal of Food Thecnology*, 1(4): 191-193.
- LAPARRA, J.M. and SANZ, Y. 2010. Interactions of gut microbiota with functional food components and nutraceuticals. *Pharmacological Research*, 61(3): 219-225.
- LEE, Y.K. and SALMINEN, S. 2009. Handbook of probiotics and prebiotics, 2nd Edition, A John Wiley and Sons Inc. Publication, Canada, Pp: 5.

- MANNING, T.S. and GIBSON, G.R. 2004. Prebiotics. *Best Practice and Research Clinical Gastroenterology*, 18(2): 287-298.
- MARTENSON, O., BIORKLUND, M., LAMBO, A.M., DUENAS-CHASCO, M., IRASTORZA, A., HOLST, O., NORIN, E., WELLING, G., OSTE, R. and ONNING, G. 2005. Fermented, Ropy, oat-based products reduce cholesterol levels and stimulate the bifidobacteria flora in human. *Nutrition Research*, 25: 429-442.
- MASHA, G.G.K., IPSEN, R., PETERSEN, M.A. and JAKOBSEN, M. 1998. Microbiological, rheological and aromatic characteristics of fermented Uji (an East African Sour Porridge). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 14: 451-456.
- MENSAH, P. 1997. Fermentation the key to food safety assurance in Africa. *Food Control*, 8: 271- 278.
- MITSCHKA, P. 1982. Simple conversion of Brookfield R.V.T. readings into viscosity functions. *Rheologica Acta*. 21: 207-209.
- MUGULA, J.K., NARVHUS, J.A. and SORHAUG, T. 2003. Use of starter cultures of lactic acid bacteria and yeasts in the preparation of togwa, a Tanzanian fermented food. *International Journal of Food Microbiology*, 83: 307-318.
- NARVHUS, J.A. and Axelsson A.L. 2003. Lactic acid bacteria. In: Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. Ed: Caballero, Trugo, B.L. and Finglas P. 2nd Edition. Academic press, 10: 3465 - 3472.
- NEVIANI, E., GATTI, M., VANNINI, L., GARDINI, F. and SUZZI, G. 2001. Contribution of Gal- lactic acid bacteria to *Saccharomyces cerevisiae* metabolic activity in milk. *International Journal of Food Microbiology*, 69: 91-99.
- NOONAN, W.P. and NOONAN, C. 2004. Legal requirements for “functional food” claims, *Toxicology Letter*, 150: 19-24.
- NOUT, M.J.R. and MOTARJEMI, Y. 1997. Assessment of fermentation as a household technology for improving food safety: A Joint FAO/WHO Workshop. *Food Control*, 8: 221-226.
- OHAMA, H., IKEDA, H. and MORIYAMA, H. 2006. Health foods and foods with health claims in Japan. *Toxicology*, 221: 95-111.

- OZER, B.H., UZUN, Y.S. VE KIRMACI, H.A. 2008. Effect of cell immobilization on viability of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-12 in Kasar cheese, *International Journal of Dairy Technology*, 61:237-244.
- ÖZBAŞ, Z. Y. 1993. Bifidobacterler ve *Lactobacillus acidophilus*: Özellikleri, diyetetik amaçlar için kullanımları, yararlı etkileri ve ürün uygulamaları. *Gıda*. 18: 247-251.
- PAREDES-LOPEZ O. and HARRY G.I. 1988. Food biotechnology review: traditional solid-state fermentation of plant raw materials application. Nutritional significance and future prospects, critical reviews. *In Food Science And Nutrition*, 27: 159-87.
- PATEL, A.K., MICHAUD, P., SINGHANIA, R.R., SOCCOL, C.R. and PANDEY, A. 2010. Polysaccharides from Probiotics: New Developments as Food Additives. *Food Technology and Biotechnology*, 48, 451-463.
- PHILLIPS, M., KAILASAPATHY, K. and TRAN, L. 2006. Viability of commercial probiotic cultures (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium sp.*, *L. casei*, *L. paracasei* and *L. rhamnosus*) in cheddar cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 108(2): 276-280.
- PLESSAS, S., BOSNEA, L., PSARIANOS, C., KOUTINAS, A.A., MARCHANT, R. and BANAT, I.M. 2008. Lactic acid production by mixed cultures of *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Lactobacillus helveticus*. *Bioresource Technology*, 99: 5951-5955.
- POUPARD, J.A., HUSAIN, I. and ROBERT F.N. 1973. Biology of the Bifidobacteria. *Bacteriological Reviews*, 37: 136-165.
- POUTANEN, K., L. FLANDER and KATINA, K. 2009. Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective. *Food Microbiology*, 26: 693-699.
- PRADO, F.C., PARADA, J.L., PANDEY, A. and SOCCOL, C.R. 2008. Trends in non-dairy probiotic beverages. *Food Research International*, 41: 111-123.
- RIVERA-ESPINOZA, Y. and GALLARDO-NAVARRO, Y. 2010. Non-Dairy Probiotic Products. *Food Microbiology*, 27: 1-11.
- ROBERFROID, M. 2007. Prebiotics: The concept revisited. *Journal of Nutrition*, 137(3): 830-837.

- ROBERFROID, M.B. 2000. A European consensus of scientific concepts of functional foods, *Nutrition*, 16: 689-691.
- SAARELA, M., MOGENSEN, G., FONDEN, R., MATTO, J, and MATILLA-SANDHOLM, T. 2000. Probiotic bacteria: Safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology*, 84: 197-215.
- SAĞDIÇ, O., KÜÇÜKÖNER, E. ve ÖZÇELİK, S. 2004. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Fonksiyonel Özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35: 221-228.
- SANDERS, M.E. 1998. Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria. *International Dairy Journal*, 8: 341-347.
- SANNI, A.I., ONILUDE A.A. and IPIDAPO O.T. 1999. Biochemical composition of infant weaning food fabricated from fermented blends of cereal and soybean. *Food Chemistry*, 65: 35-39.
- SENOK, A.C., ISMAEEL, A.Y. and BOTTA, G.A. 2005. Probiotics: facts and myths. *Clinical Microbiology and Infection*, 11(12): 958-966.
- SEVİLMİŞ, G. 2008. Bazı fonksiyonel gıdalarda tüketici kararları ve bunları etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı.
- STANSON, C., ROSS, R.P., FITZGERALD, G.F. and SINDEREN, D. 2005. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. *Current Opinions Biotechnology*, 16: 1-6.
- STEINKRAUS, K.H. 2002. Fermentations in world food processing. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 1: 23-30.
- TAHRI, K., CROCIANI, J., BALLONGUE, J. and SCHNEIDER, F. 2008. Effects of three strains of bifidobacteria on cholesterol. *Letters in Applied Microbiology*, 21: 149-151.
- TANNIS, A., 2008. Probiotic Rescue How You Can Use Probiotics to Fight Cholesterol, Cancer, Superbugs, Digestive Complaints and More, 1st edition, A John Wiley and Sons Inc. Publication, Canada, Pp: 37.
- THARMARAJ, N. and SHAH, N.P. 2003. Selective enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*, *Sreptococcus thermophilus*, *Lactobacillus*

- acidophilus*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus* and *Propionibacteria*, *Journal Dairy Science*, 86: 2288-2296.
- TIMMERMAN, H.M., NIERS, L.E.M., RIDWAN, B.U., KONING, C.J.M., MULDER, L., AKKERMANS, L.M.A., ROMBOUTS, F.M. and RIJKERS, G.T. 2007. Design of a multispecies probiotic mixture to prevent infectious complications in critically ill patients. *Clinical Nutrition*, 26(4): 450-459.
- TODKAR, S.S. 2010. Comparative study between *Aspergillus niger* and *Saccharomyces carlsbergensis* for the production and characterization of invertase by submerged fermentation technique. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 4: 285-290.
- TODOROV, S.D., BOTES, M., GUIGAS, C., SCHILLINGER, U., WILD, I., WACHSMAN, M.B., HOLZAPFEL, W.H. and DICKS, L.M.T. 2008. Boza, a natural source of probiotic lactic acid bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 104: 465-477.
- TONGUÇ, İ.E. 2006. Probiyotik Ayran Üretimi Üzerine Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi) Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- TRACHOO, N., BOUDREAUX, C., MOONGNGARM, A., SAMAPPITO, S. and GAENSAKOO, R. 2006. Effect of germinated rough rice media on growth of selected probiotic bacteria. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9 (14): 2657-2661.
- TURRONI, F., VAN SINDEREN, D. and VENTURA, M. 2010. Genomics and ecological overview of the genus *Bifidobacterium*. *International Journal of Food Microbiology*, In Press.
- USTUN, N.S. ve EVREN, M. 1998. Değişik hammaddelerden boza üretimi ve üretilen bozaların bileşimi. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13: 95-106.
- UYLAŞER, V. 2004. Boza mikroflorasını oluşturan bazı mikroorganizmalar ve probiyotik etkileri. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van, ss: 428-32.
- VANHEE, L.M.E, GOEMÉ, F., NELIS, H.J. and COENYE, T. 2010. Quality control of fifteen probiotic products containing *Saccharomyces boulardii*. *Journal of applied microbiology*, DOI: 10.1111/j.1365-2672.2010.04805.

- VENTER, C.S. 2006. Prebiotics for the improvement of human health. *Human Ecology*, 14, 1-6.
- WANG, Y. 2009. Prebiotics: Present and future in food science and technology. *Food Research International*, 42(1): 8-12.
- WANG, Y.C., YU, R.C. and CHOU, C.C. 2002. Growth and survival of bifidobacteria and lactic acid bacteria during the fermentation and storage of cultured soymilk drinks. *Food Microbiology*, 19: 501-508.
- WOODCOCK, N.P., MCNAUGHT, C.E., MORGAN, D.R., GREGG, K.L. and MACFIE, J. 2004. An investigation into the effect of a probiotic on gut immune function in surgical patients. *Clinical Nutrition*, 23(5): 1069-1073.
- YEGIN, S. and UREN, A. 2008. Biogenic amine content of boza: A traditional cereal-based, fermented Turkish beverage. *Food Chemistry*, 111: 983–987.
- YERLİKAYA, O. ve KARAGÖZLÜ, C. 2009. Prebiyotik ürünler e insan sağlığına etkileri. *Akademik Gıda*, 7 (5): 51-55.
- YÜCEL, U. ve KÖSE, E. 2002. İzmir’de üretilen bozaların kimyasal bileşimi üzerine bir araştırma. *Gıda*, 27 (5): 395- 398.
- ZORBA, M., HANCIOGLU, O., GENÇ, M., KARAPINAR, M. and OVA, G. 2003. The use of starter cultures in the fermentation of boza, a traditional Turkish beverage. *Process Biochemistry*, 38: 1405-1411.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Sultan ARSLAN 1988 yılında Antalya ili, Alanya ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Alanya'da tamamladı. 2004 yılında Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı ve aynı bölümden 2009 yılında mezun oldu. Eylül 2009 tarihinde Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen aynı kurumda eğitimini sürdürmektedir.