

**NOHUT MAYASI/HAMURUNDAN
İZOLE EDİLEN LAKTİK ASİT BAKTERİ
SUŞLARININ EKMEĞİN UÇUCU PROFİLİ
VE DİĞER BAZI KALİTE PARAMETRELERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Kadir ÇEBİ

**Doktora Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yrd. Doç Dr. Ferid AYDIN
2014
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**NOHUT MAYASI/HAMURUNDAN İZOLE EDİLEN LAKTİK ASİT BAKTERİ
SUŞLARININ EKMEĞİN UÇUCU PROFİLİ ve DİĞER BAZI KALİTE
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Kadir ÇEBİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2014**

Her hakkı saklıdır



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



TEZ ONAY FORMU

**NOHUT MAYASI/HAMURUNDAN İZOLE EDİLEN LAKTİK ASİT BAKTERİ
SUŞLARININ EKMEĞİN UÇUCU PROFİLİ VE DİĞER BAZI KALİTE
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Yrd. Doç. Dr. Ferid AYDIN danışmanlığında, Kadir ÇEBİ tarafından hazırlanan bu çalışma 22/12/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Hamit KÖKSEL

İmza:

Üye : Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

İmza:

Üye : Prof. Dr. Ömer Faruk ALGUR

İmza:

Üye : Doç. Dr. Güzin KABAN

İmza:

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ferid AYDIN

İmza:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 25.12.2014 tarih ve 51.1727 nolu
kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2012/275

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Doktora Tezi

NOHUT MAYASI/HAMURUNDAN İZOLE EDİLEN LAKTİK ASİT BAKTERİ SUŞLARININ EKMEĞİN UÇUCU PROFİLİ ve DİĞER BAZI KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Kadir ÇEBİ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç Dr. Ferid AYDIN

Araştırmada nohut mayası ve hamurundan izole edilen *Lactobacillus brevis* FK2, *Lactococcus lactis* FK5 ve *Lactobacillus plantarum* FK25 suşlarının nohut mayası ekmeğinin uçucu profili ile tekstür ve renk özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla her bir suş ayrı ayrı nohut mayası ekmeğinde starter kültür olarak kullanılmış ve kontrol dahil 4 farklı nohut mayası hamuru hazırlanmıştır. *L. brevis* FK2 ve *L. plantarum* FK25 diğer gruplara göre daha yüksek L* değeri vermiştir. Starter kültür kullanımı ekmek içi sertlik ile kohesivlik ve çığnenebilirlik değerleri üzerine istatistiki açıdan önemli ($P<0,05$) etkide bulunmuştur. Hamur, ekmek içi ve ekmek kabuğunda çeşitli kimyasal gruplara dahil toplam 58 uçucu bileşik belirlenmiştir. En fazla uçucu bileşik kabuk kısmında saptanmıştır. Starter kültür kullanımı etil asetat ve trans-2-heptenal üzerinde önemli ($P<0,05$), hekzanal ve 2,3-dihidro, 1H-indol üzerinde ise çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etkili olmuştur. Hekzanal açısından en yüksek değer *L. plantarum* FK25 varlığında belirlenmiştir.

2014, 81 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Nohut mayası, uçucu bileşikler, ekmek, TPA

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

THE EFFECTS OF LACTIC ACID BACTERIA STRAINS ISOLATED FROM CHICKPEA FERMENTATION/DOUGH PRODUCTS ON VOLATILE PROFILE AND OTHER QUALITY PARAMETERS OF BREAD

Kadir ÇEBİ

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ferid AYDIN

The aim of the study was to investigate the effects of strains of *Lactobacillus brevis* FK2, *Lactococcus lactis* FK5 and *Lactobacillus plantarum* FK25 isolated from chickpea fermentation/ dough on volatile profile, texture and colour properties of chickpea bread. For this purpose, each strain was individually used as starter culture in chickpea bread and four different chickpea dough were prepared including control. The groups containing *L. brevis* FK2 and *L. plantarum* FK25 had higher L* values than the other groups. Use of starter culture had statistically significant ($P<0,05$) effects on hardness of crumb, cohesiveness and chewiness values of the samples. Fifty-eight volatile compounds belonged to different chemical groups were determined in dough, crumb and crust of bread. The most volatile compounds were detected in crust of bread. Use of starter culture had significant ($P<0,05$) effect on ethyl acetate and trans-2-heptenal ,very significant ($P<0,01$) effect on hexanal and 1H-Indole, 2,3-dihydro compounds. In terms of hexanal, the highest value was determined in the presence of *L. plantarum* FK25.

2014, 81 pages

Keywords: Chickpea fermentation, volatile compounds, bread, TPA

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu araştırma süresince her türlü yardımı esirgemeyen hocam Sayın Yrd. Doç. Ferid AYDIN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında bilgilerinden faydalandığım Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA ve bölümümüz öğretim üyelerinden Sayın Doç. Dr. Güzin KABAN'a ve Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU'na teşekkür ederim.

Çeşitli katkılarından dolayı Araş. Gör. Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ, Öğr. Gör. Selçuk ÖZYÜREK'e, Öğr. Gör. H. İbrahim ÖZTÜRK'e ve değerli aileme teşekkür ederim.

Kadir ÇEBİ

Aralık 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Un analizleri	16
3.2.2. Laktik asit bakteri suşlarının genotipik identifikasyonu	16
3.2.3. Nohut mayasının hazırlanması	17
3.2.4. Deneme ekmeklerinin yapımı	18
3.2.5. Ekmek analizleri.....	18
3.2.5.a. pH değerinin belirlenmesi	18
3.2.5.b. Ekmek içi, ekmek kabuğu ve kabuğa yakın bölgenin nem miktarının belirlenmesi	19
3.2.5.c. Su aktivitesinin (a_w) belirlenmesi	19
3.2.5.e. Ekmekte hacim ölçümü	20
3.2.5.f. Ekmek içinin tekstür özelliklerinin belirlenmesi	20
3.2.5.g. Uçucu bileşiklerin analizi	20
3.2.6. İstatistiki analizler	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	22
4.1.Un analizlerine ait sonuçlar	22
4.2.Laktik asit bakteri suşlarının genotipik identifikasyonuna ait sonuçlar	22
4.3. Deneme hamurları ve ekmek içine ait pH değerleri.....	23
4.4. Deneme hamurları ile ekmek içi ve kabuğunun renk değerleri.....	25

4.3. Deneme ekmeklerinin hacim, ağırlık ve spesifik hacim değerleri	30
4.4. Ekmek kabuğu, içi ve kabuğa yakın bölgenin (K.Y.B.) nem içeriği ve su aktivitesi değerleri	32
4.5. Ekmek içi tekstür profil analizi (TPA) değerleri.....	41
4.6. Uçucu bileşikler.....	48
5. SONUÇ.....	71
KAYNAKLAR	77
ÖZGEÇMİŞ	82

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Santigrat derece
g	Gram
mg	Miligram
mm	Milimetre
s	Saniye

Kısaltmalar

a_w	Su Aktivitesi
BU	Brabender Unit
Kob	Koloni Oluşturan Birim
K.Y.B	Kabuğa Yakın Bölge
LAB	Laktik Asit Bakterileri
PB	Penetrasyon Birimi
YTİ	Yoğurma Tolerans İndeksi
$\bar{x}$	Ortalama Değerler

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil.4.1. Deneme ekmeklerinde kabuk kısmının a_w değeri üzerinde starter kültür ×depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	40
Şekil 4.2. Deneme ekmeklerinin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde starter kültür ×depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	47
Şekil 4.3. Deneme ekmeklerinin sakızımsılık değerleri üzerinde starter kültür ×depolama süresi interaksyonunun etkisi.....	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Thermocycle döngüsü.....	17
Çizelge 4.1. Deneme ekmeklerinin yapımında kullanılan unun fiziksel ve kimyasal özellikleri	22
Çizelge 4.2. Deneme hamurları ile ekmek içi örneklerine ait pH değerleri	23
Çizelge 4.3. Deneme hamurları ile ekmek içi örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	25
Çizelge 4.4. Deneme hamurları ile ekmek içi ve kabuğuna ait renk değerleri	26
Çizelge 4.5. Deneme hamurlarının renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	26
Çizelge 4.6. Starter kültür değişkenine ait hamur renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	27
Çizelge 4.7. Ekmek içi renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.8. Starter kültür kültür değişkenine ait ekmek içi renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	29
Çizelge 4.9. Ekmek kabuğu renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.10. Starter kültür kültür değişkenine ait ekmek kabuk renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	30
Çizelge 4.11. Ekmeklerin hacim ağırlık, spesifik hacim değerleri	31
Çizelge 4.12. Ekmeklerin hacim, ağırlık ve spesifik hacim değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	32
Çizelge 4.13. Depolama süresince ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin nem içeriği değerleri.....	33
Çizelge 4.14. Ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin nem içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.15. Starter kültür değişkenine ait ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin nem değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (P<0,05).	35
Çizelge 4.16. Depolama süresi değişkenine ait ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin nem değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	36

Çizelge 4.17. Depolama süresince ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin su aktivitesi değerleri.....	37
Çizelge 4.18. Ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin su aktivitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.19. Starter kültür değişkenine ait ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	39
Çizelge 4.20. Depolama süresi değişkenine ait ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	40
Çizelge 4.21. Deneme ekmeklerinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohezivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik parametrelerine ait ortalama değerler	42
Çizelge 4.22. Ekmek içi sertliği, yapışkanlığı ve elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	43
Çizelge 4.23. Starter kültür değişkenine ait ekmek içi sertliği, yapışkanlığı ve elastikiyet değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	43
Çizelge 4.24. Depolama süresi değişkenine ait ekmek içi sertliği, yapışkanlığı ve elastikiyet değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	44
Çizelge 4.25. Ekmek Kohesivlik, Çiğnenebilirlik ve Sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları	45
Çizelge 4.26. Starter kültür değişkenine ait ekmek içi Kohesivlik, Çiğnenebilirlik ve Sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	46
Çizelge 4.27. Depolama süresi değişkenine ait ekmek içi Kohesivlik, Çiğnenebilirlik ve Sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	46
Çizelge 4.28. Kontrol grubu ve starter kültür kullanılarak üretilen ekmeklerin hamur, ekmek içi ve ekmek kabuğu uçucu bileşiklerine ait değerler (Arbitrary Area Units ($\times 10^{-6}$)).....	50

Çizelge 4.29. Kontrol grubu ve starter kültür kullanılarak üretilen ekmeklerin uçucu bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları	60
Çizelge 4.30. Starter kültür değişkenine ait uçucu bileşik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	64
Çizelge 4.31. Örnek tipi değişkenine ait uçucu bileşik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	69

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinin belki de en eski gıda maddesi olan ekmek geçmişten günümüze çeşitli süreçlerden geçmesine ve değişik üretim biçim ve teknolojilerinin kullanılmasına rağmen öneminden hiç bir şey kaybetmemiştir. Ekmek bugün hala mutfak kültürünün de en önemli ögesi olmaya devam etmektedir. Dünyadaki en eski fırın ve ocak kalıntıları ekmeğin M.Ö. 4000 yılında Babil’de yapıldığını göstermektedir. Mayalı ekmeğin ilk kez M.Ö. 1800 yıllarında eski Mısırlılar tarafından tesadüfen hamurun kendi haline bırakılmasıyla gerçekleştiği bildirilmektedir (Yılmaz 2002).

Ekmek, bütün dünyada insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ekmek, tüketiminin az olduğu ileri sürülen Avrupa ülkelerinde bile diyetle alınan proteinin %30’ unu, karbonhidratların ve B grubu vitaminlerin ise %50’ sini sağlayan önemli bir gıda maddesidir. Tahıla dayalı beslenmenin hakim olduğu Türkiye’de kişi başına tüketilen günlük ekmek miktarının yaklaşık 400 gr civarında olduğu ve günlük enerji ihtiyacının %66’sının tahıllardan sağlandığı belirtilmektedir. Tahıl ürünleri arasında ise ekmeğin önemli bir paya sahip olduğu, enerjinin %56’ sının ve toplam proteinin ise %50’ sinin ekmek tüketimi ile karşılandığı vurgulanmaktadır (Elgün ve Ertugay 2000).

Ekmeğin kalitesini ve tüketim süresini, ekmek yapımında kullanılan un, su, tuz, maya ve katkı maddelerinin yanı sıra ekmek üretiminde kullanılan yöntem ile kullanılan alet ve ekipmanlar gibi faktörler önemli ölçüde etkilemektedir (Ünal ve Karatelli 1986). Ancak ekmeğin temel bileşeni olan un, su, tuz ve maya karakteristik tat ve aromanın gelişmesinde esas öğelerdir. Bu bileşenlerin miktarlarının iyi ayarlanmaması durumunda ise özellikle duyuşal açıdan arzu edilmeyen sonuçlarla karşılaşmaktadır (Özkaya 1984).

Ekmekte arzu edilen duyuşal özellikler de formülasyonun yanı sıra fermentasyon ve pişirme sırasında gerçekleşen reaksiyonlar sonucu oluşan uçucu ve uçucu olmayan bileşikler ekmek lezzetinin oluşumunda ana faktörlerdir. Ekmek aroması ile ilgili uçucu

bileşiklerin büyük bir kısmı mayalar tarafından şekerlerin fermentasyonu sonucu oluşmaktadır. Ayrıca pişirme esnasındaki karamelizasyon ve enzimatik olmayan esmerleşme, kabuk renginin ve aromasının oluşmasını sağlayan önemli reaksiyonlardır (Margalith 1981; Özkaya 1984; Martinez-Anaya 1996).

Asırlar boyunca ekmek üretimi önceden yapılmış hamurdan bir parçanın yeni hazırlanan hamura katılması ile gerçekleştirilmiştir. 18. yüzyıla kadar üretimde ekmek mayası olarak bira üretiminden arta kalan ve bir üst fermantasyon mayası olan *Saccharomyces cerevisiae* yaygın olarak kullanılmıştır. Bu uygulama 19. yüzyılın başlarına kadar sürmüş ve bira üreticileri tarafından alt fermantasyon mayalarının kullanılmaya başlanması ile ekmek üretiminde bira mayası kullanım devri kapanmıştır (Ünlütürk ve Akbulut 1984).

Ekmek üretimi genellikle iki farklı mayalanma şekli ile uygulanmaktadır. Birincisi olan ekşi hamur yönteminde, hamur kendi haline bırakılır ve doğal florasında bulunan laktik asit bakterileri ve mayaların aktiviteleri sonucunda laktik asit, asetik asit, alkol ve bazı aroma bileşikleri meydana gelmektedir. Ekşi hamur metodunda normal kültür mayalarının yanı sıra hammaddeden ve çevreden kaynaklanan mikroorganizmalar da etkili olmaktadır. Bu yöntemde özellikle laktik asit bakterilerinin metabolik aktivitesi sonucu laktik asit fermentasyonu gerçekleşmektedir (Gerçekaslan 2012). Bu mikroorganizma gruplarının bulunduğu hamurdan alınan parça, bir sonraki hamurun mayalanması için kullanılmaktadır. İkinci yöntem ise *Saccharomyces cerevisiae* ticari saf kültürünün hamura katılmasıdır (Wood and Hodge 1985; Aydın ve Çetin 2001; Yılmaz 2002). Günümüzde ekmek yapımında, yaş maya ve aktif kuru maya gibi ticari mayaların yanında tatlı ve ekşi ev tipi doğal mayalar da kullanılabilmektedir. Kuru üzüm, yoğurt, süt, sirke, nohut ve şerbetçiotu gibi hammaddeler tatlı ve ekşi doğal mayaların ana unsurlarıdır (Baykara 2006).

Doğal maya yapımında kullanılan hammaddenin özelliğine bağlı olarak maya oluşumu bir ya da birkaç gün sürmektedir. Bu süre içinde ayrıca bir ticari maya ve/veya katkı maddesi ilavesine gerek kalmadan, doğal mayanın ana malzemeleri (kuru üzüm, yoğurt,

süt, sirke, nohut, şerbetçiotu), un ve su ile birlikte hamur fermentasyonunu (laktik asit, asetik asit, sitrik asit fermentasyonları) gerçekleştirebilmektedir (Yılmaz 2002).

Dünyada çok çeşitli ekmekler üretilmektedir. Ekmeğin yapılış biçimi ve kullanılan malzemelerin yanı sıra ülkelerin coğrafi ve kültürel yapısı da bu çeşitliliğe önemli katkı sağlamaktadır. Ortadoğu, Asya ve Afrika'nın birçok bölgesinde hala geçmişi oldukça eskilere dayanan mayalanmış yassı ekmek üretilmektedir. Aynı şekilde Hindistan'da "Hint darısı", Orta ve Güney Amerika'da "Tortilla" denilen yassı, küçük ekmekler de üretilmektedir. Brezilya'da manyoktan (bir çeşit yağlı tohum) yapılan küçük ekmekler, Almanya, Rusya ve Kuzey Avrupa'da ise çavdardan üretilen kara ekmek halen üretilen geleneksel ürünlerdir (Güngör 2000).

Ülkemizde ise tüketilen ev ekmeği "yufka", "pide", "somun" olarak üç tipe ayrılabilir (Güngör 2000). Tüketilen ekmeklerin büyük bir bölümünü somun tipi ekmekler oluşturmalarına rağmen yöresel ekmeklerin tüketimi de azımsanmayacak düzeydedir (Köten ve Ünsal 2006). Anadolu'da özellikle kırsal bölgelerde uzun raf ömrüne sahip yufka ekmeği ön plana çıkmaktadır. Bir diğer ekmek türü olan pide ise yuvarlak veya oval formda şekil verilerek pişirilmekte ve Ramazan aylarında daha sık tüketilmektedir. Bunların dışında Ege, Trakya ve kısmen de İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerinin bazı kesimlerinde geleneksel metotlarla evlerde nohut mayalı ekmek üretilmektedir. Ayrıca bu ekmek Yunanistan ve Makedonya'da da yapılmakta ve "nohutlu ekmek" veya "eftazymo" olarak adlandırılmaktadır (Hatzikamari *et al.* 2007a).

Doğal mayaların ana malzemelerinden biri olan nohut, yemek kültürümüzün önemli gıdalarından birisi olup son yıllarda geliştirilen beslenme piramitlerinde en fazla tüketilmesi önerilen gıda grubu içerisinde yer almaktadır. Zengin protein, mineral ve vitamin içeriği yanında diyet lifi bakımından da çok önemli bir kaynaktır (Köksel *et al.* 1998). Çeşide ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte, nohudun bileşiminde %38–73 karbonhidrat, %16–31 protein, %1,5–6 lipid, %2–10 kül ve %2–9 selüloz bulunmaktadır (Akçin 1988; Baykara 2006). Dünya'da yaygın bir şekilde tüketilen bu

baklagilin karbonhidrat fraksiyonunda en önemli bileşen nişasta olup oranı %37-50.8 arasında değişmektedir (Sayar *et al.* 2005).

Geleneksel bir ürün olan nohut mayası ekmeği, evlerde veya az da olsa küçük işletmelerde değişik yöntemler uygulanarak hazırlanmaktadır. Nohut mayasının hazırlanması, bir miktar kırılmış nohut üzerine kaynatılıp 45-50°C'ye soğutulmuş su ve bazen de bir miktar tuz eklenmesi ve sonrasında 37-40°C sıcaklık aralığında 15-16 saat süre ile fermentasyona bırakılması esasına dayanmaktadır. Bu şekilde elde edilen maya sıvısı, un ve su ile karıştırılarak hamur hazırlanmakta ve daha sonra pişirme işlemine geçilmektedir (Hancıoğlu Sıkılı 2003). Ekmek yapımında kullanılan nohut mayasının hamurun daha yumuşak olmasına ve kolay işlenmesine neden olduğu, iç ve dış kabuk rengi ile pişirme işlemini olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir. Ayrıca nohut mayası kullanımının ürününü tat ve aroması ile tekstürel özelliklerini de olumlu yönde etkilediği vurgulanmaktadır. Nitekim nohut mayası kullanılarak yapılan ekmeklerde hem nohut mayası (nohut süzüntüsü) hem de nohut mayası hamurunda gelişen mikrofloradan dolayı yaş maya ile yapılan ekmeklere göre farklı tat ve aroma maddeleri oluşmaktadır (Özkaya 1992). Nohut mayası, ticari mayaya göre hamuru kısa sürede fermente edebilecek fonksiyonel yapı ve bu yapıyı sağlayan enzimleri (invertaz enzimi, maltaz enzimi, zymas enzimi) içermemektedir. Ayrıca, nohut mayası (nohut süzüntüsü) ve nohut mayası hamurunda gelişen laktik asit bakterilerinin bir kısmının homofermentatif karakterde olduğu ve bundan dolayı hamurda bulunan şekerleri parçalaması ve CO₂ oluşumu daha uzun bir zaman almaktadır (Baykara 2006).

Ekmek fermentasyonun da tat ve aromanın oluşumunda bakteriyel fermentasyonu önemli bir rol oynamaktadır. Endüstriyel üretimde hamurun ekşitilebilmesi için önemli düzeyde asit üretebilen laktik asit bakterileri hamura inoküle edilmektedir. Nitekim farklı ekmek tiplerinde *Lactobacillus sanfrancisco*, *Lactobacillus mesenteroides*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus fermenti* ve *Pediococcus cerevisia* gibi laktik asit bakterileri bu amaçla kullanılabilir (Aydın 2000). Homofermentatif laktik asit fermentasyonunda esas oluşan ürün laktik asittir. Heterofermentatif laktik asit fermentasyonunda ise laktik asitin yanı sıra, karbondioksit, asetik asit ve etil alkol gibi

maddeler de oluşmaktadır (Turantaş 1999). Laktik asit bakterileri ekmeğin elastitesini, asitliğini ve lezzetini etkileyen önemli mikroorganizmalardır. Özellikle heterofermantatif laktik asit bakterileri, lezzet oluşumunun yanı sıra hamur ve ekmeğe tipik ekşi maya ekmeklerine özgü duyuşal özelliklerin kazandırılmasında önemli rol oynamaktadır. Homofermantatif laktik asit bakterileri ise iyi bir kabuk elastisitesini verecek asitliği oluştururken, ekmeğin aroması üzerinde önemli bir katkıda bulunmamaktadır (Gobetti *et al.* 1994).

Ekmeğin karakteristik tat ve aroması, formülasyona giren bileşenlerden ziyade bu bileşenlerin fermentasyon ve pişirme sırasında gerçekleşen reaksiyonları ve bunun sonucu olarak açığa çıkan maddelerin yeni ürünler oluşturmamasından kaynaklanmaktadır. Nitekim Jackel (1969)'a göre ekmek aromasında bileşenler, fermentasyon, degradasyon ve termal reaksiyonlar olmak üzere dört önemli faktör söz konusudur. Bu dört faktör içerisinde ise fermentasyon ve pişirme ekmek aromasının gelişiminin sağlandığı temel basamaklardır (Martinez-Anaya 1996; Hansen and Schieberle 2005).

Ekmek lezzet ve aromasında çok sayıda uçucu ve uçucu olmayan bileşik tespit edilmiştir. Uçucu bileşikler içerisinde ise alkoller, aldehitler, esterler, ketonlar, asitler, pirazinler, pirolinler, furanlar, hidrokarbonlar ve laktonlar gibi farklı kimyasal gruplar belirlenmiştir (Cho and Peterson 2010), ancak organik asitler, alkoller, esterler ve karbonillerin en önemli bileşenler olduğu bildirilmiştir (Kirchhoff and Schieberle 2002). Uçucu ve uçucu olmayan bileşiklerin bir kısmı fermentasyon sırasında enzim ve mikrobiyal faaliyet sonucu oluşurken diğer bir kısmı pişirme sırasında indirgen şekerlerle amino asitlerin yüksek sıcaklıkta reaksiyonu sonucu oluşan ara veya son ürünlerdir (Özkaya 1984). Ekmek aroması, pek çoğu birçok bileşenin karışımından oluşmaktadır. Bu bileşiklerden 6-asetiltetrahidropiridin ve 2-asetil-1-pirolinin ekmek kabuğunun, 2-feniletanol, 2-nonenal ve 2,4-dekadienal'in ise ekmek için önemli aroma maddeleri olduğu, 2,3-butanedion, methional, 4-hidroksi-2,3-dimetil-3 (2H)-furanon, 2 ve 3-metil bütirik asit ve (E)-2-nonenal'in ise ekmek kızartıldığı zaman ortaya çıkan bileşikler olduğu, formülasyonda kullanılan ingredientler, fermentasyon işlemi, pişirme, bayatlama, fırın yakıt maddesi, ekmek yapma yöntemi ve ekmek

büyüklüğü ile şeklinin de ekmek aromasını etkilediği belirtilmektedir (Karaoğlu ve Kotancılar 2003).

Geleneksel bir ekşi hamur ekmeği olan Vakfıkebir ekmeği üzerine birkaç çalışma yapılmıştır. Yapılan bir araştırmada ekşi hamur örneklerinden laktik asit bakterilerinin ve mayaların izolasyonu ve identifikasyonu gerçekleştirilmiştir (Dığrak ve Özçelik 1991). Diğer iki araştırmada ise ekşi hamurun mikrobiyal florası ve ekmeğin uçucu bileşikleri (Dikbaş 2003) ile ekşi hamur örneklerinden izole edilen laktik asit bakterileri suşlarının ekmeğin uçucu bileşikleri ve diğer bazı özelliklerine etkileri incelenmiştir (Gerçekaslan 2012). Geleneksel bir diğer ekmek çeşidi olan nohut ekmeğine yönelik olarak yapılan araştırma sayısı da oldukça sınırlıdır. Bu araştırmalar nohut mayasının endüstriyel beyaz buğday unu ekmeğinde kullanım imkanları (Baykara 2006), nohut mayasının mikrobiyolojik ve lezzet karakteristiklerinin belirlenmesi (Hancıoğlu Sıkılı 2003) ve nohut mayası ve nohut mayası hamurundan *laktik* asit bakterilerinin izolasyonu ve identifikasyonuna (Çebi 2009) yöneliktir. Çebi (2009) tarafından yapılan araştırmada nohut mayası ve nohut mayası hamurundan homofermentatif (*Lactobacillus plantarum*, *L. pentosus*, *Lactococcus lactis*) ve heterofermentatif (*Weissella confusa* ve *Lactobacillus brevis*) karakterde laktik asit bakterileri izole ve identifiye edilmiştir.. Mevcut bu araştırma, nohut mayası veya hamurundan izole ve identifiye edilen *Lactobacillus brevis* FK5, *Lactococcus lactis* FK10 ve *L. plantarum* FK32 suşlarının nohut mayası ekmeğinin uçucu profili ile tekstür, renk ve duyuşal özelliklerine etkilerini belirlemek amacı ile kurulmuş ve yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Geleneksel bir ekmek çeşidi olan nohut ekmeği ve bu ekmeğin üretiminde kullanılan nohut mayası ve hamuru üzerinde yapılan araştırma sayısı oldukça sınırlıdır (Hancıoğlu Sıkılı 2003; Baykara 2006; Çebi 2009).

Hancıoğlu Sıkılı (2003) tarafından piyasadan temin edilen nohut mayası süzüğü ve hamurunun mikrobiyal florası incelenmek üzere yürütülen çalışmada, fermentasyonda rol oynayan laktik asit bakteriler ve mayalar izole ve tanımlanmış, laktik asit bakteri izolatlarının tanımlanmasında fenotipik özellikler, genotipik yöntem ile karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda nohut mayası mikroflorasından elde edilen izolatlar *Enterococcus mundit*, *E. gallinarum*, *E. casseliflavus*, *L. plantarum*/ *pentosus*, *L. sanfrancisco*, *L. viridencens*, *Lactobacillus bifermantans*, *Pediococcus urinae-equi*, *Streptococcus thermophilus*, *Saccharomyces cerevisiae* olarak tanımlanmış, laktik asit bakterilerinin genotipik tanımlanmasında kullanılan 16s rDNA-AFLP yönteminin cins bazında yeterli olduğu ancak tür bazında ayırım için yeterli olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca izolatlardan seçilen üç suşun nohut süzüğü, hamuru ve ekmeğinin uçucu bileşikleri üzerine etkileri incelenmiş ve alkol, karbonil, ester, karboksilik asit, alifatik hidrokarbon ve aromatik hidrokarbon bileşikleri de dahil pek çok uçucu bileşik belirlenmiştir.

Baykara (2006) tarafından ticari pres mayası (*Saccharomyces cerevisiae*), nohut mayası (%100) ve pres mayası (%0,5) + nohut mayası kullanılarak üretilen beyaz buğday ekmeği üzerinde yürütülen çalışmada ekmek hamurlarında fermentasyon sırasında meydana gelen değişiklikleri belirlemek amacıyla pH ve reofermentometre analizleri, ekmek örneklerinde ise nem, su aktivitesi, pH, spesifik hacim, ekmek içi rengi, ekmek içi sertliği ve duyu analizi yapılmıştır. Hazırlanan nohut mayasının pH değerinin (3,85), ticari pres mayanın pH değerinden (4,76) düşük olduğu, üç ayrı maya ile hazırlanan ekmek hamurlarında ölçülen pH değerlerinin; nohut mayalı hamurda 4,01, pres mayalı hamurda 5,48 ve pres maya + nohut mayası ile hazırlanan hamurda 4,20

olduğu belirlenmiştir. Ayrıca pres maya ile hazırlanan ekmek hamurlarında azami yükseklik 78mm, maya tarafından üretilen toplam CO₂ miktarı 1587 ml, üretilen CO₂'nin hamur tarafından tutulma oranı %85,5, nohut mayalı (%100) ekmek örneklerinde azami yükseklik 6,8mm, toplam üretilen CO₂ miktarı 128 ml, üretilen CO₂'nin hamur tarafından tutulma oranı %97,4 ve pres maya+ nohut mayası ile hazırlanan ekmeklerde ise azami yükseklik 29,4mm, üretilen toplam CO₂ miktarı 487 ml, üretilen CO₂'nin hamur tarafından tutulma oranı %99,6 olarak saptanmıştır.

Nohut mayası üretimi sırasında gerçekleşen fermantasyonda etkili olan enzimlerin aktivitelerini belirlemeye yönelik bir araştırmada, fermantasyonun özellikle ilk 8 saatinden sonra selüloz, α -galaktosidaz, invertaz, amilaz ve proteinaz enzimlerinin aktivitelerinde önemli bir artış olduğu, fermantasyon ortamında prosesin ilk 10 saatinden sonra pH değerinde kademeli bir düşüşün görüldüğü, asitlik ve serbest yağ asidi miktarında tedrici bir artış gözlemlendiği, indirgen şeker miktarının ilk 12 saate kadar arttığı ve daha sonra azaldığı belirlenmiştir (Hatzikamari *et al.* 2007a).

Ekmek üretiminde durum buğday unu ile birlikte nohut ekşi hamurunun ve pres ekmek mayasının kullanıldığı bir araştırmada, pres maya yerine nohut ekşi hamuru kullanımının daha uzun raf ömrüne sahip ekmek üretimine imkan verdiği ve ayrıca nohut ekşi hamuru kullanılarak üretilen ekmeklerin tat ve lezzet bakımından da daha iyi sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir (Kefelas *et al.* 2009)

Geleneksel metotla laboratuvar koşulları altında üretilen nohut mayası ve nohut mayası hamurunda fermentasyon süresince gelişen laktik asit bakterilerinin izole ve identifikasyonu amacı ile yürütülen bir araştırmada izolasyon ve identifikasyonun yanı sıra nohut mayasının laktik asit bakterileri, Enterobacteriaceae ve toplam aerob mezofil bakteri sayımları da yapılmıştır. Araştırmada nohut mayası ve nohut mayası hamurundan toplam 120 laktik asit bakteri izolatu elde edilmiş ve izolatlar, API 50 CHL kiti ve bazı ek biyokimyasal testler neticesinde *Lactobacillus*, *Lactococcus* ve *Weissella* cinslerine ait türler tanımlanmıştır. Nohut mayasından *Lactococcus ssp. lactis*, *Lactobacillus brevis* ve *Lactobacillus plantarum*, nohut mayası hamurundan ise

Lactococcus ssp. lactis, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus* ve *Weisella confuse* izole ve identifiye edilmiştir. Ayrıca fermentasyon süresince hem nohut süzüğü hem de nohut mayası hamurunda dominant türün *Lactococcus lactis* olduğu da belirtilmiştir (Çebi 2009).

Un ve nohut mayası kullanılarak üretilen geleneksel fermente bir tahıl ürünü olan ve kumru olarak adlandırılan ürün üzerinde yapılan bir çalışmada, farklı üreticilerden temin edilen örnekler biyojen amin içerikleri bakımından incelenmiş ve tüm örneklerde putresin, kadaverin, spermidin, spermin ve histamin bileşikler tespit edilmiştir. Biyojen aminler içerisinde en yaygın bulunan bileşiğin spermin olduğu, nohut mayası ile üretilen kumru örneklerinin pH değerlerinin 5,28-6,40 arasında değiştiği, örneklerin laktik asit cinsinden 0,12-0,28 g/100g arasında değişen asitlik değerleri gösterdiği, en düşük ve en yüksek toplam serbest amino asit içeriklerinin sırasıyla 0,101 g/100g ve 0,251 g/100g olduğu, örneklerde biyojen amin konsantrasyonu ile pH, asitlik ve toplam serbest amino asit miktarı arasında önemli korelasyonların bulunduğu da tespit edilmiştir (Özdestan *et al.* 2012a)

İzmir bölgesinde satışa sunulan 10 farklı kumru örneği üzerinde yürütülen bir araştırmada, örneklerin toplam kül, kuru madde ve tuz içeriklerinin sırasıyla 1,69-1,94g/100g, 63,36-69,71 g/100g ve 0,73-1,64 g/100g aralığında değiştiği, örneklerde en yüksek mineral içeriğinin fosfor elementine ait olduğu ve miktar bakımından bu elementi kalsiyumun takip ettiği bildirilmiştir (Özdestan *et al.* 2012b)

Nohut mayası üretimi süresince mikrobiyal popülasyonda meydana gelen değişimlerin incelendiği bir araştırmada, fermentasyonun 8 ile 12. saatleri arasında *Bacillus* sayısının arttığı, daha sonra bu sayının sabit kaldığı, 18 saatlik fermentasyon süresince *Clostridium* sayısının 10^7 kob/ml seviyesine ulaştığı ve izolasyon ve identifikasyon çalışmaları sonucunda izolatların *Bacillus cereus* ve *Clostridium perfringens* türlerine ait suşlar olduğu belirlenmiştir (Hatzikamari *et al.* 2007b).

Laktik asit bakterilerinin ekşi hamur yöntemi uygulanarak üretilen ekmeklerin değişik özelliklerine etkileri pek çok çalışmada ortaya konulmuş ve ayrıca ekşi hamurdan laktik asit bakterileri ile mayaların izolasyonu ve identifikasyonuna yönelik çalışmalar da yürütülmüştür (Hansen *et al.* 1989a; Dığrak ve Özçelik 1991; Martinez-Anaya *et al.* 1993; Aydın 1995; Kurucu 1997; Corsetti *et al.* 2000; Dikbaş 2003; Ruiz *et al.* 2003; Gül 2005; Plessas *et al.* 2008b; Bolourian *et al.* 2010; Gerçekaslan 2012).

Farklı fermantasyon sıcaklıkları (25, 30, 35 ve 40°C) ile homofermantatif (*L. delbrueckii*, *L. plantarum*) ve heterofermantatif (*L. sanfrancisco*, *L. brevis*, *Lactobacillus* sp.) laktik asit bakterilerinin çavdar ekşi hamurunun asit ve uçucu bileşik profiline etkisini belirlemek üzere yürütölen bir araştırmada, 35°C’de asit üretiminin en yüksek olduğunu, ekşi hamurlarda alkoller (etanol, *n*-propanol, 2-metil 1-propanol, *n*-bütanol, 1-penten 3-ol, 2/3-metil 1-bütanol, *n*-pentanol, *n*-hekzanol, *n*-heptanol, *n*-oktanol), esterler (etil asetat, etil *n*-propanoat, bütil asetat, 2-metilbütil asetat, bütil *n*-propanoat, *n*-pentil asetat, etil *n*-hekzanoat, *n*-hekzil asetat, etil laktat, etil *n*-oktanoat) ve karboniller (3-metil 1-bütanal, diasetil, *n*-hekzanal, 2-heptanon, *n*-nonanal, benzaldehit) kimyasal gruplarına giren toplam 26 bileşiğın bulunduğú ve etil asetat, 2-metil 1-propanol, 2/3-metil 1-bütanol, etil *n*-hekzanoat ve diasetil üzerinde starter kültür kullanımı ve/veya fermantasyon sıcaklığı faktörlerinin önemli ölçüde etkili olduğı tespit edilmiştir (Hansen *et al.* 1989a).

Dığrak ve Özçelik (1991) Elazığ ve yöresinden temin ettikleri ekşi hamur örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada izole ettikleri maya izolatlarını *Saccharomyces cerevisiae*, *S. rouxii*, *S. rosei*, *S. delbrueckii* ve *Torulopsis* cinsine ait türler olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar hamur örneklerinden izole ettikleri laktik asit bakteri izolatlarını ise *Lactobacillus plantarum*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. brevis*, *L. fermentum*, *L. fructivoran* ve *Pediococcus pentosaceus* olarak tanımlamışlardır.

Martinez-Anaya *et al.* (1993) değişik kültür karışımları (*S. cerevisia*, *L. plantarum*, *L. brevis*, *S. fructum*, *Candida boidinii*) kullanarak hazırladıkları buğday ekşi hamurunda kültür karışımlarının hamurun biyokimyasal ve ekmek pişirme performansına etkilerini

incelemişler ve starter kültür kullanılarak üretilen ekmeklerin duyusal özelliklerinin daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca starter kültür kullanılarak üretilen ekmeklerin hacim ve titrasyon asitliği değerlerinin, starter kültür kullanılmadan üretilen kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu da bildirmişlerdir.

Kurucu (1997) tarafından yapılan araştırmada *Lactobacillus plantarum* ve *Saccharomyces cerevisiae*'nin ekşi hamur ekmeklerinde hacim değerlerini önemli ölçüde artırdığı, ayrıca kabuk sertliğinde önemli bir artışa neden olduğu ve bu mikroorganizmaların bayatlamayı da geciktirdiği ortaya konulmuştur.

Corsetti *et al.*, (2000) tarafından yapılan bir çalışmada ekşi maya fermantasyonunun nişasta retrogradasyonunu ve dolayısıyla da ekmeğin bayatlamasını geciktirdiği ortaya konulmuş ve ekşi maya mikroflorasındaki laktik asit bakterilerinin asitliği artırdığı ve böylelikle nişastanın mikrobiyal hidrolizini gerçekleştirdiği vurgulanmıştır.

Trabzon'dan temin edilen ekşi hamur örneklerinden izole edilen laktik asit bakteri izolatlarının identifikasyonunun MIS (Microbial Identification System) kullanılarak gerçekleştirildiği bir araştırmada, 158 izolatin *Lactobacillus* (%46,74), *Enterococcus* (%19,61), *Streptococcus* (17,72), *Lactococcus* (%6,95), *Pediococcus* (%5,05) ve *Leuconostoc* (%1,26) cinslerine ait olduğu belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada indirekt sistemle üretilen Vakfıkebir ekmeğinin ekşi hamurlarında uçucu bileşikler içerisinde en önemli uçucunun etanol olduğu, ekşi hamur örneklerinin asetaldehit, etilamin, 2-n-pentil furan ve oktanal, 2-propanamin, 2- veya 3-metil bütanal, n-hexanol, n-nonanal, 2-furan karboksialdehit içerdiği, direkt sistemle üretilen Francala ekmeğinin ilk fermantasyon sonrası hamurunda etilamin, asetaldehit, etanol, 2-propanamin, diasetil, hexanal, 2-n-pentilfuran, n-hexanol, n-nonanal gibi bileşiklerin bulunduğu, son fermantasyon işleminden sonra ise hamurda yüksek miktarda etanol tespit edildiği bildirilmiştir. Araştırmada tüm sonuçlar değerlendirilmiş ve Vakfıkebir ekmeğinin Francala ekmeğine göre daha fazla uçucu bileşik içerdiği genel sonucuna varılmıştır. (Dikbaş 2003)

Ruiz *et al.* (2003) tarafından yapılan çalışmada ekmek içi iki farklı yöntem (katı faz mikroekstraksiyon ve solvent ekstraksiyonu) kullanarak uçucu bileşikleri belirlemişler ve katı faz mikroekstraksiyon yönteminin daha kolay ve hızlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, etanol, izobütil alkol, izoamil alkol, 1-hekzanol, benzil alkol, 2-feniletanol, hekzanal, furfural, benzaldehit, 2-nonenal, 2,4-dekadienal, asetik asit, propiyonik asit, izobütirik asit, bütirik asit, izovalerik asit, 2,3-bütandion ve 3-hidroksi 2-bütanonu yüksek miktarlarda belirlemişler ve toplamda örneklerin 65 uçucu bileşik içerdiğini saptamışlardır.

İsparta’da farklı fırınlardan temin edilen ekşi hamur örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada, ekşi hamurlardan izole edilen laktik asit bakteri izolatları, *Carnobacterium divergens* (*L. divergens*) (%6,1), *L. brevis* (%15,1), *L. amylophilus* (%6,1), *L. sakei* (%6,1), *L. acetotolerans* (%6,1), *L. plantarum* (%3,0), *Pediococcus pentosaceus* (%6,1) ve *P. acidilactici* (%6,1), *Tetragenococcus halophilus* (*Pediococcus halophilus*) (3,0%), maya izolatları ise *Saccharomyces cerevisiae* (%27,0), *S. delbrueckii* (%2,7), *Torulopsis holmii* (%10,8) ve *T. unisporus* (%2,7) olarak identifiye edilmiştir. Araştırmada %1,5 karışık laktik asit bakteri kültürü (*L. amylophilus* EL1, *L. brevis* EL2, *L. plantarum* BL2 3.25, *L. sakei* EM2, *L. acetotolerans* TL1) ve % 1,5 *S. cerevisiae* ile hazırlanan ekmeklerin, reolojik özellikler açısından en düşük değerleri verdiği, %1,5 *L. amylophilus* ve %1,5 *S. cerevisiae* ile üretilen ekmeklerin en yüksek değerlere sahip olduğu, ekşi hamurda kullanılan laktik asit bakterileri suşlarının bayatlamayı geciktirerek raf ömrünü artırdığı ve duyuşal özellikler açısından en iyi sonuçları %1,5 *L. sakei* ve %1,5 *S. cerevisiae* ile hazırlanan ekmeklerin gösterdiği de tespit edilmiştir. Diğer taraftan *L. sakei* YL2+ *S. cerevisiae* EM2 ile hazırlanan örneklerin en yüksek hamur verimini, *L. amylophilus* EL1+*L. brevis* EL2+ *L. plantarum* BL2 3.25+ *L. sakei* EM2 +*L. acetotolerans* TL1 karışık kültürünün ise en düşük ekmek verimini verdiği ancak ekmek verimi açısından *L. amylophilus* EL1+ *S. cerevisiae* EM2 karışık kültürü ile hazırlanan ekmeklerin kontrol grubu ekmeklere benzer sonuçlar gösterdiği de tespit edilmiştir. Araştırmada ekmek grupları hacim verimi yönünden de değerlendirilmiş ve en yüksek değeri kontrol grubunun, en düşük değeri ise *L. amylophilus* EL1+*L. brevis* EL2+ *L. plantarum* BL2 3.25+ *L. sakei* EM2 +*L. acetotolerans* TL1 karışık kültürünün

verdiği de saptanmıştır. Ekmek grupları arasında sertlik açısından ise önemli farklılıkların olmadığı da belirtilmiştir (Gül 2005).

Depolama sırasında ekmek uçucu bileşiklerindeki değişimlerini belirlemek üzere yürütülen bir araştırmada, %1 *Kluyveromyces marxianus* kullanılarak hazırlanan ekşi hamurdan (%50 ekşi hamur) üretilen kontrol grubu ekmekler, %1 *Kluyveromyces marxianus* + %4 *L. bulgaricus* ve %1 *Kluyveromyces marxianus* + %4 *L. helveticus* karışık starter kültürleri kullanılarak üretilen ekşi hamurlardan üretilen deneme ekmekleri (%50 ekşi hamur) ile kıyaslanmıştır. Ekmek grupları arasında uçucu bileşik profili açısından önemli farklılıkların olduğu, 5 günlük depolama sırasında uçucu bileşiklerde önemli kayıpların görüldüğü, *K. marxianus* ve *L. bulgaricus*'un kullanılarak hazırlanan ekşi hamurdan elde edilen ekmeklerin diğer ekmek gruplarına göre daha uzun raf ömrüne sahip olduğu ve bu grubun duyuşsal analizde de en yüksek değerleri aldığı, uçucu bileşik sonuçları ile duyuşsal analiz sonuçlarının uyumluluk gösterdiği belirtilmiştir (Plessas *et al.* 2008a).

Plessas *et al.* (2008b) tarafından ekşi hamur üzerinde yapılan bir araştırmada, değişik mikroorganizmaların (*Kluyveromyces marxianus*, *L. bulgaricus* ve *L. helveticus*) starter kültür olarak kullanılabilme imkanlarını ortaya çıkarmak amacıyla üretilen ekşi hamur ekmeklerinin laktik ve asetik asit içeriği, ekmek hacmi, uçucu bileşik profili, raf ömrü ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir. Denemelerde farklı starter kültür seviyeleri ile fermantasyon sıcaklıkları ve ekşi hamur miktarları da deneme faktörleri olarak dikkate alınmıştır. Analizler neticesinde *K.marxianus*, *L. bulgaricus* ve *L. helveticus* karışık kültürlerinin ekşi hamur ekmeği üretiminde starter kültür olarak kullanılabileceği ve starter kültür içeren ekşi hamurlardan üretilen ekmeklerin duyuşsal karakteristiklerinin daha iyi olduğu ve ayrıca bu ekmeklerin daha uzun raf ömrü gösterdiği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Lactobacillus plantarum kullanılarak hazırlanan ekşi hamur üzerinde yapılan bir çalışmada hazırlanan ekşi hamur ekmek hamuruna farklı seviyelerde (%0, 5, 10 ve 15) ilave edilmiş, ekmeğin raf ömrü ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Formülasyondaki

ekşi hamur oranının artışına paralel olarak hamur pH'sının düştüğü, bayatlamamanın daha geç olduğu, duyusal analizde lezzet açısından en iyi sonucu %5 oranında ekşi hamur kullanılarak üretilen ekmeğin verdiği, koku açısından ise %15 ekşi hamur kullanımının en iyi sonucu gösterdiği ancak tüm sonuçlar dikkate alındığında %5 seviyesinin daha uygun olduğu bildirilmiştir (Bolourian *et al.* 2010).

Gerçekaslan (2012) tarafından yapılan bir çalışmada Vakfikebir ekmek hamuru örneklerinden izole edilen 113 laktik asit bakteri izolatu identifiye edilmiş ve ayrıca izolatlardan bazılarının ekmeğin uçucu profili ile diğer bazı özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Örneklerde dominant türün *L. plantarum* (%54) olduğu bunu *Lactococcus lactis subsp. lactis* (%13,2) ve *L. brevis* (%7,9)' in izlediğini belirtilmiştir. Hamurdan izole-identifiye edilen suşlardan seçilen *L. plantarum* HB75 ve *L. brevis* EG80, starter kültür olarak kullanılarak 4 grup ekmek (kontrol, *L. plantarum* HB75, *L. brevis* EG80 ve *L. plantarum* HB75 + *L. brevis* EG80) üretilmiş ve starter kültür kullanımının ekmek hacmi, kabuk rengi, ağırlığı, ekmek içi pH değeri, yumuşaklık, hidrasyon kapasitesi ve tekstürel özellikleri üzerine önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca starter kültür kullanımının ekmek hacmini artırdığı ve ekmek içini yumuşattığı, kullanılan suşların uçucu bileşikler üzerinde farklı seviyelerde etkili olduğu, *L. plantarum* HB75 + *L. brevis* EG80 karışık kültürünün hamurda ve ekmek içinde toplam uçucu bileşik miktarı açısından en yüksek değere sahip olduğu da bildirilmiştir.

Birch *et al.* (2013b) tarafından yapılan bir çalışmada yedi işletmeden alınan mayaların fermantasyon süresinin buğday ekmeği kabuğunun aromasına etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda kısa süreli fermantasyon uygulanan dört fırıncının örneklerinde 2,3-bütandion ve 1-propanolun yüksek seviyelerde bulunduğu, iki işletme mayasınlarında yüksek 3-Metilbutanol, 2-metil-1-propanol ve etil asetat değerleri, fenilasetaldehit ve 2-feniletanolun diğer iki işletmeye ait mayalar kullanılarak üretilen ekmeklerde daha yüksek değerler gösterdiği ve sonuç olarak farklı maya kullanımının ekmeğin aroma profilinde belirgin farklılığa neden olduğu bildirilmiştir.

Kestane unu bazlı ekşi hamurların uçucu bileşikleri üzerine yapılan bir araştırmada alkoller, esterler, asitler, aldehitler ve ketonlar kimyasal grubuna dahil toplam 59 uçucu bileşik tespit edilmiş ve bu bileşikler içinde alkollerin dominant olduğu vurgulanmıştır (Aponte *et al.* 2013).

Bartkiene *et al.* (2014) *Lactobacillus sakei* KTU05-6, *Pediococcus acidilactici* KTU05-7 ve *P. pentosaceus* KTU05-8 suşlarının keten tohumu fermantasyonunda kullanmışlar ve elde edilen fermente ürünü keten tohumu katkılı buğday ekmeği üretimine kullanmışlardır. Araştırmacılar *L. sakei* KTU05-6, *P. acidilactici* KTU05-7 ve *P. pentosaceus* KTU05-8 suşlarının ekmek kabuk yapısında önemli bir değişikliğe neden olmadığını, fermantasyon uygulanmayan grupların etil pürivat, asetik asit, asetil metil karbonil ve benzaldehit gibi bileşikler içermediği, asetik asitin çoğunlukla laktik asit bakteri suşları tarafından üretildiğini ve etanolün esas olarak maya aktivitesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada un materyali olarak ekmeklik buğday unu kullanılmıştır. Ekmek yapımında mutfak tuzu, maya olarak da yaş (pres maya) kullanılmıştır. Su ise içme suyu şebekesinden temin edilmiştir.

Nohut mayasının hazırlanmasında Erzurum piyasasından temin edilen sert yapılı "Koçbaşı" olarak adlandırılan nohut çeşidi kullanılmıştır.

Araştırmada starter kültür olarak *L. brevis* FK2, *Lac. lactis* FK5 ve *L. plantarum* FK25 kullanılmıştır. Bu suşlardan *L. brevis* FK2 ve *Lac. lactis* FK5 nohut mayası hamurundan, *L. plantarum* FK25 ise nohut mayasından (süzüntüsünden) izole edilmiştir (Çebi 2009). Suşlar kullanılmadan önce aktiveleştirilip 10^7 kob/g düzeyinde inoküle edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Un analizleri

Araştırmada ekmeklerin yapımında kullanılan un; nem, ham protein, yaş öz, kuru öz, gluten indeksi, zeleny sedimentasyon, düşme sayısı, kül, pH, renk, farinograf, ekstensograf özellikleri açısından Elgün vd. (2002) tarafından belirtilen yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir.

3.2.2. Laktik asit bakteri suşlarının genotipik identifikasyonu

Araştırmada kullanılan laktik asit bakteri suşları (*L. brevis* FK2, *Lac. lactis* FK5 ve *L. plantarum* FK25) fenotipik yöntemle identifiye edildiğinden doğrulamak amacıyla

genotipik identifikasyona tabi tutulmuştur. Genomik DNA izolasyonu için Barış (2009) tarafından uyarlanan protokol kullanılmıştır. Genotipik identifikasyonda hedef bölge olarak bakteri sistematigi açısından önemli olan 16S rRNA'nın sentezlendiği bölge seçilmiş ve evrensel primerler (UN116SL ve UN116SR) kullanılarak çoğaltma işlemi gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyon miksinin (kalıp DNA 3µL, PCR tamponu (10x) 3 µL, dNTP (10 mM) 0,6 µL, DMSO 1,2 µL, MgCl₂ 1,8 µL, Taq DNA polimeraz (5 Unit) 0,3 µL, primer (50 µM, UN116SL) 2 µL, primer (50 µM, UN116SR) 2 µL, saf su 16.1, toplam hacim 30 µL) hazırlanmasının ardından tüpler termal döngü cihazına yerleştirilmiş ve aşağıda verilen koşullarda çoğaltma işlemine tabi tutulmuştur.

Çizelge 3.1. Thermocycle döngüsü

Sıcaklık	Süre
94°C	2 dak.(ön denatürasyon)
94°C 56°C 72°C	1dak.(denatürasyon) 1 dak.(bağlanma) 2 dak.(uzama) (toplam36 döngü)
72°C	5dak. (son uzama)

Çoğaltma işleminden sonra örnekler 90 volta ayarlı elektroforez jel düzeneğinde 75 dakika yürütülmüş, daha sonra jel dökümantasyon sistemi ile görüntülenmiş ve bilgisayar ortamında (DNR Bioluminescence System Software) analiz edilmiştir. PCR ürünlerinin DNA dizi analizi MACROGEN firması tarafından yapılmıştır. Elde edilen pikler BIOEDIT programı vasıtasıyla değerlendirilmiş ve baz dizilimi çıkarıldıktan sonra BLAST yapılarak tanımlama gerçekleştirilmiştir (Sınmaz 2013).

3.2.3. Nohut mayasının hazırlanması

Sert yapıya sahip 100 g nohut buğday iriliğinde kırılıp steril bir şişeye konulmuştur. Kırılmış bu nohut üzerine 1 g tuz ve kaynatılıp 50°C'ye soğutulmuş 350 ml su ilave edilmiştir. Hazırlanan bu karışım 40°C'de 16 saat süreyle fermentasyona tabi tutulmuş ve fermentasyondan sonra nohut parçaları süzülerek ayrılmıştır. Bu şekilde hazırlanan nohut süzütüsü hamur hazırlanmasında maya olarak kullanılmıştır.

3.2.4. Deneme ekmeklerinin yapımı

Araştırmada 4 farklı ekmek hamuru hazırlanmış ve pişirme işlemine tabi tutulmuştur. Birinci grupta nohut mayası (süzüntüsü) %1 pres maya ile birlikte kullanılmış ve bu grup kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Hazırlanan nohut süzüntüsü, 500 g una eklenmiştir. Ekmek yapımında kullanılacak unun su kaldırma miktarından ilave edilen nohut süzüntüsü miktarı çıkarılarak, hamura ilave edilecek su miktarı hesaplanmıştır. Un, su, maya ve nohut süzüğü 500 devir/dakika esas alınarak yoğurma makinesinde yaklaşık 2 dakika yavaş, 45 sn hızlı devirde yoğrulmuş ve bu şekilde hazırlanan hamurlar 30°C’de 1 saat süreyle fermantasyona bırakılmıştır. Bu işlemden sonra hamurlardan 160’ar g kesilerek şekil verilmiş ve daha sonra hamurlara 3 saatlik bir fermantasyon işlemi daha uygulanmıştır. Bu işlemden sonra hamur 230°C’lik fırında 18 dakika pişirme işlemine tabi tutulmuştur. İkinci, üçüncü ve dördüncü grup ekmeklerin yapımında da aynı yöntem izlenmiş ve bu gruplarda pres mayanın (%1) yanı sıra sırasıyla *L. Brevis* FK2, *Lac. Lactis* FK5 ve *L. plantarum* FK25 suşları starter kültür olarak kullanılmıştır. Suşlar kullanılmadan önce aktiveleştirilip 10^7 kob/g olacak şekilde ilave edilmiştir.

3.2.5. Ekmek analizleri

3.2.5.a. pH değerinin belirlenmesi

Ekmek örneklerinin pH değerinin belirlenmesi için 10 g ekmek içi 100 mL saf su ile Ultra-Turrax (IKA WERK TP 18–10, 2000 RPM) kullanılarak 1 dakika homojenize edilmiştir. Homejenizatın pH değeri pH metre (INOLAB pH 720) kullanılarak ölçülmüştür. pH metre kullanılmadan önce pH’sı 4.00 ve 7.00 olan tampon çözeltilerle standardize edilmiştir (Elgün vd. 2002).

3.2.5.b. Ekmek içi, ekmek kabuğu ve kabuğa yakın bölgenin nem miktarının belirlenmesi

Nem miktarı ekmek içi, ekmek kabuğu ve kabuğa yakın bölge olmak üzere üç farklı bölgeden alınan örneklerde belirlenmiştir. Kabuk örneklerinde nem miktarını belirlemek için ekmek yüzeyinden 2–3 mm kalınlığında kesilen ekmek kabuğu örnekleri, kabuğa yakın bölgenin nem miktarının belirlenmesi için kabuk altından 2–3 mm kalınlığında kesilen kısımlar, ekmek içi nem miktarının belirlenmesinde ise ekmeğin tam merkezinden alınan örnekler kullanılmıştır. Tüm örneklerde nem miktarının belirlenmesi için 3–5 g tartılmış ve kurutma dolabında 105°C’de 12 saatlik kurutma işlemi uygulanmıştır. Bu işlemden sonra kurumadan önceki ve sonraki örnek ağırlıkları dikkate alınarak nem miktarı hesaplanmıştır (Karaoğlu 2002).

3.2.5.c. Su aktivitesinin (a_w) belirlenmesi

Ekmek içi, ekmek kabuğu ve kabuğa yakın bölgelerden alınan örneklerin su aktivitesinin belirlenmesinde su aktivitesi cihazı (NOVASINA a_w Sprint TH–500) kullanılmıştır. Ölçümden önce cihaz kalibrasyon tuzları ile beş noktalı olarak kalibre edilmiştir. Örnekler özel plastik kaplara yerleştirildikten sonra ölçme kabine konulmuş ve 25°C’de a_w değeri belirlenmiştir.

3.2.5.d. Ekmek içi ve ekmek kabuğunun renk yoğunluğunun belirlenmesi

Ekmeklerin içi ve ekmek kabuğunun renk yoğunluğunun belirlenmesinde Chroma Meter (CR-400 Konika Minolta, Japonya) kolorimetre cihazı kullanılmıştır. Ekmek içi renk yoğunluğu ölçümleri ekmek dilimlendikten sonra yapılmıştır. Renk değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından verilen kriterlere göre yapılmıştır. Buna L^* ; $L^*=0$, siyah; $L^*=100$, beyaz (koyuluk/açıklık); a^* ; $+a^*=$ kırmızı, $-a^*=$ yeşil ve b^* ; $+b^*=$ sarı, $-b^*=$ mavi renk yoğunluklarını göstermektedir.

3.2.5.e. Ekmekte hacim ölçümü

Ekmek hacminin belirlenmesi için, örnekler oda sıcaklığında (20°C, %50 nisbi nem) 2 saat bekletilmiş ve ekmek hacim ölçer aleti kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Pişirilen ekmeklerin hacmi kolza tohumu kullanılarak tespit edilmiştir. Spesifik hacim; hacim değeri ağırlığa bölünmek suretiyle elde edilmiştir (Elgün vd. 2002).

3.2.5.f. Ekmek içinin tekstür özelliklerinin belirlenmesi

Ekmek içinin tekstür analizleri için SMS doku analiz cihazı (Stable Micro System, model TA-XT. plus, England) 75 mm çaplı prob ile birlikte kullanılmıştır (Gerçekaslan 2012). Elde edilen sonuçlardan örneklerin sertlik, kohezivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri belirlenmiştir.

3.2.5.g. Uçucu bileşiklerin analizi

Uçucu bileşiklerin analizinde Guerzoni *et al.* (2007) tarafından verilen metot kullanılmıştır. Hamur örneklerinden 10'ar gram, ekmek içlerinden 4'er gram, ekmek kabuğundan ise 2'şer gram viallere (Supelco, Bellefonte PA, USA) tartılmış ve analiz gününe kadar derin dondurucuda (-20 °C) muhafaza edilmiştir. Uçucu bileşiklerin ekstraksiyonu için vialler 60°C'deki su banyosunda 10 dakika bekletilmiştir. Daha sonra CAR/PDMS fibre (Supelco 75 µm, USA) viallere yerleştirilmiş ve 20 dakika bekletilmiştir. Ekmek içi ve ekmek kabuğu örneklerinden uçucu bileşiklerin analizinde ise CAR/PDMS fibre kullanılmış ve vialler su banyosunda 60 dakika bekletilmiştir. Uçucu bileşiklerin absorbe olduğu fibre gaz kromatografisine (GC, Agilent Technologies 6890N) 5 dakika süreyle enjekte edilmiş ve bileşikler kütle spektrometrisi (MS, Agilent Technologies 5973) ile tanımlanmıştır. Sistemde kolon olarak DB-624 (J&W Scientific, 30m, 0,25mm i.d., 1,4µm film) kullanılmıştır. Gaz kromatografisinin fırın sıcaklığı başlangıçta 50°C'de 5 dak., daha sonra kademeli olarak 1°C/dak hızla 65°C'ye ve en sonunda 5°C/dak hızla 220°C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 22 dak. bekletilmiştir (toplam işlem süresi 70 dakikadır). Sistemde 1mL/dak. akış hızıyla

taşıyıcı gaz olarak Helyum kullanılmıştır. Bileşiklerin tanımlanmasında kütle spektrometrisinin kütüphanesinden (NIST, WILEY, FLAVOR) ve standart mikslerden yararlanılmıştır (Guerzoni *et al.* 2007).

3.2.6. İstatistiki analizler

Tam şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre iki tekerrürlü olarak yürütülen araştırmadan elde edilen veriler SPSS 20.0 programında varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan anavaryasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1.Un analizlerine ait sonuçlar

Deneme ekmeklerinin üretiminde materyal olarak kullanılan ekmeklik buğday ununun fiziksel ve kimyasal analizlerine ait sonuçlar Çizelge4.1’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre söz konusu un ekmeklik buğday ununun tipik özelliklerini taşımaktadır.

Çizelge 4.1. Deneme ekmeklerinin yapımında kullanılan unun fiziksel ve kimyasal özellikleri

Nem (%)	14,08
Ham Protein (KM’de %)	12
Yaş Öz (%)	28
Kuru Öz (%)	9
Zeleny Sedimentasyon (cm ³)	34
Düşme Sayısı (FN), sn	457
Sıvılaşma Sayısı (LN)	14,66
Kül (KM’de %)	0,57
Gluten İndeksi	98
pH	6,29
L*	93,88
a*	-0,65
b*	10,26
Su Kaldırma (%)	57
Gelişme Süresi (dk)	3,1
Hamur Stabilitesi (dk)	15,5
YTİ (BU)	60
Yumuşama Derecesi (BU)	50
Uzama Kabiliyeti (mm)	113
Hamur Mukavemeti (BU)	340
Oran Sayısı (BU/mm)	3
Maksimum Direnç (BU)	900
Hamur Enerjisi (cm ²)	49,5

BU: Brabender Unit YTİ: Yoğurma Tolerans İndeksi

4.2.Laktik asit bakteri suşlarının genotipik identifikasyonuna ait sonuçlar

Araştırmada kullanılan *L. brevis* FK2, *Lac. lactis* FK5 ve *L. plantarum* FK25 suşlarının genotipik identifikasyon sonuçlarının fenotipik identikasyon sonuçlarına uygun olduğu

gözlenmiştir. Diğer bir ifade ile Çebi (2009) tarafından fenotipik yöntemle identifiye edilen suşlar genotipik yöntemde de aynı sonuçları vermiştir.

4.3. Deneme hamurları ve ekmek içine ait pH değerleri

Deneme hamurları ile taze ve depolanmış (5. gün) ekmek içlerine ait pH değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere pH değeri kontrol grubu hamurda 4,84-4,91, *L. brevis* FK2, *Lac. lactis* FK5 ve *L. plantarum* FK25 içeren gruplarda sırasıyla 4,86-4,88, 4,83-4,89 ve 4,84-4,92 arasında değişmiştir. Bu sonuçlara göre kullanılan laktik asit bakteri suşları hamurda önemli farklılıklara neden olmamıştır. Ekmek içi örneklerde ise kısmen de olsa pH değerinde bir artış gözlenmiştir. Bu artış 5 günlük ekmeklerde daha fazla olmuştur.

Çizelge 4.2. Deneme hamurları ile ekmek içi örneklerine ait pH değerleri

Starter kültür	pH		
	Hamur	Ekmek içi (taze)	Ekmek içi (5.gün)
Kontrol	4,91	4,93	4,99
	4,93	4,93	4,97
	4,84	4,93	4,89
	4,86	4,88	4,86
$\bar{x}$	4,89	4,92	4,93
<i>L. brevis</i> FK2	4,87	4,89	4,94
	4,88	4,91	4,93
	4,86	4,93	4,90
	4,87	4,88	4,90
$\bar{x}$	4,87	4,90	4,92
<i>Lac.lactis</i> FK5	4,89	4,90	5,02
	4,89	4,92	4,96
	4,83	4,89	4,92
	4,83	4,86	4,89
$\bar{x}$	4,86	4,89	4,95
<i>L. plantarum</i> FK25	4,92	4,92	4,97
	4,91	4,93	4,95
	4,88	4,90	4,88
	4,84	4,85	4,87
$\bar{x}$	4,89	4,90	4,92

$\bar{x}$: Ortalama değerler

Deneme hamurları ve ekmek içi örneklerinin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Buna göre starter kültür kullanımı hamurun pH değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir farklılığa neden olmamıştır ($P>0,05$). Ana varyasyon kaynağı olan starter kültür kullanımı ekmek içi örneklerinin pH değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$). Bu sonuçlara göre laktik asit bakteri suşlarından kaynaklanan pH farklılığı istatistiki açıdan önemli bir düzeyde değildir. Bu durum nohut mayasının hazırlanması ve daha sonra hamurun fermantasyonu sırasında spontan floranın iyi bir gelişme göstererek pH değerinde düşüşe neden olduğunu göstermektedir. Nitekim Baykara (2006)’da spontan floranın pH değerinde arzu edilen düşüşü sağladığını belirtmektedir. Diğer taraftan Hancıoğlu Sıkılı (2003) farklı laktik asit bakteri suşlarını starter kültür olarak kullandığı araştırmada nohut mayası hamurunda 4 saatlik fermantasyon sonunda örneklerin pH değerinin 4,91 ile 5,25 arasında değiştiğini belirtmiştir. Aynı araştırmada nohut mayasından *L. plantarum*, *L. pentosus*, *L. sanfrancisco*, *Enterococcus mundtii*, *E. gallinarum*, *P. urinae-uqui*, *L. viridencens* ve *Streptococcus thermophilus* olmak üzere değişik laktik asit bakterileri izole edildiği ve pH düşüşünde bu floranın önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir (Hancıoğlu Sıkılı 2003). Clarke *et al.* (2002) ise starter kültür olarak kullandıkları *L. brevis* L-62 ve *L. plantarum* L2-1 suşlarının pH değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli etkilerinin olmadığını belirtmişlerdir. Ancak Vakfikebir ekmeği üzerinde yapılan bir araştırmada *L. plantarum* HB75 ve *L. brevis* EG80 suşlarının tekli veya çoklu kültürlerinin etkileri incelenmiş ve kullanılan suşların tekli veya çoklu kültürlerinin hamurun pH değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur. Kontrol grubunda 5,62 olan pH değeri *L. plantarum* HB75 varlığında 5,11’e, *L. brevis* EG80 4,90’a bu iki suşun mevcudiyetinde ise 5,07’ye kadar düştüğü bildirilmiştir (Gerçekaslan 2012). Katina *et al.* (2002) tarafından yapılan bir araştırmada ise laktik asit bakterileri kullanarak üretilen ekmeklerde pH değerlerinin 4,8-5,2 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Deneme hamurları ile ekmek içi örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	pH					
		Hamur		Ekmek içi(Taze)		Ekmek içi(5.gün)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Starter kültür	3	0,001	0,622	0,00	0,584	0,001	0,321
Hata	12	0,001		0,001		0,002	

4.4. Deneme hamurları ile ekmek içi ve kabuğunun renk değerleri

Deneme hamurları ile ekmek içi ve kabuğunun renk değerlerine ait sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Açıklık ve koyuluğun göstergesi olan L* değeri kontrol grubunda 81,36-82,75, *L. brevis* FK2, *Lac. lactis* FK5 ve *L. plantarum* FK25 içeren gruplarda ise sırasıyla 82,50-83,91, 82,95-83,45 ve 81,20-82,62 arasında değişmiştir. Bu değer ekmek kabuğu örneklerde yaklaşık %50 oranında düşüş göstermiş ancak laktik asit bakteri suşlarını içeren gruplar kontrol grubuna göre daha yüksek L* değerleri vermiştir. Ekmek içi örneklerde ise L* değerlerinde tekrar bir artış gözlenmiştir. *Lac. lactis* FK5 ile *L. plantarum* FK25 grupları kontrol grubu ile *L. brevis* FK5 içeren gruba göre genellikle daha yüksek ortalama değerler vermiştir.

Hamur örneklerinin a* değeri 0,50-0,90 arasında değişmiştir. Kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden bu değer ekmek içi örneklerde çok az bir artış göstermiş ve 1,00-1,70 arasında değişen değerler vermiştir. Ekmek kabuğunda ise a* değerinde çok önemli düzeyde artışlar olmuş ve *Lac. lactis* FK5 ile *L. plantarum* FK25 diğer gruplara göre genellikle daha yüksek değerler vermiştir. Sarı renk yoğunluğunu ifade eden b* değeri açısından da örnekler arasında bazı farklılıklar gözlemlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Deneme hamurları ile ekmek içi ve kabuğuna ait renk değerleri

Starter kültür	Hamur			Ekmek Kabuğu			Ekmek İçi		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Kontrol	81,36	0,67	24,75	43,24	16,48	27,66	67,99	1,51	18,84
	81,58	0,67	24,70	43,02	16,81	27,07	68,14	1,70	17,76
	82,75	0,90	23,09	43,47	17,07	28,15	69,41	1,51	18,06
	82,23	0,93	24,50	43,91	18,08	28,95	69,08	1,59	18,02
$\bar{x}$	81,98	0,79	24,26	43,41	17,11	27,96	68,66	1,58	18,17
<i>L. brevis</i> FK2	82,70	0,50	21,70	44,91	15,19	27,08	67,51	1,49	18,15
	83,91	0,40	21,60	46,87	15,75	29,62	67,40	1,39	18,43
	82,63	0,78	23,63	46,64	17,08	31,41	69,42	1,36	18,66
	82,50	0,76	23,39	47,74	18,00	32,87	68,85	1,33	19,56
$\bar{x}$	82,94	0,61	22,58	46,54	16,51	30,25	68,30	1,39	18,70
<i>Lac. Lactis</i> FK5	83,45	0,50	22,54	44,34	17,79	29,42	66,43	1,33	18,49
	82,95	0,56	21,26	43,84	17,33	28,89	66,93	1,36	18,45
	83,11	0,72	23,29	43,80	18,01	28,76	70,69	1,45	19,65
	82,97	0,78	22,68	45,92	18,54	31,33	70,22	1,21	19,87
$\bar{x}$	83,12	0,64	22,44	44,48	17,92	29,60	68,57	1,34	19,12
<i>L. plantarum</i> FK25	82,20	0,58	23,41	46,52	17,65	31,12	66,40	1,00	16,92
	81,42	0,62	24,54	45,03	17,98	30,02	66,15	1,40	18,40
	81,20	0,78	23,33	49,45	17,35	33,12	71,42	1,41	19,12
	82,62	0,72	24,36	49,79	16,67	32,93	71,24	1,28	19,83
$\bar{x}$	81,86	0,68	23,91	47,70	17,41	31,80	68,80	1,27	18,57

 $\bar{x}$: Ortalama değerler

Deneme hamurlarının renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Sonuçlardan da anlaşıldığı üzere starter kültür kullanımının deneme hamurlarının L* ve b* değerleri üzerinde önemli ($P<0,05$) bir etkisi söz konusudur. Ancak laktik asit bakteri suşu kullanımı a* değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Deneme hamurlarının renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	L*		a*		b*	
		KO	F	KO	F	KO	F
Starter kültür	3	1,668	5,040*	0,026	1,252	3,397	4,673*
Hata	12	0,331		0,02		0,727	

Farklı laktik asit bakteri suşları kullanılarak üretilen hamurların renk değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Açıklık ve koyuluğun ölçüsü olan L değeri *L. brevis* FK2 ve *Lac. lactis* FK5 ile hazırlanan hamur örneklerinde kontrol hamuruna ve *L. plantarum* FK25 ile hazırlanan hamur örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak *L. brevis* FK2 ile hazırlanan hamur örnekleri ile *Lac. lactis* FK5 içeren hamur örnekleri arasında L* değeri açısından istatistiki açıdan önemli bir farklılık söz konusu olmamıştır ($P>0,05$). Aynı şekilde kontrol grubu ile *L. plantarum* FK25 grubuna ait ortalama L* değerleri arasında da istatistiki açıdan önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). Starter kültür kullanımının a* değeri üzerinde ise önemli bir etkisi olmamıştır.

L. brevis FK2 ve *Lac. lactis* FK5 suşları ile hazırlanan hamurların diğer gruplara göre daha düşük b* değeri verdiği tespit edilmiştir. Diğer bir ifade ile kontrol grubu hamuru ile *L. plantarum* FK32'ye ait hamur örnekleri sarı renk açısından daha yoğundur. Ancak bu iki gruba ait ortalama b* değerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık söz konusu olmamıştır. *L. brevis* FK2 ile *Lac. lactis* FK5 gruplarına ait ortalama b* değerleri arasındaki fark ise istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.6). Gerçekaslan (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise ortalama b* değeri ticari mayanın kullanıldığı kontrol grubunda 15,55, ticari mayanın yanında *L. plantarum* HB75'in kullanıldığı hamurlarda 15,16, ticari maya ve *L. brevis* EG80 nin varlığında 15,52 ve ticari maya ile birlikte *L. plantarum* HB75 + *L. brevis* EG80 karışık kültürünün kullanıldığı hamurlarda 15,38 olarak belirtilmiştir. Mevcut bu araştırmada Çizelge 4.6'dan da görüldüğü üzere daha yüksek b* değerleri belirlenmiştir. Bu sonuç muhtemelen nohutta bulunan renk pigmentlerinin nohut süzüntüsü aracılığıyla hamura geçmesinden ileri gelmektedir.

Çizelge 4.6. Starter kültür değişkenine ait hamur renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Starter kültür	n	L*	a*	b*
Kontrol	4	81,98±0,63b	0,79±0,14a	24,26±0,79a
<i>L. brevis</i> FK2	4	82,94±0,66a	0,61±0,19a	22,58±1,08b
<i>Lactococcus lactis</i> FK 5	4	83,12±0,23a	0,64±0,13a	22,44±0,85b
<i>L. plantarum</i> FK 25	4	81,86±0,66b	0,68±0,10a	23,91±0,63a

Ekmek içi renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere ana varyasyon kaynağı starter kültür kullanımı ekmek içi a^* değeri üzerinde önemli bir değişime neden olmuştur ($P<0,05$). Starter kültür kullanımı diğer iki renk parametresi üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.7. Ekmek içi renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	L*		a*		b*	
		KO	F	KO	F	KO	F
Starter kültür	3	0,182	0,049	0,069	4,648*	0,607	0,900
Hata	12	3,711		0,015		0,675	

Starter kültür değişkenine ait ekmek içi renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8.’de verilmiştir. Kontrol grubu en yüksek ekmek içi a^* değerini vermiştir ancak bu gruba ait ortalama değer *L. brevis* FK2 kullanılarak hazırlanan ekmeklerin ortalama a^* değerinden istatistiki olarak bir fark göstermemiştir. Diğer taraftan laktik asit bakteri suşu içeren gruplar arasındaki farklılıklar ise istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlara göre kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a^* değeri starter kültür olarak *Lac. lactis* FK5 veya *L. plantarum* FK25 kullanıldığında önemli ölçüde düşüş göstermektedir. Heterofermantatif bir laktik asit bakteri suşu olan *L. brevis* FK2 istatistiki açıdan önemli olacak bir düşüşe neden olmamıştır. Starter kültür kullanımı yukarıda da belirtildiği gibi ekmek içinin L^* ve b^* değerleri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkisi olmamıştır. Farklı laktik asit bakteri suşlarının tekli veya çoklu kültür olarak kullanıldığı bir araştırmada Vakfıkebir ekmeklerinin ekmek içi L^* , a^* ve b^* değerleri üzerinde kullanılan suşların önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Gerçekaslan 2012). Mevcut bu araştırmanın sonuçlarına göre ise sadece a^* değerinde farklılık söz konusu olmuştur. Starter kullanımı sadece a^* değerinde farklılığa neden olmuştur. Baykara (2006) ise kontrol ekmeği (%100 pres maya), %0,5 pres maya +nohut mayalı nohut ekmeği ve %100 nohut mayalı nohut ekmeğine ait L^* değerlerini karşılaştırmış ve en düşük L^* değerini %100 nohut mayalı nohut ekmeğinin verdiğini belirtmiştir. Araştırmacı bu sonucun nohutta bulunan renk pigmentlerinin ekmeğe geçmesinden kaynaklandığını da belirtmiştir.

Çizelge 4.8. Starter kültür kültür değişkenine ait ekmek içi renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Starter kültür	n	L	a*	b*
Kontrol	4	68,65±0,70a	1,58±0,09a	18,17±0,47a
<i>L. brevis</i> FK 2	4	68,30±1,00a	1,39±0,07ab	18,70±0,61a
<i>Lactococcus lactis</i> FK 5	4	68,57±2,20a	1,34±0,10b	19,12±0,75a
<i>L. plantarum</i> FK 25	4	68,80±2,92a	1,27±0,19b	18,57±1,24a

Ekmek kabuğu renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da ana varyasyon kaynağı olan starter kültüre ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.10’da verilmiştir. Çizelge 4.9’da verilen varyans analiz sonuçlarına göre ekmek kabuğunda ekmek içi rengine göre daha farklı sonuçlar vermiştir. Starter kültür kullanımı ekmek içi rengi a* değeri üzerinde etkili olurken ekmek kabuğunun a* değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkisi görülmemiştir. Starter kültür kullanımı ekmek kabuğu örneklerinin L* değeri üzerinde $P < 0,01$, b* değeri üzerinde ise $P < 0,05$ düzeyinde etkili olmuştur. Çizelge 4.10’dan da görüldüğü üzere en yüksek ortalama L* değeri *L. plantarum* FK25 varlığında tespit edilmiştir. Ancak *L. plantarum* FK25’ye ait ortalama değer *L. brevis* FK2’ye ait ortalama değerden istatistiki olarak farklı bulunmamıştır. Diğer taraftan kontrol grubu ile *Lac. lactis* FK5 grubu arasında da ortalama L* değeri açısından bir farklılık söz konusu olmamıştır. Bu sonuçlara göre araştırmada kullanılan suşlardan sadece *L. brevis* FK2 ve *L. plantarum* FK25 suşları L* değerinde önemli bir artışa neden olmaktadır. Mevcut bu araştırmadan farklı olarak Vakfikebir ekmeği üzerinde yapılan bir çalışmada laktik asit bakteri suşlarının L* değerini önemli ölçüde düşürdüğü tespit edilmiştir (Gerçekaslan 2012).

Ekmek kabuğu örneklerinin b* değerleri arasında da bazı farklılıklar gözlemlenmiştir (Çizelge 4.10). *L. plantarum* FK25 kontrol grubuna göre daha yüksek bir değeri vermiştir. Starter kültürlü gruplar arasında ise b* değeri açısından önemli bir farklılık söz konusu olmamıştır. Ekmek kabuğu renk değerlerine ait tüm sonuçlar dikkate alındığında starter kültür kullanımının a* değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, *L. plantarum* FK25’nin L* ve b* değerlerinde önemli artışlara neden olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.9. Ekmek kabuğu renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	L*		a*		b*	
		KO	F	KO	F	KO	F
Starter kültür	3	15,101	7,689**	1,394	2,095	10,110	3,859*
Hata	12	1,964		0,665		2,620	

Çizelge 4.10. Starter kültür kültür değişkenine ait ekmek kabuk renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Starter kültür	n	L*	a*	b*
Kontrol	4	43,41±0,38c	17,11±0,69a	27,96±0,80b
<i>L. brevis</i> FK 2	4	46,54±1,19ab	16,51±1,27a	30,25±2,49ab
<i>Lactococcus lactis</i> FK 5	4	44,48±0,99bc	17,92±0,50a	29,60±1,19ab
<i>L. plantarum</i> FK 25	4	47,70±2,31a	17,41±0,56a	31,80±1,49a

4.3. Deneme ekmeklerinin hacim, ağırlık ve spesifik hacim değerleri

Deneme ekmeklerinin hacim, ağırlık ve spesifik hacim analizlerine ait sonuçlar Çizelge 4.11’de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelge 4.12’de verilen sonuçlara göre starter kültür kullanımı hacim, ağırlık ve spesifik hacim değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir ($P>0,05$). Ancak Gerçekaslan (2012) starter kültür kullanımının ekmek hacmini önemli ölçüde artırdığı ve en yüksek değeri *L. plantarum* HB75+ *L. brevis* EG80 karışık kültürünün verdiğini belirtmiştir. Ancak aynı araştırmada starter kültür kullanımının ekmeklerin spesifik hacim değerlerini istatistiki düzeyde artırmadığı belirtilmiştir. Aynı şekilde Corsetti *et al.* (1998)’de laktik asit bakterilerinin kullanıldığı ekmeklerin hacminin, sadece mayanın kullanıldığı ekmeklerin hacminden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Ekmekte istenen hacmin sağlanmasında maya (*Saccharomyces cerevisia*) en önemli faktördür. *Saccharomyces cerevisia* fermente olabilir şekerleri parçalayarak etil alkolün yanı sıra, CO₂ ‘de üretmektedir (Elgün ve Ertugay 2000). Mevcut bu araştırmada kullanılan *L. brevis* FK5 obligat heterofermantatif bir suş olmasına rağmen ekmek hacminde önemli bir değişikliğe sebep olmamıştır. Diğer bir ifade ile ekmek mayası tarafından üretilen CO₂ ‘e ilaveten bu suş tarafından üretilen gaz hacim artışına neden

olacak düzeyde olmadığı düşünülmektedir. Starter kültürlerin kullanımı yukarıda da belirtildiği gibi deneme hamurlarının pH değerinde de bir farklılığa neden olmamıştır.

Araştırmada spesifik hacim değerlerinin düşük olmasının az oranda maya kullanımından ileri geldiği düşünülmektedir. Nitekim Baykara (2006)'da nohut ekmeklerinin ticari maya kullanarak yapılan ekmeklere göre daha sert bir kabuk yapısı ile sıkı bir içyapı gösterdiğini ve bu özelliklerinden dolayı pişme kaybı az, son ürün gramajı yüksek ve spesifik hacmi daha düşük ürünlerin ortaya çıktığını bildirmektedir.

Çizelge 4.11. Ekmeklerin hacim ağırlık, spesifik hacim değerleri

Starter kültür	Hacim (ml)	Ağırlık (g)	Spesifik hacim (ml/g)
Kontrol	385	143,43	2,68
	375	141,68	2,65
	365	143,35	2,55
	370	142,34	2,60
$\bar{x}$	373,75	142,70	2,62
<i>L. brevis</i> FK 2	405	143,05	2,83
	380	143,22	2,65
	360	143,68	2,51
	355	144,14	2,46
$\bar{x}$	375	143,52	2,61
<i>Lac.lactis</i> FK 5	390	143,8	2,71
	385	143,1	2,69
	360	143,55	2,51
	360	143,86	2,50
$\bar{x}$	373,75	143,58	2,60
<i>L. plantarum</i> FK 25	390	142,62	2,73
	370	143,59	2,58
	375	143,41	2,61
	330	144,81	2,28
$\bar{x}$	366,25	143,61	2,55

$\bar{x}$: Ortalama değerler

Çizelge 4.12. Ekmeklerin hacim, ağırlık ve spesifik hacim değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	Hacim (ml)		Ağırlık (g)		Spesifik hacim (ml/g)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Starter kültür	3	64,063	0,171	0,760	1,611	0,004	0,188
Hata	12	375,521		0,472		0,020	

4.4. Ekmek kabuğu, içi ve kabuğa yakın bölgenin (K.Y.B.) nem içeriği ve su aktivitesi değerleri

Ekmeğin muhafazası sırasında nem içeriklerindeki değişimler oldukça önemlidir. Bu araştırmada depolama da bir faktör olarak ele alınmış ve üretilen ekmekler polietilen torbalar içerisinde oda sıcaklığında 5 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Analizler ise depolamanın 1., 3. ve 5. gününde gerçekleştirilmiştir. Farklı depolama sürelerinde deneme ekmeklerine ait ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin nem içeriklerine ait sonuçlar Çizelge 4.13'te verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir. Bu varyans analiz sonuçlarına göre starter kültür kullanımı ekmeğin kabuğu ve içine ait nem değerleri üzerinde önemli ($P<0,05$) etkiye sahiptir. Bu ana varyasyon kaynağının K.Y.B'nin nem değerleri üzerinde ise istatistiki açıdan herhangi bir önem sahip değildir ($P>0,05$). Diğer bir ana varyasyon kaynağı olan depolama süresi değişkeni ise ekmeğin kabuğu, içi ve kabuğa yakın bölgenin nem değerleri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etki göstermiştir. Ana varyasyon kaynaklarının interaksyonunun ise sözkonusu parametreler üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($P<0,01$)(Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13. Depolama süresince ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin nem içeriği değerleri

Starter kültür	Depolama süresi (gün)	Nem(%)		
		Kabuk	İç	K.Y.B
Kontrol	1	28,29	43,48	37,65
		27,21	43,52	38,73
		26,28	43,65	35,21
		27,31	43,75	35,41
	x̄	27,27	43,60	36,75
	3	30,11	43,29	34,50
		29,95	42,20	35,72
		29,88	42,90	34,88
		30,10	42,76	34,21
	x̄	30,01	42,79	34,83
	5	31,12	42,04	34,47
		31,25	43,16	34,29
		31,60	41,35	35,08
		31,34	40,24	35,09
	x̄	31,33	41,70	34,73
<i>L. brevis</i> FK 2	1	27,54	42,64	35,66
		26,82	42,96	36,14
		27,41	43,61	36,96
		27,07	43,58	36,53
	x̄	27,21	43,20	36,33
	3	29,47	42,80	34,41
		30,28	42,71	36,70
		30,35	42,87	34,31
		30,49	42,69	34,91
	x̄	30,15	42,77	35,08
	5	30,64	42,06	34,75
		30,34	42,27	33,86
		32,18	41,79	34,73
		31,68	41,59	34,98
	x̄	31,21	41,93	34,58

x̄: Ortalama değerler

Çizelge 4.13. (devam)

<i>Lac. lactis</i> FK 5	1	27,58	43,40	37,16
		27,61	43,33	39,11
		28,65	43,54	35,86
		28,27	43,32	36,61
	x ⁻	28,03	43,40	37,18
	3	31,66	42,55	35,62
		31,07	43,10	37,31
		30,65	42,76	34,57
		29,65	42,47	34,16
	x ⁻	30,76	42,72	35,42
	5	31,37	42,63	35,07
		31,38	41,92	34,68
		32,18	41,79	34,73
		31,68	41,59	34,98
	x ⁻	31,65	41,98	34,86
<i>L. plantarum</i> FK 25	1	27,80	42,79	36,96
		27,51	42,93	40,58
		26,85	42,84	34,80
		27,22	42,45	34,36
	x ⁻	27,35	42,75	36,67
	3	30,69	42,38	35,37
		30,48	42,31	35,72
		29,90	41,98	34,24
		29,49	41,94	33,94
	x ⁻	30,14	42,15	34,82
	5	30,30	41,91	34,47
		30,31	41,68	33,44
		31,18	41,67	34,53
		31,85	41,29	34,55
	x ⁻	30,91	41,64	34,25

Çizelge 4.14. Ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin nem içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	Nem (%)					
		Kabuk		İç		K.Y.B	
		KO	F	KO	F	KO	F
Starter Kültür (S)	3	1,231	3,735*	0,745	3,583*	0,777	0,508
Depolama Süresi (D)	2	62,361	189,138**	8,173	39,297**	20,256	13,233**
S x D	6	0,087	0,264	0,131	0,628	0,161	0,105
Hata	36	0,330		0,208		1,531	

(*) p<0,05 düzeyinde önemli, (**) p<0,01 düzeyinde önemli.

Starter kültür değişkenine ait ekmek kabuğu, K.Y.B'nin nem değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. *Lac. lactis* FK10 ile hazırlanan ekmeklerin kabuğuna ait ortalama nem değeri diğer grupların (Kontrol, *L. brevis* FK2, *L. plantarum* FK25) ortalama nem değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ekmeklerin iç kısmında ise en düşük değeri *L. plantarum* FK25 içeren grup vermiştir. *L. plantarum* FK25 kabuğa yakın bölgede de kontrole ve diğer suşlara göre daha düşük bir değer vermiştir. Ancak farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.15. Starter kültür değişkenine ait ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin nem değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları(P<0,05).

Starter Kültür	Nem (%)		
	Kabuk	İç	K.Y.B
Kontrol	29,54±1,82b	42,69±1,06 a	35,44±1,38a
<i>L. brevis</i> FK 2	29,52±1,85b	42,63±0,63a	35,33±1,04a
<i>Lactococcus lactis</i> FK 5	30,14±1,70a	42,70±0,67a	35,82±1,46a
<i>L. plantarum</i> FK 25	29,46±1,68b	42,18±0,52b	35,25±1,91a

Aynı sütunda aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Depolama süresi değişkenine ait ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin nem değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere nem değeri depolama süresi ilerledikçe kabuk kısmında artmış, iç kısımda ise azalma göstermiştir. K.Y.B'den alınan örneklerde de iç kısımlarda olduğu gibi nem değerinde azalma gözlenmiştir. Ancak 5. gün ile 3. güne ait ortalama nem değerleri arasında istatistiki açıdan bir farklılık göstermemiştir(P>0,05)(Çizelge

4.16). Taze halde genellikle kuru, gevrek ve kolay kırılabilir yapıya sahip olan kabuk, bayatlama olayından sonra yumuşak ve kayış gibi bir hal alabilmektedir. Kabuğun bayatlamasında başlıca olay; rutubetin ekmek içinden kabuğa doğru geçmesidir. Kabuk higroskopik özellikte birçok madde içerdiğinden dışarıya yayılan rutubeti çeker ve böylelikle rutubet miktarı artar (Ercan ve Özkaya 1985). Mevcut bu araştırmada Çizelge 4.16'dan da görüldüğü üzere süre ilerledikçe kabuk kısmında nem miktarı artmaktadır. Kabuğun bayatlaması dokunun yumuşaması ile karakterize edilirken, ekmek içinin bayatlaması bunun tamamen tersi yani dokunun sertleşmesi ile tanımlanmaktadır. Ekmek bayatladıkça iç yapı daha sert ve kolay parçalanabilir bir hal almaktadır. Bayatlama ilerledikçe belirgin bir nem kaybı ortaya çıkmaktadır (Ercan ve Özkaya 1985). Çizelge 4.16'dan da anlaşılabileceği üzere deneme ekmeklerinin iç kısmında sınırlı bir düzeyde nem kaybı gerçekleşmiştir. Kabuğa yakın bölgedeki nem kaybı da yine sınırlı bir düzeyde olmuştur.

Çizelge 4.16. Depolama süresi değişkenine ait ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin nem değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	Nem (%)		
	Kabuk	İç	K.Y.B
1	27,46±0,60c	43,24±0,40a	36,73±1,66a
3	30,26±0,58b	42,61±0,38b	35,03±0,97b
5	31,27±0,61a	41,81±0,63c	34,61±0,45b

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır.

Farklı laktik asit bakteri suşları kullanılarak üretilen ve oda sıcaklığında 5 gün süreyle muhafaza edilen deneme ekmeklerinden kabuk, iç kısım ve K.Y.B'den alınan örneklerde yapılan su aktivitesi analizine ait sonuçlar Çizelge 4.17'de verilmiştir. Örneklerin su aktivitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.18'de verilmiştir. Buna göre starter kültür kullanımı nem değerlerinde olduğu gibi hem ekmek kabuğunun ($P<0,05$) hem de ekmek içinin ($P<0,01$) su aktivitesi değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli farklılıklara neden olmuştur. Bu ana varyasyon kaynağı kabuğa yakın bölgede ise su aktivitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmamıştır ($P>0,05$). Depolama süresi de hem ekmek kabuğu hem de ekmek içinin a_w değeri üzerinde $P<0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Bu değişkenin kabuğa yakın bölgeden alınan örneklerin a_w

değeri üzerinde herhangi bir etkisi saptanmamıştır ($P>0,05$). Ayrıca nem değerine ait varyans analiz sonuçlarından farklı olarak starter kültür $\times$ depolama süresi interaksyonu kabuk a_w değerinde istatistiki açıdan çok önemli ($P<0,01$) farklılığa neden olmuştur.

Çizelge 4.17. Depolama süresince ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin su aktivitesi değerleri

Starter kültür	Depolama süresi (gün)	Su aktivitesi		
		Kabuk	İç	K.Y.B
Kontrol	1	0,896	0,957	0,936
		0,901	0,956	0,951
		0,898	0,954	0,922
		0,896	0,955	0,925
	x̄	0,898	0,956	0,934
	3	0,933	0,955	0,942
		0,931	0,955	0,942
		0,926	0,954	0,934
		0,925	0,954	0,933
	x̄	0,929	0,955	0,938
	5	0,930	0,951	0,939
		0,932	0,953	0,939
		0,932	0,954	0,935
		0,935	0,954	0,936
	x̄	0,932	0,953	0,937
	L. brevis FK 2	1	0,899	0,954
0,902			0,953	0,943
0,908			0,954	0,932
0,907			0,955	0,935
x̄		0,904	0,945	0,935
3		0,926	0,954	0,934
		0,926	0,954	0,934
		0,930	0,955	0,937
		0,928	0,956	0,938
x̄		0,928	0,955	0,936
5		0,931	0,950	0,936
		0,928	0,950	0,933
		0,934	0,948	0,936
		0,931	0,951	0,936
x̄		0,931	0,950	0,935

$\bar{x}$: Ortalama değerler

Çizelge 4.17. (devam)

<i>Lac. lactis</i> FK 5	1	0,908	0,955	0,929
		0,911	0,957	0,945
		0,910	0,954	0,929
		0,904	0,954	0,933
	x ⁻	0,908	0,955	0,934
	3	0,933	0,955	0,939
		0,932	0,954	0,942
		0,926	0,953	0,938
		0,928	0,955	0,932
	x ⁻	0,930	0,954	0,938
	5	0,931	0,951	0,943
		0,932	0,953	0,938
		0,934	0,952	0,936
		0,933	0,951	0,936
	x ⁻	0,933	0,952	0,938
<i>L. plantarum</i> FK 25	1	0,904	0,955	0,933
		0,900	0,951	0,933
		0,901	0,951	0,933
		0,905	0,953	0,929
	x ⁻	0,903	0,953	0,932
	3	0,929	0,951	0,938
		0,926	0,953	0,939
		0,923	0,951	0,929
		0,922	0,951	0,929
	x ⁻	0,925	0,952	0,934
	5	0,931	0,949	0,936
		0,929	0,949	0,935
		0,936	0,951	0,937
		0,935	0,951	0,936
	x ⁻	0,933	0,950	0,936

x⁻: Ortalama değerler

Çizelge 4.18. Ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin su aktivitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	Su Aktivitesi					
		Kabuk		İç		K.Y.B	
		KO	F	KO	F	KO	F
Starter Kültür (S)	3	3,65x10 ⁻⁵	4,329*	2,008x10 ⁻⁵	14,176**	1,735x10 ⁻⁵	0,577
Depolama Süresi (D)	2	0,004	463,878**	4,508x10 ⁻⁵	31,824**	4,39x10 ⁻⁵	1,46
S x D	6	2,892x ⁻⁵	3,430**	2,75x10 ⁻⁶	1,941	5,312x10 ⁻⁶	0,177
Hata	36	8,431x10 ⁻⁶		1,417x10 ⁻⁶		3,006x10 ⁻⁵	

(*) p<0,05 düzeyinde önemli, (**) p<0,01 düzeyinde önemli

Starter kültür değişkenine ait ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. Kabuk kısmında en yüksek a_w değerini *Lac. lactis* FK5 vermiştir. Bu suş nem açısından da en düşük değere sahiptir. Diğer gruplar arasında ise a_w değeri açısından önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Ekmeğin iç kısmında ise *Lac. lactis* FK5 içeren grup kontrol grubu ile aynı değeri vermiştir. Ekmek iç kısmında en düşük değeri *L. plantarum* FK25 içeren grup almıştır (Çizelge 4.19). *L. plantarum* FK25 nem açısından da en düşük değeri göstermiştir (Çizelge 4.15). Ekmeklerin kabuğa yakın bölgelerinden alınan örneklerin a_w değerlerinde de bazı farklılıklar belirlenmiştir. Nem sonuçlarında olduğu gibi en düşük değer *L. plantarum* FK25 içeren grupta belirlenmiş ancak gruplar arasında hem a_w açısından hem de nem değeri açısından istatistiki bir farklılık görülmemiştir.

Çizelge 4.19. Starter kültür değişkenine ait ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Starter Kültür	Su Aktivitesi		
	Kabuk	İç	K.Y.B
Kontrol	0,920±0,016b	0,954±0,00a	0,936±0,00a
<i>L. brevis</i> FK 2	0,921±0,013b	0,953±0,00a	0,935±0,00a
<i>Lactococcus lactis</i> FK 5	0,924±0,012a	0,954±0,00a	0,937±0,01a
<i>L. plantarum</i> FK 25	0,920±0,014b	0,951±0,00b	0,934±0,00a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksızdır.

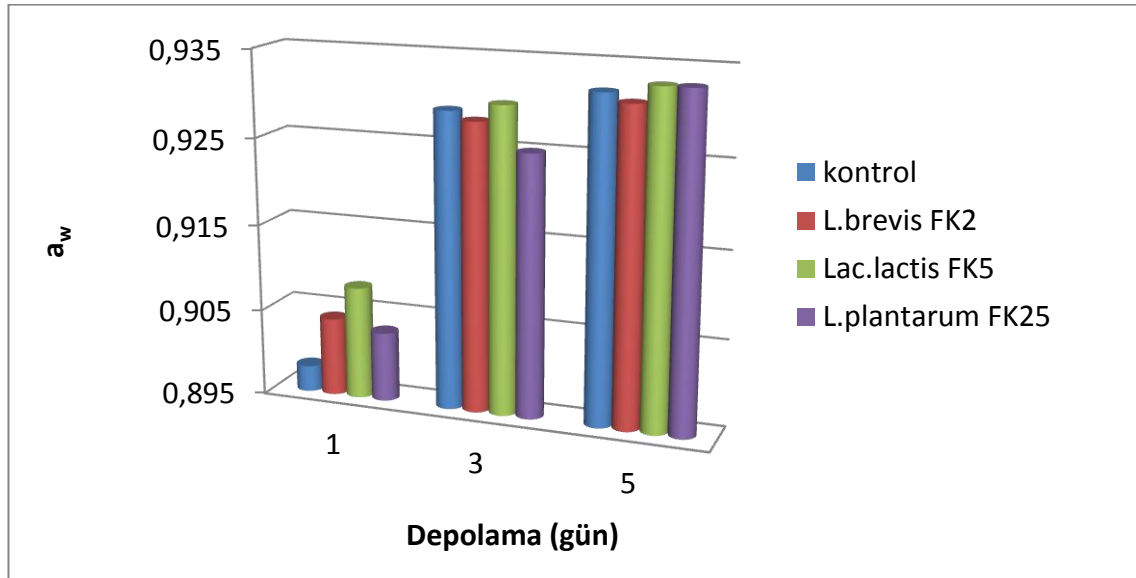
Depolama süresi değişkenine ait ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir. Buna göre kabuk kısmında nem değerinde olduğu gibi süre ilerledikçe nem absorpsiyonu sonucu a_w değeri artış göstermektedir. Çizelge 4.20'den de görüldüğü üzere 1. günde 0,903 olan a_w değeri 5. günde 0,932'ye ulaşmıştır. Ekmeğin iç kısmında ise daha yavaş bir değişim olmuş ve tam aksine a_w değeri 5. günde önemli ölçüde düşmüştür. Kabuğa yakın bölgede ise nem değerinden farklı olarak depolama süresine bağlı olarak istatistiki açıdan önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

Çizelge 4.20. Depolama süresi değişkenine ait ekmek kabuğu, içi ve K.Y.B'nin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	Su Aktivitesi		
	Kabuk	İç	K.Y.B
1	0,903±0,00c	0,954±0,00a	0,934±0,01a
3	0,928±0,00b	0,954±0,00a	0,936±0,00a
5	0,932±0,00a	0,951±0,00b	0,937±0,00a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Ekmeğin kabuk kısmının a_w değeri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkisi saptanan starter kültür×depolama süresi interaksyonuna ait grafik Şekil 4.1'de verilmiştir. Şekilden de anlaşıldığı üzere 3. güne kadar tüm gruplarda a_w değerinde belirli bir oranda artış gözlenmiştir. Ancak 3. günden sonra ise *L. plantarum* FK25 içeren grup daha hızlı bir artış görülmüştür.



Şekil.4.1. Deneme ekmeklerinde kabuk kısmının a_w değeri üzerinde starter kültür ×depolama süresi interaksyonunun etkisi

4.5. Ekmek içi tekstür profil analizi (TPA) değerleri

Ekmek içinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohezivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik gibi tekstürel özellikleri ekmeğin ve diğer fırın ürünlerinin kalitelerinin belirlenmesinde çok büyük öneme sahiptir. Farklı laktik asit bakteri suşları kullanılarak üretilen ve oda sıcaklığında 5 gün süreyle muhafaza edilen ekmeklerin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohezivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik parametrelerine ait değerlerin ortalamaları izelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Deneme ekmeklerinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohezivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik parametrelerine ait ortalama değerler

Starter kültür	Depolama süresi (gün)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Elastikiyet	Kohezivlik	Sakızimsılık	Çiğnenebilirlik
Kontrol	1	8,82	0,18	0,814	0,490	4,33	3,52
	3	11,80	0,06	0,826	0,392	4,62	3,82
	5	14,84	0,01	0,801	0,372	5,51	4,40
<i>L. brevis</i> FK 2	1	8,87	0,21	0,818	0,493	4,37	3,58
	3	15,78	0,04	0,780	0,397	6,27	5,03
	5	15,74	0,03	0,753	0,362	5,70	4,31
<i>Lactococcus lactis</i> FK 5	1	8,46	0,12	0,859	0,450	4,22	3,63
	3	11,81	0,04	0,796	0,403	4,76	3,78
	5	15,79	0,01	0,806	0,385	6,07	4,89
<i>L. plantarum</i> FK 25	1	8,29	0,066	0,8480	0,496	4,11	3,48
	3	11,88	0,08	0,879	0,375	4,46	3,93
	5	14,75	0,03	0,834	0,365	5,40	4,51

Deneme ekmeklerinde belirlenen sertlik, yapışkanlık ve elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22’de, bu değerlere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.23’te verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre farklı laktik asit bakteri suş kullanımı ekmek içi sertlik değerleri üzerinde önemli ölçüde ($P<0,05$) etkili olmuştur. Bu ana varyasyon kaynağının yapışkanlık ve elastikiyet değerleri üzerinde ise herhangi bir etkisi olmamıştır. Diğer bir varyasyon kaynağı olan depolama süresi ise sertlik ve yapışkanlık değerleri üzerinde çok önemli ($P<0,01$), farklılıklara neden olmuştur. Depolama süresi faktörünün elastikiyet üzerinde ise önemli bir etkisi saptanmamıştır ($P>0,05$). Starter kültür×depolama süresi

interaksiyonunun ise sözkonusu tekstürel özellikler üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.22. Ekmek içi sertliği, yapışkanlığı ve elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Sertlik (N)		Yapışkanlık		Elastikiyet	
		KO	F	KO	F	KO	F
Starter Kültür (S)	3	5,978	4,382*	0,006	1,587	0,006	2,591
Depolama Süresi (D)	2	180,382	132,216**	0,063	16,630**	0,007	3,066
S x D	6	2,843	2,084	0,006	1,601	0,003	1,208
Hata	36	1,364		0,004		0,002	

(*) $p < 0,05$ düzeyinde önemli, (**) $p < 0,01$ düzeyinde önemli.

Starter kültür değişkenine ait ekmek içi sertliği, yapışkanlığı ve elastikiyet değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre *L. brevis* FK2 en yüksek sertlik değerini vermiştir. Diğer gruplara ait ortalamalar arasında ise sertlik açısından istatistiki bir farklılık belirlenememiştir. Yapışkanlık açısından da *L. brevis* FK2 en yüksek değeri, elastikiyet açısından ise en düşük değeri vermiştir. Ancak hem yapışkanlık hem de elastikiyet açısından gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Heterofermantatif bir tür olan *L. brevis* Gerçekaslan (2012) tarafından yapılan bir araştırmada da en düşük ortalama değeri göstermiştir.

Çizelge 4.23. Starter kültür değişkenine ait ekmek içi sertliği, yapışkanlığı ve elastikiyet değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Starter Kültür	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Elastikiyet
Kontrol	11,82±2,67b	0,09±0,10a	0,813±0,031a
<i>L. brevis</i> FK 2	13,20±3,44a	0,10±0,10a	0,803±0,058a
<i>Lactococcus lactis</i> FK 5	12,02±3,39b	0,06±0,07a	0,820±0,035a
<i>L. plantarum</i> FK 25	11,64±2,89b	0,06±0,03a	0,854±0,067a

^a Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Depolama süresi değişkenine ait ekmek içi sertliği, yapışkanlığı ve elastikiyet değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir. Depolama süresi artıkça sertlik değeri de artış göstermiş ve her üç güne ait ortalama sertlik değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Depolama süresi yapışkanlık üzerinde de etkili olmuş, süre ilerledikçe bu parametreye ait değer düşmüştür. Ancak Çizelge 4.24’ten de görüldüğü üzere 3. güne ait ortalama değer ile 5. güne ait ortalama değer açısından istatistiki açıdan önemli bir farklılık söz konusu olmamıştır. Örneklerin sertlik değerlerinin artması ve buna bağlı olarak yapışkanlık değerinin artması örneklerin nem değerleri ile meydana gelen fizikokimyasal değişimlerle alakalı olduğu düşünülmektedir. Yukarıda verilen nem değerlerine ait sonuçlardan da anlaşılabileceği üzere ekmek içinde depolama süresi ilerledikçe nem kaybı artmaktadır. Depolama sırasında deneme ekmeklerinin elastikiyet değerlerinde düşüşler kaydedilmiş olmasına rağmen farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Depolama süresi değişkenine ait ekmek içi sertliği, yapışkanlığı ve elastikiyet değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Elastikiyet
1	8,61±0,59c	0,14±0,10a	0,835±0,026a
3	12,62±1,58b	0,06±0,04b	0,834±0,070a
5	15,28±1,66a	0,02±0,02b	0,799±0,045a

^a Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Deneme ekmeklerinin kohesivlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’ de, starter değişkenine ait ekmek kohesivlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.26’da, depolama süresi değişkenine ait ekmek kohesivlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.27’ de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre starter kültür kullanımı kohesivlik ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde etki göstermemiştir. Buna

karşın sakızimsılık parametresi starter kültür kullanımından önemli düzeyde ($p<0,05$) etkilenebilir. Depolama faktörü ise kohesivlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık parametreleri üzerinde $P<0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Starter kültür×depolama süresi interaksyonunun ise çiğnenebilirlik ve sakızimsılık parametreleri üzerinde önemli ($P<0,05$) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. Ekmek Kohesivlik, Çiğnenebilirlik ve Sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kohesivlik		Çiğnenebilirlik		Sakızimsılık	
		KO	F	KO	F	KO	F
Starter Kültür (S)	3	0,001	1,631	0,399	1,425	1,177	3,968*
Depolama Süresi (D)	2	0,069	190,211**	3,875	13,836**	7,988	26,934**
S x D	6	0,000	0,818	0,729	2,602*	0,714	2,406*
Hata	36	0,000		0,280		0,297	

(*) $p<0,05$ düzeyinde önemli, (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli.

Starter kültür değişkenine ait ekmek içi Kohesivlik, Çiğnenebilirlik ve Sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre en düşük kohesivlik değerini *L. plantarum* FK25, en yüksek kohesivlik değerini ise *Lac. lactis* FK5 vermiştir. Ancak bu iki suşa ait ortalamalar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Çiğnenebilirlik açısından da bazı gruplara ait ortalamalar yüksek bulunmasına rağmen tüm gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Sakızimsılık açısından ise en yüksek ortalama değer *L. brevis* FK2 varlığında belirlenmiştir. Bu suşa ait ortalama değer *Lac. lactis* FK5'a ait ortalama değerden istatistiki olarak bir farklılık göstermemiştir. Bu sonuçlara göre kullanılan suşlar içerisinde *L. brevis* FK2 sakızimsılık değerini önemli ölçüde artırmaktadır.

Çizelge 4.26. Starter kültür değişkenine ait ekmek içi Kohesivlik, Çiğnenebilirlik ve Sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Starter Kültür	Kohesivlik	Çiğnenebilirlik	Sakızimsılık
Kontrol	0,418±0,056a	3,92±0,47a	4,82±0,64b
<i>L. brevis</i> FK 2	0,420±0,059a	4,33±0,88a	5,38±0,96a
<i>Lactococcus lactis</i> FK 5	0,429±0,055a	4,10±0,73a	5,02±0,96ab
<i>L. plantarum</i> FK 25	0,412±0,065a	3,97±0,70a	4,66±0,75b

^a Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

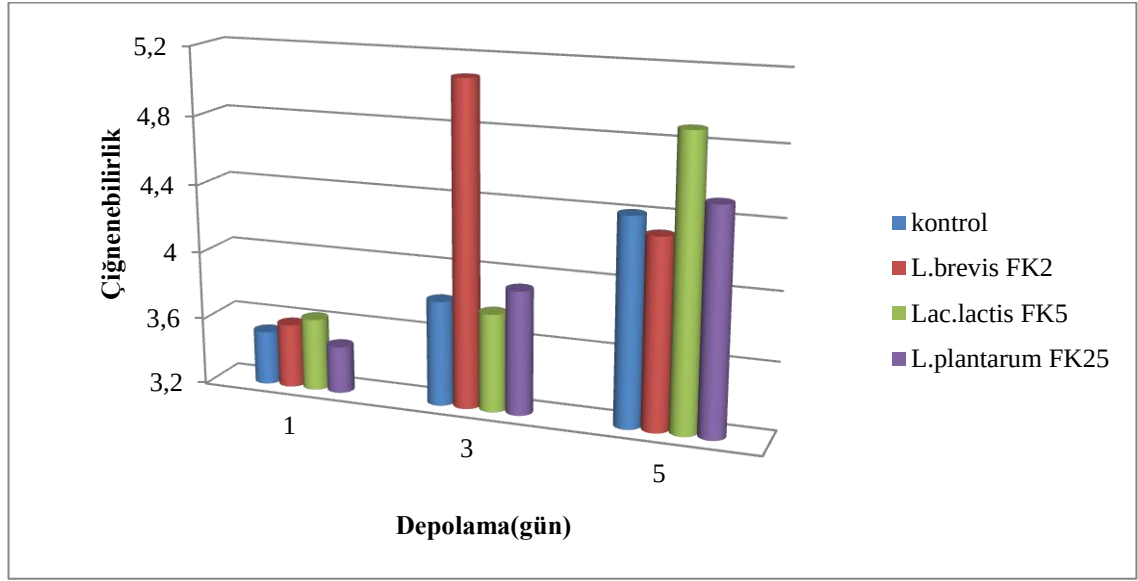
Farklı süreler depolanan ekmeklerin Kohesivlik, Çiğnenebilirlik ve Sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre depolama süresi ilerledikçe ekmek içi kohesivlik değeri düşmüş, buna karşın sakızimsılık değeri ise artmıştır. Çiğnenebilirlik ise 5. günde diğer analiz günlerine göre daha yüksek değerler vermiştir. Gerçekaslan (2012) de çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerlerinin depolama süresi ilerledikçe arttığını belirtmiştir.

Çizelge 4.27. Depolama süresi değişkenine ait ekmek içi Kohesivlik, Çiğnenebilirlik ve Sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	Kohesivlik	Çiğnenebilirlik	Sakızimsılık
1	0,495±0,018a	3,55±0,30a	4,26±0,34c
3	0,393±0,017b	4,16±0,75a	4,98±0,77b
5	0,371±0,022c	4,53±0,63b	5,67±0,72a

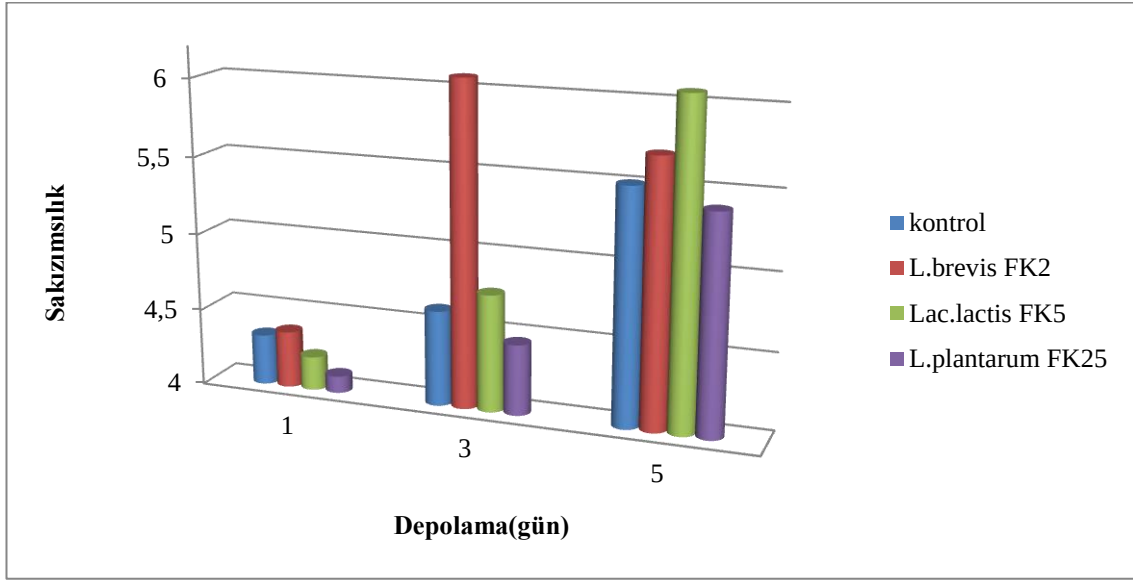
^a Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Deneme ekmeklerinin çiğnenebilirlik değeri üzerinde önemli etkisi saptanan starter kültür × depolama süresi interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Depolamanın 3.gününde *L. brevis* FK2 varlığında çiğnenebilirlik değeri önemli ölçüde artmış, daha sonra ise düşmüştür. Kontrol grubu ile diğer suşlara ait gruplarda ise 3.günden sonra artış kaydedilmiştir.



Şekil 4.2. Deneme ekmeklerinin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde starter kültür ×depolama süresi interaksyonunun etkisi

Deneme ekmeklerinin sakızımsılık parametresi $P < 0,05$ düzeyinde etkili olan starter kültür ×depolama süresi interaksyonuna ait grafik Şekil 4.3’de verilmiştir. Çiğnenebilirliğe ait intaraksiyonda olduğu gibi, 3. günde *L. brevis* FK2 varlığında sakızımsılık artmış daha sonra düşmüştür. Kontrol grubu ile *Lac. lactis* FK5 ve *L. plantarum* FK25 gruplarında ise sakızımsılık 3. günden sonra önemli artışlar göstermiştir.



Şekil4.3. Deneme ekmeklerinin sakızmsılık değerleri üzerinde starter kültür ×depolama süresi interaksiyonunun etkisi

4.6. Uçucu bileşikler

İnsan beslenmesinde önemli bir yeri olan ekmeğin teknolojik kalitesi, besin değeri ve bayatlaması üzerine yapılan araştırmaların yanısıra ekmeğin tat, koku ve aromasına yönelik araştırmalar da yapılmaktadır. Ekmeğin aroması duyuşal açıdan aşırı olmayan bir özelliğe sahip olmasına rağmen aroma unsurları oldukça kompleks reaksiyonlar neticesinde oluşmaktadır. Ekmekte arzulanan bu duyuşal özelliklere kısmen formülasyona ilave edilen katkıları, fakat esas olarak ta fermentasyon ve pişirme sırasında oluşan kimyasal bileşikler neden olmaktadır. Uçucu veya uçucu olmayan bileşiklerin bir kısmı fermentasyon sırasında enzim ve mikrobiyal faaliyet sonucu oluşurken, diğer bir kısmı pişirme sırasında indirgen şekerlerle aminoasitlerin reaksiyonu sonucu oluşan ara ve son ürünlerdir (Özkaya 1984). Mevcut bu araştırmada farklı laktik asit bakteri suşları kullanılarak üretilen ekmeklerin uçucu profilini belirlemek amacıyla hamur, ekmek içi ve ekmek kabuğundan örnekler alınmış ve uçucu bileşik analizine tabi tutulmuştur. Deneme ekmeklerinde belirlenen uçucu bileşikler Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler, aromatik hidrokarbonlar ve diğ er bileşikler olmak  zere 6 farklı kimyasal gruba dahil toplam 58 bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşiklerden 11'i alkoller,14'  aldehitler, 4'  ketonlar, 7'si esterler ve 5'i aromatik hidrokarbonlar kimyasal grubuna dahildir. On yedi bileşik ise diğ er bileşikler grubu adı altında toplanmıştır.

Çizelge 4.28. Kontrol grubu ve starter kültür kullanılarak üretilen ekmeklerin hamur, ekmek içi ve ekmek kabuğu uçucu bileşiklerine ait değerler (Arbitrary Area Units ($\times 10^{-6}$))

Bileşiğin İsmi	Hamur				Ekmek İçi				Ekmek Kabuğu			
	Kontrol	<i>L. brevis</i>	<i>Lac. lactis</i>	<i>L. plantarum</i>	Kontrol	<i>L. brevis</i>	<i>Lac. lactis</i>	<i>L. plantarum</i>	Kontrol	<i>L. brevis</i>	<i>Lactococcus lactis</i>	<i>L. plantarum</i>
ALKOLLER												
Etanol	422,50	231,41	307,33	287,87	486,37	459,87	423,05	461,33	183,93	159,02	157,18	112,84
	421,04	475,71	486,68	572,34	447,42	398,33	432,43	510,23	245,41	217,83	230,59	153,53
	334,65	324,02	353,65	382,89	341,96	312,44	426,74	352,40	168,98	119,71	88,97	144,49
3-metil bütanol	478,51	371,86	403,91	342,62	419,84	468,62	430,68	378,84	212,14	165,94	238,9	169,03
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,35	58,61	47,09	3,67
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,09	39,03	52,55	48,88
2-metil bütanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,87	52,06	30,22	55,43
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,92	41,49	56,13	48,74
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,93	42,10	29,25	24,8
1-Bütanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,29	19,50	26,36	24,27
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,64	37,15	21,40	36,88
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,5	20,06	26,55	24,09
1-Bütanol	10,43	6,21	4,71	3,95	6,44	8,98	7,01	7,07	2,02	4,01	2,02	2,53
	3,91	0,00	3,97	5,09	6,17	8,01	7,81	8,10	3,57	3,30	2,77	0,00
	4,12	0,00	5,31	10,07	4,47	6,41	8,20	5,05	2,77	2,04	0,00	3,28
İzoamil alkol	4,71	5,04	4,59	5,11	7,22	7,04	8,00	7,52	2,49	2,35	2,79	1,84
	4,25	0,00	2,81	0,00	4,1	2,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	4,97	5,39	0,00	0,00	4,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1-Hekzanol	4,32	3,48	5,17	7,61	3,30	0,00	3,85	3,09	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,95	0,00	0,00	2,34	0,00	0,00	3,96	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5,03	5,01	4,63	7,64	3,32	3,91	4,60	3,33	0,00	0,00	0,00	0,00
1-Hekzanol	4,26	6,82	6,30	7,75	3,97	4,07	3,88	4,32	0,00	0,00	0,00	0,00
	6,45	9,76	6,93	11,71	2,80	8,21	3,57	2,97	0,00	0,00	0,00	0,00
	6,92	3,39	5,60	4,36	3,55	2,12	3,80	4,27	0,00	0,00	0,00	0,00

Çizelge 4.28. (devam)

2-Furan metanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,48	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,92	9,00	14,62	9,69
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,06	16,15	23,74	23,04
1-Oktan-3-ol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,71	8,22	13,15	11,38
	9,03	17,00	4,75	14,71	16,26	10,78	14,74	0,00	6,06	10,51	6,29	6,57
	5,77	9,92	10,27	9,74	13,06	9,40	0,00	0,00	9,63	3,68	4,89	5,62
2-Etil-1-hekzanol	8,22	16,51	14,41	14,00	9,95	17,00	10,13	0,00	5,37	43,38	6,69	5,00
	6,05	5,63	6,23	8,54	8,51	7,18	12,6	9,76	5,79	3,98	5,26	5,64
	1,07	8,29	2,89	3,22	3,79	0,00	11,35	0,00	0,00	18,97	3,93	6,23
Feniletil alkol	2,26	0,00	1,74	3,50	11,95	0,00	3,72	10,01	9,81	2,56	3,31	3,48
	2,07	2,87	4,23	0,00	2,71	12,33	3,37	4,77	6,06	7,75	10,43	5,45
	2,69	2,51	3,10	0,00	9,2	4,85	3,56	6,9	6,36	2,31	3,43	3,26
2-(2-bütoksi etoksi) etanol	0,00	0,00	1,06	0,00	6,35	2,06	0,00	0,00	0,00	0,00	8,14	0,00
	0,94	0,99	2,12	1,10	9,62	6,58	1,86	0,00	0,00	5,31	9,87	12,95
	0,00	0,00	0,00	0,00	2,64	12,41	2,25	0,00	0,00	4,75	0,00	11,27
2-(2-bütoksi etoksi) etanol	0,00	0,00	0,00	4,92	0,00	5,2	1,68	0,00	13,89	6,03	5,62	5,00
	0,00	62,57	0,00	0,00	4,08	2,69	7,83	3,78	0,00	59,89	5,96	15,4
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,11	0,00	6,68	12,46	0,00	0,00	0,00
2-metil propanal	0,00	0,00	0,00	3,36	0,00	49,48	2,84	0,00	10,66	5,46	14,8	0,00
	0,00	0,00	0,00	2,27	0,00	0,00	5,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ALDEHİTLER												
Asetaldehit	16,36	0,00	0,00	10,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1,68	0,00	0,00	0,00
	12,51	13,30	11,16	15,93	0,00	3,2	0,28	0,00	10,31	0,00	6,42	0,00
	0,00	4,10	10,99	14,71	3,70	0,00	0,00	1,72	0,00	0,00	0,00	0,00
2-metil propanal	15,55	15,42	12,08	13,87	4,78	0,00	0,00	0,00	8,37	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,22	13,98	9,80	7,68
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,44	5,6	2,931	7,32
2-metil propanal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,29	11,9	6,71	12,48
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,61	5,83	8,72	8,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Çizelge 4.28. (devam)

Hekzanal	11,25 8,35	15,98 8,93	8,36 8,75	13,16 9,64	10,03 18,94	13,73 13,3	21,09 16,38	15,52 15,73	12,78 23,15	0,00 15,2	9,47 16,92	18,2 22,08
	11,8 9,92	11,43 7,98	12,59 9,09	20,45 12,83	9,89 14,53	10,71 8,07	12,93 17,34	14,96 22,83	16,69 18,43	10,79 14,75	13,79 17,16	27,56 15,23
Furfural	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	5,34 3,70	2,03 6,06	1,60 0,00	9,2 1,61	96,88 108,56	102,06 67,34	84,73 97,85	76,45 65,78
	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	4,63 2,52	0,00 2,5	5,18 3,56	5,23 2,46	126,88 106,86	104,77 56,65	96,61 89,71	127,12 72,27
2- Etilpent-2-enal(E)	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	4,38 5,21	10,1 2,06	2,55 2,04	2,74 2,16
	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	3,41 2,64	3,05 2,04	5,75 2,15	3,61 1,71
Heptanal	1,66 0,80	8,04 1,14	0,96 1,32	1,29 1,22	1,85 2,84	1,68 2,53	3,04 1,78	2,31 2,19	4,58 55,81	9,93 1,87	2,79 2,67	3,76 2,75
	1,50 1,14	1,54 0,81	2,74 1,05	2,54 1,45	1,90 1,86	10,11 2,2	1,82 2,86	2,22 3,81	3,44 3,62	2,73 1,89	5,53 2,81	3,90 2,59
Trans-2-heptenal	0,00 1,55	5,39 1,47	2,51 0,00	7,19 1,34	9,09 6,39	4,22 5,05	5,18 3,39	6,97 3,81	7,8 4,7	0,00 1,56	3,51 2,62	4,07 3,59
	8,95 1,19	0,00 2,01	0,00 1,25	2,79 10,04	5,90 3,59	7,50 4,54	4,17 4,86	6,01 3,87	9,25 3,51	2,63 2,05	7,75 2,79	6,68 3,63
Benzaldehid	6,49 1,83	14,07 0,00	3,49 0,00	0,00 0,00	18,00 14,88	13,35 15,53	16,5 19,00	24,37 22,97	17,15 15,25	19,99 11,64	16,93 14,11	11,76 14,99
	4,46 2,92	3,01 2,08	4,03 1,71	0,00 6,17	14,15 13,89	21,13 11,33	13,90 14,78	22,25 10,8	16,95 14,12	16,73 12,19	18,79 12,55	19,05 14,03
Oktanal	1,38 0,00	9,05 0,55	0,8 0,44	6,85 0,54	5,09 3,66	2,52 1,6	0,00 3,44	40,00 2,90	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
	3,43 0,00	1,66 0,00	1,45 0,47	3,43 0,00	2,68 2,10	9,71 1,87	2,59 2,89	2,02 2,47	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00

Çizelge 4.28. (devam)

Benzenasetaldehid	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,21	0,00	0,00	62,58	0,00	50,71	43,064
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,54	5,27	0,00	55,24	26,74	43,081	48,02
Nonanal	7,50	6,44	0,00	0,00	7,49	0,00	0,00	6,86	55,15	52,05	66,33	54,06
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,95	50,89	35,36	39,03	53,05
Trans-2-nonenal	3,44	14,41	2,72	1,76	4,4	3,73	9,91	5,38	18,05	20,02	11,38	18,41
	1,53	1,21	1,46	0,94	8,04	4,52	2,55	3,95	16,2	7,09	11,93	2,14
Dekanal	10,74	0,00	2,56	6,2	4,2	17,61	3,49	3,38	0,00	19,41	18,16	23,18
	1,44	2,97	1,65	4,61	5,48	3,24	4,5	3,85	16,39	10,49	10,66	14,66
Benzenasetaldehid alpha etiliden	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,65	0,00	6,74	3,19
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,3	1,98	2,96	4,52
Dekanal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,05	9,57	5,43
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,19	2,38	2,87	5,17
Benzenasetaldehid alpha etiliden	2,39	0,00	1,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	1,8	0,00	0,00	8,85	0,00	2,51	0,00	0,00	3,19	4,64	6,3
Benzenasetaldehid alpha etiliden	0,00	0,00	2,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	9,34	0,00	0,00	0,00	9,25	2,82	4,39	4,51
Benzenasetaldehid alpha etiliden	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,22	18,62	4,86	3,68
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,67	3,64	2,68	5,09
Benzenasetaldehid alpha etiliden	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,58	6,75	11,79	5,8
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,06	3,17	2,47	5,1
KETONLAR												
2,3-pentanedion	1,63	3,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,99	0,00	3,73	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,88	2,74	4,67	23,26
2-metil, 3-oktanon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	5,98	3,95	3,55	5,99
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,26	0,00	0,00	4,47	2,3	4,53	3,20
2-metil, 3-oktanon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,53	10,21	0,00	3,19
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,02	1,76	2,22	1,87
2-metil, 3-oktanon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,43	0,00	5,85	3,48
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94	2,21	2,48	3,21

Çizelge 4.28. (devam)

2-siklopenten-1-on,- hidroksi-3-metil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,45	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,82	0,00	0,81	0,00
1-(1H-pirol-2-yl) ethanon	0,00	0,00	0,00	0,00	10,27	0,00	0,00	0,00	1,75	0,00	3,38	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,12	0,00	0,78	0,64
	0,00	0,00	0,00	0,00	1,54	1,04	0,00	1,69	17,71	27,54	8,45	8,36
	0,00	0,00	0,00	0,00	2,85	0,00	0,00	0,00	12,1	0,00	6,03	5,07
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	42,66	1,14	0,00	16,7	0,00	12,86	10,23
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	7,71	3,16	5,86	5,75
ESTERLER												
Asetik asit etenil ester	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,83	3,85	2,85	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	7,19	0,00	0,00	0,00	0,00	1,81	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,25	2,69	2,73	5,67
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	0,00	0,00	2,26
Etil asetat	55,03	76,67	21,43	50,21	2,52	8,33	9,16	4,43	0,00	7,92	2,51	13,15
	29,73	88,17	54,96	88,17	0,00	6,6	6,41	13,79	6,23	6,38	4,85	4,95
	43,24	75,38	64,72	73,43	1,61	73,83	7,86	3,48	4,82	4,06	0,00	4,97
	37,94	35,01	36,45	55,06	7,4	9,71	8,67	10,98	4,74	5,3	4,81	2,55
Bütıl propionat	2,9	9,9	1,69	2,45	2,78	0,00	0,00	3,39	0,00	44,68	0,00	23,8
	0,00	1,81	1,6	1,2	4,06	2,75	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	2,06	3,53	3,27	0,00	6,9	2,88	2,12	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	1,96	0,00	2,66	3,26	2,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bütıl bütanoat	1,18	20,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,19	0,00	4,36
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,43	0,00	0,00	4,61
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,15	0,00	0,00	11,34	8,35	0,00	4,28
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,7
Propil hekzanoat	0,00	0,00	8,02	5,36	10,76	0,00	18,85	10,91	0,00	62,07	0,00	0,00
	6,26	0,00	8,48	0,00	15,47	0,00	0,00	5,93	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	10,57	0,00	0,00	59,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	8,05	9,54	9,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Çizelge 4.28. (devam)

Hekzil bütanoat	5,48 0,00	105,66 4,98	4,88 4,56	2,82 0,00	6,86 17,12	5,77 0,00	6,83 0,00	7,85 0,00	13,94 13,85	31,77 4,51	4,51 6,66	16,25 6,65
	10,58 2,71	0,00 3,08	5,97 3,51	6,12 2,88	0,00 9,83	69,92 8,06	5,15 5,6	0,00 1,59	26,06 9,59	7,54 4,07	17,35 5,76	13,14 6,89
Etil oktanoat	0,00 3,19	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 3,33	0,00 0,00	0,00 7,25	0,00 3,57	0,00 10,68	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
	0,00 0,00	5,85 0,00	0,00 0,00	0,00 1,34	5,4 0,00	0,00 25,08	0,00 0,00	4,46 3,8	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
AROMATİK HİDROKARBONLAR												
Toluen	2,64 0,00	36,72 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	5,37 6,33	4,56 0,00	9,33 3,99	9,53 4,79	7,16 9,77	13,51 6,57	0,00 6,16	8,65 7,14
	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 7,63	32,15 4,31	4,14 6,55	0,00 0,00	9,01 5,93	0,00 5,63	7,43 6,61	8,90 4,42
Stiren	1,31 0,99	5,78 0,00	0,94 0,00	0,00 0,00	0,00 2,07	1,69 2,05	2,39 0,00	1,63 2,11	0,00 0,00	0,00 1,21	1,23 1,2	2,99 1,29
	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 1,59	0,00 1,67	9,19 2,52	1,38 1,89	0,00 2,08	0,00 0,00	1,32 1,32	0,00 1,13	0,00 0,00
1-etil-3-metil benzen	0,00 0,00	2,87 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	2,49 0,94	0,00 1,56	0,99 1,84	2,16 0,95	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
	1,12 0,00	1,17 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	3,79 0,00	7,99 0,00	1,87 1,80	2,96 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
1, 2, 4-trimetil benzen	0,00 0,00	5,46 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	2,42 1,56	1,47 3,39	0,00 0,00	2,26 1,18	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	2,1 0,00	0,00 1,47	2,06 0,00	1,68 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
1,2-dimetoksi benzen	0,00 0,00	0,00 0,84	0,00 0,00	0,00 1,69	0,00 0,00	2,08 0,00	0,00 1,43	0,00 6,49	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	2,04 0,00	0,00 0,00	1,89 1,20	1,71 4,62	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00

Çizelge 4.28. (devam)

DİĞER BİLEŞİKLER												
1H-pirol -1- benzensülfonil	0,00	0,00	2,60	0,00	8,36	0,00	6,18	3,92	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	2,26	0,00	1,49	9,89	5,48
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,01	0,00	5,67	0,00	6,54
	0,00	8,7	0,00	0,00	0,00	0,00	5,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metil pirazin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,45	45,61	29,22	26,37
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,26	13,6	22,34	14,89
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,81	35,42	34,63	52,46
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,36	12,25	20,77	16,75
2,4-dimetil tiyofen	0,00	0,99	0,00	0,00	0,86	0,92	1,35	1,30	4,97	10,42	1,6	4,64
	0,00	0,00	0,00	0,00	1,43	1,29	1,83	1,14	6,69	0,00	2,22	2,25
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	3,91	1,38	0,89	4,2	2,69	6,95	6,34
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,8	0,00	1,56	0,00	3,53	1,81	2,4	1,77
2,6-dimetil pirazin	0,77	1,86	0,43	0,00	0,76	0,5	1,22	1,24	26,08	31,3	22,32	17,65
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05	0,76	0,00	17,54	8,46	13,34	10,8
	0,00	0,61	0,00	0,87	0,88	5,56	1,04	0,47	31,46	25,41	27,07	33,74
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	1,1	0,00	13,56	8,61	12,27	12,53
Etil pirazin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,17	21,81	12,22	10,67
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,49	4,95	8,93	6,2
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,76	14,87	16,1	20,97
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	4,89	8,47	7,37
2,3-dimetil pirazin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,41	1,09	5,57	4,82
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,71	2,08	2,86	2,05
	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	7,66	5,65	9,17	8,48
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,41	1,8	3,73	3,02
1-(2- furanil) etanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,45	91,74	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	83,47	43,87	62,34	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	108,91	92,83	0,00	91,07
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,08	0,00	61,55	0,00

Çizelge 4.28. (devam)

N-metil-1,3-ditiyoizindolin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,89	0,00	0,00	0,00	16,26	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,18	14,56	2,72	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,92	6,54
	0,00	0,00	0,00	36,41	0,00	41,73	0,00	0,00	9,24	0,00	9,77	13,51
2 -pentil furan	0,9	0,00	0,58	0,00	17,25	13,89	19,93	12,14	11,68	13,54	10,12	7,25
	0,00	0,00	0,67	0,6	16,78	11,53	8,12	15,24	11,86	6,14	7,23	11,92
	0,00	0,00	1,11	0,00	10,72	11,19	9,17	12,38	14,45	10,1	13,05	12,17
	0,00	0,00	0,00	0,00	10,65	11,16	10,56	12,4	8,03	5,88	7,47	9,59
2-etil-6-metil pirazin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,6	37,77	29,45	23,47
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,83	16,36	31,13	27,27
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,42	35	36,33	45,08
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,51	17,99	24,88
2-etil-3-metil pirazin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,09	23,2	17,03	12,06
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,54	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,88	15,74	26,62	26,16
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,05	7,59	0,00
D-Limonen	0,00	0,00	2,35	0,00	9,31	5,31	6,79	6,69	0,00	0,00	0,00	2,84
	1,85	0,00	4,07	1,97	8,43	4,98	3,18	6,41	0,00	0,00	0,00	4,68
	0,00	0,00	0,00	0,00	5,6	11,44	4,29	5,09	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,26	4,51	2,05	4,69	5,94	5,31	4,98	5,1	0,00	0,00	3,76	3,54
2-etenil-6-metil pirazin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,68	0,00	7,17	6,2
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,53	2,92	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,63	0,00	12,76	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,62	3,32
3-etil-2-metil1,3-hekzadien-(Z)	3	0	1,26	0,00	0,00	0,00	8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,07	4,31	2,68	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,96	1,81	5,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,32	0,00	0,00	0,00	0,00

Çizelge 4.28. (devam)

2,3-dihidro, 1H-indol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,11	0,00	4,38	1,83
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,33	2,68	5,35	3,74
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,27	5,11	7,49	4,93
1-metil-2-fenil,1H-indol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,67	1,71	4,58	2,96
	3,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	3,08	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,37	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22	0,00	0,00	0,00	0,00
N-etil-1,3-ditioyizoindolin	0,00	0,00	0,74	0,00	1,44	0,00	1,14	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	1,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,78	0,00	0,00
N-etil-1,3-ditioyizoindolin	1,75	0,00	5,82	0,5	2,9	2,36	0,92	0,00	7,18	0,00	0,00	0,00
	1,32	2,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00	0,00	2,76
	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	5,66	0,00	2,22	0,00

Kontrol grubu ve starter kültür kullanılarak üretilen ekmeklerin hamur, ekmek içi ve ekmek kabuğu uçucu bileşiklerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çizelgeden'de görüldüğü üzere uçucu bileşikler üzerinde örnek farklılığı (hamur, ekmek içi ve ekmek kabuğu) starter kültür değişkenine göre daha çok sayıda uçucu bileşik üzerinde etkili olmuştur. Starter kültür kullanımının hekzanal ve 2,3-dihidro, 1H-indol ($P<0,01$) ile trans-2-heptenal ve etil asetat ($P<0,05$) üzerinde istatistiki açıdan önemli veya çok önemli etkisi saptanmıştır. Starter kültür değişkeninin diğer uçucu bileşikler üzerinde ise önemli bir etkisi görülmemiştir ($P>0,05$) (Çizelge 4.29). Diğer bir varyasyon kaynağı olan örnek tipi ise 1-oktan-3-ol ve 2-(2-bütoksi etoksi) etanol hariç diğer bütün alkoller (etanol, 3-metil bütanol, 2-metil bütanol, 1-bütanol, izoamil alkol, 1-hekzanol, 2-furan metanol, 2-etil-1-hekzanol, feniletıl alkol) üzerinde farklı düzeylerde ($P<0,01$ veya $P<0,05$) etkili olmuştur. Deneme örneklerinde belirlenen 14 aldehitten 1'i hariç (dekanal) diğerleri örnek tipinden yine önemli ($P<0,05$) veya çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etkilenmiştir. Örnek tipi ketonlar içerisinde ise sadece 1 bileşik (2-siklopenten-1-on,-hidroksi-3-metil) açısından istatistiki bir farklılığa neden olmamıştır. Esterler içerisinde ise toplam uçucu bileşikler içerisinde önemli bir yere sahip olan etil asetat örnek tipinden çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etkilenmiştir. Ayrıca örnek tipinin asetik asit etenil ester ve etil oktanoat üzerinde de istatistiki açıdan önemli ($P<0,05$) veya çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Aromatik hidrokarbonlardan ise sadece 3 bileşik (1-etil-3-metil benzen, 1, 2, 4-trimetil benzen, 1,2-dimetoksi benzen) örnek tipinden etkilenmiştir. Diğer bileşikler grubuna giren bileşiklerin önemli bir kısmı da bu varyasyon kaynağından farklı düzeylerde etkilenmiştir. Starter kültür $\times$ örnek tipi interaksyonu ise sadece 2 bileşik (benzenasetaldehid, 2,3-dihidro, 1H-indol) üzerinde istatistiki farklılığa neden olmuştur (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Kontrol grubu ve starter kültür kullanılarak üretilen ekmeklerin uçucu bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları

Bileşiğin ismi	Varyasyon Kaynakları						
	Starter Kültür (S)		Örnek Tipi (A)		S x A		Hata
	3 (SD)		2 (SD)		6 (SD)		36(SD)
	KO	F	KO	F	KO	F	KO
ALKOLLER							
Etanol	3089,340	0,644	290820,312	60,631**	1185,108	0,240	4933,461
3-metil bütanol	21,586	0,315	10241,318	149,554**	21,435	0,304	70,436
2-metil bütanol	4,150	0,217	4214,439	220,229**	4,046	0,206	19,683
1-Bütanol	0,599	0,190	89,592	28,476**	5,665	1,751	3,236
İzoamil alkol	5,474	1,733	30,215	9,565**	2,106	0,653	3,226
1-Hekzanol	1,522	0,687	167,639	75,664**	1,680	0,739	2,273
2-Furan metanol	29,963	1,120	991,537	37,059**	29,758	1,081	27,520
1-Oktan-3-ol	87,659	2,016	12,132	0,279	46,014	1,042	44,171
2-Etil-1-hekzanol	3,605	0,224	53,463	3,315*	6,049	0,365	16,577
Feniletil alkol	1,969	0,153	80,640	6,278**	23,472	1,777	13,210
2-(2-bütoksi etoksi) etanol	489,573	2,290	50,957	0,238	7,918	0,36	219,729
ALDEHİTLER							
Asetaldehit	23,721	1,454	446,698	27,385**	14,179	0,845	16,779
2-metil propanal	2,297	0,709	417,195	128,70**	2,228	0,668	3,334
Hekzanal	83,847	5,035**	87,734	5,268*	21,332	1,244	17,152
Furfural	208,180	1,558	43995,484	329,282**	195,058	1,420	137,408
2- Etilpent-2 enal(E)	0,827	0,493	64,403	38,343**	0,825	0,477	1,728
Heptanal	48,391	0,804	116,148	1,929	66,085	1,067	61,920
Trans-2-heptenal	16,106	2,913*	22,909	4,144*	7,789	1,378	5,654
Benzaldehid	1,632	0,125	892,144	68,199**	14,549	1,084	13,427
Oktanal	34,849	1,041	117,936	3,522*	23,127	0,672	34,437
Benzenasetaldehid	155,063	2,476	10422,638	166,424**	213,90	3,321*	64,410
Nonanal	8,476	0,300	454,998	16,090**	3,733	0,129	29,032
Trans-2-nonenal	3,882	1,197	117,188	36,136**	3,867	1,159	3,336
Dekanal	7,932	1,258	10,667	1,692	6,381	0,995	6,413
Benzenasetaldehid alpha etiliden	7,809	1,164	271,606	40,485**	7,749	1,123	6,900
KETONLAR							
2,3-pentanedion	4,399	0,448	111,285	11,326**	11,023	1,091	10,106
2-metil, 3-oktanon	0,485	0,199	57,203	23,462**	0,476	0,190	2,508
2-siklopenten-1-on,-hidroksi-3-metil	5,484	1,969	3,974	1,423	1,703	0,586	2,906
1-(1H-pirol-2-yl) ethanon	34,970	0,631	349,377	6,302**	50,923	0,893	57,027

Çizelge 4.29. (devam)

ESTERLER							
Asetik asit etenil ester	2,968	1,180	19,614	7,796**	0,948	0,366	2,588
Etil asetat	740,449	3,580*	12170,278	58,849**	227,360	1,069	212,652
Bütil propionat	60,102	1,059	24,757	0,436	30,956	0,531	58,312
Bütil bütanoat	198,029	1,933	37,657	0,368	57,168	0,543	105,375
Propil hekzanoat	178,251	1,029	69,716	0,402	100,567	0,568	177,206
Hekzil bütanoat	587,690	1,712	29,882	0,087	159,835	0,453	352,963
Etil oktanoat	20,051	1,304	63,271	4,115*	12,008	0,764	15,716
AROMATİK HİDROKARBONLAR							
Toluen	67,889	1,265	84,849	1,581	25,808	0,467	55,210
Stiren	5,786	2,456	7,429	3,154	1,752	0,722	2,427
1-etil-3-metil benzen	0,940	0,527	15,897	8,911**	0,262	0,143	1,828
1, 2, 4-trimetil benzen	1,391	1,339	6,346	6,111**	0,638	0,600	1,063
1,2-dimetoksi benzen	2,820	2,794	8,165	8,089**	1,953	1,884	1,037
DİĞER BİLEŞİKLER							
1H-pirol -1-benzensülfonil	6,761	0,866	9,852	1,261	7,503	0,942	7,964
Metil pirazin	18,705	0,293	4450,408	69,692**	18,608	0,283	65,683
2,4-dimetil tiyofen	0,445	0,143	62,315	19,968**	0,925	0,290	3,186
2,6-dimetil pirazin	3,357	0,109	1905,855	61,649**	5,423	0,171	31,801
Etil pirazin	2,767	0,231	790,076	66,076**	2,755	0,224	12,299
2,3-dimetil pirazin	3,933	2,041	124,169	64,423**	3,981	2,008	1,982
1-(2- furanil) etanol	427,012	0,712	11264,183	18,769**	425,674	0,690	617,288
N-metil-1,3-ditiyoizindolin	30,059	0,359	49,197	0,587	103,325	1,204	85,806
2 -pentil furan	5,472	0,814	689,107	102,470**	1,405	0,207	6,787
2-etil-6-metil pirazin	8,615	0,155	3980,160	71,643**	8,573	0,150	57,303
2-etil-3-metil pirazin	7,682	0,184	824,689	19,701**	7,679	0,178	43,057
D-Limonen	1,746	0,544	132,339	41,261**	5,317	1,639	3,244
2-etenil-6-metil pirazin	5,729	0,933	77,089	12,550**	5,589	0,885	6,318
3-etil-2-metil1,3-hekzadien-(Z)	2,081	0,703	12,676	4,285*	2,313	0,759	3,048

Çizelge 4.29. (devam)

2,3-dihidro, 1H-indol	27,270	10,501**	178,150	68,598**	26,895	10,202**	2,671
1-metil-2-fenil,1H-indol	0,601	1,210	2,003	4,031*	1,125	2,219	0,507
N-etil-1,3-ditioyizoindolin	7,194	0,822	10,172	1,162	5,189	0,577	8,998

(*) $p < 0,05$ düzeyinde önemli, (**) $p < 0,01$ düzeyinde önemli

Kontrol grubu ile farklı laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen ekmeklerin uçucu bileşiklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.30’da verilmiştir. Yukarıda verilen varyans analiz sonuçlarından da anlaşılabacağı üzere laktik asit bakteri kullanımı alkoller üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. Çizelge 4.30’da verilen ortalamalar da bu sonucu göstermektedir. Gerek kontrol grubunda gerekse gruplarında alkoller içerisinde dominant bileşik etanol’dür. Miktar açısından diğer önemli bileşikler ise 3-metil bütanol, 2-metil bütanol, 1-bütanol ve 1-oktan-3-ol’dür. Gerçekaslan (2012) tarafından farklı laktik asit bakteri suşlarının Vakfıkebir ekmeğinin uçucu bileşiklerine etkisinin incelendiği araştırmada da kullanılan suşların (*L. plantarum*, *L. brevis*) etanol üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç *Saccharomyces cerevisiae*’nın laktik asit bakteri suşlarının mevcudiyetinde iyi bir aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir.

Aldehitler içerisinde dominant bileşik olmasa da hekzanal belirli bir düzeyde bulunmuştur. En yüksek ortalama hekzanal değeri *L. plantarum* FK25 kullanılarak üretilen grupta belirlenmiştir. Çizelge 4.30’dan da görüldüğü üzere kontrol grubu ile *Lac. lactis* FK5 ve *L. brevis* FK2 gruplarına ait ortalamalar ise istatistiki açıdan birbirinden farksız bulunmuştur. Trans-2-heptenal açısından da gruplar arasında bazı farklılıklar gözlemlenmiştir. Aldehitler içerisinde belirli bir düzeyde olan furfural üzerinde ise farklı laktik asit bakteri suşu kullanımının önemli bir etkisi olmamıştır. Ekmek aromasında şekerlerin parçalanması sonucu oluşan pürivik aldehit ve türevleri özellikle pentozlardan oluşan furfural ile hekzoslardan oluşan hidroksimetil furfuralın önemli rol oynadığı belirtilmektedir (Özkaya 1984). Ekmek aroması açısından önemli bir diğer bir bileşik olan asetaldehit üzerinde de starter kültür değişkeninin önemli bir etkisi olmamıştır(Çizelge 4.30). Aldehitler hem buğday lipitinin enzimatik oksidasyonu

veya otookidasyonu hem de bakteriyel metabolizma ürünleri olarak bilinmektedir (Rehman *et al.* 2006). Bu bileşiklerin hamur uçucu bileşikleri içerisindeki payının oldukça düşük olduğu, ekmek kabuğu uçucu bileşikleri içerisinde ise bu oranın daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Gerçekaslan 2012). Diğer taraftan homofermantatif laktik asit bakteri suşlarının etil asetat, asetaldehit, hekzanal ve diasetil; heterofermantatif suşların ise nonanal, etil asetat ve oktanal üretiminde etkili olduğu bildirilmektedir (Martinez-Anaya 2003).

Ekmek aroması üzerinde önemli bir bileşen olduğu bildirilen (Özkaya 1984) etil asetat *L. brevis* FK2 varlığında en yüksek ortalama değeri vermiştir. Ancak bu suşa ait ortalama değer aynı cinse ait *L. plantarum* FK25'e ait ortalama değerden istatistiki olarak bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.30). Diğer bileşikler içerisinde tanımlanan 2,3-dihidro, 1H-indol starter kültür mevcudiyetinde önemli ölçüde azalma göstermiş ve kontrol grubuna ait ortalama, diğer gruplara ait ortalamalardan oldukça düşük bulunmuştur (Çizelge 4.30).

Starter kültür kullanımı belirlenen ketonların hiçbirinde istatistiki açıdan önemli olabilecek bir farklılığa neden olmamıştır. Bu grup bileşikler içerisinde dominant bileşiğin 1-(1H-pirol-2-yl) etanon olduğu belirlenmiştir(Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Starter kültür değişkenine ait uçucu bileşik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bileşik	Starter kültür			
	Kontrol	<i>L. brevis</i>	<i>Lac.lactis</i>	<i>L. plantarum</i>
ALKOLLER				
Etanol	346,90±116,88a	308,73±128,39a	331,68±126,44a	322,37±151,96a
3-metil bütanol	13,94±20,82a	15,93±24,02a	15,50±23,66a	13,06±22,97a
2-metil bütanol	9,78±14,86a	9,90±15,84a	8,63±12,86a	9,17±13,93a
1-Bütanol	4,86±2,38a	4,45±2,99a	4,76±2,62a	4,97±2,88a
İzoamil alkol	1,58±1,98a	0,53±1,24a	2,08±2,25a	1,79±2,57a
1-Hekzanol	3,03±2,53a	3,61±3,38a	3,37±2,65a	3,86±3,72a
2-Furan metanol	6,14±1,29a	2,78±5,36a	5,58±8,61a	3,68±7,34a
1-Oktan-3-ol	8,64±3,32a	12,91±10,69a	8,07±4,51a	6,63±5,04
2-Etil-1-hekzanol	4,83±3,81a	5,20±5,77a	4,59±2,94a	3,90±3,04a
Feniletıl alkol	2,79±4,68a	3,61±3,82a	2,73±3,35a	2,94±4,69a
2-(2-bütoksi etoksi) etanol	2,27±4,51a	15,43±25,50a	3,15±4,72a	2,62±4,57a
ALDEHİTLER				
Asetaldehit	6,11±6,28a	3,00±5,51a	3,39±5,18a	4,69±6,76a
2-metil propanal	3,38±5,15a	3,11±5,10a	2,35±3,81a	2,96±4,55a
Hekzanal	13,81±4,57b	10,91±4,39b	13,59±4,11b	17,35±5,05a
Furfural	37,95±53,49a	28,45±42,07a	31,65±44,88a	30,01±43,56a
2- Etilpent-2 enal(E)	1,30±2,01a	1,44±2,94a	1,04±1,79a	0,85±1,33a
Heptanal	6,75±15,49a	3,71±3,48a	2,49±1,22a	2,50±0,94a
Trans-2-heptenal	5,16±3,25a	3,04±2,30b	3,12±2,20ab	5,00±2,40ab
Benzaldehid	11,67±5,96a	11,75±6,82a	11,30±6,96a	12,20±9,09a
Oktanal	1,53±1,82a	2,25±3,45a	1,01±1,27a	4,85±11,26a
Benzenasetaldehid	19,90±26,90a	11,45±17,29a	17,01±25,05a	17,67±23,83a
Nonanal	7,49±6,37a	8,73±7,37a	6,71±5,46a	7,37±7,25a
Trans-2-nonenal	2,10±3,98a	0,78±1,59a	1,85±3,21a	1,53±2,31a
Dekanal	2,49±4,07a	0,65±1,22a	1,40±1,86a	0,90±2,14a
Benzenasetaldehid alpha etiliden	3,38±5,21a	2,68±5,47a	1,81±3,52a	1,64±2,47a

Çizelge 4.30. (devam)

KETONLAR				
2,3-Pentanedion	1,83±2,50a	1,47±1,60a	1,37±2,05a	2,70±6,74a
2-metil, 3-oktanon	1,33±2,11a	1,18±2,94a	0,88±1,81a	0,98±1,49a
2-siklopenten-1-on,-hidroksi-3-metil	1,41±2,97a	0±0,00a	0,83±1,39a	0,05±0,18a
1-(1H-pirol-2-yl) Ethanon	4,96±6,84a	6,20±13,91a	2,85±4,38a	2,67±3,71a
ESTERLER				
Asetik asit etenil ester	1,58±2,54a	0,70±1,33a	0,47±1,09a	0,66±1,71a
Etil asetat	16,11±19,67b	33,11±34,65a	18,47±21,77b	27,10±30,86ab
Bütil propionat	1,03±1,56a	5,95±12,59a	1,40±1,36a	3,02±6,68a
Bütil bütanoat	1,66±3,72a	9,100±18,77a	0±0,00a	1,75±2,72a
Propil hekzanoat	2,71±5,28a	10,81±23,49a	4,63±6,34a	2,64±4,15a
Hekzil bütanoat	9,67±7,52a	20,45±33,40a	5,93±4,03a	5,35±5,25a
Etil oktanoat	0,72±1,74a	3,18±7,35a	0,33±1,15a	1,97±3,23a
AROMATİK HİDROKARBONLAR				
Toluen	4,49±3,76a	8,62±12,75a	3,68±3,52a	3,62±4,06a
Stiren	0,50±0,78a	2,09±2,76a	0,79±0,77a	0,97±1,65a
1-etil-3-metil benzen	0,70±1,24a	1,13±2,34a	0,58±0,90a	0,51±1,01a
1, 2, 4-trimetil benzen	0,51±0,94a	0,98±1,76a	0,17±0,58a	0,43±0,81a
1,2-dimetoksi benzen	0,17±0,59a	0,24±0,63a	0,33±0,65a	1,21±2,17a
DİĞER BİLEŞİKLER				
1H-pirol -1-benzensülfonil	0,70±2,41a	1,32±2,85a	2,46±3,43a	1,85±2,49a
Metil pirazin	11,49±18,17a	8,91±15,72a	8,91±13,59a	9,21±16,33a
2,4-dimetil tiyofen	1,93±2,31a	1,84±2,98a	1,60±1,93	1,53±2,04a
2,6-dimetil pirazin	7,64±11,53a	6,95±10,57a	6,62±9,71a	6,44±10,57a
Etil pirazin	4,77±7,39a	3,88±7,17a	3,81±5,92a	3,77±6,58a
2,3-dimetil pirazin	2,27±3,47a	0,89±0,69a	1,78±3,00a	1,58±2,68a
1-(2- furanil) etanol	21,54±40,03a	14,18±29,00a	17,97±33,33a	7,59±26,29a
N-metil-1,3-ditiyoizindolin	1,98±4,77a	3,70±12,00a	4,83±7,51a	5,64±10,85a
2 -pentil furan	8,53±6,65a	6,95±5,67a	7,35±6,03a	7,81±5,96a
2-etil-6-metil pirazin	8,49±15,68a	8,30±14,15a	9,58±14,71a	10,06±15,76a

Çizelge 4.30. (devam)

2-etil-3-metil pirazin	5,13±9,44a	4,00±7,84a	4,27±8,73a	3,19±8,02a
D-Limonen	2,78±3,57a	2,63±3,69a	2,61±2,30a	3,42±2,45a
2-etenil-6-metil pirazin	1,53±3,57a	0,63±2,17a	2,12±3,99a	0,79±1,95a
3-etil-2-metil1,3-hekzadien-(Z)	0,73±1,19a	0,51±1,30a	1,46±2,66a	0,70±1,63a
2,3-dihidro, 1H-indol	4,23±6,47a	0,97±1,64b	1,82±2,78b	1,12±1,79b
1-metil-2-fenil,1H-indol	0,60±1,15a	0,14±0,37a	0,56±0,99a	0,26±0,49a
N-etil-1,3-ditioyizoindolin	1,95±2,56a	1,83±4,81a	0,86±1,72a	0,34±0,81a

Örnek tipi değişkenine ait uçucu bileşik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir. Alkoller içerisinde önemli bir paya sahip olan etanol en düşük ortalama değeri ekmek kabuğunda göstermiştir. Hamur ve ekmek içine ait ortalamalar istatistiki bakımdan birbirinden farksız bulunmuştur. Ancak her 3 örnek tipinde de miktar bakımından en çok bulunan uçucu bileşik etanol’dür. Konu ile ilgili diğer araştırmalarda da uçucu bileşikler arasında etanolün önemli bir paya sahip olduğu belirtilmektedir (Hansen and Hansen 1996; Hansen *et al.*1989b; Ruiz *et al.*,2003,Kim *et al.*,2009; Gerçekaslan 2012). Alkoller içerisinde 3-metil bütanol, 2-metil bütanol ve 2-furan metanol sadece kabuk kısmında belirlenmiştir. İzooamil alkol ile 1-hekzanol ise kabuk kısmında belirlenememiştir. Diğer bir çalışmada da etanol, propanol, izobütanol, izoamil alkol ve 1-hekzanol’ün hamurda yüksek seviyelerde olduğu ve pişirmeyle birlikte miktarlarının azaldığı belirtilmiştir (Gerçekaslan 2012).

Karbonilli bileşikler içerisinde yer alan asetaldehit, nohut ekmeğinin iç ve kabuk kısmında hamura göre daha düşük değerler vermiştir. Buna karşın 2-metil propanal sadece kabuk kısmında belirlenmiştir. Hekzanal ise ekmek içinde ve kabuğunda artış göstermiştir (Çizelge 4.31). Furfural ise ekmek hamurunda belirlenemezken, ekmek içinde düşük bir düzeyde, ekmek kabuğunda ise oldukça yüksek bir oranda belirlenmiştir. Hancıoğlu Sıkılı (2003)’da nohut mayası kullanılan ekmeklerin aroması üzerinde furfuralın önemli yer aldığını belirtmiştir. Gerçekaslan (2012) da furfuralın hamurda bulunmadığını ekmek kabuğunda ise yüksek seviyelere ulaştığını bildirmiştir. Ekmek kabuğunda heptanal, benzenasetaldehid, nonanal, trans-2-nonenal, benzenasetaldehid alpha etiliden tespit edilen diğer önemli aldehitlerdir. Bu bileşikler içerisinde benzenasetaldehid alpha etiliden hem ekmek içinde hem de hamurda bulunmamıştır (Çizelge 4.31). Ekmek kabuğunda tespit edilen uçucu maddelerin içerisinde aldehitlerin önemli bir paya sahip olduğu diğer bazı araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Zebentbauer and Grosch 1998; Schieberle and Grosch 1985). Aldehitlerle ilgili dikkat çeken bir sonuç ise ekmek kabuğunun oktanal içermemesidir.

Ketonlar temel olarak enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları sonucu oluştuğundan (Martinez-Anaya 1996) ekmek içi ve hamurda miktarları oldukça

düşüktür. Ekmek kabuğunda miktar bakımından yüksek bulunan iki keton 2,3-Pentanedion ve 1-(1H-pirol-2-yl) Ethanon'dur. Hamurda ve ekmek içerisinde 2-metil, 3-Oktanon'a rastlanamazken, ekmek kabuğunda bu bileşik belirli bir düzeyde belirlenmiştir.

Hamur fermentasyonu sırasında oluşan en önemli ester bileşiğinin etil asetat olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.31'den de görüldüğü üzere ekmek içinde ve kabukta bu bileşiğin miktarı düşmektedir. Miktar açısından önemli bir bileşik olan hekzil bütanoat ise her 3 örnek tipinde de benzer sonuçlar vermiştir. Etil oktanoat ise kabuk kısmında belirlenememiştir. Asetik asit etenil ester ise hamurda belirlenememiştir (Çizelge 4.31) Esterler içerisinde miktar bakımından en fazla bulunan bileşiğin etil asetat olduğu diğer araştırmalarda da ortaya konulmuştur (Hansen *et al.* 1989a; Plesas *et al.* 2008b; Gerçekaslan 2012). Etil asetat, etil laktat ve etil süksinat ekmek aroması üzerinde önemli etkileri olan esterlerdir. Bu bileşiklerden etil laktat ve etil süksinat pişirme sırasında oluşmaktadır (Özkaya 1984).

Aromatik hidrokarbonlar içerisinde majör bileşik olarak toluen belirlenmiştir. 1-etil-3-metil benzen, 1, 2, 4-trimetil benzen ve 1,2-dimetoksi benzen sadece hamurda ve ekmek içinde belirlenmiştir. Aromatik hidrokarbonlar grubuna giren stiren ise ekmek içerisinde daha yüksek miktarda belirlenmiştir (Çizelge 4.31).

Maillard reaksiyonu ürünü olan pirazinler (Karaoğlu ve Kotancılar 2003) ekmek kabuğunda uçucu bileşikler içerisinde önemli bir paya sahiptir. Pirazin metil, pirazin etil, pirazin 2,3-dimetil, etanol-1-(2-furanil), pirazin-2-etil-6-metil, pirazin-2-etil-3-metil ve pirazin-2-etenil-6-metil bileşikler sadece kabuk kısmında belirlenmiştir. Bu bileşiklerden pirazin metil, etanol-1-(2-furanil), pirazin-2-etil-6-metil, pirazin-2-etil-3-metil, pirazin etil miktarları oldukça yüksektir (Çizelge 4.31).

Diğer bileşikler grubu içerisinde en fazla bulunan bileşik ise 1-(2- Furanil) etanol'dür. 2-pentil furan ise hem ekmek içinde hem de ekmek kabuğunda belirlenmiştir. Ekmek hamurundaki miktarı ise oldukça düşüktür. Furan türevlerinin ekmek kabuğunda

pişirme sırasında şekerlerin termal degradasyonundan oluştuğu bildirilmektedir (Karaoğlu ve Kotancılar 2003; Martinez-Anaya 1996). Ayrıca bazı bileşiklerin amino asitlerin yoğun olduğu Maillard reaksiyonlarının ara ürünleri olduğu, furan türevlerinin şeker tipinden çok amino asitlerden etkilendiği de belirtilmektedir (Karaoğlu ve Kotancılar 2003).

Çizelge 4.31. Örnek tipi değişkenine ait uçucu bileşik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bileşiğin İsmi	Örnek Tipi		
	Hamur	Ekmek İçi	Kabuk
ALKOLLER			
Etanol	387,31±87,04a	421,92±53,92a	173,03±46,05b
3-metil bütanol	0±0,00b	0±0,00	43,82±13,32a
2-metil bütanol	0±0,00b	0±0,00b	28,11±6,96a
1-Bütanol	4,83±2,72b	7,09±1,18a	2,36±1,10c
İzoamil alkol	2,71±2,48a	1,77±1,87a	0±0,00b
1-Hekzanol	6,41±2,14a	3,99±1,32b	0±0,00
2-Furan metanol	0±0,00b	0±0,00b	13,64±6,4a
1-Oktan-3-ol	10,05±4,08a	8,74±5,87	8,40±9,50a
2-Etil-1-hekzanol	2,53±2,01b	5,53±4,22a	5,83±4,46a
Feniletil alkol	0,70±1,30b	3,18±3,82ab	5,18±4,94a
2-(2-bütoksi etoksi) etanol	4,26±15,58a	5,55±12,04a	7,79±15,07a
ALDEHİTLER			
Asetaldehit	10,38±5,94a	0,84±1,60b	1,67±3,42b
2-metil propanal	0±0,00b	0±0,00b	8,84±3,03a
Hekzanal	11,28±3,30b	14,70±4,03a	15,76±6,21a
Furfural	0±0,00b	3,52±2,38b	92,53±20,85a
2- Etilpent-2 enal(E)	0±0,00b	0±0,00b	4,48±2,13a
Heptanal	1,83±1,74a	2,84±2,02a	6,92±13,18a
Trans-2-heptenal	2,86±3,25b	5,25±1,64a	4,13±2,52ab
Benzaldehid	3,14±3,62b	16,67±4,16a	15,39±2,67a
Oktanal	1,88±2,64ab	5,35±9,47a	0±0,00b
Benzenasetaldehid	0,87±2,39b	2,69±3,68b	45,96±1576a
Nonanal	3,60±3,87b	5,49±3,74b	13,64±6,49a
Trans-2-nonenal	0±0,00b	0±0,00b	4,69±3,18a
Dekanal	0,56±1,03a	1,32±3,13a	2,19±2,92a
Benzenasetaldehid alpha etiliden	0±0,00b	0±0,00b	7,14±4,56a

Çizelge 4.31. (devam)

KETONLAR			
2,3-Pentanedion	0,30±0,88b	0,34±0,95b	4,89±5,22a
2-metil, 3-Oktanon	0±0,00b	0±0,00b	3,28±2,48a
2-siklopenten-1-on,-hidroksi-3-metil	0±0,00a	0,89±2,69a	0,83±1,11a
1-(1H-pirol-2-yl) Ethanon	0±0,00b	3,29±10,53b	9,22±7,06a
ESTERLER			
Asetik asit etenil ester	0±0,00b	0,45±1,80b	2,10±1,94a
Etil asetat	55,35±20,78a	10,92±17,16b	4,83±3,07b
Bütil propionat	2,02±2,43a	2,25±1,90a	4,28±12,30a
Bütil bütanoat	1,36±5,12a	4,01±16,04a	4,02±5,00a
Propil hekzanoat	4,11±4,41a	7,60±15,27a	3,88±15,52a
Hekzil bütanoat	10,20±25,60a	9,06±16,90a	11,788,02a
Etil oktanoat	0,86±1,74b	3,79±6,56a	0±0,00b
AROMATİK HİDROKARBONLAR			
Toluen	2,46±9,16a	6,17±7,60a	6,68±3,34a
Stiren	0,66±1,47b	1,88±2,15a	0,73±0,87b
1-etil-3-metil benzen	0,32±0,78b	1,87±1,99a	0±0,00b
1, 2, 4-trimetil benzen	0,34±1,37b	1,22±1,10a	0±0,00b
1,2-dimetoksi benzen	0,16±0,46b	1,31±1,89a	0±0,00b
DİĞER BİLEŞİKLER			
1H-pirol -1-benzensülfonil	0,71±2,23a	2,22±2,88a	1,82±3,19a
Metil pirazin	0±0,00b	0±0,00b	28,89±12,83a
2,4-dimetil tiyofen	0,06±0,25b	1,20±0,91b	3,91±2,66a
2,6-dimetil pirazin	0,28±0,52b	0,94±1,30b	19,51±8,66a
Etil pirazin	0±0,00b	0±0,00b	12,17±5,51a
2,3-dimetil pirazin	0,04±0,16b	0±0,00b	4,84±2,64a
1-(2- furanil) etanol	0±0,00b	0±0,00b	45,96±41,19a
N-metil-1,3-ditiyoizindolin	2,28±9,10a	4,06±10,79a	5,78±7,08a
2 -pentil furan	0,24±0,39c	12,71±3,18a	10,03±2,76b
2-etil-6-metil pirazin	0±0,00b	0±0,00b	27,32±11,78a
2-etil-3-metil pirazin	0±0,00b	0±0,00b	12,44±10,25a
D-Limonen	1,48±1,75b	6,16±2,09a	0,93±1,69b
2-etenil-6-metil pirazin	0±0,00b	0±0,00b	3,80±4,26a
3-etil-2-metil1,3-hekzadien-(Z)	1,78±1,81a	0,77±2,21ab	0±0,00b
2,3-dihidro, 1H-indol	0±0,00b	0,21±0,60b	5,88±4,70a
1-metil-2-fenil,1H-indol	0,48±1,01ab	0,69±0,90a	0±0,00b
N-etil-1,3-ditiyoizindolin	0,84±1,57a	0,73±1,36a	2,16±4,49a

5. SONUÇ

Mevcut bu araştırma, nohut mayası ve hamurundan izole ve identifiye edilen *L. brevis* FK2, *Lac. lactis* FK5 ve *L. plantarum* FK25 suşlarının nohut mayası ekmeğinin uçucu profili ile tekstür, renk ve bazı kalite parametrelerine etkilerini belirlemek amacı ile kurulmuş ve yürütülmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulardan aşağıda belirtilen genel sonuç ve önerilere varılmıştır.

1. Araştırmada kullanılan *L. brevis* FK2, *Lac. lactis* FK5 ve *L. plantarum* FK25 suşlarının genotipik identifikasyon sonuçlarının fenotipik identikasyon sonuçlarına uygun olduğu belirlenmiştir.

2.Kontrol grubu deneme hamurunda pH değerinin 4,84-4,91 arasında değiştiği tespit edilmiştir. *L. Brevis* FK2, *Lac. lactis* FK5 ve *L. plantarum* FK25 içeren gruplarda ise pH değeri sırasıyla 4,86-4,88, 4,83-4,89 ve 4,84-4,92 olarak belirlenmiştir. Ekmek içi örneklerde ise deneme hamurlarına göre kısmen de olsa pH değerinde bir artış gözlenmiştir. Bu artış 5 günlük ekmeklerde daha fazla olmuştur. Ancak gerek deneme hamuru gerekse ekmek içi örneklerine ait pH değerleri üzerinde laktik asit bakteri suşu kullanımının istatistiki açıdan önemli bir etkisi görülmemiştir. Bu sonuç nohut süzüntüsü kullanılarak hazırlanan nohut mayası hamurunda spontan olarak bulunan laktik asit bakterileri, mayalar gibi mikroorganizmaların iyi bir gelişme göstererek pH'yı düşürdüğünü göstermektedir. Diğer bir ifade ile kullanılan suşlar nohut mayası ekmeğinde pH açısından etkin bir rol oynamamaktadır.

3. Starter kültür kullanımı deneme hamurlarının L* ve b* değerleri üzerinde önemli ölçüde etkili olmuştur. Ancak laktik asit bakteri suşu kullanımı a* değeri üzerinde herhangi bir etki göstermemiştir. Açıklık ve koyuluğun ölçüsü olan L değeri *L. brevis* FK2 ve *Lac. lactis* FK5 ile hazırlanan hamur örneklerinde kontrol hamuruna ve *L. plantarum* FK25 ile hazırlanan hamur örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. *L. brevis* FK2 ve *Lac. lactis* FK5 suşlarını içeren hamurlarda diğer gruplara ait hamuralara göre daha düşük b* değeri tespit edilmiştir.

4. Starter kültür kullanımı ekmek içi a^* değeri üzerinde önemli bir değişime neden olurken, L^* ve b^* değeri üzerinde herhangi bir etki göstermemiştir. Kontrol grubu en yüksek ekmek içi a^* değerini vermiştir ancak bu gruba ait ortalama değer *L. brevis* FK2 kullanılarak hazırlanan ekmeklerin ortalama a^* değerinden istatistiki olarak bir fark göstermemiştir. Diğer taraftan laktik asit bakteri suşu içeren gruplar arasında istatistiki açıdan bir farklılık sözkonusu olmamıştır.

5. Starter kültür kullanımı ekmek kabuğunda ekmek içi rengine göre daha farklı sonuçlar vermiştir. Starter kültür kullanımı ekmek içi rengi a^* değeri üzerinde etkili olurken ekmek kabuğunun a^* değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etki göstermemiştir. Starter kültür kullanımı ekmek kabuğu örneklerinin L^* ve b^* değerleri üzerinde etkili olmuştur. En yüksek ortalama L^* değeri *L. plantarum* FK25 varlığında tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre araştırmada kullanılan suşlardan sadece *L. brevis* FK2 ve *L. plantarum* FK25 suşları L^* değerinde önemli bir artışa neden olmaktadır. Ekmek kabuğu renk değerlerine ait tüm sonuçlar dikkate alındığında starter kültür kullanımının a^* değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, *L. plantarum* FK25'in L^* ve b^* değerlerinde önemli artışlara neden olduğu söylenebilir.

6. Starter kültür kullanımının hacim, ağırlık ve spesifik hacim değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. *L. brevis* FK2 obligat heterofermantatif bir suş olmasına rağmen ekmek hacminde önemli bir değişikliğe sebep olmamıştır.

7. Starter kültür kullanımı ekmeğin kabuğu ve içine ait nem değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu ana varyasyon kaynağın kabuğa yakın bölgenin nem değerleri üzerinde ise istatistiki açıdan herhangi bir öneme sahip değildir. Depolama süresi değişkeni ise ekmeğin kabuğu, içi ve K.Y.B'nin nem değerleri üzerinde çok önemli etki göstermiştir. *Lac. lactis* FK5 ile hazırlanan ekmeklerin kabuğuna ait ortalama nem değeri diğer grupların (Kontrol, *L. brevis* FK5, *L. plantarum* FK25) ortalama nem değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Ekmeklerin iç kısmında ise en düşük değeri *L. plantarum* FK25 içeren grup vermiştir. Nem değeri depolama süresi ilerledikçe kabuk

kısımında artmış, iç kısımda ise azalma göstermiştir. K.Y.B'den alınan örneklerde de iç kısımlarda olduğu gibi nem değerinde azalma gözlenmiştir.

8. Starter kültür kullanımı nem değerlerinde olduğu gibi hem ekmek kabuğu hem de ekmek içi a_w değerleri üzerinde istatistiki açıdan önemli farklılıklara neden olmuştur. Bu ana varyasyon kaynağı kabuğa yakın bölgede ise a_w üzerinde önemli bir etkiye sahip olmamıştır. Depolama süresinin de hem ekmek kabuğu hem de ekmek içinin a_w değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli etkileri olmuştur. Bu değişkenin kabuğa yakın bölgeden alınan örneklerin a_w değeri üzerinde herhangi bir etkisi saptanmamıştır. Kabuk kısmında en yüksek a_w değerini *Lac. lactis* FK5 vermiştir. Ekmeğin iç kısmında ise *Lac. lactis* FK5 içeren grup kontrol grubu ile aynı değeri vermiştir. Ekmek iç kısmında en düşük değeri *L. plantarum* FK25 içeren grup almıştır.

9. Kabuk kısmın da nem değerinde olduğu gibi süre ilerledikçe nem absorpsiyonu sonucu a_w değeri zamanla artış göstermektedir. Ekmeğin iç kısmında ise daha yavaş bir değişim olmuş ve tam aksine a_w değeri 5. günde önemli ölçüde düşmüştür.

10. Deneme ekmeklerinde belirlenen sertlik, yapışkanlık ve elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre farklı laktik asit bakteri suş kullanımı ekmek içi sertlik değerleri üzerinde önemli ölçüde etkili olmuştur. Bu ana varyasyon kaynağının yapışkanlık ve elastikiyet değerleri üzerinde ise herhangi bir etkisi olmamıştır. Depolama süresi ise sertlik ve yapışkanlık değerleri üzerinde çok önemli farklılıklara neden olmuştur. *L. brevis* FK2 en yüksek sertlik değerini vermiştir. Diğer gruplara ait ortalamalar arasında ise sertlik açısından istatistiki bir farklılık belirlenememiştir. Yapışkanlık açısından da *L. brevis* FK2 en yüksek değeri, elastikiyet açısından ise en düşük değeri vermiştir.

11. Depolama süresi artıkça sertlik değeri de artış göstermiş ve her üç güne ait ortalama sertlik değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Depolama süresi yapışkanlık üzerinde de etkili olmuş, süre ilerledikçe bu parametreye ait değer

düşmüştür. Depolama sırasında deneme ekmeklerinin elastikiyet değerlerinde düşüşler kaydedilmiş ancak farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

12. Starter kültür kullanımı kohesivlik ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde etki göstermemiştir. Buna karşın sakızımsılık parametresi starter kültür kullanımından önemli ölçüde etkilenmiştir. Depolama sırasında ise kohesivlik, çiğnenebilirlik ve sakızımsılık parametrelerine ait değerlerde önemli farklılıklar gözlenmiştir. En düşük kohesivlik değerini *L. plantarum* FK25, en yüksek kohesivlik değerini ise *Lac. lactis* FK10 vermiştir. Ancak bu iki suşa ait ortalamalar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Çiğnenebilirlik açısından da bazı gruplara ait ortalamalar yüksek bulunmasına rağmen tüm gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Elde edilen sonuçlara göre kullanılan suşlar içerisinde *L. brevis* FK2 sakızımsılık değerini önemli ölçüde artırmaktadır. Depolama süresi ilerledikçe ekmek içi kohesivlik değeri düşmüş, buna karşın sakızımsılık değeri ise artmıştır.

13. Deneme ekmeklerinde alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler, aromatik hidrokarbonlar ve diğer bileşikler olmak üzere 6 farklı kimyasal gruba dahil toplam 58 bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşiklerden 11'i alkoller, 14'ü aldehitler, 4'ü ketonlar, 7'si esterler ve 5'i aromatik hidrokarbonlar kimyasal grubuna dahildir. On yedi bileşik ise diğer bileşikler grubu adı altında toplanmıştır.

14. Uçucu bileşikler üzerinde örnek farklılığı (hamur, ekmek içi ve ekmek kabuğu) starter kültür değişkenine göre daha çok sayıda uçucu bileşik üzerinde etkili olmuştur. Laktik asit bakteri kullanımı alkoller üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. Gerek kontrol grubunda gerekse gruplarında alkoller içerisinde dominant bileşik etanol'dür. Miktar açısından belirlenen diğer önemli alkoller ise 3-metil bütanol, 2-metil bütanol, 1-bütanol ve 1-oktan-3-ol'dür.

15. Aldehitler içerisinde dominant bileşik olmasa da hekzanal belirli bir düzeyde bulunmuştur. En yüksek ortalama hekzanal değeri *L. plantarum* FK25 kullanılarak

üretileen grupta belirlenmiştir. Ekmek aroması açısından önemli diğeri bir bileşik olan asetaldehit üzerinde de starter kültür değışkeninin önemli etkisi görülmemiştir.

16. Ekmek aroması üzerinde önemli bir bileşen olan etil asetat *L. brevis* FK2 varlığında en yüksek ortalama değeri vermiştir. Ancak bu suşa ait ortalama değeri aynı cinse ait *L. plantarum* FK25'e ait ortalama değeri istatistiki olarak bir farklılık göstermemiştir. Diğeri bileşikler içerisinde tanımlanan 2,3-dihidro, 1H-indol starter kültür mevcudiyetinde önemli ölçüde azalma göstermiş ve kontrol grubuna ait ortalama diğeri gruplara ait ortalamalardan oldukça düşük bulunmuştur. Alkoller içerisinde önemli bir paya sahip olan etanol en düşük ortalama değeri ekmek kabuğunda göstermiştir. Alkoller içerisinde 3-metil bütanol, 2-metil bütanol ve 2-furan metanol sadece kabuk kısmında belirlenmiştir. İzomil alkol ile 1-hekzanol ise kabuk kısmında belirlenememiştir.

17. Karbonilli bileşikler içerisinde yer alan asetaldehit ise nohut ekmeğinin iç ve kabuk kısmında hamura göre daha düşük değeri vermiştir. Buna karşın 2-metil propanal sadece kabuk kısmında belirlenmiştir. Hekzanal ise ekmek içinde ve kabuğunda artış göstermiştir. Furfural ekmek hamurunda belirlenemezken, ekmek içinde düşük bir düzeyde, ekmek kabuğunda ise oldukça yüksek bir oranda belirlenmiştir.

18. Temel olarak enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları sonucu oluşan ketonların ekmek içi ve hamurdaki miktarları oldukça düşük bulunmuştur. Ekmek kabuğunda miktar bakımından yüksek bulunan iki keton 2,3-Pentanedion ve etanon, 1-(1H-pirol-2-yl) Ethonon'dur.

19. Hamur fermentasyonu sırasında oluşan en önemli bileşik asetaldehit olduğu tespit edilmiştir. Bu bileşiğin miktarı ekmek içinde ve kabukta düşmüştür. Aromatik hidrokarbonlar içerisinde ise toluen'in majör bileşik olduğu belirlenmiştir. Bu gruba giren stiren ise ekmek içerisinde daha yüksek miktarda belirlenmiştir.

20. Maillard reaksiyonu ürünü olan pirazinlerin ekmek kabuğunun uçucu bileşikleri içerisinde önemli bir paya sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bileşiklerden metil pirazin, 1-(2- Furanil) etanol, 2-etil-6-metil pirazin, 2-etil-3-metil pirazin, etil pirazin miktarları oldukça yüksektir.

21. Pişirme sırasında şekerlerin termal degradasyonundan oluşan furan türevlerinden olan 2 -pentil furan hem ekmek içinde hem de ekmek kabuğunda belirlenmiştir. Ekmek hamurundaki miktarı ise oldukça düşüktür.

Sonuç olarak; nohut hamuru ve nohut mayasından izole edilen *L. brevis* FK2, *Lac. lactis* FK5 ve *L. plantarum* FK25 suşlarının fermentasyon sırasında pH’da önemli bir değişikliğe neden olmadığı, nohut mayasında spontan olarak bulunan mikroorganizmaların arzu edilen pH düşüşünü gerçekleştirdiği, starter kültür kullanımının ekmek içinde a* değeri, ekmek kabuğunda ise L* ve b* değerleri üzerinde etkili olduğu, starter kültür kullanımının hacim, ağırlık ve spesifik hacim değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı, kullanılan suşların ekmek kabuğu ve içinin nem değerleri üzerinde etkili olduğu ve ekmek içinde en düşük değeri *L. plantarum* FK25 içeren grubun aldığı, kullanılan suşların ürünün tekstürel özellikleri üzerinde etkili olduğu ve *L. brevis* FK2 en yüksek sertlik ve yapışkanlık değerini, elastikiyet açısından ise en düşük değeri verdiği, sakızımsılık parametresinin starter kültür kullanımından önemli ölçüde etkilendiği, starter kültür kullanımının çok az sayıda bileşik üzerinde etkili olduğu, ekmek aroması üzerinde önemli bir bileşen olan etil asetatın *L. brevis* FK2 ve *L. plantarum* FK25 varlığında arttığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akçin, A., 1988. Yemeklik Tane Baklagiller. Selçuk Üniversitesi Yayınları 43, Ziraat Fakültesi Yayınları, 8, 377 s, Konya.
- Aponte, M., Boscaino, F., Sorrentino, A., Coppola, R., Masi, P., Romano A., 2013. Volatile compounds and bacterial community dynamics of chestnut-flour-based sourdoughs. *Food Chemistry*, 141, 2394–2404.
- Aydın, F., 1995. Sıvı Ferment ve Sponge-hamur metotlarıyla ekmek üretiminde diastatik preparat ve laktik starter kültür katkılarının hamurun olgunlaşması ve ekmeğin bazı kalitatif ve aromatik özelliklerine etkisi. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Aydın, F., 2000. Starter cultures in breadmaking. Blacksea and Central Asian Symposium on Food Technology, Ankara
- Aydın, F. and Çetin, B., 2001. Ekşi hamur metodu ve seçilmiş mikroorganizmaların ekmek üretiminde kullanılması. XII. Biyoteknoloji Kongresi, Balıkesir.
- Barış, Ö., 2009. Erzurum ilindeki mağaralardaki damlataşı oluşumunda etkili bakterilerin izolasyonu, karakterizasyonu ve tanısı. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Erzurum.
- Bartkiene, E., Schleining, G., Juodeikiene G., Vidmantienė, D., Krungleviciute, V., Rekštyte, T., Basinskiene, L., Stankevicius, M., Akuneca, I., Ragazinskiene O. and Maruska A., 2014. The influence of lactic acid fermentation on biogenic amines and volatile compounds formation in flaxseed and the effect of flaxseed sourdough on the quality of wheat bread. *Food Science and Technology*, 56, 445-450.
- Baykara, P., 2006. Geleneksel nohut mayasının endüstriyel beyaz buğday unu ekmeği üretiminde kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Birch, A.N., Petersen, M.A. and Hansen Å.S., 2013a. The aroma profile of wheat bread crumb influenced by yeast concentration and fermentation temperature. *Food Science and Technology*, 50, 480-488.
- Birch, A.N., Petersen, M.A., Arneborg, N. and Hansen Å.S., 2013b. Influence of commercial baker's yeasts on bread aroma profiles. *Food Research International*, 52, 160–166.
- Bolourian, S., Haddad Khodaparast, M.H., Movahhed, G.G. and Afshary, M., 2010. Effect of lactic fermentation (*Lactobacillus plantarum*) on physicochemical, flavor, staling and crust properties of semi volume bread (Baguette). *World Applied Sciences Journal*, 8(1), 101-106.
- Cho, I.H. and Peterson, D.G., 2010. Chemistry of bread aroma: A review. *Food Science and Biotechnology*, 19, 575-582.
- Clarke, C.I., Schober, T.J. and Arendt, E.K., 2002. Effect of single strain and traditional mixed strain starter cultures on rheological properties of wheat dough and on bread quality. *Cereal Chemistry*, 79, 640-647.
- Corsetti, A., Gobetti, M., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. and Rossi, J., 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. *Journal of*

- Food Science, 63, 347-351.
- Corsetti, A., Gobbetti, M., De Marco, B., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. and Rossi, J., 2000. combined effect of sourdough lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, 3044-3051.
- Çebi, K., 2009. Nohut mayası ve hamurundan laktik asit bakterilerinin izolasyonu ve identifikasyonu. Yüksek lisans Tezi Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim dalı, Erzurum.
- Dığrak, M. ve Özçelik, S., 1991. Elazığ ve yöresinde kullanılan ekşi mayanın bileşimi, morfolojik,fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri.Gıda Teknolojisi Dergisi, 16, 325-331.
- Dikbaş, N., 2003. Vakfıkebir Ekmeğinin Mikroflora ve Aroma Maddelerinin Tespiti. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Erzurum.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 2000. Tahıl ileme teknolojisi. Atatürk üni. Ziraat fak., yayın no:97, 481 s, Erzurum.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. ve Kotancılar, H.G., 2002. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu. (3. baskı) Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Ders Kitapları Serisi No: 82. Erzurum. s:245.
- Ercan, R., Özkaya, H.,1985. Ekmeğın bayatlaması. Ankara üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi A.B.D.
- Ercan, R.E. ve Bildik, E., 1993. Ekmeğın bayatlaması ve etki yapan faktörler. Un Mamuleri Dünyası, 2, 10-14.
- Gerçekaslan K.E., 2012.Vakfıkebir Ekmek Hamurundan Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu-İdentifikasyonu Ve Ekmek Üretiminde Kullanılabilme İmkanları. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gobbetti, M., Corsetti, A., Rossi, La Rosa, F. and De Vincenzi, S., 1994. The sourdough microflora. Identification and clustering of lactic acid bacteria and yeasts from sourdoughs of Central Italy. Italian journal of Food science, 1, 85-94.
- Gobbetti, M., Simonetti, M.S., Corsetti, A. Santinelli, F., Rossi, J. and Damiani, P., 1995. Volatile compound and organic acid productions by mixed wheat sour dough starters: influnce of fermentatıon parameters and Dynamics during baking. Food Microbiology, 12, 497-507.
- Guerzoni, M.E., Vernocchi, P., Ndagijimana, M., Gianotti, A. and Lanciotti, R. 2007. Generation of aroma compounds in sourdough: Effects of stres exposure and lactobacilli-yeasts interactions. Food Microbiology, 24, 134-148.
- Gül, H., 2005. Sourdough bread production with lactobacilli and *S. Cerevisiae* isolated from sourdoughs. Process Biochemistry, 40, 691–697.
- Güngör, A. C. 2000. Sofraların Değışmez Yıyeceğı : Ekmek. Skylife, 06.
- Hancıoğlu Sıkılı, Ö., 2003. Nohut mayasının mikrobiyolojik ve lezzet karakteristiklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Hansen, A., Lund, B. and Lewis, M.J., 1989a. Flavour production and acidification of sourdoughs in relation to starter culture and fermentation temperature. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie, 22, 145-149.
- Hansen, A., Lund, B. and Lewis, M.J., 1989b. Flavour of sourdough rye bread crumb. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 22, 141-144.

- Hansen, A. and Hansen, B. 1996. Flavour of sourdough wheat bread crumb. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 202, 244-249.
- Hansen, A. and Schieberle, P., 2005. Generation of aroma compounds during sourdough fermentation: applied and fundamental aspects. *Trends in Food Science and Technology*, 16, 85-94.
- Hatzikamari, M., Kyriakidis, N., Tzanetakis, N., Biliaderis, C.G. and Tzanetaki, E.L., 2007a. Biochemical changes during a submerged chickpea fermentation used as a leaving agent for bread production. *European Food Research and Technology*, 224, 715-723.
- Hatzikamari, M., Yiangou, M., Tzanetakis, N. and Tzanetaki, E.L., 2007b. Changes in numbers and kinds of bacteria during a chickpea submerged fermentation used as a leavening agent for bread production. *International Journal of Food Microbiology*, 116, 37-43.
- Jackel, S.S., 1969. Fermentation flavors of white bread. *Baker's Digest*. 43, 24-28.
- Karaoğlu, M.M., 2002. Farklı sıcaklık ve sürelerde muhafaza edilen kısmi pişmiş ekmeklerin teknolojik ve mikrobiyolojik özellikleri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Erzurum.
- Karaoğlu, M.M. and Kotancılar, H.G., 2003. Tahıl ürünlerinde aroma maddeleri: I. Ekmek. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34, 255-261.
- Katina, K., Sauri, M., Alakomi, H.L. and Mattila-Sandholm, T., 2002. Potential of lactic acid bacteria to inhibit rope spoilage in wheat sourdough bread. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 35, 38-45.
- Kefelas, P., Kotzamanıdis, S., Sabanis, D., Yupsani, A., Kefala L. D., Kokkalı, A. and Yupsanis, T., 2009. Bread making of durum wheat with chickpea sourdough or compressed baker's yeast. *Journal of Food Quality*, 32, 644-668.
- Kim, Y., Huang, W., Zhu, H. and Rayas-Duarte, P., 2009. Spontaneous sourdough processing of Chinese Northern-style steamed breads and their volatile compounds. *Food Chemistry*, 114, 685-692.
- Kirchhoff, E. and Schieberle, P., 2002. Quantitation of odor-active compounds in rye flour and rye sourdough using a stable isotope dilution assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5311-5378.
- Köksel, H., Sivri, D., Scanlon, M. G. and Bushuk W. 1998. Comparison of physical properties of raw and roasted chickpeas (leblebi) *Food Research International*, 31(9), 659-665,
- Köten, M. ve Ünsal, S., 2006. Şanlıurfa yöresine özgü "tırnaklı ve açık (lavaş)" ekmeklerin bazı kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3/4), 57-62.
- Kurucu A., 1997. Ekmek yapımında laktik starter kültür kullanımı (Y. Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri enstitüsü, Ankara.
- Margalith, P.Z., 1981. Flavor in the panary Fermentation, In "flavor microbiology", Ed: Charles C, Thomas Publisher, USA, 156-172.
- Martinez-Anaya, M.A., Pitarch, B. and Benedito de Barber, C., 1993. Biochemical characteristics and breadmaking performance of freeze-dried wheat sour dough starters. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 196, 360-365.
- Martinez-Anaya, M.A., 1996. Enzymes and bread flavor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 2470-2480.

- Martinez-Anaya, M.A., 2003. Associations and interactions of microorganisms in dough fermentations: effects on dough and bread characteristics. In: Handbook of Dough Fermentations, Eds: Kulp, K. and Lorenz, K., , New York, pp. 63–95.
- Özdeştan, Ö., Alpözen, E., Güven, G. and Üren, A., 2012a. Monitoring of biyogenic amines in Kumru: a traditional fermented cereal food. International Journal of Food Properties, 15, 972–981.
- Özdeştan, Ö., Güven, G., Alpözen, E., Gövercin, İ. and Üren, A., 2012b. Determination of some chemical properties of Kumru : a traditional fermented cereal food .Gıda 37 (6), 309-315.
- Özkaya, H., 1984. Ekmek aroması ve buna etkili faktöeler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım ürünleri Teknolojisi Bölümü, Ankara.
- Özkaya, B., 1992. Starter kültür olarak paket mayası eksi hamur mayası ve nohut mayasının hamurun reolojik özellikleri ve ekmegin kalitesine etkileri (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Plessas, S., Bekatorou, A., Gallanagh, J., Nigam, P., Koutinas, A.A. and Psarianos, C. 2008a. Evolution of aroma volatiles during storage of sourdough breads made by mixed cultures of *Kluyveromyces marxianus* and *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* or *Lactobacillus helveticus*. Food Chemistry, 107, 883–889.
- Plessas, S., Bekatorou, A., Gallanagh, J., Nigam, P., Koutinas, A.A. and Psarianos, C. 2008b. Evolution of aroma volatiles during storage of sourdough breads made by mixed cultures of *Kluyveromyces merxianus* and *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* or *Lactobacillus helveticus*. Food Chemistry, 107, 883-889.
- Rehman, S., Paterson, A. and Piggott, J.R. 2006. Flavour in Sourdough Breads: a review. Trends in Food Science and Technology, 17, 557-566.
- Ruiz, J.A., Quilez, J., Mestres, M. and Guasch, J., 2003. Solid-phase microextraction method for headspace analysis of volatile compounds in bread crumb. Cereal Chemistry, 80, 255-259.
- Sayar, S., Koksel, H. and Turhan, M., 2005. The Effects of Protein-Rich Fraction and Defatting on Pasting Behavior of Chickpea Starch. Starch/Stärke, 57, 599–604.
- Schieberle, P. and Grosch, W., 1987. Evaluation of the flavour of wheat and rye bread crusts by aroma extract dilution analysis. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 185, 11-113.
- Sınmaz, E., 2013. Pastırmaların laktik asit bakterilerinin izolasyonu ve identifikasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Turantaş, F. 1999. Fermantasyonda rol oynayan mikroorganizmalar. Gıda Mikrobiyolojisi, 2. Baskı, Ed: A. Ünlütürk ve F. Turantaş. Mengi Tan Basımevi, Çınarlı, İzmir, 425-445.
- Ünal, S. ve Kartelli, S., 1986. İzmirde farklı yöntemlerle üretilen ekmeklerin nitelikleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Ünlütürk, A. ve Akbulut, N., 1984. Ekmek mayası üretiminde temel elkeler. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F., 1999. Gıda mikrobiyolojisi (II. Baskı). Mengi Tan Basımevi, İzmir, 598s.
- Wood, B.J. and Hodge, M.M., 1985. Yeast-lactic acid bacteria interactions and their contribution to fermented foodstuffs, in “microbiology of fermented foods”.

- Volume 1. Ed; Wood, B.J.B. Elsevier Applied Science Publishers London, 263-293.
- Yılmaz, M., 2002. Ekşi hamur ile ekmek yapımı ve ekşi hamur mikroflorası, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda bilimi ve Teknolojisi Anabilimdalı, Erzurum.
- Zehentbauer, G. and Grosch, W. 1998. Crust aroma of Baguettes I. Key odorants of Baguettes prepared in two different ways. *Journal of Cereal Science*, 28, 81-92.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Araklı'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Araklı'da tamamladı. 2001 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünden 2005 yılında mezun oldu. 2009 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl, aynı bölümde doktora eğitimine başladı. 2009 yılında Erzincan Üniversitesi Çayırılı Meslek Yüksekokulunda Öğretim Görevlisi olarak başladığı görev hayatını devam ettirmektedir.