

## ***Farklı Yöntemlerle Ekşitilmiş Hamurlardan Ekmek Yapımı Üzerine Çalışmalar***

***Dilek BİRCAN<sup>1</sup>, Cemile Tuğçe GÜRAY<sup>1</sup>, Kamil BOSTAN<sup>2</sup>***

### **Özet**

Ekşi hamurdan ekmek üretimi mayadan ekmek üretimi yaygın olamamakla birlikte Anadolu'da halen sürdürülmektedir. Çok sayıda mikroorganizmanın rol oynadığı bu teknik ile üretilen ekmeklerin maya ile üretilen ekmeklere göre üstün özellikleri vardır. Bu çalışma farklı yöntemlerde ekşitilmiş hamurdan üretilen ekmekleri belli özellikleri yönünden karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla yoğurt ile (A), boza ile (B) ve geleneksel (C) olmak üzere üç ayrı ekşi hamur elde edilmiş; bunlardan tam buğday unu kullanılarak üç farklı ekmek yapılmıştır. Ekmekler duyu ve teknolojik özellikleri bakımından analiz edilmiştir. A grubu ekmekler incelenen bütün duyu kriterleri (kabuk rengi, ekmek içi rengi, doku, koku, tat, kıvam) bakımından en yüksek puanları almıştır. B grubu ekmekler ise doku hariç en düşük puanlara sahip olmuştur. Pişme sırasında en fazla kabarma A grubunda, en yüksek pişme kaybı A grubunda, en yüksek asitlik değeri B grubunda, muhafaza sırasında en fazla nem kaybı B grubunda saptanmıştır. Dokuz günlük muhafazanın sonunda A ve C grubu ekmeklerde küf sayısı sırasıyla 2,48 ve 3,30 log kob/g iken boza ile yapılan B grubunda ise sayılabilir düzeyde küf gelişimi olmamıştır. Elde edilen bulgulara göre yoğurt kültürü ile ekşitilen hamurlardan yapılan ekmeklerin duyu ve fiziksel özellikleri bakımından diğerlerine üstün olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Ekmek, Ekşi Hamur, Yoğurt, Boza*

### **Studies on Sour Dough Bread Making by Different Methods**

#### **Abstract**

Sour dough bread production is maintained in Anatolia although it is not be common. Breads made by this technique that numerous microorganisms play a role, have many outstanding compared with bread made with yeast. This study was carried to compare the breads produced with sour obtained in different ways in terms of certain features. For this purpose, three different sour dough (A: by yoghurt addition; B: by boza addition; C: conventional) was obtained. Three group breads were produced using whole wheat flour with these sour dough. Breads were analysed in terms of sensorial, technological properties A group has received the highest scores of sensory criteria (skin color, crumb color, texture, smell, taste, consistency). Group B has had the lowest score except texture. The most swelling during baking and the highest cooking loss ratio (13,2%) were determined in group A. The highest moisture loss during storage and the highest levels of acidity (0.51%) was found in group B. At the end of the nine-day storage, it was not determined mould growth on countable level in group B while mould counts in A and C groups were 2.48 and 3.30 log cfu/g, respectively. According to the results obtained, it was concluded that sensory and physical properties of bread made from sour dough with yogurt cultures are superior to others.

**Keywords:** *Bread, Sourdough, Yoghurt, Boza*

<sup>1</sup>Istanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup>Istanbul Aydın Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü

## GİRİŞ

Ekmek; buğday ununa su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) gerektiğinde şeker, enzimler, enzim kaynağı olarak malt unu, vitalgluten ve izin verilen katkı maddeleri ilave edilip bu karışımın tekniğine uygun olarak yoğrulması, şekillendirilmesi, fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan ürünü ifade etmektedir (TGK, 2012). Diğer gıdalara göre daha ucuz ve kolay sağlanabilir olması, besleyici ve doyurucu özellikleri gibi nedenlerle vazgeçilmez bir gıda maddesidir. Ülkemiz de asırlardır süregelen beslenme alışkanlığı ve sosyo ekonomik yapı nedeniyle dünyada kişi başına ekmek tüketimin en fazla olduğu ülkeler arasında yer almaktadır (Yiğit ve Doğan, 2010).

Üretilen ekmeğin kalitesi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Buğday unu ve su ile elde edilen hamurun kabartılması için uygulanan mayalama işlemi de önemli aşamalardan birisidir. Günümüzde mayalama amacıyla ticari olarak elde edilebilen yaş veya kuru ekmek mayası yaygın olarak kullanılmaktadır. Ekmek mayası, hamurda bulunan basit şekerleri fermantasyona uğratarak, fermantasyon sonucu oluşan CO<sub>2</sub> gazı ile hamurun kabarmasını, fermantasyon ürünü diğer maddelerle de hamurun olgunlaşmasını ve aroma teşekkülünü sağlayan, bileşiminde yer alan enzimler (maltaz, invertaz, zimaz ve proteaz) ile gluten proteinlerindeki molekül içi S-S bağlarının indirgenmesini katalizleyen, spor yapan hakiki mayalar sınıfından *Saccharomyces* cinsine ait yuvarlağımsı, tek hücreli mikroorganizma olan *Saccharomyces cerevisiae*'dir (Gül, 2007).

Geleneksel ekmek üretiminde ise ekşi hamur kullanılmaktadır. Buğday, çavdar veya diğer tahıl unlarının su ile karıştırılarak laktik asit fermantasyonuna (1-2 gün) tabi tutulması

sonucu elde edilen ürüne "ekşi hamur" adı verilmektedir (Erkmen, 2010). Ekşi hamur yönteminin esası; normal kültür mayalarının yanında havadan ve kullanılan hamur unsurlarından gelen yabancı mayaların, laktik, asetik ve sitrik asit bakterilerinin faaliyet gösterdiği bir hamur parçasını, bir sonraki hamurda maya olarak kullanmaktır. Ekşi hamur mikroflorası genellikle maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ve hetero- ve homofermentatif laktik asit bakterilerinin (LAB) kompleks bir karışımını içermektedir (Göçmen ve ark., 2006). Ekşi hamurdan izole edilen bakterilerin ekseriyetini laktobasiller oluşturmaktadır; bunlara ilave olarak florada *Leuconostoc*, *Weissella*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus* ve *Streptococcus* cinsleri de bulunmaktadır (Erkmen, 2010; Gül, 1999; Menteş ve ark., 2004). Yağmur ve ark. (2016), ekşi hamurlar üzerine yapıtkaları çalışmada başlıca laktik asit bakteri florasının *Lactobacillus* (L.) *sanfranciscensis*, *Pediococcus pentosaceus*, *L. plantarum*, *L. namurencis*, *L. rossiae*, *Leuconostoc mesenteroides* ve *L. zymae*'dan oluştuğunu; daha düşük miktarlarda olmak üzere *L. spicheri*, *L. paralimentarius*, *L. mindensis*, *L. farciminis*, *L. acetotolerans*, *L. casei*, *Enterococcus faecium* ve *Enterococcus durans* türlerinin de bulunduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmada *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia guiliermondii* ve *Torulaspora delbrueckii* de ekşi mayalardaki başlıca maya türleri olarak bildirilmiştir. LAB, ekşi hamur fermantasyonunda anahtar role sahiptirler. Ekşi hamurun bünyesinde 10<sup>8</sup>-10<sup>9</sup> kob/g civarında canlı LAB barındırması ve pH'sının 4.5'in altında olması; mayaların ise 10<sup>6</sup>-10<sup>7</sup> kob/g civarında bulunması (LAB/maya oranı 100:1) istenmektedir. Mevcut bakterilerin oluşturmuş olduğu asitler ekşi hamurun tadı, kokusu ve yapısında önemi değişimlere

neden olmaktadır (Özçelik, 2000). Ekşi hamurdan üretilen ekmeklerin günümüzde üretilen ekmeğe göre ekmeğin daha fazla hacim artışı, daha güçlü aroma, daha iyi ekmek içi yapısı ve uzun raf ömrü gibi pek çok üstünlüğü bulunmaktadır (Akgün, 2007; Baykara, 2006; Boz ve ark., 2008; Gül ve ark., 2005; Kotancılar ve ark., 2006; Plessas ve ark., 2011). Diğer taraftan insan sağlığı üzerine olumlu etkileri de vardır. Ekşi maya hamurunda çeşitli maya ve bakteriler birlikte çalışmakta ve doğal florayı oluşturmaktadır. Sözkonusu mikroorganizmaların önemli bir kısmı probiyotik niteliktedir. Dolayısıyla ekşi hamur, üretildiği ekmeği probiyotik bir ürün haline getirmektedir (Şahin, 2012). Ekşi hamurlardan hazırlanan ekmeklerde glisemik indeksinin oldukça düşük olması, hamurdaki beta glukanın yıkılmadan korunmuş olması, oluşan asitler nedeniyle fitat içeriğinin azaltılarak biyolojik yararlılığın artırılması diğer avantajları olarak görülmektedir (Boz ve Karaoğlu, 2008; Şahin, 2012).

Bu çalışma geleneksel yöntemden farklı olarak yoğurt ve boza ilave ederek elde edilen ekşi hamurlardan üretilen ekmeklerin özelliklerini karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

### **GEREÇ ve YÖNTEM**

**Ekşi Hamur Üretimi:** Bu çalışmada üç tip ekşi hamur üretilmiştir. A grubu için, bir kap içinde 1 kg tam buğday unu, 250 g yoğurt ile 750 ml (50°C) sıcak su ilave edilip karıştırılmıştır ve homojen bir karışım elde edilmiştir. B grubu için aynı formülasyonda yoğurt yerine aynı miktarda boza kullanılmıştır. C grubunda ise daha önceden ekmek yapımı için maya ile kabartılmış hamurdan 250 g alınarak un ve su ile karıştırılmıştır. Bütün gruplara ait karışımlar üstü kapalı olarak oda sıcaklığında üç gün bekletilerek ekşitilmiştir.

**Ekşi Hamurdan Ekmek Üretimi:** Her bir grup için 1 kg tam buğday unu, 15 g tuz, 500 kg ekşi hamur, 850 ml su ile homojen bir yapı elde edilene kadar 6 dakika yavaş – 5 dakika hızlı olmak üzere karıştırılmıştır. Yoğurulmuş hamur şekil verilip 1 saat kadar ön dinlendirildikten sonra 400'er gramlık porsiyonlar halinde kesilmiştir. Ardından 15 dakika kadar tekrardan dinlendirildikten sonra herbiri 7 cm yüksekliğinde ve 25 cm uzunluğunda teflon tavalara aktarılmıştır. Tavalarda, 40°C'de 120 dakika kadar fermantasyon odasında bekletilmiş ve ardından 200°C 'de 25-30 dakika pişirilmiştir. Pişmiş ekmekler soğutulduktan sonra dokuz gün süreyle muhafazaya alınmıştır. Deneysel çalışmalar farklı tarihlerde üç kez tekrarlanmıştır.

**Analizler:** Her deneme grubuna ait örnekler pişirme öncesi, pişirme sonrası (soğuduktan sonra) ve muhafazanın 3. günü, 6. günü, 9. günü belli duyuşal, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri bakımından analiz edilmiştir. Hamur ve ekmek ağırlıkları laboratuvar tipi bir terazide (AND GF-600) saptanmıştır. Ekmeğin boyutları (yükseklik ve en) ve kabuk kalınlığı ekmeğin enine tam ortadan kesilmesi suretiyle elde edilen kesit yüzeyinde bir cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Nem tayini için gravimetrik yöntem kullanılmıştır. Titre edilebilir asitlik miktarı ölçümü için 10 gram numune 100 ml distile su içinde karıştırıldıktan sonra kaynar su banyosu içinde 30 dakika bekletilmiş, soğutulmuş ve filtreden geçirildikten sonra 0,1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiş, asit miktarı sarfedilenalkalimiktarına göre laktiküzerinden hesaplanmıştır (Yetim ve Kesmen, 2009). Küf ve maya sayısının belirlenmesi için bir ekmek diliminin kabukları ayrıldıktan sonra ekmeğin kabukları ayrılmıştır ve ardından steril poşette ekmeği ufalayarak parçalanması sağlanmıştır.

Steril bir spatül vasıtasıyla ekmek numunesi iyice karıştırıldıktan sonra 5 gram tartılarak steril stomacher poşetine alınmıştır. Üzerine 45 ml fizyolojik tuzlu su ilave edildikten sonra stomacher cihazında homojenize edilmiştir. Hazırlanan bu ana dilüsyon aynı sulandırma sıvısı kullanılarak seyreltiler hazırlanmıştır. Ekmeklerde küf-maya analizi için Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar (YGC) kullanılmıştır. Hazırlanan farklı seyreltilerden içinde YGC Agar bulunan petrilere steril bir pipetle 0,1 ml aktararak yayma tekniğiyle ekimler yapılmıştır. Petriler 25-28°C'de 5 gün inkübe edilmiştir. Süre sonunda besiyerinde gelişen küf-maya sayılmıştır. Sayılan koloniler logaritmik değere çevrilerek log kob/g olarak kaydedilmiştir. Duyusal değerlendirmede ekmekler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra dilimlenmiştir ve panelistlere sunulmuştur. Altı kişiden oluşan panel üyelerinden ekmeğin kabuk rengi, ekmek içi rengi, kokusu, gözeneklilik, kıvam ve tadı yönünden 100 mm'lik bir çizgiden (0: kabul edilemez; 100: mükemmel) oluşan grafik derecelendirme ölçeği (görsel analog skala) üzerine işaretlemeleri istenmiştir. Değerlendirmeler tamamlandıktan sonra her bir panelistin skala üzerinde işaretledikleri nokta cetvelle ölçülerek elde edilen puanlar kayıt altına alınmıştır. Her bir duyuusal kriter için panelistlerin vermiş olduğu puanlar toplanıp ortalamaları alınmak suretiyle deneme gruplarına göre veriler elde edilmiştir. Gruplar

arasındaki istatistiksel karşılaştırmada Anova (tek yönlü varyans analizi) kullanılmıştır. Gruplar arası farkların önem kontrolleri ise Duncan testi ile belirlenmiştir (SPSS,2001).

## SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Çalışmamızda pişirilme işleminin sonucunda ekmek ağırlıklarında değişen oranlarda azalma meydana gelmiştir (Tablo 1). Ağırlık kaybı oranı A grubuna ait yoğurt kültürü ile ekşitilmiş ekşi hamur ekmeğinde % 13,24; B grubuna ait boza kültürü ile ekşitilmiş ekşi hamur ekmeğinde % 12,37 ve C grubuna ait ekşi maya ile ekşitilmiş ekşi hamur ekmeğinde % 12,15 olarak belirlenmiş olup gruplar arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. Çalışmamızda saptamış olduğumuz ağırlık kaybı fermantasyon aşamasını da kapsamaktadır. Fırın devresine gelene kadarki fermantasyon kayıpları suyun buharlaşmasına dayanmaktadır. CO<sub>2</sub> çıkışından dolayı kayıp çok fazla değildir. Esas kayıp pişme sırasında meydana gelmektedir. Pişme sırasında suyun yanı sıra uçucu maddeler, CO<sub>2</sub>, organik asitler, esterler, maya metabolizması sonucu oluşan bileşikler vs fırın sıcaklığının etkisiyle hamurdan uzaklaşırlar (Elgün ve Ertugay, 2002). Pişme sırasında normal ekmeklerde pişme kaybı % 14-16 civarında olmaktadır (Elgün ve ark.,2007). Tam buğday unu kullanarak üretmiş olduğumuz ekmeklerdeki pişme kaybı biraz daha düşük olmakla birlikte bildirilen oranlara yakındır.

**Tablo 1.** Deneysel olarak üretilen ekşi hamur ekmeklerinin pişme sonrası bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri özellikleri

| Gruplar               | Ağırlık (g)         | Yükseklik (cm)   | Kabuk Kalınlığı (cm) | Asitlik (%LA)     |
|-----------------------|---------------------|------------------|----------------------|-------------------|
| <b>A (Yoğurtlu)</b>   | 347,03 <sup>a</sup> | 6,8 <sup>a</sup> | 0,52 <sup>a</sup>    | 0,47 <sup>a</sup> |
| <b>B (Bozalı)</b>     | 350,51 <sup>a</sup> | 5,7 <sup>b</sup> | 0,43 <sup>b</sup>    | 0,51 <sup>a</sup> |
| <b>C (Geleneksel)</b> | 351,38 <sup>a</sup> | 5,9 <sup>b</sup> | 0,47 <sup>ab</sup>   | 0,45 <sup>a</sup> |

<sup>a,b</sup> Aynı kolonda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05)

Ekmek hacmi; genel olarak ekmeğin işgal ettiği boşluktur. Ekmek ağırlığı ile hacmi arasında ideal bir ilişki olmalıdır. Başka bir ifade ile aşırı veya yetersiz hacim bir kalite düşüklüğü olup kaliteli bir ekmeğin hacmi optimum olmalıdır. Hacim artışının (kabarma) bir göstergesi olarak ölçülen yükseklik (ortadan yapılan kesitin en yüksek noktası baz alınmıştır) en fazla yoğurt kültürü ile hazırlanan ekşi hamur ekmeğinde; en düşük boza kültürü ile hazırlanan ekşi hamur ekmeğinde saptanmıştır (Tablo 1). Elde edilen bulgular yoğurt kültürü ile ekşitilen hamurdan elde edilen ekmeklerde fermantasyon safhalarında daha fazla gaz oluştuğunu göstermektedir. Daha fazla gaz oluşumu duyusal analizlerde olumlu olarak algılanmış ve A grubu ekmekler yapısal özellikler bakımından en yüksek puanlarını almıştır.

Pişme sonrası ekmeklerin asitlik değerleri ölçülmüş; en yüksek asitlik değeri boza kültürüyle ekşitilmiş ekşi hamur ekmeğinde; en düşük asitlik değeri geleneksel ekşi hamur ekmeğinde saptanmıştır (Tablo 1). Asitlik, ekmek üretim süreci sırasında mevcut mikroorganizmaların aktivitesinin sonucu oluşan asitlerin miktarına bağlı olarak değişmekte; ekmeğin tad ve aroması direkt olarak etkilemektedir. Ekşi hamur mayası, homo- ve heterofermentatif laktik asit bakterilerini ve mayaları değişen oranlarda ve bileşimlerde içermektedir (Göçmen ve ark., 2006).. Laktik asit bakterileri homofermentatif ve heterofermentatif olmak üzere iki kısma

ayrılmaktadır. Homofermentatif bakteriler şekeri fermente ederek laktik asit ve iz miktarda diğer ürünleri oluştururken; homofermentatif olanlar laktik asit yanında önemli miktarda CO<sub>2</sub>, alkol, asetik asit ve diğer ucucu bileşikler meydana getirmektedir (Akgün, 2007). A grubu ekmeklerde yoğurta ekşitilmiş maya kullanılmıştır. Yoğurt bakterileri (*S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*) homofermentatif olduğundan yoğurttaki yegâne asit laktik asittir. Hâlbuki bozanın laktik mikroflorası çok daha komplekstir ve çok sayıda mikroorganizmadan oluşmaktadır. Boza fermantasyonunda rol alan laktik asit bakterileri Erkmen (2010) tarafından *L. coryniformis*, *L. sanfrancisco*, *L. confuses*, *L. fermentum*, *L. paracaseisubsp. paracasei*, *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. rhamnosus*, *L. coprophilus*, *L. pentosus*, *Leu. paramesenteroides*, *Leu. mesenteroidessubsp. mesenteroides*, *Leu. mesenteriodessubsp. dextranicum* ve *Leu. oenus* olarak bildirilmiştir. Dolayısıyla bozada ve boza ile hazırlanan ekşi hamurda asit profili de oldukça değişik olacaktır.

Deneysel olarak üretilen ekmeklerde dokuz günlük muhafaza sırasında değişen düzeylerde nem kaybı gözlenmiştir (Tablo 2). En yüksek nem kaybı % 6,74 ile B grubunda; en düşük nem kaybı % 4,83 ile A grubunda saptanmıştır. Nem kaybı ilk üç gün daha hızlı; sonraki günler daha yavaş olmuştur. Muhafaza sırasında nem oranını azalması ekmeğin bayatlaması ile ilişkilidir. Bu açıdan

**Tablo 2.** Deneysel olarak üretilen ekşi hamur ekmeklerinin nem oranları (%)

| Gruplar               | Pişme Sonrası      | Muhafaza periyodu  |                    |                     |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|                       |                    | 3. Gün             | 6. Gün             | 9. Gün              |
| <b>A (Yoğurtlu)</b>   | 42,74 <sup>a</sup> | 40,58 <sup>a</sup> | 38,26 <sup>a</sup> | 37,91 <sup>a</sup>  |
| <b>B (Bozalı)</b>     | 42,97 <sup>a</sup> | 40,14 <sup>a</sup> | 38,78 <sup>a</sup> | 36,23 <sup>b</sup>  |
| <b>C (Geleneksel)</b> | 43,21 <sup>a</sup> | 41,84 <sup>a</sup> | 39,28 <sup>a</sup> | 37,26 <sup>ab</sup> |

<sup>a,b</sup> Aynı kolonda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05)



**Tablo 3.** Deneysel olarak üretilen ekşi hamur ekmeklerinde küf-maya sayıları (log kob/g)

| Gruplar               | Pişme Sonrası | 3. Gün | 6. Gün | 9. Gün |
|-----------------------|---------------|--------|--------|--------|
| <b>A (Yoğurtlu)</b>   | <2.0          | <2.0   | <2.0   | 2,48   |
| <b>B (Bozalı)</b>     | <2.0          | <2.0   | <2.0   | <2.0   |
| <b>C (Geleneksel)</b> | <2.0          | <2.0   | 2,77   | 3,30   |

bakıldığında yoğurt kültürü ile ekşitilen hamurdan yapılan ekmeklerin diğerlerine göre daha geç bayatlayacağı söylenebilir. Duyusal analizlerde bunu doğrular nitelikte sonuçlar elde edilmiştir.

Farklı yöntemlerle üretilen ekşi hamur ekmeklerinin muhafazası sırasında küf ve maya sayılarındaki değişimler de gözlenmiştir (Tablo 3). Pişme sonrası ve muhafazanın üçüncü günü yapılan analizlerde hiçbir örnekte sayılabilir düzeyde küf-maya üremesi kaydedilmemiştir (<2.0 log kob/g). C grubunda 6. muhafaza günü 2,77 log kob/g olarak ortaya çıkan küf-maya sayısı dokuzuncu gün 3,30 log kob/g'a ulaşmıştır. B grubunda dokuzuncu gün dahi üreme gözlenmemiştir. A grubunda ise sadece dokuzuncu muhafaza gününde küf-maya gelişimi gözlenmiştir. Küflenme ekmeklerin uzun süreli muhafazasında önemli bir sorun olarak görülmektedir. Özellikle kepekli ve tam buğdan unundan yapılan ekmekler küflenmeye daha meğillidir. Çalışmamızda elde edilen bulgular boza ile ekşitilmiş hamurdan üretilen ekmeklerde küf gelişiminin engellendiğini göstermektedir. Bu durum bozadaki ve boza mikroflorasının üretmiş olduğu antimikrobiyellerle ilişkili olabilir.

Kaliteli bir ekmekte ekmeğin şekli oval ve kalınlığı her yerde aynı, ekmek içi açık kahverengi, ekmek yüzeyi pürüzsüz, ekmek içi yumuşak, ekmek içi rengi beyaz olmalıdır ve kaliteli bir ekmeğin iç yapısı kadifemsi-yumuşak olmalı, gözenekler küçük, homojen irilikte, kenarları ince, aynı kalınlıkta

olmalı, gözenek sayısı olabildiğince çok ve gözenekler açık olmalıdır. Koyu/gri ekmek içi rengi, ufalanabilir ekmek içi veya kaba gözenek yapısı ekmekte kalite kriterlerini belirlerken istenmeyen durumlar arasındadır. Ayrıca ekmek dilimlenebilecek kadar sert yapıyı sahip olmalı, kendine özgü tat ve aromada olmalı, çiğnenmesi kolay olmalı ve ağızda kalıntı bırakmamalıdır (Çelik, 2008; Gül, 2007). Çalışmamızda deneysel olarak üretilen ekmekler pişme sonrası bir panel tarafından yukarıdaki kriterler de dikkate alınarak duyusal özellikleri bakımından değerlendirilmiştir (Tablo 4).

Yoğurt kültürü ile ekşitilmiş hamurdan üretilen A grubu ekmeklerde gözeneklilik, kıvam, tat, koku ve genel kabul puanları diğerlerinden önemli derecede yüksek bulunmuştur. Ekmek hacmi ile ekmek içi gözenek yapısı ve tekstürü arasında direkt bir ilişki bulunmaktadır. Çalışmamızda da A grubu ekmeklerde hem hacim artışının göstergesi olarak ölçtüğümüz somun yüksekliği hem de gözeneklilik puanı diğerlerinden önemli derecede yüksek bulunmuştur. Duyusal açıdan en düşük puanlar B grubunda elde edilmiştir. Ekşi hamurdaki laktik asit ve asetik asit miktarı, bu hamurdan üretilen ekmeğin tat ve aromasını doğrudan etkiler. Ekşi hamurdaki laktik asit/asetik asit oranını ifade eden "fermantasyon katsayısı (FQ)" bir ölçü olarak kullanılmaktadır. Bu oran 4 civarında olursa ekmek iyi bir tat dengesine sahip olur. Düşük asetik asit miktarı FQ değerinin yükselmesine ve bu da güçlü asidik tat, zayıf aroma oluşumuna neden olur (Erkmen, 2010).

**Tablo 4.** Deneysel olarak üretilen ekşi hamur ekmeklerinin duyu özellikleri\*

| Puanlama Kriterleri | A Grubu (Yoğurtlu) | B Grubu (Bozalı)  | C Grubu (Geleneksel) |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| Kabuk Rengi         | 78,7 <sup>a</sup>  | 54,4 <sup>c</sup> | 72,6 <sup>b</sup>    |
| Ekmek İçi Rengi     | 76,1 <sup>a</sup>  | 60,8 <sup>c</sup> | 69,6 <sup>b</sup>    |
| Gözeneklilik        | 74,5 <sup>a</sup>  | 51,7 <sup>c</sup> | 64,6 <sup>b</sup>    |
| Koku                | 73,7 <sup>a</sup>  | 58,3 <sup>c</sup> | 62,2 <sup>b</sup>    |
| Kıvam               | 70,4 <sup>a</sup>  | 56,8 <sup>c</sup> | 60,1 <sup>b</sup>    |
| Tad                 | 70,2 <sup>a</sup>  | 53,7 <sup>b</sup> | 58,4 <sup>b</sup>    |
| Genel Kabul         | 73,1 <sup>a</sup>  | 52,8 <sup>c</sup> | 57,5 <sup>b</sup>    |

\* Her bir kriter 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir

<sup>a,b,c</sup> Aynı satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05)

Çalışmamızda B grubunda titre edilebilir asitlik değerinin diğerlerine göre daha yüksek, bunun yanında koku ve tad puanlarının daha düşük bulunmasını asit oranındaki dengesizliğe bağlamak mümkündür.

Ekmeğin kabuk özellikleri; normal kabuk rengi koyu altın sarısı-kahverengi tondan (üst kısımları), açık altın sarısı-kahverengi (yan tarafları) tona kadar değişmeli, kabuk düzgün homojen ve ince olmalı, kabarcıklı kalın benekli çizgili, kaba, lastik gibi olmamalı ve soyulmamalıdır. Soluk kabuk rengi, koyu kabuk rengi, kabuk soyulması ve kabuğun aşırı kalın olması vb. gibi durumlar ekmeğin dış görünüşünde meydana gelen hatalardan kaynaklanmaktadır. Kabuk rengi bakımından A ve B gurubu ekmekler yüksek puanlar almıştır. Ancak boza ile ekşitilen hamurdan üretilen ekmeklerde pişme sonrası renk gelişmediğinden (boz) diğerlerinden önemli derecede daha düşük puan almıştır. Ekmek içi renk değerlendirmesinde de en düşük puan C gurubuna verilmiş; A gurubu ekmeklerin iç rengi daha çok kabul görmüştür.

## SONUÇ

Elde edilen bulgulara göre farklı yöntemlerle hazırlanan ekşi hamur ekmekleri içerisinde en iyi değerlere sahip olan ve en fazla

beğeni kazanan ekmeğin, yoğurt kültürü ile ekşitilmiş ekşi hamur ekmeği olduğu sonucuna varılmıştır. Ülkemizde ekşi hamur tekniği, sadece bu ekmek türüne alışkın bazı bölgelerle ticari mayanın bulunmadığı yerlerde, genellikle köylerde ve tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla tüketim alışkanlığı yönünden halkımız için vazgeçilmez bir yeri bulunan ekmeğin üretiminde yoğurt kültürü ile ekşitilmiş ekşi hamur ekmeğinin üretimi yaygınlaştırılabilir.

## KAYNAKLAR

Akgün, F. B. (2007). Ekşi Hamur Tozu Eldesi ve Ekmek Üretiminde Kullanılabilir Olanakları. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Baykara, P. (2006). Geleneksel Yoğurt Mayasının Endüstriyel Beyaz Buğday Unu Ekmeği Üretiminde Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Boz, H., Karaoğlu, M.M. (2008). Fırın Ürünleri İçin Doğal Katkı Maddeleri. Gıda Mühendisliği Dergisi, 35: 57-64.

Boz, H., Karaoğlu, M.M., Kotancılar, H. G., Gerçekaslan, K. E. (2008). Fırın Ürünlerinde Kullanılan Bazı Doğal Katkı Maddeleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, 367-378. Erzurum.

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, Afyonkarahisar.

Elgün, A., Ertugay, Z. (2002). Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 297, Dördüncü Baskı. Erzurum.

Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. (2007). Tahıl Ürünleri Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya.

Erkmen, O. (2010). Gıda Mikrobiyolojisi. Efil Yayınevi, İkinci Baskı, Gaziantep.

Göçmen, D., Gürbüz, O., Kumral, Y., Dağdelen, A. F. (2006). Ekmek Üretiminde Laktik Starter Uygulamasının Proteinlerin Elektroforetik Özellikleri Üzerine Etkisi. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu. Proje No: TOVAG 10500004.

Gül, H. (1999). Isparta Yöresinde Kullanılan Ekşi Mayanın Bileşimi Ve Fizyolojik Özelliklerinin Araştırılması ve Ekmek Yapımında Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Gül, H. (2007). Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Gül, H., Özçelik, S., Sağdıç, O., Certel, M. (2005). Sourdough Bread Production With Lactobacilli and *S. cerevisiae* Isolated From Sourdoughs. Process Biochemistry. 40(5): 691-697.

Kotancılar, H. G., Karaoğlu, M. M., Gerçekaslan, K. E., Uysal, P. (2006). Ekşi Hamur Katkısının Beyaz Tava Ekmeğinin Bayatlaması Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37(1): 103-110.

Menteş, Ö., Akçelik, M., Ercan, R. (2004). Türkiye’de Üretilen Ekşi Hamurlardan

Lactobacillus Suşlarının İzolasyonu, İdentifikasyonu ve Bu Suşların Temel Endüstriyel Özellikleri. Gıda, 29(4):307-315.

Özçelik, S. (2000). Isparta Yöresinde Kullanılan Ekşi Mayanın Bileşimi, Bazı Biyokimyasal ve Fizyolojik Özelliklerinin Araştırılması ve Ekmek Yapımında Kullanılması. Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi. Proje No: TOGTAC-2309, Isparta.

Plessas, S., Alexopoulos, A., Mantzourani, I., Koutinas, A., Voidarou, C., Stavropoulou, E. (2011). Application of Novel Starter Cultures For Sourdough Bread Production. Anaerobe, 17: 486-489.

SPSS (2001). Statistical package for windows, ver. 11.0, SPSS, Inc., Chicago.

Şahin, E. (2012). Gerçek Ekmek. Hayykitap Yayıncılık, İkinci Baskı, İstanbul.

TGK (2012). Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği, Resmi Gazete, 04.01.2012-28163, Tebliğ No:2012/2, Ankara.

Yağmur, G., Tanguler, H., Leventdurur, S., Bağder Elmacı, S., Ünal Turhan, E., Francesca, N., Settanni, L., Moschetti, G., Erten, H. (2016). Identification of Predominant Lactic Acid Bacteria and Yeasts of Turkish Sourdoughs and Selection of Starter Cultures for Liquid Sourdough Production Using Different Flours and Dough Yields. Pol. J. Food Nutr. Sci., 66(2): 99-107

Yetim, H., Kesmen, Z. (2009). Gıda Analizleri. Erciyes Üniversitesi Ders Yayınları, No: 163, İkinci Baskı. Kayseri.

Yiğit, A. H., Doğan, İ. S. (2010). Ağrı İlindeki Ekmek Fırınlarnın Bazı Özelliklerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Anket Çalışması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 20(2): 75-87.