



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



**SİYEZ (*Triticum monococcum* L.) UNUNUN EKŞİ MAYALI EKMEKTEN
ÜRETİLMİŞ PEKSİMETTE KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sümeyye ÇAĞLAR

**EKİM 2020
GÜMÜŞHANE**

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SİYEZ (*Triticum monococcum* L.) UNUNUN EKŞİ MAYALI
EKMEKTEN ÜRETİLMİŞ PEKSİMETTE KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sümeyye ÇAĞLAR

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

“Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı”

Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 03/11/2020

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 16/10/2020

EKİM 2020

Bu çalışma GUBAP projeleri kapsamında desteklenmiştir. Proje No: 19.F5115.07.03

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum “**Siyez (*Triticum monococcum* L.) Ununun Ekşi Mayalı Ekmekten Üretilmiş Peksimette Kullanımı**” isimli yüksek lisans tez çalışmasında; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 16/10/2020

Sümeyye ÇAĞLAR

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SİYEZ (*Triticum monococcum* L.) UNUNUN EKŞİ MAYALI
EKMEKTEN ÜRETİLMİŞ PEKSİMETTE KULLANIMI**

Sümeyye ÇAĞLAR

Gümüşhane Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ferhat YÜKSEL

2020, 88 sayfa

Bu çalışma, besleyicilik özellikleri yüksek olan siyez ununun ekşi maya ile üretilen ekmeklerden elde edilen peksimet ürünlerinde kullanılabilirliğini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Siyez unu, peksimet üretiminde 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 g/100g oranlarında ilave edilerek kullanılmış ve elde edilen ekşi mayalı ekmekler, 50 °C de 24 saat kurutulup peksimet haline getirilmişlerdir. Üretilen peksimet örnekleri bir öğütücü yardımıyla un haline getirilmiş ve analizlerin yapılmasına kadar geçen sürede 4 °C’ de saklanmıştır. Elde edilen peksimetlerde fizikokimyasal, renk, besinsel, akrilamid, aroma ve duyu analizleri yapılmıştır.

Formülasyona ilave edilen siyez unu miktarı arttıkça peksimet örneklerinin kül içeriğinin de arttığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). Peksimet örneklerinin kül içerikleri 1.15 ile

1.52 g/100g arasında değişmiştir. Yağ oranı 1.16 ile 5.79 g/100g arasında değişen peksimet örneklerinde artan siyez unu katkısı ile yağ miktarının anlamlı bir şekilde azaldığı görölmüştür ($P<0.05$). Ayrıca 10.02 g/100g ile en yüksek protein oranı 40 g/100g siyez unu katkılı peksimet örneği aittir. Örneklerin renk değerleri siyez unu katkısı ile anlamlı şekilde değişim göstermiştir. Katkı miktarı artıkça a^* ve b^* değerleri artış gösterirken L^* değeri azalış sergilemiştir. Örneklerin toplam diyet lif içerikleri 3.00 ile 6.17 g/100g arasında değişim göstermiş ve siyez unu örneklerin diyet lif içeriklerinde anlamlı bir artış sağlamıştır ($P<0.05$). Dirençli nişasta miktarı ise kontrol grubunda 2.10 g/100g olarak bulunurken %50 siyez unu katkılı peksimet örneğinde 1.56 g/100g olarak bulunmuş ve dirençli nişasta miktarının artan siyez unu oranına bağlı olarak anlamlı bir şekilde azaldığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Akrilamid miktarlarının ise siyez unu miktarı ile orantılı olarak arttığı görölmüş ve bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).

Siyez unu ile zenginleştirilmiş ve ekşi mayalı ekmeklerden üretilmiş peksimetler üzerine yapılan çalışmamızın sonuçlarına göre siyez unu katkısı ile birlikte örneklerin glisemik indeks ve hidroliz indeksi değerlerinin azaldığı görölmüştür. Glisemik indeks değerleri 94.61 ile 89.23 arasında değişmiştir. Peksimet örneklerinin duyusal analiz sonuçlarının genel beğeni skorları incelendiğinde ise siyez unu katkısının genel beğeniye artırdığı görölmüştür. En beğenilen ürün formölasyonunun ise 50 g/100g siyez unu içeren peksimet örneği olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak siyez ununun ekşi mayalı peksimetlerde beslenme kalitesini artırmak amacıyla kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ekşi Maya Ekmek, Fonksiyonel Gıda, Peksimet, Siyez Unu.

ABSTRACT
MS THESIS

**USE OF EINKORN (*Triticum monococcum* L.) FLOUR IN PEKSIMET (RUSK)
PRODUCED FROM SOURDOUGH BREAD**

Sümeyye ÇAĞLAR

Gümüşhane University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ferhat YÜKSEL
2020, 88 pages

This study was carried out to investigate the utility of einkorn wheat flour, which has high nutritional properties, in the peksimet produced from sourdough breads. Sourdough breads were produced by the addition of einkorn wheat flour at ratios of 0, 10, 20, 30, 40 and 50 g/100g and processed to peksimet by drying at 50 °C for 24 h. The peksimet samples produced were ground into flour using a grinder and stored at 4 °C until analyses. Physicochemical, color, nutrition, acrylamide, aroma and sensory analyses were performed in the peksimet produced.

It was found that ash content of the peksimet samples increased depending on the increasing einkorn wheat flour amount added into the formulation ($p<0.05$). Ash content of the peksimet samples ranged from 1.15 to 1.52 g/100g. It was also observed that the fat

amount decreased significantly with the increasing einkorn wheat flour in the peksimet samples of which fat ratios ranged between 1.16 and 5.79 g/100g ($p<0.05$). Besides, the highest protein level (10.02 g/100g) belonged to the peksimet sample containing 40 g/100g einkorn wheat flour. The color values of the samples changed significantly with the addition of einkorn wheat flour. As the amount of additives increased, a^* and b^* values increased whereas L^* value decreased. Total dietary fiber content of the samples varied between 3.00 and 6.17 g/100g; and einkorn wheat flour provided a significant increase in the dietary fiber content of the samples ($p<0.05$). Resistant starch amount was detected to be 1.56 g/100 g in the peksimet sample containing 50% einkorn wheat flour while it was found that it was 2.10 g/100g in the control group it and decreased significantly ($p<0.05$) depending on the increasing einkorn wheat flour content. It was observed that acrylamide content increased in proportion to the einkorn flour level, and this increase was found to be statistically significant ($p<0.05$).

Based on the results of our study related to peksimet samples enriched with einkorn flour and produced with sour dough, glycemic index and hydrolysis index values of the samples were decreased with the addition of einkorn wheat flour. Glycemic index values ranged from 94.61 to 89.23. When overall acceptance scores in the sensory analysis of peksimet samples were examined, it increased with the addition of einkorn wheat flour. The most accepted product formulation was found to be peksimet sample containing 50 g/100g einkorn wheat flour. In conclusion, it was demonstrated that einkorn wheat flour could be used in sourdough peksimet in order to enhance its nutritional quality.

Keywords: Sourdough Bread, Functional Food, Rusk, Einkorn Wheat Flour

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Tez konumun belirlenmesinde, planlanmasında ve yürütülmesinde katkılarını ve desteğini esirgemeyen sayın danışman hocam Doç. Dr. Ferhat YÜKSEL'e; laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen başta Doç. Dr. Cemalettin BALTAÇI olmak üzere tüm hocalarıma ve meslektaşlarıma şükranlarımı sunarım. Gerek eğitim hayatım gerek özel yaşantımda bana daima ışık tutan ve yardımcı olan sevgili Öğr. Gör. Nur Deniz EYÜPOĞLU KARAOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Hayatım boyunca her anımda yanımda olan, sevgilerini ve desteklerini her zaman hissettiğim bana daima inanan ve güvenen aileme teşekkür ederim.

Sümeyye ÇAĞLAR
Gümüşhane, 2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Ekmek	3
1.2.1. Ekmeğin Bileşimi	5
1.2.2. Ülkemizde ve Dünyada Üretilen Ekmek Çeşitleri ve Tüketim Miktarları	8
1.2.3. Ekmekte Görülen Bazı Kusurlar.....	12
1.3. Ekşi Hamur	20
1.3.1. Ekşi Hamur Çeşitleri ve Yapım Yöntemleri.....	21
1.3.2. Ekşi Hamurun Ekmek Kalitesine Katkıları	22
1.3.3. Ekşi Hamurun Bayatlama Üzerinde Etkisi	23
1.3.4. Ekşi Hamurun Aroma Üzerine Etkisi	24
1.3.5. Ekşi Hamur Bakteri Florası	25
1.4. Peksimet.....	26
1.4.1. Genel Özellikler.....	27
1.4.2. Fonksiyonel Gıda.....	28
1.5. Siyez Buğdayı.....	30
1.6. Çalışmanın Amacı	33
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	34
2.1. Materyal ve yöntem	34
2.2. Örneklerin Üretimi.....	34
2.2.1. Ekşi Maya Üretimi.....	34
2.2.2. Ekmek Üretimi.....	35

2.2.3. Peksimet Üretimi	37
2.3. Gerçekleştirilen Analizler	38
2.3.1. Örneklerin Genel Bileşim Analizleri	38
2.3.2. In Vitro Nişasta Sindirilebilirliği ve Tahmini Glisemik İndeks	38
2.3.3. Diyet Lifi Analizi.....	39
2.3.4. Peksimet Örneklerinin Enzime Dirençli Nişasta Miktarlarının Belirlenmesi	39
2.3.5. Aroma Analizi	40
2.3.6. Peksimet Örneklerinin Akrilamid Miktarlarının Belirlenmesi	41
2.3.7. Duyusal Analiz	42
2.3.8. İstatistiksel Analiz	42
3. BULGULAR.....	43
4. TARTIŞMA	58
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	70
6. KAYNAKLAR	72
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. 1. Düz ekmeklerin sınıflandırılması (Qarooni 1996).	9
Şekil 1. 2. Ekmeğin bayatlaması sırasında nişasta granüllerinde meydana gelen değişimler (Yüksel, 2014).	15
Şekil 2.1. Örneklerin karışımı.	34
Şekil 2.2. Birinci gün sonu	34
Şekil 2. 3. Ekşi hamurun 10. gün sonundaki hali	35
Şekil 2.4. Hamurun açılması	37
Şekil 2.5. Hamurun sarılması	37
Şekil 2.6. Hamurun yuvarlanması	36
Şekil 2. 7. Dolaptan çıkartılan	38
Şekil 2. 8. Fırınlama öncesi	38
Şekil 2. 9. Fırınlanan hamurlar hamurlar ekmekler.	37
Şekil 2.10. Fırınlanan ekmek dilimleri	37
Şekil 2.11. Öğütülen ekmekler	37
Şekil 2.12. Aroma analizi düzeneği.	41
Şekil 2.13. Örneklerde aroma analizi	40
Şekil 2.14. Akrilamid analizi kalibrasyon eğrisi	42
Şekil 3. 1. Örneklerle ait renk değerleri.	45
Şekil 3. 2. Örneklerle ait toplam diyet lif içerikleri.	46
Şekil 3. 3. Örneklerle ait akrilamid verileri	47
Şekil 3. 4. Örneklerle ait toplam nişasta hidroliz eğrileri	48

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Bazı ekmek çeşitlerinin bileşimleri ve enerji değerleri.....	7
Tablo 1.2. Ekmek çeşitleri ve üretildikleri bölgeler	10
Tablo 1.3. Bazı ülkelerin tükettikleri ekmek çeşitleri ve tüketim miktarları.....	11
Tablo 1.4. Ekmekteki aroma bileşiklerinin uçuculuklarına göre sınıflandırılması	16
Tablo 1.5. Ekşi hamurlardan izole edilen laktik asit bakterileri	26
Tablo 1.6. Bazı fonksiyonel gıdalar ve sağlık üzerine olumlu etkileri.....	30
Tablo 2.1. Ekmek üretim formülasyonu.....	36
Tablo 3.1. Peksimet örneklerine ait fizikokimyasal analizler	44
Tablo 3.2. Peksimet örneklerine ait renk analiz sonuçları.....	44
Tablo 3.3. Peksimet örneklerine ait besinsel analiz sonuçları.....	45
Tablo 3.4. Peksimet örneklerine ait glisemik indeks ve hidroliz indeks değerleri.....	47
Tablo 3.5. Tüm örneklere ait önemli (%) aroma profil analiz sonuçları	49
Tablo 3.6. Kontrol örneğine ait aroma profil analiz sonuçları	50
Tablo 3.7. P1 örneğine ait aroma profil analiz sonuçları.....	51
Tablo 3.8. P2 örneğine ait aroma profil analiz sonuçları.....	52
Tablo 3.9. P3 örneğine ait aroma profil analiz sonuçları.....	53
Tablo 3.10. P4 örneğine ait aroma profil analiz sonuçları.....	54
Tablo 3.11. P5 örneğine ait aroma profil analiz sonuçları.....	55
Tablo 3.12. Duyusal analiz sonuçları	56

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat
Dk	: Dakika
DN	: Dirençli Nişasta
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
DON	: Dirençli olmayan nişasta
EDN	: Enzime Dirençli Nişasta
FAO	: Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
G	: Gram
GI	: Glisemik İndeksi
HI	: Hidroliz İndeksi
HPLC	: High Performance Liquid Chromatography
Kcal	: Kilo kalori
Kg	: Kilogram
Lb.	: laktobasillus
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
Mg	: Miligram
mL	: Mililitre
ng	: Nanogram
pH	: Hidrojenin gücü
ppb	: parts per billion/ milyarda bir
rpm	: Revolutions per Minute
TDK	: Türk Dil Kurumu
TDL	: Toplam diyet lif
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TN	: Toplam nişasta
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
µL	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre
µm	: Nanometre

1. GENEL BİLGİLER

Giriş

Ülkemizde en fazla tüketilen temel beslenme kaynağının ekmek olduğu kabul edilmektedir. Ekmek ucuz, doyurucu ve iyi bir enerji kaynağı olması yönünden önemli bir gıda maddesidir. Gerek nötr bir tat ve aromaya sahip olması gerekse de günlük diyetle iyi bir taşıyıcı rolü üstlenmesinden dolayı sofralardan eksik edilemeyen yegâne gıda olma özelliğini taşımaktadır. Ekmek bileşiminde bulunan yüksek karbonhidrat içeriğinden dolayı iyi bir enerji kaynağıdır. Genel olarak bir ekmeğin bileşimi, %50.5 karbonhidrat, %37 su, %8.7 protein, %3.2 yağ ve %2.0 kül olup 100 g ekmek ortalama 270 kcal enerji sağlamaktadır (Gerçekaslan vd., 2008; Yüksel, 2014). Ülkemiz beslenme alışkanlıkları dikkate alındığında ekmeğin bol miktarda üretilip tüketildiği bir ülke konumundadır. Ekmeğin tüketimini olumsuz yönde etkileyen temel faktör, ekmeğin bayatlamasıdır. Bu durum ekmek ziyanında en büyük payı oluşturmaktadır (Ercan ve Bildik, 1993). Kültürel alışkanlık yönünden sofralarımızdan eksik edemeyeceğimiz ekmeğin, israfının önüne geçilebilmesi için ekşi hamur tekniği kullanılarak yapılan üretim ile raf ömrünün uzatılabileceği belirtilmektedir (Göçmen, 2001). Ekmeğin kalitesine ve raf ömrüne olumlu etkileri bulunan ekşi hamurun, ekmek üretiminde kullanımı eski çağlara kadar dayanmaktadır. İçerisinde laktik asit bakterileri bulunan ürünlerin (yoğurt, peynir) una katılarak hamur hazırlanması, bu hamurun ekşimeye ılık bir ortamda bırakılması ve elde edilen mayanın da ana hamura katılmasıyla mayalandırma işlemi çok eski dönemlerden beri uygulanmaktadır (Hansen ve Schieberle, 2005).

Peksimet, ekmeklerin neminin uzaklaştırılması ile üretilen ve uzun süre bozulmadan kalabilen bir gıda ürünüdür. Rumca kökeni olan peksimete Türk Dil Kurumunun yapmış olduğu tanımlama şu şekildedir; pişirildikten sonra dilimler halinde kesilerek ısı ile kurutulmuş, uzun süre dayanabilen ekmektir. (URL-1, 2020). Ekşi maya yöntemi ile hazırlanan ekmeklerin içermiş olduğu yüksek nemden dolayı raf ömrü azdır. Ürün raf ömrünün artması ve alternatif bir tat olmasından dolayı kurutularak peksimet haline getirilmekte, ülkemize ve hatta yurt dışına ihracatı kolaylıkla yapılabilmektedir (URL-3, 2018; Kalkışım vd., 2012; Yüksel ve Baltacı, 2019). Vücudumuzun metabolik ihtiyaçlarını sağlıklı bir biçimde yerine getirebilmesi için gerekli besin maddelerini almamız

beslenmemizin temel fonksiyonudur. Son yıllarda insanlar tüketim alışkanlıklarında sadece beslenme ile sınırlı kalmayıp aynı zamanda aldıkları besin maddelerinin sağlıklarına getireceği faydaları da göz önüne alarak tüketimlerine dikkat eder hale gelmiştir. Bunlar ışığında besleyici niteliklerinin dışında insan metabolizması için fizyolojik yararlar sağlayabilen ve/veya kronik hastalık riskini azaltabilen besinlere “fonksiyonel besinler” denilmektedir (Hasler, 2002; Jones, 2002). Fonksiyonel besinler üzerine yapılan çok sayıda çalışma birçok besin bileşeninin sağlık üzerinde olumlu etkilerinin olduğuna, kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve osteoporoz gibi hastalıkların önlenmesinde katkıda bulunduğuna ilişkin sonuçlar vermiştir (Hasler, 2002).

Siyez buğdayın Latince ismi *Triticum monococcum* L. (Einkorn) dir. Mezopotamya ve Doğu Akdeniz’de 10000 yıl önce ekimine başlandığı söylenmektedir. Ülkemizde siyez buğdayının Kastamonu (yaklaşık 8000 dekar alanda yetiştirilmekte) ve Sinop yörelerinde tarımı yapılmaktadır (Yuksel ve Campanella, 2018). İklim ve toprak özellikleri birbirinden farklı bölgelerde tarımı yapılan buğdayın fiziksel, kimyasal ve teknolojik özellikleri çeşit ve türlere göre farklılıklar göstermektedir. Bu sebeple ülkemizde tarımı yapılan buğdaylar da birbirlerinden çok farklı özellikler göstermektedir (Elgün ve Ertugay, 2002).

Gıda endüstrisinin en önemli uğraşlarından biri gıdaların raf ömrüdür. Ekmeklerin oda şartlarında kısa sürede bayatlama ve küflenme gibi sorunlar ile karşı karşıya kalması bu ürünlerin raf ömrünü etkilemektedir. Fakat kurutulmuş ekmek olan peksimet, uzun süre muhafaza edilebildiğinden rahatlıkla tüketilebilmektedir. Peksimetlerin kurutulması ile yapılarındaki meydana gelen kimyasal ve fiziksel değişimler ürüne yeni besinsel ve aromatik özellikler kazandırmakta ve buda bu ürünleri daha da değerli kılmaktadır. Siyez unu içermiş olduğu besinsel özellikleri ile iyi bir tahıl bazlı beslenme kaynağıdır. Ülkemizde de yetiştiriyor olması bu ürün üzerine yapılacak çalışmalara ayrı bir önem katmaktadır. Siyez unu içermiş olduğu yüksek lif ve düşük gluten özelliklerinden dolayı genel olarak buğday unu gibi gluten içeren tahıllar ile zenginleştirildiğinde daha iyi dokusal özellikte ürünler vermektedir.

Çalışmamızdaki amaç siyez ununun ekşi mayalı ekmekten üretilmiş peksimet ürünlerinde kullanarak besleyici özellikleri arttırılmış alternatif bir fırıncılık ürününü gıda endüstrisine kazandırmaktır.

Ekmek

İsim olarak ekmeğin TDK de 3 anlamı vardır. Bunlar 1) “Tahıl unundan yapılmış hamurun fırında, sacda veya tandırda pişirilmesiyle yapılan yiyecek” 2) “İnsanı geçindirecek iş, kazanç” ve 3) “Yemek, aş” dır. Gıda endüstrisinde daha çok 1 numarada verilen anlam kullanılmaktadır. Buna göre ekmek; çeşitlerine göre uygun miktarlarda un, maya, tuz ve suyun gerekli üretim şartlarında karıştırılıp, yoğurulması, fermente edilmesi, şekil verilmesi ve tekniğine uygun olarak pişirilmesi sonucu elde edilen gıda ürünü olarak söylenilmektedir (URL-1, 2020). Tarihi insanlık tarihi kadar eski olan ekmeğin üretimi ile bilgilerin yaklaşık 8 bin yıl öncesine kadar gittiği tahmin edilmektedir. Yapılan araştırmalar neticesinde Cilalı Taş Devrinde Orta ve Güneydoğu Anadolu da yaşayan insanların ekmek üretimi yaptıkları belirlenmiştir. Bu insanların ekmeği üretmek için öncelikle bazı suda yetişen yabani bitkilerin köklerini ezdikten sonra sulandırdıkları, sonra un ile karıştırıp hamur elde ettiklerini ve devamında ateş yakıldıktan sonra arta kalanı kül içerisinde veya yakılan ateş sonucu ısınan yassı bir kaya üzerinde şekil vererek pişirdikleri belirlenmiştir (URL-2, 2012; URL-3, 2018; Alyakut ve Küçükkömürler, 2018).

Mayalı ekmek ise ilk kez M.Ö. 1800’lerde eski Mısırlılar tarafından keşfedilmiştir. Bir fırıncı ekmek yapmak için yoğurup hazırladığı hamuru unutmuş ve ertesi gün bu hamuru yeni yaptığı hamur ile birleştirdikten sonra hamurda kabarma olduğunu görmüştür. Fırıncı devamında şekil vererek pişirdiği ekmeklerin öncesine göre daha lezzetli olduklarını görmüştür. Bu keşif günümüzde de halen kullanılan ekşi mayayı ortaya çıkarmıştır. Ayrıca Mısırlıların ekmeğe bal, hurma gibi ürünler katması ile de ekmeğin zenginleştirilmesinden haberdar oldukları tespit edilmiştir (URL-2, 2012).

Ekmekçiliğe tarihte önem veren ve günümüz teknolojisinin gelişmesinde rol alan medeniyetlerden biriside Romalılardır. Romanın her gün biraz daha gelişmesi ve yürüttüğü sefer politikalarından dolayı buğday birikimi yapmak bir sorun haline gelmiştir ve devlet tahıl alımı ve nakliyesini ne kadar kontrol altında tutsa da bunlar tüccarların eline geçmiştir. Yöneticiler kıtlıktan etkilenmemek ve tahılın raf ömrünün uzatmak için depolama yöntemleri geliştirseler de Cumhuriyet dönemindeki krizleri engellemek için büyük çabalar verilmiştir. Daha sonralardan buğday, daha güvenilir bir yol olduğu düşünülen deniz yoluyla Roma’ya alınmıştır ve bu durumda liman teknolojilerinin gelişmesine zemin hazırlamıştır (Stone, 2015). Romalılar hangi tahılların ekmek yapımına uygun olduğunu not alarak iyi birer kaynak oluşturmuşlardır (Fass, 2013). Tahılları suyla

kariştırıp pişirme tekniklerini geliştiren Romalılar, kabuklu ve mayasız somonların yanında şarap ile mayalı somonlarda yapmışlardır (Kocaadam ve Tek, 2016). Ayrıca hamurun anason, haşhaş tohumu ve yumurta akı gibi ürünlerle zenginleştirilmesi ile üretilen ekmek tipleri de bulunmaktaydı (Hopkins, 1980). Nadiren de olsa pirinç ve bakliyatları da öğütüp hamur yapmışlardır. Ekmek hamurunu zenginleştirmek için pastırma yağı, yumurta, şarap, üzüm, bal ve baharatlardan haşhaş, susam gibi ürünler kullanmışlardır (Alcock, 2002). Roma da fırıncılar sosyal statü olarak ayrı bir yere sahipti, ticareti geliştiriyorlardı ve ekmek yanında börek gibi ürünlerde üretiyorlardı (Blanck, 1999). Birçok kentinde bulunan öğütme değirmenleri, hidrolik sistemler, yoğurma tekneleri burada ekmek enstitüsünün durumunu açıkça ortaya koymaktadır (Hopkins, 1980).

Mikroorganizmalar keşfedilmeden önce var olabilme olasılığı üzerine Romalı bilim insanlarının hazırladığı tarım kitaplarında bahsedilmiştir. İbn-i Sina tıp kitabında vücut salgılarının dışarda enfekte olduğunu ve bulaşıcı olduğunu belirtmiştir. 14. Yüzyılda ise veba salgının insan vücutuna giren küçük canlılardan kaynaklandığı söylenmiştir. 17.yüzyılın sonuna kadar tüm bu ifadeler tartışmaya açık ve kanıtlanamazken 1675 yılında Antonie van Leeuwenhoek mikroorganizmaları ilk defa gözlemlemiş ve mikroskop ile canlı formların varlığını kanıtlamıştır. Pasteur çalışmalarıyla kendiliğinden oluş teorisini yıkararak mikrop teorisini ortaya atmıştır. 1876'da Robert Koch şarbon hastalığına yakalanmış hayvan kanlarıyla yapmış olduğu çalışma ile mikropların hastalık yapabileceğini ortaya koymuştur (URL-4, 2020). Maya ve mikroorganizmaların keşfiyle birlikte 19. Yüzyılda ekmek ticari olarak üretilmeye başlanmıştır (URL-2, 2012). Yerleşik düzene geçmeden önce taş ocak ve tandırlarda pişen ekmeğın, yerleşik hayatla birlikte ticari olarak üretimi artmıştır (Erenoğlu, 2013).

Ekmekçilik Mısır'dan Yunanistan'a oradan da Avrupa'ya yayılmıştır. Tüm toplumların büyük önem verdiği ekmeğe örnek olarak İngiltere'de ekmek mahkemelerinin kurulması verilebilmektedir. Bu mahkemeler ekmeğın fiyatını ve gramajını tespit etmişlerdir. M.Ö. 8. Yüzyılda ekmeği Mısırlılardan öğrenen Yunanlılar ile birlikte ekmek Akdeniz ülkelerine yayılmıştır. Romalılar ekmekçiliği geliştirerek fırınlar kurmuşlar ve ekmeğe ticari bir boyut kazandırmışlardır. Güneyden ancak 15. Yüzyılda Avrupa'ya gelen beyaz ekmeği ise sadece zenginler yiyebilmiştir. Anadolu da ise insanların ekmek ile tanışması Cilalı Taş Devrinde özellikle orta ve güneydoğudaki avcı ve toplayıcıların faaliyetleriyle başlamıştır (Alyakut ve Küçükkömürler, 2018). Ekmekçiliğe Osmanlıda da önem verilmiştir. İstanbul fethedildikten sonra Fatih Sultan Mehmet döneminde fırıncıların

temizliği, üründen herkesin memnun olması ve ekmeğe hile karıştırılması ibarelerinden oluşan icraatlar yapılmıştır. Evliye Çelebinin İsa Çelebinin yapmış olduğu ekmeğe, pamuk gibi gözenekli ekmek övgüsü kısa sürede tüm dünyaya yayılmıştır. Yaklaşık 3 ayda Acem Şahına gönderilen ekmeğin bozulmadığı bildirilmiştir (URL- 2, 2012).

1.1.1. Ekmeğin Bileşimi

Dünyada ve özellikle ülkemizde ekmek tüm öğünlerin içerisinde bulunan yegâne besin kaynağımız olması bakımından önemlidir. Una su, tuz ve maya katılmasıyla elde edilen hamurun fermente edildikten sonra pişirilmesiyle oluşan ekmek, hamur yapımında kullanılan unun cinsine göre isimler almaktadır (Örer, 1975). Ekmek içerdiği yüksek karbonhidrattan dolayı iyi bir enerji kaynağıdır. Ortalama olarak 100 g beyaz ekmek 270 kcal enerji vermektedir (Karaoğlu vd., 2008). Ekmek üretiminde kullanılan hammaddeler şu şekildedir.

Un: Çeşitli tahılların uygun yöntemlerle öğütülerek toz haline getirilmesiyle oluşmaktadır (Baysal, 2012). Ekmeklik unun bulundurması gereken özellikler şu şekildedir; Tat ve kokusunda acıma, küflenme ve ekşime olmamalı, kendine has tat ve kokuda olmalıdır, renk ve görünüş de yabancı madde bulundurmamalıdır, en fazla %14 rutubette olmalı ve ağartma işlemine maruz kalmamış olmalıdır (Yurdatapan, 2014).

Su: Ekmekte kullanılacak su temiz, içilebilir ve orta sertlikte olmalıdır, su fermantasyona ortam hazırlamakta, glütene elastik hale getirmekte ve nişastanın şişmesini sağlamaktadır (Yurdatapan, 2014).

Tuz: TKG' ne göre ekmekte maksimum % 1,5 oranında tuz kullanılmalı, kullanılan tuz ekmeğe tat sağlamakta, raf ömrünü uzatmakta, mayanın çalışmasına katkı sağlamakta, glütene güçlendirerek hamurun stabilitesini sağlamaktadır (Tebliğ, 2012; Yurdatapan, 2014).

Maya: En yaygın kullanılan ekmek mayası *Saccharomyces cerevisiae*' dir (Edwards, 2007). Fermantasyonla oluşan karbondioksit ve etil alkol hamurun kabarmasını sağlarken aroma bileşikleri de oluşmaktadır. Mayalar hamurun gözenekli yapısını oluşturmakta ve glütene özelliğini geliştirmektedirler (Belitz vd., 2009; Yurdatapan, 2014). Bir parça hamur, kendi haline bırakıldığında içerisinde bulunan un-su ve havadan gelen mikroorganizmalar nedeniyle ekşimeye başlamaktadır. Hamurda gözenekler oluşurken

kendine has tat ve kokusu gelişmektedir. Oluşan bu hamura ise ekşi maya denilmektedir (Yurdatapan, 2014).

Diğer: Kazein, peynir altı suyu gibi süt ürünleri ekmek için yumuşak olması için ilave edilmektedir (Belitz vd., 2009). Şeker ise mayaya besin ortamı oluşturmak için ilave edilmektedir (Edwards, 2007).

Ekmek beslenmemizde iyi bir enerji kaynağı olmasının yanı sıra su çekme özelliği ve kabarmış gözenekli yapısı nedeniyle doyurucu bir üründür. Ekmeğin yapısında genel olarak %52 karbonhidrat, %8.5 protein, %3.7 yağ, %34.1 su ve %1.7 kül bulunmaktadır (Yüksel, 2014). 300 gr/gün tüketilen ekmek günlük ihtiyacımız olan proteinin ve kalsiyumun %40'ını, demirin %35'ini , B vitamininin %45'ini ve enerjinin %35'ini karşılayabilmektedir (Gül vd., 2003). Ayrıca 100 g'lık bir buğday ekmeği; 385 mg sodyum, 60 mg potasyum, 130 mg kalsiyum, 0.9 mg demir, 60 mikrogram B₂, 1 mikrogram niasin bulundurmaktadır (Kuter, 2011). Bir porsiyon yani yaklaşık 50 g tam buğday ekmeği beyaz ekmeğin yaklaşık 2 katı kadar demir, çinko, kalsiyum ve potasyum sağlamaktadır (TÜBER, 2015). Tahıl ürünleri karbonhidrat, diyet lif, B vitamini kaynakları olmasının yanında, dış katmanda içerdikleri çeşitli vitamin, minerallerden dolayı sağlık üzerinde olumlu katkıları bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar tam tahıllı ürünlerin, hareketsiz yaşam sonucu toplumlarda hızla artan kalp damar hastalıkları, diyabet gibi kronik hastalıklardan koruyucu etkilerinin olduğu yönündedir (Collar, 2016). Ekmeğin sahip olduğu aroma, fermentasyon ve pişirme (Maillard Reaksiyonları ve karamelizasyon) aşamalarından gelmektedir. Ekmeğin kendine has bir aromasının yanında nötr bir tada sahip oluşu da uzun yıllardır tüm toplumlarca benimsenmesinin ardındaki önemli sırlardan birisidir (Aksuner, 1994; Yüksel, 2014). Ayrıca ekmeğin beslenmemiz açısından önemli diğer hususları şu şekilde sıralamak mümkündür; doyurucu olması, ucuz ve kolay temin edilebilmesi ve günlük aktivitelerimiz için iyi bir enerji kaynağı olmasıdır (Aksuner, 1994). Ülkemizde hali hazırda üretilen ve tüketilen bazı ekmek çeşitlerinin bileşenleri Tablo1.1'de verilmiştir.

Beyaz ekmek: Tanenin kabuk ve rüşeym kısımları ayrıldıktan sonra kalan endosperm kısmından üretilen ekmek çeşididir. Uğramış olduğu rafinasyon nedeniyle birçok besinsel özelliğini yitirmiştir (Tablo 1.1). Tam buğday unu ve kepekli ekmeğe kıyasla daha yüksek enerji değerine sahip olduğu, daha düşük lif içerdiği, vitamin ve mineral içeriği bakımından daha zayıf olduğu yapılan birçok çalışmada belirtilmiştir (Meral ve Karaoğlu, 2019).

Tam buğday ekmeği: Tanenin bütün halde öğütüldükten sonra elde edilen un ile üretilen ekmek çeşididir (Kuter, 2011). Tam buğday unu Tablo 1.1’de görüldüğü üzere Vitamin (B, E, A, C, D ve E vitamini), diyet lifi ve mineralce (Ca, Se, Na, Zn) zengindir (Köksel vd., 2016). İçermiş olduğu yüksek diyet lifi sayesinde kandaki glikozun ve dolayısıyla insülin seviyesinin düşmesini yardımcı olur (Meyer vd., 2000; Adam vd., 2002). Ayrıca tam buğdaylı ekmek tüketimi ile kolon kanseri ve diyabet hastalığı riski azaltılmış olur (Kuter, 2011). Beyaz ekmeğe göre daha düşük enerji değerine sahip olduğu belirtilmektedir. Tam buğday ekmeğin sorunların başında fitik asit içeriği gelmektedir. Kabuk kısmında yoğunlaşmış fitik asit tüketimi ile Ca ve Fe gibi önemli minerallerin emiliminde sorunlar yaşanmaktadır. Bu nedenle mayalanması işleminde fitik asidin fitaz enzimi ile parçalanması ve etkinliğinin azaltılması gerekmektedir (MEB, 2013).

Tablo 1.1. Bazı ekmek çeşitlerinin bileşimleri ve enerji değerleri

Bileşim (%)	Beyaz Ekmek	Tam buğday Ekmeği	Kepekli ekmek	Ekşi Maya Ekmek	Çavdar Ekmeği	Yulaf ekmeği	Pide Lavaş Bazlama
Karbonhidrat -Diyet Lifi*	52	53.1 69.5 4.5*	52.2	49.0	52.1 53.6	58.5	48
Protein	8.5	9.1 13.9	8.5	8.1	9.1 9.4	8.1	7.0
Yağ	3.7	3.6	1.2		1.5	2.6	2
Nem	34.1	34.0 7.0	33.6	38.2	35.5 33.4	28.6	
Kül	1.7	1.5	2.5	3.5	2.1	2.1	
Vitamin		0.37			0.25		
Enerji (kcal)	270	246	259.6		243 265.4	290.3	236
Kaynak	Yüksel, 2014	Varela-Moreiras vd., 2013; Ndife vd, 2011	Karaağaoğlu, vd., 2008	Şenol, 2018	Varela-Moreiras vd., 2013; Karaağaoğlu, vd., 2008	Karaağaoğlu, vd., 2008	Varela-Moreiras vd., 2013

Kepekli Ekmek: Tanenin kabuğundan ayrılmadan öğütülmesi ya da ek kepek (ince kepek) ilave edilmesiyle üretilmektedir. Besleyiciliği bakımında tam buğday unu özelliklerine yakın olduğu Tablo 1.1’de görülmektedir (MEB, 2013).

Ekşi hamur (Francala) Ekmeği: Ekşi hamur ile üretilmekte olan bu ekmek çeşidi kalın ve sert kabuklu bir yapıya sahiptir ve bu özelliği sayesinde daha geç bayatladığı

belirtilmiştir. Ekşi hamur ile hazırlanan ekmeklerin diğerlerinden olan en önemli diğer farkı içermiş olduğu probiyotik bakterilerden kaynaklanmaktadır. Bu bakteriler ekmeğe oluşturdıkları asitler ile besleyici özelliğinin yanında ayrı bir aroma da kazandırmaktadır (Yurdatapan, 2014). Tablo 1.1’de görüldüğü üzere düşük karbonhidrat içeriği ile daha düşük enerji değeri verdiği anlaşılmaktadır.

Çavdar Ekmeği: Çavdar unu düşük oranda glüten ve yüksek miktarda pentozan içerdiği için ekmek yapımında uzun süreli fermantasyona ve uzun süreli düşük sıcaklıkta pişirmeye ihtiyaç duyar. Yine çavdar unu ile üretilen ekmeklerde ekşi maya tercih edilir. İçermiş olduğu yüksek pentozan nedeniyle iyi bir lif kaynağıdır (Zmijewski vd., 2015). Kabuk kısmında yoğunlaşmış olana renk pigmentleri (klorofil, karoten), vitamin ve mineraller ile beyaz ekmeğe göre besleyici özelliktedir. Ayrıca lisin içeriği ile beyaz ekmeklerde görülen elzem amino asit içeriğini sağlamaya yardımcı olur. Yalnız fazla oranda bulunan kepek, ekmeğin kabarmasını engellemekte ve tutulan nem miktarını artırdığı için daha çabuk küflenmeye neden olmaktadır. Çavdar ekmeği içerdiği posa oranı nedeniyle kabızlığı engellemekte, kan kolesterol ve kan şekerini düşürmektedir (Kotancılar vd., 1995). Beyaz ekmeğe göre daha düşük enerji değerine sahiptir (Tablo 1.1).

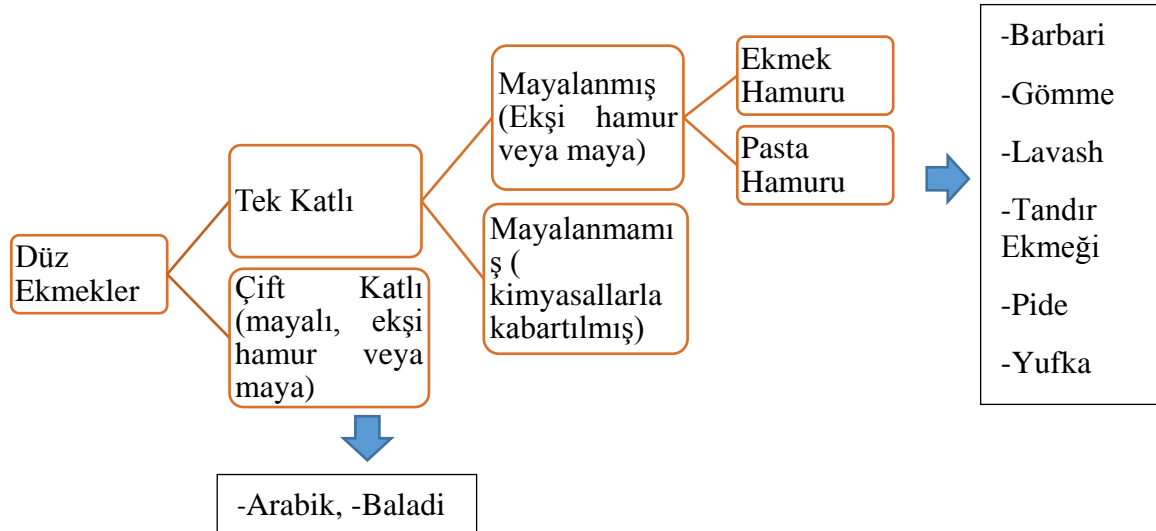
Yulaf Ekmeği: Diğer tahıllara göre daha yüksek oranda B vitamini, protein ve yağ içeren yulaf ekmeği ayrıca yapısında bulunan ferulik ve kafeik asit ile iyi bir antioksidan özellik göstermektedir (Kilci ve Göçmen, 2012; Wang ve Ellis, 2014). Yüksek oranda diyet lifi içermesi yulaf unundan üretilen ekmeklerin tüketimi ile birçok sağlık sorunu önlenemediği söylenmiştir. Bunların başında obezite olmak üzere kanser, diyabet ve kalp damar hastalıkları olduğu belirtilmektedir (Emmons ve Peterson, 1999).

Yufka- Lavaş Ekmeği: Un, su ve tuz ile hazırlanan hamurun ince bezeler halinde açılması ve sac üzerinde pişirilmesiyle üretilen bir ekmek çeşitleridir (Alyakut ve Küçükkömürler, 2018). Türkiye’de lavaş mayalı, yufka mayasız hamurdan yapılmaktadır (Çetinkaya ve Yıldız, 2018). Düşük enerjili ve düşük besleyici özellikte olduğu Tablo 1.1’de görülmektedir.

1.1.2. Ülkemizde ve Dünyada Üretilen Ekmek Çeşitleri ve Tüketim Miktarları

Dünyada ekmek yapımı için yukarıda değinilen hammaddeler ve bölgelere özgü diğer bileşenler ile birlikte çeşit çeşit ekmekler üretilmektedir. Bu ekmekler içerisinde tam buğdaylı ekmek, mısır ekmeği, çavdar ekmeği, yulaflı ekmek ve ekşi hamur ekmeği ilk

akla gelenlerdir (TGK, 2012; Baysal, 2012). Şekil 1.1’de belli başlı ekmek çeşitleri ve üretim farklılıkları verilirken Tablo 1.2’de bazı ekmek çeşitlerinin üretilmiş olduğu bölgeler ve tanımlamalara değinilmiştir.



Şekil 1. 1. Düz ekmeklerin sınıflandırılması (Qarooni 1996).

Pişirme metotları açısından ekmek üretimi ise ikiye ayrılır. Birincisi ev ekmekleri elde yoğurulup sac, tandır veya ev tipi fırınlarda pişirilirken diğeri fırın ekmeği taş fırınlarda veya fabrikalarda üretilmektedir. Ayrıca bazlama ve yufka sacda pişirilmekte ve tandırda ise genellikle bazlama üretimi yapıldığı bildirilmiştir (Kuter, 2011).

Ekmek, Dünyadaki tüm insanların günlük aldığı kaloringin %50 sini karşılarken, %87’lik kısmının ise günlük aldığı kaloringin yaklaşık %30’nun karşılamaktadır. Karaoğlu (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, tahıla dayalı beslenen toplumumuzda ekmeğin günlük kişi başı tüketim miktarının yaklaşık 400 gram/gün olduğu belirtilirken, 2008 yılında 330 gram/gün (Yurdatapan, 2014); 2012 yılında ise 319 g/gün olduğu bildirilmiştir (Ertürk vd., 2015). Kuter (2011) yaptığı bir çalışmada günlük ekmek tüketimimiz 180-210 kg olduğunu bildirmiştir. Bölgelere göre incelendiğinde ise Karadeniz bölgesinde 356 g/kişi/gün; batı bölgemizde bulunan Marmara, Trakya ve Ege bölgelerinde 391.2 g/kişi/gün, Anadolu’da 407.2 g/kişi/gün iken Güney ve Doğu Anadolu bölgelerinde ise 442.4 g/kişi/gün olduğu bildirilmiştir (Aydın ve Yıldız, 2011).

Tablo 1.2. Ekmek çeşitleri ve üretildikleri bölgeler (Faridi, 1988).

Ekmek Adı	Ülke veya Bölge	Tanımlama
Baladi	Mısır	Çift Katlıdır, şekil olarak dairesel ve 150 g'dır. Yüksek sıcaklık düşük sürede pişirilmektedir.
Barbari	İran	Oval şekillidir ve yaklaşık 220 C'de 10 dakikada pişmektedir
Bazlama	Türkiye	Yaklaşık 200 gramlık hamur parçacıkları ince bir şekilde açılarak sac üzerinde pişirilmektedir.
Roti (Chapati)	Pakistan, Hindistan, Çin	Yüksek oranda su kaldırabilen unlan kullanılır, bazlama gibi pişirilmektedir.
Gömme	Türkiye	Kızgın çakıllar kullanılmaktadır. Sert hamurların üzerine ince sac kapatılıp küllenmektedir.
Lavaş	İran, Türkiye	Oldukça ince açılan hamurların tandır denilen fırınlarda pişirmesiyle üretilmektedir.
Sangak	İran	Ekşi hamur kullanılmaktadır. Üzerine haşhaş veya susam serpiştirilmektedir.
Shamey, Arap Ekmeği, pita veya kubban, kobbit	Mısır, Suriye, Lübnan, Türkiye, Ürdün, ABD, Kanada, Suudi Arabistan	Ekmek katmanları tamamen birbirinden ayrılmıştır. Yüksek sıcaklıkta kısa sürede pişirilmektedir.
Tannouri (Tandır Ekmeği)	Türkiye, Suudi Arabistan	Roti gibi hazırlanır ve tandırlarda pişirilmektedir.
Yufka	Türkiye	Oldukça ince hamurların kızgın sac üzerinde suyunu kaybedinceye kadar pişirilmesiyle üretilmektedir.

Dünyada beyaz ekmeğin kişi başına tüketim miktarı yıllık 41-301 kg/yıl arasında iken Türkiye'de bu oran 180-210 kg/yıl arasında değişerek 1999 yılında Avrupa'nın en çok ekmek tüketilen ülkesi Türkiye olmuştur (Vangöl,1999). Suriye yıllık 130 kg ekmek tüketimi ile Türkiye'yi takip etmektedir. Yapılan bir çalışmada 2015 verilerine göre Almanya'da kadınların 136 g/gün, erkeklerin ise 184 g/gün ekmek tükettiği bildirilmiştir (Heuer vd., 2015). 2012 yılı verilerine göre İspanya'da günlük kişi başı tahıl ve tahıl ürünleri tüketiminin 218 g olduğu belirtilmiştir (Varela-Moreiras vd., 2013). İngiltere'de 2008/2009-2010/2011 yılları arasında yapılan Ulusal diyet ve beslenme araştırmalarına göre kadınların 42 ± 43 g beyaz, 15 ± 26 g tam buğday ekmeği; erkeklerin 63 ± 55 g beyaz ekmek, 21±42 g tam buğday ekmeği tükettikleri yönündedir (O'Connor, 2012). Veriler incelendiğinde erkek bireylerin beslenme alışkanlıkları doğrultusunda kadın bireylerden daha fazla beyaz ve tam buğday ekmeği tükettikleri görülmektedir. 2013 yılında Avrupa'da ekmek tüketimi üzerine yapılan başka bir araştırmada en fazla ekmek tüketiminin 104.0

kg/yıl ve 95.0 kg/yıl ile Türkiye ve Bulgaristan’da olduğunu ve en az tüketimin 32.0 kg/yıl ile İngiltere’de görüldüğü belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada Türkiye için tüketim miktarlarında önceki yıllara göre % 10’luk bir azalma olduğu bildirilmiştir (Eglite ve Kunkulberga, 2017).

Tablo 1.3. Bazı ülkelerin tükettikleri ekmek çeşitleri ve tüketim miktarları (Yurdatapan, 2014).

Ülkeler	Ekmek tercihleri	Ekmek tüketimi (g/gün)
Türkiye	Somun, Tam Buğday, Kepekli, Çavdar ve Mısır Ekmeği	319
Almanya	Beyaz, Çavdar, Kepekli ve Soğanlı Ekmek	170
Fransa	Baget Ekmek ve Kruvasan	160
İspanya	Çavdar, Zeytinli ve Domatesli Ekmek	160
İtalya	Ev Yapımı Mini Ekmek, Soğanlı ve Beyaz Ekmek	186
Danimarka	Çavdar Ekmeği	195
Finlandiya	Çavdar Ekmeği	140
Hollanda	Çavdar ve Beyaz Ekmek	160
İngiltere		89

Ülkelerin tükettikleri ekmek çeşitlerini ve tüketim miktarlarını veren Tablo 1.3 incelendiğinde; somun, tam buğday, kepekli, çavdar ve mısır ekmeği ile en fazla ekmek çeşidi tüketen ülkenin Türkiye olduğu görülmektedir. Türkiye’yi beyaz, çavdar, kepekli ve soğanlı ekmek tüketimi ile Almanya takip etmektedir. Danimarka ve Finlandiya’da ise verilere göre sadece çavdar ekmeği tüketilmektedir. Ülkelerin günlük ekmek tüketim miktarları incelendiğinde ise 319 g/gün ile Türkiye günlük en çok ekmek tüketen ülke konumundadır. Türkiye’yi 195 g/gün Danimarka ve 186 g/gün İtalya takip etmektedir. 89 g/gün ile İngiltere günlük en az ekmek tüketen ülkedir. Ülkelerin birbirine göre konumlarına ve ilişkilerine bakıldığında bu durumun tükettikleri ekmek çeşitlerini etkilediği görülmektedir. Buğdayın anavatanı olan Anadolu’da yer alan, deyimlerinde ve atasözlerinde sıkça ekmeğe yer veren Türkiye’de en fazla ekmek çeşidinin görülmesi ve günlük en fazla ekmeğin tüketilmesi tesadüf değildir. Türk toplumunun günlük diyetinde ekmeğin yeri kalıcıdır.

1.1.3.Ekmekte Görülen Bazı Kusurlar

Beslenmemiz açısından çok önemli olan ekmeğin avantajlarının yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunların başında ekmeğin bayatlaması gelmektedir. Tüketime hazır ekmeğin ortamın koşullarından kaynaklı su kaybetmesiyle gerçekleşen bu olay ekmeğin raf ömrünün kısa olmasına sebep olmaktadır. Bayatlama hadisesinin gerçekleşmesi öncelikle ekmeğin su kaybetmesi ve devamında ekmeğin yapısındaki en önemli karbonhidrat olan nişastanın retrogradasyona maruz kalmasından kaynaklanmaktadır (Ercan ve Özkaya, 1985; Ribotta vd., 2004; Yuksel vd., 2017).

Ekmeğin majör bileşenleri şu şekildedir; karbonhidrat (nişasta, diyet lif, şeker), protein, yağ, tuz ve sudur. Ekmekteki en büyük karbonhidrat olan nişasta, glukoz molekülleri α -D-(1-4) ve α -D-(1-6) bağlarıyla bağlanmış amiloz ve amilopektin moleküllerinden oluşmaktadır. Önemli bir polisakkarit olan nişasta ekmekteki en önemli karbonhidrattır. Nişastanın %20-25'i 500-2000 glukoz ünitesini içeren α -D-(1-4) bağlarıyla düz bir şekilde bağlanmış amiloz molekülünden oluşurken %75-80'ini α -D-(1-4) ve α -D-(1-6) bağlarıyla düz ve dallanmış bir şekilde bağlanmış 1500 ve daha fazla glukopiranoz biriminden müteşekkil olan amilopektinden oluşmaktadır (Gönül, 1978; Sajilata vd., 2006). Ekmekte bulunan diğer önemli bir komponent ise proteindir. Yapı taşları aminoasit olan proteinlerin kalite üzerine önemli etkenleri vardır. Ekmekte bulunan proteinin kaynağı üretimde kullanılan un dur. Ekmeklik buğday ununda albümin, globülin, gliadin ve glutenin proteinleri bulunur. Bu proteinlerden gliadin ve glutenin proteinleri unun özü olan gluten proteinlerini oluşturur. Hamurun fiziksel yapısı, unun su kaldırma miktarı, hamurun uzamaya karşı koyması, şekil alması, gaz tutma gücü, elastikiyeti ve hamurun gelişme süresi gibi özellikler gluten miktarı ve kalitesi ile ilişkilidir. Gluten hamurun iskeletini oluşturarak ve ortaya çıkan gazı tutup dışarı çıkmasını engelleyerek ekmeğin yapısına katkı sağlamaktadır (Ertugay, 1983).

Bayatlama olayında en önemli aktör ekmekteki nişastadır. Nişastanın yapısında bulunan amiloz ve amilopektinin bu olayda bireysel etkilerinin olduğunu belirtenlerin yanında ortak etkisinin olduğunu savunan çalışmalarda bulunmaktadır. Bayatlamada amilopektinin en önemli etkisi olduğunu savunanların tezi şu şekildedir; kurumuş ekmeğin 55-60 °C de ısıtıldığında eski haline gelmesi, ekmekteki kristalize olmuş amilopektinin yeniden jelleşmiş hale dönmesinden kaynaklanmaktadır. Eğer ekmekteki retrogrede olmuş amilozun eski haline dönmesi bayatlamamanın en önemli sebebi olsaydı bu durumda

amilozun eski halini alması için 140 °C gibi daha yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyacağı ve bu yüzden amilopektinin en önemli bayatlama sebebi olduğu savunulmuştur (Ercan ve Özkaya, 1985; Ribotta vd., 2004). Lin (1982) de yaptığı bir çalışmada, amilopektin yapılarının agragasyonu ile bayatlama olayının gerçekleştiğini belirterek amilopektinin amiloza göre bayatlamada daha önemli role sahip olduğunu söylemiştir (Lin, 1982). Amiloz molekülünün bayatlamada daha etkin olduğunu savunanların tezleri ise şu şekildedir; ekmek içinin sert bir yapı kazanmasında nemin kabuğa doğru göç etmesinin yanında amiloz moleküllerinin çökmesi ve bu yapıların bir araya gelerek kristal yapı oluşturması olduğu bildirilmiştir (Karel vd., 1981; D'Appolonia vd., 1981). Diğer bir teze göre ise ekmeğin bayatlaması ile amiloz miktarının azalmasının kanıt oluşturacağı yönündedir (Katz, 1928; Geddes ve Bice, 1946; Pershenke ve Hampel, 1961; Maga, 1975). Başka bir çalışmada ise yarı kristal amiloz zincirlerinin suyu kaybettikleri ve kendi aralarında ya da –H– bağlarıyla bağlanıp uzun amiloz zincirleri meydana getirdikleri yönündedir ve durum Retrogradasyonun nedeni olarak gösterilmektedir. Ayrıca düşük sıcaklıklarda retrogradasyon olayı hızlı iken 60 °C'nin üzerinde hiç görülmemesinin nedeni olarak yüksek sıcaklıklarda ortamdaki amilozun serbest kalması ve spinal durumuna dönmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Bayat ekmeğin yeniden ısıtılması ile ekmeğin kısmen eski haline dönmesinin bu yapı ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (Senti ve Dimler, 1960; Hollo vd., 1960). Ekmeğin bayatlamasında amiloz ve amilopektinin ortak etkisinin olduğu savunan araştırmacılar vardır. Bu araştırmacılar bayatlamada amilopektinin daha fazla etkili olduğunu fakat amilozun da katkı sağladığını belirtmişlerdir (Noznick vd., 1946). Amiloz ve amilopektinin birlikte retrogradasyon etkisinin bu iki komponentin dış dallarının –H– bağları ile birleşmesi olarak gösterilmektedir (Collison, 1961). Başka bir çalışmada ise retrogradasyonun sebebi olarak amiloz ve amilopektin dallarının birbiri üzerine gelmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Erlander ve Erlander, 1969). Kim ve D'Appolonia (1981) ise taze ekmekteki nişastada amilopektinin daha çok olduğunu amilozun daha pişirme ve soğuma sırasında retrograde olduğunu ve dolayısıyla bayatlamada amilopektinin daha etkili olduğunu savunmuşlardır.

Ekmeğin bayatlamasında yapıda bulunan nişastanın dışındaki bileşenlerin de bazı önemli rolleri bulunmaktadır. Bunlardan biri olan ekmekteki proteinlerin bayatlama mekanizmasında protein–nişasta interaksyonu ile ekmekte bulunan nemi koruduğunu ve böylece bayatlamayı engellediği yönündedir (Erlander vd., 1969; Gray vd., 2003). Ekmekte bulunan protein miktarı arttıkça ekmeğin su tutma kapasitesi ile ekmek hacminin

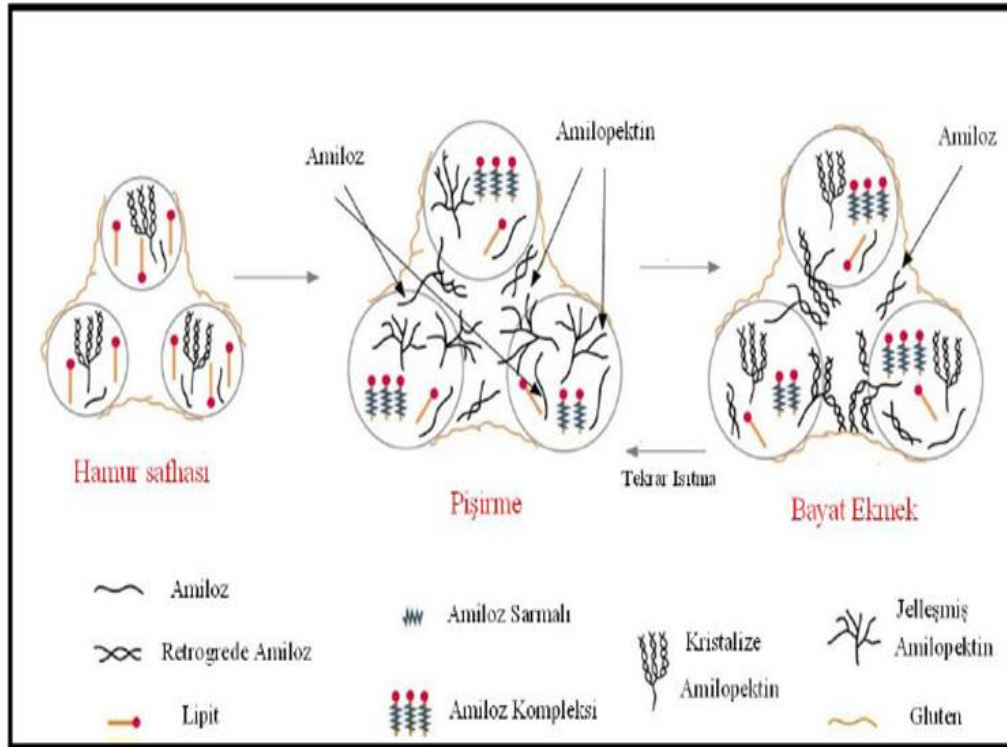
artış gösterdiği ve bu nedenle ekmek içi sertleşme ve sertleşme hızının azaldığı söylenmiştir (Sandstedt, 1961). Bu durum ekmekte bulunan nişasta taneciklerinin birbirleri ile etkileşim halinde olduğunu ve dolayısıyla protein miktarı artıkça bu etkileşimin azalarak sertleşmenin daha az gözlemlenmesi ile açıklanmaktadır (Saygın, 1972).Yapılan başka bir çalışmada ekmekte bulunan protein miktarının doğrudan etkili olduğu ve miktar artıkça bayatlamamanın azaldığını söylemişlerdir (Steller ve Bailey, 1938). Ayrıca bazı araştırmacılar protein miktarının un jelleşmesindeki sertleşmede azalma (nişastanın seyreltilmiş olmasından dolayı) meydana getirdiğini bildirmişlerdir (Pelsenke ve Hampel, 1961; Kım ve D'Appolonia, 1977). Yapılan başka bir çalışmaya göre ise protein moleküllerinden olan Gliadin, gluteninin glikozun 2 ve 3. karbon atomlarının hidroksil grupları ile bağ yaparak yapıyı bozduğunu ve böylece retrogradasyonu önlediği yönündedir (Erlander ve Erlander, 1969).

Bir diğer önemli ekmek komponenti olan yağların bayatlama üzerine etkileri incelendiğinde nişasta yapısındaki amilozun, doğal lipitlerle birlikte oluşturduğu kompleksin retrogradasyonu azaltıcı etkisinin olduğu savunulmaktadır (Davidou vd., 1996). Lipitlerin hidrolizi sonucu oluşan mono ve digliseritler yüzey aktif özelliklerinden dolayı iyi birer emülgatör özellik sergilemesinden dolayı ekmeğin raf ömrünü uzattığı söylemiştir (De Leyn, 2006). Galaktolipitler hamurda gluten ve nişasta içerisinde dağılmış bulunurken ekmekte jelatinize nişasta molekülleri arasında olması da ekmeğin raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir (Wehrli ve Pomeranz, 1970). Başka bir çalışmada ise ekmeğin yapısında bulunan lipitlerin retrogradasyon üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı yönündedir (Gray ve Bemiller, 2003). Tuz hamur oluşumundan ekmeğin pişmesi ve devamında ürünün raf ömrü üzerine önemli katkılar yapan bir ekmek bileşenidir. Tuzun bayatlama üzerine etki mekanizmasına şu şekildedir. Tuz ilavesi gluteni güçlendirerek hamurun stabilitesini artırmakta ve ekmeğe gözenekli bir yapı sağlayarak bayatlamayı geciktirmektedir (Belitz vd., 2009; Yurdatapan, 2014). Ayrıca tuz ekmek içi su aktivitesini düşürmektedir ve böylelikle mikroorganizmaların faaliyetlerini sınırlandırırken küf gelişimini de engelleyerek ürünün raf ömrünü artırmaktadır (Elgün ve Ertugay 2002).

Ekmekte bulunan suyun; 1800lü yıllardan önce ekmek içi bayatlamasının sadece nem kaybından dolayı kaynaklandığına inanılıyordu fakat yapılan çalışmalar ile ekmeğin ambalajlı olduğu halde bile bayatladığı tespit edilmiştir (Ercan ve Özkaya, 1985). Katz (1928) de yaptığı çalışmada bayatlamamanın ekmek rutubetine bağlı olduğunu ve %16.4'ten aşağıda ve %36.8'den yukarı olan ekmeklerin raf ömrünün daha uzun olduğunu

bildirmiştir (Katz, 1928). Ekmek beklemeyle birlikte nem kaybetmekte ve bu durumda bayatlamada etkili olan diğer faktörleri hızlandırarak bayatlamaya neden olmaktadır (Mc. Masters, 1961). Yapılan başka bir çalışmada ise ekmekte bulunan nem miktarının; çirilenmeyi ve kristalizasyonu etkilediğini ve ekmekteki nem miktarı arttıkça kristalizasyon hızının azaldığı bildirilmiştir (Helman vd., 1954). Bayatlamış ekmeklerde su ekmek içinden kabuğa doğru hareket etmekte buda kabukların kırılğan olmayan ve kolayca çiğnenemeyen elastik bir yapı kazanmasına neden olmaktadır. Bayatlama ile duysal kabul edilebilirliği azalan ekmeklerin tüketimi de aynı oranda azalmaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için bazı çalışmalar yapılmaktadır. Bunları şu şekilde özetlemek mümkündür.

- Küçük porsiyonlar halinde ekmek üretimi ve satılması,
- Ekmek formülasyonuna çeşitli nem bağlayıcı ajanlar katılması,
- Ekşi maya ile üretilmiş ekmek tüketiminin artırılması,
- Ekmeklerin daha uzun süre ve düşük sıcaklıklarda pişirilmesidir (Pylar, 1973; Ercan ve Özkaya, 1985).



Şekil 1. 2. Ekmeğin bayatlaması sırasında nişasta granüllerinde meydana gelen değişimler (Yüksel, 2014).

Şekil 1.2 de ekmeğin bayatlama hadisesi gösterilmektedir. Un ekme yapmak için su ile karıştırılıp hamur yapıldığında unda bulunan zedelenmiş nişasta ve protein molekülleri suyu bağlar. Bu safhada kristalize amilopektin fraksiyonları ile amiloz moleküllerinin nişasta plastidi içerisinde tutulduğu görülmektedir. Devamında ekmeğin pişirme safhasında nişastadaki amilopektin moleküllerinin jelleşmiş forma dönüştüğü (tıpkı çiçek gibi dallarını açmış formdadır), amiloz ve amilopektin moleküllerin yapısının bozulan nişasta plastidinden dışarı çıkarak ortama karıştığı görülmektedir. Ortama karışan amiloz ve amilopektin molekülleri hamurun viskozitesini artırır. Bu olay çirilenme olarak bilinir. Ekmeğin piştikten sonra ise bekleme safhasında bayatlama olayının gerçekleştiği görülmektedir. Bayatlama olayında yapısı bozulmuş nişasta molekülünden ortama çıkan amiloz molekülleri bir araya gelip birbirlerine dolanırken (aralarında –H– bağı yaparlar) amilopektin molekülleri yeniden kristal forma döner. Hacimsel olarak küçülme ile beraber ortamdan sıvı gıdalarda (puding gibi) su çıkışı gözlemlenir bu olaya sinerisis denir. Ekmeğin gibi viskoelastik gıdalarda sinerisis olayı gözlemlenmez. Devamında enerjilerini korumak için birbirleri ile bağ yapmış nişasta komponentleri yapının sertleşmesine yani retrogradasyona sebep olmaktadır. Eğer bayatlamış ekmeğin yeniden ısıtılırsa (55-60 °C) bu yapı pişme safhasındaki halini alarak ekmeğin eski haline yakın bir kıvama gelmesini sağlamaktadır (Ercan, 1985; Karaoğlu, 2007; Yüksel, 2014). Bayatlama olayıyla birlikte ekmekte meydana gelen organoleptik özellikleri şu şekilde sıralayabiliriz; tat ve koku değişimleri, ekmeğin sertliğinde artış, su bağlama oranının azalması, ekmeğin ufalanmasının artmasıdır (Jensen vd., 2010). Ekmeğin tüketilmesinde en önemli etmenlerden birisi aromasıdır. Ekmeğin aroması fermentasyon ve pişme safhalarında oluşmaktadır. Ekmekte görülen en önemli aroma bileşikleri ise uçuculuklarına göre 3'e ayrılmaktadır (Tablo 1.4).

Tablo 1.4. Ekmekteki aroma bileşiklerinin uçuculuklarına göre sınıflandırılması (Ertugay, 2010)

Uçucu Bileşikler	Az Uçucu Bileşikler	Çok Az Uçucu Bileşikler
Alkol	İzoalkol	Melanoidinler
Pirüvik aldehit	Asetik asit	Dehidroksiasetonlar
Diasetil	Pirüvik asit	Etil Süksinat
İzoaldehit	Furfural	Laktik asit
	Aseton	Süksinik asit
	Butilen Glikol	
	Etil Laktat	

Ekmek aromasında buğdayın yetiştirilme koşulları, unların fermantasyon ve randıman dereceleri, ilave edilen katkı maddeleri, ekmekteki kabuk oranı, hamurun fermantasyon koşulları, mayalama yöntemleri, pişirme teknikleri, ekmeğin büyüklüğü ve hatta ambalajlama koşulları etkili olmaktadır (Yurdatapan, 2014). Ekmeğin kendine has kokusu olan diasetil'i maya fermantasyonları sonucu oluşan asetil metil karbinol, oksijen ile birleşerek meydana getirir (Pyler, 1979). Lorenz and Maga (1972) ekmeğin tadındaki değişimi üzerine yaptıkları bir çalışmada, ekmekteki önemli aroma maddelerinden olan aldehit miktarının depolama ile birlikte azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca hamuru yumuşatmak için kullanılan proteinaz enzimi hamurdaki proteinleri parçalayarak ekmek aromasına katkı sağladığını belirtmişlerdir (Lorenz ve Maga, 1972). Grosch ve Schieberle (1997)'nin yapmış oldukları çalışmaya göre depolama süresine bağlı olarak ekmek içinde bulunan 2-Asetil-1-Pirolin miktarı zamana bağlı olarak azalmaktadır. Yaptıkları aynı çalışmada buğday ekmeği ve çavdar ekmeği kabuklarının aroma bileşiklerini karşılaştırmışlar. Çalışma verilerine göre; 2-Asetil-1-Prolin (19.0 mg/kg) ve (E)-2-nonenal (56.0 mg/kg) buğday ekmeğinde daha fazla bulunurken 3- metil bütanol, (3.3 mg/kg), methional (480.0 mg/kg) ve 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2H)-furanon (4.3 mg/kg) çavdar ekmeğinde daha yüksek tespit edilmiştir. Maya miktarının etkisi üzerine yapılan çalışmada, maya miktarı artıkça 2-asetil-1-pirolin miktarının arttığı yönündedir (Grosch ve Schieberle, 1997). Ekmek fırından çıktıktan sonra sahip olduğu aroma kabuktan tüm ekmeğe doğru yayılmaya başlamaktadır. Zamanın etkisiyle buharlaşma ve oksidasyon sonucu aroma kaybı gerçekleşmektedir (Martinez-Anaya, 1996). Ekmek aromasının oluşmasında mayalamadan sonra en etkili faktör pişirme teknikleridir. Yüzey sıcaklığı 130°C ye ulaşan ekmeklerde Maillard reaksiyonu ile birlikte ekmek kabuğunun arzu edilen kahverengi rengi oluşur ve aroma bileşikleri meydana gelerek kabuktan iç kısma doğru hareket etmektedir (Yurdatapan, 2014). Yapılan bir çalışmada Maillard reaksiyonları sonucu oluşan aldehit ve furfuralların ekmek içinde absorbe edildiğini bildirilmiştir (Rynold, 1965; Pyler, 1979). Bayatlama dışında ekmeklerde görülen diğer problemler ise şunlardır;

Küflenme: Ekmekte en çok görülen problem küflenmedir. Fermantasyon odaları, kabinler, soğutma rafları gibi rutubet ve sıcaklığın uygun olduğu ortamlar küf mantarları için oldukça uygun yerlerdir (Elgün ve Ertugay, 1992). Ekmek fırından yeni çıktığında pişirme sıcaklığının etkisi ile küf sporları içermez. Ancak işletmenin her yerinde bulunan mikrobiyal sporlar soğumayla birlikte ekmeğe bulaşır (Pyler, 1988). Aynı zamanda iyi pişirilmeyen ekmeklerde undan gelen sporlar yaşamlarına devam etmekte ve ekmek 1-2

gün içinde bozulmaktadır (Üncer ve Sacır, 1982). Ekmekte bozulmaya neden olabilecek küfler; *Rhizopus* (*R. nigricans*, *R. stolonifer*), *Penicillium expansum*, *Aspergillus* (*A. niger*, *A. fumigatus*), *Neurospora sitophila*, *Monilia sitophila* ile *Mucor* ve *Geotrichum* cinsinden bazı türlerdir. (Elgün ve Ertugay, 1992; James, 1992). Ekmekte küflenmeyi önleyebilmek için alınması gereken tedbirler;

1. Dinlenme odalarında hijyenin sağlanması ve küf sporlarından arındırılması,
2. Kontaminasyonu önlemek için ambalajlama yapılması,
3. Ambalajlama öncesi ekmeklerin yeterince soğutulması,
4. Ekmek yüzeyindeki küf sporlarının elektrikli ısıtma gibi yöntemlerle tahrip edilmesi,
5. Muhafaza aşamasında dondurma ve soğutma işlemlerinin uygulanması,
6. Mikrobiyostatik maddelerin hamura ilave edilmesi söylenebilir (Elgün ve Ertugay, 1992; Özkaya ve Özkaya, 1992).

Kunz vd. (1995) yapmış olduğu çalışmada buğday ekmeğine çeşitli baharatlar ekleyerek baharatların ekmek küflerine (*Cladosporium herbarum*, *Penicillium expansum* ve *Rhizopus stolonifer*) karşı koruyuculuğunu incelemiştir. Kunz (1995) yapmış olduğu bir diğer çalışma ile raf ömrü üzerinde antimikrobiyal katkıların etkili olduğunu savunmuştur.

Rop problemleri: Hijyen ve sanitasyon uygulamalarının yetersizliğinde "*Bacillus subtilis*" mikroorganizmasının etkisi sonucu oluşan rop hastalığının ekmekteki belirtisi ilk önce kavun kokusu ve devamında iplikçik şeklinde oluşumlar gözlenmiştir. Önlemek için; ekmek içi yeterli sıcaklık derecesine gelene kadar ısıtılmalı, hamurun pH'sı düşük tutulmalı, kaliteli unlar kullanılmalı, ekmekler iyi soğutulmalı ve üst üste hava almayacak şekilde istiflenmemeli, soğukta muhafaza edilmeli ve mikroorganizma faaliyetleri inhibe edilmelidir (Kalkışım vd., 2012). Ekmek formülasyonunda kullanılan asetik asidin rop üreten *Bacillus*'lara karşı antimikrobiyal etkisinden dolayı ürünlerin raf ömrünü doğrudan etkilediği bildirilmiştir (Hansen ve Schieberle, 2005).

Besinsel kayıp: Ekmekteki aroma oluşumunda Maillard ve karamelizasyon her ne kadar istenilse de üründe karbonhidratların parçalanması sonucu enerji kaybına yol açtığı ve proteinlerin miktarı ve kalitesini de düşürdüğü belirlenmiştir. Bu nedenle Maillard reaksiyonları sonucu oluşan ürünlerin bazı besinsel kayıplar yaşadığı ve sindirimi olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Yazgan, 1978).

İsraf: Bayatlama ile ekmeğin duyuşal kabul edilebilirliği azalmaktadır ve israfın en önemli nedenini oluşturmaktadır (Lin, 1982). 2004 yılında Ankara Ticaret Odası tarafından hazırlanan “Ekmekteki Kayıp Ekonomi” adlı rapora göre ölkemizde üretilen her 10 ekmekten 1 tanesinin başta bayatlama olmak üzere çeşitli nedenlerden dolayı israf edildiği belirtilmiştir. Ekmeğin bayatlamasının, israfın en önemli nedenlerinden biri olduğunu ve en çok lokanta, restoran gibi toplu tüketim yerlerinde gerçekteştiği aynı raporda sunulmuştur (Yüksel, 2014). Yapılan başka bir çalışmada 2008 yılında kişi başına yaklaşık olarak 330 g/gün ekmek tüketilirken 2012 yılında bu oran 319 g/gün olarak saptanmıştır. Ekmek israfı ise 2008 yılında yaklaşık olarak kişi başına 17.4 g/gün iken 2012 yılında 19.9 g/gün olarak artmıştır. Araştırma sonucuna göre kişi başına günlük ekmek üretimi azalırken israfı artmaktadır (Yurdatapan, 2014). TMO (Toprak Mahsulleri Ofisi) tarafından yapılan Türkiye’de Ekmek İsrafı Araştırmasına göre ölkemizde günlük 101 milyon ekmek üretildiği ve bu ekmeklerin 6 milyonunun israf edildiği belirtilmiştir. Ekmek israfının temel nedenlerinden biri olarak gereğinden fazla servis edilmesi olduğu ve bu yüzden ekmeğin toplu tüketim yerlerinde ince dilimler halinde servis edilmesi gerektiği açıklanmıştır (TMO, 2013).

Ekmeğin bayatlaması önemli bir sorundur ve bayatlama sırasında önemli besinsel kayıpların meydana geldiği birçok çalışmada belirtilmiştir. Fakat tüm bunların yanında bayatlamının sağlık üzerine bazı olumlu etkiler yaptığı da belirtilmelidir. Yüksel (2014), yaptığı tez çalışmasında ekmeğin bayatlama ile birlikte kabul edilebilirliğinin azalmasının yanında bazı fonksiyonel özellikler kazandığını ve bunların başında ise beslenme açısından oldukça önemli olan enzime dirençli nişastanın oluştuğunu belirtmiştir (Yüksel, 2014). Nişasta sindirim hızlarına göre 3’e ayrılır. Bunlardan ilki hızlı sindirilebilir nişastadır ki bu nişasta yaklaşık 20 dk içinde sindirilebilir. Örnek olarak pirinç nişastası verilebilir. İkincisi 20-180 dk arası sindirime uğrayan yavaş sindirilebilir nişastadır. Bunlara örnek olarak baklagil nişastaları verilebilir. Son olarak ise sindirime uğramayan nişastadır. Bu nişastalar enzime dirençli nişasta olarak bilinir. İnce bağırsaklarda sindirime uğramadan kalın bağırsaklara geçen ve buradaki bakteriler tarafından fermentasyona uğrayan nişasta tipidir (Hacer vd., 2011). Bu tip nişastalar kalın bağırsaktaki bakteri florası tarafından fermente edilerek sindirildiği için diyet lif özelliği sergilerler ve sağlık açısından birçok olumlu faydalar sağlarlar. Yapılan çalışmalarda, enzime dirençli nişastanın sağlık üzerine olumlu etkileri şu şekilde sıralanmaktadır; Kolorektal kanser riskini azaltmak, kolonda olması istenen kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini artırmak, kolik asit salgısını artırmak, sindirim

sistemi fonksiyonlarında artış, glisemik indeks ve kan kolesterol seviyelerinde azalma ve kimyasalların zararlarını önleyen enzimleri teşvik etmek (Niba, 2002; Charalampopoulos vd., 2002). Brouns vd. (2002) yaptıkları çalışmada enzime dirençli nişastanın Ca ve Mg emilimini artırdığını, bağırsaktaki patojen sayısını ikincil safra tuzları ile azalttığını, bağışıklık sistemini güçlendirdiğini, fekal suyun toksisitesini düşürdüğünü, ishalde azalma sağladığını ve doyumluk hissi oluşturduğunu belirtmişlerdir (Brouns vd, 2002). Yapılan başka bir çalışmada da enzime dirençli nişastanın Probiyotik bakterilerin gelişmesine fayda sağladığı belirtilmektedir (Brown vd., 1996; Karaoğlu, 2007). Siljeström vd. (1988) de yaptığı çalışmada ekmeğin bayatlamayla birlikte duyuşal değeriinin düştüğünü fakat diyet lif etkisi özelliğı gösteren enzime dirençli nişasta miktarının artmasıyla birlikte enzimatik sindirime duyarlılığı azalacağını belirtmişlerdir (Siljeström vd., 1988).

Ekşi Hamur

Bakterilerin, mayaların ve küflerin her ne kadar zararlı etkileri daha çok bilinse de hayatımızın her safhasında insanoğluna çok önemli yardımları dokunmaktadır. Bu yardımların belki de en başında fermentasyon teknolojisi gelmektedir. Fermentasyon terimi bir maddenin başta bakteriler ve mantarlar olmak üzere diğeri mikroorganizmalar tarafından, ısı ile beraber köpürerek kimyasal çürümesi şeklinde tanımlanmaktadır. Fermente bir ürün olan ekmek teknolojisinde de bu tür canlılardan yararlanılmaktadır. Günümüzde modern tesislerde üretilen mayalar (yaş ve kuru mayalar) ekmek üretiminde kullanılırken eski tarihlerde bu işlem kendi kendine ekşitilerek hazırlanan hamurların sürekli olarak bir sonraki üretimde kullanılması ile gerçekleştirilmekteydi (Terefe, 2016; Alkay, 2017). Tarihte ilk ekşi maya üretimin keşfinin M.Ö. 3000 yıllarına kadar uzanmaktadır. İlk olarak Mısırdaki ortaya çıktığı ve hatta Mısırdaki bulunan Musevilerin ekşi hamurla ekmek yapımını öğrendikleri ama kaçarken yanlarında fırınlarını götüremedikleri için mayalanmamış ekmek yemek zorunda kaldıkları bildirilmiştir. Yunanlı tarihçi Herodot'un tüm insanların gıdaların bozulmasından korkarken Mısırlıların hamur bozulana kadar beklediklerini ve bundan memnuniyet duydıklarını söylemesi ise bunun en büyük kanıtı sayılabilmektedir. Tarihten günümüze gelen başka bir rivayete göre ise ekşi hamurla yapılan ekmeğin M.Ö. 168 yılında Roma'da ortaya çıktığı ve buradan Avrupa'ya yayıldığı yönündedir (Hansen ve Schieberle, 2005). Ülkemizde 2012 yılında gerçekleşen Türk Gıda Kodeksi Ekmek Tebliğı'ndeki revizyon ile birlikte Ekşi hamur şu şekilde

tanımlanmaktadır; ekmek hamurunun yani ekmeklik un ve su karışımının uygun fermantasyon koşullarında bekletilmesi ya da laktik asit bakterilerinin (LAB) ilavesiyle gaz oluşması ile tadın ekşimesi ve koku oluşması sonucu oluşan hamurdur (TGK, 2012).

Tarihte buğday imparatorluğu olarak da bilinen Roma imparatorluğunun Anadolu topraklarına kazandırdığı fırıncılık kültürü ile gelişen ekşi mayalı ekmek teknolojisi ülkemizde halen belli bölgelerde devam ettirilmekte ve sevilerek tüketilmektedir (Albustanlıoğlu, 2019). Ekşi mayalı ekmeklerin üretiminde mayanın hazırlanmasında genelde 2 yol tercih edilir. Bunlardan ilki ekmeklik unun (genelde buğday ve çavdar unu) yoğurt veya beyaz peynir gibi laktik asit bakterilerince zengin ürünler ile zenginleştirilerek bir hamur elde edilir ve daha sonra bu hamur ılık bir yerde yaklaşık 25-30 °C’de ekşimeye bırakılır. Diğer ise az miktarda hazırlanan hamurun hava geçiren kanaviçe gibi torbaya konularak asılması ve ekşimeye bırakılması yönündedir. Ekşiyen hamurdan her gün aşılama yapılarak maya sürdürülür (Gül, 1999). Kullanılan bu 2 yöntem ile; kültür mayalarına ek olarak havadan ve hamur bileşenlerinden gelen yabancı mayaların sitrik, laktik ve asetik asit gibi bakterilerin aktif olduğu hamurun diğer hazırlanan hamurlarda maya olarak kullanılması amaçlanmaktadır (Göçmen, 2001).

Ekşi maya teknolojisi ile üretilen ekmeklerin aroması normal ekmeklerden farklıdır. Bu sayede birçok kişi bu tür ekmekleri severek tüketmektedir ve ekşi maya hamuru ile üretilen ekmeklerin aromasındaki etken, fermantasyon aşamasında yatmaktadır. Fermantasyon aşamasında üretilen ekşi maya ile fermente olmuş hamurda meydana gelen ekşilik, ekşi mayanın tabiatında bulunan maya ve bakterilerin oluşturduğu asit, aroma ve diğer metabolit ürünlerden geldiği belirtilmektedir (Hammes ve Ganzle, 1998; Vogel vd., 1999). Orta Doğu ve Akdeniz ülkelerinde daha fazla olmak üzere Dünyada yaygın bir şekilde kullanılan ekşi hamur yöntemi, ülkemizde de Anadolu’nun bazı yörelerinde halen kullanımını devam ettirmektedir (Kotancılar vd., 1998).

1.1.4. Ekşi Hamur Çeşitleri ve Yapım Yöntemleri

Dünyada farklı formülasyonlar, yapım ve pişirme teknikleri ve daha birçok değişik faktörden dolayı yaklaşık 4000 ekmek çeşidi üretilmektedir. Mayalı ekmeklerin temelini oluşturan ekşi hamur (LAB ve *Saccharomyces cerevisiae*’nın fermantasyonu ile) üretimine bir önceki başlık altında değinilmişti (Hansen ve Schieberle, 2005). Daha geniş manada ekşi hamur üretim teknikleri 3 grupta toplanmıştır (De Vuys ve Neysen, 2005).

Bunlardan ilki tip I veya geleneksel ekşi hamur yöntemi, diğeri tip II veya hızlandırılmış ekşi hamur yöntemi ve sonuncusu Tip III veya kurutulmuş ekşi hamur yöntemidir.

Tip 1 Ekşi Hamur: Bir diğeri adı geleneksel ekşi hamur yöntemidir. Günlük canlandırma işlemi 20-30°C’de son pH’sı 4.0–4.5 oluncaya kadar devam ettirildiği için temel özelliği sürekliliğidir. Kendi içinde de 3 ayrı gruba ayrılır. Bunlar;

Tip Ia: Farklı orjinlerden gelen starter LAB’leri oluşturulan saf kültürler.

Tip Ib: Çavdar ve buğday gibi ya da bunların karışımlarından aşamalı fermentasyonla üretilen, spontane/kendiliğinden fermente olan ekşi hamur.

Tip Ic: Tropik iklimlerde yüksek sıcaklıklarda üreyen ekşi hamur.

Tip 2 Ekşi Hamur: Daha çok çavdar ekmeğinin endüstriyel olarak üretiminde tek aşamalı, hızlandırılmış ve devamlı çoğalmanın olduğu 30 °C’den yüksek sıcaklıklara çıkıldığı ve 24 saatin sonucunda pH’nın 3.5’in altına düştüğü bir tekniktir. Bu değerlerde mikroorganizmalar sınırlı aktivite gösterir. Yöresel fırınlarda daha çok kullanılan bu yöntemde hamura asitlik verici olarak kullanılır.

Tip 3 Ekşi Hamur: Aroma taşıyıcı ve asitlik verici olarak kullanılan ekşi hamur tanımlanmış starter kültürler tarafından fermente edilmiş ve toz form tekniğidir (De Vuys ve Neysen, 2005).

1.1.5. Ekşi Hamurun Ekmek Kalitesine Katkıları

Yapılan araştırmalar ekşi maya kullanımının ekmek kalitesine birçok olumlu katkılar yaptığını göstermektedir. Bu katkılar içerisinde ekmeklerinin tekstür, aroma, besinsel değer, raf ömrü ve lezzet özelliklerindeki değişimler söylenebilir. Ekşi hamur tabiatındaki bakterilerin ürettiği CO₂ ve organik asitlerin yanında antifungal ve bakteriyosinlerinde üretildiğini ve bu bileşiklerin ekmeğin raf ömrünü uzattığını gösteren araştırmalar yapılmıştır. Tüm bunların yanında gliadin proteinin mikrobiyal faaliyet sonrası zarar görmesi sayesinde çölyak hastalarının tüketebileceği ürünlerin oluşumuna katkı sağlayan birçok yıkım işlemi de gerçekleşmektedir (Lacaze vd., 2007; Moroni vd., 2009). Ekşi hamur ile üretilen ekmeklerin bakteri florasında bulunan mayalar ve LAB tarafından oluşturulan karbondioksitin ekmeğin spesifik hacmini arttırdığı ve iç yapısında olumlu gelişmeler sağladığı belirtilmektedir. Ayrıca LAB’nin ekmeğin iç rengini, kabuk özelliklerini, hacmini ve lezzetini geliştirdiğini mikroorganizma faaliyetlerini önleyerek raf ömrüne olumlu katkılar sağladığı söylenmiştir (Clarke vd., 2002; Arendt vd., 2007;

Rehmen vd., 2007). LAB'nin ürettiği ekzopolisakkaritler (EPS) ekmek üretiminde kullanılan hidrokolloidlerin görevini üstlenirken, oluşan organik asitler nişasta ve protein fraksiyonlarına etki ettiği belirtilmiştir. Ekşi hamur bakteri florasının oluşturduğu asit üretimi hamur pH'sının düşmesini sağlarken ortamdaki amilaz ve proteaz enzimlerinin faaliyetini artırması ile ekmek bayatlama oranının azaldığı görülmüştür (Arendt vd., 2007).

Biyoaktif bileşenlerin (prebiyotik, oligosakkaritler veya diğer metabolitler) sayısını artıran ekşi hamur mineral biyoyararlılığını ve asit üretimini de artırmaktadır. Ekşi hamur, ekzopolisakkarit oluşturmakta ve diyet lif etkisi göstererek de aynı zamanda nişastanın enzimatik sindirimini geciktirmekte ve düşük glisemik indeks oluşturmaktadır. Fermantasyon sırasında oluşan proteaz, lipaz, α -glukozidaz, β -fruktozidaz ve invertaz gibi enzimlerin aktivitesi makro moleküllerin (protein, nişasta) hidrolizine neden olarak besin olan ve olmayan tüm maddelerin emilimini kolaylaştırmaktadır (Meroth vd., 2003; Poutanen vd., 2009). Ekşi maya ile üretilmiş ekmeklerin aroması normal eklere göre çok farklıdır. Bu durum tüketici eğilimini direkt olarak etkilemektedir. Nitekim ekşi maya ile üretilmiş ekmeklerde LAB tarafından uçucu olan (alkol, aldehit, keton...) ve uçucu olmayan (organik asit) birçok lezzet bileşeni tespit edilmiştir. Bu bileşenler ürünün farkını ortaya çıkarmakta ve müşteri memnuniyetini sağlamaktadır (Rehman vd., 2006).

1.1.6. Ekşi Hamurun Bayatlama Üzerinde Etkisi

Fırıncılık ürünlerinde ürünün kalitesi, pişiminden tüketime kadar geçen süreye bağlıdır ve ürünün raf ömrü çok kısadır. Fırıncılık ürünlerinin ve özellikle ekmeklerin raf ömrünü etkileyen en önemli hadise bayatlama olayıdır. Ekmeğin bayatlaması öncelikle bekletildiği sürede nem kaybı ile başlar. Devamında kaybolan organoleptik özelliklerinin yanında sertleşme ile son bulur ve artık ürün tüketilemez hale gelmiştir. Arzulanan özellikleri kaybolmuş ekmek ürünlerinin tüketiciler tarafından tercih edilmediği belirtilmektedir (Palomba, 2008). Nişastanın retrogradasyonu olarak isimlendirilen olay ekmeğin bayatlamasından sorumludur. Ekmekteki en önemli bileşenin nişasta olduğu düşünüldüğünde bayatlama kaçınılmazdır. Şekil 1.2'de bayatlama hadisesi ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Özetle pişmeyle birlikte şişen ve çözünen nişasta granüllerinin ekmeğin soğumasıyla jelatinize ve kristalize olmasıdır (Arendt vd., 2007). Ekşi maya ile üretilmiş ekmeklerin bayatlamasının daha geç olduğu belirtilmiştir. Bu olay ekşi hamurda asit üretimi sonucu pH'da düşüş yaşanması ile birlikte ortamdaki amilaz ve proteaz enzimlerinin

faaliyetlerinin artmasını sağlamaktadır. Ortamda artan proteaz enzimleri de ekmeğin protein ağında bulunan suyun açığa çıkmasını sağlar ve böylelikle ortamda artan amilaz enzimlerinin aktivitesinin de artması sağlanmış olur. Ortamda artan bu amilaz enzimleri de nişasta moleküllerini (amiloz ve amilopektin) etkileyerek aralarında bağ oluşturmalarını engellemekte ve retrogradasyonu geciktirerek bayatlamayı yavaşlatmaktadır. Ayrıca bayatlama asidifikasyon derecesine ve mikrofloraya bağlı olarak gelişmektedir (Arendt vd, 2007). Ekşi hamurun ortaya çıkardığı asit, proteoliz ve nişastanın mikrobiyal hidrolizi ekmekte fizikokimyasal değişiklikler meydana getirdiği ve bu sayede ekmeğin bayatlaması geciktiği bildirilmiştir (Sıkılı ve Karapınar, 2002). Ayrıca proteaz ilave edilmesinin ürünün bayatlamasını geciktirici etki yaptığı bildirilmiştir (Arendt vd, 2007). Ekşi hamurdaki bakteri faaliyetleri sonucu oluşan ekzopolisakaritler (EPS)'in, hamurun raf ömrünü uzatabileceği belirtilmiştir (Torrieri vd., 2014). Bayatlama üzerine ekşi hamurun etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada ise fermente buğdayın nişasta kristalizasyonunu azalttığı ve bayatlamayı geciktirdiği yönündedir (Katina vd., 2006). Başka bir çalışmada ise ekşi hamur fermentasyonu ile ekmek içi yumuşaklığın ve hacminin geliştirilmesinin ekmeğin bayatlamasına olumlu etkilerinin olduğu yönündedir (Gobbetti vd., 2008). Glütensiz ekmekler üzerinde ekşi hamurun etkisinin incelendiği bir çalışmada ekşi hamur ilavesinin depolama sırasında ekmeklerdeki nem kaybını azalttığı ve bayatlama üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Sabanis vd., 2009).

1.1.7. Ekşi Hamurun Aroma Üzerine Etkisi

Türkçede güzel koku anlamına gelen aroma gıdaların sahip olduğu tat ve koku özelliklerini zenginleştirmek için gıdaya sonradan ilave edilen katkı maddeleridir. Gıdaya sonradan ilave edildiği gibi aroma bileşikleri gıda üretim aşamalarında da bazı reaksiyonlar ile oluşmaktadır. Bu reaksiyonlar fermentasyon, Maillard ve karamelizasyon olayları olarak söylenebilir. Ekmek ürünlerinde de aroma çok önemli bir kalite kriteridir. Ekmek üretiminde temel olarak kullanılan hammadde buğday unu olmasına rağmen kullanılan farklı tahıl unlarına göre birçok ekmek çeşidi bulunmaktadır. Buradaki farklılık kullanılan hammadde ile birlikte fırıncı tecrübesinden ve coğrafik bölgelerdeki tüketim alışkanlıklarından kaynaklanmaktadır (Hansen ve Schieberle, 2005). Ekşi hamur metodu ile üretilen ekmeklerdeki aromatik bileşik farklılığı kullanılan hammaddelere, starter kültür çeşidine, üretimde kullanılan teknolojiye, pH, sıcaklık, süreye ve pişirme işlemine bağlı

olarak değişkenlik göstermektedir (Hansen ve Hansen, 1996; Hansen ve Schieberle, 2005). Ekşi hamur teknolojisi ile üretilen ekmeklerde ise aromatik bileşikler fermantasyon yanında bir önceki partinin aşılınmasıyla üretilen ekşi hamur ile birlikte havadan gelen bakteriler ekmeği aroma yönünde zenginleştirmektedirler (Linko vd., 1997). Ekşi hamurun fermantasyonuyla laktik asit, asetik asit ve etanol oluşarak aromaya katkı sağlamaktadır (Lotong vd., 2000; Vuyst vd., 2002). Ekmeğin ekşi maya ile fermantasyonuyla aroma üzerinde söz sahibi olan bileşikler şunlardır; asitler (asetik asit, laktik asit), alkoller (etanol, propanol), yüksek alkoller (2-metil-1-bütanol, 3-metil-1-bütanol), esterler ve karbonil bileşikler (diasetil, n-hekzan, 2-propanon) (Sıkılı ve Karapınar, 2002). Heterofermantatif LAB'nin meydana getirdiği organik asitlerin aroma üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Göçmen, 2001).

Ekşi hamurla üretilen ekmeklerde ekmek içi ile kabuğu arasında aroma yönünden farklılıklar tespit edilmiştir. Özellikle ekmek içinin daha ekşi olduğu belirtilmektedir (Lotong vd., 2000). Ekmek içi aroması, ekmek içi sıcaklığın 100 °C'yi aşmadığından daha çok fermantasyon reaksiyonlardan kaynaklanırken, ekmek kabuğu aroması sıcaklığın 120 °C ve üzerine çıkmasından dolayı Maillard ve karamelizasyon reaksiyonların etkisi ile oluştuğu bildirilmektedir (Hansen ve Hansen, 1996). Ayrıca ekşi hamur uzun süreli kullanımlar için kurutularak saklanmaktadır. Kurutulmuş ekşi hamur ilavesiyle üretilen ekmeklerin aroması maltımsı ve tereyağımsıdır. Taze (yaş) olarak kullanılan ekşi hamur ile üretilen ekmeklerin aroması ise daha asidik bir karakterde olduğu bildirilmiştir (Brandt, 2007). Trabzon Vakfıkebir ekmeği ile francala ekmeği üzerine yapılan bir çalışmada Vakfıkebir ekmeğinin daha fazla aromatik madde içerdiği belirtilmiştir (Dikbaşı, 2003).

1.1.8. Ekşi Hamur Bakteri Florası

Gıdalarda bulunan mikroorganizmalar; bozulmaya neden olanlar, gıda zehirlenmelerine ve enfeksiyonlara neden olan patojenler ve fermente gıdaların oluşumu sağlayan mikroorganizmalar olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş, 1999). Ekşi hamurlardan izole edilen laktik asit bakterileri (LAB) fermantasyon tiplerine göre homofermantatif ve heterofermantatif olmak üzere 2 kısma ayrılmaktadırlar (Tablo 1.5). Heksozların fermantasyonu ile birincil laktik asit üreten bakterilere homofermantatif LAB denirken, heksozlardan laktik asit, etanol ve CO₂ üretenlere heterofermantatif LAB denilmektedir. Heterofermantatifler asetaldehit ve diasetil grubu tat ve aroma

maddelerinin üretimini sağlamaktadırlar (Ünlütürk ve Turantaş, 1999). Ekşi hamurdan izole edilen türler genellikle *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* ve *Weissella* türlerinden birine aittir. En fazla sayıda çeşidi olan ise *Lactobacillus* cinsidir (Chavan ve Chavan 2011). Laktobasillerin özellikleri şu şekildedir; sporsuz, gram pozitif, fermantatif ve mikroaerobik ve genellikle hareketsiz bakterilerdir (Ünlütürk ve Turantaş, 1999). *Lactobacillus brevis*: her tür ekmek üretiminde kullanılan fermantasyon sonucu laktik asit, koruyucu özellik sağlayan asetik asit, etanol ve aromatik bileşikler oluşturan bir cinstir. *Lactobacillus plantarum*: hızlı asitlenme ile ekmekte kendine has bir yapı ve ekmekte Türklerin ağız tadına daha uygun hafif ekşimsi tat oluşturan bir cinstir. *Lactobacillus delbrueckii*: Kaliteli çavdar unlarında asitlendirme için uygundur ve ekmeğe hoş ve aroma sağlamanın yanında yumuşaklıkta vermektedir (Akgün, 2007).

Tablo 1.5. Ekşi hamurlardan izole edilen laktik asit bakterileri (Chavan ve Chavan, 2011).

	Fermantasyon Tip	
	Homofermantatif	Heterofermantatif
Laktik Asit Bakteri Türleri	<i>Lb. amylovorus</i>	<i>Lb. fermentum</i>
	<i>Lb. acidophilus</i>	<i>Lb. sanfranciscensis</i>
	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>delbrueckii</i>	<i>Lb. brevis</i>
	<i>Lb. farciminis</i>	<i>Lb. fructivorans</i>
	<i>Lb. mindensis</i>	<i>Lb. reuteri</i>
	<i>Lb. amylolyticus</i>	<i>Lb. acidifarinae</i>
	<i>Lb. crispatus</i>	<i>Lb. hilgardii</i>
	<i>Lb. johnsonii</i>	<i>Lb. paralimentarius</i>
		<i>Lb. plantarum</i>
		<i>Lb. pentosus</i>
		<i>Lb. alimentarius</i>
		<i>Lb. casei</i>
		<i>Lb. buchneri</i>

Sağlık ve beslenme üzerindeki olumlu etkiler sağlamasından dolayı gıda üreticileri için önemli bir grupta yer alan laktik asit bakterileri (Yıldırım ve Yıldırım, 2000) ürünlerin raf ömrünü uzatılmasının yanında, koku ve aroma gelişimine de katkılar sağlamaktadır

(Zamfir vd., 1999). Ayrıca laktik asit üretimi sonucu pH'nın düşmesi antimikrobiyal etki sağlamaktadır (Ahn ve Stiles, 1990). Lönner ve Preve- Akesson (1988) tarafından yapılan bir çalışmada Homofermantatif türlere göre Heterofermantatif ile yapılan ekmeklerin daha düşük pH sergilediği ve ekmeklerdeki aromanın daha yoğun olduğu sonuçlarına varılmıştır. Martinez-Anaya vd. (1990), mayalar ile LAB'nin etkileşimlerini ekmek üzerine katkılarını inceledikleri çalışmalarında *S.cerevisiae* içeren tüm kombinasyonların daha yüksek kalitede ekmekler verdiği sonucuna ulaşmışlardır. Lund vd. (1989) çavdar ekmeği üretiminde Homo ve Heterofermantatif LAB'ni starter kültür olarak ekşi hamurda kullanmışlar ve fermentasyonu takiben ekşi hamurdaki aroma maddeleri ve asit üretimleri incelenmiştir. Araştırma sonucuna göre Heterofermantatif LAB'nin olduğu ekşi hamur ürünlerinin daha yüksek asit oluşturdıklarını tespit etmişlerdir. Sıcaklığın fermentasyon üzerindeki etkisi incelendiği başka bir araştırma en hızlı asitlik artışının 35 °C'de Heterofermantatif LAB tarafından meydana getirildiği görülmüştür (Hansen vd., 1989).

Peksimet

1.1.9. Genel Özellikler

Peksimet, ekmeklerin dilim dilim kesildikten sonra içermiş olduğu neminin uzaklaştırılması ile üretilen ve uzun süre bozulmadan kalabilen bir fırıncılık ürünüdür. Rumca kökeni olan peksimete Türk Dil Kurumunun tanımlaması şu şekildedir; “pişirildikten sonra dilimler halinde kesilerek ısı ile kurutulmuş, uzun süre dayanabilen ekmektir”. Peksimete Almanya'da Zwieback, Fransa'da biscotte veya galette, İngiltere'de Melba toast, rusk, ship biscuit gibi isimler verilmektedir. Peksimet ülkemizin farklı yörelerinde de farklı isimler ile üreilmeye devam etmektedir. Bunlar kruton, grissini, galeta, etimek, peksimet ve bakısmadır. Ulaşımın bu kadar hızlı sağlanmadığı dönemlerde hac gibi uzun zaman alan yolculuklarda, denizde gemiciler tarafından ve savaş zamanlarında askerin temel besin kaynağı olarak tüketilen peksimet, tazeliğini uzun süre koruduğu ve bozulmadan kalabildiği için çokça tercih edilmiştir (URL-5; URL-6).

Ekmekler yüksek nem içeriğine sahip fırıncılık ürünleridir. Bu nedenle raf ömürleri de kısadır. Bazı ekmeklerin içermiş olduğu nem miktarları şu şekildedir; beyaz ekmek %29.7, tam buğday ekmeği %31.4, ekşi mayalı ekmek %38.20, çavdar ekmeği %33.4, yulaflı ekmek %28.6 (Karaoğlu, 2007). Günlük beslenmemizin temel kaynaklarından biri olan ekmeğin tüketimi konusunda çok eski zamanlardan beridir uygulanan kurutma işlemi

sayesinde gerek uzun yolculuklar olsun gerekse de mevsimsel farklılıklarda rahatlıkla tüketilebildiği görülmüştür. Ayrıca ekmeklerin kurutulup peksimet hale getirilerek çok uzak noktalara ekmek satışları da üreticiler açısından önemli bir ekonomik kazanç oluşturduğu bilinmektedir. Peksimetler ıslatılıp yeniden ekmek gibi değil birçok menüde çok alternatifli bir aparat şeklinde de tüketimleri görülmektedir. Bu tüketimler arasında çay, çorba, pekmez, ayran, vb. birçok yiyecek ve içeceklerle tercihe göre kuru şekilde ktır ktır ya da ıslatılarak tüketilebilmesi gösterilebilir (Kalkışım vd., 2012; URL-3, 2018; Yüksel ve Baltacı, 2019).

Farklı un çeşitlerinin karışımlarından yapılan Mardin peksimetlerinin kabuk rengi değişimlerinin incelendiği bir çalışmada; nohut ve mısır unlarıyla yapılan peksimetlerin parlaklıklarında ve sarılıklarında azalma olurken kırmızılık değerlerinde artma olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada kontrol örneklerinde (sadece buğday unlu) elde edilen analiz sonuçlarına göre %11.88 nem, %13.79 protein, %0.64 kül, %83.78 karbonhidrat, %1.33 yağ ve %0.39 diyet lifi içerdikleri tespit edilmiştir (Karaboğa, 2019). Gümüşhane yöresine ait peksimetler üzerine bir çalışmada ise %4.4 nem, %12.10 protein ve %4.38 yağ belirlenmiştir (Aktaş, 2008). Farklı kurutma zamanları ile üretilen Gümüşhane peksimetleri üzerine yapılan başka bir çalışmada da %33.32 nem, 0.88 su aktivitesi, 63.42 L*, 3.91 a* ve 29.33 b* değerleri belirlendiği belirtilmiştir (Yüksel ve Baltacı, 2019).

1.1.10. Fonksiyonel Gıda

Bir işlev ya da görev olarak tanımlanan fonksiyon kelimesinden oluşturulmuş fonksiyonel kavramı son yıllarda gıda ürünleri için kullanılır olmuştur. Bu bakımdan beslenmemizin temel görevi vücudumuzun metabolik ihtiyaçlarını sağlıklı bir biçimde yerine getirebilmesi için gerekli besin maddelerini almamızdır. Aldığımız bu besin maddeleri öncelikle metabolik aktivitemiz için gerekli olan besin maddelerini temin ederken aynı zamanda sağlık üzerine olumlu etkileri bulunan birçok bileşeni de içermektedir (Haschke vd., 2001; Kayacier vd., 2014; Yüksel vd., 2014). Son yıllarda beslenme sadece makro ve mikro besin elementlerin alınması ile sınırlı kalmayıp aynı zamanda alınan bu besin maddelerinin sağlığımıza olan yararlarının da dikkate alındığı bir tüketim anlayışının ortaya çıkarmıştır. Ortaya çıkan bu tüketim anlayışı ışığında fonksiyonel gıdayı şu şekilde tarif edebiliriz; besleyici niteliklerinin dışında insan

metabolizması için fizyolojik yararlar sağlayabilen ve/veya kronik hastalık riskini azaltabilen besinlere “fonksiyonel besinler” denilmektedir (Hasler, 2002; Jones, 2002). Gıdalarda kullanılan bazı fonksiyonel bileşikler şunlardır; prebiyotikler, diyet lifleri, antioksidanlar, bazı mineraller, likopen ve karotenlerdir (Durmaz, 2019). Tüketicilerin satın aldıkları ürünlerin beslenme ihtiyaçlarının yanında sağlıklarına yapacağı katkılara dikkat eder bir arayış içinde olmaları dünyadaki fonksiyonel gıda pazarının önemli oranda büyümesini sağlamıştır. 2000 yıllarında fonksiyonel gıda pazarı 28 milyar dolar civarlarında iken bu oran 2006 yılı itibariyle 80 milyar dolarlık bir ciroya ulaştığı belirtilmektedir. Bazı ülkelerdeki fonksiyonel gıda pazar verileri şu şekildedir; Amerika da 59 milyar dolar (Evani, 2009), İtalya da 10 milyar dolar (Giannetti vd., 2009), Çin de 6 milyar dolar (FAO, 2007) ve Türkiye de 420 milyon Türk lirası (Özdemir vd., 2009) olduğu bildirilmiştir (Durmaz, 2019). Tüm Dünyada olduğu gibi Ülkemizde de fonksiyonel gıda pazarı giderek artan bir trende sahiptir. Ülkemizde fonksiyonel gıda kullanımına yönelik yapılan bir araştırmada 2006 yılı içerisinde ülke genelinde her evin %36’lık kısmında hem fonksiyonel hem de diyet ürün satın alındığı tüketicilerin gıda ve içecek harcamasına yaptıkları yaklaşık 28 milyar TL’lik harcamanın yaklaşık %1’lik kısmını fonksiyonel ürünler için harcandığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada fonksiyonel ürün satın alan tüketicilerin ürün çeşitliliğinin oldukça önem verdiklerini ve her kesime hitap eden ürünlerin piyasaya sürülmesinin fonksiyonel gıda pazarında önemli artışlar gösterdiğini bildirmişlerdir (Yüksel, 2014).

Yapılan başka bir çalışmada fonksiyonel besinlerin insan sağlığına yaptığı olumlu etkileri vasıtasıyla insanlar tarafından aşırı bir ilgi görmesi ve her yeni çalışmanın bu tezi desteklemesi ile beraber her geçen gün fonksiyonel besinlere olan talep artış görüldüğü bildirilmiştir. Bu kapsamda Healthfocus kuruluşu tarafından uluslararası çapta yaptırılan bir araştırmada her 10 kişiden 9’unun gıda maddesi satın alırken ilk olarak sağlık kriterini aradığını, daha sonra ise lezzet, fiyat ve diğer unsurların yer aldığını belirtmişlerdir. Ayrıca sağlığı önemsemeyen alışveriş yapan tüketicilerin oranının ise %6 gibi çok düşük seviyelerde kaldığını rapor etmişlerdir (Erbaş, 2006; Tercan, 2019). Son yıllarda özellikle yanlış beslenme ile insanların en çok sağlık sorunu çektiği konular arasında kardiyovasküler hastalıklar, obezite, kanser ve osteoporoz gibi hastalıklar sayılabilir.

Fonksiyonel besinler üzerine yapılan çok sayıda çalışma birçok besin bileşeninin sayılan bu hastalıklar üzerinde olumlu etkilerinin yaptığına ve hatta bu hastalıkların önlenmesinde katkıda bulunduğuna ilişkin sonuçlar paylaşılmıştır (Hasler, 2002).

Fonksiyonel besinlerin hiçbir değişime uğramadan doğal halleri ile tüketilen besinler olabilecekleri gibi genetik uygulamalarla değiştirilmiş besinler veya olumlu etkilerini artırmak maksadıyla fonksiyonel özellikli bileşenlerce zenginleştirilmiş besinler de olabilecekleri söylenmektedir (Erbaş, 2006).

Tablo 1.6. Bazı fonksiyonel gıdalar ve sağlık üzerine olumlu etkileri

Fonksiyonel Gıda	Kullanılan Fonksiyonel Bileşen	Etkisi	Olumlu Etkileri Olan Sağlık Sorunları	Hitap Ettiği Kesim	Kaynak
Erişte	Keten tohumu	Omega yağ asitleri, protein ve diyet lif miktarında artış	Kardiyovasküler hastalıklar, Obezite	Tüm yaş grupları	Yüksel vd., 2018
Glütensiz Ekmek	Glütensiz Tahıl unu	Diyet lifi artırması, glisemik indeksi azaltması,	Glüten intoleransı	Tüm yaş grupları, Glüten hassasiyeti olan bireyler	Angay, 2019
Beta Glukanlı Yulaf Ezmesi	Beta glukan	Serum total kolesterol ve LDL kolesterol seviyelerinde azalma, günlük diyet posası alımda artma	Kroner Arter Hastalığı,	Tüm yaş grupları,	Saran, 2014
Probiyotik Ürünler	<i>L. rhamnosus</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i>	Kolesterol değerlerinde azalma	Kardiyovasküler hastalıklar,	Tüm yaş grupları	Okburan, 2019
Üzüm Çekirdekli Ekmek	Üzüm çekirdeği tohumu	Ekmek reolojisi ve antioksidan özelliklerinde artış		Tüm yaş grupları	Meral ve Doğan, 2013
Erişte	Yeşil muz unu	Düşük Glisemik indeks değeri	Obezite, diyabet.	Tüm yaş grupları	Saifullah, vd., 2009

Siyez Buğdayı

İnsanlık tarihi kadar eski bir tarihe sahip buğdayın insan ile olan ilişkisi yaklaşık 14 bin yıl önce başladığına dair bulgular mevcuttur. Bu serüvenin Güneydoğu Anadolu'daki Urfa ilimizde bulunan Karacadağ (Göbekli Tepe, Çayönü ve Nevali Çori) civarında 12 bin yıl önce Einkorn'un kültüre alınarak başladığı ve Dünya'ya (Kafkasya, Orta Doğu, Orta ve

Güney Avrupa, Türkmenistan, Kuzey Afrika ve Batı ve Kuzey Avrupa) buradan yayıldığı kabul görmektedir (Haldorsen vd., 2011; Zaharieva ve Monneveux, 2014; Hidalgo ve Brandolini, 2014). İleri sürülen bu tez için kaplıca buğdayları arasında DNA analizleri yapıldığında kültür forma en yakın popülasyonun bu bölgede olduğuna ulaşılmıştır (Heun vd., 1997). Ayrıca Siyez buğday tarımının kolay olması ve doyurucu özelliği sayesinde Karacadağ'da yaşayan günün insanların elde ettikleri siyez tanelerini kavurarak tükettiklerinin belirlenmiş olması da ileri sürülen bu teze başka bir kaynak olarak gösterilebilmektedir (Heun vd., 1997). Günümüzde ise geleneksel anlamda yabani Einkorn tarımı, Balkan ülkeleri ve Akdeniz Bölgesi'nde Fırat ve Dicle bölgelerinin doğusunda bereketli Hilal olarak adlandırılan topraklarda halen yapılmaktadır (Hidalgo ve Brandolini, 2014).

Siyez, *Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*, *Triticum* cinsine ait bir türdür. Başağındaki başakçığın tek daneye sahip olmasından dolayı ve Almancada tek çekirdek anlamına geldiği için literatürde einkorn olarak geçmektedir. Buğdayın atası olarak kabul gören einkornun genetik yapısı bir diploiddir (14 Kromozomlu) ve sahip olduğu kromozomlardan bir set kromozomunu dişi diğerini ise erkek atalarından aldığı bilinmektedir (Nesbitt vd., 1996; Heun vd., 1997; Zohary ve Hopf, 2000). Buğdaylar kromozom sayısına göre 3 grupta incelenir; 1- 14 kromozomlu olan diploid buğdaylar (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*), 2- 28 kromozomlu olan tetraploid buğdaylar (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*) ve 3- 42 kromozomlu olan hekzaploid buğdaylardır (*Triticum aestivum*) (Stallknecht vd., 1996). 14 kromozomlu bir diploid olan kavuzlu formuna sahip tek daneli Einkorn (*Triticum monococcum* L.) antik çağlardan günümüzü kadar değişime uğramadan gelmeyi başarmıştır. Sahip olduğu kavuzlu kısmı sayesinde diğer buğdaylara nazaran hasat ve harmanda daha az hasara uğramakta ve haşerelere karşı kendini koruyabilmektedir. Taneler camsı ve sıkı yapıdadır. İklim koşulları bakımından zor bölgelerde rahatlıkla tarımının yapılabilmesi bu türün diğerlerine karşı en önemli üstünlüklerinden birisi olarak görülmektedir (Hidalgo vd., 2009). Bunun yanında einkorn buğday türü, veriminin düşük olmasına rağmen besleyici değerinin yüksek olması ile ilgiyi üzerine çekmiştir (Zaharieva ve Monneveux, 2014). Buğdayın yeryüzünde çok çeşidinin olması ve tarımının çok geniş bir coğrafyada yapılmasından dolayı birbirinden farklı özellikler gösteren çeşitleri bulunmaktadır (Elgün ve Ertugay, 2002). Ekonomik anlamda tüm dünyada en çok tarımı yapılan buğday türleri *Tr. durum*, *Tr. aestivum* ve *Tr. compactum*'dur (Yokoyama vd., 2008; Yüksel, 2009; Yüksel vd., 2011).

Einkorn buğdayının aminoasit içeriği diğer buğday türleriyle yakınlık gösterirken lizin ve glutamik asit yönünden daha zengin olduğu belirtilmiştir (Stallknecht vd., 1996). Yağ içeriği bakımından incelendiğinde siyez buğdayı 2.8-4.2 g/100g arasında yağ oranına sahip olduğu ve bu durum diğer ekmeklik buğdaydan %50 daha fazla olduğu görülmektedir (Hidalgo vd., 2009). Linoleik, oleik ve palmitik asit içeriğinin yüksek olan siyez buğdayların ekmeklik buğdaya göre daha fazla oranda tekli doymamış yağ asidi, daha az çoklu doymamış ve doymuş yağ asidine sahip olduğu bildirilmektedir (Loje vd., 2003; Hidalgo ve Brandolini, 2014). Mineral maddelerinin büyük bir kısmını fosforun (415 mg/100g) oluşturduğu siyez buğdayı (Abdel-Aal vd., 1995); yüksek kül (2.3-2.8 g/100g) içeriğine sahiptir (Loje vd., 2003; Hidalgo ve Brandolini, 2014). Sahip olduğu şeker içeriği bakımından en çok sakkaroz ile birlikte glukoz, fruktoz ve maltozda içeren siyez buğdayların toplam şeker içeriği 26.7 g/kg'dır. Ayrıca folik asit içeriğinin 429-678 mg/kg olduğu tespit edilmiştir. Siyez buğdayın sahip olduğu diğer özellikler şu şekildedir; 11.6 g/100g nem, 65 g/100g karbonhidrat ve 11.83- 25.2 g/100g proteindir (Hidalgo vd., 2009; Şanal, 2017; Loje vd., 2003). Gluten buğday proteinlerinden gliadin ve glütenin birleşmesi sonucu oluşmaktadır. Buğdayda öz proteinleri olarak bilenen glüten proteinleri ekmek oluşumunda sağlamış olduğu viskoelastik yapı ile çok önemli bir işlevi yerine getirmektedir. Glüten proteinlerin oluşabilmesi için gliadin ve glütenin oranlarının yaklaşık birbirine yakın olması (0.8:1) gerektiği belirtilmektedir. Siyez buğday üzerine yapılan çalışmalar neticesinde bu oranın 2:1 şeklinde olduğunu ve bu yüzden bu buğdaylar ile üretilen ekmeklerin yeterli viskoelastik özellik sergilemediğinden dolayı tüketici tarafından kabul görmediği belirtilmektedir (Stallknecht vd., 1996). Fakat siyez buğdayının, modern buğday ekmeklerine oranla zengin bir aromaya sahip olduğu ve eski zamanlarda salata, sos, çorba gibi ürünlerin zenginleştirilmesinde kullanıldığı belirtilmektedir (Bond, 1989).

Siyez buğdaylarını diğer buğday türlerinden ayıran en temel özelliklerden bir diğeri ise içermiş olduğu yüksek karotenoidler, tokoferoller ve fenolik bileşiklerinden gelmektedir. Fonksiyonel bileşik olarak bilinen bu bileşikler sayesinde siyez ürünlerinin daha sağlıklı olduğu anlaşılmaktadır (Abdel-Aal vd., 2002). Ayrıca bitkisel sterollerden biri olan fitosterol (Yapısal olarak kolesterole benzediği için) içeriğinin de ekmeklik buğdaylara göre daha yüksek olması kandaki kolesterol seviyesinin düşmesini sağlayarak mide, göğüs ve rahim kanserlerinden koruduğu bulunmuştur (Nurmi vd., 2008; Zaharieva ve Monneveux, 2014). Karatenoidlerin fonksiyonel özellikleri sayesinde vücudumuzda çok önemli işlevleri bulunmaktadır. Serbest radikallerin oluşmasını önleyici, görme

bozukluklarının önlenmesi ve kanserden koruyucu etkileri bu işlevlerden bazılarıdır. Siyez buğdayı içermiş olduğu yüksek karotenoid (en çok lutein) (8.1 mg/kg) içeriği ile sağlığınıza önemli katkılar sunan değerli bir gıda maddesidir. Tokoferol ve tokotrienollerden oluşan E vitamini buğdayda bulunan ve yağda çözünebilen bir diğer vitamindir. Ekmeklik buğdayda 62.75 mg/kg oranlarında bulunan toplam tokoferol içeriğinin siyezde 77.96 mg/kg civarında olduğu tespit edilmiştir (Hidalgo vd., 2006).

Çalışmanın Amacı

Gıda endüstrisinin en önemli uğraşlarından biri, gıdaların raf ömürlerinin uzatılmasıdır. Ekmeklerin oda şartlarında kısa sürede bayatlama ve küflenme gibi sorunlar ile karşı karşıya kalması bu ürünlerin raf ömrünü etkilemektedir. Fakat kurutulmuş ekmek olan peksimet, uzun süre muhafaza edilebildiğinden rahatlıkla tüketilebilmektedir. Peksimetlerin kurutulması ile yapılarındaki kimyasal ve fiziksel değişimler ile yeni besinsel ve aromatik özellikler kazanması bu ürünleri daha da değerli kılmaktadır. Siyez unu içermiş olduğu besinsel özellikleri ile iyi bir tahıl bazlı beslenme kaynağıdır. Ülkemizde de yetiştiriliyor olması bu ürün üzerine yapılacak çalışmalara ayrı bir önem katmaktadır. Siyez unu içermiş olduğu yüksek lif ve düşük gluten özelliklerinden dolayı genel olarak buğday unu gibi gluten içeren tahıllar ile zenginleştirildiğinde daha iyi dokusal özellikte ürünler vermektedir. Çalışmamızın amacı, ata tohumu olarak bilinen ve genetiği bugüne kadar korunmuş olan siyez buğdayının peksimet gibi raf ömrü uzun olan bir gıdanın besleyici özelliklerini artırmak için kullanılması ve gıda endüstrisine besleyici değeri yüksek bir peksimet ürününün kazandırılmasıdır. Bu nedenle çalışmamızda siyez unu ile buğday unu farklı kombinasyonlarda karıştırılarak ekşi maya ile fermente edilmiş, ardından fırınlanarak ekmek haline getirilmiştir. Ekmekler daha sonra dilimlenerek fırında kurutulmuş ve peksimet elde edilmiştir. Ayrıca siyez unu ile zenginleştirilmiş peksimetlerin aromatik bileşenlerindeki değişim izlenerek endüstriye yeni ve daha sağlıklı bir peksimet ürünü kazandırılması hedeflenmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Materyal ve yöntem

Çalışmada Sinangil marka ekmeklik beyaz buğday unu (% nem 12.9, % kül 1.8, % yağ 2.9, % protein 11.1) ile Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri ürünü olan Siyez unu (%1.75 yağ, %9.95 protein, %64.85 karbonhidrat, %9.72 lif) bölgesel marketten temin edilmiştir. Aynı şekilde hamur yapımında kullanılan tuz da bölgesel marketlerden temin edilirken ekşi hamur; buğday unu ve siyez unun karışımından (%50) hazırlanan hamurun fermente edilmesi ile üretilmiştir (Ekşitme 10 gün boyunca sürdürülmüştür).

Örneklerin Üretimi

2.1.1.Ekşi Maya Üretimi

Ekşi hamurun hazırlanmasında aşağıdaki yöntem kullanılmıştır:

1. Gün: Oda sıcaklığındaki 150 g buğday unu ve siyez unu karışımına (75 g buğday unu, 75 g siyez unu) 150 ml su ilave edilerek parmak uçlarıyla karıştırılmıştır. Kabin üzeri bir bez örtü ile kapatılarak dinlenmeye alınmıştır.



Şekil 2.1. Örneklerin karışımı



Şekil 2.2. Birinci gün sonu

2. Gün: bir önceki gün elde edilen hamurun yaklaşık yarısı atılmıştır. Üzerine 150 g siyez ve buğday unu karışımı ile 150 ml su koyularak karıştırılmıştır. Kabin üzerine nemli bir bez atılarak dinlenmeye alınmıştır.

3. Gün: bir gün önce uygulanan işlem tekrarlanarak 10 gün boyunca devam edilmiştir.

Hamur beslendikten sonra buzdolabında (+4 °C’de) muhafaza edilmiştir. İşlem yapılmadan yaklaşık 1 saat önce buzdolabından çıkartılarak beslemeye hazır hale getirilmiştir. 10. günün sonunda hamurdan yaklaşık 40 gram kadar alınarak bir bardak suyun içerisine atılmıştır. Hamur ekşime sonucu sahip olduğu gözenek yapısından dolayı suyun üzerinde yüzmüştür. Yeteri kadar ekşimeyen hamurdan alınan parçalar suyun üzerinde yüzmeyen dibe batmaktadır.



Şekil 2. 3. Ekşi hamurun 10. gün sonundaki hali

2.1.2. Ekmek Üretimi

Ekmek üretiminde kullanılacak su ve tuz oranına yapılan ön denemeler sonucunda karar verilmiştir (Tablo 2.1). Aşağıdaki tabloda örneklerin hammadde miktarları verilmiştir.

Ekmek üretiminin ilk aşamasında bir kapta Tablo 2.1 de belirtilen miktarlarda un ve tuz tartılmış diğer kapta örneğe ait miktarda su ve ekşi hamur tartılmıştır. Ardından iki karışım birbirine eklenerek karıştırıldıktan sonra tezgâhta 7-8 dakika hamurun hava almasını sağlayacak Bertinet tekniğiyle (Hamur kenarlarından tutup kaldırılır ardından iki elin alt kısmından sarkan kısmı tezgaha vurulup, elde kalan kısmı da önce kendimize doğru çekilip ardından ileri doğru, kalan hamurun üzerine bırakılır) yoğrulmuştur.

Tablo 2.1 Ekmek üretim formülasyonu

Örnek	Buğday unu (g/100g)	Siyez unu (g/100g)	Ekşi hamur (g/100g)	Tuz (g/100g)	Su (mL)
Kontrol	100	0	20±2	1.0±0.2	70±5
P1	90	10			
P2	80	20			
P3	70	30			
P4	60	40			
P5	50	50			

Hamurun üzerine nemli bir bez örtülerek her yarım saatte bir tur verilerek toplamda 2±0.5 saat bekletilmiştir. Bekleyen hamurlar tezgâha alınarak dikdörtgen şekilde elle açılmış sağ-sol katlanarak hava aldırarak şekilde sarılmıştır. Hamur elle alta doğru toplanarak şekillendirilmiştir. Tepsilere alınan hamurlar bolca unlanmış ve üzerlerine nemli bir bez örtülerek 1 gece yaklaşık 16 saat +4°C’de bekletilmiştir.



Şekil 2.4. Hamurun açılması Şekil 2.5. Hamurun sarılması Şekil 2.6. Hamurun yuvarlanması

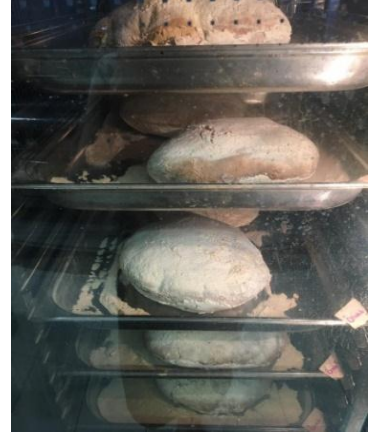
Daha sonra hamurlar dolaptan çıkartılarak yaklaşık 1 saatte oda sıcaklığına gelmeleri sağlanmıştır. Hazırlanmış olduğumuz 1 kilogramlık hamurlar pişirme tepsilerine alınarak 180°C’de 45 dakika pişirilmiştir. Fırın içerisine küvetle yaklaşık 2 lt su koyularak nem sağlanmıştır. Süre sonunda fırın kapatılarak ekmekler yarım saat daha fırında bekletilmiş ardından soğumaya alınmıştır.



Şekil 2. 7. Dolaptan çıkartılan hamurlar



Şekil 2. 8. Fırınlama öncesi hamurlar



Şekil 2. 9. Fırınlanan ekmekler

2.1.3. Peksimet Üretimi

Ekmekler soğuduktan sonra 10 cm uzunluğunda 3.5 cm kalınlığında dilimlenmiştir. Tepsilere dizilen ekmekler 50°C’de 24 saat konveksiyonlu fırında (İnoksan, Türkiye) kurumaya bırakılmıştır. Süre sonunda peksimet haline gelen ekmekler oda sıcaklığına gelince duyusal analiz için gerekli olanlar ayrıldıktan sonra diğerleri öğütülerek un haline getirilmiştir ve ardından analizleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.10. Fırınlanan ekmek dilimleri



Şekil 2.11. Öğütülen ekmekler

Gerçekleştirilen Analizler

2.1.4. Örneklerin Genel Bileşim Analizleri

Örneklerin genel bileşim analizleri AOAC (2000) deki metoda göre gerçekleştirilmiştir. Örneklerin yağ analizi için soxhelet cihazı kullanılmıştır. 5 saat 150 ml petrol eteri ile ekstrakte edilmiş daha sonra 105 ± 4 °C de 15 dk bekletilmiştir. Süre sonunda desikatöre alınan örneklerin oda sıcaklığına gelmesi beklenmiş ve tartımları gerçekleştirilmiştir. Kuru madde miktarı analizi için 105 °C de 1 saat bekletilen tartım kaplarının sabit tartıma gelmesi sağlanmıştır. Daha sonra örnek 102 ± 3 °C'ye ayarlı fırında yaklaşık 3 saat kadar kurutulmuştur ve analiz gerçekleştirilmiştir. Kül tayini için ise krozeler sabit tartıma getirilmiştir. Örnekler koyulduktan sonra ön kurutma uygulanan krozeler, daha sonra yaklaşık 6 saat 500 °C'a ısıtılmış kül fırınında yakılmıştır. Tartım gerçekleştirilerek analiz tamamlanmıştır. Örneklerin renk ölçümlerinin gerçekleştirildiği Lovibond (The Tintometer Limited, İngiltere) cihazı ile L*; siyahtan (0) beyaza (100) kadar örneğin açıklık-koyuluk, a*; yeşil-kırmızı, b*; sarı mavi renk değerleri ölçülmüştür. Kjeldahl yöntemiyle belirlenen toplam azot (N) içerikleri 5,7 faktörü kullanılarak proteine dönüştürülmüştür. Örneklerin su aktivitesi değerleri ise (Aqualab Series 3T) cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

2.1.5. In Vitro Nişasta Sindirilebilirliği ve Tahmini Glisemik İndeks

In vitro nişasta sindirilebilirliği ve tahmini glisemik indeks Goñi vd., (1997) tarafından önerilen metoda göre belirlenmiştir. 50 mg örnek alınarak 40 °C'de 60 dk süreyle pepsin (pH 1.5) solüsyonu ile muamele edilerek proteinlerin hidrolizi sağlanmıştır ve pH 6.9'a Tris maleat tamponu ayarlanmıştır. Ardından 5 ml Tris maleat içeren 2.6 IU pankreatik alfa-amilaz solüsyonu nişasta hidrolizi başlatılmıştır. 37 °C'deki sıcak su banyosundan 3 saat boyunca 30 dk aralıklarla farklı tüplere 1 mL örnekler alınmıştır. 100 °C'de 5 dk boyunca hızlıca çalkalama ile alfa-amilaz inaktive edilmiştir. 60 µL amiloglukozidaz ile sindirime uğratılmış nişasta glukoza parçalanmıştır. Nişasta hidrolizinin kinetiği Goñi vd. (1997) tarafından önerilen aşağıda belirtilen doğrusal olmayan (eşitlik 1) modele göre de tanımlanmıştır. Hidroliz eğrisi üzerinde, hidroliz küresel altında kalan alan hesaplanarak, bu alanın, referans örnek (kontrol) kullanılarak

elde edilen k rvedeki alana bölünmesiyle hidroliz indeksi (HI) hesaplanmıştır. Tahmini glisemik indeks de aşağıda verilen 2 nolu eşitlikle belirlenmiştir.

$$\text{K rve Altındaki Alan} = C_{\infty}(t_f - t_0) - \left(\frac{C_{\infty}}{k} \right) [1 - \exp(-k(t_f - t_0))] \quad (1)$$

C_{∞} :180. dakikadaki denge konsantrasyonu, t_f : süre sonu (180 dk), t_0 : süre başı (0. dk) ve k : kinetik katsayısı.

$$\text{Tahmini Glisemik İndeks} = 39.71 + (0.549 \times \text{HI}) \quad (2)$$

HI: Hidroliz İndeksi.

2.1.6. Diyet Lifi Analizi

AOAC 1998 metodu kullanılarak toplam besinsel lif tayini gerçekleştirilmiştir. Termostabil α -amilaz (100  C, 35 dakika), amiloglukozidaz (6  C, 30 dakika) ve proteaz (60  C, 30 dakika) enzimleriyle muamele edilen örneklerden nişasta ve proteinin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Enzim ile parçalanmayan kısımlar etil alkol ile   kt r lm ştir. Daha sonra Gooch krozeleri (Gooch krozesi, gözenek büyüklüğü 40-100  m, porozite 2) kullanılmış ve üzerindeki selit yatağından filtre edilmiştir. %78 ve %95 konsantrasyondaki etil alkol ile iki kez, aseton ile de bir kez yıkanan örnekler 105  C'lik etüvde 1 gece kurutulmuştur. Aşağıdaki eşitlik kullanılarak toplam diyet lifi hesaplanmıştır.

$$\text{Dietary Fiber(\%)} = \frac{\frac{R_1 + R_2}{2} - p - A - B}{\frac{m_1 + m_2}{2}} \times 100$$

R_1 ve R_2 krozedeki kalıntı miktarları, P kalıntılardan elde edilen protein miktarı, A kalıntılardan elde edilen kül miktarı, B k r, m_1 ve m_2 analiz için alınan örnek miktarlarıdır.

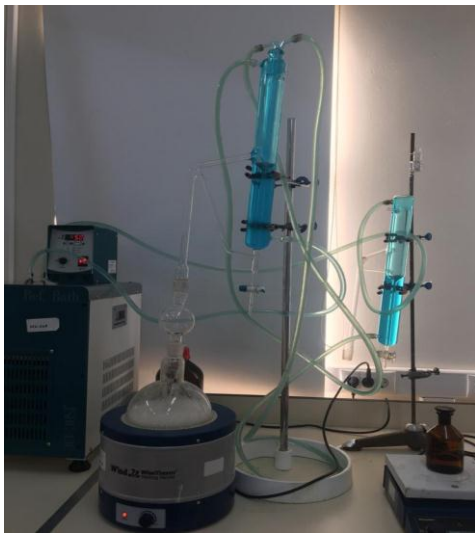
2.1.7. Peksimet  rneklerinin Enzime Dirençli Nişasta Miktarlarının Belirlenmesi

Peksimetlerin enzime dirençli nişasta içerikleri Yuksel ve Kayacier (2014) tarafından önerilen metoda göre gerçekleştirilmiştir. Örnekler pankreatik alfa-amilaz ve amiloglukozidazda 16 saat boyunca 37  C'deki çalkalamalı su banyosunda bekletilmiştir. Böylelikle enzimlerin etkisiyle dirençli olmayan nişastanın glukoza parçalanması

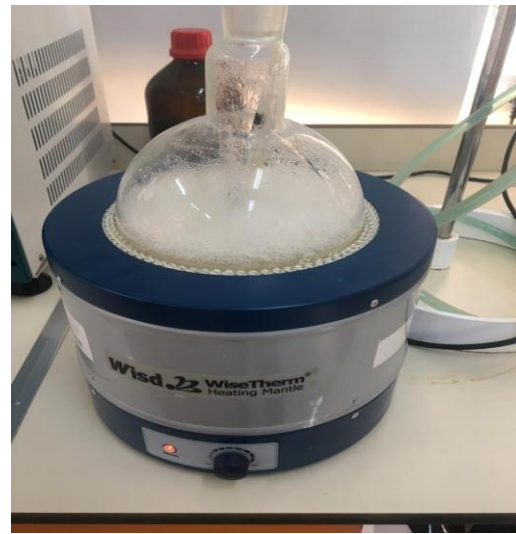
sağlanmıştır. Eşit hacimdeki sulu etanol ilavesi ile reaksiyon sonlandırılmıştır. dirençli nişasta, santrifüj işlemi ile pellet olarak çöktürülmüş ve ardından iki kez etanol (%50 v/v) ile yıkanmıştır. Sıvı faz süzme ile örnekler alınmıştır. Pellet yapıda bulunan dirençli nişasta 2M KOH ile manyetik karıştırıcıda etrafı buz ile çevrili bir ortamda hızlı bir şekilde karıştırılmıştır. Asetat tamponu ile solüsyon nötralize edilmiştir ve nişasta kantitatif olarak amiloglukozidaz ile glukoza hidrolize edilmiştir. glikoz oksidaz/peroksidaz reagenti kullanılarak glukoz miktarı belirlenmiştir. bu sonuca göre prosedürde verilen formülasyonlar ile doğrudan dirençli nişasta miktarı hesaplanmıştır.

2.1.8. Aroma Analizi

Örneklerden aroma bileşikleri analizi (In House method) için öncelikle 2000 ml'lik şilifli balona 150.0 g numune tartılmış ve 1000 ml saf su ile sulandırılmıştır. İç ve dıştan soğutmalı ayrıca toplama haznesinde de soğutucu bulunan düzeneğe 2 ml hexan ilave edilmiş ve 3 saat ısıtılmıştır. Böylelikle heksan içinde aroma bileşiklerin toplanması sağlanmıştır. Viallere alınan hexan çözeltisinin GC-MS (Cihaz: Agilent 5975 GC- MS Detektör. Kolon: 30 m × 0.25 mm ID, 0.2 µm HP-5MS. Fırın: 45 °C, 3 °C/dk'e 240 °C, 15 dk. Taşıyıcı Gaz: Helyum, sabit akış 1. mL/dk. Enjeksiyon: 250 °C Manuel Detektör: MS, 230 °C) koşullarında analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar % alan cinsinden hesaplanarak verilmiştir.



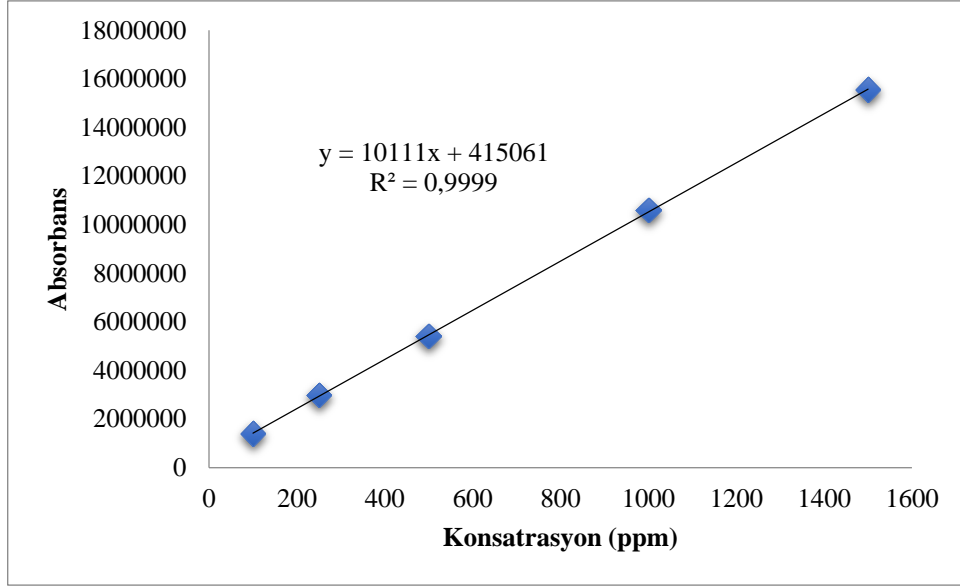
Şekil 2.12. Aroma analizi düzeneği



Şekil 2. 13 Örneklerde aroma analizi

2.1.9. Peksimet Örneklerinin Akrilamid Miktarlarının Belirlenmesi

Peksimet örneklerinin oluşturulan deneme dizaynına göre yapılarında oluşabilecek akrilamid içeriğini belirlemek ve siyez unu ilavesi ile akrilamid düzeyindeki değişimi gözlemlemek için takip edilmesi gereken üretim şartlarını belirlemek amacıyla Vural vd. (2005) tarafında önerilen metoda göre peksimet örneklerinde akrilamid analizi yapılmıştır. Öncelikle 30 mL'lik santrifüj tüplerine 2 g civarında öğütülmüş peksimet örneği tartılmıştır. Akrilamidin geri kazanımını ölçmek için farklı oranlarda (250, 500 ve 1000 ppb) muamele edilerek ve 10 mL metanol ilavesi ile 3 dk homojenize edilmiştir (Ultraturaks, ABD). 10 °C'de 10000 rpm'de 10 dk süreyle santrifüj edilmiş ve üst faz alınarak temiz bir tüpe aktarılmıştır. Ardından 100'er mL Carez I ve Carez II çözeltileri ile 10 °C'de 5 dk boyunca 10000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Daha sonra konik biçimdeki cam test tüplerine alınan 2.5 mL süpernatant nitrojen altında 40 °C'de kurutulmuştur ve kalıntı 1 mL ultra destile su ile çözündürülerek vortekslenmiştir. Oasis HLB kartuşları 1 mL metanol ve 1 mL su ile şartlandırılarak SPE cleanup işlemi uygulanmıştır. Daha sonra 1 mL ekstrakt ekstraktan geçirilmiştir. İlk yedi sekiz damla alınmayarak sonrası bir tüpte toplanmış ve 0.45 µm'lik filtrelerden geçirilmiştir. Ardından yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC-DAD) (Agilent 1100 Series, ABD) kullanılarak akrilamid düzeyleri belirlenmiştir. C18 kolonun kullanıldığı analizde, hareketli faz akış hızı 0.4 mL/dk, enjeksiyon hacmi 20 µL, dalga boyu 226 nm, mobil faz %100 su ve sıcaklık 25 °C olarak ayarlanmıştır. Alıkonulma süreleri önceden belirlenmiş olan akrilamid standartları ile karşılaştırma yapılarak peksimet örneklerindeki akrilamid tespit edilmiştir. Analizler 2 paralelli ve her paralelden üç enjeksiyon yapılacak şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.14. Akrilamid analizi kalibrasyon eğrisi

2.1.10. Duyusal Analiz

Örneklerinin duyusal analizleri eğitimli 25 kişilik bir panel grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelist grup öncelikle ürün hakkında bilgilendirildikten sonra analize başlanmıştır. Rastgele servis edilen peksimet örnekleri tat, koku, renk, sertlik ve genel kabul bakımından duyusal değerlendirilmelere tabi tutulmuştur. Değerlendirmede 1-9 aralığında skalalandırılmış olan değerlendirme formu kullanılmıştır. Panelistlerin örnekler arasında su içerek ağızlarını nötrlemeleri sağlanmıştır.

2.1.11. İstatistiksel Analiz

Sonuçların istatistik değerlendirilmesi SAS istatistiksel paket programı ile yapılmıştır. Elde edilen verilerde sonuçlar üzerine faktörlerin etkisi varyans analizi ile tespit edilmiş ($p < 0.05$), çoklu karşılaştırmalar ile grup ortalamaları karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR

Yapılan tez çalışmasında; siyez unu ile zenginleştirilmiş ekşi hamur yöntemine göre üretilmiş ekmeklerden peksimet üretim olanakları araştırılmıştır. Siyez unu Tablo 2.1 de verilen oranlarda kullanılarak ekmek üretimi gerçekleştirilmiş ve daha sonra peksimet haline getirilmiştir.

Çalışmamızda ekşi mayalı ekmekten üretilmiş peksimetlerde siyez ununun kullanımının bazı fizikokimyasal özellikleri Tablo 3.1’de verilmiştir. Veriler incelendiğinde artan siyez unu konsantrasyonuyla orantılı olarak peksimet örneklerinin kuru madde içeriklerinin azaldığı tespit edilmiştir. En yüksek kuru madde içeriği 91.81 g/100g ile kontrol grubuna aitken, en düşük kuru madde içeriği 90.99 g/100g ile 2 numaralı örnek olan 20 g/100g siyez unu katkılı peksimet örneğine aittir. Siyez unu ilavesiyle örneklerin kuru madde içerikleri arasında anlamlı bir değişim gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Siyez unu katkılı ekşi mayalı peksimet örneklerinin kül içerikleri incelendiğinde; en yüksek kül içeriği 1.52 g/100g ile 5 numaralı örnek olan 50 g/100g siyez unu katkılı peksimet örneğine aitken en düşük kül içeriği 1.15 g/100g ile kontrol grubuna aittir. Siyez unu ilavesiyle örneklerin kül içeriklerinin anlamlı bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Peksimet örneklerinin yağ içerikleri incelendiğinde; en yüksek değerin 5.79 g/100g ile kontrol grubunda olduğu görülmüştür. Peksimet örneklerinde artan siyez unu ilavesinin örneklerin yağ içeriğinde anlamlı bir oranda azalmaya neden olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Çalışma verileri incelendiğinde en düşük yağ içeriği 1.16 g/100g ile P5 numaralı örnek olan 50 g/100g siyez unu katkılı peksimet örneğinde tespit edilmiştir. Siyez unu ile zenginleştirilmiş ekşi mayalı peksimet örneklerinin su aktivitesi değerleri incelendiğinde siyez unu ilavesi arttıkça su aktivitesi değerinin anlamlı oranda arttığı tespit edilmiştir. En düşük su aktivitesi 0.38 a_w ile kontrol ve P1 numaralı örneğe aitken en yüksek su aktivitesi değeri 0.48 a_w ile P4 ve P5 numaralı örneklere aittir. Siyez unu ilavesiyle örneklerin su aktivitesi değerleri arasında anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Siyez unu katkılı peksimet örneklerinin protein içerikleri artan siyez unu katkısı ile doğru oranlı olarak artış göstermiş ve değişim anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Tablo 3.1’deki veriler incelendiğinde en yüksek protein içeriği 10.02 g/100g ile P4 numaralı örnekte tespit edilirken en düşük protein içeriği 9.29 g/100g ile kontrol grubunda tespit edilmiştir.

Tablo 3.1. Peksimet örneklerine ait fizikokimyasal analizler

Örnek	Kuru madde (g/100g)	Kül (g/100g)	Yağ (g/100g)	Su Aktivitesi (a _w)	Protein (g/100g)
Kontrol	91.81±0.15 ^a	1.15±0.11 ^d	5.79±0.71 ^a	0.38±0.00 ^d	9.29±0.07 ^c
P1	91.66±0.04 ^{ab}	1.25±0.01 ^{cd}	3.31±0.27 ^b	0.38±0.00 ^d	9.54±0.13 ^{bc}
P2	90.99±0.02 ^b	1.31±0.02 ^{bcd}	2.32±0.45 ^b	0.47±0.00 ^b	9.48±0.06 ^c
P3	91.26±0.04 ^{ab}	1.43±0.01 ^{ab}	2.61±0.08 ^b	0.46±0.00 ^c	9.79±0.02 ^{ab}
P4	91.24±0.09 ^{ab}	1.37±0.07 ^{abc}	1.18±0.10 ^c	0.48±0.00 ^a	10.02±0.08 ^a
P5	91.28±0.03 ^{ab}	1.52±0.10 ^a	1.16±0.44 ^c	0.48±0.00 ^a	9.88±0.20 ^a

* a-d: her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

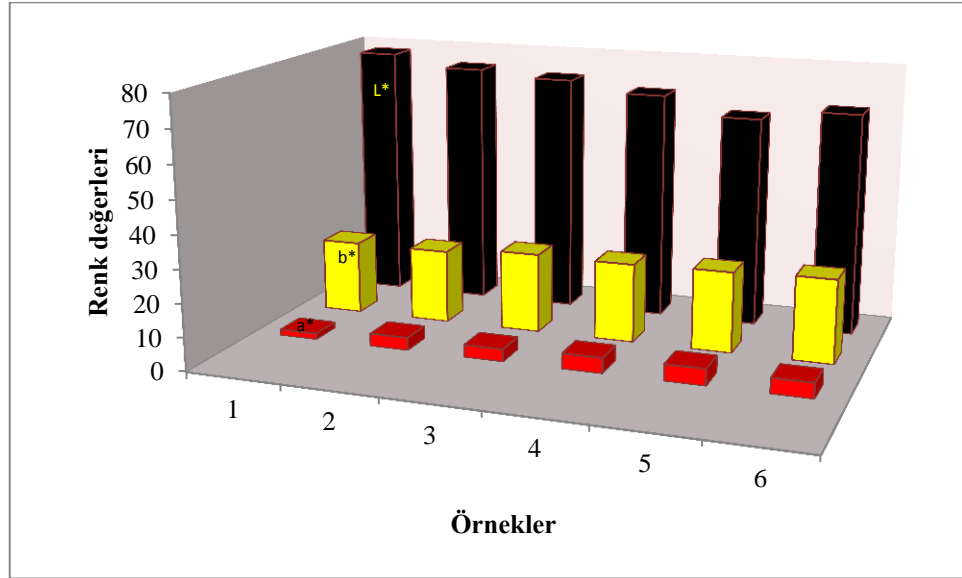
Siyez unu katkılı peksimet örneklerinin renk değerleri (L*, a*, b*) Tablo 3.2’de verilmiştir. Peksimet örneklerinin parlaklık değerleri 64.20-77.81 arasında değişiklik gösterirken en yüksek değer kontrol grubuna aittir. Değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.05). Siyez unu katkılı peksimet örneklerinin kırmızılık-yeşillik özelliklerini veren a* değerlerine baktığımızda artan siyez unu miktarının peksimet örneklerinde anlamlı değişikliklere neden olduğunu görülmüştür (p<0.05). En düşük a* değeri 1.79 ile kontrol grubuna aitken en yüksek a* değeri 5.03 ile %40 oranında siyez unu katkılı P4 numaralı örneğe aittir. 5.01 a* değeri ile 50 g/100g oranında siyez unu katkılı P5 numaralı örnek P4 numaralı örneği takip etmektedir. Peksimet örneklerinin sarılık-mavilik değerlerini veren b* değeri incelendiğinde artan siyez unu konsantrasyonunun önemli değişiklik yaptığı tespit edilmiştir (p<0.05). En düşük b* değeri 22.33 ile kontrol grubunda görülürken en yüksek b* değeri 25.80 ile P5 numaralı örnekte görülmüştür. Peksimet örneklerinde artan siyez unu ilavesi örneklerin b* değerinde de artışa sebep olmuştur.

Tablo 3.2. Peksimet örneklerine ait renk analiz sonuçları

Örnek	L*	a*	b*
Kontrol	77.81±0.52 ^a	1.79±0.27 ^d	22.33±0.28 ^c
P1	74.42±0.41 ^b	3.83±0.32 ^c	22.36±0.46 ^c
P2	72.67±1.36 ^c	3.77±0.48 ^c	24.22±1.00 ^b
P3	69.54±1.24 ^d	4.37±0.56 ^b	24.17±0.53 ^b
P4	64.20±0.89 ^f	5.03±0.41 ^a	24.57±0.92 ^b
P5	66.78±2.26 ^e	5.01±0.53 ^a	25.80±0.75 ^a

* a-f: her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Şekil 3.1’deki veriler incelendiğinde peksimet örneklerine ilave edilen siyez ununun örneklerin renk değerlerini doğrudan etkilediği görülmektedir. İlave edilen siyez unu peksimet örneklerinin parlaklık değerini azaltırken kırmızılık- yeşillik ve sarılık-mavilik değerlerinde artışa neden olmuştur.



Şekil 3. 1. Örnekler için renk değerleri

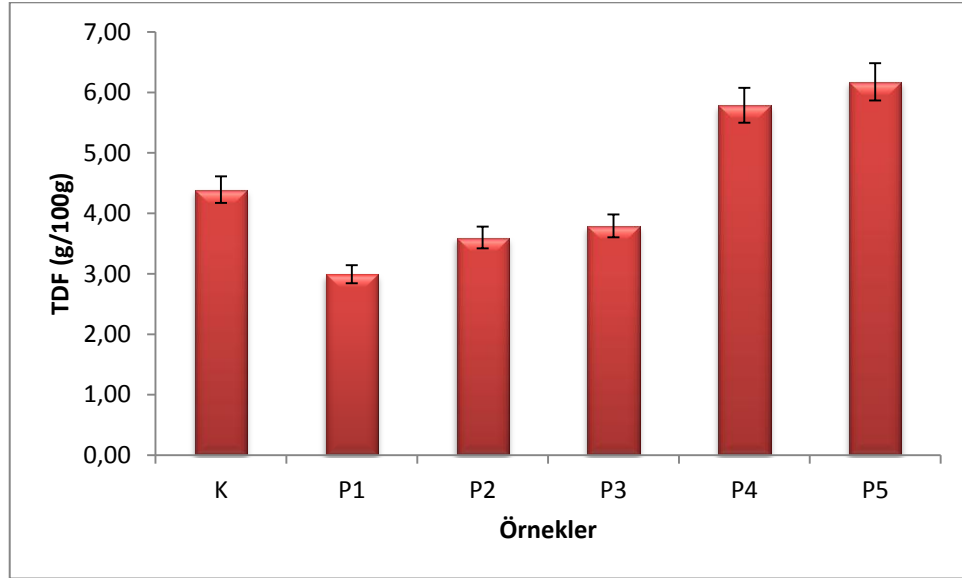
Siyez unu katkılı peksimet örneklerinin toplam diyet lifi (TDL), dirençli nişasta (DN), dirençli olmayan nişasta (DON), toplam nişasta (TN) ve akrilamid değerlerini içeren besinsel analiz sonuçları Tablo 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.3. Peksimet örneklerine ait besinsel analiz sonuçları

Örnek	TDL (g/100g)	DN (g/100g)	DON (g/100g)	TN (g/100g)	Akrilamid (µg/kg)
Kontrol	4.39±0.01 ^b	2.10±0.40 ^a	76.81±0.99 ^a	78.92±0.59 ^a	180.26±9.24 ^c
P1	3.00±0.27 ^c	1.67±0.08 ^{ab}	80.64±01.00 ^a	82.32±0.92 ^a	195.43±12.21 ^{bc}
P2	3.60±0.57 ^{bc}	1.54±0.09 ^b	80.82±1.35 ^a	82.36±1.25 ^a	239.32±12.73 ^{ab}
P3	3.80±0.27 ^{bc}	1.54±0.01 ^b	81.71±3.51 ^a	83.25±3.50 ^a	218.60±2.74 ^a
P4	5.80±0.27 ^a	1.57±0.00 ^b	80.26±1.91 ^a	81.83±1.91 ^a	247.54±16.10 ^a
P5	6.17±0.28 ^a	1.56±0.26 ^b	80.25±4.07 ^a	81.82±3.81 ^a	236.41±11.34 ^a

*TDL: Toplam diyet lifi, DN: Dirençli nişasta, DON: Dirençli olmayan nişasta, TN: Toplam nişasta, *a-c: her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

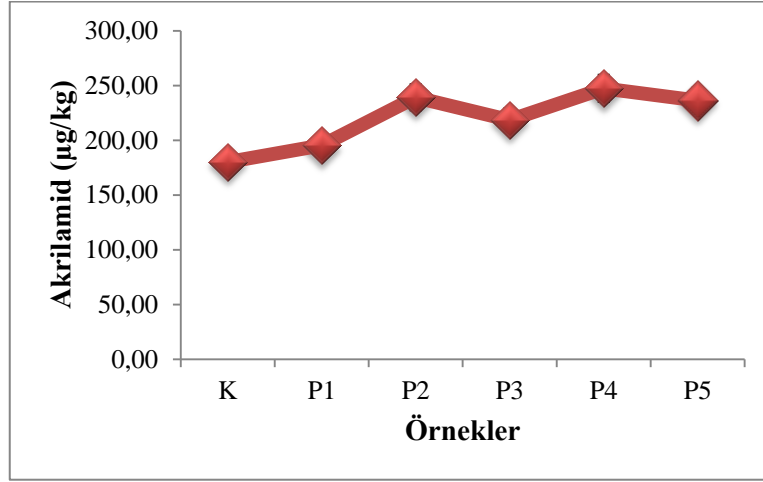
Peksimet örneklerinin toplam diyet lif miktarları incelendiğinde en yüksek değer 6.17 g/100g ile P5 numaralı örnekte tespit edilirken en düşük değer 3.00 g/100g ile P1 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Şekil 3.2’de görüldüğü üzere toplam diyet lifi değeri P1 numaralı örnekte azalma gösterirken daha sonra artış göstermiştir.



Şekil 3. 2. Örneklere ait toplam diyet lif içerikleri

Peksimet örneklerinin dirençli nişasta miktarları incelendiğinde en yüksek değer 2.10 g/100g ile kontrol grubunda, en düşük değer ise 1.54 g/100g ile 30 g/100g siyez unu katkılı P3 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Siyez unu katkısı ile peksimet örneklerinin dirençli nişasta miktarlarının azaldığı görülmüştür. Siyez unu katkılı peksimet örneklerinin dirençli olmayan nişasta miktarları incelendiğinde siyez unu katkısı ile birlikte P3 numaralı örneğe kadar artış gösterdiği daha sonra bir miktar azaldığı tespit edilmiştir. Tablo 3.3’deki verilere göre en düşük dirençli olmayan nişasta miktarı 76.81 g/100g ile kontrol grubuna aitken en yüksek değer 81.71 g/100g ile P3 numaralı örneğe aittir. Peksimet örneklerinin toplam nişasta miktarlarındaki değişiklik dirençli olmayan nişasta değerindeki değişiklik ile benzerlik göstermektedir. Artan siyez unu konsantrasyonu ile toplam nişasta miktarı P3 numaralı örneğe kadar artış gösterirken daha sonra bir miktar azalmıştır. En düşük toplam nişasta miktarı 78.92 g/100g ile kontrol grubunda tespit edilirken en yüksek toplam nişasta miktarı 83.25 g/100g ile 30 g/100g siyez unu katkılı P3 numaralı örnekte tespit edilmiştir.

Siyez unu katkılı peksimet örneklerinin akrilamid değerleri incelendiğinde akrilamid miktarlarının anlamlı seviyede arttığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). En düşük akrilamid miktarı 180.26 $\mu\text{g/kg}$ ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. En yüksek akrilamid değeri ise 247.54 $\mu\text{g/kg}$ ile 40 g/100g siyez unu katkılı P4 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Şekil 3.3'te örneklere ait akrilamid değerleri verilmiştir.



Şekil 3. 3. Örnekler ve akrilamid verileri

Siyez unu katkılı ekşi mayalı peksimet örneklerine ait glisemik indeks (Gİ) ve hidroliz indeksi (Hİ) değerleri Tablo3.4'te verilmiştir.

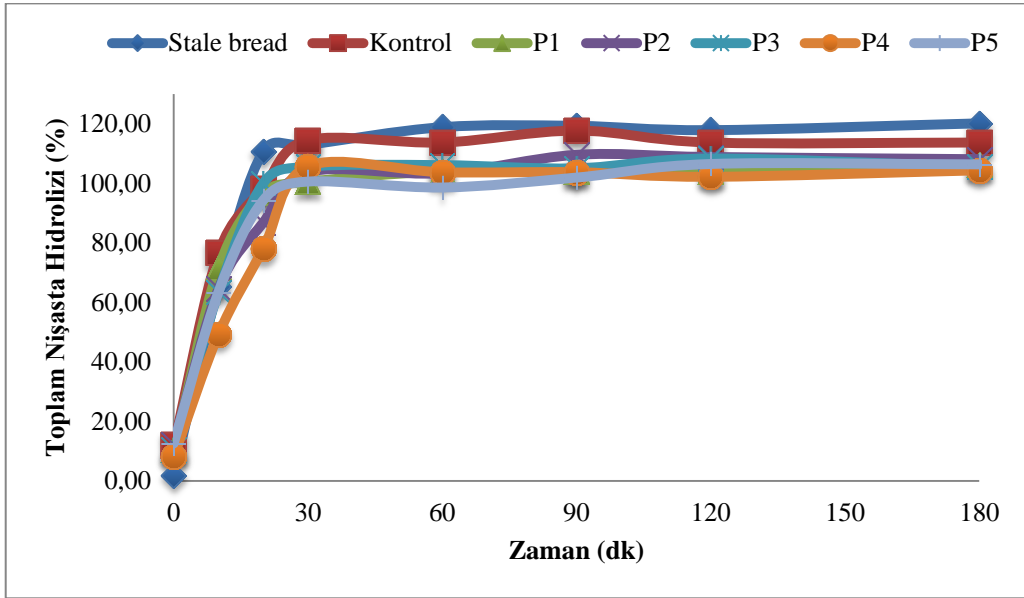
Tablo 3.4. Peksimet örneklerine ait glisemik indeks ve hidroliz indeks değerleri

Örnek	Gİ	Hİ
Kontrol	94.61 \pm 0.01 ^a	99.95 \pm 0.01 ^a
P1	89.77 \pm 0.29 ^{bc}	91.18 \pm 0.53 ^{bc}
P2	90.72 \pm 0.09 ^b	92.91 \pm 0.19 ^b
P3	90.70 \pm 0.48 ^b	92.88 \pm 0.87 ^b
P4	88.47 \pm 0.02 ^d	88.81 \pm 0.05 ^d
P5	89.23 \pm 0.77 ^{cd}	90.22 \pm 1.40 ^{cd}

* a-d: her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir ($p<0.05$)

Peksimet örneklerinin glisemik indeks değerleri, örneklerin formülasyonuna ilave edilen siyez unu katkısı ile anlamlı bir azalma sergilemiştir ($p<0.05$). En yüksek glisemik indeks değeri 94.61 ile kontrol grubunda tespit edilirken en düşük glisemik indeks değeri

88.47 ile P4 numaralı örnekte belirlenmiş ve 89.23 ile P5 numaralı peksimet örneği onu takip etmiştir. Peksimet örneklerinin toplam nişasta hidroliz indeksi değerleri peksimet formülasyonuna ilave edilen siyez unu ile anlamlı bir azalma sergilemiştir ($p<0.05$). En yüksek hidroliz indeksi değeri 99.95 ile kontrol grubunda belirlenirken en düşük hidroliz indeksi değeri 88.81 ile P4 numaralı örnekte görülmüş ve ardından 90.22 değeri ile P5 numaralı örnek gelmiştir. Şekil 3.5'te verilen toplam nişasta hidroliz eğrilerine baktığımızda kontrol olarak verilen bayat ekmeğin eğrilerin en yüksek olduğunu daha sonra sırasıyla artan siyez unu miktarı ile diğer örneklerin eğrilerinin geldiğini görmekteyiz.



Şekil 3. 4. Örneklerle ait toplam nişasta hidroliz eğrileri

Tüm siyez unu katkılı ekşi mayalı peksimet örneklerine ait önemli % aroma profilleri analizleri Tablo 3.5'te verilmiştir. Peksimet örneklerinin Hexanal içerikleri incelendiğinde en yüksek %30.31 oran ile P1 numaralı örnekte gözlemlenirken en düşük oran %12.01 ile P5 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Siyez unu katkısı ile örneklerin barındırdığı hexanal aroması önemli oranda azalmıştır. Veriler incelendiğinde Heptanal aromasının en yüksek %1.06 ile kontrol grubunda olduğu, en düşük ise %0.74 ile P1 grubu örneklerde olduğu tespit edilmiştir. 2-Nonenal içeriğinin ise %0.55 kontrol grubunda en az iken %1.43 ile %50 siyez unu katkılı P5 numaralı örnekte en yüksek tespit edilmiştir. 2-Decenal içeriği yönünden incelendiğinde 0.12 ile 30 g/100g siyez unu katkılı P3 numaralı örnek en az

içeriğe sahipken %1.97 oranı ile P5 numaralı örnek en yüksek orana sahiptir. Peksimet örneklerine ait 2,4-Decadienal, (E,E)- içeriği incelendiğinde %25.72 ile P4 numaralı örnek en düşük orana sahipken %26.85 ile kontrol grubu onu takip etmektedir. 50 g/100g siyez unu katkılı P5 numaralı örnek ise %33.08 iken yüksek orana sahiptir. Linoleik asit etil ester yönünden ise kontrol grubu %4.06 ile en düşük orana sahipken %9.69 ile P5 numaralı örnek en yüksek orana sahiptir. Veriler incelendiğinde siyez unu katkısı ile birlikte 2,4-Heptadienal; 2-Octenal; Nonanal; 2-Nonanal; 2-Decenal; 2,4-Decadienal,(E,E)- ; 2-Undecenal; Hexadecanoic acid, etil ester ve Linoleik asit etil ester oranları peksimet örneklerinde artış göstermiştir.

Tablo 3.5. Tüm örneklere ait önemli (%) aroma profil analiz sonuçları

Sıra No	Adı	Kontrol	P1	P2	P3	P4	P5
1	Hexanal	29.52	30.31	17.04	22.45	15.05	12.01
2	Heptanal	1.06	0.74	0.82	1.02	0.96	0.76
3	2-Heptenal	2.32	2.47	2.11	3.17	1.83	1.41
4	Furan, 2-pentyl-	4.55	3.27	4.67	3.20	0.43	0.43
5	2,4-Heptadienal	0.59	0.35	0.36	0.53	5.46	3.32
6	2-Octenal	1.12	1.66	1.61	1.95	1.71	1.66
7	Nonanal	1.17	1.22	2.30	2.68	3.17	2.95
8	nd	0.42	0.44	0.80	1.06	1.28	3.94
9	2-Nonenal	0.55	0.76	0.98	0.71	1.30	1.43
10	1-Nonanol	0.63	0.66	0.52	5.13	0.53	0.61
11	nd			7.72	0.44	12.89	3.94
12	nd				1.34	0.03	
13	2-Decenal	0.83	1.29	1.39	0.12	1.71	1.97
14	2-Methyl-4-phenyl-2-butanol		1.15	0.92			
15	2,4-Decadienal	7.38	7.09	8.81	7.61	6.13	7.85
16	2,4-Decadienal, (E,E)-	26.85	30.97	30.94	29.79	25.72	33.08
17	2-Undecenal	1.46	1.96	1.79	1.54	1.76	2.58
18	Caryophyllene oxide	3.93	2.03	1.35	1.14	0.92	2.16
19	Palmitic acid					1.40	0.50
20	Hexadecanoic acid, ethyl ester	2.82	2.30	3.38	3.73	2.54	5.33
21	Linoleic acid ethyl ester	4.06	3.68	6.34	4.77	5.23	9.69
22	Oleic acid, ethyl ester	2.81	1.43	0.29	0.87	1.20	1.99

Çalışmamızda siyez unu ve ekşi mayalı peksimet örneklerinin aroma profil analizleri gerçekleştirilmiştir. Tablo 3.6'da kontrol örneğine (%0 siyez unu) ait aroma profil analiz sonuçları verilmektedir.

Tablo 3.6. Kontrol örneğine ait aroma profil analiz sonuçları

Sıra No	RT	Alan	% Alan	Adı	Kovats Index	Literatür Kovats Index
1	7.011	339150	0.38	2-Hexanone	789	789
2	7.315	26012635	29.52	Hexanal	801	801
3	9.289	226794	0.26	2-Hexenal, (E)-	853	853
4	9.539	168221	0.19	nd	860	
5	9.859	758223	0.86	1,3-Cyclopentadiene, 5-(1-methylethylidene)-	868	858
6	10.713	511211	0.58	Amyl methyl ketone	891	891
7	10.825	304645	0.35	o-Xylene	894	894
8	11.16	935493	1.06	Heptanal	902	902
9	11.507	229268	0.26	2-Heptanol	909	909
10	12.252	381090	0.43	2-Heptanone, 3-methyl-	925	930
11	13.25	396465	0.45	nd	947	
12	13.662	2042825	2.32	2-Heptenal	956	956
13	13.861	355597	0.40	Benzaldehyde	960	960
14	14.256	373954	0.42	nd	969	
15	14.763	637253	0.72	1-Octen-3-ol	980	980
16	15.313	4009098	4.55	Furan, 2-pentyl-	992	992
17	15.608	516330	0.59	2,4-Heptadienal	998	998
18	15.861	280646	0.32	Octane	1003	1000
19	16.263	412097	0.47	4-Ethylcyclohexanol	1011	1003
20	17.273	339666	0.39	3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadiene	1032	1031
21	17.897	536857	0.61	Benzeneacetaldehyde	1045	1045
22	18.573	990742	1.12	2-Octenal	1059	1059
23	19.228	381556	0.43	1-Undecene	1072	1082
24	20.819	1033879	1.17	Nonanal	1104	1104
25	23.542	481551	0.55	2-Nonenal	1161	1161
26	24.097	557883	0.63	1-Nonanol	1172	1171
27	28.332	727889	0.83	2-Decenal	1263	1263
28	27.591	727790	0.83	Carvone	1267	1265
29	29.837	6503072	7.38	2,4-Decadienal	1295	1295
30	30.881	23655729	26.85	2,4-Decadienal, (E,E)-	1319	1319
31	32.917	1289741	1.46	2-Undecenal	1365	1363
32	42.185	3466494	3.93	Caryophyllene oxide	1590	1590
33	56.338	2483898	2.82	Hexadecanoic acid, ethyl ester	1995	1995
34	61.506	3575223	4.06	Linoleic acid ethyl ester	2164	2164
35	61.682	2474017	2.81	Oleic acid, ethyl ester	2170	2171

10 g/100g siyez unu katkılı ekşi mayalı peksimet örneğine ait olan P1 grubu aroma profil analizi sonuçları Tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.7. P1 örneğine ait aroma profil analiz sonuçları

Sıra No	RT	Alan	% Alan	Adı	Kovats Index	Literatür Kovats Index
1	5.101	172634	0.10	Furan, tetrahydro-2,5-dimethyl-	714	727
2	5.576	353834	0.21	Isoamyl alcohol	732	732
3	6.383	617177	0.36	Pentyl alcohol	764	764
4	7.02	405680	0.24	2-Hexanone	790	789
5	7.335	51846425	30.31	Hexanal	801	801
6	8.481	487697	0.29	2-Furaldehyde	832	832
7	9.235	226794	0.13	2-Hexenal, (E)-	852	853
8	9.838	758223	0.44	1,3-Cyclopentadiene, 5-(1-methylethylidene)-	868	858
9	10.713	882000	0.52	Amyl methyl ketone	891	891
10	11.173	1261441	0.74	Heptanal	902	902
11	11.514	235662	0.14	2-Heptanol	909	909
12	12.252	398350	0.23	2-Heptanone, 3-methyl-	925	930
13	13.25	464042	0.27	nd	947	
14	13.657	4218500	2.47	2-Heptenal	956	956
15	13.853	355597	0.21	Benzaldehyde	960	960
16	14.256	760054	0.44	nd	969	
17	14.763	1492839	0.87	1-Octen-3-ol	980	980
18	15.31	5586895	3.27	Furan, 2-pentyl-	992	992
19	15.599	604044	0.35	2,4-Heptadienal	998	998
20	15.856	485307	0.28	Octane	1003	1000
21	16.253	828371	0.48	4-Ethylcyclohexanol	1011	1003
22	17.261	873545	0.51	3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadiene	1032	1031
23	17.646	608632	0.36	3-Octen-2-one	1040	1040
24	17.897	726200	0.42	Benzeneacetaldehyde	1045	1045
25	18.573	2836530	1.66	2-Octenal	1059	1059
26	19.211	806047	0.47	1-Undecene	1072	1082
27	20.342	516478	0.30	3,5-Octadien-2-one	1095	1096
28	20.819	2082624	1.22	Nonanal	1104	1104
29	23.522	1302196	0.76	2-Nonenal	1161	1161
30	24.088	1126134	0.66	1-Nonanol	1172	1171
31	25.731	508243	0.30	Capraldehyde	1206	1205
32	26.121	912205	0.53	2,4-Nonadienal	1215	1214
33	28.341	2212691	1.29	2-Decenal	1263	1263
34	28.753	1967453	1.15	2-Methyl-4-phenyl-2-butanol	1272	1271
35	29.837	12127677	7.09	2,4-Decadienal	1295	1295
36	30.920	52979909	30.97	2,4-Decadienal, (E,E)-	1319	1319
37	32.917	3347034	1.96	2-Undecenal	1365	1365
38	42.185	3466494	2.03	Caryophyllene oxide	1590	1590
39	56.338	3937901	2.30	Hexadecanoic acid, ethyl ester	1995	1995
40	61.506	6287463	3.68	Linoleic acid ethyl ester	2164	2164
41	61,682	2474017	1.43	Oleic acid, ethyl ester	2170	2171

Siyez unu katkılı ekşi mayalı peksimet örnekleri üzerinde yapmış olduğumuz çalışmanın aroma profil analizlerinden 20 g/100g siyez unu katkılı P2 numaralı örneğe ait aroma profil analiz sonuçları Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8. P2 örneğine ait aroma profil analiz sonuçları

Sıra No	RT	Alan	% Alan	Adı	Kovats Index	Literatür Kovats Index
1	7,016	409145	0.20	2-Hexanone	790	789
2	7,326	34308160	17.04	Hexanal	801	801
3	8,487	204637	0.10	2-Furaldehyde	832	832
4	9,218	21425	0.01	2-Hexenal, (E)-	852	853
5	9,848	871488	0.43	1,3-Cyclopentadiene, 5-(1-methylethylidene)-	868	858
6	10,719	401128	0.20	Amyl methyl ketone	891	891
7	11,157	1649932	0.82	Heptanal	902	902
8	12,250	231698	0.12	2-Heptanone, 3-methyl-	925	930
9	13,650	4249549	2.11	2-Heptenal	956	956
10	13,850	780041	0.39	Benzaldehyde	960	960
11	14,259	103869	0.05	nd	969	
12	14,752	770823	0.38	1-Octen-3-ol	980	980
13	15,313	9403978	4.67	Furan, 2-pentyl-	992	992
14	15,596	728736	0.36	2,4-Heptadienal	998	998
15	15,857	849470	0.42	Octane	1003	1000
16	16,260	571294	0.28	4-Ethylcyclohexanol	1011	1003
17	17,262	926744	0.46	3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadiene	1032	1031
18	17,644	443821	0.22	3-Octen-2-one	1040	1040
19	17,884	22114	0.01	Benzeneacetaldehyde	1044	1044
20	17,897	434621	0.22	Isobenzofuran	1045	1036
21	18,554	3234326	1.61	2-Octenal	1059	1059
22	19,200	944908	0.47	1-Undecene	1072	1082
23	20,326	589993	0.29	3,5-Octadien-2-one	1095	1096
24	20,823	4629663	2.30	Nonanal	1104	1104
25	23,322	1618415	0.80	nd	1154	
26	23,521	1983117	0.98	2-Nonenal	1161	1161
27	24,088	1050529	0.52	1-Nonanol	1172	1171
28	24,314	192848	0.10	nd	1177	
29	24,846	15546912	7.72	nd		
30	25,324	301899	0.15	nd		
31	25,715	807526	0.40	Capraldehyde	1206	1205
32	26,118	19470	0.01	2,4-Nonadienal	1215	1214
33	27,260	390019	0.19	5-Undecene, 7-ethenyl-	1239	1247
34	27,833	326382	0.16	β -Cyclohomocitral	1252	1252
35	28,143	735999	0.37	1-Decen-10-ol	1259	1256
36	28,338	2792982	1.39	2-Decenal	1263	1263
37	28,509	208050	0.10	nd		
38	28,525	220806	0.11	Carvol	1267	1265
39	28,760	1858847	0.92	2-Methyl-4-phenyl-2-butanol	1272	1271
40	29,843	17752142	8.81	2,4-Decadienal	1295	1295
41	30,926	62304507	30.94	2,4-Decadienal, (E,E)-	1319	1319
42	32,918	3598747	1.79	2-Undecenal	1365	1365
43	41,036	2718584	1.35	Caryophyllene oxide	1590	1590
44	56,340	6806278	3.38	Hexadecanoic acid, ethyl ester	1995	1995
45	61,517	12778119	6.34	Linoleic acid ethyl ester	2164	2164
46	61,673	588619	0.29	Oleic acid, ethyl ester	2170	2171

Ekşi mayalı ve 30 g/100g siyez unu katkılı P3 numaralı peksimet örneklere ait aroma profil analiz sonuçları Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9. P3 örneğine ait aroma profil analiz sonuçları

Sıra No	RT	Alan	% Alan	Adı	Kovats Index	Literatür Kovats Index
1	7,021	158100	0.23	2-Hexanone	790	789
2	7,312	15231399	22.45	Hexanal	801	801
3	8,487	17573	0.03	2-Furaldehyde	832	832
4	9,218	27545	0.04	2-Hexenal, (E)-	852	853
5	9,857	417573	0.62	1,3-Cyclopentadiene, 5-(1-methylethylidene)-	868	858
6	10,715	140517	0.21	Amyl methyl ketone	891	891
7	11,163	690243	1.02	Heptanal	902	902
8	12,248	361897	0.53	2-Heptanone, 3-methyl-	925	930
9	13,262	311045	0.46	nd		
10	13,654	2150182	3.17	2-Heptenal	956	956
11	13,854	516471	0.76	Benzaldehyde	960	960
12	14,254	129705	0.19	nd	969	
13	14,748	440740	0.65	1-Octen-3-ol	980	980
14	15,311	2168717	3.20	Furan, 2-pentyl-	992	992
15	15,600	358299	0.53	2,4-Heptadienal	998	998
16	15,856	373396	0.55	Octane	1003	1000
17	16,260	347122	0.51	4-Ethylcyclohexanol	1011	1003
18	17,256	396405	0.58	3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadiene	1032	1031
19	17,636	390183	0.58	3-Octen-2-one	1040	1040
20	17,884	22114	0.03	Benzeneacetaldehyde	1044	1044
21	17,897	434621	0.64	Isobenzofuran	1045	1036
22	18,561	1324101	1.95	2-Octenal	1059	1059
23	19,196	69775	0.10	1-Undecene	1072	1082
24	19,209	38381	0.06	3,5-Octadien-2-one	1095	1096
25	20,820	1817858	2.68	Nonanal	1104	1104
26	23,322	720068	1.06	nd	1154	
27	23,522	478944	0.71	2-Nonenal	1161	1161
28	24,089	3483911	5.13	1-Nonanol	1172	1171
29	24,843	298052	0.44	nd	1177	
30	25,710	286343	0.42	Capraldehyde	1206	1205
31	26,119	162857	0.24	2,4-Nonadienal	1215	1214
32	28,125	129171	0.19	1-Decen-10-ol	1259	1256
33	28,147	907126	1.34	nd		
34	28,330	82376	0.12	2-Decenal	1263	1263
35	28,733	2596	0.00	2-Methyl-4-phenyl-2-butanol	1272	1271
36	29,821	5162818	7.61	2,4-Decadienal	1295	1295
37	30,872	20210446	29.79	2,4-Decadienal, (E,E)-	1319	1319
38	32,911	1047546	1.54	2-Undecenal	1365	1365
39	41,036	775308	1.14	Caryophyllene oxide	1590	1590
40	56,333	2533188	3.73	Hexadecanoic acid, ethyl ester	1995	1995
41	61,500	3239268	4.77	Linoleic acid ethyl ester	2164	2164
42	61,673	588619	0.87	Oleic acid, ethyl ester	2170	2171

Ekşi mayalı ve siyez unu katkılı peksimet örnekleri üzerinde yürütmüş olduğumuz çalışmada 40 g/100g siyez unu katkılı P4 numaralı peksimet örneğine ait aroma profil analiz sonuçları Tablo 3.10’da verilmiştir.

Tablo 3.10. P4 örneğine ait aroma profil analiz sonuçları

Sıra No	RT	Alan	% Alan	Adı	Kovats Index	Literatür Kovats Index
1	7,019	388017	0.19	2-Hexanone	790	789
2	7,323	31135600	15.05	Hexanal	801	801
3	8,488	188117	0.09	2-Furaldehyde	832	832
4	9,231	235403	0.11	<u>2-Hexenal, (E)-</u>	852	853
5	9,536	250428	0.12	Etylobenzen	859	859
6	9,852	1216179	0.59	1,3-Cyclopentadiene, 5-(1-methylethylidene)-	868	858
7	10,710	835438	0.40	Amyl methyl ketone	891	891
8	10,813	695088	0.34	o-Dimethylbenzene	893	893
9	11,158	1978253	0.96	Heptanal	902	902
10	12,252	278999	0.13	2-Heptanone, 3-methyl-	925	930
11	13,265	308136	0.15	nd		
12	13,653	3780550	1.83	2-Heptenal	956	956
13	13,849	742791	0.36	Benzaldehyde	960	992
14	14,248	225920	0.11	1-Octen-3-ol	969	969
15	14,689	391798	0.19	4-Octen-3-one	978	973
16	14,749	880485	0.43	Furan, 2-pentyl-	979	979
17	15,312	11299049	5.46	2,4-Heptadienal	992	992
18	15,600	340239	0.16	nd		
19	15,859	1151189	0.56	Octane	999	1000
20	16,245	315644	0.15	4-Ethylcyclohexanol	1003	1003
21	17,261	898725	0.43	3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadiene	1011	1005
22	17,634	313600	0.15	3-Octen-2-one	1039	1038
23	17,889	1184522	0.57	Benzeneacetaldehyde	1045	1045
24	18,554	3537920	1.71	2-Octenal	1059	1059
25	19,207	1090550	0.53	1-Octanol	1071	1071
26	20,327	357663	0.17	3,5-Octadien-2-one	1095	1096
27	20,822	6558476	3.17	Nonanal	1105	1105
28	23,322	2640989	1.28	nd		
29	23,517	2687920	1.30	2-Nonenal	1156	1154
30	24,086	1089954	0.53	1-Nonanol	1172	1172
31	24,846	26662389	12.89	nd		
32	25,319	401411	0.19	Caprylic acid ethyl ester	1189	1189
33	25,400	350815	0.17	nd		
34	25,708	916056	0.44	Capraldehyde	1206	1206
35	26,120	584555	0.28	2,4-Nonadienal	1215	1215
36	27,250	60090	0.03	nd	1239	
37	28,141	1003769	0.49	3-Decen-1-ol	1258	1235
38	28,335	3533364	1.71	2-Decenal	1265	1265
39	28,515	353023	0.17	Carvol	1267	1265
40	29,498	1393013	0.67	Anethol	1288	1288
41	29,840	12674965	6.13	2,4-Decadienal	1295	1295
42	30,919	53184463	25.72	2,4-Decadienal, (E,E)-	1319	1319
43	31,322	817841	0.40	3-Dodecenal	1329	1359
44	32,918	3645923	1.76	2-Undecenal	1365	1366
45	33,596	890448	0.43	2,4-Undecadienal	1381	1400

Tablo 3.10. (Devamı)

Sıra No	RT	Alan	% Alan	Adı	Kovats Index	Literatür Kovats Index
46	41,039	1901847	0.92	Caryophyllene oxide	1561	1561
47	55,470	2902636	1.40	Palmitic acid	1967	1967
48	56,340	5246645	2.54	Hexadecanoic acid, ethyl ester	1995	1995
49	61,513	10818350	5.23	Linoleic acid ethyl ester	2164	2164
50	61,682	2474017	1.20	Oleic acid, ethyl ester	2170	2171

Ekşi mayalı ve 50 g/100g siyez unu katkılı P5 numaralı peksimet örnekleri ile yapmış olduğumuz çalışmanın aroma profil analiz sonuçları Tablo 3.11’de verilmiştir.

Tablo 3.11. P5 örneğine ait aroma profil analiz sonuçları

Sıra No	RT	Alan	% Alan	Adı	Kovats Index	Literatür Kovats Index
1	7,029	233446	0.24	2-Hexanone	790	789
2	7,312	11599669	12.01	Hexanal	801	801
3	8,843	169003	0.18	2-Furaldehyde	832	832
4	9,859	169250	0.18	1,3-Cyclopentadiene, 5-(1-methylethylidene)-	868	858
5	10,717	315658	0.33	Amyl methyl ketone	891	891
6	11,162	729553	0.76	Heptanal	902	902
7	13,662	1364947	1.41	2-Heptenal	956	956
8	13,853	306908	0.32	Benzaldehyde	960	992
9	14,686	188665	0.20	4-Octen-3-one	978	973
10	14,759	416939	0.43	Furan, 2-pentyl-	979	979
11	15,314	3204877	3.32	2,4-Heptadienal	992	992
12	15,598	79803	0.08	nd		
13	15,860	385696	0.40	Octane	999	1000
14	16,273	116496	0.12	4-Ethylcyclohexanol	999	1000
15	17,261	309668	0.32	3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadiene	1003	1003
16	17,634	154671	0.16	3-Octen-2-one	1011	1005
17	17,889	646668	0.67	Benzeneacetaldehyde	1039	1038
18	18,556	1600952	1.66	2-Octenal	1045	1045
19	19,203	138403	0.14	1-Octanol	1059	1059
20	20,327	178405	0.18	3,5-Octadien-2-one	1071	1071
21	20,820	2850511	2.95	Nonanal	1105	1105
22	23,523	1384532	1.43	2-Nonenal	1095	1096
23	24,089	587594	0.61	1-Nonanol	1105	1105
24	24,847	3800928	3.94	nd	1156	1154
25	25,714	513362	0.53	Capraldehyde	1172	1172
26	26,123	282002	0.29	2,4-Nonadienal	1215	1215
27	28,147	701799	0.73	3-Decen-1-ol	1206	1206
28	28,330	1900704	1.97	2-Decenal	1215	1215
29	28,510	122732	0.13	Carvol	1258	1235
30	29,502	254915	0.26	Anethol	1288	1288
31	29,828	7584016	7.85	2,4-Decadienal	1265	1265
32	30,890	31947275	33.08	2,4-Decadienal, (E,E)-	1267	1265
33	32,919	2489477	2.58	2-Undecenal	1365	1366
34	33,599	839393	0.87	2,4-Undecadienal	1381	1400
35	41,034	2088316	2.16	Caryophyllene oxide	1561	1561
36	55,428	485416	0.50	Palmitic acid	1967	1967
37	56,336	5147143	5.33	Hexadecanoic acid, ethyl ester	1288	1288
38	61,512	9353900	9.69	Linoleic acid ethyl ester	1295	1295
39	61,681	1920827	1.99	Oleic acid, ethyl ester	1319	1319

Siyez unu katkılı ekşi mayalı peksimetler ile yapılan çalışmamızın renk, sertlik, tat, koku ve genel beğeni özelliklerini içeren duyusal analiz sonuçları Tablo 3.12’de verilmiştir.

Tablo 3.12. Duyusal analiz sonuçları

Örnek	Renk	Sertlik	Tat	Koku	Genel beğeni
Kontrol	7.20±1.53 ^a	7.00±1.75 ^a	6.93±1.55 ^a	7.07±1.62 ^a	6.73±1.37 ^b
P1	7.13±1.47 ^a	7.53±1.00 ^a	7.40±2.19 ^a	7.40±1.93 ^a	7.46±1.66 ^{ab}
P2	6.86±1.88 ^a	7.53±1.73 ^a	7.13±1.32 ^a	7.27±1.74 ^a	7.40±1.65 ^{ab}
P3	7.40±1.55 ^a	7.20±1.41 ^a	7.26±1.51 ^a	6.47±1.62 ^a	7.46±1.29 ^{ab}
P4	7.26±1.11 ^a	7.20±1.64 ^a	6.93±1.22 ^a	7.33±0.59 ^a	7.60±0.82 ^a
P5	7.07±1.66 ^a	7.66±1.55 ^a	7.66±1.30 ^a	7.67±1.63 ^a	7.67±1.68 ^a

* a-d: her bir sütundaki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Duyusal değerlendirme 25 panelist tarafından gerçekleştirilmiş ve özelliklere 1-9 puan aralığında skorlar vermeleri istenmiştir. Renk özellikleri incelendiğinde en yüksek skoru 7.40 ile 30 g/100g siyez unu katkılı P3 numaralı örnek alırken onu 7.26 ile 40 g/100g siyez unu katkılı P4 numaralı örnek takip etmekte ve en düşük skoru 6.86 ile 20 g/100g siyez unu katkılı P2 numaralı örnek almıştır. Siyez unu katkısı ile peksimet örneklerinin duyusal analiz verilerden biri olan renk özelliği için anlamlı bir değişime yol açmadığı görülmüştür (p>0.05). Örnekler sertlik özellikleri bakımından incelendiğinde 50 g/100g siyez unu katkılı P5 numaralı örnek 7.66 skoru ile en yüksek değere sahipken kontrol grubu 7.00 ile en düşük skoru almıştır. Siyez unu ilavesiyle birlikte örneklerin sertlik değerlerinde bir miktar artış gözlemlenmiştir.

Peksimet örnekleri ile yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre panelistlerin tat özelliği üzerinde yapmış olduğu puanlamada en yüksek skoru 7.66 ile 50 g/100g siyez unu katkılı P5 numaralı örnek alırken en düşük puanı 6.93 ile kontrol grubu ve 40 g/100g siyez unu katkılı P4 numaralı örnek paylaşmaktadır. Onları ise 7.13 ile 20 g/100g siyez unu katkılı P2 numaralı örnek takip etmektedir. Veriler incelendiğinde artan siyez unu ilavesinin peksimet örneklerinin tat yönünden duyusal özelliğinde anlamlı bir değişime neden olmadığı görülmüştür. Tablo 3.12’de verilen duyusal analiz sonuçları incelendiğinde koku özelliği bakımından en düşük skoru 6.47 ile 30 g/100g siyez unu katkılı P3 numaralı örnek alırken onu 7.07 ile kontrol grubu takip etmektedir. En yüksek skoru ise 7.67 ile 50 g/100g siyez unu katkılı P5 numaralı örnek almıştır. Tablodaki veriler ışığında panelistlerin

koku özelliği bakımından vermiş oldukları skorlar 6.47 ile 7.67 arasında değişmektedir. Siyez unu katkısı ile birlikte peksimet örneklerine verilen skorun arttığı görölmektedir.

Siyez unu katkılanmış ekşi mayalı peksimet örnekleri duyuşal özellikleri bakımından incelendiğinde genel beğeni skorları 6.73 ile 7.67 arasında değişmektedir. Kontrol grubu 6.73 genel beğeni skoru en az değeri alırken 7.67 skoru ile 50 g/100g siyez unu katkılı P5 numaralı örnek en yüksek değeri almıştır. Siyez unu katkısı ile birlikte örneklerin genel beğeni skorları arasında anlamlı bir artış görölmektedir.

4. TARTIŞMA

Çalışmamızda siyez unu ve ekşi mayayla üretilmiş ekmekler yöntem kısmında belirtilen boyutlarda dilimlenerek kurutulmuş ve peksimet haline getirilmiştir. Elde edilen peksimetlerde siyez unun ilavesiyle meydana gelen değişiklikler için fizikokimyasal, renk, besinsel, aroma, akrilamid ve duyu analizi yapılmış ve besleyicilik özellikleri ekmeklik buğdaylara göre daha iyi olan siyez geleneksel bir fırıncılık ürünü olan ekşi mayalı ekmekten üretilmiş peksimette kullanım imkanları ortaya konulmuştur.

Peksimet Örneklerinin Fizikokimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışmada peksimet örneklerinin kuru madde içerikleri Tablo 3.1’de verilmiştir. Siyez unun peksimette kullanımı örneklerin kuru madde içeriklerinde anlamlı değişimler göstermiştir ($P < 0.05$). En yüksek kuru madde içeriği 91.81 g/100g ile kontrol örneğinde belirlenirken en düşük kuru madde içeriği ise P2 nolu örnekte 90.99 g/100g olarak tespit edilmiştir. Peksimet örneklerinin kuru madde içeriklerinin P2 nolu örneğe kadar (%20 siyez unu katkılı peksimet örneklerine) azaldığı sonrasında artan siyez unu konsantrasyonunun da ise arttığı tespit edilmiştir. Örneklere ait kuru madde içeriklerindeki bu değişim artan protein ve diyet lif ile ilişkilendirilebilir. Çünkü proteinin ve diyet lifin gıda matrisindeki su ile bağ kurabildikleri ve bu sayede suyu tutarak örneklerin nem değerlerinde artış yaparken kuru madde de ise azalışlar sergilediği düşünülmektedir. Çalışmamıza benzer bir sonuç Ahmad vd., (2018) de yaptıkları ekmek çalışmasında görülmüştür. Çalışmaya göre ekmek üretiminde kimyon tohumu ve kimyon tohumu yan ürünleri unu ile proteinli ekmek üretmişler ve Artan konsantrasyonda kimyon türevleri ile protein, lif ve nem değerlerinde önemli artışlar görmüşlerdir. Bu artışların protein, lif ve nem arasındaki etkileşimden kaynaklandığını belirtmişlerdir (Ahmad vd., 2018). Yapılan başka bir çalışmada cipslere ilave edilen bayat ekmek unlarının üretilen ürünlerin kuru madde içeriklerinin artırdığı bulunmuştur (Yüksel vd., 2016). Emeksizoglu (2016) tarafından yapılan Kastamonu yöresinde yetiştirilen siyez (*triticum monococcum* L.) buğdayının bazlama ve erişte üretiminde kullanımı üzerine yapılan başka bir çalışmada ise üretilen örneklerin en yüksek ve düşük nem miktarlarının %13.55 ve %10.81 olduğu ve buğdayların kuru madde içeriklerinin de %86.45-89.19 arasında değiştiği görülmüştür.

Aktaş (2008) de yaptığı akrilamid analizi tez çalışmasında kullanılan peksimet ekmeğinde nem içeriğini %4.4 olarak bulmuştur.

Siyez unu ile zenginleştirilmiş peksimet örneklerin kül değerleri Tablo 3.1’de verilmiştir. Peksimet örneklerinin kül içerikleri formülasyondaki siyez unu miktarı arttıkça anlamlı derecede arttığı belirlenmiştir ($P<.05$). Örneklerin kül değerlerindeki bu artış siyez unun içermiş olduğu yüksek kül miktarı ile alakalıdır. Çalışmamızda kullandığımız siyez unu 9.72 g/100g lif içermesi örneklerin kül içeriklerini arttırmıştır. Siyez buğdayın kül içeriğini Yılmaz (2012) de yaptığı bir çalışmada 2.2-2.5 g/100g olduğunu belirtmiştir. Emeksizoglu (2016) tarafından yapılan başka bir çalışmada Kastamonu yöresinde yetiştirilen siyez buğdayının kül içeriklerini ortalama %2.48 olarak belirlemiştir. Loje vd. (2003) de yapmış olduğu çalışmada ise 15 farklı einkorn (siyez) örneğinde kuru maddede kül içeriğini ortalama %2.4 olarak belirlemişlerdir. Brandolini vd. (2008)’nin farklı ülkelerden topladığı einkorn örneklerinde yaptıkları çalışmada Türkiye’den alınan einkorn buğdaylarının ortalama kül içeriği %2.34 olarak bulunmuştur. Kontrol örneğinin en düşük kül içeriğine sahip olması siyez ununa göre daha düşük kül içeriğine sahip ekmeklik buğday unu ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Bazı ekmeklik buğdayların kalitesini belirlemek amacıyla Ünal vd. (1996)’nin yapmış olduğu çalışmada örneklerin kül oranlarının %0.39-0.44 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Siyez unu ile ilgili literatürde verilen bu çalışmalar ile bulgularımız benzerlik gösterdiği ve peksimet örneklerine ilave edilen siyez ununun artırılması ile örneklerin kül içeriklerinin de arttığı tespit edilmiştir.

Çalışmada peksimet örneklerine ait yağ içerikleri Tablo 3.1’de verilmiştir. Tablodaki verilere göre kontrol grubu peksimet örneklerinin yağ içeriği 5.79 g/100g iken siyez ununun ilave edilmesiyle yağ içeriği azalmıştır ve %50 siyez unu katkılı P5 numaralı peksimet örneğinde 1.16 g/100g olarak tespit edilmiştir. Üretimde kullanılan buğday unu ve siyez unun yağ içerikleri sırasıyla şu şekildedir; 3 g/100g ve 1.75 g/100g. Siyez unun formülasyonda kullanım oranının artması ile peksimet örneklerindeki yağ içeriklerin azalması onların içermiş olduğu yağ oranları ile alakalı olduğu söylenebilir. Emeksizoglu (2016) Kastamonu yöresine ait siyez unlarını ile yaptığı çalışmada kuru maddede ham yağ oranını ortalama %2.19 olarak tespit etmiştir. Abdel-Aaa vd. (1995) yapmış olduğu çalışmada einkorn buğdaylarının ham yağ miktarını ortalama %2.48 olarak bulurken, Suchowilska vd. (2009) *Triticum spelta* buğdayında %2.4, *Triticum monococcum* buğdayında ortalama %2.7 ve *Triticum dicoccum* buğdayında ortalama %2.3 olarak tespit etmiştir. Yüksel (2014) yapmış olduğu çalışmasında beyaz ekmeğin yağ içeriğini 3.7

g/100g olarak bulmuştur. Literatürde yapılan çalışmalar ile çalışmamız benzerlik göstermektedir. Artan siyez unu miktarı ile üretilen peksimet örneklerinin de yağ içeriği azalmıştır.

Siyez unu katkılı ekşi mayalı peksimet örneklerinin incelendiği çalışmada örnekler ait su aktivitesi değerleri Tablo3.1’de verilmiştir. Üretim formülasyonunda artan siyez unu miktarı örneklerin su aktivitesi değerlerini anlamlı bir biçimde artırdığı görülmüştür ($P<0.05$). En düşük su aktivitesi değeri kontrol grubunda $0.38 a_w$ olarak bulunurken en yüksek değer ise artan siyez unu miktarı ile P4 ve P5 numaralı örneklerde $0.48 a_w$ olarak tespit edilmiştir. Gıda muhafazasında $0.60 a_w$ altındaki örneklerin uzun süreli muhafaza edildiği belirtilmektedir (Yavuz, 2019; Durmaz, 2019). Peksimet örneklerinde uygulanan kurutma işlemi ile birlikte azalan nem değerleri örneklerin su aktivitesine de yandığı ve bu sayede örneklerin su aktivitesi değerlerini düşürdüğü söylenebilir. Fakat, artan siyez unu örneklerin su aktivitesinde bir miktar artış yapmıştır. Bu artış siyez unun içermiş olduğu protein ve lif içeriği ile açıklanabilir. Bu bileşenler örnek içerisindeki su ile bağ kurarak kurutma aşamasında suyun yapıda kalmasını sağlamış ve bu da örneklerin su aktivitesi değerlerinde bir miktar artış yapmıştır. Yine de bu değer $0.60 a_w$ altında olduğu için üretilen örnekler güvenli kabul edilebilir. İğde tozunun lavaş ekmeklerine eklendiği bir çalışmada örneklerin su aktivitesi değerlerinin kontrol örneklerine göre arttığı tespit edilmiştir (Yavuz, 2019). Yüksel vd, (2017) de bayat ekmeklerden ürettikleri mısır cipslerinde örneklerin su aktivitesini $0.05-0.12 a_w$ aralığında tespit etmiştir. Yine aynı çalışmada bayat ekmeğin su aktivitesini ise $0.57 a_w$ olarak bulmuşlardır.

Ekşi mayalı ve siyez unu katkılı peksimetler üzerinden yapmış olduğumuz çalışmada örneklerin protein değerleri Tablo3.1’de gösterilmiştir. Tablodaki verilere göre en az protein oranı 9.29 g/100g ile kontrol grubuna aitken en yüksek değer 10.02 g/100g ile %40 siyez unu katkılı P4 numaralı örneğe ait olduğu bulunmuştur. Formülasyondaki siyez unu miktarı arttıkça örneklerin protein içeriklerinde anlamlı değişimler görülmüştür ($P<0.05$). Çalışmamız da kullandığımız buğday unun protein içeriği 11.1 g/100g iken siyez unun ise 9.95 g/100g ’dır. Peksimet örneklerin protein içerikleri artan siyez unu ile bir miktar arttığı belirlenmiştir. Yine de bu artış istatistiksel açıdan önemli olsa da oransal açıdan kayda değer olmadığı görülmektedir. Çalışmamızda kullanılan siyez ununun kepek kısmı ayrıldığı için düşük protein içeriğine sahip olduğu düşünülmektedir. Yine de tam siyez buğday ununun protein içeriği yüksek olduğu yapılan birçok çalışma ile belirlenmiştir. Bu çalışmalardan biri Abdel-Aal vd. (1995)’de siyez ile diğer buğday çeşitlerinin karşılaştırmıştır ve çalışma

sonucuna göre siyez ununda protein oranını %14.6 olarak bildirmiştir. Castagna vd.(1995) İtalya ve Almanya'dan olmak üzere farklı bölgelerden siyez buğdayı almış ve bunları karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda siyez ununun %18.5- %23 gibi yüksek bir oranda protein içerdiğini rapor etmiştir. Loje vd. (2003) yapmış olduğu çalışmada 22 siyez örneğini çeşitli özellikleri yönünden karşılaştırmış ve protein oranını %13.8 olarak bildirmiştir. Zengin (2015)'deki çalışmasında 16 adet siyez ve 9 adet gernik örneğini çeşitli özellikleri yönünden incelemiştir. Siyez örneklerinin ortalama protein oranını %15 olarak tespit etmiştir. Şanal (2019)'da siyez ürünleriyle ilgili yapmış olduğu çalışmasında siyez ununun protein değerinin daha yüksek (%11.83) bulurken karbonhidrat değerinin ise daha düşük (%65.00) olduğunu tespit etmiştir. Yüksel (2014)'de bayat ekmeğin kızartılmış buğday ve mısır cipsinde kullanımı ile ilgili incelemiş olduğu çalışmasında buğday cipsi örneklerinin protein değerini %7.42- %8.67 arasında tespit etmiştir. Ayrıca Yüksel, bayat ekmek unu ilavesinin cipslerin protein değerinde artışa neden olduğunu bildirmiştir. Yüksel çalışmasına ek olarak beyaz ekmeğin protein oranının %9.4 olduğunu bildirmiştir. Çalışmamız da örneklerin protein içerikleri beklendiği gibi siyez unu ile birlikte artmıştır, bu artış siyez ununu içerdiği protein oranından ziyade oransal olarak protein miktarındaki artıştan ileri gelmektedir.

Peksimet örneklerinin enstrümantal renk (L^* , a^* , b^*) değerleri Tablo 3.2'de verilmiştir. Peksimet örneklerinin L^* (parlaklık) değeri incelendiğinde 77.81 ile en yüksek değerin kontrol grubunda olduğu görülmektedir. Bu değeri sırasıyla P1, P2, P3, P5 ve P4 numaralı örnekler izlemektedir. Veriler incelendiğinde peksimet üretiminde ilave edilen siyez unu miktarının L^* değeri üzerinde anlamlı değişimler yaptığı görülmektedir ($P<0.05$). Siyez unu ile zenginleştirilmiş peksimet örneklerine ait kırmızılık-yeşillik değerlerinde (a^*) formülasyondaki siyez unu miktarı arttıkça anlamlı artış tespit edilmiştir ($P<0.05$). En yüksek ve en düşük a^* değerleri sırasıyla şu şekildedir; P4 numaralı örnekte 5.03 ve kontrol örneğinde 1.79. Örneklerin a^* değerleri gibi sarılık-mavilik (b^*) değerleri incelendiğinde de siyez unu katkısı ile birlikte değerlerinin anlamlı bir biçimde arttığı belirlenmiştir. Örneklerin b^* değerleri 22.33 ile 25.80 aralığında değişmiştir. Örneklerin enstrümantal renk değişimlerindeki bu değişimlerin birkaç sebebi olacağı düşünülmektedir. Bunlardan ilki formülasyonda kullanılan siyez unların ekmeklik unlara göre daha fazla renk maddesi içermesidir. Siyez buğdayı ekmeklik buğdaya göre daha kavuzludur. Buğdaylarda renk pigmentleri tanenin testa denen tabakasında yoğunlaşmıştır. Bu tabaka tanenin dış ve iç epidermis tabakaları ile aleuron tabakası arasındadır. Yani daha çok kepek

kısımında yoğunlaşmıştır. Ekmeklik buğdaylar kavuz içermediğinde endosperm ile kepek ayrımı kolaylıkla yapılırken siyez buğdayında bu ayrım daha zordur. Bu nedenle üretilen siyez unları ekmeklik unlara göre daha fazla renk maddesi içermektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı peksimet örneklerindeki sarılık ve kırmızılıktaki artış siyez unlarındaki renk pigmentleri (karatenoid) ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Örneklerdeki renk değişimin diğer nedeni ise Maillard reaksiyonudur. Peksimetlerin pişirilmesi ve kurutulması sırasında meydana gelen Maillard ve karamelizasyon reaksiyonlarının renk değişimlerine neden olduğu söylenebilir. Kaplan (2020) çalışmasında siyez buğdayının, yüksek oranda karatenoid, yağ ve protein içeriğine sahip olduğunu ve lutein oranının ekmeklik buğdaya göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Ayrıca çalışmasında ekmeğin daha koyu renkli olmasının nedeninin siyez unundan gelen kepekten kaynaklandığını ileri sürmüştür.

Maviş (2019)'da yapmış olduğu çalışmasında iki kademeli olarak spontan fermantasyon ile geliştirilen ekşi hamurun ekmeklerde %30 ve %40 oranında kullanılmasının L*değerini düşürdüğünü belirtmiştir. Hidalgo vd. (2006)'da yapmış olduğu çalışmasında einkorn buğdaylarında sarı rengi veren karatenoid çeşidinin lutein olduğunu ve ortalama 8.1 mg/kg oranında bulundurduğunu bildirmiştir. Ayrıca ekmeklik buğdayının toplam tokol içeriğinin 62.75 mg/kg iken einkorn buğdayında bu oranın ortalama 77.96 mg/kg olduğunu tespit etmiştir. Yağmur yapmış olduğu çalışmasında farklı unlarla sıvı ekşi hamur üretmiş ve bazı özellikler yönünden incelemiştir. Örneklerin renk değerlerinden en düşük a* değerini buğday ununda tespit ederken en yüksek a* değerini ise çavdar unuyla üretilen örnekte tespit etmiştir. L* değerini ise en düşük çavdar unuyla yapılan ekmekte tespit ederken en yüksek değere buğday unuyla üretilen ekmekte ulaşmıştır (Yağmur, 2012). Sonuç olarak literatürde yapılan çalışmalar çalışmamızla paralellik göstermektedir. Siyez unu ekmeklik buğday ununa göre içermiş olduğu yüksek orandaki karatenoid, lutein, protein ve yağ içerinden dolayı katkı oranı arttıkça peksimetlerin L* (parlaklık) değerinde azalışa neden olurken a* (kırmızılık- yeşillik) ve b* (sarılık- mavilik) değerlerinde artışa neden olmuştur. Ayrıca pişirme ve kurutma işlemleri sırasında meydana gelen Maillard ve karamelizasyon reaksiyonları a* ve b* değerlerinin artışına katkı sağlamıştır.

Peksimet Örneklerine Ait Besinsel Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışmamızda farklı oranlarda siyez unu kullanarak ekşi mayalı peksimet örneklerinin besinsel analizleri için toplam diyet lifi, dirençli nişasta, dirençli olmayan nişasta, toplam nişasta ve akrilamid analizleri gerçekleştirilmiştir.

Siyez unu katkılı ekşi mayalı ekmeklerden üretilen peksimetler üzerine yapmış olduğumuz çalışmada örneklerin toplam diyet lif değerleri Tablo3.3'te verilmiştir. Tablodaki veriler incelendiğinde diyet lifi en yüksek olan örnek 6.17 g/100g ile %50 siyez unu katkılı P5 numaralı örneğe ait olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu örneğin toplam diyet lif içeriği 4.39 g/100g olarak belirlenmiştir. Siyez unu ilavesi ile örneklerin toplam diyet lif içerikleri önce azalma göstermiş (P1 ile P3 arası) devamında ise arttığı (P4 ile P5) tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde siyez unu ilavesi ile peksimet örneklerin toplam diyet lif içeriklerinde anlamlı bir artış bulunmuştur ($P<0.05$). Durmaz (2019)' da patates kabuğunun derin yağda kızartılmış buğday cipsinde değerlendirilmesi ile ilgili yaptığı çalışmasında patates kabuğu unu ilavesinin örneklerinin toplam diyet lifi miktarını artırdığını belirtmiştir. Şanal (2012)'deki çalışmasında Siyez ununun lutein, fitoserol ve lif yönünden zengin olduğunu ve glisemik indeksinin düşük olduğunu bildirmiştir. Kızılaslan (2020), siyez unu ile yapılan bisküvilerin diğer unlarla yapılan bisküvilere göre lif, antioksidan ve fenolik bileşikler yönünden daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Günlük beslenmemizde almamız gereken toplam diyet lif miktarının 25-30 g/100g olduğu belirtilmektedir (USDA, 2015; Yuksel, vd. 2020). Başka bir çalışmada günlük diyetle siyez buğdayı alımının besinsel lif ve lutein alımını yükselttiğini belirtmiştir. Ayrıca bu bileşenlerin koroner kalp hastalıklarından koruduğu eklenmiştir (Grausgruber vd. 2008). Yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmamızla paralellik göstermektedir. Siyez unu ekmeklik buğday ununa göre içermiş olduğu daha lifli yapısından dolayı, peksimet örneklerinde siyez unu katkısı arttıkça örneklerin toplam diyet lifi de buna paralellik göstererek artış sağlamaktadır. Siyez unlu peksimet örneğinden (%50 katkılı) günde 100 g tüketen bir kişi günlük alması tavsiye edilen toplam diyet lif miktarının yaklaşık %20'lik kısmını sağlamış olacağı söylenebilir.

Siyez unu ile zenginleştirilmiş peksimet örneklerinin dirençli nişasta değerleri Tablo 3.3'te verilmişti. Tablodaki veriler incelendiğinde 2.10 g/100g ile kontrol grubu örneğinde en yüksek dirençli nişasta değerinin tespit edildiği belirlenmiştir. Sırasıyla diğer örneklerdeki dirençli nişasta değerleri şu şekildedir; 1.67-1.54-1.54-1.57 ve 1.56 g/100g dır. En düşük dirençli nişasta miktarının 1.54 g/100g ile 30 g/100g siyez unu katkılı P3

numaralı örnekte tespit edilmiştir. Örneklerdeki dirençli nişasta içeriklerinde bu azalış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Ekmek gibi nişastaca zengin karbonhidrat içeriğine sahip ürünlerin retrogradasyonu ile tip 3 dirençli nişasta oluşmaktadır (De Vuys ve Neysen, 2005). Özellikle ekmeklerin retrogradasyonunda amiloz molekülleri arası ve amilopektin molekülleri arası kurulan hidrojen bağları nişastaya dirençli bir hal kazandırarak duyusal anlamda her ne kadar bayatlamış ekmek tercih edilmese de sağlık yönünü artırıcı bir etki göstermektedir. Bu durum aslında kontrollü şartlarda kurutulan peksimetler içinde geçerlidir. Bu nedenle bu ürünler yüksek dirençli nişasta içerir. Fakat formülasyonda kullandığımız siyez unu miktarı arttıkça dirençli nişasta içeriğinin bir miktar azaldığı görülmüştür. Bu durumun siyez unu ile artan protein ve diyet lif içeriği ile ilgilidir. Çünkü bu bileşenler ortamdaki amiloz ve amilopektinler arasında âdeta bir bariyer görevi görerek aralarında oluşacak bağlarını (-H-bağları) engeller. Bu durumda örnekteki nişasta yapısı çok fazla değişmez. Dirençli nişasta liflere göre kalın bağırsakta daha kolay fermente edilebilmektedir. Ayrıca bütürik asit gibi kısa zincirli yağ asitleri üretmesi nedeniyle kolon kanserinden koruyucu, bağırsak sağlığını geliştirici özelliklere sahiptir (Şeker vd., 2006; Stephen vd., 2012). Siyezin lifli bir yapıya sahip olması glukozun hızlı sindirimini engelleyerek yavaşlatmaktadır (Memiş ve Şanlıer, 2009). Ekşi hamur kullanılan ekmeklerle yapılan in vitro çalışmalarda nişasta hidrolizinin daha yavaş yani dirençli nişasta miktarının daha fazla olduğu bildirilmektedir (De Angelis vd., 2000; De Angelis vd., 2007). Ragae vd. (2011) yapmış olduğu çalışmada farklı tahıl unları kullanımıyla EDN içeriğini incelemiş ve tahıl unlarıyla gelen diyet lif içeriklerinin üretilen ekmeklerin enzime dirençli nişasta içeriğini değiştirdiğini belirtmiştir. Liljeberg vd. (1995) çalışmada ekşi hamur kullanımının nişastanın enzimatik hidrolizini yavaşlattığını ve böylelikle dirençli nişasta miktarının arttığını ve glisemik indeks değerinin düşerek besinsel kaliteye katkı sağladığını belirtmiştir. Yüksel (2014) çalışmada cipslerine ilave ettiği bayat ekmek ununun, örneklerin enzime dirençli nişasta içeriklerinde artışa neden olduğunu belirtmiştir. Rabe vd. (1992) çalışmada buğday ve çavdar ekmeklerine uzun süreli ısıtma işlem uygulanmasının, dirençli nişasta miktarında artışa neden olduğunu bildirmiştir. Yadav vd (2011) ise ekmeklerdeki EDN miktarının artırılması için pişirme süresinin uzatılması gerektiğini belirtmiştir. Murphy vd. (2008) beyaz ekmeğin ortalama olarak 1.2 g/100g EDN içerdiğini belirtmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmamızda peksimet örneklerinin dirençli nişasta miktarlarının, literatürdeki normal ekmeğin dirençli nişasta miktarına göre yüksek bulunmasının nedeni;

örneklerimizde ekşi hamur kullanılması ve normal ekmek üretimine göre daha uzun süreli ısıtım işlem uygulanmasından (peksimet üretimi için) kaynaklanması olarak söylenebilir.

Ekşi mayalı siyez unu katkılı peksimet örnekleri ile yapılan çalışma verileri Tablo 3.3'te gösterilmiştir. Dirençli olmayan nişasta miktarındaki değişimin anlamlı olmadığı ($P>0.05$) ve en yüksek DON değerinin 76.81 g/100g ile kontrol grubu peksimete aitken en düşük DON miktarı ise 81.71 g/100g ile %30 siyez unu katkılı P3 numaralı peksimette bulunduğu belirlenmiştir. Örneklerin toplam nişasta değerleri DON değerleri gibi siyez unu ilavesi ile anlamlı bir değişim sergilemediği belirlenmiştir ($P>0.05$). Üretimde kullanılan buğday ununda yaklaşık 70 g/100g karbonhidrat içerirken siyez ununda ise 65 g/100g olduğu belirlenmiştir. Bu veriler ürünlerin nişasta içeriğine yansıdığı ve siyez unun örneklerdeki toplam nişasta ve dirençli olmayan nişasta üzerinde anlamlı bir değişim yapmadığı sonucuna varılmıştır ($P>0.05$).

Siyez unu katkılı ekşi mayalı hamurlardan üretmiş olduğumuz peksimetlerle yapmış olduğumuz çalışmanın besinsel analiz sonuçlarından biri olan akrilamid değerleri Tablo 3.3'te verilmiştir. Tablodaki veriler incelendiğinde en düşük akrilamid değeri 180.26 µg/kg ile kontrol grubuna aitken 195.43 µg/kg ile 10 g/100g siyez unu katkılı P1 numaralı örnek onu takip etmektedir. En yüksek akrilamid değeri ise 247.54 µg/kg ile 40 g/100g siyez unu katkılı P4 numaralı peksimet örneğine aittir. Formülasyonda kullanılan siyez unun artması ile akrilamid verilerinin de aynı şekilde arttığı görülmüştür (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). Gıdalardaki akrilamid oluşumunun Maillard reaksiyonlara bağlı olduğu kabul edilmektedir. Isıl işlem uygulamalarında yağ, karbonhidrat ve asparagin içeriği yüksek olan gıdalarda 120 °C'nin üzerine çıktığında akrilamid oluşmaktadır (Wenzl vd., 2003). Palazoğlu vd. (2010) çalışmasında akrilamid seviyesinin en yüksek 170 °C'de fırınlama yöntemiyle pişirilen cipslere ait olduğunu bildirmiştir. Abdel- Aal ve Hucl (2002) yapmış oldukları çalışmada siyez buğdayı ile durum buğdayını çeşitli özellikleri yönünden karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda siyez buğdayının protein içeriğinin (%17.7) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Arusoğlu (2015) Akrilamidin karbonhidratça zengin gıdalara yüksek ısıtım uygulanmasıyla oluşabileceği gibi yağlı ürünlerdeki gliserolün akroleine dönüşerek de oluşabileceğini bildirmiştir. Yapılan bir çalışmada Maillard reaksiyonlarında akrilamid oluşumu bakımından aminoasitler incelenmiş ve asparagin kullanımında yüksek miktarda (221 mg/mol) akrilamid oluştuğu tespit edilmiştir (Özkaynak, 2004). Aktaş (2008) tarafından yapılan bir çalışmada ekmeklerdeki ortalama akrilamid değerlerinin 446 mg/kg olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada piyasadaki

peksimet örneklerinde uygun yöntem belirlenerek akrilamid analizi yapılmış ve 1055 ± 118 µg/kg sonucu elde edilmiştir. Hidalgo ve Brandolini (2014), siyez buğdayının şeker içeriğinin 26.7 g/kg olduğunu ve en çok sakaroz dışında früktoz, glikoz ve maltoz şekerlerinden oluştuğunu bildirmiştir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde siyez buğdayının sahip olduğu karbonhidrat, protein ve yağ içeriklerinin ilave edildiği peksimet örneklerindeki akrilamid değerlerini artırdığı ve bu artışın uygulanan uzun süreli ısı işlemleriyle birlikte meydana geldiği söylenebilir.

Peksimet Örneklerine Ait Glisemik İndeks, Hidroliz İndeks Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışmamızda belli oranlarda siyez unu ile katkılanmış ekşi mayalı peksimet örneklerinin glisemik indeks ve hidroliz indeksi değerleri incelenmiş ve veriler Tablo 3.4'te ve Şekil 3.5 de verilmiştir. Tablo 3.4.'deki verilere göre örneklerin glisemik indeks değerleri sırasıyla şu şekilde bulunmuştur; 91.61-89.77-90.72-90.70-88.47 ve 89.23 dır. En yüksek glisemik indeks değeri 94.61 ile kontrol grubunda tespit edilirken 88.47 ile 40 g/100g siyez unu katkılı P4 numaralı peksimet örneğinde en düşük oranda belirlenmiştir. Glisemik İndeks kısaca test besin verildikten sonraki kan glikoz düzeyinin referans besin verildikten sonraki kan glikoz düzeyinin yüzde olarak oranı şeklinde hesaplanmaktadır (WHO/FAO, 1998). Besinlerin içermiş oldukları yağ ve protein miktarları Gİ değerlerini etkilemektedir. Proteinler insülin salınımını artırmakta ve nişastanın sindirimini yavaşlatmaktadır. Yağlar ise besinlerin bağırsağa geçiş süresini uzatmakta ve nişasta ile kompleks bileşikler oluşturmaktadır. Tüm bu etkiler Gİ'yi azaltmaktadır (Sayaslan, A., 2005). Ergun (2014), yapmış olduğu çalışmada Gİ'yi orta olan gruptaki ekmeklerin lif miktarının Gİ'yi düşük olan gruptaki ekmeklerin lif miktarına göre daha az olduğunu tespit etmiştir ve ekmeklerin lif miktarı arttıkça glisemik indeks değerlerinin azaldığını belirtmiştir. Marangoni, F. ve Poli, A. (2008) yapmış oldukları çalışmalarında besinleri lif ile zenginleştirmiş ve Gİ değerleri üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada normal ekmek, lifli ekmek, normal bisküvi ve lifli bisküvi kullanmış ve insanların tüketimine sunarak belirli zaman aralıklarında ölçümler gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda lifli besinlerin kan glikozunu daha yavaş yükselttiğini belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmaya göre lif içeriği yüksek olan kahverengi pirincin lif içeriği daha düşük olan beyaz pirince göre Gİ'yi daha düşük olarak tespit edilmiştir (Jae Chang vd., 2014). Yapılan bir diğer çalışmada lifli bir kahvaltının kadınların kan şekeri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Aynı miktarda karbonhidrat; mısır gevreği (posa içeriği 1 g) veya kepek (posa içeriği 19 g) ilaveli olarak yedirilmiş ve kepek içeren diyetle daha düşük glikoz ve insülin değerlerine ulaşılmıştır (Behme, M.T. ve Dupre, J., 1989). Besinin içerdiği yağ ve protein gibi besin öğelerinin varlığı, besinin Gİ değerine farklı düzeylerde etki etmektedir. Proteinler insülin salınımını arttırmanın yanı sıra, CHO' tan zengin bir ağ oluşturarak nişastanın sindirimini yavaşlatır. Yağlar, besinin mideden bağırsağa geçiş süresini uzatmakta ve nişasta ile kompleks oluşturarak Gİ düzeyini düşürmektedir (Sayaslan, A., 2005). Literatürde belirlenen tüm bu bilgiler yapmış olduğumuz çalışmadaki peksimet örneklerin glisemik indeks sonuçlarının örneklerin içermiş olduğu protein, yağ ve lif miktarlarından önemli oranda etkilendiklerinin ve özellikle artan toplam diyet life karşın düşük glisemik indeks verileri tespit edilmiştir.

Hidroliz İndeksi 0-180 dakika aralığında test örneğinin hidroliz eğrisi altında kalan alanın referans örnek olan beyaz ekmeğin eğrisinin altına kalan alana oranıdır (Goni vd., 1996). Sindirim enzimleri tarafından hidrolize olmayan besinsel, posa olarak adlandırılmaktadır (Thorsdottir, L. ve Birgisdottir, B.E., 2005). Ekşi mayalı ve siyez unu katkılı peksimet örneklerinin Hidroliz indeksi değerli Tablo 3.4'te verilmişti. Tablodaki verilere göre en yüksek hidroliz indeksi 99.95 ile kontrol grubuna aitken; en düşük hidroliz indeksi değeri 88.81 ile %40 siyez unu katkılı P4 numaralı peksimet örneğine aittir. Sonuçlar incelendiğinde siyez unu katkısı ile birlikte Hİ değeri azalmaktadır. Madde 4.4.1'de de belirtildiği gibi siyez unu katkısı ile birlikte peksimet örneklerinin lif içeriği artmıştır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde lif içeriğin artırılmasının hidrolizi azaltıcı etki gösterdiği görülmektedir. Çalışmamızdaki veriler de tüm bunları destekler niteliktedir. Siyez unun artırılması peksimet örneklerinin lif içeriğini artırmış buda hidroliz indeksini azaltıcı etki göstermiştir. Çatak, (2019) tarafından yapılan çalışmaya göre yulaflı bisküvilerin hidroliz oranları (0.71) referans ekmeğin hidroliz oranına (0.82) göre daha düşük olarak tespit edilmiştir.

Peksimet Örneklerine Ait Önemli (%) Aroma Profil Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Siyez unlu ve ekşi mayalı peksimet örnekleri ile yapmış olduğumuz çalışmada tüm örneklere ait % aroma profillerinden; 2- Nonenal kontrol örneğinde 0.55 tespit edilirken sırasıyla 0.76, 0.98, 0.71, 1.30 ve 1.43 olarak tespit edilmiştir. Siyez unu katkısı ile birlikte % 2- Nonenal miktarının arttığı tespit edilmiştir. Grosch ve Schieberle (1997) yapmış

oldukları çalışmada (E)-2- nonenal'i buğday ekmeği kabuğunda 56.0 mg/kg olarak tespit ederken aynı çalışmada kızarmış buğday ekmeğinde 174.0 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Grosch ve Schieberle (1997) kızarmış ekmekteki koku maddelerini ve miktarlarını; 2-asetil-1-pirolin (8.8 mg/kg), 2-Nonenal (174.0 mg/kg), 2-ve 3- metilbütirik asit (1.7 mg/kg), 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2H)-furanon (3.2 mg/kg), Methional (48,0 mg/kg), 2,3-butanedion (918 mg/kg) olarak bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada; % alan olarak heptanal miktarı kontrol grubunda 1.06, %10 siyez unu katkılı peksimet örneğinde 0.74 ve %50 siyez unu katkılı peksimet örneğinde 0.76 olarak tespit edilmiştir. 2-Hexanone ise P5 numaralı örnekte 0.24 olarak tespit edilirken kontrol grubunda 0.38 olarak tespit edilmiştir. Tamerler (1987) yapmış oldukları çalışmada bayatlama ile birlikte asetaldehit, formaldehit, aseton, butanol, propanol, heptanal ve nonanal'da azalma olurken 2- bütanon ve 2-hekzanon'da artış olduğunu bildirmiştir. 6-asetiltetrahidropidin ve 2-asetil-1-pirolinin ekmeğe kendine has kokusunu veren aroma maddeleri olduğu bildirilmiştir (Hunter vd., 1969; Schieberle ve Grosch, 1985; Kimple ve Keppens, 1996). Karaoğlu ve Kotancılar (2003), çalışmasında ekmek mayası artırıldıkça ekmekteki 2-asetil-1-pirolin konsantrasyonunun artacağını bildirmiştir. Ekmek aromasının oluşmasında Maillard ve karamelizasyon reaksiyonları başlıca rolü üstlenmektedir ve bu reaksiyonlar ekmek kabuğunda meydana geldiği için ekmek içine göre miktarları daha fazladır (Ertugay, 1983; Tamerler, 1987; Elgün ve Ertugay, 1997). Pyler (1979), çalışmasında maya fermentasyonu ile oluşan asetil-metil-karbinol'ün atmosferdeki oksijen ile birleşerek ekmeğin kendine has kokusunu meydana getirdiğini bildirmiştir. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde peksimet örneklerin içermiş olduğu aroma maddelerinin ekmeğin hazırlanmasında kullanılan ekşi maya yöntemi ile pişirilmesi ve kurutulması sırasında meydana gelen Maillard ve karamelizasyon reaksiyonlarından kaynaklandığı söylenebilir.

Peksimet Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Siyez unu ve ekşi mayalı peksimet örnekleri ile yaptığımız çalışmada; örnekler duyusal yönden değerlendirilmiş ve beğeni skorları Tablo 3.12'de verilmiştir. 25 panelist tarafından duyusal değerlendirme yapılmış ve örnekler renk, sertlik, tat, koku ve genel beğeni yönünden değerlendirilmiştir. Tablodaki veriler ayrı ayrı incelendiğinde renk, sertlik, tat ve koku açısından anlamlı bir değişim gözlemlenmezken ($P>0.05$), genel beğeni skorlarında anlamlı bir değişim tespit edilmiştir ($P<0.05$). Siyez unu buğday ununa göre yüksek oranda karatenoid ve yağ içeriğine sahiptir (Kaplan, 2020). Çalışmadan beklenen

siyez unun katkısı ile birlikte orantılı olarak rengin koyulaşması ve beğeninin artması idi yalnız veriler incelendiğinde bir kararsızlık olduğu görülmektedir. Panelistlerin örneklere vermiş oldukları skorlar değerlendirildiğinde insanlar ekmekte koku rengi daha sağlıklı olarak nitelendirseler de tercihen ekmeğe özgü sarı rengi daha çok aramaktadır. Duyusal analiz sonuçlarından sertlik özellikleri incelendiğinde en yüksek skoru 7.66 ile P5 numaralı örnek alırken en düşük skoru 7.00 ile kontrol grubu almıştır. Verilerden de anlaşılaacağı üzere panelistler siyez unu katkısı arttıkça peksimetlerin sertliklerinin arttığını belirtmiştir fakat bu artış istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadığı görülmektedir. Tat özelliği üzerinde ise panelistler en çok %50 siyez unu katkılı peksimet örneğini beğenirken en az 6.93 ile P4 numaralı ve kontrol grubu örneklerini beğenmişlerdir. Beğeniler arasında anlamlı bir değişme olmazken siyez unu katkısı ile birlikte tat özelliği üzerinde bir miktar artış olduğu görülmektedir. Bu değişimin siyez ununun içermiş olduğu tat bileşiklerinden geldiği düşünülmektedir. Ayrıca normal beyaz ekmeğe göre ekşi maya kullanılması peksimet örneklerini aroma yönünden zenginleştirmiştir. Siyez unu ve ekşi mayalı peksimet örnekleri üzerinde yapmış olduğumuz çalışmada örneklerin koku özellikleri üzerinde siyez unu katkısının etkili olduğu katkı miktarı ile orantılı olarak bir miktar koku beğenisinin arttığı görülmektedir. Bayatlama olayıyla birlikte ürünün tat ve koku özellikleri değişmektedir (Jensen vd., 2010). Siyez unu katkısı ile birlikte retrogradasyon azalmış ve panelistlerin koku beğenisine daha çok hitap eden peksimet ürünleri elde edilmiştir. Ayrıca peksimetlerin kurutulması sırasında devam eden Maillard reaksiyonu ile artan aromatik bileşiklerde örneklerdeki koku artışında etkili olmuştur.

Siyez unu ve ekşi mayalı peksimet örnekleri üzerinde yapmış olduğumuz duyusal analiz sonuçlarına göre siyez unu katkısı ile birlikte örneklerin genel kabul edilebilirlikleri artış göstermiş ve sonuçlar anlamlı bulunmuştur. Tüm duyusal veriler değerlendirildiğinde en beğenilen noktanın 50 g/100g siyez unu içeren P5 numaralı örnek olduğu görülmektedir. Bu da bize peksimet formülasyonunda 50 g/100g siyez unun rahatlıkla kullanılabileceğinin göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Siyez ununun farklı oranlarda ve maya olarak siyez unu ve ekmeklik buğday unu karışımının eşit oranlarda harmanlanması ile üretilen ekşi mayanın kullanıldığı ekmekten üretilen peksimet çalışmamızda amaçlanan hedeflere ulaşıldığı görülmüştür. Çalışmamızda farklı oranlarda siyez unu kullanılması sonucunda elde edilen peksimetlerin analiz verilerini şu şekilde özetleyebiliriz:

- ✓ Çalışmamız tarihi çok eskilere dayanan siyez buğdayının tekrar insanlar tarafından kullanımını yaygınlaştırması ve fonksiyonel beslenmenin önem kazandığı günümüzde ekşi mayanın sağlık üzerine olumlu etkilerinin irdelenmesi konularında literatüre ışık tutacaktır.
- ✓ Ayrıca tarihimizde savaşlarımızda yeri yadsınamayacak olan kuru ekmeğin (peksimet) fonksiyonel bir besin haline getirilerek tüketici beğenisine sunulması sağlayacaktır.
- ✓ Ekmeklik buğday ununa göre daha yüksek kül içeriğine sahip olan siyez ununun peksimet örneklerine ilave edilmesiyle örneklerin kül içeriğinin arttığı tespit edilmiştir.
- ✓ Çalışmamızda artan siyez unu konsantrasyonu ile peksimet örneklerinin protein değerlerinde artış tespit edilmiş ancak bu oran beklenilenden azdır. Bunun nedeninin ise kullanılan siyez ununun kepek kısmının ayrılmış olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir.
- ✓ Enstrümantal renk analizlerinin yapıldığı çalışmamızda siyez unu katkısı ile a^* ve b^* değerleri artış gösterirken L^* (parlaklık) değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Siyez unu ekmeklik buğday ununa göre daha fazla renk maddesi içerdiği için siyez unu oranının artması ile a^* ve b^* değerleri artış göstermiş L^* değeri azalmıştır. Aynı zamanda bu değişimlerde Maillard ve karamelizasyon reaksiyonlarının etkisi bulunmaktadır.
- ✓ Siyez unu ekmeklik buğday ununa göre daha lifli bir yapıya sahip olduğu için çalışmamızda örneklerin siyez unu oranı artırıldıkça diyet lifi miktarının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca kişinin günlük alması gereken toplam diyet lifi miktarının 25-30 g/100g olduğu düşünüldüğünde %50 siyez unu katkılı peksimet örneğinden

günde 100 g tüketerek günlük alması gereken diyet lifi miktarının yaklaşık olarak %20'sini karşılayacaktır.

- ✓ Siyez buğdayının sahip olduğu karbonhidrat, protein ve yağ içeriğinden dolayı ilave edildiği peksimet örneklerinde ısıl işlemle birlikte Maillard reaksiyonlarının da artış göstermesi nedeniyle siyez unu konsantrasyonu ile örneklerin akrilamid değerleri yükselmiştir.
- ✓ Çalışmamızda siyez unu konsantrasyonun artırılması ile peksimet örneklerinin lif içerikleri artmıştır. Artan lif içeriği toplam nişasta hidrolizini azaltıcı etki göstermiştir. Bu yüzden çalışmamızda peksimet örneklerine katkı edilen siyez unu miktarı arttıkça hidroliz indeksi değeri azalmıştır. Bununla birlikte glisemik indeksi de aynı şekilde azaldığı görülmüştür.
- ✓ Ekşi maya ile hazırlanan ekmeklerden üretilen peksimet örneklerin artan siyez unu ve uygulanan ısısal işlemler ile birlikte aroma bileşiklerinde de artışlar görülmüş ve bu artışlara sebep olan bileşiklerin tüketicilerin sevdiği aromatik bileşikler olduğu yapılan duyu analizde görülmüş ve genel beğeni skorlarına yansıdığı gözlemlenmiştir.
- ✓ Yapmış olduğumuz çalışmanın duyu analiz sonuçları incelendiğinde genel kabul edilebilirliği en yüksek %50 siyez unu katkılı peksimet örneğinin olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar ile peksimet örneklerin %50 siyez unu ile zenginleştirildiğinde panelistlerden olumlu geri dönüşler alacağı belirlenmiştir.

Ekmeğin daha uzun raf ömrü için eskiden beri uygulanan kurutma tekniği ile üretilen peksimet örnekleri siyez unu ile zenginleştirilmiş ve ek fonksiyonel özellikler kazandırılmıştır. Siyez unu ve ekşi maya ile zenginleştirmiş olduğumuz peksimet örneğimiz yüksek protein, kül, toplam diyet lifi ve aroma profiline sahipken daha düşük yağ, dirençli nişasta, glisemik indeks ve hidroliz indeksi değerlerine sahip olduğu ortaya konulmuştur. Beğeniye sunulduğunda ise kabul edilebilir ve profil izlemektedir. Siyez unu ve ekşi mayalı peksimet örneğinin literatüre ve insan beslenmesine katkılarının olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abdel-Aal E. S. M. ve Hucl P., 2002. Amino Acid Composition and In Vitro Protein Digestibility of Selected Ancient Wheats and Their End Products, Journal of Food Composition and Analysis, 15, 737-747.
- Abdel-Aal, E., Young, J., Wood, P., Rabalski, I., Hucl, P., Falk, D. ve Fregeau-Reid, J., 2002. Einkorn: Potential Candidate for Developing High Lutein Wheat, Cereal Chemistry, 79 (3), 455-457.
- Abdel-Aal, E.S., Hucl, P. ve Sosulski, F.W., 1995. Compositional and Nutritional Characteristics of a Spring Einkorn and Spelt Wheats, Cereal Chemistry, 72, 621-624.
- Adam, A., Lopez, H.W., Leuillet M., Demigne, C. ve Remesy, C., 2002. Whole Wheat Flour Exerts Cholesterol-Lowering in Rats in Its Native Form and After Use in Bread- Making, Food Chemistry, 80, 337-344.
- Ahmad, N., Khan, M.M. ve Waheed, S., 2018. Product Packaging and Consumer Purchase Intentions, Market Forces, 13, 2, 97-114.
- Ahn, C. ve Stiles, M.E., 1990. Antibacterial Activity of Lactic Acid Bacteria Isolated from Vacuum- Packaged Meat, Journal of Applied Bacteriology, 69, 302-310.
- Akgün, F.B., 2007. Ekşi Hamur Tozu Eldesi ve Ekmek Üretiminde Kullanılabilme Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 66s.
- Aksuner, H., 1994. Bread Making Technology, Ankara.
- Aktaş, K., R., 2008. Peksimet Ekmeklerinde HPLC-MS Yöntemi ile Akrilamid Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Ankara, 97s.
- Albustanlıoğlu, T., 2019. Roma İmparatorluğunda Fırın Organizasyonu ve Ekmek Üretimi: Pompei Ekmeği Örneği, Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 7 (2), 1344-1366.
- Alcock, J., 2002, Food in Roman Britain, Charleston, SC. Tempus Publishing.
- Alkay, Z., 2017. Ekşi Hamur ve Ekşi Hamur Ekmeği Üretiminde Farklı Tahıl Tanelerinin Fonksiyonel Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bayburt, 77s.
- Alyakut, Ö. ve Küçükkömürler, S., 2018. Geleneksel Bir Ekmek Çeşidi: Yufka Ekmeği, Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 6 (3), 379-395.

- Angay, S., 2019. Piyasada Satılan Bazı Glutensiz Ekmeklerin Glisemik İndeks Değerlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 131s.
- AOAC., 1998. Official Methods of Analysis. Plants. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC
- AOAC., 2000. Official Methods of Analysis, 17th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA.
- Arendt, E.K., Ryan, L.A.M. ve Dal Bello, F.D., 2007. Impact of Sourdough on the Texture of Bread, Food Microbiology, 24, 165–174.
- Arusoğlu, G., 2015. Akrilamid Oluşumu ve İnsan Sağlığına Etkileri, Akademik Gıda, 13(1), 61-71.
- Aydın, F. ve Yıldız, Ş., 2011. Sivas İlinde Ekmek Tüketim Alışkanlıkları ve Tüketici Dinamiklerinin Belirlenmesi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 42 (2), 165-180.
- Baysal, A., 2012, Beslenme, Hatiboğlu Yayınları, Ankara, P. 305-306.
- Behme, M.T. ve Dupre, J. 1989. All Bran Vs Corn Flakes: Plasma Glucose İnsulin Young Females, American Journal of Clinical Nutrition, 50, 1240-1254.
- Belitz, H.D., Grosch, W. ve Schieberle, P., 2009. Cereals and Cereal Products, Food Chemistry, Heidelberg: Springer, P., 670-742.
- Blanck, H., 1999. Eski Yunan ve Roma’da Yaşam, (Çeviren: İslam Tanrıkut), Arion Yayınevi, İstanbul.
- Bond, A., 1989. Discovering Einkorn in Haute Provence, Cerealist, France, 1, 6-7.
- Brandolini, A., Hidalgo, A. ve Moscaritolo, S., 2008. Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) whole meal flour, Journal of Cereal Science, 47, 599–609.
- Brandt, M.J., 2007. Sourdough Products for Convenient Use in Baking, Food Microbiology, 24, 161-164.
- Brouns, F., Kettlitz, B. ve Arrigoni, E., 2002. Resistant Starch and “The Butyrate Revolution, Trends in Food Science and Technology, 13, 251-261.
- Brown, I.L., Mcnaught, K.J., Ganly, R.N., Conway, P.L., Evans, A.J., Topping D.L. ve Wang X., 1996. Probiotic Compositions. Intl. Patent Wo 96/ 08261/ A1. Issued Mar 21,1996, Univ New South Wales, Burns Philip And Co. Limited, Burns Philip Res and Dev Pty, Mauri Lab Pty Ltd, Commw Sci Ind Res Org, Arnotts Biscuits Ltd, Good Man Fielder Ingredients Li, Goodman Fielder Ltd, Brown Il, Mcnaught Kj, Ganly Rn, Conway Pl, Evans Aj, Topping Dl, Wang X.,

- Castagna, R., Borghi, B., Di Fonzo, N., Heum, M. ve Salamini, F. 1995. Yield and related traits of einkorn (*T. monococcum* spp. *monococcum*) in different environments, European Journal of Agronomy, 4, 371-378.
- Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S.S. ve Webb., C., 2002. Application of Cereals and Cereal Components in Functional Foods: A Review, International Journal of Food Microbiology, 79, 131-141.
- Chavan, R.S. ve Chavan, S.R., 2011. Sourdough Technology—A Traditional Way for Wholesome Foods: A Review, Food Science and Food Safety, 10, 170-183.
- Clarke, C.I., Schober, T.J. ve 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.
- Collar, C., 2016. Bread: Types of Bread, Encyclopedia of Food and Health, (Suppl.1), S500-507.
- Collison, R., Elton. G.A.H., 1961. Some Factors Which Influence The Rheological Properties of Starch Gels, Starke, 13, 164.
- Coşkun, Y., Karababa, E. ve Ercan, R., 1999. Düz Ekmeklerin Üretim Teknolojisi, Gıda, 24 (2), 89-97.
- Çatak, J., 2019. Ülkemizde Tüketilen Bazı Gıda Ürünleri ile Bisküvilerin Glisemik İndekslerinin İn Vitro Yöntemlerle Belirlenmesi, Araştırma Makalesi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16, 940-947.
- Çetinkaya, N. ve Yıldız, S., 2018. Somut Olmayan Kültürel Miras Unsuru Erzurum Lavaş (Acem) Ekmeğinin Turistik Ürüne Dönüştürülmesine Yönelik Bir Çalışma, Güncel Turizm Araştırma Dergisi, 2 (1), 430-452.
- D'Appolonia, B.L. ve Morad, M.M., 1981. Bread Staling, Cereal Chemistry, (58), 186.
- Davidou, S., Meste, M. L., Debever, E. ve Bekaert, D., 1996. A Contribution to The Study of Staling of White Bread: Effect of Water and Hydrocolloid, Food Hydrocolloids, 10 (4), 375-383.
- De Angelis, M., Damiano, N. ve Rizzello, C. G., 2000. Sourdough Fermentation as a Tool for the Manufacture of Low-Glycemic Index White Wheat Bread Enriched in Dietary Fibre, European Food Research And Technology, 229, 593-601.
- De Angelis, M., Rizzello, C.G. ve Alfonsi, G., 2007. Use of Sourdough Lactobacilli and Oat Fibre to Decrease the Glycaemic Index of White Wheat Bread, British Journal of Nutrition, 98, 1196-1205.
- De Leyn, I., 2006. Functional Additives, Bakery Products, Science and Technology (Ed: Y.H. Hui), Blackwell Publishing, 571s.
- De Vuyst, L. ve Neysens, P., 2005. The Sourdough Microflora: Biodiversity and Metabolic Interactions, Trends in Food Science and Technology, 16, 43-56.

- Dikbaş, N., 2003. Vakfıkebir Ekmeğindeki Mikroflora ve Aroma Maddelerinin Tespiti. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 111s.
- Durmaz, A., 2019. Evsel Atık Patates Kabuğunun Derin Yağda Kızartılmış Buğday Cipsinde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, 76s.
- Edwards, W., 2007. The Science of Bakery Products, Royal Society of Chemistry, Cambridge, P. 28-31.
- Eglite, A ve Kunkulberga, D., 2017. Bread choice and consumption trends, Foodbalt, 005, 178-182.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1997. Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 297, (2.baskı) Erzurum, 376s.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları (No:718), Ziraat Fakültesi (No:297), Ders Kitapları Serisi (No:52), Erzurum.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1992. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:718, Ziraat Fak. No:297. Ders Kitabı No:52.
- Emeksizoglu, B., 2016. Kastamonu Yöresinde Yetiştirilen Siyez (*Triticum Monococcum* L.) Buğdayının Bazı Kalite Özellikleri İle Bazlama ve Erişte Yapımında Kullanımının Araştırılması. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 153s.
- Emmons, C.L. ve Peterson, D.M., 1999. Antioxidant Activity and Phenolic Contents of Oat Groats and Hulls, Cereal Chemistry, 76 (6), 902-906.
- Erbaş, M., 2006. Yeni Bir Gıda Grubu Olarak Fonksiyonel Gıdalar, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.
- Ercan, R. ve Özkaya, H., 1985. Ekmeğin Bayatlaması, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi, Sayı 6, 335-340.
- Ercan, R., ve Bildik, E., 1993. Ekmeğin Bayatlaması ve Etki Yapan Önemli Faktörler, Unlu Mamülleri Dünyası, 2, 10-14.
- Erenoğlu, N., 2013. Ekmeğin Tarihi ve Hekim Hacı Paşa'nın "Müntahab-I Şifa" Eserinde Ekmek Bahsi, Lokman Hekim, Journal, Supplement VIII, 51-52.
- Ergun, R., 2014. Türkiye'ye Özgü Bazı Ekmek Türlerinin Glisemik İndeks Değerlerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 78s.
- Erlander, S.R. ve Erlander, L.G., 1969. Explanation of Ionic Sequences in Various Phenomena X. Protein-Carbohydrate Interactions and The Mechanism for The Staling of Bread, Starch - Stärke, 21 (12), 305-315.

- Ertugay, Z., 1983. Ekmek Aromasının Oluşumu, Kaynakları ve Aroma Oluşumunu Etkileyen Faktörler, Ziraat Fakültesi Dergisi, 14 (1-2), 129-137.
- Ertugay, Z., 2010. Ekmek Aromasının Oluşumu, Kaynakları ve Aroma Oluşumunu Etkileyen Faktörler, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Ürünleri Teknolojisi Bölümü, s. 129-137.
- Ertürk, A., Arslantaş, N., Sarıca, D. ve Demircan, V., 2015. Isparta İli Kentsel Alanda Ailelerin Ekmek Tüketimi ve İsrafi, Akademik Gıda, 13(4), 291-298.
- Evans, S., 2009. Trends in the US Functional Foods, Beverages and Ingredients Market, Institute of Food Technologists-Show Report, Canada.
- Faridi, H.A., 1988. Flat Breads, Wheat Chemistry and Technology Vol.2 Polimeranz, Y., (Ed A.A.C.C Publ.), St. Paul, Minnesota, USA, Pages 457-506.
- Fass, P., 2013. Around The Roman Table, Food and Feasting in Ancient Rome, New York, Palgrave Macmillan.
- Geddes, W.F. ve Bice, C.W., 1949. Studies on Bread Staling, IV Evolutions of Methods Fort He Measurements of Changes Which Occur During Bread Staling, Cereal Chemistry, 16, 440-465.
- Gerçekaslan, K.E., Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M. ve Ertugay, M.F., 2008. Ekmek Bayatlaması ve Bayatlama Derecesini Ölçmede Kullanılan Yöntemler: II. Gıda, The Journal of Food, 33(1), 27-34.
- Giannetti, V., Elena, T. ve Recchia, L., 2009. Food Consumption and Innovation: Functional Foods, Journal of Commodity Science Technology and Quality, 48(3), 213-225.
- Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R. ve Rizzello, C.G., 2008. Sourdough/Lactic Acid Bacteria, In: Gluten-Free Cereal Products and Beverages (Eds: E. K. Arendt, F. Dal Bello, Academic Press, UK., Pp. 267–288.
- Goni, I., Garcia-Alonso, A. ve Saura-Calixto, F., 1997. A Starch Hydrolysis Procedure to Estimate Glycemic Index, Nutritional Research, 17, 427-437.
- Göçmen, D., 2001. Ekşi Hamur ve Laktik Starter Kullanımının Ekmekte Aroma Oluşumu Üzerine Etkileri, Gıda, 26, 13-16.
- Gökmen, V., Şenyuva, H.Z., Acar, J. ve Sarioğlu, K. 2005. Determination of Acrylamide in Potato Chips and Crisps by High Performance Liquid Chromatography, Journal of Chromatography A, 1088, 193-199.
- Gönül, M., 1978. Nişastanın Gıda Endüstrisinde Kullanımı, Gıda, 3, 113-119.
- Grausgruber H., Geleta N., Eticha F., Weinzel I. ve Leopold L., 2008. Sensitivity of Diploid and Tetraploid Wheat Species to Annual Influences on the Yellow Pigment Concentration, Modern Variety Breeding For Present And Future Needs, 590-594.

- Gray, J.A., Bemiller, J.N., 2003. Bread Staling: Molecular Basis and Control, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2 (1), 1-21.
- Grosch, W. ve Schieberle, P., 1997. Flavor of Cereal Product., Cereal Chemistry, 74 (2), 91-97.
- Gül, A., Isık, H., Bal, T. ve Ozer, S., 2003. Bread Consumption and Waste of Households in Urban Area of Adana Province, Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, 6 (2), 10.
- Gül, H., 1999. Isparta Yöresinde Kullanılan Ekşi Mayanın Bileşimi ve Fizyolojik Özelliklerinin Araştırılması ve Ekmek Yapımında Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 65s.
- Hacer, L., Bilgiçli, N. ve Türker, S., 2011. Besinsel Lif ve Dirençli Nişastanın Gıda Formülasyonlarında Kullanımı, Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, P-5
- Haldorsen, S., Akan, H., Çelik, B. ve Heun, M., 2011. The Climate of the Younger Dryas as a Boundary for Einkorn Domestication, Vegetation History and Archaeobotany, 20 (4), 305.
- Hammes, W.P. ve Gänzle, M., 1998. Sourdough Breads and Related Products, In: Microbiology of Fermented Foods (Ed: B. J. B. Woods), Blackie Academic and Professional, UK. Pp. 199–216.
- Hansen, A. ve Hansen, B., 1996. Flavour of Sourdough Wheat Bread Crumb, European Food Research and Technology, 202, 244-249.
- Hansen, A., Lund, B. ve Lewis M.J., 1989. Flavour Production and Acidification of Sourdough in Relation to Starter Culture and Fermentation Temperature, Lebensm. Wiss., 22, 145-149.
- Hansen, A. ve Schieberle, P., 2005. Generation of Aroma Compounds During Sourdough Fermentation: Applied and Fundamental Aspects, Trends in Food Science and Technology, 16, 85-94.
- Haschke, F., Firmansyah, A., Meng., M.Steenhout. ve P, Carrie A.L., 2001. Monatsser Kinderheild, Functional Food for Infants and Children, Monatsschrift Kinderheilkunde, 149, 66-70.
- Hasler, C.M., 2002. Functional Foods: Benefits, Concerns and Challenges, a Position Paper From, the American Council on Science and Health and Journal of Nutrition, 132, 3772-3781.
- Helman, N.A., Fairchild, B. ve Senti, F.R., 1954. The Bread Staling Problem, Molecular Organization of Starch Upon Aging of Concentrated Starch Gels at Various Moisture Levels, Cereal Chemistry, 31, 495-505.
- Heuer, T., Krems, C., Moon, K., Brombach, C. ve Hoffman, I., 2015. Food Consumption of Adults in Germany: Results of The German National Nutrition Survey II Based on Diet History Interviews, British Journal of Nutrition, 113(10), 1603-14.

- Heun, M., Schafer-Pregl, R., Klawan, D., Castagana, R., Accerbi, M., Borghi, B. ve Salamini, F., 1997. Site of Einkorn Wheat Domestication Identified by DNA Fingerprinting, Science, 278, 1312–1314.
- Hidalgo, A. ve Brandolini, A., 2014. Nutritional Properties of Einkorn Wheat (*Triticum Monococcum* L.), Journal Science Food Agriculture, 94, 601-612.
- Hidalgo, A., Brandolini, A. ve Pompei, C., 2009. Kinetics of Tocols Degradation During the Storage of Einkorn (*Triticum Monococcum* L. *Ssp. Monococcum*) and Breadwheat (*Triticum Aestivum* L. *Ssp. Aestivum*) Flours, Food Chemistry, 116, 821–827.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., Pompei, C. ve Piscozzi, R., 2006. Carotenoids and Tocols of Einkorn Wheat (*Triticum Monococcum Ssp. Monococcum* L.), Journal of Cereal Science, 44, 182–193.
- Hollo, J., J., Stejtli, G.S. ve Gantner, 1960. The Mechanism of Retrogradation of Amylose, The Strong 12, 106-108.
- Hopkins, K., 1980, Taxes and Trade in The Roman Empire (200 B.C.-A.D. 400), Journal of The Roman Studies, 70, S.101-125.
- Hunter, I. R., Walden, M.K., Scherer, J.R. ve Lunden, R.E., 1969. Preparation and Propertise of 1,4,5,6-Tetrahydro-2-Acetopyridine, A Cracer-Odor Constituent of Bread Aroma, Cereal Chemistry, 46, 189-195.
- Jae Chang, U., Hong, Y., Jung, E. ve Suh, H., 2014. Wheat and Rice in Disease Prevention and Health, Academic Press, 10, 357-363.
- James, M.C., 1992. Modern Food Microbiology, AVI Publishing Co., New York, 31p.
- Jensen, S., Oestdal, H. ve Thybo, K.A., 2010. Sensory Profiling of Changes in Wheat and Whole Wheat Bread During a Prolonged Period of Storage, Journal of Sensory Studies, (25), 231–245.
- Jones, P.J., 2002. Clinical Nutrition: Functional Foods-More than Just Nutrition, Canadian, Canadian Medical Association Journal, 66, 1555-1563.
- Kalkışım, Ö., Özdemir, M. ve Bayram, O., 2012. Ekmek Yapım Teknolojisi, Gümüşhane Üniversitesi Yayınları, 93s.
- Kaplan, B., 2020. Bazı Fırıncılık Ürünlerinde Siyez Buğday Unu Kullanımının Optimizasyonu, Ürün Kalitesi ve Raf Ömrü Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, 85s.
- Karaağaoğlu, N., Karabudak, E., Yavuz, S., Yüksek, O., Dinçer, D., Tosunbayraktar, G. ve Eren, F.H., 2008. Çeşitli Ekmeklerin Protein, Yağ, Nem, Kül, Karbonhidrat ve Enerji Değerleri, Gıda, 33 (1), 19-25.

- Karaboğa, Z., 2019. Mısır ve Nohut Ununun Mardin Peksimetlerinin Kalitesine Etkileri, Uluslararası Gıda, Tarım ve Hayvancılık Kongresi, Gaziantep, S.69-85.
- Karaoğlu, M.M., 2007. Organik Ekmek, Gıda, 32 (4), 195-203.
- Karaoğlu, M.M. ve Kotancılar, H.G., 2003. Tahıl Ürünlerinde Aroma Maddeleri: I. Ekmek, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34 (3), 255-261.
- Karel, K., Jr Ponte, J.G. ve D'Appolonia, B.L., 1981. Staling of White Pan Bread: Fundamental Causes, CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 15 (1), 1-48.
- Katina, K., Salmenkallio-Marttila, M., Partanen, R., Forssell, P. ve Autio, K., 2006. Effects of Sourdough and Enzymes on Staling of High-Fibre Wheat Bread, LWT, 39, 479–491.
- Katz, JR., 1928. Gelatinization and Retrogradation of Starch in Relation to The Problem of Bread Staling in Herz, KO., 1965, Staling of Bread, A Review, Food Technolgy, 90-103.
- Kayacier A., Yüksel F. ve Karaman S. 2014. Response Surface Methodology Study for Optimization of Effects of Fiber Level, Frying Temperature, and Frying Time on Some Physicochemical, Textural, and Sensory Properties of Wheat Chips Enriched with Apple Fiber, Food and Bioprocess Technology, 7, 133–147.
- Kayacier, A.,Yüksel, F. ve Karaman, S., 2014. Simplex Lattice Mixture Design Approach on Physicochemical and Sensory Properties of Wheat Chips Enriched With Different Legume Flours: An Optimization Study Based on Sensory Properties, LWT - Food Science and Technology, 58, 639-648.
- Kızılaslan Y., 2020. Siyez Unu ile Üretilen Bebe Bisküvilerinde Protein ve Karbonhidrat Sindirilebilirliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 94s.
- Kilci, A.Y. ve Gocmen, D., 2012. Dietary Fiber and Beta-Glucan Contents of Oat Tarhana: A Turkish Fermented Cereal Food, Journal of Agriculture Science. 4 (11), 72-77.
- Kim, SK. ve D'Appolonia, BL., 1977. Bread Staling Studies I Effect of Brotein Content on Staling Rate and Bread Crumb Pasting Propertise, Cereal Chemistry, 54, 207-215.
- Kimble, N. D. ve Keppens, M., 1996. Novel Syntheses of the Major Flavor Components of Bread and Cooked Rice, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 44, 1515-1519.
- Kocaadam, B. ve Tek, N., 2016. 'Ekmek, Bira, Şarap ve Yoğurdun Orijinleri ve Tarihsel Süreçleri', Beslenme Diyetetik Dergisi, 44 (3), 272-279.
- Kotancılar, G., Çelik, İ. ve Ertugay, Z., 1995. Ekmeğin Besin Değeri ve Beslenmedeki Önemi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 26 (3), 431-441.

- Kotancılar, H.G., Çelik, İ. ve Karaoğlu, M.M., 1998. Trabzon Vakfikebir Ekmeği, Un Mamülleri Dünyası, 7, 4-14.
- Köksel, H. ve Çetiner, B., T., 2016. Hububat Ürünleri Konusunda Yanıltıcı İddialar ve Bilimsel Değerlendirmeler, TUSAF Dergisi, 1, 50-66.
- Kuter, M., 2011. İnsan ve Ekmek, Kuter Yayıncılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti, Bursa, P.,7-169.
- Lacaze, G., Wick, M. ve Cappelle, S., 2007. Emerging Fermentation Technologies: Development of Novel Sourdoughs, Food Microbiology, 24, 155–160.
- Liljeberg, H.G.M., Lonner, C.H. ve Björck, I.M.E., 1995. Sourdough Fermentation or Addition of Organic-Acids or Corresponding Salts to Bread Improves Nutritional Properties of Starch in Healthy Humans, Journal of Nutrition, 125 (6), 1503-1511.
- Lin, W., 1982. Changes in Carbohydrate Fractions in Enzyme-Supplements Bread and Potential Relationship to Staling. Phd Thesis, Pennsylvania State University, University Park (PA).
- Linko, Y.Y., Javanainen, P. ve Linko, S., 1997. Biotechnology of Bread Baking, Trends in Food Science and Technology, 8, 339-344.
- Loje, H., Moller, B., Laustsen, A.M. ve Hansen, A. 2003. Chemical Composition, Functional Properties and Sensory Profiling of Einkorn (*Triticum monococcum* L.), Journal of Cereal Science, 37, 231-240.
- Lorenz, K. ve Maga, J., 1972. Staling, of White Bread: Changes in Carbonyl Composition and GLC Headspace Profiles, Journal of Agriculture Food Chemistry, (20), 211-213.
- Lotong, V., Chambers, E. ve Chambers, D.H., 2000. Determination of The Sensory Attributes of Wheat Sourdough Bread, Journal of Sensory Studies, 15, 309-326.
- Lönner, C. ve Preve-Akesson K., 1988. Effects of Lactic Acid Bacteria on The Properties of Sourdough Bread, Food Microbiology, 3, 19-35.
- Lund, B., Hansen, A. ve Lewis M.J., 1989. The Influence of Dough Yield on Acidification and Production of Volatiles in Sourdoughs, Lebensm- Wiss.U.Technology, 22, 150-153.
- Maga, JA., 1975. Bread Staling, Critical Review Food Technology, 5, 443.
- Marangoni, F. ve Poli, A., 2008. The Glycemic Index of Bread and Biscuits is Markedly Reduced by the Addition of a Proprietary Fiber Mixture to the Ingredients, Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 18(9), 602-605.
- Martinez-Anaya, M.A., 1996. Enzymes and Bread Flavor, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 44 (9), 2470-2480.

- Martinez-Anaya, M.A., Pitarch, B., Bayarri, P. ve Benedito De Barber, C., 1990. Microflora of The Sourdoughs of Wheat Flour Bread. X. Interactions Between Yeasts and Lactic Acid Bacteria in Wheat Doughs and Their Effects on Bread Quality, Cereal Chemistry, 6, 85-91.
- Maviş, Y.Ç., 2019. Ekşi Hamurun Doğrusal Olmayan Bölgedeki Viskoelastik Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 169s.
- Mc Masters, M.M., 1961. Starch Research and Baking, Bakers Digest, 35, (5), 42.
- Memiş, E. ve Şanlıer, N., 2009. Glisemik İndeks ve Sağlık İlişkisi, Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 17-27.
- Meral, H. ve Karaoğlu, M.M., 2019. Ekmeğin Besinsel Özelliklerinin İyileştirilmesi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50 (2), 217-225.
- Meral, R. ve Doğan, İ.S. 2013. Grape Seed as a Functional Food Ingredient in Bread-Making, International Journal of Food Sciences and Nutrition, 64, 3, 372-379.
- Meroth, C.B., Hammes, W.P. ve Hertel, C., 2003. "Identification and Population Dynamics of Yeasts in Sourdough Fermentation Processes by Pcr-Denaturing Gradient Gel Electrophoresis," Applied Environmental Microbiology, 69, 12, 7453-7461.
- Meyer, K.A., Kushi, L.H., Jacobs, D.R., Slavin, J. ve Folsom, A.R., 2000. Carbohydrates, Dietary Fiber, and Incident Type 2 Diabetes in Older Women, American Journal of Clinical and Nutrition, 71 (4), 921-30.
- Milli Eğitim Bakanlığı, 2013. Ekmek Çeşitleri Üretimi, 1. Gıda Teknolojisi, Ankara.
- Moroni, A.V., Dal Bello, F. ve Arendt, E.K., 2009. Sourdough in Gluten-Free Bread-Making: An Ancient Technology to Solve a Novel Issue, Food Microbiology, 26, 676-684.
- Murphy, M.M., Doughlass, J. S. ve Birkett, A., 2008. Resistant Starch Intakes in the United States, Journal of American Dietary Association, 108, 67-78.
- Ndife, J., Abdulraheem Ls, ve Zakari U. M., 2011. Evaluation of the Nutritional and Sensory Quality of Functional Breads Produced from Whole Wheat And Soya Bean Flour Blends, Materials Science, Corpus ID, 56037468.
- Nesbitt, M., Hillman, G., Pena-Chocarro, L., Samuel, D. ve Szabo, A.T., 1996. Checklist for Recording the Cultivation and Uses of Hulled Wheats, (Eds., Padulosi, S., Hammer, K., Heller, J.), 234-245.
- Niba, L.L, 2002. Resistant Starch: A Potential Functional Food Ingredient, Nutrition & Food Science, 32 (2), 62-67.
- Noznick, P.P., Merritt, P.P. ve Geddes, W.F., 1946. Staling Studies on Breads Containing Waxy Maize Starch, Cereal Chemistry, 23, 297-304.

- Nurmi, T., Nyström, L., Edelmann, M., Lampi A.M. ve Piironen V., 2008. Phytosterols in Wheat Genotypes in The Healthgrain Diversity Screen, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 9710-9715.
- O'Connor A., 2012. An Overview Of The Role Of Bread İn The UK Diet., Nutr Bull, 37 (3), 193-212.
- Okburan, G., 2019. Hiperlipidemisi Olan Yetişkin Bireylerde Farklı Probiyotik Türlerinin Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 158s.
- Örer, N., 1975. Ankara'da Ekmek Tüketimi ve Zayıfatı. Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, 68s.
- Özdemir, Ö.P., Fettahlıoğlu, Ş. ve Topoyan, M., 2009. Fonksiyonel Gıda Ürünlerine Yönelik Tüketici Tutumlarını Belirleme Üzerine Bir Araştırma, Ege Akademik Bakış, 9(4), 1079-1099.
- Özkaya, H. ve Özkaya, B. 1992. Ekmek Katkı Maddeleri Önemi ve Kullanımındaki Sorunlar, Gıda Mevzuatında Aksayan Hususlar ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 2-3 Haziran, Tekirdağ.
- Özkaynak, E., 2006. Çeşitli Pişirme Tekniklerinin Sigara Böreğinde Akrilamid Oluşumu Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 128s.
- Palazoğlu, T.K., Savran, D. ve Gökmen, V., 2010. Effect of Cooking Method (Baking Compared with Frying) on Acrylamide Level of Potato Chips, Journal of Food Science, 75, E25- E29.
- Palomba, S., 2008. Sourdoughs For Sweet Baked Products: Microbiology, Characterization, Screening and Study of Exopolysaccharides Produced by Microbial Strains, Doctoral Thesis, University Degli Studi Di Napoli Federico, 123s.
- Pelsenke, P.F. ve Hampel, G., 1961. About Baking Pastry, I Theoretical Considerations and Methodic, Bread and Pastry, 15-180.
- Poutanen, K., Flander, L. ve Katina, K., 2009. Sourdough and Cereal Fermentation in a Nutritional Perspective, Food Microbiology, 26, 693-699.
- Pyler, E.J., 1973. Baking Science and Technology, Siebel Publishing Company Chicago III, 1240 S.
- Pyler, E.J., 1979. Baking Science and Technology Siebel Publishing Co.. Chigago.
- Pyler, M.C., 1988. Baking Science and Technology, Third Edition, Sosland Publishing Co. Kansas.
- Qarooni J., 1996. Flat Bread Technology, Chapman & Hall, NY, USA, pp.206.

- Rabe, E. ve Sievert, D. 1992. Effects of Baking, Pasta Production and Extrusion Cooking on Formation of Resistant Starch, European Journal of Clinical Nutrition, 46 (2), 105-107.
- Ragaee, S., Guzar, I., Dhull, N. ve Seetharaman, K., 2011. Effects of Fiber Addition on Antioxidant Capacity and Nutritional Quality of Wheat Bread, Food Science and Technology, 44, 2147, 2153.
- Rehman, S., Nawaz, H., Hussain, S., Ahmad, M. M., Murtaza, M. A. ve Ahmad M. S., 2007. Effect of Sourdough Bacteria on the Quality and Shelf Life of Bread, Pakistan Journal of Nutrition, 6, 562-565.
- Rehman, S., Paterson, A. ve Piggott, J.R., 2006. Flavour in Sourdough Breads, a Review, Trends in Food Science and Technology, 17, 557-566.
- Reynold, T.M., 1965. Chemistry of Nonenzymatic Browning 2, Advances in Food Reserach, 14.
- Ribotta, P., Cuffini, S., León, A. ve Añón, M., 2004. The Staling of Bread: An X-Ray Diffraction Study, European Food Research and Technology, 218 (3), 219-223.
- Sabanis, D., Lebesi, D. ve Tzia, C., 2009. Effect Of Dietary Fibre Enrichment on Selected Properties of Gluten-Free Bread, LWT- Food Science And Technology, 42, 1380-1389.
- Saifullah, R., Abbas, F. M. A., Yeoh, S.-Y. ve Azhar, M. E. 2009. Utilization of Green Banana Flour as a Functional Ingredient in Yellow Noodle, International Food Research Journal, 16, 373-379.
- Sajilata, M.G., Singhal, R.S. ve Kulkarni, P.R., 2006. Resistant Starch, A Review, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 5 (1), 1-17.
- Sandstedt, R.M., 1961. The Function of Starch in The Baking of Bread, The Bakers Digest, 35, 36-44.
- Saran, N., 2014. Yulaf Beta-Glukanının Hafif Hiperkolesterolemik Bireylerin Serum Total Kolesterol ve LDL Kolesterol Düzeylerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 64s.
- Sayaslan, A., 2005. Sağlıklı Beslenme Açısından Gıdaların Glisemik İndeksi, Gıda Dergisi, 1, 84-91.
- Saygın, E., 1972. Buğday Ekmeğinin Bayatlaması Üzerine Araştırmalar, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No:175, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 183s.
- Schieberle, P. ve Grosch, W., 1985. Identification of Volatile Flavour Compounds of Wheat Bread Crust-Comparison With Rye Bread Crust., Z. Leb. Unters. Forsch., 180, 474-478.
- Senti, F.R. ve Dimler, R.J., 1960. Changes in Starch and Gluten During Aging of Bread Bakers Digest, 34 (2), 28.

- Sıkılı, Ö.H. ve Karapınar, M., 2002. Ekşi Maya Ekmeğinin Mikroflorası ve Aromatik Karakteristikleri, Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, 3-4 Ekim 2002, Gaziantep, 165-175.
- Siljeström, M., Björck, I., Eliasson, A.C., Lönner, C., Nyman, M. ve Asp, N.G., 1988. Effects on Polysaccharides During Baking and Storage of Bread-In Vitro And In Vivo Studies, Cereal Chemistry, 65, 1-8.
- Stallknecht, G.F., Gilbertson K.M. ve Ranney J.E., 1996. Alternative Wheat Cereals as Food Grains: Einkorn, Emmer, Spelt, Kamut and Triticale, Progress in New Crops, ASHS Press, Alexandria, VA, 156-170.
- Steller, W.R. ve Bailey, C.H., 1938. The Relation of Flour Strength, Soy Flour and Temperature of Storage to The Staling of Bread, Cereal Chemistry, 15, 39-401.
- Stephen, A., Alles, M., De Graaf, C., Fleith, M., Hadjilucas, E., Isaacs, E., ... ve Gil, A., 2012. The Role and Requirements of Digestible Dietary Carbohydrates in Infants and Toddlers, European Journal of Clinical Nutrition, 66(7), 765-779.
- Stone, C. 2015. How Important Was Wheat in Feeding The Roman Empire, [Http://Www.Schools1.Cic.Ames.Cam.Ac.Uk/Pdfs/Food%20at%20Pompeii%20%20Wheat.Pdf](http://www.schools1.cic.ames.cam.ac.uk/pdfs/food%20at%20Pompeii%20%20Wheat.pdf) Adresinden Erişildi (25 Şubat 2019).
- Suchowilska, E., Wiwart, M., Borejzso, Z., Packa, D., Kandler, W. ve Krska, R., 2009. Discriminant Analysis of Selected Yield Components and Fatty Acid Composition of Chosen *Triticum Monococcum*, *Triticum Dicoccum* and *Triticum Spelta* Accessions, Journal of Cereal Science, 49, 310–315.
- Şanal T., Olgun M., Erdoğan S., Pehlivan A., Yazar S., Başçiftçi Z., Kutlu İ. ve Ayter N. G., 2012. Quality Analysis of Turkey in Bread Wheat by Interpolation Technique I. Red Bread Wheat, Biological Diversity and Conservation, 5/3, 69-75.
- Şanal, T., 2019. Bazı Yerel Buğday Çeşitlerinin Kalite Parametreleri, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, www.turktobb.org.tr, Ankara.
- Şanal, T., 2017. Bazı Yerel Buğday Çeşitlerinin Kalite Parametreleri, Kalite Değerlendirme ve Gıda Bölüm Başkanı, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü – Ankara, TURKTOP, 23, 38-43.
- Şeker, İ.T., Gökbulut, İ., Öztürk, S., Özbaş, Ö.Ö. ve Köksel, H. 2006. Enzime Dirençli Nişastanın Bisküvi Üretiminde Kullanımı, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 9, 157-160.
- Şenol, E. 2018., In Vitro Glycemic Index Determination of Turkish Sourdough Breads and Strategies to Reduce Glycemic Index. Msc. Thesis, Yıldız Technical University, Graduate School Of Natural And Applied Sciences, Department Of Food Engineering, Program Of Food Engineering, 90s.
- Tamerler, T., 1987. Ekmek Lezzeti ve Etki Eden Faktörler, Ege Üniz. Müh. Fak. Dergisi, 5 (2), 133-143.

- Tercan, D.Y., 2019. Özel Bir Şirkette Çalışan Bireylerin Fonksiyonel Gıdalar, Probiyotikler ve Prebiyotikler ile İlgili Bilgi ve Tüketim Alışkanlıklarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çocuk Gelişimi ve Ev Yönetimi Eğitimi Anabilim Dalı Beslenme Eğitimi Bilim Dalı, Konya, 196s.
- Terefe, N.S., 2016. Emerging Trends and Opportunities in Food Fermentation, Reference Module in Food Science, 2887-2913.
- TGK, 2012. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği, Resmi Gazete, Tebliğ No: 2012/2.
- Thorsdottir, I. ve Birgisdottir, B.E. 2005. Glycemic index, Nordic Nutrition Research Recommendations, 3(5), 589.
- TMO. 2013., Türkiyede Ekmek İsrafi Araştırması, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 113s.
- Torrieri, E., Pepe, O., Ventorino, V., Masi, P. ve Cavella, S. 2014., Effect of Sourdough at Different Concentrations on Quality and Shelf Life of Bread, LWT- Food Science and Technology, Vol. 56, No. 2.
- Türkiye Beslenme Rehberi TÜBER 2015. T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031, Ankara.
- URL-1, <https://sozluk.gov.tr/>. Ocak 2020
- URL-2, <https://mauri.com.tr/ekmegin-tarihcesi/>. Şubat 2020.
- URL-3, <https://www.bbc.com/turkce/haberler-44855373>. Şubat 2020.
- URL-4, <https://www.Biyologlar.Com/>. Şubat 2020.
- URL-5, <http://nasilkolay.com/peksimet-nasil-yapilir>. Mart 2020.
- URL-6, <https://www.Turkecbilgi.Com/Peksimet>. Mart 2020.
- USDA (United state department of agriculture), 2015., Dietary Guidelines for Americans (8th ed.) (2015), pp. 2015-2020 December.
- Ünal S., Olçay M. ve Özer Ç., 1996. Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi, Gıda Dergisi, 21(6), 451-456.
- Üncer, B. ve Sacır, F.H. 1982., Besin Mikrobiyolojisi, 72-73.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F. 1999., Gıda Mikrobiyolojisi (2.Baskı), Mengi Tan Basımevi, İzmir, 598s.
- Vangöl, Y., 1999. Ekmek Mevzuatı Teknolojisi, Tükelmat, İzmir.
- Varela-Moreiras, G., Ruiz, E., Valero, T., Ávila, J.M. ve del Pozo, S., 2013. The Spanish Diet: An Update, Nutricion Hospitalaria, 28(Suppl. 5), 13-20.

- Vogel, R.F., Knorr, R., Müller, M.R.A., Steudel, U., Gänzle, M.G. ve Ehrmann, M.A., 1999. Non-Dairy Lactic Fermentations, The Cereal World, Antonie Van Leeuwenhoek, 76, 403-411.
- Vuyst, L.D., Schrijvers V., Paramithiotis, Hoste, B., Vancanneyt M., Swings, J., Kalantzopoulos, G., Tsakalidou, E. ve Messens, W., 2002. The Biodiversity of Lactic Acid Bacteria in Greek Traditional Wheat Sourdoughs Is Reflected in Both Composition and Metabolite Formation, Applied and Environmental Microbiology, 68, 6059- 6069.
- Wang, Q. ve Ellis, P.R., 2014. Oat B-Glucan: Physico-Chemical Characteristics in Relation to Its Blood-Glucose and Cholesterol-Lowering Properties, British Journal of Nutrition, 112, S4-S13.
- Wehrli, H.P. ve Pomeranz, Y., 1970. A Note on The Interaction Between Glycolipids and Wheat Flour Macromolecules, Cereal Chemistry, 47, 160-166.
- Wenzl, T. Beatriz, M. ve Anklam, E, 2003. "Overview on Analytical Methods for the Determination of Acrylamide in Food Products" European Commission Joint Research Centre Institute of Reference Materials and Measurements, Food Safety Unit, Belçika, 18-45.
- World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations University, 1998., Carbohydrates in Human Nutrition, Rome: FAO/WHO.
- Yadav, S.B., 2011. Effect of Frying, Baking and Storage Conditions on Resistant Starch Content Of Foods, British Food Journal, 113, 710-719.
- Yağmur, G., 2013. Ekşi Hamur Fermantasyonunda Etkili Olan Laktik Asit Bakterilerinin ve Mayaların Belirlenmesi ve Bunlardan Elde Edilen Sıvı Ekşi Hamurun Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisinin Araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 162s.
- Yavuz, Z., 2019. Ekmeklik Unlara Diyet Lif Kaynağı Olarak İğde Tozu İlavesinin Hamur ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 52s.
- Yazgan, O., 1978. Utilization of Nitrogen and Energy From Heat Damaged Forages. Ph. D. Thesis (In Publisled) Univ. Of Anim. Sei. Dept. USA.
- Yıldırım, Z. ve Yıldırım, M., 2000. Laktik Asit Bakterileri Tarafından Üretilen Bakteriyosinlerin Genel Karakteristikleri, Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyum Tebliğler Kitabı, 247-253.
- Yılmaz, V., 2012. Siyez (*Triticum Monococcum* L.) ve Durum (*Triticum Durum*) Buğdayların Bulgura İşlenmesinde Bulgur Kalitesi, Biyoaktif Bileşenler ve Antioksidan Aktivitedeki Değişmeler. Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 128s.

- Yokoyama, H.W., Hudson, C.A., Knuckles, B.E., Chiu, M.M., Sayre, R.N., Turnlund, J.R. ve Schneeman, B.O. 2008. Durum Buğdayı Makarnasındaki Arpa A-Glütininin İnsan Glisemik Yanıtı Üzerine Etkisi, Bilimsel Yönleriyle Makarna, TMSD, 213-218.
- Yuksel, F. ve Campanella H.O. 2018. Textural, Rheological and Pasting Properties of Dough Enriched with Einkorn (Siyez), Cranberry Beans and Potato Flours, Using Simplex Lattice Mixture Design, Quality Assurance and Safety of Crops & Foods, 10(4), 389–398.
- Yuksel, F. Ve Kayacier, A. 2016. Utilization of Stale Bread in Fried Wheat Chips: Response Surface Methodology Study for the Characterization of Textural, Morphologic, Sensory, Some Physicochemical and Chemical Properties of Wheat Chips, LWT - Food Science and Technology, 67, 89-98.
- Yuksel, F., Karaman, S., Gurbuz, M., Hayta, M., Yalcin, H., Dogan, M. ve Kayacier, A. 2017. Production of Deep-Fried Corn Chips Using Stale Bread Powder: Effect of Frying Time, Temperature and Concentration, LWT - Food Science and Technology, 83, 235-242.
- Yurdatapan, S., 2014. Türkiye’de Ekmek Sanayi ve Ekmek Tüketim Eğilimleri: Edirne İli Merkez İlçe Örneği. Yüksek Lisan Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 78s.
- Yüksel F., Karaman S. ve Kayacier A. 2014. Enrichment of Wheat Chips With Omega-3 Fatty Acid By Flaxseed Addition Textural And Some Physicochemical Properties, Food Chemistry, vol.145, pp.910–917.
- Yüksel, 2009. Bazı Makarnalık Buğday İleri Islah Hatlarının Kalite Özellikleri ve Stabilité Yetenekleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 63s.
- Yüksel, F. ve Baltacı, C., 2019. Determination of Aroma Profile with Some Physicochemical Properties Based on Drying Time of Traditional Gümüşhane Village Bread, 3. International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences, ICAFOP 16-18.04.2019/Trabzon.
- Yüksel, F., 2014. Bayat Ekmeğin Kızartılmış Buğday ve Mısır Cipsinde Kullanımı. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 173s.
- Yüksel, F., Akdoğan, H.B. ve Çağlar, S. 2018. Keten Tohumu ile Zenginleştirilmiş Eriştelerin Fizikokimyasal, Duyusal, Pişme Özellikleri ve Yağ Asidi Kompozisyonun Belirlenmesi, Gıda, 43 (2), 222-230.
- Yuksel, F., Ilyasoglu, H. ve Baltaci, C. 2020. Development of a Healthy Corn-Based Snack With Sage (*Salvia Officinalis* L.) Seed., Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, 21, 100207.
- Yüksel, F., Koyuncu, M. ve Sayaslan, A. 2011. Makarnalık Buğday (*Triticum Durum*) Kalitesi, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 4(2), 25-31.

- Zaharieva, M. ve Monneveux, P., 2014. Cultivated Einkorn Wheat (*Triticum Monococcum* L. *Subsp. Monococcum*): The Long Life of a Founder Crop of Agriculture, Genetic Resource Crop. Evolution, 61, 677-706.
- Zamfir, M., Callewaert, R., Cornea, P.C., Savu, L., Vatafu, I. ve De Vuyst, L., 1999. Purification and Characterization of a Bacteriocin Produced by *Lactobaccillus Acidophilus* IBB 801, Journal of Applied Microbiology, 87, 923-931.
- Zengin, G. 2015. Bazı İlkel Buğdaylarda Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 89s.
- Żmijewski, M., Sokół-Łętowska, A., Pejcz, E. ve Orzeł, D., 2015. Antioxidant Activity of Rye Bread Enriched with Milled Buckwheat Groats Fractions, Rocz Panstw Zakl Hig. 66 (2), 155-121.
- Zohary, D. ve Hopf, M., 2000. Domestication of Plants in the Old World, Oxford University Press, Oxford Jk.

ÖZGEÇMİŞ

Sümeyye ÇAĞLAR 07.10.1994 yılında Trabzon’da doğdu. Lise öğrenimini 2012 yılında Tefvık Serdar Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2013 yılında Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Yüksekokulunda Beslenme ve Diyetetik Bölümü’ne başladı. 2014 yılında çift anadal yaparak aynı üniversitenin Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümümü’ne başladı. 2017 yılında her iki bölümden de mezun oldu. 2018 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisansına başladı. Yabancı dili İngilizcedir.

Yayınlar

Yüksel, F., Akdoğan, H.B., Çağlar, S., 2018. Keten Tohumu ile Zenginleştirilmiş Eriştelerin Fizikokimyasal, Duyusal, Pişme Özellikleri ve Yağ Asidi Kompozisyonun Belirlenmesi, Gıda the Journal of Food, 43 (2), 222-230.