

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI YÖNTEMLERLE KURUTULARAK ELDE EDİLEN
BOZA TOZUNUN HAMUR REOLOJİK VE
EKMEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Aslıhan PALA**

Anabilim Dalı : Gıda Mühendisliği

Programı : Tezli Yüksek Lisans

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. İlyas ÇELİK

Eylül, 2012

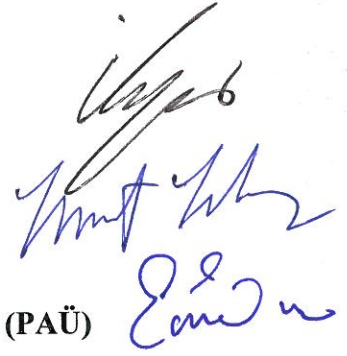
YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 091161023 nolu öğrencisi Aslıhan Pala tarafından hazırlanan “Farklı Yöntemlerle Kurutularak Elde Edilen Boza Tozunun Hamur Reolojik Ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesi
(Tez Danışmanı) : Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK (PAÜ)

Jüri Üyesi
(Jüri Başkanı): Doç. Dr. Yusuf YILMAZ (MAEÜ)

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Emine Nur HERKEN (PAÜ)




Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
31/10/2012 tarih ve ...2717..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Nuri KOLSUZ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

İmza



Öğrenci Adı Soyadı : Aslıhan PALA

ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmam sırasında beni yönlendiren ve deneyimlerinden yararlandığım danışmam hocam sayın Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK'e, tezimin analiz bölümünde bilgilerini benimle paylaşan ve cihazların kullanımında sonuna kadar bana destek olan sevgili hocam Doç. Dr. Yusuf YILMAZ'a, analizlerim sırasında benden yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Fatma IŞIK ve Yrd. Doç. Dr. Ömer ŞİMŞEK'e, her zaman deneyimlerini dinlediğim ve ondan ders almaya çalıştığım sevgili hocam Yrd. Doç. Dr. Oktay YEMİŞ'e ve ayrıca diğer bölüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca tüm çalışmalarında bana her zaman maddi ve manevi açıdan destek olan, varlıklarıyla beni cesaretlendiren, çok sevdiğim aileme, yurt içinde ve yurt dışında bulunan ama aslında her zaman yanımda olan sevgili arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Eylül 2012

Aslıhan PALA

(Gıda Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	x
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	3
1.2 Literatür Özeti	3
2. MATERYAL VE METOT	15
2.1 Materyal	15
2.1 Metot	15
2.2.1 İstatistiksel deneme planı	15
2.2.2 Hammadde analizleri	15
2.2.3 Boza hazırlanması	17
2.2.4 Boza örneklerinde pH ve titrasyon asitliği tayini.....	17
2.2.5 Boza tozu eldesi	17
2.2.6 Boza tozlarında ham protein, nem ve kül tayini	18
2.2.7 Boza tozlarında pH ve titrasyon asitliği tayini.....	18
2.2.8 Boza tozlarında mikrobiyolojik analizler.....	18
2.2.9 Hamur reolojisinin belirlenmesi.....	18
2.2.10 Ekmek pişirme denemeleri.....	19
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	21
3.1 Hammadde analizleri.....	21
3.1.1 Sıvı bozada pH ve titrasyon asitliği analizleri	21
3.1.2 Unda analitik analizler	22
3.1.3 Boza tozunda analitik analizler	23
3.1.4 Boza tozunda pH, titrasyon asitliği ve mikrobiyolojik analizler	23
3.2 Hamurlarda reolojik ve fiziksel analizler	24
3.2.1 Farinograf denemeleri	24
3.2.2 Ekstensograf denemeleri	25
3.2.3 Hamurlarda son fermantasyon süresi sonuçları	29
3.2.4 Hamurlarda pH ve titrasyon analiz sonuçları.....	30
3.2.5 Hamurlarda mikrobiyolojik analiz sonuçları	32
3.3 Ekmek pişirme denemeleri sonuçları	33
3.3.1 Ekmekte renk analizleri	33
3.3.2 Ekmeklerde bazı fiziksel özellik ölçüm sonuçları	36
3.3.3 Ekmeklerde tekstür analiz sonuçları	39
3.3.3.1 Ekmeklerde sertlik analiz sonuçları	39

3.3.3.2 Ekmeklerde yapışkanlık analiz sonuçları.....	40
3.3.3.3 Ekmeklerde esneklik analiz sonuçları.....	42
3.3.3.4 Ekmeklerde sakızımsılık analiz sonuçları.....	43
3.3.3.5 Ekmeklerde çiğnenebilirlik analiz sonuçları.....	44
3.3.4 Ekmeklerde duysal analiz sonuçları.....	45
4. SONUÇ.....	49
KAYNAKLAR	51
EKLER.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	58

KISALTMALAR

LAB : Laktik asit bakterisi
% L.A. : Yüzde Laktik asit

TABLO LİSTESİ

Tablolar

1.1	: Ekşi hamur ile üretilen ekmeklerdeki aroma bileşenleri	8
1.2	: Ekşi hamurdan izole edilen bilinen türler ve yeni türler.....	10
2.1	: Ekmek üretiminde kullanılan formülasyon gramajları	19
3.1	: Buğday ununun kimyasal ve teknolojik analiz sonuçları	23
3.2	: Boza tozlarının kimyasal analiz bulguları	23
3.3	: Boza tozlarının bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri.....	24
3.4	: Hamurların boza tozu değişkenine ait farinograf değerleri	24
3.5	: Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan hamurların farinograf değerleri	25
3.6	: Hamurların boza tozu değişkenine ait ekstensograf değerleri.....	27
3.7	: Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan hamurların ekstensograf değerleri	28
3.8	: Hamurların boza tozu değişkenine ait son fermantasyon süresi değerleri	29
3.9	: Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan hamurların son fermantasyon süresi değerleri	30
3.10	: Hamurların boza tozu değişkenine ait yoğurma sonrası ve fermantasyon sonrası pH değerleri	31
3.11	: Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan hamurların yoğurma sonrası ve fermantasyon sonrası pH değerleri	32
3.12	: Hamurların boza tozu değişkenine ait yoğurma sonrası ve fermantasyon sonrası mikrobiyolojik analiz sonuçları	33
3.13	: Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan hamurların yoğurma sonrası ve fermantasyon sonrası mikrobiyolojik analiz sonuçları	33
3.14	: Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait iç renk değerleri.....	34
3.15	: Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin iç renk değerleri	35
3.16	: Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait dış renk değerleri	35
3.17	: Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin dış renk değerleri	36
3.18	: Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait bazı fiziksel özellikleri	36
3.19	: Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin bazı fiziksel özellikleri.....	37

3.20 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri	38
3.21 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri	38
3.22 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait sertlik değerleri	39
3.23 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin sertlik değerleri	40
3.24 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait yapışkanlık değerleri	41
3.25 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin yapışkanlık değerleri	41
3.26 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait esneklik değerleri	42
3.27 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin esneklik değerleri	42
3.28 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait sakızimsılık değerleri	43
3.29 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin sakızimsılık değerleri	43
3.30 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait çiğnenebilirlik değerleri	44
3.31 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri	45
3.32 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait duyuşal analiz değerleri	47
3.33 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin duyuşal analiz değerleri	48

ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller

- 1.1 : Ekşi hamur fermantasyonu ve etkileyen faktörler 6
3.1 : Sıvı bozada pH'nın fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi 21
3.2 : Sıvı bozada titrasyon asitliğinin (% laktik asit) zamana bağlı değişimi 22

ÖZET

FARKLI YÖNTEMLERLE KURUTULARAK ELDE EDİLEN BOZA TOZUNUN HAMUR REOLOJİK VE EKMEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Bu çalışmada, bozanın farklı yöntemlerle (hava sirkülasyonda ve vakum altında) kurutularak öğütülmesiyle elde edilen boza tozunun farklı % ikame oranlarının (0 (Kontrol), 2, 4 ve 8) hamur fiziksel, mikrobiyolojik ve reolojik özellikleri ve ekmek kalite kriterleri üzerinde etkileri belirlenmiştir. Kurutma yöntemlerinin bütün parametrelerde istatistiki açıdan önemsiz bir etkisi olmuştur. İkame oranlarının reolojik özelliklerinden farinograf ve ekstensograf sonuçlarında % 8 boza tozu ikame oranının çoğu değerler üzerinde olumsuz etkisi olmuştur. İkame oranının artışı son fermantasyon süresini (fermantasyon için gerekli süre ihtiyacını) azaltmış, spesifik hacim değerlerini kademeli olarak düşürmüştür. Ekmek iç ve dış renk değerlerinde % 8 ikame oranı, L değerinde kontrol ekmeğe göre daha koyu renk oluşumunda etkili olmuştur. Tekstür analiz değerinde 72. saat ölçümlerde % 8 boza tozu ikame oranı sertlik değerini arttırıcı, yapışkanlık ve esneklik değerlerini düşürücü yönde etkilemiştir. Sakızimsılık ve çiğnenebilirlik özelliklerinde 72. saatlik ölçümler istatistik açıdan önemsiz bulunurken 24. ve 48. saatlik ölçümlerde en yüksek değerleri % 8 boza tozu ikame oranı vermiştir. Duyusal özelliklerde panelistler tarafından en düşük değerlendirme % 8 ikame oranlı ekmeklerin renk, koku ve tekstür özelliklerinde görülmüştür. Boza tozu ikamesi orana bağlı olarak ekmek gözenek yapısını kötüleştirmiştir. Lezzet ve genel beğeni açısından bir fark görülmemiştir.

Sonuç olarak; boza tozunun, ekonomik ve pratik uygulaması nedeniyle hava sirkülasyonda % 10'un altına getirilinceye kadar kurutulmasının daha avantajlı olduğu söylenebilir. Hacimin önemli bir kriter olduğu ekmeklerde ikame oranının % 2'ye kadar kullanılmasının uygun olacağı; lavaş, tandır gibi hacimin ön plana çıkmadığı ekmeklerde ise bu oranın % 2'den daha fazlaya çıkartılarak kullanılabilmesi önerilebilir. % 8 boza tozu ikamesinin ise hamur ve ekmek özelliklerinde olumsuzluklara neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Boza tozu, Ekmek, Reoloji, Tekstür

SUMMARY

THE EFFECT OF THE SUBSTITUTION OF DRIED BOZA POWDER ON DOUGH RHEOLOGY AND BREAD QUALITY

In this survey, boza powder was obtained by drying liquid boza samples under either air circulation or vacuum conditions at 50°C. Dried powder samples were incorporated into the bread formula at different ratios (0 (control) 2,4 and 8), and the effect of the substitution with dried boza powder on the physical, microbiological, rheological properties of doughs and bread quality characteristics were determined. Drying method had a statistically insignificant effect on all of the parameters. The extensograph and farinograph results indicated that 8% substitution with boza powder had a negative impact on most of the rheological values. The substitution rate increased the last fermentation period (the time required for fermentation), and specific volume values decreased gradually. In terms of internal and external color values, the bread with 8% substitution rate had a darker color than the control bread, as indicated in the L values. The bread with 8% boza powder substitution rate had a tendency to increased hardness after the seventy two hours of storage while the viscosity and elasticity values reduced. Also, this substitution ratio had an insignificant effect on the gumminess and chewiness properties of breads. However, measurements on the twenty four hour and forty eight hour storage gave the highest values. In the sensory evaluation, panelists gave the lowest color, smell and texture scores to bread samples with 8% boza powder substitution rate. The pore size of breads were negatively influenced by the 8% boza powder substitution rate. There was no difference in terms of flavor and overall taste scores among the samples with different boza powder substitution ratios.

In conclusion, boza powder dried by the air circulation at 50°C to a moisture content below 10% seems economical and practical. Substitution ratio with boza powder up to 2% for bread production is recommended since the volume of the final product is a very critical parameter to be concerned. However, ratios higher than 2% can be used for the production of lavash, tandoori breads. It was concluded that boza powder substitution higher than 8% may cause undesired effects on the dough and bread properties.

Key Words: Boza powder, Bread, Rheology, Texture

1. GİRİŞ

Ekmeğin insan beslenmesinde, özellikle karbonhidrat gereksiniminin karşılanması açısından önemi oldukça büyüktür (Kolcuoğlu, 2002). Ayrıca kendine özgü nötr karakterde olması nedeniyle, birlikte yenildiği gıdaların aromasını da taşıyıcı özelliğe sahiptir (Baykara, 2006). Ülkemizde de diğer gıdalara göre daha ucuz ve doyurucu olması, beslenme alışkanlıklarımız ve sosyo-ekonomik yapı gereğince ekmeğin, öğünlerimizin vazgeçilmez bir besini durumundadır.

Türkiye’de bölgelere, farklı yaş ve gelir gruplarına bağlı olarak ekmeğin tüketimi günde 100–800 g arasında olup ortalama 400 g olarak kabul edilmektedir. Bu değer İtalya’da 180 g, Almanya’da 230 g, İngiltere’de 120 g, A.B.D.’de 180 g, Rusya Federasyonu’nda 320 g civarındadır (Baykara, 2006). FAO verilerine göre, ülkemizde kalori sağlamada bitkisel gıdalar günlük diyetin % 90’nını teşkil etmekte, bunun % 44’ü tek başına ekmeğin tarafından sağlanmaktadır. Protein ihtiyacını karşılamada ise bitkisel gıdalar % 77’lik bir paya sahiptir. Bunun % 50’si ekmeğin tarafından sağlanmaktadır (Akgün, 2007).

Ekmeğin yapımında; hammaddelerden ve işlemlerden kaynaklanan kusurları gidermek, az miktarda kullanarak ekmeğin hacmini arttırmak, görünüş ve yapıyı düzeltmek, besin değerini arttırmak, bayatlamayı geciktirmek, zaman, yer ve iş gücü tasarrufu sağlamak amaçlarıyla çeşitli katkı maddelerinin kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (Kolcuoğlu, 2002; Akgün, 2007). Bu tür katkıların doğal ve yenilebilir özellikte maddeler olmalarına dikkat edilmektedir. Her ülke kendi ekmeğin yapısına ve hammadde durumuna göre en uygun ve ekonomik katkı maddelerini kullanmak zorundadır (Göçmen 1993).

Ülkemizde ekşi hamuru ilave edilerek elde edilen ekmeklerin günümüzde oldukça yaygın olduğu bilinmektedir. Bir mayalama metodu olarak uygulanmakta olan ekşi hamur yönteminin esası; normal kültür mayalarının yanında havadan ve kullanılan hamur unsurlarından gelen yabani mayaların, laktik, asetik ve sitrik asit bakterilerinin faaliyet gösterdiği bir hamur parçasını, bir sonraki hamurda maya

olarak kullanılmaktadır (Kotancılar ve ark., 2006). Laktik asit bakterileri ve maya starterleri ile üretilen ekmeklerin normal ekmeğe göre daha hacimli olduğu ve ekşi hamur kullanımının bütün ekmek özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir (Corsetti ve ark., 1998). Tüketim alışkanlığı yönünden halkımız için vazgeçilmez bir yeri bulunan ekmeğin, kalitesinin yükseltilmesi ve raf ömrünün uzatılarak israfın önüne geçilebilmesi için, ekşi hamur ve laktik starter kullanılmasının günümüzde de sağlanması gerekli olmaktadır. Daha önceleri kullanılan ekşi hamur tekniğinde, maya ve bakteriler birlikte faaliyet gösterdiğinden, bu uygulama doğal floraya dayanmakta ve ekşi hamur ekmeği; uygun hacim, güçlü aroma, iyi bir ekmek içi yapısı ve uzun raf ömrüne sahip oluşu ile tercih nedeni olmaktaydı (Göçmen, 2001). Ekşi hamurdaki hakim florada maya ve laktik asit bakterilerinin baskın olmasından yola çıkılarak, fermantasyonu kontrol etmek ve güvence altına alabilmek için, saf laktik asit bakterilerinden oluşan starter kültür kullanımına gidilmiştir (Hansen ve ark., 1989).

Ekşi hamur katılımının ülkemizde yaygın olarak kullanımının başlıca nedeni, fermantasyon süresinin kısaltılmasıyla ekmek üretimi için gerekli sürenin kısalması sonucunda günlük ekmek üretiminin artışına neden olmasıdır. Ancak ekşi hamurların kullanımında birçok sakınca mevcuttur. Standart bir ekşi hamurun üretiminin kolay olmaması, ekşi hamur yönteminin fazla işçilik ve zaman gerektirmesi, üreticiler kısa sürede ve kapasitelerinin üzerinde ekmek üretmeyi hedeflediklerinden ekmek mayası miktarının % 2-3'lerden % 5-6 oranına çıkartılarak fermantasyon süresinin kısa tutulması dolayısıyla geleneksel ekmek lezzetinden uzak ürünlerin tüketime sunulması bu sorunlara örnek olarak verilebilir. Genel uygulama, üretimde artan hamurların minimum 1-2 gün bekletilmesiyle ekşi hamur elde edilmektedir. Kontrolsüz olarak elde edilen bu yapının istenmeyen bazı mikroorganizmalar için de çoğalma ortamı olabilmektedir.

Boza, tarihi çok eskilere dayanan geleneksel fermente tahıl ürünlerinden biridir. Mısır, darı, pirinç gibi tahılların öğütülüp su katılarak pişirilmesi ve şeker katılarak etil alkol ve laktik asit fermantasyonlarına tabi tutulması ile elde edilmektedir (Türker, 1974). pH değişiklikleri, su içinde çözülmüş protein içeriği ve viskozitesi 30 saatlik fermantasyon periyodu sonunda istenilen düzeye gelmektedir (Hayta ve ark., 2001). Doğal koşullarda fermente olarak hazırlanan boza, laktik asit bakterisi (LAB) ve maya kültürlerinin karışımını ihtiva etmektedir (Zorba ve ark., 2003).

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmada; ekmek üretiminde yaygın olarak kullanılan ekşi hamurun bilinen yaygın sakıncalarına karşılık, bozanın 50°C'de hava sirkülasyonda veya vakum altında kurutulmasıyla elde edilen tozların belirli oranlarda ekmek formülasyonlarına ilave edilerek reolojik ve ekmek kalitesi üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çıkan sonuçlar ışığında günümüzde, klasik yöntemle üretilen ekmeklerde ekşi hamur yerine daha kontrollü olarak elde edilmiş olan boza tozunun bir alternatif olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ekşi hamurun kullanımdaki zorluklarına ve sakıncalarına karşılık toz halinde kolay uygulama olanağıyla günümüzde her geçen gün geleneksel tadından uzaklaşan ekmeklerin geleneksel tatlarına kavuşturulması hedeflenmektedir.

1.2 Literatür Özeti

Başlangıçta rastlantısal kimi olaylarla ortaya çıkan fermente gıdalar, günümüzde dünyada tüketilen tüm gıdaların yaklaşık 1/3' ünü oluşturmaktadır (Campbell-Plat, 1994). Dünyadaki tüm ülkeler dikkate alındığında ise sayısal olarak iki binden fazla, farklı özellikte fermente gıda ürünü bulunduğu ifade edilmektedir. Bu durum geleneksel fermente ürünlerin, dünya gıda ürünleri yelpazesi içinde büyük bir yer tuttuğunu göstermektedir (Çopur ve Tamer, 2003). Toplam üretim ve tüketim miktarları açısından da fermente gıdalarda ilk üç sırayı süt ürünleri, içecekler ve tahıl ürünleri paylaşmaktadır (Campbell-Plat, 1994).

Fermente tahıl ürünleri içinde önemli bir yeri bulunan ekmeği insanlığın tanınması ve ekmek üretimi çok eski çağlara uzanmaktadır. İlk zamanlar buğdayın ezilip, su ile karıştırıldıktan sonra, kızgın taşlarda haşlanarak pişirilmesiyle başlayan ekmek yapımı; zaman içerisinde gelişme göstererek, çağımızda ileri teknolojilerden yararlanan bir bilim dalı haline gelmiştir (Göçmen, 1996). Çok eski zamanlardan beri ekmek yapımında temel maddelerden başka; şeker, yağ, bazı baharatlar ve bitkiler gibi çeşitli maddeler de kullanılmıştır. Yani değişik özellik ve yapılarıdaki ekmekleri üretmenin çaresi ve yolu olarak insanlar, imalat yöntemlerinde bazı değişikliklerin geliştirilmesinin ve ekmek katkı maddeleri diye tanımladığımız doğal veya doğala özdeş, sağlığa zararsız maddelerin kullanılmasının gerekli olduğunun bilincine çok eskilerden beri varmışlardır (Cabı, 1992).

Ekmek; esas bileşen olarak buğday unu, maya, su ve tuzun belli oranlarda karıştırılıp yoğrulması, tekniğine uygun bir şekilde işlenmesi ve hamurun belli bir süre fermente ettirilip pişirilmesi ile elde edilen temel bir gıda maddesidir (Elgün ve Ertugay, 2002). TS 5000 ekmek standardında ise ekmek, katkısız ve katkılı ekmek olarak iki çeşide ayrılmıştır. Katkılı ekmeklerin yapımında una su, tuz ve maya katılmasının yanında kaliteyi yükseltmek amacıyla (görünüşü düzeltmek ya da dayanıklılığı arttırmak, besin değerini yükseltmek, aroma ve çeşni vermek ve/ya da bayatlamayı geciktirmek gibi), izin verilen gıda katkı maddelerinin kullanılabileceği belirtilmektedir (Çelik, 2008).

Geleneksel ekmek çeşitlerine son yıllarda yabancı ekmek tiplerinin de eklenmesiyle, günümüzde oldukça fazla sayıda ekmek çeşidinden söz edilmektedir. Değişik tipte ekmek üretimi doğal olarak çok çeşitli katkı maddelerinin kullanımını da gündeme getirmiştir. Ayrıca kalitenin iyileştirilmesi için saf maya ve bakteri kültürleri kullanılarak uygulanan mayalama yöntemleri üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır (Göçmen, 2001).

Bir mayalama metodu olarak uygulanmakta olan ekşi hamur yönteminin esası ise normal kültür mayalarının yanında havadan ve kullanılan hamur unsurlarından gelen yabani mayaların, laktik, asetik ve sitrik asit bakterilerinin faaliyet gösterdiği bir hamur parçasını, bir sonraki hamurda maya olarak kullanmaktır (Elgün ve Ertugay, 2002). Laktik asit bakterileri ve maya starterleri ile üretilen ekmeklerin normal ekmeğe göre daha hacimli olduğu ve ekşi hamur kullanımının bütün ekmek özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir (Corsetti ve ark., 1998). Ekşi maya hamurunda maya ve bakteriler birlikte çalışmakta ve doğal florayı oluşturmaktadır. Ekşi hamurdan yapılmış ekmek; uygun hacmi, güçlü aroması, iyi ekmek içi yapısı ve uzun raf ömrü sebebiyle tercih sebebidir (Kotancılar ve ark., 2006).

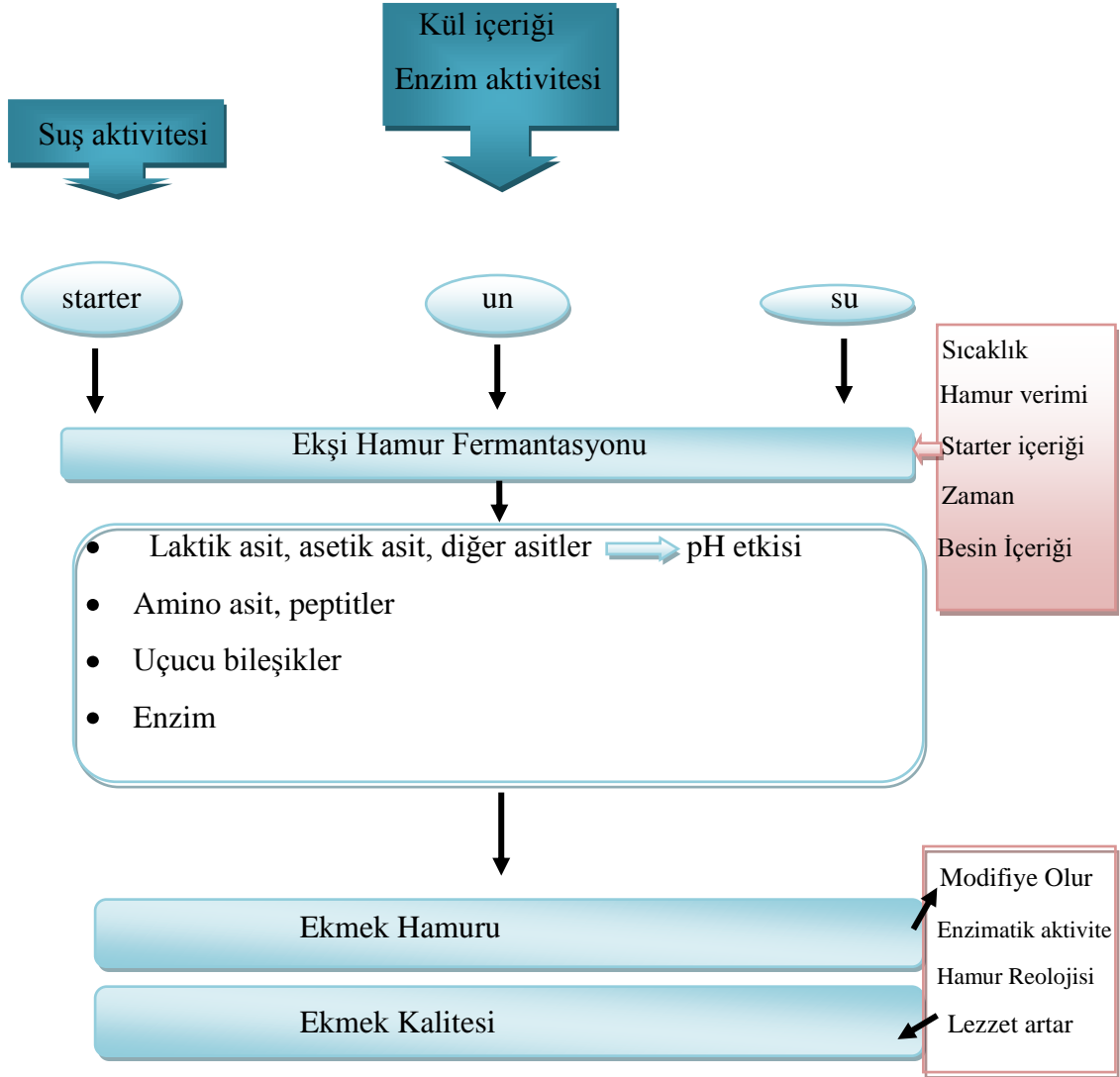
Hiç maya katılmadan kendi haline bırakılan hamur bir süre sonra değişime uğrar, içinde gaz kabarcıkları oluşur, yumuşar, kendini salar, kokusu fenalaşır. Hamurda oluşan bu değişime un, su ve havadan gelen mikroorganizmalar sebep olur ve en etkin olanları genellikle bakterilerdir. Kendiliğinden fermente olan hamur, mayaların yanında laktik asit (süt asidi) ve asetik asit (sirke asidi) bakterilerini de içermektedir. Tadı ekşi olduğu için de bu hamura “ekşi maya” ya da “ekşi hamur” denmektedir (Tamerler, 1986). Bu yöntem ülkemiz haricindeki diğer Akdeniz ülkelerinde ve Amerika'nın San Francisco eyaletinde de kullanılmaktadır. Ekşi hamur yöntemi

kullanılarak elde edilen ekmeklerden bazıları İtalya'ya özgü yılbaşı keki ve Panettone; San Francisco ekşi hamur ekmeği ve sodalı krakerdir (Katina, 2005).

Günümüzde klasik yöntemle ekmek üretiminde; bir parça hamurun bir sonraki hamurda maya olarak kullanımına dayanan ekşi hamur yönteminin uygulanması terk edilmiştir. Bunun nedeni işçiliğin fazla olması ve her işletmede mayalılık hamur için ayrı bir yer ve kap gerektirmesidir. Ayrıca ülkemizde, üreticiler kısa sürede ve kapasitelerinin üzerinde ekmek üretmeyi hedeflediklerinden, tüketiciyi geleneksel ekmek lezzetinden uzaklaştırmaktadır. Günümüzde, hamur hazırlamada kullanılan ekmek mayası miktarının % 2-3'den % 5-6 oranına çıkartılması, ekşi maya kullanımından tümüyle vazgeçilmesi ve fermantasyon sürelerinin en aza indirilmesi sonucunda, alışılmış ekmek aromasından uzak, sünger yapısında ve kek benzeri ürünler tüketime sunulmaktadır. Oysa ekmeğin zengin bir aromaya sahip olması için, yeterli sürede bir fermantasyona ihtiyaç vardır. Bu nedenle giderek saf maya ya da starter kültür kullanımı yoluna gidilmiştir. Ekşi hamur tekniğinden esinlenerek, bazı ülkelerde laktik starter uygulaması ağırlık kazanmaya başlamış ve fermantasyonu kontrol etmek ve güvence altına alabilmek için saf laktik asit bakterilerinden oluşan starter kültür kullanımı üzerinde durulmuştur (Göçmen ve Gürbüz, 2000).

Starter kültür, kontrollü koşullarda standart kalitede ürün elde etmek için gıda sanayinde kullanılan mikroorganizmalardır (Halkman ve Taşkın, 2001). Ekmek üretiminde starter kültür kullanımı ekşi hamur yapımı esasına dayanmaktadır.

Birçok faktöre bağlı olarak ekşi hamur prosesinde değişiklikler meydana gelmektedir. Bunlar içerdiği mikroflora, fermantatif ve asidik aktivitesi ile un karakteridir. Bu değişimler Şekil 1.1'de gösterilmektedir.



Şekil 1.1 : Ekşi hamur fermantasyonu ve etkileyen faktörler (Katina, 2005).

Ekşi hamur yönteminin üç önemli fonksiyonu: mayalama, asit oluşumu ve aroma gelişimidir (Cossignani ve ark., 1996). Ekşi hamur fermantasyonunda asit oluşumunda asıl etkili olan fermente olabilir karbonhidrattır. Bu miktar unda yaklaşık % 1,55-1,84 arasında olup oldukça düşüktür. Karıştırma sırasında aktive olan α -amilaz aktivitesi ile maltoz değeri artmaktadır. α -amilaz aktivitesi unun kalitesine bağlı olarak değişmektedir. Özellikle kepek oranı yüksek olan unlarda bu aktivite oldukça yüksektir. Mayadaki hücre içi enzimleri ile maltoz glukozu parçalanır. Laktik asit bakterileri de enerji kaynağı olarak şekeri kullanmaktadırlar. Ekşi hamurdan izole edilen birçok laktik asit bakterisi pentoz, hekzoz, sükroz ve maltozu fermente edebilir özellikle olmasına rağmen bazı türler örneğin *Lb. sanfransicensis* özellikle maltozu fermente edebilmektedir. Sonuç olarak, *Lb. sanfransicensis* maltozu hidrolize ederek glukoz oranını arttırmaktadır. Bu aşamadan sonra hamur içindeki maya ve laktik asit bakteri içeriği oldukça önemli

olmaktadır. Başta laktik asit ve asetik asit olmak üzere birçok asit oluşarak pH, fermantasyona uğramış bir ekşi hamurda 3,6-3,8 oranına kadar düşmektedir (Katina., 2005). Ayrıca maya, oluşan şekerleri fermente ederek hamurun kabarması için gerekli olan alkol ve karbondioksit gazını meydana getirmektedir (Göçmen, 1993). Hamurda meydana gelen bir diğer değişme ise unun proteolitik aktivitesidir. Unda bulunan gluten miktarı ve özellikleri uygun olduğunda protein kalitesi de artış göstermektedir. Un gluteninin yeterli ve kaliteli olması, güçlü ve elastiki yapıda bir hamur elde edilmesini ve mükemmel gaz tutma yeteneği ile ekmeğin hacminin artmasını, gözeneklerin küçük ve homojen görünüm kazanmasını, tekstürün iyileşmesini sağlamaktadır. Proteazlar ise proteini oluşturan peptitleri daha küçük parçalara ayırarak, hamurdaki gluten molekülünün iç bağlantılarını kopararak, gaz tutma yeteneğini azaltmakta ve düşük hacimli ekmeğin meydana gelmesine sebep olmaktadır (Göçmen, 1993). Proteolitik aktivitenin LAB'lerden ya da undan gelen enzimlerden kaynaklandığı yönünde çelişkili araştırmalar mevcuttur. Fakat son çalışmalar göstermiştir ki, proteolitik aktivitenin nereden kaynaklandığının kıyaslanmasından çok, hamur sisteminde meydana gelen değişimler daha önemlidir. Undan kaynaklanan proteazların, asidik şartlar altında serbest amino asitleri daha çok ürettikleri yapılan incelemeler sonucunda gözlenmiştir. Tahıl proteinazlarının aktive olabildiği pH 3,7 iken pH 5,5 ulaştığında faaliyet gösterememektedirler. Yani laktik asit bakterileri sayesinde düşen pH ekşi hamurda 3,6-3,8 oranına inerken proteolitik aktivite hızlıdır ve amino asit konsantrasyonu yüksektir. Ancak ekmeğin hamurunda ki pH genel olarak 4,7-5,8 arasında olduğu için burada proteolitik aktivite yavaştır ve amino asit konsantrasyonu mayanın aktivitesi ile birlikte azalmaktadır (Katina, 2005). Aroma maddesi oluşumu ise güçlü ve uzun bir fermantasyona dayanmaktadır. Homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterileri ile laktik asit, asetik asit, CO₂ ve etanol oluşmaktadır. Ekmeğin hamur fermantasyonu sırasında ekmeğin aroması üzerine etkili olan asitler (özellikle laktik asit ve asetik asit), alkoller (etanol, propanol, isoamilalkol, sobütanol, isopropanol, 3-metil bütanol vb.), esterler (asit ve alkol formundaki asetoin, aldehit ve ketonlar) ve çeşitli karbonil bileşikleri (diasetil, 2-propanon, 2-metil-1-bütanol, 3-metil-1-bütanol, 2,3-bütandion, n-hekzanal, 2-heptanon, 3-hidroksi-2-bütanon) oluşmaktadır. Ekşi maya fermantasyonu ile üretilen ekmeğlerdeki aroma maddeleri Tablo1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1: Ekşi hamur ile üretilen ekmeklerdeki aroma bileşenleri (Göçmen, 2001).

Asitler	Alkoller	Esterler	Karbonil Bileşikleri
Laktik asit	Etanol	Etil asetat	Diasetil
Asetik asit	n-Propanol	Etil n-propanat	3-Metil-1-
Bütirik asit	2-Metil-1-	n-Bütil asetat	bütanol
Propiyonik asit	propanol	2 Metil bütil asetat	2-Metil-1-
Prüvik asit	n-Bütanol	Bütil-n-propanat	bütanol
Valerik asit	2-Bütanol	n-Pentil asetat	n-Hekzanal
İsobütirik asit	n-Pentanol	Etil n-hekzanat	2-Heptanon
α -Metil-n-	n-Hekzanol	n-Hekzil asetat	n-Nonanal
valerik asit	2-Hekzanol	Etil laktat	Benzaldehit
İsovalerik asit	n-Heptanol	Etil n-oktanat	2-Propanon
n-Bütirik asit	Benzil alkol	Etil2-hidroksi propanat	2,3-Bütandion
Formik asit	2-Fenil		3-Hidroksi-2-
Kaproik asit	etanol		bütanon
Palmitik asit	İsoamilalkol		Asetoin
	2,3-Bütandiol		Aseton
	3-Metil		Asetaldehit
	bütanol		İsovalerik
	2-Metil		aldehit
	bütanol		Metiletil
			keton
			Furfural

Ayrıca hamurda bulunan serbest amino asitlerden lösin, prolin, fenilalanin, isolösin ve serin, indirgen şekerlerle reaksiyona girerek aroma maddelerini oluşturmaktadır. Hamur fermentasyonu sırasında proteoliz, şeker ve peptid metabolizması, ketosit türevlerinin hidrojenasyonu ve enzimatik sentez yolu ile özellikle kükürt içeren, aromatik, heteroaromatik ve hidroksi aminoasitlerin ve türevlerinin miktarı artmaktadır (Göçmen, 2001).

Maya, hamurdaki şekerleri fermente ettikçe çevresindeki sıvı ortama çözülmüş CO₂ ve etil alkol olmak üzere, laktik asit, asetik asit, aminoasit gibi metabolik yan ürünler bırakmaktadırlar. Mayalanma ürünleri; laktik asit, asetik asit, etanol, CO₂,

aminoasitlerdir. Maya etkisi ile oluşan bu bileşenler ekmeğe tat ve aroma vermektedir (Baykara, 2006).

Ekşi hamurda önemli bir işlevi olan laktik asit bakterileri, homofermantatif ve heterofermantatif olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Homofermantatif bakteriler şekeri fermente ederek laktik asit ve iz miktarda diğer ürünleri oluştururken; heterofermantatif olanlar laktik asit yanında önemli miktarlarda CO₂, alkol, asetik asit ve diğer uçucu bileşikler meydana getirmektedir. Ekşi hamurdan izole edilen laktik asit bakterilerinden en önemlileri *Lb. plantarum*, *Lb. sanfranciscensis* ve *Lb. fermentum* gibi türlerdir. Bu bakterilerin yanında mayalardan *S. cerevisiae* ile *S. exiguus* türleri yer almaktadır (Akgün, 2007).

Ekşi hamur fermantasyonunda mayalar ve laktik asit bakterilerinin sürdürdükleri simbiyotik bir yaşam sonucunda mayalar ve heterofermantatif laktik asit bakterileri hamurun kabarmasından sorumlu olurken, laktik asit bakterileri ekmeğin elastiyetini, asitliğini ve lezzetini etkilemektedir (Sıkılı ve Karapınar, 2002).

Genellikle ekşi hamur fermantasyonunda baskın olarak bulunan laktobasil türleri *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus (par)alimentarius*, *Lactobacillus rossiae* ve *Lactobacillus sanfranciscensis*'dir. Bu bakteriler düşük inkübasyon sıcaklığında çalışmaktadır ve geleneksel ekşi hamurlarda bulunan bakterileridir. *Lactobacillus amylovorus*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus pontis* ve *Lactobacillus reuteri* ise genellikle endüstriyel boyutta üretilen ekşi hamurlarda kullanılmaktadır (Tablo 1.2). Bu bakteriler yüksek sıcaklıklarda, uzun fermantasyon sürelerinde ve yüksek su içeriğine dayanarak geleneksel ekşi hamur bakterilerine göre aside toleranslı laktobasil türlerindedir (Vuyst ve ark., 2009).

Tablo 1.2 : Ekşi hamurdan izole edilen bilinen türler ve yeni türler
(Vuyst ve ark., 2009).

Laktik asit bakteriler	Kaynakları
Genel Türler	
Zorunlu heterofermantatifler	
<i>Lactobacillus brevis</i>	Ekşi hamur, lahana turşusu, turşu, zeytin, kefir...
<i>Lactobacillus fermentum</i>	Ekşi hamur, boza, viski, kakao...
<i>Lactobacillus reuteri</i>	Ekşi hamur, anne sütü..
<i>Lactobacillus sanfranciscensis</i>	Ekşi hamur
Fakültatif heterofermantatifler	
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Ekşi hamur, sosis, kakao, peynir, lahana turşusu, turşu, zeytin, insan tükürüğünde, hayvan bağırsağında...
<i>Lactobacillus (par)alimentarius</i>	Ekşi hamurda
2000 yılından itibaren tespit edilen yeni türler	
Zorunlu heterofermantatifler	
<i>Lactobacillus acidifarine</i>	Ekşi hamur
<i>Lactobacillus crustorum</i>	Ekşi hamur
<i>Lactobacillus frumenti</i>	Ekşi hamur
<i>Lactobacillus hammesii</i>	Ekşi hamur
<i>Lactobacillus mindensis</i>	Ekşi hamur
<i>Lactobacillus namurensis</i>	Ekşi hamur
<i>Lactobacillus nantensis</i>	Ekşi hamur
<i>Lactobacillus nodensis</i>	Ekşi hamur
<i>Lactobacillus panis</i>	Ekşi hamur, bağırsak, tavuk dışkısı...
<i>Lactobacillus pontis</i>	Ekşi hamur, bağırsak, dışkı...
<i>Lactobacillus rossiae</i> (önceki adıyla <i>Lb. rossii</i>)	Ekşi hamur, domuz dışkısı
<i>Lactobacillus secaliphilus</i>	Ekşi hamur
<i>Lactobacillus siliginis</i>	Ekşi hamur
<i>Lactobacillus spicheri</i>	Ekşi hamur
<i>Lactobacillus zymae</i>	Ekşi hamur

Ottogalli ve ark. (1996) ve Brandt (2001) yaptıkları çalışmalarda ekşi hamurdan izole edilen laktik asit bakterileri türlerinden 50'den fazlasının genellikle lactobacillus türleri; izole edilen maya türlerinden 25'den fazlasının ise saccharomyces ve candida türleri olduğu belirtilmiştir. Vogel ve ark. (1999) ve Ganzle (2005)'nin yaptıkları çalışmalarda ise *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sanfranciscensis*,

Lactobacillus pontis ve *Lactobacillus panis* türlerinin ekşi hamurdan izole edilen ana organizmalar olduğu belirtilmiştir (Arendt ve ark.,2007).

Dikbaş (2003) tarafından yapılan; geleneksel yöntemle üretilen Trabzon Vakfikebir ekmeğinin mikrobiyolojik ve aromatik özelliklerinin incelendiği çalışmada, Trabzon Vakfikebir ekmeği ile direkt sistemle üretilen francala ekmeği karşılaştırılmıştır. Trabzon il sınırları içerisindeki 8 farklı fırından alınan ekşi hamur örnekleri izole edilmiş, 158 laktik asit bakteri izolatu MIS (Microbial Identification System) kullanılarak tanımlanmış, laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus* (% 46,74), *Enterococcus* (% 19,61), *Streptococcus* (% 17,72), *Lactococcus* (% 6,95), *Pediococcus* (% 5,05), *Leuconostoc* (% 1,26) suşları tespit edilmiştir. İndirekt sistemle üretilen Vakfikebir ekmeğinin Gaz Kromatografi/Kütle Spektrofotometre (GC/MS) sonuçlarına göre; ekşi hamurda en yüksek oranda etanol (% 58,88), asetaldehit (% 24,64), etilamin (% 15,13), en düşük oranda 2-n-pentil furan ve oktanal, eser miktarlarda ise 2-propanamin, 2,3-metil butanal, n-hekzanol, n-nonanal, 2-furan-karboksialdehit tespit edilmiştir. Ayrıca son fermantasyon sonrası hamur örneklerinde en yüksek etanol (% 79,88), izopropil amin (% 14,86), asetaldehit (% 4,29), en düşük oranda asetik asite rastlanmış, ekmeğin kabuk ve iç kısmından alınan homojen örneklerde ise en yüksek etanole (% 98,57) rastlanmış, asetik asit de diğer örneklere oranla Vakfikebir ekmeğinde önemli bir yükselişte olduğu gözlenmiştir. Direkt sistemde üretilen Francala ekmeğinin GC/MS sonuçlarına göre; ilk fermentasyon sonrası en yüksek oranda etilamin (% 52,32), asetaldehit (% 33,52), etanol (% 13,24) olduğu gözlenmiş, ayrıca örnek içerisinde 2-propanamin, diasetil, hekzanal, 2-n-pentilfuran, n-hekzanol, n-nonanal gibi altı eser maddeye rastlanmıştır. Francala ekmeğinin son fermantasyon sonrası hamur örneklerinde en yüksek etanol (% 98,74) olduğu gözlenmiş, oktanal, n-nonanal, 2-furan-karboksialdehit'in eser miktarda olduğu görülmüştür. Kabuk ve iç kısmından alınan homojen ekmek örneklerinde ise en yüksek oranda etanol (% 98,17), eser miktarda da diasetil, izobutil alkol, oktanal, n-nonanal ve 2-furan-karboksialdehit'e rastlanmıştır. Vakfikebir ekmeğinin francala ekmeğine göre daha fazla uçucu madde içerdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak ekşi hamurda maya ve bakteriler birlikte çalışmakta ve doğal florayı oluşturmaktadır. Ayrıca ekşi hamur ekmeği uygun hacim, güçlü aroma, iyi bir ekmek içi yapısı ve uzun raf ömrüne sahip oluşu ile tercih edildiği yapılan çalışmada belirtilmiştir (Akgün, 2007).

Ekşi hamur katkısının beyaz tava ekmeğinin bayatlaması üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada ise geleneksel yöntemle üretilen Trabzon Vakfikebir ekmeği modifiye edilerek beyaz tava ekmeği olarak laboratuvar şartlarında üretilmiştir. Bu ekmeklerin kalitesi üzerine, ekşi hamur fermantasyon süresi ve ilave ekşi hamur katkısının etkisi incelenmiştir. Trabzon'un Vakfikebir ilçesinden getirilip 0, 5, 10 ve 15 saat süre ile fermente edilen ekşi hamurlar 100 kg un esasına göre farklı seviyelerde (% 0, 10, 20 ve 30) ilave edilerek, beyaz tava ekmekleri üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin pH ve ekmeğin içi yumuşaklık değerleri incelenmiş, sonuç olarak; 10–15 saat fermantasyon süresi % 20-30 ekşi hamur katkısı ile yapılan ekmeklerin ekmeğin içi yumuşaklık değeri bakımından kaliteli olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon süresi ve ilave edilen ekşi hamur katkısı artırıldıkça; ekmeğin içi yumuşaklığında artış, hamurda ve ekmeğin pH'sında azalmalar olduğu belirtilmiştir (Kotancılar ve ark., 2006).

Tarihi çok eskilere dayanan geleneksel fermente tahıl ürünlerinden biri olan boza; mısır, darı, pirinç gibi tahılların öğütülüp su katılarak pişirilmesi ve şeker katılarak etil alkol ve laktik asit fermantasyonlarına tabi tutulması ile elde olunan az veya çok kıvamlı bir içkidir (Türker, 1974). T.S. 9778 Boza Standardı bozayı; “yabancı maddelerinden temizlenmiş darı, pirinç, buğday, mısır vb. hububatın kırma veya unlarından biri veya birkaçına içme suyu katılarak pişirilmesi ve beyaz şeker ilave edilerek tekniğine uygun olarak alkol ve laktik asit fermantasyonlarına tabi tutulması ile hazırlanan bir mamul” olarak tanımlamaktadır (Anonim, 1992). Oldukça geniş bir coğrafyada var olan boza, her ülkenin kendi gelenekleri doğrultusunda farklı formülasyon ve yöntemlerle üretilmektedir. Boza üretiminde kullanılan hammaddeler de yapıldıkları ülkelere göre farklılık göstermektedir. Her ne kadar yapıldığı ülkenin ikliminin mahsulüne, üretim durumuna göre çeşitlense de bozanın ana maddesi darıdır. Türkiye’de daha çok darıdan yapılan boza Mısır’da da darıdan, Etiyopya’da ise buğdaydan yapılmaktadır (Smith ve Getty, 1997). Kırım ve Türkistan’da boza hammaddesi olarak pirinç ve darı, Tatar Türklerinde eşit oranda darı, buğday ve yulaf unu, Kafkasya’da arpa maltı katılarak pişirilmiş ve kızartılmış ekmeğin, Kırgızlarda buğday yarması, Türkistan’da iri dövülmüş pirinç unu kullanılmaktadır. Diğer ülkelerde ise mısır, arpa, çavdar, yulaf, buğday, karabuğday, arnavut darısı gibi tahılların unu, bazen pirinç ve ekmeğin, nadiren kenevir tohumu ve

karamuk da kullanılmaktadır (Hancıoğlu ve Karapınar, 1997; Köse ve Durak, 1998 Todorov ve Dicks, 2007; Botes ve ark. 2007; Yeğin ve Üren, 2008).

Boza üretimi; hammaddenin hazırlanması, pişirme, soğutma, süzme, şeker katma ve fermentasyon ve tekrar soğutma aşamalarından oluşmaktadır (Güven ve ark. 2004). Bozada iki çeşit fermentasyon gerçekleşir. Birincisi mayaların rol oynadığı alkol fermentasyonu olup bozanın kabarması ve CO₂ gazı habbeciklerinin görülmesiyle kendini gösterir. Diğeri ise laktik asit bakterilerinin gerçekleştirdiği laktik asit fermentasyonudur. Üretimde yer alan bu iki fermentasyon ayrı ayrı değil, aynı zamanda gerçekleşir (Şahin, 1982). Boza fermentasyonunda mayalar ve laktik asit bakterileri rol oynamaktadır. Ancak bozaya üretim sırasında havadan, üretimde kullanılan alet-ekipmanlardan ve hammaddelerden diğer mikroorganizmalar da bulaşabilir (Aytekin, 2001).

Topal ve Yazıcıoğlu (1986), boza örneklerinde mayalardan *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces uvarum*, *Candida scottii*, *Trichosporon capitatum* türlerini, bakterilerden ise *Pediococcus cerevisiae*, *Leuconostoc paramesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* türlerini tanımlamışlardır. Göçmen ve ark.'nın (2000), Bursa'da üretilen 17 farklı boza örneğinden izole ettikleri mayalar; *Saccharomyces kluyveri*, *Candida boidinii*, *Candida lactiscondes*, *Candida lambica*, *Candida norvegica*, *Candida versatilis*, *Trichosporon cutaneum*, *Torulospora delbrueckii* ve *Rhodotorula araucariae*' dir. Hancıoğlu ve Karapınar'ın (1997) boza fermentasyonu boyunca izole ettiği bakteriler arasında, *Leuconostoc paramesenteroides*, *Lactobacillus sanfransisco*, *Leuconostoc mesenteroides spp. mesenteroides*, *Lactobacillus coryniformis*, *Lactobacillus confusus*, *Leuconostoc mesenteroides spp. dextranicum*, *Lactobacillus fermentum*, *Leuconostoc oenos*; mayalar arasında ise *Saccharomyces uvarum* ve *Saccharomyces cerevisiae* yer almıştır. Laktik asit bakterileri arasında *Leuconostoc paramesenteroides*'in, mayalar arasında ise *Saccharomyces uvarum*'un baskın olduğu gözlenmiştir.

Bulgaristan'da tüketime sunulan bozaların mikoflorasında dominant olarak *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus fermentum*'un; daha az oranlarda da *Lactobacillus coprophilus*, *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc raffinolactis* ile *Leuconostoc mesenteroides*'in de yer aldığı belirtilmektedir. Bulgar bozalarının maya florasını ise % 47,0'sini *Saccharomyces cerevisiae*'nin oluşturulduğu ifade edilmektedir (Gotcheva ve ark., 2000).

Güney Afrika'da yapılan bir çalışmada ise boza mikroflorasında baskın olarak *Lactobacillus paracasei subsp. paracasei*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus rhamnosus* ve *Lactobacillus fermentum* bakterilerine rastlanmıştır. Mantar türlerine rastlanmazken; *Candida diversa*, *Candida inconspicua*, *Candida pararugosa*, *Issatchenkia orientalis*, *Pichia fermentans*, *Pichia guilliermondii*, *Pichia norvegensis*, *Rhodotorula mucilaginosa* ve *Torulasporea delbrueckii* maya türleri izole edilmiştir. Bu çalışmada *Saccharomyces cerevisiae* hiçbir boza örneğinde izole edilmemiştir (Botes ve ark., 2007).

Zorba ve arkadaşlarının 2003 yılında yaptıkları bir çalışmada ise mısır, pirinç ve beyaz undan üretilen bozalara *Leuconostoc paramesenteroides*, *L. mesenteroides subsp. mesenteroides*, *L. mesenteroides subsp. dextranicum*, *L. oenos*, *Lactobacillus coryniformis*, *L. confusus*, *L. sanfrancisco*, *L. fermentum*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *S. uvarum* bakterileri starter kültür olarak inoküle edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda boza üretimi için en iyi kültürün *S. cerevisiae* + *L. mesenteroides subsp. mesenteroides* + *L. confusus* olduğu belirtilmiştir.

Fermente gıda ve içeceklerin üretiminde en fazla kullanılan mayalar arasında *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces boulardii* olup bu mikroorganizmalar GRAS (Generally Recognized As Safe) olarak tanımlanmaktadır. Boza mikroflorasında yaygın olarak bulunan her iki maya da son dönemlerde insan ve hayvanlarda probiyotik olarak kullanılmakta ve özellikle insanlarda antibiyotik tedavisine bağlı ishallerin tedavisinde etkili oldukları belirtilmektedir (Blanguet ve ark., 2001; Saegusa ve ark., 2004). *Saccharomyces cerevisiae*'nin fermente gıdalardaki başlıca fonksiyonu alkol ve diğer aroma bileşiklerini oluşturmaktır. Ancak bunun yanında *S. cerevisiae*'nin laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik etmek, besleyici değeri arttırmak, probiyotik etki, istenmeyen mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesi ve enzim üretimi gibi çok önemli etkileri de vardır (Jespersen, 2003).

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Bu çalışmada ekmek üretiminde TIP 550 ekmeklik un (Yunus Un Fabrikası, Afyonkarahisar) içilebilir nitelikte su, tuz (Cihan Rafine Tuz, Konya) ve pres yaş ekmek mayası (Has Maya, Kırklareli) kullanılmıştır. Boza üretimi sırasında ise mısır unu, buğday unu, pirinç unu, içilebilir nitelikte su, şeker ve geleneksel ham boza mayası (Özkaymak, Denizli) kullanılmıştır.

2.2 Metot

2.2.1 İstatistiksel deneme planı

Çalışmada laboratuvar şartlarında altında elde edilen bozayı farklı kurutma yöntemi (50°C hava sirkülasyonlu veya vakum altında kurutma) ve un üzerinden katkılama boza tozu oranı (% 0, 2, 4 ve 8) şeklinde tam şansa bağlı deneme planında tam faktoriyel düzende 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Denemelerde elde edilen veriler SPSS programı kullanılarak analiz edilmiştir (Anonim, 2010). Farklı olan ortalamaların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Sonuçlara ait standart sapma değerleri belirlenmiştir. İstatistiksel olarak örnekler arası farklılıklar $\alpha=0,05$ seviyesi alınarak hesaplanmıştır.

2.2.2 Hammadde analizleri

Ekmek üretimi için kullanılan un örneklerinde nem ve kül içerikleri belirlenmiştir (Elgün ve ark., 1998). Ham protein miktarı ise, Kjeldahl metodu kullanılarak AACC Method No: 46-11A (AACC, 1990)'a göre belirlenmiştir. Tüm örneklerde azot çeviri faktörü 5,70 olarak alınmıştır.

Un örneğinde yaş gluten tayini için, 10 g un örneği tartılarak elde yoğurulmuş % 2 tuz çözeltisi ile yıkanmış, yıkama bittikten sonra yaş gluten 600 devir/dakika'da indeks eleklerinde santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra, elekte kalan ve toplam

gluten miktarları bulunarak gluten indeksi değerleri hesaplanmıştır (Elgün ve ark., 1998).

Sedimentasyon testi un örneğinden 3,2 g tartılmış 100 mL'lik ağzı kapaklı ölçü silindirine konmuştur. Üzerine 4 ppm'lik bromfenol mavisi çözeltilisinden 50 mL ilave edilerek ufki olarak çalkalanmış, sonra cihazın mekanik çalkalayıcısında 5 dakika çalkalanmıştır. Bundan sonra üzerine 25 mL laktik asit sedimentasyon çözeltilisinden ilave edilip tekrar 5 dakika daha mekanik çalkalayıcıda çalkalanmış, düz bir yüzeyde 5 dakika bekletildikten sonra çöken miktar cm^3 olarak ölçü silindirinden okunmuştur (Elgün ve ark., 1998).

Falling number (düşme sayısı), Falling number cihazı (Yücebaş Makine, İzmir) ile yapılmıştır. 7 g un tartılarak vizkometre tüpüne konmuştur. Üzerine 20°C sıcaklıkta saf sudan 25 mL ilave edilerek, iyi bir süspansiyon için 20-30 kez çalkalanmıştır. Viskometrenin karıştırıcısı tüpün içine yerleştirilerek, kaynayan su banyosunun içine konmuştur. 60 saniye sonunda serbest kalan karıştırıcı kendi ağırlığı ile süspansiyon içine batmıştır. Karıştırıcı belli derinliğe batması için geçen süre saniye olarak kaydedilmiştir (Elgün ve ark., 1998).

Unun reolojik özellikleri tespiti için un testi ve hamur testi yapılmıştır. Un testi için bilgisayar destekli farinograf cihazı (Yücebaş Makine-ISO 9001 "DAS Certification LTD"-UKAS Quality Management Accreditation, İzmir) kullanılmıştır. Cihaz 30°C sıcaklığa geldikten sonra % 14 nem içeriği esasına göre 300 g un tartılıp küvete konmuştur. Küvetin içine büretten ilk etapta % 50 civarında su verilmiş, bu ölçüm 5 dakika boyunca yapılmıştır. Bu süre de 500 FU çizgisini ortalamayan bir grafik elde edilinceye kadar su verilmeye devam edilmiş, süre sonunda unun yaklaşık % su kaldırma kapasitesi elde edilmiştir. Küvet boşaltılıp temizlendikten sonra işlem tekrar edilmiş, una 5 dakika testinde tespit edilen % su kaldırma kapasitesi kadar su verilmiş ve 20 dakika boyunca analize devam edilmiştir. Bu süre sonunda % su absorpsiyonu, hamurun gelişme süresi, hamur stabilitesi, yoğurma toleransı ve yumuşama derecesi değerleri tespit edilmiştir.

Hamur testi için, un test cihazının küvetine konulan 300 g una, 6 g tuz ve un testinde belirlenen su kaldırma kapasitesinin % 2 eksiği kadar su verilmiş ve 1 dakika yoğrulmuş, 5 dakika ağzı kapalı olarak dinlendirilmiş, sonra un testinde belirlenen gelişme süresi kadar daha yoğrulmuştur. Bu anda gerekirse su verilerek grafiğin 500

FU çizgisini ortalaması sağlanmıştır. Daha sonra hamur 150 ± 1 g ağırlığında iki parçaya bölünmüş, hamur test cihazının (Yücebaş Makine-ISO 9001 “DAS Certification LTD”-UKAS Quality Management Accreditation, İzmir) şekil vericisinde önce yuvarlak sonra silindirik şekil verilerek cihazın özel kabına yerleştirilmiş ve 30°C sıcaklıktaki dinlendirme dolabına konarak 45, 90 ve 135 dakika boyunca bekletilmiştir. Bu sreler sonunda kaplar cihazın koluna yerleştirilerek grafik çizdirilmiştir. Hamurun maksimum direnci, mukavemeti, uzama kabiliyeti ve enerjisi belirlenmiştir. Oran sayısı uzama kabiliyetinin hamur direncine oranlanmasıyla elde edilmiştir. 90 ve 135 dakikalık ölümler istatistik analize tabi tutulmuştur (Elgün ve ark., 1998).

2.2.3 Boza hazırlanması

Boza retiminde, Hancıoğlu ve Karapınar’ın (1997) kullandıkları metot modifiye edilerek kullanılmıştır. Mısır unundan % 50, buğday unundan % 25 ve pirinç unundan % 25 olacak şekilde hazırlanan un karışımı, 5 katı suyla (ağırlık/hacim), sürekli karıştırılarak 30 dakika süre ile kaynatılmıştır. Karışım bir gece dinlendirildikten sonra 1 katı suyla seyreltilip süzme işleminden sonra % 15 (ağırlık/hacim) şeker ilave edilmiştir. Geleneksel ham boza mayasından % 2 ilave edildikten sonra, mayalanmış örnekler fermantasyona bırakılmıştır. Her 24 saatte bir pH ve toplam asitlik değerleri belirlenmiştir. Bu değerlerin sabitlendiği ya da değişimin azaldığı noktada fermantasyon sonlandırılmıştır.

2.2.4 Boza örneklerinde pH ve titrasyon asitliği tayini

Bozaların üretilmesinin ardından ve her 24 saatte bir pH ve laktik asit cinsinde titrasyon asitlik derecesi ölümleri yapılmıştır. pH ölümleri için pHmetre (Hanna marka HI 8314, İtalya) ile ölüm yapılmıştır. Bozaların asitlik derecesini belirlemek amacıyla, un-su bulamacında titrasyon asitliği yöntemi kullanılmıştır sonuçlar laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Elgün ve ark., 1998).

2.2.5 Boza tozu eldesi

Bozaların kurutulmasında deneme deseni çerçevesinde tepsili kurutma kabininde normal şartlar altında 50°C ’de (Yücebaş Makine Tic., İzmir) ve vakum pompası (Value VE135N) yardımıyla -1,0 bar basına inilerek 50°C ’de vakum fırınında (Nüve, EV 018, Türkiye) kurutulmuştur. Kuru hamurlar, kahve değirmeninde

(Kurups 75) toz haline getirilmiştir. Öğütülen yapının granül iriliğinin aynı olması için 1 mm'lik tel eleklerden geçirilmiştir. Kurutma sıcaklığı, aroma kaybının olmaması ve kurutmanın mümkün olan en kısa zamanda, en hızlı şekilde gerçekleştirilebilmesi için, denemeler sonrasında belirlenen 50°C olarak seçilmiştir. Kurutma işlemi sırasında örnekler sık sık kontrol edilerek; örneklerin yüzeyinde gözeneklerin oluştuğu, nemli bölgenin kalmadığından emin olduğu esnada işlem sonlandırılmıştır. Daha sonra, ekmeğin pişirme denemelerinde kullanılmak üzere boza tozları cam kavanozlar içinde buzdolabı şartlarında muhafaza edilmiştir.

2.2.6 Boza tozlarında ham protein, nem ve kül tayini

Ekmeğin üretimi için kullanılan boza tozlarında nem ve kül değerleri belirlenmiştir. Ham protein miktarı, Kjeldahl metodu kullanılarak AACC Method No: 46-11A (AACC, 1990)'a göre belirlenmiştir. Tüm örneklerde azot çeviri faktörü 5,70 olarak alınmıştır (Elgün ve ark., 1998).

2.2.7 Boza tozlarında pH ve titrasyon asitliği tayini

Boza tozlarında pH tayini, un örneğinde pH tayini (AOAC 943.02) metoduna göre, titrasyon asitliği tayini un-su bulamacında titrasyon asitliği metoduna göre yapılmıştır (Elgün ve ark., 1998).

2.2.8 Boza tozlarında mikrobiyolojik analizler

Kurutularak elde edilen boza tozlarında toplam canlı, maya-küf ve laktik bakteri sayımı yapılmıştır. Uygun dilüsyonlardan, toplam canlı için Plate Count Agar'a; maya-küf için DRBC Agar'a; laktik bakteri sayımı için MRS Agar'a (Merck) ekim yapılmış, petri kutuları 30°C'de 3 gün süreyle inkübe edilmiştir. MRS Agar'da maya gelişimini önlemek için % 0.01 sikloheksimid sterilizasyondan önce besiyerinin bileşimine katılmıştır (Akgün, 2007).

2.2.9 Hamur reolojisinin belirlenmesi

Denemeler sırasında, boza tozu ile ekmeğin üretimine geçilmeden önce kontrol grubu ile un yerine % 2, % 4 ve % 8 oranlarında boza tozu ilave edilmesiyle oluşturulan karışımların reolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla fizikokimyasal analiz olarak un özelliklerinin belirlenmesinde farinograf ve hamur özelliklerinin belirlenmesinde ise ekstensograf denemeleri yapılmış (Elgün ve ark., 1998), bu

ölçümlerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda ekmek pişirme denemelerine geçilmiştir.

2.2.10 Ekmek pişirme denemeleri

Ekmek pişirme denemeleri direkt hamur metodu ile yapılmıştır (Elgün ve ark., 1998). Ekmeklerin üretimi için kullanılacak boza tozu 500 g un üzerinden hesaplanarak Tablo 2.1’ de verilen oran karışımlar kullanılmıştır.

Tablo 2.1 : Ekmek üretiminde kullanılan formülasyon gramajları.

Kurutma Şekli (50°C’de)	İkame Oranı	Un (g)	Boza Tozu (g)	Maya (g)	Tuz (g)	Su (mL)
Hava Sirkülasyonla Kurutulmuş Boza Tozu	% 0	500	0	10	7,5	189,35
	% 2	490	10	10	7,5	189,25
	% 4	480	20	10	7,5	190,25
	% 8	460	40	10	7,5	185,95
Vakum Altında Kurutulmuş Boza Tozu	% 0	500	0	10	7,5	189,30
	% 2	490	10	10	7,5	190,25
	% 4	480	20	10	7,5	190,55
	% 8	460	40	10	7,5	190,15

Farinograf denemeleri sonucunda bulunan su miktarının % 2 eksiği su ilave edilmiştir. Her ikame oranı için % 2 yaş ekmek mayası ve % 1,5 tuz eklenmiştir. Bütün hamurlar mikserde (KitchenAid, Amerika) 10 dakika yoğrulmuştur. Hamurun pH gelişimini belirlemek ve mikrobiyel değişmeyi gözlemleyebilmek için yoğurmadan sonra ve son fermantasyon sonrası pH ölçümleri ve mikrobiyel analizler yapılmıştır. Her hamur dört eşit parçaya bölünmüş % 80’in üzerindeki nisbi rutubetteki fermantasyon dolabında ve 30°C’de sıcaklıkta 30 dakika dinlendirilmiştir. Daha sonra elde katlanmak suretiyle havalandırılarak 10 dakika daha fermantasyona bırakılmıştır. Şekil verme işleminden sonra tavalara yerleştirilmiş ve son fermantasyona bırakılmıştır. Hamur yüksekliği tava yüksekliğinden 1,5 cm yukarıda oluncaya kadar bekletilmiş ve son fermantasyon süreleri tespit edilmiştir. 200°C’de 20 dakika hava sirkülasyonlu fırında (ASL, APF-50 Model, Konya) pişirilen ekmekler oda sıcaklığına geldikten sonra ağırlık ve hacmi kolza tohumu ile yer değiştirme esasına göre ölçülmüştür. Elde edilen bu değerlerin ortalamaları alınmış,

hacim değeri ağırlığa bölünerek ekmeklerin kalitesini belirlemede kullanılan spesifik hacim değeri elde edilmiştir. En, boy ve derinlik ölçümleri gerçekleştirilerek ekmekler arasındaki boyut farklılıkları belirlenmiştir. Ekmekler polietilen torbalar içinde hava almayacak şekilde muhafaza edilmiştir (Elgün ve ark., 1998).

Ekmek kabuğu ve ekmek içi renk yoğunluğu lmleri Hunter LabScan Colorimeter (HunterLab MiniScan XE, Amerika) cihazıyla belirlenmiştir. Bu cihaz üç boyutlu renk ölçümünü esas almakta olup, Y eksenindeki L (lightness); 0=siyahtan, 100=beyaza kadar olan örneğin açıklık-koyuluk, X eksenindeki a; yeşil (-a), kırmızı (+a), Z eksenindeki b; sarı (+b), mavi (-b) renk boyutunu veya yerini gösterir (Akgün, 2007; Elgün ve ark., 1998).

Ekmeklerde tekstür profil analizi, tekstür analiz cihazı (Brookfield Model No: CT3-4500, İngiltere) ile 1 mm'lik silindir prob kullanılarak tayin edilmiştir. Ekmeklerden 30 mm'lik dilimler kesilerek 5 mm/saniye hız, 10 mm dalma derinliği (yaklaşık % 33 deformasyon) ve 5 g ilk algılama kuvveti kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Ekmeklerin sertlik, adhezif ve kohezif yapışkanlık, esneklik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik özellikleri belirlenmiştir (Certel ve ark., 2009).

Duyusal değerlendirme denemelerinde ekmekler dilimlenerek (kalınlık 15 mm)  rakamla rastgele sayılarla kodlanarak panelistlere sunulmuştur. Ekmeklerin baş ve son kısımları kullanılmamıştır.

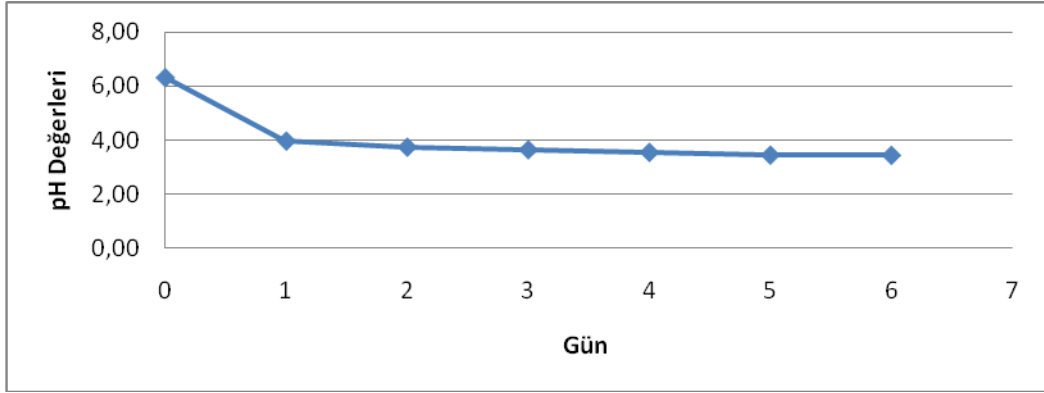
Ekmekler duysal analiz için eğitilmemiş panelistlere sunularak ekmek rengi, kokusu, gözenek yapısı, tekstürü, çiğnenebilirliği, lezzeti ve genel beğeni özellikleri bakımından değerlendirmeleri panele katılanlardan istenmiştir (EK1). Duyusal zelliklerin belirlenmesinde 1 (ok kötü) – 7 (ok iyi) kutucuklardan oluşan doğrusal skala kullanılmıştır (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2011). Üretilen ekmeklerin fotoğrafları ise EK 2'de gösterilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Hammadde Analizleri

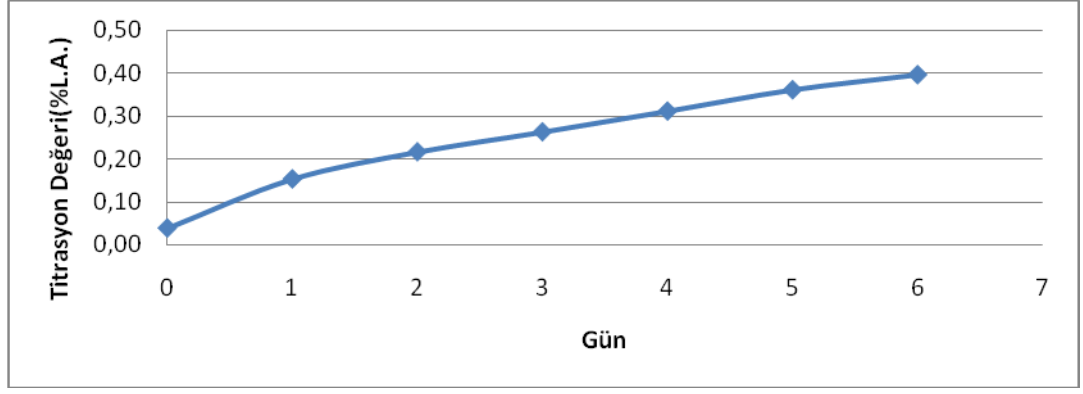
3.1.1 Sıvı bozada pH ve titrasyon asitliği analizleri

Mısır unu, buğday unu ve pirinç unu karışımıyla hazırlanan boza örnekleri oda sıcaklığında fermantasyona bırakılarak, 0. günden itibaren her 24 saatte bir pH ve toplam asitlik (% laktik asit (L.A.)) değerleri ölçülmüştür. 2 tekerrürlü olarak yürütülen çalışmanın alınan ortalamalarında pH değerleri 0. gün 6,33 olarak belirlenmiştir. 1. günün sonunda 3,96'ya hızlı bir düşüş gözlenmiştir. 1. günden itibaren düşüş oranı gün geçtikçe azalmıştır. 5. günde 3,44 olarak belirlenen pH, 6. günde 3,43 olarak belirlenmiştir. Değişimin az olduğunun gözlemlendiği bu noktada fermantasyon sonlandırılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Sıvı bozada pH'nın fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi.

Laktik asit cinsinden toplam asitlik miktarının belirlendiği titrasyon analizinde (% L.A.) ise 0. gün 0,04 olarak belirlenen asitlik gün geçtikçe artmıştır. pH' nın en hızlı düşüşünün gözlemlendiği ilk 24 saatte titrasyon asitliğide en hızlı artışı gerçekleştirmiştir. Gün geçtikçe artış miktarı azalmıştır. 0,40 olarak belirlenen 6. günün sonunda fermantasyona son verilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 : Sıvı bozada titrasyon asitliğinin (% laktik asit) zamana bağlı değişimi.

3.1.2 Unda analitik analizler

Un kalitesi; geniş anlamda unun, arzu edilen özellikte, üniform, cazip bir son ürün meydana getirebilme kabiliyetidir. Ekmeklik kalitesi iyi unlar, protein miktarı en düşük % 11, yaş gluten miktarı en düşük % 27 olan unlardır. Gluten indeksi ise hem gluten miktarı hem de kalitesi hakkında bilgi vermektedir ve hamur kalitesine etkisi çok fazladır. Genellikle ticari ekmek unlarında gluten indeksi değeri 60-90 arasındadır (Elgün ve ark., 1998). Tip 550 buğday unlarında % kül miktarı kuru maddede en çok 0,55, nem oranı maksimum % 14,5 olmalıdır (Anonim, 1999). Ancak unlarda rutubetin mümkün olduğunca düşük olması, unun su kaldırma kapasitesini etkileyeceği için bu değerden daha düşük olması istenen bir durumdur. Unun depolanması için optimum nem içeriği % 13'tür. Nem içeriği % 13'ten yüksek olduğunda, un görünür bir şekilde küflü olmasa da yağ oksidasyonu riski ve acılaştırmanın gelişmesinde artış vardır. Oksidatif acılaştırma reaksiyonları Cu^{2+} gibi ağır metal iyonları tarafından katalize edilmektedir (Ünal, 1991).

Unun ekmeklik kalitesinde değerlendirilen sedimantasyon testi buğdayın hem protein miktarı hem de kalitesi hakkında fikir veren kolay ve hızlı bir metottur. Sedimantasyon testinde 15'ten küçük değerler çok zayıf, 16-24 arası zayıf, 25-36 arası iyi, 36'nın üzeri ise pek iyi olarak değerlendirilmektedir. Sedimantasyon değeri protein kalitesinin belirlenmesinde kullanılan en önemli kalite kriterlerinden biridir. Falling number değeri ise un içinde bulunan nişastanın alfa-amilaz tarafından sınıvlandırılmasının ölçümü esasına dayanan, unun alfa-amilaz aktivitesi hakkında fikir veren bir metottur. Bu değer 150 ve altında ise alfa-amilaz aktivitesi yüksek olarak değerlendirilmektedir ve bu unlardan elde edilen ekmek yapışkan olmaktadır. 200-250 normal amilaz aktivitesini, 300 ve daha yukarı düşme sayısı düşük amilaz

aktivitesini göstermektedir. Bu unlardan ekmek yapıldığında ise hacim düşük ve kabuk kuru olmaktadır (Elgün ve ark., 1998).

Araştırmada kullanılan buğday ununda yapılan analitik analizlerde, rutubet % 11,45, kül kuru maddede (KM) % 0,530, protein miktarı kuru maddede (KM) 11,05, yaş öz % 33,04, gluten indeksi % 93,89, sedimentasyon değeri 31, falling number değeri 382 olarak hesaplanmış, bulunan bu değerler Tablo 3.1’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar sonucunda unun ekmek yapımına uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3.1 : Buğday ununun kimyasal ve teknolojik analiz sonuçları.

Nem (%)	Kül KM’de (%)	Protein KM’de (%)	Yaş öz Oranı (%)	Gluten İndeksi (%)	Sedimentasyon Değeri (mL)	Falling Number Değeri (FN)
11,45±0,05	0,530±0,002	11,05±0,01	33,04±0,2	93,89±1,3	31±2.0	382±5.0

3.1.3 Boza tozunda analitik analizler

Kurutularak elde edilen boza tozlarında belirlenen nem, kül ve protein değerleri Tablo 3.2’de verilmiştir. Vakum altında kurutularak elde edilen boza tozunda nem, kül ve protein değerleri hava sirkülasyonu ile kurutularak elde edilen boza tozuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Su miktarının daha alt noktalara çekilmesinde vakumlu şartlar uygulaması daha uzun süre ihtiyacı istemektedir.

Tablo 3.2 : Boza tozlarının kimyasal analiz bulguları.

Kurutma Şekli (50°C)	Nem (%)	Kül KM’de (%)	Protein KM’de (%)
NK ¹	6,76±0,03	0,46±0,002	5,39±0,05
VK ²	8,94±0,04	0,49±0,003	5,71±0,03

¹NK : Hava Sirkülasyonla Kurutulmuş Boza Tozu

²VK : Vakum Altında Kurutulmuş Boza Tozu

3.1.4 Boza tozunda pH, titrasyon asitliği ve mikrobiyolojik analizler

Boza tozlarında asitliği belirlemek için yapılan pH değeri ve laktik asit cinsinden titrasyon asitliği değeri ile mikrobiyolojik yükü belirlemek için yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 3.3’de verilmiştir. Her iki boza tozunda da pH değerleri 3,5 oranında belirlenirken; laktik asit cinsinden titrasyon asitliği değeri

vakum altında kurutulmuş elde edilen boza tozunda az bir farkla fazla olduğu tespit edilmiştir. Her iki boza tozunda toplam maya-küf değeri tespit edilememiş, toplam canlı değeri ise 2,48-2,70 logCFU/g olarak belirlenmiştir. Toplam laktik asit bakteri sayısı ise yine birbirine yakın olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.3 : Boza tozlarının bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri.

Kurutma Şekli (50°C)	pH	Titrasyon Asitliği (%L.A.)	Toplam Canlı (logCFU/g)	Toplam Maya-Küf (logCFU/g)	Toplam LAB (logCFU/g)
NK	3,56±0,1	1,31±0,02	2,48	0	1,24
VK	3,53±0,2	1,58±0,05	2,70	0	1,30

3.2 Hamurlarda Reolojik ve Fiziksel Analizler

3.2.1 Farinograf denemeleri

İki farklı boza tozunun, un miktarı üzerinden farklı oranlarda ikame edilmesiyle farinograf analizleri yapılmıştır. Kurutma şekli değişkenine ait ortalama değerlerin sonuçları Tablo 3.4’de verilmiştir. İkame edilen boza tozu miktarlarına göre belirlenen sonuçlar ise Tablo 3.5’te verilmiştir.

Genellikle kurve genişliği, stabilite ve gelişme süresi fazla yoğurma toleransı değeri ve yumuşama derecesi az olan unların teknolojik değeri ve ekmekçilik kalitesi yüksektir. Gelişme süresinin uzunluğu yoğurma süresinin uzunluğuna, öz miktar ve kalitesinin yüksekliğine işaretler. Bu durum aynı zamanda özün geç kabardığını da göstermektedir. Stabilite süresinin uzunluğu hamurun yoğurma toleransı üzerine olumlu yönde etki eder. Yumuşama derecesinin fazlalığı ise hamurun işlemeye uygun olmadığını, fermentasyon toleransının düşüklüğünü gösterir (Elgün ve ark., 1998).

Tablo 3.4 : Hamurların boza tozu değişkenine ait farinograf değerleri.

Kurutma şekli	n	Su absorpsiyonu ¹ (%)	Gelişme Süresi (min)	Hamur Stabilite (min)	Yoğurma Toleransı (FU)	Yumuşama Derecesi (10 min) (FU)	Yumuşama Derecesi (12 min) (FU)
N.K.	8	62,84±1,70 ^a	2,07±0,97 ^a	5,63±3,03 ^a	73,55±25,31 ^a	74,63±28,57 ^a	113,00±40,84 ^a
V.K.	8	63,38±2,24 ^a	1,55±0,35 ^a	4,71±3,04 ^a	77,84±26,13 ^a	94,00±20,01 ^a	131,75±31,56 ^a

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Tablo 3.5 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan hamurların farinograf değerleri.

İkame Oranı (%)	n	Su absorpsiyonu ¹ (%)	Gelişme süresi (min)	Hamur Stabilite (min)	Yoğurma Toleransı (FU)	Yumuşama Derecesi (10 min) (FU)	Yumuşama Derecesi (12 min) (FU)
0	4	63,11±1,9 ^a	2,82±1,1 ^a	8,70±0,8 ^a	53,00±28,7 ^a	63,50±20,8 ^a	115,25±24,2 ^a
2	4	63,13±2,2 ^a	1,59±0,3 ^b	5,87±2,2 ^{ab}	71,88±18,2 ^{ab}	79,00±22,3 ^a	102,75±35,3 ^a
4	4	63,51±2,1 ^a	1,56±0,3 ^b	4,13±1,9 ^{bc}	82,08±12,5 ^{ab}	81,25±17,6 ^a	105,00±22,9 ^a
8	4	62,69±2,3 ^a	1,46±0,4 ^b	1,99±1,6 ^c	95,83±22,4 ^b	113,50±18,3 ^b	166,50±27,4 ^b

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Boza tozu çeşitleri arasında su absorpsiyonunu, gelişme sürelerini, stabilitelelerini, yoğurma toleranslarını ve yumuşama dereceleri (12 dakika değeri) parametreleri üzerinde deskriptif olarak bir değişim görülmesine karşın istatistiksel açıdan önemli bir değişim olmadığı (p>0,05) görülmüştür. Bu durum kurutma yönteminin parametreler üzerinde etkili olmadığı sonucunu çıkarabiliriz.

İkame oranlarında farinograf analiz sonuçlarında ikame oranının hamurların su absorpsiyonu etkilemediği kontrol ile diğer ikame oranları arasındaki farkın gelişme süresini kısaltma yönünde etkili olmuştur (p<0,05). Hamur stabilite değerlerinde, kontrol ile % 2 boza tozu ikameli hamur arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenirken; % 4 ve % 8 boza tozu ikameli hamurlarda gözlenen farklılık kontrol grubuna göre önemli olduğu ancak % 8 boza tozu ikamesi hamur stabilitesi üzerinde düşürücü yönde etkisi daha belirgin bir şekilde etkide bulunmuştur. Yoğurma toleransı, 10 dakika ve 12 dakika yumuşama derecesi değerlerine göre ise % 8 boza tozu ikameli hamur ile kontrol grubu arasında gözlenen fark önemli olarak tespit edilirken diğerleri arasında gözlenen farkın önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar ışığında bilhassa % 8 boza tozu ikamesinin hamur stabilitesinde ki düşürücü etkisine bağlı olarak yoğurma toleransını da etkileyerek, hamurun yumuşamaya meyilli bir yapıda oluşumuna, dolayısıyla yoğurma işleminin daha dikkatli olunması gerektiği söylenebilir.

3.2.2 Ekstensograf denemeleri

Boza tozu değişkenine ait ortalama değerlerin sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir. 90. ve 135. dakikalarda belirlenen hamur mukavemeti değeri, uzayabilirlik, maksimum direnç, enerji değerleri ve oran sayısı vakum ile kurutularak elde edilen boza tozu ikameli hamurlarda daha yüksek olarak belirlenirken bu farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Farklı oranlarda boza tozu ilave edilerek elde edilen hamurlarda gerçekleştirilen ekstensograf denemeleri sonucunda elde edilen değerler Tablo 3.7’de verilmiştir.

Hamur mukavemeti değerinin 90. ve 135. dakikada elde edilen sonuçlarının ışığında tüm örneklerin kontrol grubu ile aralarında gözlenen farkın istatistiksel olarak önemli olduğu sonucuna varılmıştır. % 2 ile % 4 boza tozu ikameli hamurlar arasında tüm ölçüm dakikalarında gözlenen farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı şekilde % 4 ile % 8 boza tozu ikameli hamurlarda gözlenen farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Kontrol grubu ile % 2 ve % 4 boza tozu ikameli hamurlar arasında uzayabilirlik değerlerinin 135. dakikada gözlenen farklılığın istatistiksel olarak önemsiz; % 8 boza tozu ikameli hamur ile diğer tüm hamur tipleri arasındaki farkın ise önemli olduğu ve hamur işlenebilirliği üzerinde olumsuz olarak etkilediği sonucuna varılmıştır. 90. dakika değerlerinde ise tüm hamurlar arasında ki farkın istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

90. dakikalarda gözlenen maksimum direnç değerlerinde boza tozu ikameli tüm gruplar ile kontrol grubu arasında ki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu sonucuna varılmıştır. % 2 ile % 4 boza tozu ikameli hamurlar arasında ki farkın ise önemsiz olduğu; aynı şekilde % 4 boza tozu ikameli hamur ile % 8 boza tozu ikameli hamur arasındaki farkın önemsiz olduğu bulunmuştur. 135. dakikada ise kontrol grubu ile % 2 boza tozu ikameli hamur arasındaki fark önemsiz hale gelmişken; % 2, % 4 ve % 8 boza tozu ikameli hamurlar arasında gözlenen farkın önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3.6 : Hamurların boza tozu değişkenine ait ekstensograf değerleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	Hamur mukavemeti ¹ (EU)		Uzayabilirlik (mm)		Maksimum Direnç (EU)		Enerji (cm ²)		Oran sayısı (EU/ mm)
		90 min	135 min	90 min	135 min	90 min	135 min	90 min	135 min	135 min
N.K.	8	302,63±113,6 ^a	297,50±88,34 ^a	121,75±17,7 ^a	119,25±20,52 ^a	311,75±123,3 ^a	303,75±90,3 ^a	65,50±29,52 ^a	62,25±23,5 ^a	2,47±0.58 ^a
V.K.	8	359,63±108,9 ^a	367,50±102,64 ^a	130,25±20,3 ^a	126,38±14,6 ^a	372,38±117,9 ^a	376,38±113,8 ^a	77,50±22,3 ^a	77,63±23,7 ^a	2,93±0.84 ^a

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Tablo 3.7 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan hamurların ekstensograf değerleri.

İkame oranı (%)	n	Hamur mukavemeti ¹ (EU)		Uzayabilirlik (mm)		Maksimum Direnç (EU)		Enerji (cm ²)		Oran sayısı (EU /mm)
		90 min	135 min	90 min	135 min	90 min	90 min	90 min	135 min	135 min
0	4	471,25±80,1 ^a	431,75±103,0 ^a	129,50±8,4 ^a	130,25±5,3 ^a	499,50±72,6 ^a	449,00±114,1 ^a	102,25±10,3 ^a	95,00±22,5 ^a	3.31±0.77 ^a
2	4	348,00±72,7 ^b	348,25±66,6 ^{ab}	141,75±22,6 ^a	132,00±13,9 ^a	360,00±76,7 ^b	355,00±72,3 ^{ab}	82,75±14,4 ^a	75,50±9,5 ^{ab}	2,68±0.75 ^a
4	4	270,00±38,0 ^b	291,75±45,6 ^{ab}	116,00±6,2 ^a	128,25±16,1 ^a	272,00±37,5 ^{bc}	295,50±46,1 ^b	53,75±8,4 ^b	64,25±16,4 ^{bc}	2,27±0.11 ^a
8	4	235,25±71,9 ^b	258,25±95,8 ^b	116,75±23,9 ^a	100,75±13,9 ^b	236,75±73,4 ^c	260,75±93,6 ^b	47,25±19,3 ^b	45,00±17,5 ^c	2,55±0.74 ^a

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

90. ve 135. dakika enerji değerlerine göre ise kontrol grubu ile % 2 boza tozu ikameli hamurlarda gözlenen fark istatistiksel olarak önemsiz olarak gözlenmiştir. % 2 ile % 4 boza tozu ikameli hamurlar arasındaki farkın ise önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır. Enerji, hamurun işlemeye karşı mukavemeti ve işlenebilirlik derecesini gösterirken; hamur enerjisinin yüksek olması, hamurun gaz tutma kapasitesinin ve fermantasyon toleransının yüksek olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Elgün ve ark., 1998). Elde edilen sonuçlar ışığında % 8 boza tozu ikamesinin hamur özellikleri üzerinde bilhassa gluten yapısı üzerinde olumsuz etki göstermesi sonucunda hamur işlenebilme yeteneğini, hamur enerji ihtiyacını ve direncini düşürerek hamur kalitesinin zayıflamasında etkili olmuştur.

Oran sayısı değerlerinde her iki varyasyon kaynaklarında istatistiki açıdan fark görülmemiştir.

3.2.3 Hamurlarda son fermantasyon süresi sonuçları

Ekmek pişirme denemeleri sırasında, iki farklı boza tozunun un miktarı üzerinden farklı oranlarda ikame edilmesiyle üretilen hamurlarda son fermantasyon süreleri belirlenmiştir. Tablo 3.8’de iki farklı boza tozunun son fermantasyon süre değerleri yer alırken, Tablo 3.9’da una farklı oranlarda ikame edilen boza tozlarının son fermantasyon süre değerleri yer almaktadır.

Hava sirkülasyonu ile kurutulmuş boza tozunun una ikame edilmesiyle elde edilen hamurda son fermantasyon süresi 47,50 dakika bulunurken, vakum ile kurutulmuş boza tozunun una ikame edilmesiyle elde edilen hamurda son fermantasyon süresi 45,38 dakika olarak bulunmuştur (Tablo 3.8). Son fermantasyon süreleri istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Tablo 3.8 : Hamurların boza tozu değişkenine ait son fermantasyon süresi değerleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	Son Fermantasyon Süresi ¹ (min)
NK	8	47,50±6,37 ^a
VK	8	45,38±6,99 ^a

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Farklı oranlarda boza tozunun una ikame edilmesiyle elde edilen hamurlarda belirlenen son fermantasyon süreleri ortalamaları 40,00 ile 52,50 dakika arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değişim una ikame edilen boza tozu miktarı arttıkça ters

orantılı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Kontrole göre diğer katkı oranları süreyi azaltma yönünde etkilemiştir. Ancak % 8 boza tozu ikameli hamurlarda meydana gelen azalma ise tüm örneklerden istatistiksel açıdan önemli olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.9).

Tablo 3.9 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan hamurların son fermantasyon süresi değerleri.

İkame Oranı %	n	Son Fermantasyon Süresi ¹ (min)
0	4	52,50±7,05 ^a
2	4	48,00±4,32 ^{ab}
4	4	45,25±4,35 ^{ab}
8	4	40,00±4,24 ^c

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

3.2.4 Hamurlarda pH ve titrasyon asitliği sonuçları

Hamurlara iki farklı (hava sirkülasyonu ve vakum kurutma) boza tozu ikamesi ile hamurlarda asitliğin artmasına bağlı olarak meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amacıyla yoğurma sonrası ve fermantasyon sonrası ölçümleri alınan pH değerlerinin ve titrasyon asitliği değerlerinin sonuçları Tablo 3.10'da verilmiştir. Ekmek pişirme denemeleri sırasında hava sirkülasyonu ile kurutularak elde edilen boza tozunun hamura ilave edilip yoğrulmasının ardından ölçülen pH 5,63 olarak belirlenmiştir. Fermantasyona tabi tutulan hamurun fermantasyon sonrası ölçülen pH değeri ise 5,42 olarak belirlenmiştir. Vakum ile kurutulmuş boza tozu ikameli hamurda ise pH yoğrulma sonrası 5,70, fermantasyon sonrası ise 5,46 olarak belirlenmiştir. Bu iki farklı boza tozu ikameli hamurlarda pH değerlerinde gözlenen farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Laktik asit cinsinden ve yüzde olarak hesaplanan titrasyon asitliği değerleri ise yoğurma sonrası 0,24-0,21 olarak belirlenirken; fermantasyon sonrası pH değerinin düşüşü, asitliğin artışıyla 0,28-0,24 olarak belirlenmiştir. İki farklı yöntemle elde edilen boza tozunun hamurlarda meydana getirdiği titrasyon asitliği değerleri farklılıkları istatistiki açıdan önemsiz olarak tespit edilmiştir (p>0,05).

Tablo 3.10 : Hamurların boza tozu değişkenine ait yoğurma sonrası ve fermantasyon pH değerleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	Yoğurma Sonrası pH ¹	Yoğurma Sonrası Titrasyon Asitliği (% L.A.)	Fermantasyon Sonrası pH	Fermantasyon Sonrası Titrasyon Asitliği (% L.A.)
NK	8	5,63±0,19 ^a	0,24±0,02 ^a	5,42±0,18 ^a	0,28±0,02 ^a
VK	8	5,70±0,21 ^a	0,21±0,03 ^a	5,46±0,22 ^a	0,24±0,04 ^a

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretilenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksızdır (p<0,05).

Hamurlara farklı oranlarda ikame edilen boza tozlarının yoğurulma sonrası ve fermantasyon sonrası ölçülen pH değerlerinin ve yüzde olarak laktik asit cinsinden hesaplanan titrasyon asitliği değerleri Tablo 3.11’de verilmiştir. Yoğurulma sonrası ölçülen pH değerleri 5,38 ile 5,86 arasında; titrasyon asitliği değerleri ise % 0,20 ile 0,26 arasında değiştii gözlemlenmiştir. Kontrol hamuru ile % 2 boza tozu ikameli hamur arasında bulunan pH değerleri farklılıkları istatistiksel olarak önemsizken, diğer tüm hamurların birbirleri ile arasında gözlenen pH değerleri farklılıkları istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir. Fermantasyon sonrası gözlenen pH değerleri 5,17 ile 5,66 arasında; titrasyon asitliği değerleri % 0,23 ile 0,30 arasında değiştii gözlemlenmiştir. % 0 ile % 2 boza tozu ikameli hamurda gözlenen pH farklılıkları ile % 2 boza tozu ikameli hamur ile % 4 boza tozu ikameli hamur arasında gözlenen pH farklılıkları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. % 8 boza tozu ikameli hamur ise diğer tüm boza tozu ikameli hamurların pH değerlerine göre istatistiksel olarak önemli bir fark olarak belirlenmiştir (p<0,05). Hem yoğurma sonrası hem de fermantasyon sonrası katkılama oranı artışıyla, yükseldii gözlemlenen titrasyon asitliği değerlerinde ise belirlenen farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir.

Ekşi hamurda meydana gelen asit değişiminin ana faktörü fermente olabilir şekerlerdir. Ekşi hamurda başlangıç aşamasında gözlenen pH genel olarak 4,7- 5,8 arasında değişmekte iken fermantasyon süreleri boyunca alkol ve laktik asit fermantasyonları ile bu değerin 3,6-3,8’lere kadar düştüğü belirtilmektedir (Katina, 2005).

Tablo 3.11 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan hamurların yoğurma sonrası ve fermantasyon sonrası pH değerleri.

İkame Oranı %	n	Yoğurma Sonrası pH ¹	Yoğurma Sonrası Titrasyon Asitliği (% L.A.)	Fermantasyon Sonrası pH	Fermantasyon Sonrası Titrasyon Asitliği (% L.A.)
0	4	5,86±0,07 ^a	0,20±0,02 ^a	5,66±0,09 ^a	0,23±0,03 ^a
2	4	5,77±0,03 ^a	0,22±0,02 ^b	5,51±0,06 ^{ab}	0,25±0,02 ^b
4	4	5,66±0,08 ^b	0,23±0,02 ^c	5,40±0,09 ^b	0,27±0,02 ^c
8	4	5,38±0,05 ^c	0,26±0,01 ^d	5,17±0,07 ^c	0,30±0,01 ^d

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Akgün (2007), ekşi hamur tozunun hamura ikame edilmesi ile elde edilen pH değerleri yoğurma sonrası 5,39- 5,84 arasında değiştiği; son fermantasyon sonrası pH değişimi 4,65- 5,55 arasında değiştiği belirlemiştir. İkame oranı arttıkça pH değerlerinde azalma olduğu saptanmıştır.

Kotancılar ve ark. (2006), ekmeğe farklı oranlarda ekşi hamur ilavesi ile farklı sürede bekletilmesiyle ekmekte meydana gelen bayatlamının incelendiği çalışmada ekşi hamur katkısı % 0-10-20-30 olarak belirlenmiş ve fermantasyon süresi ise 24-48 ve 72 saat olarak belirlenmiştir. Fermantasyon süresi ve ikame oranı arttıkça pH değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. % 0 ekşi hamur ikameli hamurda 24 saatteki pH 5,9 olarak belirlenmiştir. 24. saatte gözlenen pH değerleri 4,798 ile 5,900 arasında iken genel olarak pH değerlerinin 4,861 ile 5,955 arasında değiştiği belirtilmiştir.

3.2.5 Hamurlarda mikrobiyolojik analiz sonuçları

Yoğurma sonrası ve fermantasyon sonrası hamurlarda toplam canlı, maya-küf ve laktik asit bakteri sayımları yapılmıştır. Hamurlara uygulanan boza değişkene göre belirlenen mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 3.12’de verilmiştir. Yoğurma sonrası toplam canlı sayısı 8,03-8,07 log(CFU)/g; maya küf sayısı 8,04-8,07 log(CFU)/g; laktik asit bakteri sayısı 6,05-6,22 log(CFU)/g aralığında bulunmuştur. Fermantasyon sonrası ise bu değerler toplam canlı sayısında 8,13- 8,08 log(CFU)/g; maya-küf sayısında 8,08-8,11 log(CFU)/g; laktik asit bakteri sayısında ise 6,14-6,41 log(CFU)/g aralığında tespit edilmiştir. Toplam canlı sayısında en yüksek değerler hava sirkülasyonu ile kurutularak elde edilmiş boza tozu ikameli hamurlarda elde

edilirken; maya-küf ve laktik asit bakteri sayısında ise en yüksek değerler vakum altında kurutulmuş boza tozu ikameli hamurlarda elde edilmiştir.

Tablo 3.12 : Hamurların boza tozu değişkenine ait yoğurma sonrası ve fermantasyon sonrası mikrobiyolojik analiz sonuçları.

Kurutma Şekli (50°C)	Yoğurma sonrası ¹			Fermantasyon sonrası		
	Toplam canlı log(CFU)/g	Maya-küf log(CFU)/g	Laktik asit bakterisi log(CFU)/g	Toplam canlı log(CFU)/g	Maya-küf log(CFU)/g	Laktik asit bakterisi log(CFU)/g
NK	8,07	8,04	6,05	8,13	8,08	6,14
VK	8,03	8,07	6,22	8,08	8,11	6,41

¹Sonuçlar 2 tekerrür ortalamalarıdır.

Farklı oranlarda ikame edilen boza tozu katkılı hamurlarda elde edilen mikrobiyolojik sonuçlar ise Tablo 3.13’de verilmiştir. Yoğurma sonrası toplam canlı sayısı 8-8,1 log(CFU)/g arasında; maya küf sayısı 7,99-8,1 log(CFU)/g arasında; laktik asit bakteri sayısı ise 6-6,3 log(CFU)/g arasında değişmiştir. Fermantasyon sonrası ise toplam canlı sayısı 8,08-8,14 log(CFU)/g; maya-küf sayısı 8,06-8,21 log(CFU)/g; laktik asit bakteri sayısı ise 6,2-6,4 log(CFU)/g arasında değiştiği belirlenmiştir. İkame oranları arttıkça ve fermantasyon sonrası tüm değerlerin yükseldiği belirlenmiştir.

Tablo 3.13 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan hamurların yoğurma sonrası ve fermantasyon sonrası mikrobiyolojik analiz sonuçları.

İkame Oranı %	Yoğurma sonrası ¹			Fermantasyon sonrası		
	Toplam canlı log(CFU)/g	Maya-küf log(CFU)/g	Laktik asit bakterisi log(CFU)/g	Toplam canlı log(CFU)/g	Maya-küf log(CFU)/g	Laktik asit bakterisi log(CFU)/g
0	8,00	7,99	6,00	8,08	8,06	6,20
2	8,01	8,06	6,10	8,09	8,10	6,20
4	8,06	8,11	6,20	8,12	8,19	6,30
8	8,10	8,10	6,30	8,14	8,21	6,40

¹Sonuçlar 2 tekerrür ortalamalarıdır.

3.3 Ekmek Pişirme Denemeleri Sonuçları

3.3.1 Ekmekte renk analizi

Kontrol ekmeklerinin ve boza tozu ikame edilen ekmeklerin Hunter Lab Scan Colorimeter cihazıyla belirlenen iç renk yoğunluğu değerlerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin sonuçları Tablo 3.14’te verilmiştir. İkame oranı değişkenine göre belirlenmiş ekmek içi renk yoğunluğuna ait varyans analizi değerleri Tablo 3.15’te verilmiştir.

Farklı türlerde boza tozu ikameli ekmeklerde belirlenen iç renk değerlerine göre; vakum altında kurutulmuş elde edilen boza tozu ikameli ekmeklerde Hunter L, a ve b değerlerinin az da olsa yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ancak bu farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür.

Tablo 3.14 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait iç renk değerleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	L ¹	a	b
NK	8	52,45±1,97 ^a	0,84±0,60 ^a	12,98±0,83 ^a
VK	8	53,24±2,59 ^a	1,12±0,71 ^a	13,36±0,86 ^a

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Boza tozu kullanılarak farklı ikame oranları ile hazırlanan ekmeklerde belirlenen iç renk değerlerinde en düşük L değeri % 8 boza tozu ikameli ekmeklerde 49,91 olarak, en yüksek değer ise 54,42 olarak % 2 boza tozu ikameli ekmeklerde olduğu belirlenmiştir. Değerin 0'a yaklaştıkça siyahlaştığı, 100 yaklaştığında ise beyazlaştığı ifade edilmektedir (Elgün ve ark., 1998). Bu sonuçlar ışığında % 8 boza tozu ikameli ekmeğin diğer ekmeklere göre daha koyu olduğu ve bu koyuluğun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

En düşük a değeri 0,37 olarak kontrol grubu ekmekte tespit edilmiştir. İkame oranı arttıkça a değeri de artmıştır. En yüksek a değeri 1.91 olarak % 8 boza tozu ikameli ekmekte gözlemlenmiştir. +a değerlerinin kırmızılık değerlerini gösterdiği belirtilmiştir (Elgün ve ark., 1998). Kontrol ve % 2 boza tozu ikameli ekmeklerin kırmızılık oranları daha düşüktür ve aralarında ki fark önemsizdir. % 4 ve % 8 boza tozu ikameli ekmeklerin ise kırmızılık değerleri daha yüksektir ve bu iki örnekteki a değerleri istatistiksel açıdan önemli olarak tespit edilmiştir.

12,75 ile 13,69 arasında gözlemlenen b değerlerinde ikame oranı arttıkça değerlerin arttığı belirlenmiştir. Ancak bu yükselişin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (p>0,05). +b değerlerinin sarı, -b değerlerinin ise mavi renk yoğunluğunu belirttiği ifade edilmiştir (Elgün ve ark., 1998).

Tablo 3.15 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin iç renk değerleri.

İkame Oranı %	n	L ¹	a	b
0	4	54,09±2,36 ^a	0,37±0,14 ^c	12,75±0,90 ^a
2	4	54,42±0,78 ^a	0,55±0,26 ^c	12,92±0,85 ^a
4	4	52,95±1,32 ^a	1,10±0,29 ^b	13,32±0,91 ^a
8	4	49,91±0,87 ^b	1,91±0,21 ^a	13,69±0,70 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Farklı boza tozu ikameli ekmeklerin dış renk değerlerinin ortalamaları Tablo 3.16’de; farklı ikame oranları ile hazırlanan ekmeklerin dış renk değerlerinin ortalamaları ise Tablo 3.17’de belirtilmiştir.

Tablo 3.16 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait dış renk değerleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	L ¹	a	b
NK	8	40,45±4,16 ^a	7,77±0,93 ^a	13,70±1,41 ^a
VK	8	41,90±4,07 ^a	7,22±1,32 ^a	14,16±2,50 ^a

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Vakum altında ve hava sirkülasyonu ile 50°C’de kurutularak elde edilmiş boza tozlarının ilave edildiği ekmeklerde belirlenen dış renk değerlerinde en yüksek L değerinin 41,90 ile vakum altında kurutulmuş boza tozu ikameli ekmeklerde; en yüksek a değerinin 7,77 olarak hava sirkülasyonu ile kurutulmuş boza tozu ikameli ekmekte; en yüksek b değerinin ise 14,16 olarak vakum altında kurutulmuş boza tozu ikameli ekmeklerde gözlemlenmiştir. Bu değerlerin ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Farklı ikame oranlarında boza tozu ilave edilen ekmeklerde dış renk değerlerinin belirtildiği Tablo 3.15’de açıklık-koyuluk hakkında fikir veren L değerinin 46,28 ile 36,83 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek L değerinin belirlendiği kontrol ekmekler ile diğer ekmekler arasında belirlenen farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

6,99 ile 7,10 arasında gözlenen a değerleri (+a değerleri kırmızı; -a değerleri yeşil) ile 12,66 ile 15,65 arasında gözlemlenen b değerleri (+b değerleri sarı; -b değerleri mavi) farklılıklarının istatistiksel açıdan önemsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3.17 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin dış renk değerleri.

İkame Oranı %	n	L ¹	a	b
0	4	46,28±1,71 ^a	7,10±1,40 ^a	15,65±1,66 ^a
2	4	40,52±2,05 ^b	6,99±1,05 ^a	13,78±2,19 ^a
4	4	41,08±3,50 ^b	7,82±1,16 ^a	13,63±1,84 ^a
8	4	36,83±1,41 ^b	8,07±0,98 ^a	12,66±1,52 ^a

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

3.3.2 Ekmeklerde bazı fiziksel özellik ölçüm sonuçları

Farklı boza tozları kullanılarak hazırlanan ekmeklerin boyutlarının kıyaslanabilmesi amacıyla ölçülen en, boy, derinlik ve boy/en ile boy/derinlik oranlarının hesaplanarak ortalama sonuçlarının istatistiksel analizine tabi tutulmuş sonuçları Tablo 3.18’de belirtilmiştir. İki farklı boza tozu kullanılarak elde edilen ekmeklerde ölçülen en değerlerini birbirlerine oldukça yakın bulunmuştur. Boy ve derinlik değerlerinin hava sirkülasyonu ile kurutulmuş ekmeklerde az farkla yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında oransal değişimlerin belirlendiği boy/en değeri az farkla hava sirkülasyonu ile kurutulmuş boza tozu ikameli ekmekte fazla olarak tespit edilirken; boy/derinlik değeri her iki türdeki ekmekte de 0,66 olarak tespit edilmiştir. Tüm çıkan bu sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz olarak belirlenmiştir (p>0,05).

Tablo 3.18 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait bazı fiziksel özellikleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	En ¹ (mm)	Boy (mm)	Derinlik (mm)	Boy/En	Boy/Derinlik
NK	8	67,61±1,30 ^a	71,04±3,56 ^a	107,39±1,55 ^a	1,05±0,04 ^a	0,66±0,03 ^a
VK	8	67,41±0,82 ^a	69,70±4,88 ^a	105,70±1,06 ^a	1,03±0,07 ^a	0,66±0,04 ^a

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Farklı ikame oranları ile hazırlanan ekmeklerin boyutlarının belirlenmesi açısından ölçülen en, boy, derinlik ile bu değerler ışığında belirlenen boy/en ve boy/derinlik değerleri Tablo 3.19’da belirtilmiştir. En değerleri en düşük 67,58, en yüksek 68,42 olarak belirlenmiş ve ikame oranlarından kaynaklanan en değerleri farklılıklarının istatistiksel açıdan önemsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İkame oranı arttıkça ekmeğin boy değerlerinin azaldığı, en düşük boy değerinin 65,77 olarak % 8 boza tozu ikameli ekmekte olduğu gözlemlenmiştir. % 4 boza tozu ikameli ekmek ile % 8

boza tozu ikameli ekmek arasında gözlemlenen boy değerlerin farklılıklarının istatistiksel açıdan önemsiz olduğu, diğer tüm ikame oranları arasındaki boy farklılıklarının istatistiksel açıdan önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. En yüksek derinlik değeri 107,33 ile % 4 boza tozu ikameli ekmekte gözlemlenmiştir. En düşük değer ise 105,10 ile % 8 boza tozu ikameli ekmekte belirlenmiştir. % 8 boza tozu ikameli ekmek hariç tüm ekmekler arasında gözlemlenen derinlik değerlerinin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu, % 8 boza tozu ikameli ekmekte ki farklılığın ise önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu değerler ışığında belirlenen boy/en değerlerinde ikame oranı arttıkça azalma meydana geldiği saptanmıştır. Bu azalmalardan % 4 ve % 8 boza tozu ikameli ekmeklerle kontrol ekmekle arasında gözlenen farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Boy/derinlik değerlerinde de ikame oranı arttıkça azalma meydana geldiği saptanmıştır. % 2 boza tozu ilave ekmek ile kontrol ekmek arasındaki farklılığın ise istatistiksel açıdan önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu sonuçlar ışığında boza tozu ikame oranı arttıkça ekmeğin boyutunun küçüldüğü sonucuna varılmıştır. Bu azalmanın un yerine ilave edilen boza tozu sebebiyle azalan gluten miktarı olduğu ve buna bağlı olarak oluşan gaz kabarcıklarının pişme sırasında ekmek içinde kalamadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3.19 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin bazı fiziksel özellikleri.

İkame Oranı %	n	En ¹ (mm)	Boy (mm)	Derinlik (mm)	Boy/En	Boy/Derinlik
0	4	68,12±1,43 ^a	75,58±2,18 ^a	107,05±0,86 ^a	1,11±0,05 ^a	0,70±0,02 ^a
2	4	67,91±0,47 ^a	71,73±2,11 ^b	106,71±2,28 ^a	1,06±0,03 ^{ab}	0,67±0,02 ^a
4	4	67,58±0,92 ^a	68,40±1,82 ^c	107,33±1,20 ^a	1,01±0,02 ^{bc}	0,64±0,02 ^b
8	4	68,42±0,35 ^a	65,77±1,69 ^c	105,10±0,84 ^b	0,99±0,03 ^c	0,62±0,02 ^b

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Boza tozu kullanılarak üretilen ekmeklerin ve kontrol ekmeklerin kalitelerini belirlemede kullanılan spesifik hacim parametreleri tespit edilmiş, boza tozu değişkenine ait ortalama değerlerin sonuçları Tablo 3.20’de verilmiştir. İki farklı boza tozu ikame edilerek elde edilen ekmeklerde belirlenen spesifik hacim değerlerinin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. En yüksek spesifik hacim ise 3,49 ile hava sirkülasyonu ile kurutulmuş boza tozunda elde edilmiştir.

Tablo 3.20 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	Ağırlık ¹ (g)	Hacim (cm ³)	Spesifik Hacim (cm ³ /g)
NK	8	124,59±1,87 ^a	433,75±37,80 ^a	3,49±0,33 ^a
VK	8	124,78±2,75 ^a	426,88±38,93 ^a	3,43±0,37 ^a

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Dört farklı ikame oranı kullanılarak elde edilen ekmeklerde belirlenen ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri Tablo 3.21’de belirtilmiştir. İkame oranı arttıkça ağırlık artmış, hacim azalmıştır. Hacim/gram oranını ifade eden spesifik hacimde ikame oranı arttıkça azalmıştır. Tüm ekmekler ile kontrol ekmeğ arasında gözlemlenen spesifik hacim farklılıklarının istatistiksel açıdan önemli olduğu; % 2 ile % 4 boza tozu ikameli ekmeklerde gözlenen farklılığın ise istatistiksel açıdan önemsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3.21 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri.

İkame Oranı %	n	Ağırlık ¹ (g)	Hacim (cm ³)	Spesifik Hacim (cm ³ /g)
0	4	123,38±3,26 ^a	475,63±29,32 ^a	3,86±0,31 ^a
2	4	124,13±1,80 ^a	436,88±12,14 ^b	3,52±0,11 ^b
4	4	125,13±1,81 ^a	425,63±10,08 ^b	3,40±0,08 ^b
8	4	126,13±1,71 ^a	383,13±5,54 ^c	3,04±0,01 ^c

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Elgün ve ark. (1998), 3,20-3,80 arasında olan spesifik hacimlerin 8 puan ile değerlendirilmesi gerektiği, 3,80-4,40 cm³/g arasında olan spesifik hacimlerin ise 8,5 puan ile değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu değerlendirmeye göre % 8 boza tozu ikameli ekmeğ hariç tüm ekmeklerin kabul edilebilir sınırlar içinde belirlenmiştir.

Çelik (2008) bazı katkı maddeleri ekmeğe ilave edilerek ekmeğ kalitesi ve bayatlaması incelenmiştir. Bu çalışmada da patates nişastası ve tarçın ilave edilmiş ekmeklerde katkısız ekmeklere nazaran spesifik hacimlerinde azalma meydana gelmiştir.

3.3.3 Ekmeklerde tekstür analiz sonuçları

3.3.3.1 Ekmeklerde sertlik analiz sonuçları

Ekmek içi tekstürel yapının belirlenebilmesi gerçekleştirilen tekstür analizde kullanılan parametrelerinden biri olan sertlik değerinin farklı boza tozu kullanılarak elde edilen ekmeklerde ki ortalama sonuçları Tablo 3.22’de verilmiştir. 50°C’de hava sirkülasyonu ile kurutulmuş boza tozunun ilave edildiği ekmeklerde ilk gün sertlik değeri 660,76 olarak belirlenmiştir. Vakum altında kurutularak elde edilen boza tozlarının hamura ilave edilmesiyle elde edilen ekmeklerde ilk gün sertlik değeri 811,36 olarak tespit edilmiştir. Her geçen 24 saatte bu iki örnekte de sertlik değeri artmıştır. İstatistiksel olarak incelendiğinde bu iki farklı kurutma yöntemi ile elde edilen ekmeklerde belirlenen sertlik değerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$).

Tablo 3.22 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait sertlik değerleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	0. saat sertlik ¹ (g)	24. saat sertlik (g)	48. saat sertlik (g)	72. saat sertlik (g)
NK	8	660,76±234 ^a	1283,13±383 ^a	1863,71±506 ^a	2195,88±538 ^a
VK	8	811,36±213 ^a	1368,73±396 ^a	1965,98±669 ^a	2404,61±655 ^a

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Elde edilen boza tozlarının farklı oranlarda ikame edildiği hamurlardan elde edilen ekmeklerde belirlenen sertlik değerlerinin ortalamaları Tablo 3.23’de belirtilmiştir. İlk gün sertlik değeri 541,7 g ile 906,33 g arasında değişmiştir. Bu değişim ikame edilen miktar arttıkça artmıştır. İlk gün ürünler arasında gerçekleşen bu farklılık istatistiksel açıdan önemsiz olarak tespit edilmiştir. Her geçen gün sertlik miktarları tüm ürünlerde artmıştır. 24. saatten başlayarak % 8 boza tozu içeren ekmek ile % 0 boza tozu içeren ekmek arasında oluşan fark istatistiksel açıdan önemli olarak bulunmuştur.

Tablo 3.23 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin sertlik değerleri.

İkame Oranı %	n	0. saat sertlik ¹ (g)	24. saat sertlik (g)	48. saat sertlik (g)	72. saat sertlik (g)
0	4	541,7±227 ^a	879,83±209 ^a	1378,53±227 ^a	1724,30±343 ^a
2	4	732,83±214 ^a	1376,98±293 ^{ab}	1756,28±423 ^a	2133,45±526 ^{ab}
4	4	763,4±211 ^a	1348,93±277 ^{ab}	1881,55±447 ^a	2435,73±527 ^{ab}
8	4	906,33±177 ^a	1697,98±242 ^b	2643,03±319 ^b	2907,50±256 ^b

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Sertlik (firmness), fiziksel olarak deformasyon için gerekli olan güç olarak tanımlanmaktadır. Duyusal olarak ise ön dişler arasındaki maddeyi sıkıştırmak için gerekli olan güç olarak tanımlanmaktadır. Hesaplanması ise ilk sıkıştırma çevrimi esnasında pik gücü (birinci eğrinin yüksekliği) olarak ifade edilmektedir (Gerçekaslan ve ark., 2007).

Ekmekte sertlik genellikle ekmek için yumuşaklığında meydana gelen azalma olarak ifade edilir. Yumuşaklıkta meydana gelen bu azalmanın muhtemel iki sebebi vardır. Birincisi ekmek için nem kaybetmesi; ikincisi, nişastanın retrogradasyonudur (Cauvain, 2004).

Di Cagno ve ark. tarafından 2002 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada deneysel yöntemlerle fermente olmuş hamurda hamur reolojisini incelemişler ve yumuşama derecesi ve uzayabilirliğinde artış; uzama direncinde ise azalma olduğunu saptamışlardır. Ekşi hamurun hamur yapısına ve reolojisine etki eden şeyin hamur etrafına çerçeve oluşturan gluten protein bileşenleri olduğunu belirtmişlerdir. Bu etkinin ekmek oluşumu için gerekli olan mikroorganizmalar tarafından oluşturulan gaz formasyonundan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak ekşi hamurda karbondioksit oluşumundan sorumlu olan tüm LAB, mayalar ve gaz oluşumuna sebep olan tüm katkılar starter kültürden kaynaklandığını ve bunun ekmek yapısını belirlediğini belirtmişlerdir (Arendt ve ark., 2007).

3.3.3.2 Ekmeklerde yapışkanlık analiz sonuçları

Hava sirkülasyonu ile ve vakum altında kurutularak elde edilmiş boza tozlarının ilave edilmesiyle elde edilen ekmeklerde belirlenen yapışkanlık değerlerinin sonuçları Tablo 3.24'de gösterilmiştir. Ölçüm yapılan 4 gün boyunca iki farklı boza türü ikameli ekmeklerde yapışkanlık gün geçtikçe azalmıştır. Genel olarak değerler

birbirine yakın bulunmuştur. Aralarında bulunan farklılıklarda istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Tablo 3.24 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait yapışkanlık değerleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	0. saat ¹	24. saat	48. saat	72. saat
NK	8	0,85±0,01 ^a	0,74±0,03 ^a	0,65±0,06 ^a	0,61±0,06 ^a
VK	8	0,84±0,02 ^a	0,71±0,03 ^a	0,65±0,05 ^a	0,60±0,04 ^a

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Farklı ikame oranlarında boza tozu ikameli hamurlardan hazırlanan ekmeklerde yapışkanlık değerinin belirlendiği sonuçlar Tablo 3.25’de gösterilmiştir. 0,85 ve 0,84 ile başlayan yapışkanlık değerleri gün geçtikçe azalmıştır. Son gün ölçülen değerler 0,63 ile 0,54 arasında değişmiştir. 0. ve 24. saatte ekmekler arasında gözlenen farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz olarak tespit edilmiştir. 48. ve 72. saatte % 8 boza tozu ikameli ekmek ile kontrol ekmek arasında gözlenen farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.25 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin yapışkanlık değerleri.

İkame Oranı %	n	0. saat ¹	24. saat	48. saat	72. saat
0	4	0,85±0,02 ^a	0,74±0,04 ^a	0,71±0,06 ^a	0,63±0,03 ^a
2	4	0,85±0,02 ^a	0,72±0,04 ^a	0,66±0,02 ^{ab}	0,63±0,03 ^a
4	4	0,84±0,02 ^a	0,74±0,02 ^a	0,63±0,02 ^b	0,62±0,06 ^a
8	4	0,84±0,01 ^a	0,70±0,03 ^a	0,59±0,01 ^b	0,54±0,02 ^b

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Yapışkanlık (cohesiveness), fiziksel olarak iç bağların dayanma gücü olarak; duyuşsal olarak ise madde ısırılırken, kopmadan önceki deformasyon miktarı olarak tanımlanmaktadır. Hesaplama ise her iki çevrim için de sıkıştırmanın olmadığı alanlar hariç, ikinci sıkıştırma anındaki pozitif güç alanının birinci sıkıştırmadaki alana oranı olarak ifade edilmektedir (Carr ve Tadini, 2003; Gerçekaslan ve ark., 2007).

3.3.3.3 Ekmeklerde esneklik analiz sonuçları

Farklı boza tozları ile hazırlanan ekmeklerin tekstür parametrelerinden biri olan esneklik değerlerinin sonuçları Tablo 3.26'da belirtilmiştir. Esneklik değeri ilk gün 9,50 ve 9,54 olarak tespit edilmiştir. 0. ve 24. saatlerde azalma yavaşken 48. saatten sonra azalma daha hızlı seyir etmiştir. Hava sirkülasyonu ile ve vakum altında kurutulmuş boza tozu ikameli ekmeklerden elde edilen esneklik değerleri farklılıkları istatistiksel açıdan önemsiz olarak belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 3.26 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait esneklik değerleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	0. saat ¹ (mm)	24. saat (mm)	48. saat (mm)	72. saat (mm)
NK	8	9,50±0,23 ^a	9,50±0,17 ^a	9,40±0,14 ^a	9,16±0,18 ^a
VK	8	9,54±0,12 ^a	9,50±0,18 ^a	9,31±0,22 ^a	9,21±0,16 ^a

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Yüzde 0-2-4-8 oranlarında boza tozu ikame edilen ekmeklerde belirlenen esneklik değeri ortalamaları Tablo 3.27'de verilmiştir. Esneklik değerleri ilk gün 9,62 ile 9,52 arasında değişmiştir. 0. ve 24. saatte örnekler arasında gözlenen esneklik değeri farklılıklarının istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$). 48. saatte % 8 boza tozu ikameli ekmekte gözlenen esneklik değeri ile tüm ekmeklerde gözlenen esneklik değeri farklılıkları istatistiksel açıdan önemli olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 3.27 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin esneklik değerleri.

İkame Oranı %	n	0. saat ¹ (mm)	24. saat (mm)	48. saat (mm)	72. saat (mm)
0	4	9,52±0,14 ^a	9,64±0,09 ^a	9,51±0,07 ^a	9,24±0,11 ^{ab}
2	4	9,40±0,20 ^a	9,50±0,16 ^a	9,40±0,12 ^a	9,19±0,11 ^{ab}
4	4	9,62±0,21 ^a	9,44±0,23 ^a	9,39±0,04 ^a	9,29±0,21 ^a
8	4	9,53±0,14 ^a	9,42±0,13 ^a	9,14±0,23 ^b	9,01±0,07 ^b

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Esneklik (springiness), fiziksel olarak deforme eden gücün ortadan kalkmasıyla birlikte materyelin deforme olmamış haline dönme oranı olarak; duyuşsal olarak ise azı dişleriyle kısmi olarak sıkıştırılan maddenin orijinal yüksekliğine dönme oranı ve

hızı olarak tanımlanmaktadır. Birinci sıkıştırmanın sonu ile ikinci sıkıştırmanın başı arasındaki yükseklik farkı olup ne kadarlık bir geri gelmenin olduğunu göstermektedir (Carr ve Tadini, 2003; Gerçekaslan ve ark.,2007).

3.3.3.4 Ekmeklerde sakızimsılık analiz sonuçları

Farklı boza tozları ile hazırlanan ekmeklerin sakızimsılık değerleri Tablo 3.28’de belirtilmiştir. Sakızimsılık değerleri ilk günden başlayarak hızlı bir artış göstermiştir. İki örnek arasında gözlenen sakızimsılık değerleri farklılıkları ise istatistiksel açıdan önemsiz olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.28 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait sakızimsılık değerleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	0. saat ¹ (g)	24. saat (g)	48. saat (g)	72. saat (g)
NK	8	574,33±213 ^a	938,49±245 ^a	1181,24±242 ^a	1317,83±263 ^a
VK	8	674,71±165 ^a	962,96±283 ^a	1246,50±368 ^a	1428,29±377 ^a

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Farklı oranlarda ikame edilen boza tozlarından elde edilen ekmeklerin sakızimsılık değerleri Tablo 3.29’de gösterilmiştir. İkame oranı arttıkça sakızimsılık değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Hergün ölçülen sakızimsılık değerlerinde bir önceki güne göre artış olduğu belirlenmiştir. Örnekler arasında gözlenen farklılıkların 0. günde ve 3. günde istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir. 24. ve 48. saatte ise sadece % 8 boza tozu ikameli ekmekte gözlenen farklılığın, % 0 boza tozu ikameli ekmeğe göre istatistiksel açıdan önemli olarak tespit edilmiştir (p<0,05). 72. saat ölçüm değerlerinde istatistiki açıdan fark oluşmamasında bu süreçte ekmek iç yapısal özelliğinin bir dengeye gelmesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Tablo 3.29 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin sakızimsılık değerleri.

İkame Oranı %	n	0. saat ¹ (g)	24. saat (g)	48. saat (g)	72. saat (g)
0	4	456,50±182,29 ^a	642,80±155,15 ^a	976,53±205,51 ^a	1084,35±248,19 ^a
2	4	615,63±170,47 ^a	989,05±237,72 ^{ab}	1143,28±265,33 ^{ab}	1331,40±368,18 ^a
4	4	647,45±170,62 ^a	990,40±177,94 ^{ab}	1177,20±274,37 ^{ab}	1515,90±316,78 ^a
8	4	778,50±149,97 ^a	1180,65±127,65 ^b	1558,48±175,03 ^b	1560,58±160,18 ^a

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Sakızımsılık değeri, sertlik ve yapışkanlık değerlerinin çarpımı olarak ifade edilmektedir (Gerçekaslan ve ark.,2007).

3.3.3.5 Ekmeklerde çiğnenebilirlik analiz sonuçları

Ekmekte tekstür özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan parametrelerden biri olan çiğnenebilirlik özelliğinin farklı boza tozları ile hazırlanan örneklerdeki değerleri Tablo 3.30'da verilmiştir. İlk gün 53,74 ile 63,00 olarak belirlenen değerler gün geçtikçe artmıştır. Vakum altında kurutulmuş boza tozu ile elde edilen ekmeklerde belirlenen çiğnenebilirlik değerleri hava sirkülasyonu ile kurutulmuş boza tozu ikameli ekmeklere göre tüm günlerde yüksek olarak tespit edilmiş ancak gözlenen farklılıkların istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.30 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait çiğnenebilirlik değerleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	0. saat ¹ (mj)	24. saat (mj)	48. saat (mj)	72. saat (mj)
NK	8	53,74±19,48 ^a	87,31±22,39 ^a	108,61±20,84 ^a	118,11±23,08 ^a
VK	8	63,00±15,14 ^a	89,38±25,51 ^a	113,16±31,56 ^a	128,68±33,01 ^a

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Farklı ikame oranları ile hazırlanan ekmeklerde belirlenen çiğnenebilirlik değerlerinin ortalama sonuçları Tablo 3.31'de verilmiştir. 0., 24. ve 48. saatte % 8 boza tozu ikameli ekmek ile kontrol ekmek arasında gözlenen farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu, bu orana kadar gözlenen farklılıkların ise istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir (p>0,05). 72. saatte ise ölçülen değerlerde ikame oranına göre artış olduğu belirlenmiş ancak bu artışların istatistiksel açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p>0,05).

Tablo 3.31 : Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri.

İkame Oranı %	n	0. saat ¹ (mj)	24. saat (mj)	48. saat (mj)	72. saat (mj)
0	4	42,60±17,21 ^a	60,63±14,21 ^a	90,93±18,69 ^a	98,13±21,88 ^a
2	4	56,75±15,72 ^{ab}	92,13±22,36 ^{ab}	105,00±23,25 ^{ab}	119,85±33,57 ^a
4	4	61,38±14,01 ^{ab}	91,60±15,89 ^{ab}	108,38±25,46 ^{ab}	137,70±26,29 ^a
8	4	72,75±13,13 ^b	109,03±10,57 ^b	139,25±12,99 ^b	137,90±14,68 ^a

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Çiğnenme (chewiness), fiziksel olarak katı yiyeceği parçalara ayırıp yutma durumuna getirmek için gerekli olan enerji olarak, duyuşsal olarak ise maddenin yutmaya hazır hale gelinceye kadar gerekli olan çiğneme sayısı ve bir saniyedeki çiğneme sayısı ve gücü olarak tanımlanmaktadır. Hesaplama ise sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerlerinin birbirleri ile çarpılması ile elde edilen iş olarak ifade edilmektedir (Carr ve Tadini, 2003; Gerçekaslan ve ark.,2007).

3.3.4 Ekmeklerde duyuşsal analiz sonuçları

Yapılan ekmekler; eğitilmemiş panelistlere sunularak ekmeklerin rengi, kokusu, gözenek yapısı, tekstürü, çiğnenebilirliği, lezzeti ve genel kabul özellikleri bakımından değerlendirilmesi istenmiştir. Farklı boza tozları ile hazırlanan ekmeklerdeki değerlendirme sonuçları Tablo 3.32’de verilmiştir. Duyuşsal analiz sonuçlarına göre, çiğnenebilirlik hariç diğer tüm değerler hava sirkülasyonu ile kurutularak elde edilmiş boza tozu ikameli ekmeklerde daha yüksektir. 0. gün yapılan tekstür analizinde belirlenen vakum altında kurutulmuş boza tozu ikameli ekmeklerde daha yüksek çiğnenebilirlik değerine sahip olması bakımından duyuşsal analizde çıkan sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Genel olarak tüm değerlerde görünen farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz olarak belirlenmiştir (p>0,05). Panelistler tarafından en çok beğenilen ekmek türü ise hava sirkülasyonu ile kurutularak elde edilmiş boza tozu ikameli ekmek olarak belirlenmiştir.

Farklı ikame oranlarında ilave edilmiş boza tozları ile hazırlanan ekmeklerde panelistler tarafından gerçekleştirilen panel testi değerlerinin ortalamaları Tablo 3.33’te verilmiştir. Renk, koku, tekstür değerlerinde % 8 boza tozu ikameli ekmek ile kontrol ekmek arasında gözlenen farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu; diğer ekmeklerle kontrol ekmek arasında ise istatistiksel açıdan fark olmadığı sonucuna

ulaşmıştır ($p>0,05$). Gözenek yapısı bakımından ise kontrol grubu ile diğer tüm ekmekler arasından gözlenen farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Çiğnenebilirlik bakımından % 4 boza tozu ikameli ekmeğin en yüksek değere sahip olmuştur ve kontrol ekmeği ile arasında oluşan farkında istatistiksel açıdan önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p<0,05$). Lezzet ve genel beğeni açısından en yüksek değerlere % 2 ve % 4 boza tozu ikameli ekmeklerde; en düşük değerlere ise % 8 boza tozu ikameli ekmeklerde rastlanılmış ancak tüm ekmekler arasında gözlenen bu farklılıkların istatistiksel açıdan önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3.32 : Ekmeklerin boza tozu değişkenine ait duyuusal analiz değerleri.

Kurutma Şekli (50°C)	n	Renk ¹ (0-7 P)	Koku (0-7 P)	Gözenek Yapısı (0-7 P)	Tekstür (0-7 P)	Çiğnenebilirlik (0-7 P)	Lezzet (0-7 P)	Genel Beğeni (0-7 P)
NK	8	5,08±0,24 ^a	4,96±0,34 ^a	5,25±0,28 ^a	5,36±0,28 ^a	4,81±0,40 ^a	4,70±0,47 ^a	4,99±0,44 ^a
VK	8	5,01±0,49 ^a	4,84±0,48 ^a	4,75±0,57 ^a	5,01±0,30 ^a	5,01±0,25 ^a	4,74±0,46 ^a	4,86±0,45 ^a

¹ Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksızdır (p<0,05).

Tablo 3.33: Farklı oranlarda boza tozu ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin duyusal analiz değerleri.

İkame Oranı %	n	Renk ¹ (0-7 P)	Koku (0-7 P)	Gözenek Yapısı (0-7 P)	Tekstür (0-7 P)	Çiğnenebilirlik (0-7 P)	Lezzet (0-7 P)	Genel Beğeni (0-7 P)
0	4	5,10±0,14 ^a	5,15±0,17 ^a	5,55±0,19 ^a	5,45±0,26 ^a	4,58±0,38 ^b	4,80±0,37 ^a	5,03±0,26 ^a
2	4	5,23±0,17 ^a	5,13±0,28 ^a	4,78±0,46 ^b	5,25±0,10 ^{ab}	4,93±0,25 ^{ab}	4,85±0,59 ^a	5,10±0,36 ^a
4	4	5,33±0,05 ^a	4,98±0,31 ^a	4,95±0,41 ^b	5,15±0,29 ^{ab}	5,20±0,19 ^a	4,85±0,34 ^a	5,10±0,45 ^a
8	4	4,53±0,35 ^b	4,35±0,26 ^b	4,73±0,53 ^b	4,90±0,43 ^b	4,95±0,26 ^{ab}	4,38±0,44 ^a	4,48±0,40 ^a

¹Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

4. SONUÇ

Farklı yöntemlerle elde edilen boza tozunun ekmek üretiminde farklı oranlarda kullanılmasının hamur ve ekmek özelliklerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada; kurutma yöntemlerinin etkisi tüm parametrelerde istatistiki açıdan önemsiz tespit edilmiştir. İstatistiki açıdan önemli farklılıkları ikame oranları vermiştir.

Reolojik özelliklerinin belirlendiği farinograf değerlerinde % 8 katkı oranı hamur stabilitesi, yoğurma toleransı değeri ve yumuşama derecesi değerleri üzerinde olumsuz sonuçlar vermiştir. Ekstensograf değerlerinde ise ikame oranının artışı (bilhassa % 8 oranında); hamur enerjisi değeri, uzama kabiliyeti ve hamur mukavemet değerlerini düşürücü yönde etkilediği belirlenmiştir.

Son fermantasyon süresi üzerinde ikame oranının artışı, kontrol hamurlara göre fermantasyon için gerekli süreyi azaltma yönünde etkilediği belirlenmiştir . Spesifik hacim değerlerinde kontrole göre % 2 ve % 4 ikamede görülen düşüş etkisi % 8 oranında daha fazla gerçekleşmiştir. Ekmek içi renk değerlerinde % 8 ikame oranının kontrole göre Hunter L değeri düşürücü, a değerini arttırıcı yönde etkisi istatistiksel açıdan önemli olarak belirlenmiştir. Ekmek dış renginde ise ikame oranı artışı, L değerini düşürerek daha koyu renk oluşumunda etkili olmuştur.

Tekstür analiz değerinde 72. saat ölçümlerde % 8 boza tozu ikamesi sertlik değerini arttırıcı, yapışkanlık değerini düşürücü yönde etkilemiş ve oluşan farklılıklar kontrole göre önemli olarak tespit edilmiştir. 48. saatte % 8 boza tozu katkılması esneklik değerlerini düşürücü yönde etkilemiştir. Sakızimsılık ve çiğnenebilirlik özelliklerinde 72. saatlik ölçümler tüm ekmeklerde istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken 24. ve 48. saat ölçümlerde en yüksek değerleri % 8 ikame oranı vermiştir.

Duyusal özelliklerde panalistler tarafından en düşük değerlendirme renk, koku ve tekstür özelliklerinde %8 katkılama olarak değerlendirilmiştir. Boza tozu katkılması katkılama oranına bağlı olarak ekmek gözenek yapısını kötüleştirmiştir. Lezzet ve genel beğeni açısından uygulama arasında fark görülmemiştir.

Bu sonuçlar ışığında, boza tozu eldesinde daha ekonomik ve pratik olması göz önünde tutulacak olunursa hava sirkülasyonda örnek nem % 10'un altına getirilinceye kadar bozanın kurutulmasının daha avantajlı olduğu söylenebilir. Katkılama oranında hacim önemli bir kalite kriter olan ekmeklerde % 2'ye kadar kullanılmasının uygun olacağı; lavaş tandır gibi hacimin ön plana çıkmadığı ekmeklerde ise bu oranın % 2'den daha fazlaya çıkartılarak kullanılabilceği söylenebilir. Bütün parametre sonuçlarından % 8 boza tozu ikamesi hamur ve ekmek özelliklerinde olumsuzluklara neden olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akgün F.B.**, 2007. Ekşi hamur tozu eldesi ve ekmek üretiminde kullanılabilme olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 57s.
- Altuğ Onoğur T. ve Elmacı Y.**, 2011. *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*. Sidas Medya. Yayın No:010-1B. İzmir. 134 s.
- Anonim**, 1992. Türk Standartları Enstitüsü. TS 9778 Boza Standardı.
- Anonim**, 1999. Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği 99/1.
- Anonim**, 2010. SPSS For Windows 11.5 <http://spss-for-windows.software.informer.com/11.5>
- Arendt E. K., Ryan L.A.M. ve Bello F.D.**, 2007. Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, 24 :165–174
- Aytekin, S.**, 2001. Değişik hammaddelerden farklı oranlarda şeker katkısıyla üretilen bozaların kalite kriterleri üzerinde araştırmalar. U.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), Bursa. 42 s.
- Baykara P.**, 2006. Geleneksel nohut mayasının endüstriyel beyaz buğday unu ekmeği üretiminde kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 88s.
- Blanguet S., Marul-Bonnin S., Beyssac E., Pompon D., Renaud M. ve Alric M.**, 2001. The ‘Biodrug’ concept: on innovative approach to therapy. *Trend in Biotechnology*, 19(10):393-400
- Botes A., Todorov S.D., Mollendorff J.W., Botha A. ve Dicks L.M.T.**, 2007. Identification of lactic acid bacteria and yeast from boza. *Process Biochemistry*, Volume:42, 267–270.
- Brandt M.J.**, 2001. *Mikrobiologische Wechselwirkungen von Technologischer Bedeutung in Sauerteigen*. Dissertation, Universität Hohenheim, Stuttgart, Germany.
- Cabı O.**, 1992. Ekmek yapımında kullanılan katkı maddelerinin gelişimi ve ekmek kalitesine etkileri. *Unlu Mamüller Dünyası*, 1(6): 16-22.
- Campbell-Platt, G.**, 1994. Fermented foods: A World Perspective. *Food Research Int.*, 27: 253.
- Carr L.G. ve Tadini C.C.**, 2003. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technology*, 36: 609-614.
- Cauvain S.P.**, 2004. Improving the texture of bread. In: Kilcast, D. (Ed), *Texture in Food, Volume 2: Solid Foods*, GBR: Woodhead Publishing Ltd, Cambridge pp. 432-450.

- Certel M., Erem F., Konak Ü.İ., Karakaş B.,** 2009. Dondurulmuş hamur ile kısmi olarak pişirilip dondurulmuş hamurlardan üretilen beyaz ekmeklerin fiziksel, tekstürel ve duyuşsal özellikleri, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 91-102.
- Cossignani L., Gobetti M., Damini P., Corsetti A., Simonetti M.S. ve Manfredi G.,** 1996. The sourdough microflora. *Lebensm. Unters. Forsch.*, 203:88-94.
- Corsetti A., Gobetti M., Balestrieri F., Paoletti F., Russi L. ve Rossi J.,** 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. *Journal of Food Science*, Vol. 63, No: 2, 347-351.
- Çelik E.,** 2008. Ekmek yapımında kullanılan bazı katkı maddelerinin ekmek kalitesi ve bayatlama özellikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, 57s.
- Çopur U. ve Tamer C.E.,** 2003. Boza ve yeni yaklaşımlar. *Dünya Gıda* 8(4), 61-62s.
- Di Cagno R., De Angelis M., Lavermicocca P., De Vincenzi M., Giovannini C., Faccia M., Gobetti M.,** 2002. Proteolysis by sourdough lactic acid bacteria. Effect on wheat flour protein fractions and gliadin peptides involved in human cereal intolerance. *Appl. Environ. Microbiol.* 68, 623-633.
- Dikbaş N.,** 2003. Vakkıkebir ekmeğindeki mikroflora ve aroma maddelerinin tespiti., Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 111s.
- Elgün A., Certel M., Ertugay Z. ve Kotancılar, H.G.,** 1998. *Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 335, Erzurum, 238s.
- Elgün A., Ertugay Z.,** 2002. *Tahıl İşleme Teknolojisi*. A. Ü. Yayınları No:78 Ziraat Fakültesi No:297, Ders Kitapları Serisi No: 52, 201-343 s., Erzurum.
- Ganzle M.G.,** 2005. Mikrobiologie des sauersteiges. *Handbuch Sauerteig*, Behrs Verlag, Hamburg, Germany, pp. 92-95.
- Gerçekaslan K.E., Kotancılar H.G., Karaoğlu M.M.,** 2007. Ekmek bayatlaması ve bayatlama derecesini ölçmede kullanılan yöntemler: *I. Gıda*, 32 (6) 305-315.
- Gotcheva V., Pandiella S.S., Angelov A., Roshkova Z.G. ve Webb C.,** 2000. Microflora identification of the Bulgarian cereal-based fermented beverage boza. *Process Biochemistry*, 36: 127-130.
- Göçmen D.,** 1993. Un ve katkı maddelerinin ekmek kalite ve bayatlamasına etkileri. *Gıda*, 18:325-331.
- Göçmen D.,** 1996. Hamur hazırlanmasında şerbetçiotu ve laktik starter kullanımının hamur ve ekmeğin özelliklerine etkileri, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 87 s.
- Göçmen D., Korukluoğlu M., Uylaşer V. ve Şahin İ.,** 2000. The yeast flora of bosan put up for consumption in Bursa. *Adv. Food Sci. (CMTL)*, Vol. 22., No:516, 145-150.

- Göçmen D., ve Gürbüz O.,** 2000. Fırıncılık ürünlerinde sünme küf oluşumunun önlenmesinde kimyasal koruyucu ve laktik starter kullanımı. *Dünya Gıda*, 6:84-87.
- Göçmen D.,** 2001. Ekşi hamur ve laktik starter kullanımının ekmekte aroma oluşumu üzerine etkileri. *Gıda*, 26:13-16.
- Güven S., Vatan E. ve Ögütçü M.,** 2004. Boza üretiminde bazı modifikasyonlar. Sunu Bildiri. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, Van. S: 339-342.
- Halkman K., ve Taşkın Y.** 2001. Süt ürünleri endüstrisinde starter kültür. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 5(10). 45-52
- Hancıoğlu Ö. ve Karapınar M.,** 1997. Microflora of boza, a traditional fermented Turkish beverage. *International Journal of Food Microbiology* 35, 271-274.
- Hansen A., Lund B., ve Lewis M.J.,** 1989. Flavour production and acidification of sourdough in relation to starter culture and fermentation temperature. *Lebensm. Wiss.*, 22:145-149.
- Hayta M., Alpaslan M., Köse E.,** 2001. The effect of fermentation on viscosity and protein solubility of boza, a traditional cereal-based fermented turkish beverage. *Eur Food Res Technol*, 213:335-337.
- Jespersen L.,** 2003. Occurrence and taxonomic characteristics of strains of *Saccharomyces cerevisiae* predominant in African Indigenous fermented foods and beverages. *FEM Yeast Research*, 3:191-200.
- Katina K.,** 2005. *Sourdough: A Tool for The Improved Flavour, Texture and Shelf-Life of Wheat Bread*. Espoo 2005. VTT Publications 569. 92 p.
- Kolcuoğlu N.,** 2002. Ticari şartlarda ekmeğin üretiminde soya unu ve peynir altı suyunun kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 75s.
- Kotancılar H.G., Karaoğlu M.M., Gerçekaslan K.E., Uysal P.,** 2006. Ekşi hamur katkısının beyaz tava ekmeğininin bayatlaması üzerine etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 37 (1), 103-110, ISSN 1300-9036.
- Köse E. ve Durak F.,** 1998. Boza üretim teknolojisi, kimyasal ve duyuşal özellikleri. *Gıda ve Teknoloji*, 3 (3): 81-87.
- Ottogalli G., Galli A., Foschino R.,** 1996. Italian bakery products obtained with sourdough, characterization of the typical microflora. *Adv. Food Sci.*, 18, 131-144.
- Saegusa S., Totsuka M., Kaminogawa S. ve Hasai T.,** 2004. *Candida albicans* and *Saccharomyces cerevisiae* Induce Interleukin-8 production from intestinal epithelial-like caco-2 cells in the presence of butyric acid. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 41: 227-235.
- Smith G. and Getty C.,** 1997. *The Beer Drinker's Bible*. Siris Books. Boulder, CO. Beer lore, Trivia & History. Softcover, 260 p.
- Sıklı Ö.H. ve Karapınar M.,** 2002. Ekşi maya ekmeğinin mikroflorası ve aromatik karakteristikleri, *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, İzmir, s.165-175.

- Şahin İ.**, 1982. *Asit Fermentasyonları*. A.Ü. Ziraat Fak. Teksir No:78. A.Ü. Basımevi, Ankara.142 s.
- Tamerler T.**, 1986. Ekşi maya ile buğday ekmeğinin hazırlanması ve ekşi maya mikroorganizmaları. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Seri: B. 4: 145-154.
- Todorov S.D. and Dicks L.M.T.**, 2007. Bacteriocin production by *Lactobacillus pentosus* ST712BZ isolated from boza. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38:166-172.
- Topal Ş. ve Yazıcıoğlu T.**, 1986. Boza mikroflorası üzerinde bir araştırma. *Doğa Tr. Bio. D.*, (10): 2, 209 - 221.
- Türker İ.**, 1974. *Fermentasyon Teknolojisi*. A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No:553. A.Ü.Basımevi, Ankara. 230 s.
- Ünal S.S.**, 1991. *Hububat Teknolojisi*, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları (3.Baskı), Yayın No:28, İzmir, 217s.
- Vogel R.F., Knorr R., Muller M.R.A., Steudel U., Ganzle M.G., Ehrmann M.A.**, 1999. Non-dairy lactic fermentations, the cereal world. *Antonie van Leeuwenhoek* 76, 403–411.
- Vuyst L.D., Vrancken G., Ravyts F., Rimaux T., Weckx S.**, 2009. Biodiversity, ecological determinants, and metabolic exploitation of sourdough microbiota. *Food Microbiology*, 26 : 666–675
- Yeğin S. ve Üren A.**, 2008. Biogenic amine content of boza: A traditional cereal-based, fermented Turkish beverage. *Food Chemistry*, Volume:111, 983–987.
- Zorba M., Hancıoğlu O., Genç M., Karapınar M. ve Ova G.**, 2003. The use of starter cultures in the fermentation of boza, a traditional Turkish beverage. *Process Biochemistry*, 38 :1405-1411.

EKLER

EK 1. Ekmeklerin duyuusal panel formu

ÖRNEK NUMARASI:

DİKKAT! Aşağıdaki soruları **TADIMI YAPMADAN ÖNCE** cevaplayınız.

1. Örneğinin rengi hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü						Çok İyi

2. Kokusu hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü						Çok İyi

3. Gözenek yapısı hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü						Çok İyi

4. El yordamı ile inceleyip, tekstür (yapısal) özelliği hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü						Çok İyi

DİKKAT! Aşağıdaki soruları **TADIMINI YAPTIKTAN SONRA** cevaplayınız.

5. Ekmeğin çiğnenebilirliği hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü						Çok İyi

6. Lezzeti hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü						Çok İyi

7. Genel beğeninizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü						Çok İyi

EK 2. 50°C’de hava sirkülasyonu ile kurutularak elde edilen boza tozundan %0-2-4-8 oranı ilave edilerek hazırlanan ekmeklerin görsel durumu



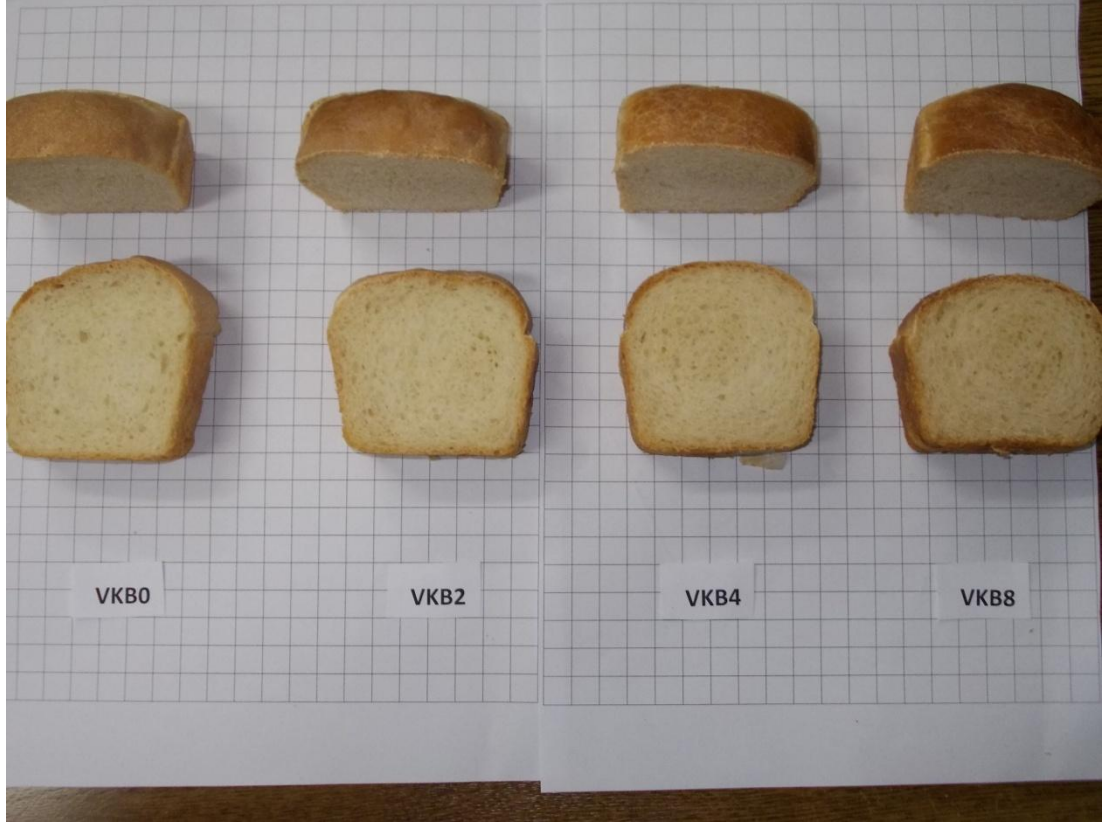
KB0 : Kontrol Ekmek

KB2 : Hava sirkülasyonu ile 50°C’de kurutularak elde edilmiş boza tozundan %2 ikameli ekmek

KB4 : Hava sirkülasyonu ile 50°C’de kurutularak elde edilmiş boza tozundan %4 ikameli ekmek

KB8 : Hava sirkülasyonu ile 50°C’de kurutularak elde edilmiş boza tozundan %8 ikameli ekmek

EK 3. 50°C’de vakum altında kurutularak elde edilen boza tozundan %0-2-4-8 oranında ilave edilerek hazırlanan ekmeklerin görsel durumu



VKB0 : Kontrol ekmek

VKB2 : Vakum altında 50°C’de kurutularak elde edilmiş boza tozundan %2 ikameli ekmek

VKB4 : Vakum altında 50°C’de kurutularak elde edilmiş boza tozundan %2 ikameli ekmek

VKB8 : Vakum altında 50°C’de kurutularak elde edilmiş boza tozundan %8 ikameli ekmek

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: ASLIHAN PALA

Doğum Yeri ve Tarihi: DENİZLİ/ 20.03.1986

Adres: Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü.

Lisans Üniversitesi: Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Yayın Listesi:

Özalp Özen B., Eren M., **Pala A.**, Özmen İ. ve Soyer A., 2001. Effect of plant extracts on lipid oxidation during frozen storage of minced fish muscle. *International Journal of Food Science & Technology*. Volume 46, Issue 4, pages 724–731.