



**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**FARKLI KEPEK VE SÜT SERUM
PROTEİNLERİ KULLANILARAK
ZENGİNLEŞTİRİLEN TARHANANIN BAZI
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Kübra AKTAŞ

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Eylül-2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Kübra AKTAŞ tarafından hazırlanan “Farklı Kepek ve Süt Serum Proteinleri Kullanılarak Zenginleştirilen Tarhananın Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması 19.09.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Nihat AKIN

Danışman

Prof. Dr. Nihat AKIN

Üye

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Üye

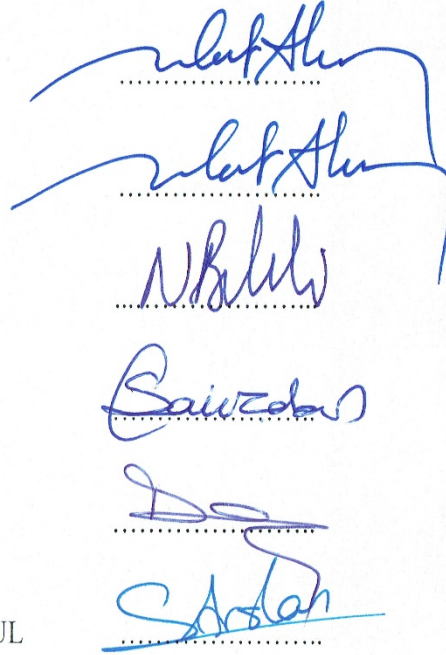
Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Durmuş SERT

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Sultan ARSLAN TONTUL



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

Bu tez çalışması OYP koordinatörlüğü tarafından 2013-OYP-099 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Kübra AKTAŞ

19.09.2018

ÖZET

DOKTORA TEZİ

FARKLI KEPEK VE SÜT SERUM PROTEİNLERİ KULLANILARAK ZENGİNLEŞTİRİLEN TARHANANIN BAZI ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Kübra AKTAŞ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nihat AKIN

2018, 175 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Nihat AKIN

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Dr. Öğr. Üyesi Durmuş SERT

Dr. Öğr. Üyesi Sultan ARSLAN TONTUL

Bu çalışmada pirinç kepeği (PK) ve mısır kepeği (MK) 4 farklı ikame oranında (%0, 5, 10 ve 15) peyniraltı suyu protein konsantresi tozu (PSPKT) ise 3 farklı ikame oranında (%0, 5 ve 10) kullanılarak tarhana üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen örnekler fiziksel, fonksiyonel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler açısından incelenmiştir. Ayrıca üretilen tarhana hamurları fermentasyon boyunca 24, 72 ve 120. saatlerde pH, titrasyon asitliği, su aktivitesi ve mikrobiyolojik özellikler bakımından takip edilmiştir.

Zenginleştirilen örneklerde kepek çeşidi ve ilave oranları renk değerlerini etkilemiş, daha yüksek L^* değerine sahip PK katkılı örneklerde MK ilaveli örneklerle göre daha düşük a^* ve b^* değerleri elde edilmiştir. Kepek ilave oranı artışı ile özellikle PK ilaveli örneklerde renk değişimi gerçekleşmiştir. Tarhana örneklerinde ölçülen viskozite değerleri kepek ilavesiyle azalmış ve PK katkılı örneklerde daha yüksek viskozite değerleri görülmüştür. Örneklerde kepek ve PSPKT eklenmesi su ve yağ absorpsiyonu değerlerini etkilemiş ve PK ilavesi ile daha yüksek rakamlar elde edilmiştir. Tarhana hamurlarının fermentasyon kayıpları ise MK ilaveli örneklerde daha fazladır. Tarhana örneklerinin nem, kül, protein, yağ, selüloz, fitik asit, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, pH, titrasyon asitliği değerlerinin sırası ile %7.05-10.44, %2.10-4.23, %13.27-17.09, %4.66-6.99, %0.92-2.39, 46.20-128.10 mg/100g, 118.11-144.22 mg/100g, %28.40-66.55, 4.26-5.07, 16.91-30.53 aralığında olduğu belirlenmiştir. Her üç katkı da örneklerin kül miktarının artmasını sağlamıştır. Tarhana örneklerinde PSPKT kullanımı protein, PK kullanımı yağ, fitik asit, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, MK kullanımı ise selüloz miktarlarının daha fazla artmasına neden olmuştur. PSPKT katkısı genel olarak mineral madde içeriğinin artmasını sağlarken, PK katkısı; Mg, P, Mn ve Zn, MK katkısı ise K ve Fe miktarlarını daha fazla artırmıştır. Fermentasyonun sonunda PK ve MK ilaveli örneklerde pH ve su aktivitesi değerleri azalmış, titrasyon asitliği değerleri ise artış göstermiştir. Fermentasyon boyunca en düşük TMAB ve maya-küf sayıları ile en yüksek *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayıları 120. saatte elde edilmiştir. Kuru tarhana örneklerine MK ilavesi ile daha yüksek toplam mezofilik aerobik bakteri, maya-küf ve laktik asit bakterisi sayıları gözlenmiştir. PSPKT ilavesi kurumuş örneklerin mikrobiyal sayım sonuçlarını etkilememiştir. Duyusal açıdan MK ilaveli örnekler daha çok beğeni alırken özellikle PK oranı artışı tat ve koku skorlarını düşürmüştür. PSPKT katkısı tüketici beğenisinde olumsuz bir etki göstermemiştir.

Anahtar Kelimeler: Mısır kepeği, peyniraltı suyu, pirinç kepeği, tarhana.

ABSTRACT

Ph.D THESIS

DETERMINATION OF SOME PROPERTIES OF TARHANA FORTIFIED BY USING DIFFERENT BRANS AND SERUM PROTEINS

Kübra AKTAŞ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE
OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Nihat AKIN

2018, 175 Pages

Jury

Prof. Dr. Nihat AKIN

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Dr. Öğr. Üyesi Durmuş SERT

Dr. Öğr. Üyesi Sultan ARSLAN TONTUL

In this study, tarhana was produced by using rice bran (PK) and corn bran (MK) with 4 different replacement ratios (%0, 5, 10 and 15) and whey protein concentrate powder (PSPKT) with 3 different replacement ratios (%0, 5 and 10). The samples were examined in terms of their physical, functional, chemical, microbiological and sensory properties. In addition to this, pH, titration acidity, water activity and microbiological properties of tarhana doughs was also examined at 24th, 72th and 120th hours of fermentation.

Bran type and addition ratio affected the color values of enriched samples and higher L^* values, lower a^* and b^* values were obtained in the PK added samples compared to MK added samples. Color change was observed especially PK added samples with increment of the bran addition ratio. The viscosity values of tarhana samples decreased with the addition of bran and higher viscosity values were obtained from PK added samples. The addition of bran and PSPKT affected the water and fat absorption values and higher values were obtained with PK addition. Fermentation losses of tarhana doughs were higher for MK added samples than others. Moisture, ash, protein, fat, cellulose, phytic acid, total phenolic content, antioxidant activity, pH, titration acidity values of tarhana samples were found 7.05-10.44%, 2.10-4.23%, 13.27-17.09%, 4.66-6.99% 0.92-2.39, 46.20-128.10 mg / 100g, 118.11-144.22 mg / 100g, %28.40-66.55, 4.26-5.07, 16.91-30.53 respectively. All three additives increased ash content of samples. While using of PSPKT in tarhana samples increased the protein content, using of PK increased the fat, phytic acid, total phenolic substance, antioxidant activity contents. On the other hand, using of MK resulted an increment of cellulose content. Furthermore, PK addition increased Mg, P, Mn and Zn content and MK addition increased K and Fe content while PSPKT addition generally provided an increase in the mineral content. At the end of the fermentation, it was observed that pH and water activity values decreased and titration acidity values increased in samples with PK and MK. The lowest TMAB and yeast-mold counts and the highest *Streptococcus* spp. and *Lactobacillus* spp. counts were obtained at 120th hours during fermentation. The addition of MK to dried tarhana samples gave higher numbers of TMAB, yeast-mold, lactic acid bacteria. PSPKT addition did not affect microbial counting results of dried samples. In terms of sensory evaluation, the increase of PK ratio decreased the taste and odor scores when the MK added samples were more appreciated. PSPKT contribution did not have any negative effect on consumer preference.

Keywords: Corn bran, rice bran, tarhana, whey.

ÖNSÖZ

Bu araştırmanın planlama, yürütme ve değerlendirme aşamalarında fikir ve katkılarıyla desteğini esirgemeyen tez danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Nihat AKIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN ve Dr. Öğr. Üyesi Durmuş SERT hocalarıma teşekkür ederim.

Tez aşamasında laboratuvar çalışmalarım sırasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman yanımda olan Edibe Rabia ÖZKAN, Didem SÖZERİ ve Erhan KAZANCIGİL'e ve başta Arş. Gör. Talha DEMİRCİ olmak üzere bölümdeki tüm asistan arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışma süresince her zaman yardım ve destekleriyle yanımda olan Dr. Öğr. Üyesi Tayyibe ERTEN ve Dr. Öğr. Üyesi Kübra ÜNAL'a teşekkür ederim.

Çalışmama destek olan Enka Süt ve Gıda Mamülleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. ile Dervişoğlu Un Sanayi ve Ticaret A.Ş. değerli yöneticilerine teşekkür ederim.

Hayatımın her anında olduğu gibi bu dönemde de desteğini daima hissettiren çalışmalarım sırasında büyük sabır ve fedakârlık gösteren sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kübra AKTAŞ
KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Fermente Gıdalar	3
2.1.1. Fermente tahıl ürünleri	5
2.1.1.1. Tarhana	7
2.2. Pirinç Kepeği	15
2.3. Mısır Kepeği	21
2.4. Peyniraltı Suyu Protein Konsantresi	26
3. MATERYAL VE YÖNTEM	32
3.1. Materyal	32
3.2. Yöntem.....	32
3.2.1. Deneme planı.....	32
3.2.2. Tarhanaların üretimi	32
3.2.3. Hammadde ve ürün analizleri.....	33
3.2.3.1. Fiziksel analizler	33
3.2.3.1.1. Renk	33
3.2.3.1.2. Viskozite	33
3.2.3.2. Fonksiyonel analizler	34
3.2.3.2.1. Su tutma	34
3.2.3.2.2. Yağ tutma.....	34
3.2.3.2.3. Fermentasyon kaybı.....	34
3.2.3.3. Kimyasal analizler	35
3.2.3.3.1. Nem tayini	35
3.2.3.3.2. Kül tayini	35
3.2.3.3.3. Protein tayini.....	35
3.2.3.3.4. Ham yağ tayini.....	35
3.2.3.3.5. Ham selüloz tayini	36
3.2.3.3.6. Fitik asit miktarı tayini.....	36
3.2.3.3.7. Toplam fenolik madde tayini.....	36
3.2.3.3.8. Antioksidan aktivite.....	36
3.2.3.3.9. pH tayini	37
3.2.3.3.10. Titrasyon asitliği tayini	37
3.2.3.3.11. Mineral madde tayini	37
3.2.3.3.12. Su aktivitesi tayini	38

3.2.3.4. Mikrobiyolojik analizler	38
3.2.3.4.1. Toplam mezofil aerob bakteri (TMAB) sayımı.....	38
3.2.3.4.2. Maya-küf sayımı.....	38
3.2.3.4.3. Toplam laktik asit bakterisi (LAB) sayımı	38
3.2.3.5. Duyusal analiz.....	39
3.2.3.6. İstatistiksel değerlendirme	39
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	40
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları ve Tartışma	40
4.2. Tarhana Örnekleri Analiz Sonuçları ve Tartışma	45
4.2.1. Fiziksel özelliklere ait sonuçlar ve tartışma	45
4.2.1.1. Renk değerleri.....	45
4.2.1.1.1. L^* değeri	45
4.2.1.1.2. a^* değeri	48
4.2.1.1.3. b^* değeri	49
4.2.1.2. Viskozite sonuçları	50
4.2.2. Fonksiyonel özelliklere ait sonuçlar ve tartışma	52
4.2.2.1. Su absorpsiyonu değerlerine ait sonuçlar	52
4.2.2.2. Yağ absorpsiyonu değerlerine ait sonuçlar	56
4.2.2.3. Fermentasyon kaybı değerlerine ait sonuçlar	57
4.2.3. Tarhana örneklerinin kimyasal özelliklerine ait sonuçlar ve tartışma.....	59
4.2.3.1. Nem içeriğine ait sonuçlar	59
4.2.3.2. Kül içeriğine ait sonuçlar	63
4.2.3.3. Protein içeriğine ait sonuçlar	64
4.2.3.4. Yağ içeriğine ait sonuçlar	66
4.2.3.5. Selüloz içeriğine ait sonuçlar	68
4.2.3.6. Fitik asit içeriğine ait sonuçlar	70
4.2.3.7. Toplam fenolik madde içeriğine ait sonuçlar	75
4.2.3.8. Antioksidan aktivite değerlerine ait sonuçlar	76
4.2.3.9. pH sonuçları	78
4.2.3.10. Titrasyon asitliği değerlerine ait sonuçlar.....	80
4.2.3.11. Mineral madde içeriğine ait sonuçlar.....	82
4.2.4. Tarhana hamurlarında fermentasyon boyunca gözlenen değişimler ve tartışma	96
4.2.4.1. Fermentasyon boyunca pH değişimi.....	96
4.2.4.2. Fermentasyon boyunca titrasyon asitliği değişimi.....	103
4.2.4.3. Fermentasyon boyunca su aktivitesi değişimi	106
4.2.4.4. Mikrobiyolojik özelliklere ait sonuçlar.....	109
4.2.4.4.1. Fermentasyon boyunca toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı sonuçları ve tartışma	109
4.2.4.4.2. Fermentasyon boyunca maya-küf sayımı sonuçları ve tartışma...	115
4.2.4.4.3. Fermentasyon boyunca toplam laktik asit bakterisi (LAB) sayımı sonuçları ve tartışma	118
4.2.5. Kurutulmuş tarhana örneklerinde mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	124
4.2.5.1. Kurutulmuş tarhana örneklerinde TMAB sayımı	124
4.2.5.2. Kurutulmuş tarhana örneklerinde maya- küf sayım sonuçları.....	128
4.2.5.3. Kurutulmuş tarhana örneklerinde laktik asit bakterisi (LAB) sayım sonuçları.....	130
4.2.6. Duyusal özellikler.....	133

4.2.6.1. Renk	133
4.2.6.2. Kıvam.....	137
4.2.6.3. Tat	138
4.2.6.4. Koku.....	140
4.2.6.5. Genel beğeni	141
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	144
5.1 Sonuçlar	144
5.2 Öneriler	148
KAYNAKLAR	149
EKLER	163
ÖZGEÇMİŞ	164



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a^* : Kırmızılık değeri
 a_w : Su aktivitesi
 b^* : Sarılık değeri
Ca: Kalsiyum
dk: Dakika
Fe: Demir
g: Gram
K: Potasyum
kg: Kilogram
kob: Koloni oluşturma birimi
 L^* : Parlaklık değeri
l: Litre
mg: Miligram
Mg: Magnezyum
ml: Mililitre
mM: Milimolar
Mn: Mangan
mPas: Milipaskal saniye
Na: Sodyum
nm: Nanometre
P: Fosfor
pH: Ölçülen asitlik
ppm: Milyonda bir birim
rpm: Dakikada devir sayısı
sa: Saat
Zn: Çinko
 μ g: Mikrogram
 α : Alfa
 β : Beta
 $^{\circ}$ C: Santigrat derece

Kısaltmalar

DPPH: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
FAO: Gıda ve Tarım Örgütü
GAE: Gallik asit eşdeğeri
KT: Kareler toplamı
MK: Mısır kepeği
PK: Pirinç kepeği
PSPKT: Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu
SD: Serbestlik derecesi
TMO: Toprak mahsülleri ofisi
VK: Varyasyon kaynağı

1. GİRİŞ

Yaşamsal fonksiyonların sürdürülebilmesi için gerekli besin maddelerinin temininde bitkisel ve hayvansal kaynaklı gıda maddeleri kullanılmaktadır. Dengeli beslenme bu iki grup gıdanın yeterli ve dengeli miktarlarda alınmasıyla sağlanabilir. Ancak özellikle teknolojide geri kalmış ülke ve toplum kesimlerinde, yetiştirilmeleri, temin edilmeleri, taşınmaları, saklanmaları ve işlenmeleri bakımından bitkisel kaynaklı gıdalar hayvansal kaynaklı gıdalara oranla daha kolay ve ucuz olduğundan kullanımları oldukça yaygındır. Bitkisel gıda maddeleri içinde ise tahıllar belirtilen avantajlar bakımından dikkat çekmektedir (Elgün ve Ertugay, 1995).

Fermentasyon, gıdaların üretiminde ve korunmasında uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Fermente gıdalar çoğunlukla geleneksel yöntemlerle üretilmekte olup fermentasyon, üretimde kullanılan hammadde ve fermentasyonda kullanılan mikroorganizmaya bağlı olarak oldukça farklılık gösterir (Yücel Şengün, 2006). Laktik asit fermentasyonuna dayanan tahıl bazlı fermente ürünler genellikle buğday, pirinç, mısır, sorgum bazlı olup Orta Asya, Orta Doğu ve Afrika'yı kapsayan geniş bölgede yaygın olarak tüketilmektedir (Karaçıl ve Acar Tek, 2013).

Tarhana da tahılların fermentasyonu sonucu üretilen geleneksel bir gıdadır ve Türkiye'de yöreye göre farklı bileşenlerden oluşmakta ve çorba ya da cips şeklinde tüketilmektedir. Tarhana esas olarak buğdaya yoğurt ilave edilmesi ve isteğe göre maya, farklı sebzeler ve baharatların ilavesi sonrası karışımın fermentasyona tabi tutulması ile üretilmektedir. Yurtdışında tarhanaya benzer farklı isimlerle anılan pek çok hububat bazlı fermente ürün mevcuttur.

Son yıllarda birtakım sağlık sorunlarında meydana gelen artışlar ve tüketicilerde sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi ile fonksiyonel gıdalara olan ilgi artmış (Meral ve Doğan, 2009) ve bu kapsamda fermente gıdalar sağlamış oldukları faydalarla ön plana çıkmıştır. Tarhana ise kullanımının kolaylığı ve uzun raf ömrüne sahip olmasının yanında ana bileşeni olan buğday ununun bazı amino asitler ve diyet lifi gibi bileşenlerce yetersiz kabul edilmesi nedeniyle zenginleştirme çalışmaları açısından geleneksel fermente tahıl ürünleri içerisinde önemli bir yer tutar.

Pirinç dünya nüfusunun temel gıda maddelerinden biri olarak buğdaydan sonra en fazla tüketilen üründür. 2016/2017 döneminde tahmini dünya pirinç üretimi yaklaşık 482.3 milyon tondur (TMO, 2016). 100 kg çeltik işlendiğinde yaklaşık olarak 56-58 kg beyaz pirinç, 10-12 kg kırık pirinç, 18-20 kg kavuz ve 10-12 kg pirinç kepeği elde edilir

(Yılmaz ve Tuncel, 2011) ve dünya genelinde pirinç kepeğinin önemli miktarlarda yan ürün olarak açığa çıktığı görülür. Pirinç kepeği protein, mineral, yağ asitleri ve diyet lifleri açısından iyi bir kaynak olmasına rağmen (Gul ve ark., 2015) büyük çoğunluğu hayvan yemi olarak değerlendirilir, az bir kısmı da pirinç kepeği yağı elde etmede kullanılır (Kahlon ve Chow, 2001).

Mısır üretim hacmi ise dünyada 1045 milyon ton ile ilk sırada yer alır (TMO, 2016). Mısır tanesi %5-6 oranlarında kavuz ve kepek katmanından oluşur ve toplam diyet lif içeriğinin büyük kısmı burada toplanmıştır (Watson, 1994). Mısırın doğrudan ya da endüstriyel gıda olarak kullanımının her geçen gün artıyor olmasına rağmen esas kullanım alanı pirinç kepeğinde olduğu gibi hayvan beslenmesine aittir, diğer önemli kısmı ise biyoetanol üretimine aittir (Serna-Saldivar, 2010). Dünyada bu kadar yoğun üretimi olan pirinç ve mısırın yan ürünü besinsel maddeler ve diyet liflerince zengin kepek kısımlarının insanların tüketimine kazandırılması gıda çalışmalarında üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

Diğer yandan yine hayvan gıdası olarak kullanılan süt endüstrisinde önemli bir yan ürün olan peyniraltı suyu gelişen teknoloji ile farklı ürünlere dönüştürülmektedir. Biyolojik değeri yüksek serum proteinlerini içeren peyniraltı suyu son yıllarda farklı oranlarda protein konsantreleri haline getirilerek (Özen ve Kılıç, 2007) gıda endüstrisinde kullanılmakta ve kullanımı ile bu proteinlerin çözünürlük, köpük, jel ve emülsiyon oluşturma, su bağlama ve kıvam verme, tat ve aroma koruma, lipid bağlama gibi fonksiyonel özelliklerinden de yararlanılmaktadır (Atasoy, 2010).

Tarhana üretiminin geliştirilmesi ve tarhana bileşiminin zenginleştirilmesine dair farklı araştırmalar yapılmıştır. Ancak geleneksel bir ürün olması sebebiyle bu araştırmalar sınırlı sayıda kalmıştır. Bu tezde pirinç ve mısır kepeği yan ürünleri ile birlikte fonksiyonel özelliklere sahip ve besin değeri yüksek serum proteinlerini içeren peyniraltı suyu protein konsantresi tozunun tarhananada kullanılabilirliği araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Fermente Gıdalar

Fermente gıdalar insanlık tarihi boyunca uzun yıllardır kullanılmaktadır. Eski çağlarda birçok bölgede yerli halklar arasında mevcut gıda muhafaza becerileri sözlü olarak aktarıla gelmiştir. Ortaçağda, ham maddelerin bulunabilirliği, çevresel koşullar ve yöre halkının tat tercihlerine bağlı olarak fermente yiyecek ve içecekler değişiklik göstermiştir (Prajapati ve Nair, 2003). En eski kayıtlar milattan önce (MÖ) 6000'li yıllarda Bereketli Hilal bölgesi olarak anılan Mezopotamya ve Doğu Akdeniz'i kapsayan coğrafi bölgede bulunmuştur (Blandino ve ark., 2003). Zamanla fermente gıdaların ve içeceklerin beslenme ve terapötik değerinin fark edilmesi fermente gıdaları daha popüler hale getirmiştir. Antik çağlardan kalma bazı fermente ürünlerin bugün geliştirilerek ticari ölçekte üretildiği bilinmektedir (Prajapati ve Nair, 2003).

Fermentasyon, kurutma işleminden sonra kullanılan en eski gıda koruma yöntemidir. Sadece gıdaları koruma değil aynı zamanda gıdalara çeşitli tatlar ve farklı duysal algılar da sağlar. Bir süreç olarak fermantasyon; basit hammaddelerin, çeşitli katmanlarındaki mevcut mikroorganizmaların faaliyetleri ile yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülmesini içerir. Bu sürecin anlaşılması açısından mikroorganizmaların keşfi önemlidir. Antony Van Leeuwenhoek ilk kez 1680'de mikroskop kullanmış ve mikroorganizmaların varlığını ortaya koymuştur (Prajapati ve Nair, 2003). 19. yüzyılın ortalarına gelindiğinde, gıda fermantasyon sürecinin anlaşılması ve yönetilmesinde önemli etkisi olan iki olay meydana gelmiştir. İlk olarak, endüstriyel devrim, kasaba ve şehirlerdeki nüfusun artmasına neden olmuş bu da gıdaların temininde geleneksel yöntemlerin uygulanmasındaki zorlukları beraberinde getirmiştir. Sanayileşme ve yeni pazarlara açılma durumu üretimin büyük miktarlarda yapılmasını zorunlu hale getirmiştir (Caplice ve Fitzgerald, 1999). İkinci olarak, Louis Pasteur fermantasyon olgusunun anlaşılmasına önemli katkıda bulunarak fermantasyonda mikroorganizmanın rolünü belirlemiş ve sonrasında pek çok farklı fermantasyonun olduğu kanıtlanmıştır (Prajapati ve Nair, 2003).

1850'lerden itibaren mikrobiyolojinin bir bilim dalı haline gelmesi bakteri, maya ve küfün fermente gıdalar üretimindeki temel rolünü ortaya koymuş ve sonuç olarak daha kontrollü ve etkili fermantasyonlar fermente gıda üretiminde kullanılabilmiştir (Caplice ve Fitzgerald, 1999).

Mikroorganizma kullanımı baz alındığında, doğal fermantasyon (starter kültür kullanılmadan hammaddede ve/veya çevrede bulunan mevcut mikroflora ile sağlanan fermentasyon) ile starter kültür kullanılan kontrollü fermantasyon olmak üzere iki tip fermantasyon vardır. Kontrollü fermantasyonlar tek kültürlü (monokültür) ve iki veya daha çok kültürlü fermantasyonlar olarak sınıflandırılabilir (Tamang, 2010). Fermantasyon işleminde uygun kültürlerin kullanılması, fermantasyon süresini kısaltma, kuru madde kayıplarını minimize etme, patojenik ve toksik bakteri ve küflerin kontaminasyonunu engelleme ve tat bozukluğuna neden olabilecek mikrofloranın gelişimini önleme açısından önemlidir (Haard ve ark., 1999).

Dört ana fermantasyon işlemi vardır bunlar; laktik asit, asetik asit, alkolik ve alkali fermantasyon. Laktik asit fermantasyonu laktik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilir ve özellikle fermente tahıl ve süt ürünlerinde bulunur. Gıda fermantasyonlarında, önemli ikinci grup olarak *Acetobacter* türleri tarafından üretilen asetik asit fermantasyonu gerçekleştirilir. *Acetobacter* türleri oksijen varlığında alkolü asetik aside dönüştürür. Alkol fermantasyonu etanol üretir ve özellikle şarap ve bira üretiminde etkindir, baskın organizma mayalardır. Alkali fermentasyon ise daha çok balık fermentasyonu esnasında oluşur (Blandino ve ark., 2003). İfade edilen bu tür farklı fermantasyon işlemleri neticesinde fermente gıdalar başlıca duyuşsal ve fizikokimyasal özellikler açısından 3A veya A³ kuramı olarak adlandırılan asidik, alkali veya alkolik özellikler gösterirler (Tamang, 2010).

Fermentasyon işlemi gıda üretimi ve korunmasında ekonomik bir yöntemdir. Ayrıca taşınacak malzemenin hacmini azaltmak, istenmeyen bileşenleri yok etmek, besin değeri ve görünümünü iyileştirmek, pişirme için gerekli enerjiyi azaltmak ve daha güvenli bir ürün elde etmek gibi koşullara olanak sağlayacak doğal bir prosestir (Simango, 1997). Fermantasyonun esansiyel aminoasit ve vitaminlerin sentezi yoluyla gıdaların besin değerini arttırdığı, besinlerin sindirilebilirlik oranını yükselttiği ve çiğ besinlerde bulunan fitat, tanen ve polifenoller gibi istenmeyen maddelerin detoksifikasyon ve yıkımını gerçekleştirdiği literatürde belirtilmiştir (Kabak ve Dobson, 2011; Karaçıl ve Acar Tek, 2013). Özellikle baklagillerde proteinleri parçalayan tripsin enzimini engelleyen antitriptik faktörün azaltılmasında ıslatma, pişirme, kızartma gibi yöntemlerin yanı sıra fermantasyon da kullanılmaktadır (Ertaş, 2010).

Dünya genelinde yaklaşık olarak kişi başına düşen 50-400 g günlük toplam besin alımının yaklaşık % 5-40'ı fermente gıdalar ve alkollü içkileri kapsamaktadır. Fermente süt ürünleri, fermente tahıl ürünleri, fermente soya ve diğer baklagiller, fermente et

ürünleri ve fermente sebzeler yaygın olarak tüketilen fermente ürünlerdir (Tamang, 2010; Karaçıl ve Acar Tek, 2013). Günümüzde 3500'ün üzerinde farklı fermente gıdanın üretildiği tahmin edilmektedir (Kabak ve Dobson, 2011).

2.1.1. Fermente tahıl ürünleri

Tahıllar ucuz, sağlanması kolay, kesif bir enerji kaynağı olması, doyurucu özelliği, nötr tat ve aromada oluşu ile kullanımı yaygın olan bitkisel kaynaklardır. Dünya genelinde kalori sağlama açısından bitkisel gıda maddeleri günlük diyetin %90'ını oluşturmakta bunun da %53'ünü tahıl ürünleri sağlamaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995). Tahıllar önemli bir makro besin ögesidir. Diyetlerde karbonhidratlar, vitaminler, mineraller ve liflerin en önemli kaynaklarından biri olarak kabul edilirler. Son yıllardaki araştırmalar tahılların, sağlığa yararlı unsurlar açısından birtakım hastalık önleyici bileşenler ve antioksidanlar içerdiğini göstermiştir (Singh ve ark., 2015). Ancak ifade edilen avantajlarının yanında daha düşük protein içerikleri, lisin gibi bazı esansiyel amino asitlerin eksikliği ve fitik asit, tanin, polifenoller gibi antibesinsel öğelerin varlığı süt ve süt ürünleri ile karşılaştırıldığında tahılları daha zayıf kılmıştır (Blandino ve ark., 2003). Tahılların besinsel kalitesini artırmak amacıyla genetik iyileştirme, protein konsantreleri ya da baklagiller gibi protein açısından zengin kaynaklarla takviye çalışmaları yapılmıştır. Bunun yanında pişirme, çimlendirme, öğütme ve fermantasyon gibi birtakım metotlar kullanılmış ve içlerinde fermantasyon daha önce bahsedilen birçok avantajıyla ön plana çıkmıştır (Blandino ve ark., 2003).

Tahılların fermantasyonunda mevcut enzimler ve mikroorganizmalar ayrı ayrı ya da kombine halde etki göstererek birçok yeni ürünün oluşumunu sağlar. Oluşan biyokimyasal reaksiyonlar tanenin besinsel ve antibesinsel özelliklerini değiştirerek ürünün biyoaktivite ve sindirilebilirlik gibi birtakım özelliklerini geliştirir, tat ve aromayı etkileyen uçucu bileşenler, diasetil asetik asit, bütirik asit gibi maddeler oluşur (Singh ve ark., 2015). Fermantasyon sayesinde tahıllarda daha çok aleuron tabakasında yoğunlaşan fitik asitin yıkımı için gerekli pH koşulları sağlanır ve fitik asitin parçalanmasıyla kompleks oluşturduğu mineraller serbest kalır böylece mineral absorpsiyonu da artar (Bilgiçli, 2004). Tahılların fermantasyonu karbonhidrat seviyesinde düşüşe neden olurken, fermantasyon sırasında bazı amino asitlerin sentezlendiği, B grubu vitaminlerin ise miktarının arttığı bildirilmiştir (Blandino ve ark., 2003).

Yaygın olan tahıl bazlı geleneksel fermente gıdalar daha çok pirinç, buğday, mısır ve sorgumdan üretilir. Bu tür fermente gıdaların mikrobiyolojisi oldukça karmaşık olup tam anlamıyla açıklığa kavuşturulamamıştır (Blandino ve ark., 2003). Ancak laktik asit fermantasyonunun birçok tahıl bazlı gıdanın besinsel değerini, güvenilirliğini, raf ömrünü ve kabul edilebilirliğini artırmada etkili olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda fermente ürünlerin oluşumunda maya olarak *Saccharomyces* türlerinin bakterilerden ise genel olarak *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Micrococcus* ve *Bacillus* türlerinin yaygın bir şekilde kullanıldığı ifade edilmiştir (Oyewole, 1997; Blandino ve ark., 2003).

Fermente ürünlerin kullanımında yaygın olarak kullanılan maya *Saccharomyces cerevisiae* spor oluşturan hakiki maya sınıfındadır ve yuvarlağımsı, tek hücreli mikroorganizmalardır. Gerekli besin maddelerinin bulunduğu ortamda hızlı çoğalabilen bu maya türü 6-8 µ çapındadır ve 20-40°C aralığında, pH 4.5-5 değerinin üstünde faaliyet göstermektedir. Ortamda bulunan yüksek tuz miktarı mayanın çalışmasını önlemektedir (Elgün ve Ertugay, 1995). Laktik asit fermantasyonunda görev alan laktik asit bakterileri ise gram pozitif, katalaz negatif, spor oluşturmeyen kok ya da çubuk şeklindeki bakterilerdir. Çoğunluğu mezofilik olup 5-45°C'de gelişebilirler. Optimum gelişme pH'ları 4.0-4.5 arasındadır ve gelişmelerinde amino asitler, pürin-pirimidin bazları ve B grubu vitaminlerine ihtiyaç duyarlar. Homofermantatif olanlar glikoz kullanımını sonucu başlıca ürün laktik asiti oluştururken, heterofermantatif olanlar laktik aside ek olarak CO₂ ve etanol üretmektedir (Caplice ve Fitzgerald, 1999).

Laktik asit fermentasyonuna dayalı fermente tahıl ürünleri özellikle Orta Asya, Orta Doğu ve Afrika olmak üzere dünyanın çeşitli bölgelerinde yaygın olarak tüketilmektedir (Yücel Şengün, 2006). Asya bölgesinde yaşayan insanlar et benzeri tatlar üretme konusunda fermente bitkisel proteinlerin geliştirilmesine öncülük etmişler; Mısırlılar mayalı ekmeği üretmişler; Hintliler ise tahıl-baklagil karışımlarının mayalanması ve ekşimesi için farklı metodlar geliştirmişlerdir (Prajapati ve Nair, 2003). Yapılan çalışmalar Asya, Afrika ve Batılı ülkelerdeki geleneksel fermente gıdaların ve içeceklerin üzerinde yoğunlaşırken Türkiye'de üretimi yapılan fermente gıdalara ait çalışmalar sınırlı sayıda kalmıştır. Anadolu'da evlerde, köylerde ya da küçük ölçekli işletmelerde çeşitli fermente gıdaların üretimi yapılmakta bunlardan tahıl bazlı olan ürünler arasında boza ve tarhana öne çıkmaktadır (Kabak ve Dobson, 2011). Boza, Türk standartları enstitüsü tarafından; yabancı maddelerden temizlenmiş darı, pirinç, buğday, mısır vb. hububatın kırma veya unlarından biri veya birkaçına içme suyu katılarak,

pişirilmesi ve beyaz şeker ilave edilerek, tekniğine uygun olarak alkol ve laktik asit fermantasyonlarına tabi tutulması ile hazırlanan bir mamul olarak tanımlanmıştır (Konak, 2008).

2.1.1.1. Tarhana

Tarhana uzun yıllardan beri Türkler tarafından üretilen ve tüketilen geleneksel bir üründür. Tarhana için Kıpçak ve Mısır Memlük Türkleri tarafından ilk defa deyişlerinde tarhanah kelimesi kullanılmış ve Divan-ı Lügati't Türk'te 'yazdan kışa saklanan yoğurt' anlamında 'tar' olarak ifade edilmiştir (Gül, 2013). Tarhana benzeri ürünler Dünya'nın farklı bölgelerinde farklı adlar ile tanınmaktadır (Çizelge 1.1). Ancak her ne kadar farklı isimlerle bilinseler de bu ürünlerin başlıca iki ana unsuru tahıllar ve yoğurttur.

Çizelge 1.1. Farklı ülkelerde üretilen tarhana benzeri ürünler (Şimşekli ve Doğan, 2015)

Üretilen ülke	Tarhana ve benzer ürün adı
Türkiye	Tarhana
Suriye, Mısır, Lübnan, Ürdün, Filistin	Kishk
Irak, İran	Kushuk
Yunanistan	Trahanas
Macaristan	Tahonya-Thanu
Finlandiya	Talkuno
Türkistan	Göce

Tarhana, Türk Standartları Enstitüsü tarafından yayınlanan Tarhana Standardında 'buğday unu, kırması, irmik veya bunların karışımı ile yoğurt, biber, tuz, soğan, domates, tat ve koku verici, sağlığa zararsız bitkisel maddelerin karıştırılıp yoğurulduktan ve fermente edildikten sonra kurutulması, öğütülmesi ve elenmesiyle elde edilen bir besin maddesi' olarak tanımlanır (TS, 2282). Buğday unu, kırması ve irmiğinin tek tek ya da farklı oranlarda kullanımına göre tarhana 'un tarhanası, göce tarhanası, irmik tarhanası ve karışık tarhana' olarak sınıflandırılmıştır. Bu tarhanalar içerdiği malzemeler ve yapım şekline göre yöresel olarak farklılık gösterebilir. Çorum, Amasya, Kahramanmaraş, Nevşehir, Niğde, Gaziantep gibi bazı illerde kabuğu soyulmuş buğday (dövme, gendime veya buğday kırması) kullanılarak yapılan tarhana göce tarhanası olarak

adlandırılmaktadır. Antalya, Burdur, Bolu, Uşak, Denizli, Ankara gibi çoğu ilde ise tarhana buğday unu ile hazırlanmaktadır. Farklı yörelerde un ve yoğurda süt ve yumurta ilave edilerek sütlü tarhana yapılmakta, Ege Bölgesi'nde un ve yoğurda ilave olarak mercimek ve nohut kullanılmaktadır. Tarhananın aromasını ve lezzetini artırmak amacıyla domates, soğan, biber gibi malzemelerin yanında nane, dereotu, çörtük otu vb. ilave edilmektedir. Bolu ilinde buğday unu, arpa göcesi ve kızılıcık pulpu karıştırılarak hazırlanan tarhana kızılıcık tarhanası olarak anılmaktadır (Soyyığıt, 2004).

Tarhana çeşitliliğini, içerdiği malzemelerin farklılığı kadar üretim şeklindeki farklılıklar da etkilemektedir. Genellikle kurutulup toz hale getirilen tarhana bazı yörelerde kurutulmadan yaş halde muhafaza edilmekte, bazı yörelerde de cips şeklinde kurutulup atıştırmalık olarak tüketilmektedir. Farklı kurutma teknikleri bazı araştırmacılar tarafından araştırılmış; kurutma aşamasında tünel tipi kurutma, dondurarak kurutma, mikrodalga ile kurutma, püskürtmeli kurutma, sıcak hava ile kurutma gibi farklı kurutma tekniklerinin ürün özelliklerine etkileri incelenmiştir (Yücel Şengün, 2006).

Tat vermek, dayanıklılığını arttırmak, glutenin yumuşamasını önlemek ve fermentasyonu hızlandırmak amacıyla tarhanaya tuz ilavesi yapılmaktadır. Tarhana formülasyonunda yer alan farklı sebzeler ise tarhananın besin değerini artırmak, ürünü renk, tat ve koku bakımından geliştirmesinin yanında iştah açıcı ve sindirimi kolaylaştırıcı etkileri ile önem arz etmektedir (Hançer, 2010).

Tarhana ülkemizde daha çok evlerde üretilmektedir. Ancak son zamanlarda ticari olarak hazır çorba üretiminde artış gözlenmektedir. Şehir hayatının hızla yaygınlaşması, bayanların iş hayatında daha çok yer almaya başlamasıyla yarı hazır gıda maddeleri ön plana çıkmış, bu alanda tarhana besleyiciliği ile önem kazanmıştır. Literatürde tarhananın endüstriyel olarak ilk üretiminin 1950 yılında başladığı bildirilmiştir (Erbaş, 2003). Günümüzde pekçok marka tarafından üretimi yapılan tarhana, marketlerde diğer hazır çorbalara alternatif olarak yerini almıştır.

Tarhana üretiminde işletme tipi yoğurt da torba yoğurdu da kullanılabilir. Üretiminde işletme tipi yoğurt kullanılan tarhanalarda asitlik gelişimi daha iyi gözlenirken, torba yoğurdu kullanılan tarhanalar protein yönünden daha üstün bulunmuştur. Tarhana bileşimine starter olarak yoğurdun yanı sıra ekşi süt veya yağı alınmış süt keşiği de girebilmektedir (Türker, 1991). Tarhana fermentasyonu boyunca asitliğin gelişmesinden başlıca yoğurttaki mevcut laktik asit bakterileri *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* sorumludur (Özçelik ve Özdoğan, 2008). *S. thermophilus*, 0.7-0.9 µm çapta, yuvarlak veya oval formda, hücreleri ikili veya zincir

halinde olan homofermentatif laktik asit bakterisidir. Gram pozitif ve katalaz negatif olan *S. thermophilus* minimum 20 °C ve maksimum 52 °C’de gelişme gösterirken optimum olarak 40- 45 °C’de gelişir. Proteolitik aktivitesi zayıf olan *S. thermophilus* termodurik karakterdedir. *Lb. bulgaricus* ise düz ya da hafif kıvrık çubuk şekilli, hareketsiz, tek tek veya zincir şeklinde olan homofermentatif bir bakteridir. Optimum gelişme sıcaklığı 45- 50 °C olan bu bakteri, minimum 22 °C, maksimum 62 °C’de gelişebilir. Proteolitik aktivitesi *S. thermophilus*’un proteolitik aktivitesinden daha yüksektir. Bu yoğurt bakterileri arasında simbiyotik bir ilişki bulunmaktadır. *S. thermophilus*, yoğurt fermentasyonu başladığında ortamda baskın durumdadır ve *Lb. bulgaricus*’dan önce gelişimini sağlayarak mevcut oksijeni kullanır, laktozu fermente ederek ürettiği laktik asite ilaveten oluşturduğu formik asit az miktardaki karbondioksit ile *Lb. bulgaricus*’un gelişimini teşvik eder. *Lb. bulgaricus* ise laktoz fermentasyonunun yanında proteolitik aktivitesi sayesinde oluşturduğu peptidler ve valin, histidin, methionin, glutamik asit, lösin gibi amino asitlerle hem kendinin hem de *S. thermophilus*’un besin ihtiyacını karşılar ve böylece asit üretimi gerçekleşir. Aroma oluşumu ve ürünün dayanıklı hale gelmesinde asitlik gelişimi esastır (Özyurt, 2005).

Bunun yanında İç Anadolu ve Ege Bölgesi’nde yapılan üretimlerde, hamura ayrıca ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) da eklenmektedir (Özçelik ve Özdoğan, 2008). Tarhana üretiminde mayaya yer verilmesi fermentasyon süresini kısaltmakla birlikte tarhananın tat ve koku gibi özellikleri üzerine olumlu etkiler göstermektedir (Türker, 1991). Ekmek mayası diğer mikroorganizmalarla birlikte karbondioksit, alkol, organik asitler, aldehitler, ketonlar gibi fermentasyon ürünleri meydana getirerek tarhanada karakteristik bir lezzet oluşturmaktadır. Laktik asit bakterileri ise fermentasyon esnasında oluşturdukları karbondioksit, hidrojen peroksit, diasetil, etanol, bakteriyosin ve doğal birçok antimikrobiyal madde ile duyuşal profile katkı sağlarken diğer taraftan bozulmaları önlemekte, ortamda oluşan organik asitler, laktik asit fermentasyonu boyunca ortamın pH’sını düşürerek bozulmaya neden olabilecek mikroorganizmaların gelişimini minimize etmekte, böylece tarhananın mikrobiyal güvenliği sağlanarak ürünün raf ömrü uzamaktadır (Gül, 2010).

Tarhananın besin değeri daha önce bahsedilen gerek içeriği gerekse üretimdeki farklılıklardan dolayı değışkenlik gösterebilir. Tarhana standardında protein miktarının kuru maddede en az %12, rutubet miktarının en çok %10, tuz miktarı kuru maddede en çok % 10, % 67’lik etil alkole geçen asitlik derecesinin ise en az 15 en çok 40 olması gerektiği bildirilmiştir (TS, 2282). Siyamoğlu (1961) farklı bölgelerden elde ettiği 134

tarhana örneğinin nem içeriğini %6.4-13.9, protein içeriğini %12.0-29.9, yağ içeriğini %1.6-18.2, selüloz içeriğini %0.01-3.1, tuz miktarını %0.56-10.4 ve kül içeriğini ise %1.4-14.2 aralığında belirlemiştir. Yücecan ve ark. (1988) 15 farklı ilden toplanan tarhana örneklerinde nem miktarının %9.0-12.1, protein miktarının %12.5-18.6, yağ miktarının %4.0-7.2, Ca içeriğinin 59-191 mg/100 g, Fe içeriğinin %2.1-5.9 mg/100 g, Na miktarının ise 296-1130 mg/100 g arasında değiştiğini göstermiştir. Göçmen ve ark. (2003) ise 18 tarhana örneğinin bileşimini belirledikleri çalışmada nem miktarını %5.75-11.70, protein miktarını %9.97-18.42, 525 °C'de yakma işlemiyle saptanan kül miktarını %3.88-21.85, tuz içeriğini %4.10-20.04, yağ içeriğini %1.80-9.01 ve asitlik derecelerini de %9.65-28.00 aralığında bulmuşlardır. Tamer ve ark. (2007) çalışmalarında Türkiye'nin farklı bölgelerinden topladığı 21 farklı tarhana örneğini kimyasal özellikleri açısından incelemişler ve tarhanaların nem, kül, tuz, protein, yağ ve asitlik derecelerinin sırasıyla %9.35-66.40, %1.36-9.40, %0.62-9.01, %6.77-28.55, %0.48-15.78 ve 1.7-40.7 aralıklarında olduğunu belirtmişlerdir.

Tarhananın iki ana unsuru; un ve yoğurt aminoasit profili bakımından incelendiğinde bu iki bileşenin birbirini tamamlamakta olduğu görülür (Çizelge 1.2). Un, lizin ve treonin gibi aminoasitleri az miktarda içerdiğinden düşük kaliteli bir protein kaynağı iken yoğurtta bu aminoasitler yüksek oranda bulunur. Böylece bitkisel ve hayvansal proteinlerin kombinasyonunu içeren, esansiyel aminoasitler bakımından daha dengeli bir ürün olan tarhana beslenme açısından önem arz etmekte özellikle çocuk ve hasta beslenmesinde kolay sindirimi ile de tavsiye edilmektedir (Haçner, 2010).

Tarhananın mineral içeriği incelendiğinde, aminoasit profilinde olduğu gibi temel bileşenler un ve yoğurdun beraber kullanımı tamamlayıcı bir durum oluşturmuştur (Çizelge 1.3). Un demir yönünden zengin iken, yoğurt kalsiyum kaynağı olmasına rağmen bileşimine bakıldığında demir içeriği yönünden fakirdir (Haçner, 2010). Bu sebeple kalsiyum ve demir yönünden daha dengeli bir ürün olan tarhanada ilave edilen diğer bileşenler de mineral içeriğinin zenginleştirilmesine katkıda bulunur.

Çizelge 1.2. Tarhananın aminoasit içeriği (mg/100 g) (Temiz ve Pirkul, 1990)

	Minimum değer	Maksimum değer
Lizin	460.79	917.17
Histidin	461.55	722.83
Arginin	503.96	769.41
Aspergillik asit	676.84	1150.53
Threonin	390.21	657.64
Serin	569.1	900.48
Glutamik asit	4345.41	5541.23
Prolin	2227.07	2940.92
Glisin	424.35	538.9
Alanin	474.4	652.71
Sistin	135.3	182.05
Valin	713.33	1100.39
Methionin	175.23	413.21
İzolösin	491.93	813.32
Lösin	937.16	1529.02
Tirosin	255.63	578.89
Fenil alanin	591.91	881.19

Çizelge 1.3. Tarhananın mineral içeriği (mg/100 g) (Yücecan ve ark., 1988)

Mineral madde	Minimum değer	Maksimum değer
Kalsiyum	5.9	19.1
Demir	2.1	5.9
Sodyum	296.0	1130.0
Potasyum	60.0	182.0
Magnezyum	30.0	134.0
Çinko	0.8	3.2
Bakır	147.0	807.0
Manganez	211.0	1182.0

Tarhana vitaminler açısından da önemli bir kaynaktır. Ekinci (2005) yaptığı çalışma ile tarhanada fermentasyon ve kurutma işlemlerinin suda çözünen bazı vitaminler üzerine etkisini araştırmış, fermentasyonun B2, niacin, pantotenik asit, askorbik asit ve folik asit miktarında artışa neden olduğunu, B1 ve B6 vitaminlerinde önemli bir fark oluşturmadığını ve kurutma işleminin ise vitamin kayıplarına neden olduğunu bildirmiştir (Yücel Şengün, 2006).

Tarhananın antioksidan ve besinsel lif içeriği, formülasyona giren hammaddelerin standart olmaması ve yöreye göre değişiklik göstermesi nedeniyle oldukça değişkenlik gösterse de, kullanılan domates, biber, tahıllar, dereotu gibi hammaddelerin antioksidanca; nohut, fasulye, soğan, bulgur ve diğer tahıllar vb. gibi hammaddelerin de besinsel lifçe zengin olmaları tarhanayı fonksiyonel gıda kategorisinde ele almayı olası kılmaktadır (Esimek, 2010).

Bu kapsamda tarhananın zenginleştirilmesi adına besinsel lif miktarını artırmak ve protein içeriğini geliştirmek amacıyla yapılan çalışmalardan bazıları şöyledir;

Bilgiçli ve ark. (2006) tarhanadaki buğday ununu %10, 25 ve 50 oranlarında buğday kepeği veya buğday ruşeymi ile yer değiştirmiş ve oluşan yeni örneklerin kimyasal, besinsel ve duyuşal özelliklerini incelemiştir. Buğday ruşeymi/kepeği oranının artmasıyla tarhanalardaki protein ve mineral madde oranlarının arttığını, tarhana çorbalarındaki viskozitenin azaldığını ve incelenen örneklerde rengin koyulaştığını belirtmişlerdir. Buğday ruşeymi/kepeği ilavesine bağlı olarak örneklerin toplam fenolik bileşen miktarlarında artış gerçekleşirken, toplam antioksidan kapasitelerinde düşüş tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede ise %10 buğday ruşeymi ve %25 buğday kepeği katkılı örnekler panelistlerce genel kabul edilebilirlik açısından yüksek puanlar almışlardır. Bilgiçli ve İbanoğlu (2007) buğday ruşeymi/kepeği ilave ettikleri tarhana örneklerinin fermantasyonunu 3 gün boyunca izlemiş ve fermantasyon sonunda fitik asit oranının %90 oranında azaldığını, L, a, b renk değerlerinin ise düşüş gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca fermantasyon esnasında buğday ruşeymi/kepeği ilave oranı arttıkça örneklerde titrasyon asitliği ve pH değerlerinde artış gözlemişlerdir.

Benzer bir diğer çalışmada Çelik ve ark. (2010) buğday ununu %20 ve 40 oranında buğday kepeği ile ikame etmiş ve tarhana çorbalarının kimyasal, reolojik ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. Altı gün süren fermantasyon sonrasında tarhana hamurlarının pH değerleri birbirine yakın ve yaklaşık 3.8 olarak belirlenmiştir. Formülasyondaki buğday ununun %40 oranında buğday kepeği ile yer değiştirmesi toz tarhana örneklerinin ham lif içeriğini %0.6'dan 4.3'e yükseltmiştir. Tarhana çorbalarının çalışılan sıcaklıklarda psödoplastik davranış gösterdiği belirtilmiştir. Duyusal testte kepek ilavesiz kontrol örnek ve %20 buğday kepeği ikameli örneklerin çorbaları benzer skorlar alırken, formülasyonda %40 kepek içeren tarhananın beğenisi azalmıştır. Netice olarak buğday kepeğinin diyet kaynağı olarak tarhanaya ilave edilebileceği ancak tüketicinin beğenisini sağlamada buğday kepeği miktarının sınırlandırılmasının önemli olduğu bildirilmiştir.

Hançer (2010) yaptığı çalışmada, şeker pancarı lifi ve biracılık artığı besinsel lifini tarhana formülasyonuna %3, %6, %9 ve %12 oranlarında ve bulgur yan ürünlerini (bulgur unu, bulgur kepeği, simit) %5, %10, %15, %20, %25 ve %30 oranlarında tarhana üretiminde kullanmıştır. Duyusal olarak kabul edilebilir bulunan %9 şeker pancarı lifi ve %6 biracılık artığı besinsel lifi ilave edilmiş olan tarhanaların toplam besinsel lif içerikleri, kontrol örneğinkine göre sırasıyla 3 ve 2 kat daha fazla bulunmuştur. %20 bulgur unu ve %15 bulgur kepeği içeren tarhanaların toplam besinsel lif içerikleri ise kontrol örneğinin toplam besinsel lif içeriğine göre 4 kat daha fazla bulunmuştur. Bulgur unu, bulgur kepeği ve simit ilaveleri tarhanaların protein ve kül içeriklerini önemli oranda artırmıştır. Bu katkılar tarhanaların renk değerlerini (L^* , a^* , b^*) de önemli düzeyde etkilemiştir. Şeker pancarı lifi ilavesi tarhanaların protein ve ham yağ içeriklerini azaltırken, biracılık artığı besinsel lifi ilavesi artırmıştır. Şeker pancarı lifi ve biracılık artığı besinsel lifi ilavesi düşük L^* , a^* , b^* değerleri vererek, biraz daha koyu renkli ürünlerin oluşmasına neden olmuştur.

Bilgiçli ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada tarhana formülasyonuna %5 ve 10 oranlarında limon, portakal ve greyfurt albedosu eklemişler ve bazı kimyasal, fonksiyonel ve duyusal özellikleri gözlemlenmişlerdir. Albedo ilavesiz kontrol örnekle karşılaştırıldığında, albedo ilaveli örneklerde daha yüksek kül, selüloz ve antioksidan aktivite değerlerine rastlanmıştır. Ayrıca albedo ilavesi tarhana örneklerinde Ca, Fe ve K içeriğini artırmıştır. Fonksiyonel özelliklerden yağ absorpsiyon kapasitesi ve köpük stabilitesi albedo ilavesiyle değişirken duyusal açıdan greyfurt albedolu tarhanalar limon ve portakal albedolu tarhanalara göre daha düşük puanlar almıştır. Renk sonuçları incelendiğinde ise formülasyona giren her üç albedo çeşidi de kontrole göre daha sarı örnekler oluşturmuşlardır.

Aktaş ve ark. (2015) olgunlaşmış buğdaya göre daha fazla lif ve çözünebilir şeker içeren olgunlaşmamış buğdayı çiçeklenmeden sonra 26. ve 36. günlerde toplayarak öğütmüş ve %10, 30 ve 50 oranlarında tarhana üretiminde kullanmışlardır. Örneklerin kimyasal kompozisyonunu ve mikrobiyal özelliklerini inceledikleri çalışmada formülasyonda çiçeklenmeden 26 gün sonra toplanan buğday unlarının yer aldığı örneklerde daha yüksek kül içeriği, toplam fenolik bileşen, antioksidan aktivite ve titrasyon asitliği değerleri saptanmıştır. Ayrıca bu örnekler mineral içeriği (Ca, Mg, K, P, Zn) açısından da daha zengindir. Toplam mezofilik aerobik bakteri ve laktik asit bakteri sayım sonuçları da yine bu örneklerde daha yüksek bulunmuştur. 36. gün sonunda elde edilen olgunlaşmamış buğday unlu örneklerde ise nem ve protein değerleri yüksektir.

Bir başka tarhana çalışmasında Bayrakçı ve Bilgiçli (2015) ancak kalın bağırsak mikroflorası tarafından sindirilebilen ve diyet lif kapsamında yer alan 2 farklı ticari dirençli nişastayı %15, 30 ve 45 oranlarında buğday unu ile ikame olacak şekilde formülasyona dahil etmişlerdir. Örneklerdeki dirençli nişasta miktarı % 0.9 ile 26.2 arasında değişmiş, en yüksek kül ve protein değerleri % 2.45 ve % 13.7 ile dirençli nişasta ilavesiz kontrol örnekte gözlenmiştir. Viskozite ölçümleri ve minerallerden Fe, K, Mg, P ve Zn içerikleri yine kontrol örnekte daha yüksektir. Su ve yağ absorpsiyonu değerlerine bakıldığında % 47 dirençli nişasta içeren ticari katkı ilavesi önemli derecede değerleri etkilemiş, örnekler arasında en yüksek absorpsiyon sonuçlarını vermiştir. Kimyasal ve fonksiyonel analiz sonuçları yanında duyusal analiz sonuçları dikkate alındığında % 47 ve 64 dirençli nişasta içeren ticari katkıların sırasıyla % 30 ve % 15 oranına kadar tarhana formülasyonunda kullanılabilceği yazarlar tarafından bildirilmiştir.

Tarakçı ve ark. (2004) yürüttükleri tarhana çalışmasında buğday ununu %50 ve 100 oranlarında mısır unuyla, yoğurt miktarını ise %50, 80 ve 100 oranlarında peyniraltı suyu ile yer değiştirmişlerdir. Zenginleştirilen örneklerde birtakım kimyasal analizler yapılmış ve duyusal özellikler incelenmiştir. Mısır unu ilavesiyle tarhanaların kül ve asitlik değerleri yükselmiş, nişasta içeriği düşmüştür. Peyniraltı suyunun yoğurtla ikamesi ise örneklerde protein, yağ ve nişasta içeriğini azaltmış ancak kül ve asitlik değerlerini artırmıştır. Mısır unu ilave edilen tarhanalarda P, Zn, Mg ve Fe oranları daha yüksek bulunurken, %100 buğday unuyla üretilen tarhanalarda Ca oranı daha yüksek bulunmuştur. Duyusal testlerde, mısır unu ilaveli örneklerde genel kabul edilebilirlik puanları mısır unu ilavesiz örneklere göre daha yüksek çıkmış ve peyniraltı suyu ikamesi de aynı şekilde genel kabul edilebilirlik açısından pozitif etki oluşturmuştur.

Ertaş ve ark. (2009) tarhanalarda (%12.5, 25 ve 50 oranlarında) peyniraltı suyunu yoğurt yerine kullanmışlar ve örneklerde kimyasal, besinsel ve duyusal özellikleri incelemişlerdir. Örneklerin nem, kül, protein ve yağ içeriklerinin sırasıyla %10.53 ve 11.28; %1.507 ve 1.758; %9.75 ve 12.52 ve %0.87 ve 6.33 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Kontrol örneğe göre peyniraltı suyu ilaveli örneklerde Mg, Ca, P, Na ve K içerikleri artmış olmasına rağmen asitlik derecesinde ve protein içeriğinde düşüş görülmüştür. Renk açısından peyniraltı suyu ilavesi daha parlak görünümde örnekler sunmuştur. Genel kabul edilebilirlik sonuçlarında en yüksek skoru %12.5 peyniraltı suyu ilaveli örnek almış, besin değerini artırmak adına ilave oranının %25'e çıkartılabileceği belirtilmiştir.

Yılmaz ve ark. (2010) peyniraltı suyu konsantresi ile zenginleştirdikleri tarhana çorbalarının reolojik özelliklerini sıcaklığa bağlı olarak incelemiştir. % 0, 6.25, 12.5 ve 25 oranlarında kullandıkları peyniraltı suyu konsantresi ilaveli tarhana çorbaları 30, 40, 50, 60, 70 ve 80 °C’de test edilmiş ve tüm örnekler incelleme (shear thinning) yönünde davranış göstermiştir. Tüm örneklerin akış davranışları incelendiğinde ise power law modeli öne çıkmış, reolojik özelliklerin sıcaklığa göre değişiminin incelenmesinde Arrhenius modeli kullanılmıştır. Tarhana çorbalarında konsistens indeksi (k) üzerine peyniraltı suyu konsantresi ilavesi ve sıcaklığın etkisini belirtecek bir formül geliştirilmiş ve yazarlar tarafından mühendislik uygulamalarında/proses dizaynında kullanılabileceği belirtilmiştir.

2.2. Pirinç Kepeği

Çeltik, buğdaygiller (Gramineae) familyasının *Oryza sativa L.* türüne giren kültür bitkilerinin kavuzu soyulmamış taneleridir. Çeltik, sıcaklık isteği fazla olan bir bitkidir. Su içinde çimlenebilen ve suda erimiş oksijenden kökleri aracılığıyla yararlanabilen tek tahıl cinsidir. Pirinç ise çeltiğin tekniğine uygun olarak kavuzları soyulduktan sonra, çeşitli işlemlerden geçirilip embriyo ve kabuk ile alörönün kısmen veya tamamen alınması suretiyle elde edilen tane ürünüdür. Pirinç dünya nüfusunun temel gıda maddelerinden biri olarak buğdaydan sonra en fazla tüketilen üründür. 2016/2017 döneminde tahmini dünya pirinç üretimi 482.3 milyon tondur ve pirinç üretiminin yaklaşık %90’ı (433,8 milyon ton) geleneksel beslenme alışkanlıkları, iklimin uygunluğu ve nüfus büyüklükleri nedeniyle Asya’da yapılmaktadır. Bu bölgede pirinç tüketimi kişi başına 200 kilograma kadar çıkmaktadır. Ülkemiz ise çeltik bitkisinin yetiştirilmesi açısından uygun iklim koşullarına sahiptir. 2016 yılında çeltik üretimimiz 920 bin ton seviyelerine ulaşmıştır. Çeltik üretiminde Edirne %41, Samsun %14, Balıkesir %12, Çanakkale %9 ve Çorum %6’lık bir paya sahiptir. 5 ilin üretimleri toplam üretimin %82’sini oluşturmaktadır. Kalan %18’lik kısmı ise Sinop, Tekirdağ, Kırklareli, Bursa, Çankırı, Diyarbakır ve Mersin gibi diğer iller oluşturmaktadır (TMO, 2016).

Çeltik hasattan sonra yaklaşık %15 nem düzeyine kadar kurutularak işleme alınır. İlk işlem olarak dış kabuğu soyulur ve kahverengi pirinç elde edilir. Kavuzları soyulmuş, ancak herhangi bir parlatma ve ön pişirme işleminden geçirilmemiş kahverengi pirinç tam tane olarak düşünülebilir ve kargo pirinç olarak da adlandırılır. Tüketim açısından daha çok tercih edilen beyaz pirinç kahverengi pirincin soyulup fırçalanması, parlatılmasıyla

elde edilir. Bu aşamada yan ürün olarak pirinç kepeği açığa çıkar. Diğer yan ürünlerle birlikte ifade edilecek olursa 100 kg çeltik işlendiğinde yaklaşık olarak 56-58 kg beyaz pirinç, 10-12 kg kırık pirinç, 18-20 kg kavuz ve 10-12 kg pirinç kepeği elde edilir (Yılmaz ve Tuncel, 2011). Tam tanelerin 3/4'ünden daha küçük olan pirinç taneleri kırık tane olarak ifade edilir ve belirli oranda maltlık olarak bira üretiminde değerlendirilir. Kavuz ise çeltiğin soyulduktan sonra elde edilen dış kabuğudur ve yakacak, izolasyon malzemesi olarak kullanılır. Tavukçuluk ve ahır hayvancılığında altlık, metalurji sanayinde ısı izolasyonu, renk verici ve parlaticı olarak da değerlendirilir (TMO, 2016). Kepeğin kaynaklarda gübre ve yakıt üretiminde kullanıldığı ifade edilse de daha çok hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Abdul-Hamid ve ark., 2007). Amerikada pirinç kepeğinin %90'ından daha fazlası hayvan yemi olarak değerlendirilir ve az bir kısmı da pirinç kepeği yağı elde etmede kullanılır (Kahlon ve Chow, 2001). Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 1996) pirinç kepeğini kahverengi pirincin parlatılması esnasında açığa çıkan ve perikarp, aleuron tabakası, embriyo ve biraz da endosperm içeren bir yan ürün olarak tanımlamıştır.



Şekil 1.1. Pirinç çeşitleri ve işleme esnasındaki boyut ve renk farklılıkları (Ryan, 2011)

Pirinçte kepek kısmı, tanede dağılım göz önüne alındığında protein, mineral, yağ asitleri ve diyet lifleri açısından iyi bir kaynaktır (Gul ve ark., 2015). Pirinç kepeğinin bileşimi, pirincin çeşidine, iklim şartlarına ve çeltiğin pirince dönüşümü esnasında uygulanan işlemlere göre değişiklik gösterir (Yılmaz, 2014). Literatürde ticari pirinç kepeği bileşimi yaklaşık %11.5-17.2 protein, %12.8-29.6 yağ, %6.2-31.5 lif, %8.0-17.7 kül, %10-55 nişasta olarak belirtilmiştir (Moldenhauer ve ark., 1998). Abdul-Hamid ve

ark. (2007) yaptıkları çalışmada Malezya'da bir fabrikadan 4 farklı pirinç kepeği fraksiyonu almışlar ve kimyasal içeriklerini araştırmışlardır. Pirinç kepeklerinin yağ içeriklerinin 8.7-18.9 g/100g, protein içeriğinin 8.8-15.2 g/100g, nem miktarlarının 8.5-12.6 g/100g, kül içeriklerinin 4.2-7.7 g/100g, toplam karbonhidratın 22.2-44.8 g/100g ve toplam diyet lif miktarlarının 18.3-30.5 g/100g aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada ise Meksika'da yetiştirilen 12 çeşit pirincin farklı fraksiyonları (kahverengi pirinç, beyaz pirinç, kabuk ve kepek) kimyasal içerik yönünden incelenmiş ve kepeklerin ortalama 7.8 mg/100g demir, 9.4 mg/100g çinko, 21 mg/100g sodyum, 1.14 mg/100g potasyum, 40 mg/100g kalsiyum, 4.16 mg/100g tiamin ve 0.27 mg/100g riboflavin içerdiği rapor edilmiştir (Sotelo ve ark., 1990). Pirinç kepeğindeki proteinin besinsel değeri, esansiyel amino asitlerden olan ve tahıllarda düşük oranda bulunan lisini fazla miktarda içerdiğinden dolayı yüksektir. Ortalama %15-18 yağ içeren pirinç kepeğinde en çok bulunan yağ asitleri palmitik (%12-18), oleik (%40-50) ve linoleik (%30-35) yağ asitleridir ve yaklaşık %3-4 waks (mumsu madde) içerir (Malekian ve ark., 2000). Aynı zamanda B kompleks vitaminleri açısından zengin olan kepek katmanı tokoferol, tokotrienol ve gama-orizanol gibi potansiyel antioksidanları içermektedir. Gama-orizanol pirinç kepeği yağı için karakteristik bir madde olup, miktarı tokoferol ve tokotrienollerden 13-20 kat daha fazladır (Bergman ve Xu, 2003; Yılmaz, 2014). Özellikle ferulik ve *p*-kumarik asitlerce zengin olan pirinç kepeğinde toplam fenolik madde miktarının buğday kepeğinden fazla olduğu bildirilmiştir (Lai ve ark., 2009; Yılmaz, 2014).

Pirinç kepeği kullanımı, besinsel özelliklerinin yanısıra su ve yağ absorpsiyonu, emülsifiye etme ve köpürme özellikleri bakımından da önemlidir. Pirinç kepeği hem çözülebilir hem çözünemez diyet lifi açısından zengin bir kaynaktır (%25-35) ve çözülebilir lif eklendiği gıdada tekstür, jelleşme, kıvamlılaştırma ve emülsifiye etme özelliklerine etki eder. Çözünmeyen lif içeriği ise su bağlama kapasitesini artırır. Model sistemlerde buğday kepeği ile karşılaştırıldığında daha çok su ve yağ absorbladığı ve daha yüksek köpük kapasitesi ve stabilitesine sahip olduğu bildirilmiştir. Yüksek su bağlama kapasitesi fırın ürünlerindeki nem kaybının azalması ve tazeliğin devamı açısından dikkat çekicidir. Model çalışmalar 100 g kepeğin yaklaşık 200 g su ve 150 g yağ bağladığını belirtmektedir. (Malekian ve ark., 2000).

Pirinç kepeğinin insanların tüketimine sunulması, hızlı acılaşma eğilimi ve mikrobiyal aktivitesi nedeniyle geçmişte sınırlı kalmıştır (Moldenhauer ve ark., 1998). Mevcut lipaz enzimi pirinç kepeğinde yüksek oranda bulunan yağı yıkıma uğratarak

serbest yağ asidi miktarının artmasına dolayısıyla asitliğin yükselmesine ve kötü aroma oluşumuna neden olmaktadır. Bu durumda fonksiyonel açıdan kayba uğrayan pirinç kepeğinin gıdalarda kullanılması güçleşmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda ısıtma işlemi yanında kimyasal madde ile muamele, gama ışınları ile muamele, ekstrüzyon, mikrodalga ısıtma, ohmik ısıtma vb. gibi yöntemlerle pirinç kepeğine farklı stabilizasyon yöntemleri uygulanmış ve gıdalarla birlikte tüketilebilirliği artırılmıştır (Yılmaz ve Tuncel, 2011).

Stabilize pirinç kepeğinin gıdalarda kullanımına dair yapılan çalışmalardan bazıları şöyledir;

Ajmal ve ark. (2007) yağı uzaklaştırılmış pirinç kepeğini %5, 10, 15 ve 20 oranında tava ekmeğine ekleyerek depolama boyunca (24, 48, 72, 96 ve 120 saat) kimyasal ve duyuşsal değişimleri izlemişlerdir. Yağı uzaklaştırılmış pirinç kepeğinin artan oranlarıyla protein, kül, lif ve mineral içeriği artmış, nem miktarı azalmış ve yağ miktarında önemli bir değişim gözlenmemiştir. %5 pirinç kepeği ilaveli ekmekler, dış görünümle ilgi özelliklerden hacim, kabuk rengi, simetri, kabarma eşıtlığı ve ekmek içi ile ilgili özelliklerden kırıntı rengi, aroma, tat ve tekstür sonuçlarında en yüksek skorları almıştır. Sonuç olarak yazarlar yüksek lif ve mineral içeriğine ulaşmak adına yağı alınmış %5 pirinç kepeği ilavesinin ekmeklerin kalitesini artırabileceğine karar vermişlerdir.

Yılmaz (2014) pirinç kepeğinin stabilizasyonu için kısa dalga infrared (kıızılötesi) ışınları kullanmış ve kepeğe yaklaşık 6 ay raf ömrü kazandırılabildeği belirlenmiştir. Besinsel kayıplar göz önüne alındığında en uygun stabilizasyon koşulunun 700 W infrared gücü ve 3.0 dakika işlem süresi olduğu da bildirilmiş ve bu yöntemle stabilize edilen pirinç kepeğini beyaz, kepekli ve tam buğday unlu ekmek ile kraker ürünlerine %2.5, 5.0 ve 10.0 oranında ilave etmiştir. Ürünlerde stabilize pirinç kepeği katkısı B vitamini, toplam diyet lif, mineral ve fitik asit miktarlarında önemli düzeyde artış sağlamış, tam buğday ekmeği dışında beyaz ekmek, kepekli ekmek ve kraker ürünleri için %10.0 düzeyine kadar kullanımının tüketici tercihi açısından kabul edilebilir olduğu raporlanmıştır.

Özkaya ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada buğday ve pirinç kepeğini iki farklı (fermantasyon ve otoklav) defitinizasyon işlemine maruz bırakmışlar ve işlenmiş bu kepekleri %0, 10, 15 ve 20 oranlarında una ilave ederek yaptıkları ekmekleri incelemişlerdir. Hem buğday hem de pirinç kepeğinin ekmeklerde daha koyu renk oluşumuna neden olduğu özellikle defitinizasyon işleminden sonra ekmek içi rengine kepek etkisinin daha belirgin olduğu ifade edilmiştir. Defitinizasyon işlemleri ekmeğın

tekstürel özelliklerini geliştirse de, işlenmiş kepek ilaveli örneklerin, işlenmemiş kepek ilaveli örneklerin verdiği değerlerden daha düşük değerler gösterdiği yazarlar tarafından rapor edilmiştir. Buğday ve pirinç kepeği ilavesi kepek seviyesine bağlı olarak ekmeklerde sertliği artırırken ekmeklerin elastikiyetinin düşmesine neden olmuştur. Definitizasyon işlemi değerlendirildiğinde fermentasyon yönteminin otoklav yöntemine göre daha olumlu sonuç verdiği anlaşılmıştır.

Literatürde; tam yağlı ve yağı uzaklaştırılmış pirinç kepeğinin ekmek yapımında kullanılması (Lima ve ark., 2002), pirinç kepeğinden elde edilen hemiselülozun ekmek yapımına dahil edilmesi (Hu ve ark., 2009), glutensiz ekmeklerin kalitesinin geliştirilmesi için farklı pirinç kepeği fraksiyonlarının kullanılması (Phimolsiripol ve ark., 2012) gibi birçok ekmek ile ilgili çalışma mevcuttur.

Kong ve ark. (2012) siyah pirinç kepeğinin noodle üretiminde kullanılabilirliğini araştırmış bunun için %2, 5, 10 ve 15 oranında siyah pirinç kepeği ilaveli noodle örnekleri üretmişlerdir. Tekstürel değerlendirmede %5, 10 ve 15 düzeyinde ilave oranları örneklerin yapışkanlık değerlerini düşürmüştür. Siyah pirinç kepeği, örnekleri polifenolikler, flavonoidler ve antosiyaninler açısından olumlu etkilemiştir. Katkılı örneklerde antioksidan aktivite kontrolle karşılaştırıldığında daha yüksek görülmüş besinsel değeri ve antioksidan aktiviteyi artırmak için siyah pirinç kepeğinin iyi bir katkı maddesi olabileceği belirtilmiştir.

Başka bir çalışmada ise stabilize pirinç kepeği erişte formülasyonuna %10, 20 ve 30 oranlarında dahil edilmiş ve ürünlerin bazı özellikleri incelenmiştir. Ham yağ, protein, diyet lif, B vitaminleri, Mg, K, P, Mn, Ca ve Se içeriği örneklerdeki pirinç kepeği oranı arttıkça artış göstermiş, örneklerin pişirme kaybı değerlerinin pirinç kepeği ilavesinden önemli derecede etkilenmediği bildirilmiştir. %20 ve 30 pirinç kepeği ilaveli örneklerde hacim ve su absorpsiyon değerleri artış gösterirken örneklerin tekstürel açıdan sertlik sonuçları arasında önemli bir farklılık olmadığı belirtilmiştir. Duyusal testlerde ise genel kabul edilebilirlik açısından %10'un üzerindeki ilave oranları örneklerin düşük puan almasına neden olmuştur (Yılmaz Tuncel ve ark., 2017).

Younas ve ark. (2011) çalışmalarında, buğday ununu %5, 10, 15 ve 20 oranlarında pirinç kepeği ile yer değiştirerek ürettikleri kurabiyelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Pirinç kepeği iki farklı yöntem olarak asit ve ısı ile stabilize edildikten sonra kullanılmıştır. Kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde stabilizasyon yöntemleri arasında önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Pirinç kepeği ilavesinin nem, ham protein, yağ ve mineral içeriğinde artış sağladığı, kepek yüzdesindeki artışla

kurabiyelerdeki ortalama genişlik, kalınlık ve yayılma faktörünün de arttığı ortaya çıkmıştır. Duyusal değerlendirmede örneklerin renk skorları katkı miktarı arttıkça azalma göstermiş ve ısı ile stabilize edilmiş örnekler daha fazla beğeni almıştır. Genel kabul edilebilirlik skorları en yüksek %15 pirinç kepeği ilaveli ürünlerde görülmesine rağmen yazarlar kurabiye üretiminde ısı ile stabilize edilmiş kepeğin %10 oranında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Başka bir çalışmada mikrodalga ile stabilize edilmiş yağı uzaklaştırılmış pirinç kepeği %10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında kurabiye üretiminde denenmiş ve ticarileştirme için en uygun kompozisyon aranmıştır. Lif ve mineral içeriğini artıran kepek ilavesinde en uygun oran %10-20 olarak belirtilmiştir (Sharif ve ark., 2009).

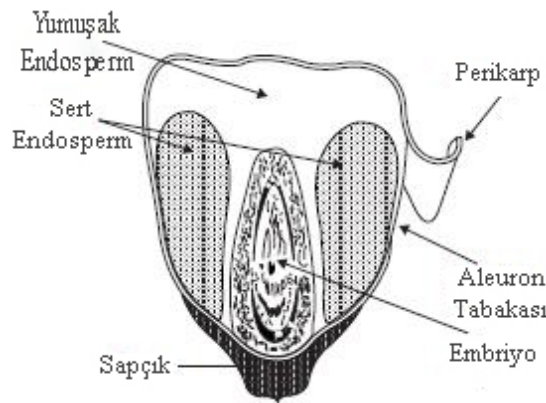
Rashidi ve ark. (2004) iyi bir yağ, lif ve niasin kaynağı olan pirinç kepeğinin bisküvi üretiminde kullanılabilirliğini araştırmış ve formülasyonda %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında buğday ununa ikame olacak şekilde kullanmışlardır. Kepekli örneklerde protein içeriği daha yüksek çıkmasına rağmen önemli derecede farklılık olmadığı rapor edilmiştir. Kepeksiz bisküvi ile kepek ilaveli bisküviler panelistler tarafından görünüş, tekstür ve tat açısından karşılaştırılmış ve %10'dan fazla kepek içeren örneklerin renginin çok beğeni almadığı bildirilmiştir. Panelistler tat testinde kepekli örnekleri kontrol örneğe tercih etmiştir. Tekstür bakımından ise kepek ilavesiz bisküvi, %10 oranında pirinç kepeği ilave edilmiş bisküviden daha iyi skorlar vermiştir.

Hudson ve ark. (1992) çalışmasında yaptığı muffin keklerini, formülasyonda buğday ununu %40, 60 ve 100 oranlarında yulaf kepeği, pirinç kepeği ve arpa lifi fraksiyonu ile ayrı ayrı yer değiştirerek üretmiştir. Hazırlanan muffin kekleri tüketici panelistler tarafından kabul edilebilir puanlar almıştır. Çalışmada kabul edilebilir bir muffin kekinin 100 g'ı 7 g'dan fazla toplam diyet lifi içeriğine ulaşmıştır. Ticari muffin keki ile karşılaştırıldığında yüksek lifli kekler daha fazla nem, protein ve mineral (kül) içeriğine sahipken kalorilerinin de daha düşük olduğu bildirilmiştir. Örneklerde *in vitro* olarak nişasta sindirimi ölçüldüğünde nispeten daha düşük glisemik özellikler verdikleri de ayrıca belirtilmiştir.

Yapılan çalışmalar daha çok fırıncılık ürünleri vb. üzerine yoğunlaşmış, tarhana gibi geleneksel fermente ürünlerde kullanılabilirliği için daha fazla araştırma yapılmasına ihtiyaç olduğu fark edilmiştir.

2.3. Mısır Kepeği

Mısır (*Zea mays* L.) ana vatanı Amerika olan ve binlerce yıldır tarımı yapılan bir bitkidir. Farklı toprak ve iklim koşullarına dayanıklı olduğu için dünyanın hemen her yerinde tarımı yapılabilmekte, günümüzde Antartika haricinde dünyanın birçok yerinde mısır bitkisi yetiştirilmektedir (Geçit ve ark., 2009; TMO, 2016). Mısırın dünyada ekim alanı göz önüne alındığında buğdaydan sonra ikinci sırada yer aldığı, üretim hacmi açısından ise 1045 milyon ton ile ilk sırada yer aldığı 2016 yılına ait istatistiklerde ifade edilmiştir. Ülkemizde mısır üretimi çoğunlukla Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde yapılırken, son yıllarda özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesi'ndeki mısır üretiminde önemli miktarda artış kaydedilmiştir (TMO, 2016). Dünyada ve Türkiye'de farklı mısır tipleri (atdışi, unsu, sert, tatlı/şeker veya cin mısırı) yetiştirilmekte olup üretimin %80'inden fazlasını atdışi mısır (*Zea mays indentata* L.) oluşturmaktadır (Sayaslan ve Gökmen, 2009; Erol, 2011). Mısırın doğrudan ya da endüstriyel gıda olarak kullanımını her geçen gün artıyor olmasına rağmen esas kullanımını hayvan beslenmesi ve biyoetanol üretimine aittir. FAO verilerine göre üretilen mısırın yaklaşık %85'i hayvan yemi ve biyoetanol üretiminde kullanılır (Serna-Saldivar, 2010).



Şekil 1.2. Mısır tanesi bileşimi (Wrigley ve ark., 2004)

Mısır tanesi başlıca kepek, embriyo, endosperm ve taneyi sapa bağlayan kısım (tip cap) olmak üzere dört farklı kısımdan meydana gelir; kavuz (hull) ya da kepek (perikarp ve meyve kabuğu) %5-6, embriyo %10-14, endosperm %80-85 ve tip cap %0.8-1 oranlarında tanede mevcuttur. Tanede bulunan toplam diyet lif içeriğinin yaklaşık %80'lik kısmı kepek (perikarp) ve tane sapında bulunur (İnceer, 2011; Watson, 1994). Mısır tanesinin kimyasal bileşimi ise yaklaşık olarak %65-75 nişasta, %8-10 protein, %3-

5 yağ, %3-5 lif (selüloz, hemiselüloz vb.), %1-2 mineral madde olarak belirtilmiştir (Sayaslan ve Gökmen, 2009).

Mısırın gıda olarak kullanımını için işlenmesi gerektiğinde kuru öğütme veya yağ öğütme olmak üzere başlıca iki öğütme tekniği kullanılır. Kuru öğütme işlemi geleneksel öğütme olarak adlandırılabilir ve aşamalarında temizlenen tane tavlanıp başlıca endosperm, embriyo ve kepek kısımlarına ayrılır (Rose ve ark., 2010). Kuru öğütmede amaç taneyi anatomik bölümlere ayırarak çeşitli granülasyonda endosperm parçaları, yağ eldesinde kullanılan ruşeym kısmı ve bazı gıdalarda kullanılan besin lifi elde etmektir. Kahvaltılık tahıl ürünleri, mısır gevreği, tahıl temelli çerez tipi gıda üretimi amaçlanıyorsa mısıra kuru öğütme uygulanır. Kuru öğütme iki şekilde uygulanabilir; ruşeym kısmı ayrılmadan mısır işlenebilir ya da öncelikle ruşeym kısmı ayrılır ardından öğütme işlemine geçilir. Ruşeymin ayrılmadığı sistemde ruşeym yaklaşık %30 yağ içerdiği için ransidite oluşmakta ve çıkan ürünlerde raf ömrü kısalmaktadır (Altinel, 2002). Yağ öğütme işlemindeki amaç ise nişastalı hammaddelerden nişasta başta olmak üzere protein/gluten ve embriyo/yağ gibi değerli kimyasal bileşenlerin yüksek verim ve saflıkta ayrıştırılmasıdır. Mısırın endüstriyel olarak yağ öğütülmesiyle, kullanılan mısırın ve yağ öğütme teknolojisinin özelliklerine bağlı olarak genellikle %60-70 nişasta, %5-15 protein/gluten, %10-15 kepek/lif, %5-10 embriyo ve %5-8 suda çözünür kuru madde elde edilir (Erol, 2011). Bu yolla elde edilen nişasta biyoenzimatik olarak maltodekstrin, maltoz, glukoz ve yüksek fruktoz şuruplarına dönüştürülür ve gıda endüstrisinde kullanılır. Mısırın yağ öğütülmesinde farklı teknikler kullanılmakta bunlardan alkali pişirme (nikstamalizasyon) öne çıkmaktadır. Nikstamalizasyonda mısır %0.1-0.2 'lime' çözeltilinde pişirilir ve bu çözelti yıkanarak taneden kabuk kısmı ayrılır. Öğütme işlemi uygulanan mısırlardan 'masa' unu elde edilir ve özellikle Latin Amerika ülkelerinde tüketilen mısır ve tortilla cipsi üretiminde kullanılır (Altinel, 2002; Serna-Saldivar, 2010).

Rose ve ark. (2010) mısır kepeği ve mısır lifinin gıda bileşenlerinin üretiminde kullanılabilirliğini araştırdıkları çalışmalarında 2008 yılına ait veriler paylaşmışlardır. Yağ öğütülen mısırın 25.6 milyon ton, kuru öğütülen mısırın ise 5.24 milyon ton olduğu ve yağ öğütmeden %8-11 verimle elde edilen mısır lifinin üretiminin 2.43 milyon ton; kuru öğütmeden %6-7 verimle elde edilen mısır kepeğinin ise 341 bin ton olduğu ifade edilmiştir. Mısır kepeği daha çok yağ eldesinden sonra kalan mısır embriyosu keki ile karıştırılarak hayvan beslenmesinde kullanılır. Mısır lifi ise mısır gluteni ve yağ öğütmeden sonra kalan katı kısımlarla karıştırılarak yine hayvan beslenmesinde değerlendirilir. Mısır kepeği ve mısır lifinin başlıca perikarp tabakasından oluştuğu ancak

mısır lifinin endosperme ait hücre duvarı materyali içerirken mısır kepeğinde bu hücre duvarı kısımları mevcut değildir. Hem mısır kepeği hem de mısır lifi yapısal olarak çoğunlukla diyet liflerinden oluşur. Mısır kepeğinin %28'i selüloz, %70'i hemiselüloz, çok küçük bir kısmı ise (%1) lignindir. Bu çalışmada farklı kaynaklardan toplanan mısır kepeği ve lifinin kompozisyonu sırasıyla şu şekilde belirtilmiştir; nişasta %4-11.2 ve %15-20, protein %5-11.5 ve %10-13, yağ %1.3-1.9 ve 1.7-3.6, kül %0.6-1 ve %0.6-2, toplam diyet lifi % 73.2-86 ve % 52.6-73.5, çözülebilir lif %0.2-2.6 ve % 0-0.3, çözülemez lif % 70.6-86.3 ve 52.6-73.5. Toplam fenolik bileşen içeriğinin de mısır kepeğinde % 5.5 oranında olduğu ve % 2.8-3.1 ferulik asit içerdiği ifade edilmiştir.

Literatürde mısır kepeği ile yapılan güncel çalışmalar yeteri kadar bulunmamakla birlikte mevcut çalışmalardan bazıları şöyle ifade edilebilir;

Singh ve ark. (2012) çalışmalarında diyet lif kaynağı olarak endüstri yan ürünü olan mısır kepeğini kek formülasyonunda %0, 5, 15, 20, 25 ve 30 oranlarında buğday unu ile yer değiştirerek kullanmışlardır. Kek miksinin viskozitesi, kek hacmi, kek rengi, kek tekstürü ve duysal özellikler incelenmiştir. Keklerde sertlik ve esneklik değerleri mısır kepeğinin artan oranlarından etkilenmemiştir. Hacim indeksi sonuçlarında en düşük değer ve nem kaybı sonuçlarında en yüksek değer %30 katkılı keklerde görülmüştür. Kek içi renk değerlerinde ise parlaklık mısır kepeği ilave oranı arttıkça azalmıştır. %20 mısır kepeği ilaveli örnekler duysal test kapsamında tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından kabul edilebilir skorlar almıştır.

Sosulski ve Wu (1988) lif oranı yüksek ekmekler üretmek için formülasyonunda %20 mısır kepeği, %20 buğday kepeği, %15 bezelye kabuğu ve %15 yabancı yulaf kepeği kullanmış ve ekmeklere bazı fiziksel ve kimyasal analizler uygulamıştır. Lifli ekmeklerde toplam diyet lif içeriği mısır kepeği katkılı için %21, buğday kepeği katkılı için %13, bezelye kabuğu katkılı için %15 ve yulaf kepeği katkılı için %6 çıkmıştır. %20 mısır kepeği ilaveli örneklerde protein içeriği, su absorpsiyonu ve ekmek hacmi sırasıyla %13.8, %70.2 ve 773 cm³ olarak belirlenmiştir. Ekmekler şekil ve tekstür açısından kabul edilebilir bulunmuştur. En yüksek b (sarılık) değeri de yine %20 mısır kepeği ilaveli örneklerle aittir.

Baek ve ark. (2014) formülasyonunda mısır kepeği kullandıkları pirinç eriştelere (noodle) reolojik özelliklerini incelemişler ve sıcaklığın ksantofil (lutein ve zeaksantin) içeriği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Pirinç unu-mısır kepeği karışımının pasting parametreleri mısır kepeği seviyesi arttıkça azalmıştır. Kepekli eriştelere daha düşük uzama oranı ve daha yumuşak tekstürel özellikler sergilemiştir. Kepeksiz kontrol

eriştede lutein ve zeaksantin bulunmazken kepek ilaveli örneklerde sırasıyla 56.2-137.3 µg/100g ve 37.9-61.9 µg/100g aralığında bulunmuştur, lutein ve zeaksantin içeriğinin pişirme işleminden sonra belli bir oranda azaldığı bildirilmiştir.

Sharma ve ark. (2012) mısır işleme yan ürünlerinden mısır kepeği, yağı alınmış mısır embriyosu ve mısır glutenini %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında ekmek, muffin kek, kurabiye ve erişteye ilave etmiş, ürün özelliklerini ve kimyasal içeriklerini incelemiştir. Mısır yan ürünleri önemli derecede protein, ham lif, fosfor, demir ve kalsiyum içeriğini artırmıştır. Gluten ilaveli ekmekler kepek ve embriyo ilaveli ekmeklere göre daha yüksek hacim sağlamıştır. Mısır kepeği ilaveli muffin kekleri diğer katkılı keklerle göre kabul edilebilirlik açısından daha düşük skorlar almıştır. Mısır kepeği, embriyosu ve gluteni ekmek, kek ve kurabiye ürünleri için %5-10 ilave oranlarında tatmin edici sonuçlar vermiştir. Erişte örneklerinde mısır yan ürünleri pişirme süresini etkilemiş, kabul edilebilirlik dereceleri mısır yan ürünleri seviyeleri arttıkça azalma göstermiştir.

Willis ve ark. (2009) düşük lifli, polidekstroz içerikli, arpa+yulaf lifli, dirençli nişasta içerikli ve mısır kepekli 5 farklı muffin kek formülasyonu oluşturarak 20 kişiye kahvaltıda yedirmişler ve tüketimden 180 dk sonra tokluk takibi yapmışlardır. Tokluk, uygulamalar arasında farklılık göstermiş en etkili uygulama dirençli nişasta ve mısır kepeği ile sağlanmıştır.

Bir başka çalışmada ise mısır kepeğinin insan tüketimine kazandırılması için mısır kepeği ve yulaf unundan oluşan kahvaltılık tahıl olarak ekstrude yeni bir ürün geliştirilmeye çalışılmış ve 6 farklı oranda (%0, 10, 20, 30, 40, 50) kepek kullanılarak formülasyon oluşturulmuştur. Formülasyonda mısır kepeği oranının artışı nem, protein, yağ miktarını düşürürken ham lif oranı artış göstermiştir. Tüketiciler tarafından en çok kabul gören ürün %30 mısır kepeği içeren ürün olmuş ve bu ürünün 100 gramı tüketildiğinde 0.2 g ferulik asit, 1.2 g β-glukan, 6.8 g arabinoksilan sağladığı bildirilmiştir (Holguin-Acuna ve ark., 2008).

Mendonca ve ark. (2000) patlamış çerez (expanded snacks) üretiminde mısır kepeğini formülasyona dahil etmişler ve mısır kepeği ile birlikte nem içeriğinin, ekstrüzyon sıcaklığının ve gliserol monostearatın da etkilerini araştırmışlardır. Genleşme oranı, görünüş ve genel kabul edilebilirlik verilerinde mısır kepeği içeriği artışıyla azalmalar görülmüştür. Genel kabul edilebilirlik ve yüksek lif seviyesi açısından en uygun kombinasyonun %25 mısır kepeği, %16 nem içeriği, 190 °C ekstrüzyon sıcaklığı ve %0.4 gliserol monostearat ile oluştuğu bildirilmiştir. Seçilen en uygun üründe

çoğunluğu çözünmez diyet lifleri olmak üzere 160 g/kg lif içeriği belirlenmiş böylece ürünün 100 gramının günlük tavsiye edilen miktarın %64'ünü sağladığı ifade edilmiştir.

Polizzoto ve ark. (1983) araştırmalarında yedi farklı diyet lif kanağını (alfa-selüloz, mısır kepeği, yulaf kabuğu, pirinç kepeği, soya kepeği, ticari buğday kepeği ve sert kırmızı buğday kepeği) muffin keklerine %25 oranında dahil etmişlerdir. Bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal testler yaptıkları çalışmada yulaf kabuğunun hoş olmayan kumsu bir tad verdiğini, partikül boyutunun duyuşal analiz sonuçlarını etkilediği ve en yüksek kabul edilebilirlik oranının ticari buğday kepeği ilaveli muffin keklerinde görüldüğü belirlenmiştir.

Elmoniem (1994) yaptığı çalışma ile yüksek diyet lif içeriğine sahip kurabiyeler üretmiştir. Üretimde buğday ununa ikame olarak %6, 12, 18 ve 24 oranlarında mısır kepeği, pirinç kepeği ve arpa kabuğu kullanmıştır. *In vitro* protein sindirilebilirliğini incelediği çalışmada matematiksel modelleme kullanarak maksimum protein sindirilebilirliğini %7.9 mısır kepeği, %9.3 pirinç kepeği ve %5.2 arpa kabuğu ile sırasıyla %88.4, 84.1 ve 85.2 oranlarında sağlamıştır. Protein sindirilebilirliğindeki minimum azalma %0.25 pirinç kepeği ve %4.9 mısır kepeği oranlarında görülmüştür.

Shafer ve Zabik (1978) çalışmalarında sert kırmızı buğday kepeği, yumuşak kırmızı buğday kepeği, yumuşak beyaz buğday kepeği, ticari buğday kepeği, mısır kepeği, soya kepeği ve yulaf kepeğini %30 oranında un ile yer değiştirerek katlı pasta üretiminde denemişlerdir. Beyaz buğday kepekli örnekler daha açık renk sağlarken tat testinde kırmızı buğday kepekli örneklerle aynı skorları almıştır. Buğday kepeği dışındaki kepek ilaveli kek miksi viskoziteleri için daha yüksek değerler görülmüş fakat bu kekler duyuşal açıdan daha düşük puanlar almıştır. Ayrıca mısır kepeği ilaveli kek en yüksek hacme sahiptir. Yazarlar sonuç olarak mısır ve buğday kepekli kekleri kabul edilebilir olarak ifade ederken yulaf ve soya kepekli kekleri lezzet açısından zayıf bulmuşlardır.

Artz ve ark. (1990) ekstrude edilmiş ve ekstrude edilmemiş mısır lifini % 15 oranında kullanarak şekerli kurabiyeler üretmişler ve lif ilavesiz kontrol ürünle karşılaştırmışlardır. En yüksek nem içeriği kontrol üründe gözlenirken, liflerin her ikisi de ürünü renk açısından daha koyu hale getirmiştir. Duyusal analizlerde ise lif katkıları arasında önemli derecede fark bulunmazken kontrol ürün lif katkılı kurabiyelere göre daha çok tercih edilmiştir.

Bu tezde kuru öğütme tekniği ile elde edilen mısır kepeğinin tarhanada kullanılabilirliği araştırılmıştır.

2.4. Peyniraltı Suyu Protein Konsantresi

Peyniraltı suyu, sütün organik asit veya peynir mayası ile pıhtılaştırılmasından ve peynirin esasını oluşturan pıhtının alınmasından sonra, geri kalan yeşilimsi sarı renkteki kısımdır (Yerlikaya ve ark., 2010). Peynir üreten büyük ölçekli firmaların ortaya çıkması ile peyniraltı suyu atık olarak muamele görmüş ve çevre kirliliğine sebep olan bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Biyolojik olarak arıtılması da yüksek maliyet gerektiren bir işlem olduğu için daha önceleri işlem görmeden hayvan gıdası olarak kullanılan peyniraltı suyundan gelişen teknoloji ile birçok ürün elde edilmektedir (Özen ve Kılıç, 2007). Peyniraltı suyu kullanılarak; peyniraltı suyu tozu, laktozu azaltılmış ve demineralize peyniraltı suyu, peyniraltı suyu protein konsantresi, hidrolize peyniraltı suyu proteini ve peyniraltı suyu protein izolatu vb. üretilmektedir (Marshall, 2004).

Kimyasal, fiziksel ve fonksiyonel özellikleri yüksek proteinlere sahip peyniraltı suyu, sütün proteinlerinin yaklaşık %20'sini içermektedir. Peyniraltı suyu sadece beslenme açısından değil aynı zamanda aminoasitlerin denge kaynağı olması bakımından da dikkat çekmektedir. Peyniraltı suyunun özellikleri ve bileşimi, peynir üretiminde kullanılan sütün kalitesine ve peynir üretim teknolojisine bağlıdır (Yerlikaya ve ark., 2010). Yaklaşık olarak %94 su (%6 kuru madde) %4.5 laktoz, %0.8 protein ve %0.7 mineral içerir. Peynir üretiminde kazeinin koagülasyon tipine göre peyniraltı suyu tatlı veya ekşi olarak nitelendirilir. Asit peyniraltı suları peynir ve asit kazein üretim işlemleri ile açığa çıkar. Diğer peyniraltı suları ise tatlı peyniraltı suyu olarak isimlendirilir. Mevcut peyniraltı sularının büyük çoğunluğu tatlı peyniraltı suyudur (Kilara, 2004).

Peyniraltı suyu tozu üretiminde, öncelikle işletmeye gelen peyniraltı suları, kuru madde, asitlik ve tuzluluk yönünden analize tabi tutulup seperatörlerden geçirilerek pastörize edilir. Pastörize peyniraltı suları, kuru maddesinin arttırılması için evaporatöre gönderilir ve kontinü evaporatörden koyulaştırılmış olarak çıkar. Koyulaştırılmış ürün, sıcaklığı 180–220°C arasında olan kurutma kulesinde atomizerden püskürtülmek suretiyle toz haline getirilir (Özarlan, 2010). Peyniraltı sularının ultrafiltre edilmesi bileşimindeki protein oranını artırırken peyniraltı suyu protein konsantrelerinde kül ve laktoz miktarı azalır (Guzman-Gonzalez ve ark., 1999). Laktoz içeriği azaltılmış peyniraltı suyu kurutularak laktozu azaltılmış peyniraltı suyu tozu, elektrodializ gibi işlemler kullanılarak mineral içeriği azaltılmış peyniraltı suyu kurutularak demineralize peyniraltı suyu tozu elde edilir. Sonrasında laktoz ve minerali uzaklaştırılmış peyniraltı sularında proteinler konsante edilerek peyniraltı suyu protein konsantreleri (PSPK) elde

edilir. Toz üründe protein içeriği en az %25 ya da daha fazla ise PSPK olarak adlandırılır. PSPK ürünlerinde genel protein seviyeleri %35, %55 ve %80'dir. En yüksek saflaştırma oranı peyniraltı suyu protein izolatu olarak %90 ve üzeridir. Protein konsantrasyonlarının yan ürünleri olan laktoz ve kalsiyumca zengin süt mineralleri daha çok eczacılık ve diyet takviyelerinde kullanılır (Kilara, 2004). Peyniraltı suyu protein konsantrelerinin elde edilmelerinde püskürtmeli kurutma, ters osmoz, ultrafiltrasyon, iyon değişimi gibi değişik yöntemler kullanılabilir (Atasoy, 2010).

Çizelge 1.4. Kurutulmuş farklı peyniraltı suyu ürünlerinin içerikleri (%) (Kilara, 2004)

Ürün	Protein	Laktoz	Yağ	Kül	Nem
Peyniraltı suyu tozu	11-14.5	63-75	1-1.5	8.2-8.8	3.5-5.0
Laktozu azaltılmış peyniraltı suyu tozu	18-24	52-58	1-4	11-22	3-4
Demineralize peyniraltı suyu tozu	11-15	70-80	0.5-1.8	1-7	3-4
Peyniraltı suyu protein konsantresi-34	34-36	48-52	3-4.5	6.5-8.0	3-4.5
Peyniraltı suyu protein konsantresi-50	50-52	33-37	5-6	7.5-8.5	3.5-4.5
Peyniraltı suyu protein konsantresi-80	80-82	4-8	4-8	3-4	3.5-4.5
Peyniraltı suyu protein izolatu	90-92	0.5-1.0	0.5-1.0	2-3	4.5

Peyniraltı suyundan üretilen serum proteinleri beslenme açısından yüksek biyolojik değere sahiptir. Son yıllarda fonksiyonel gıdalara olan ilginin artmasıyla birlikte serum proteinlerinin besin değeri yanında farklı biyolojik fonksiyonlarının varlığı yapılan çalışmalarla açığa çıkmıştır. En önemli serum proteinleri β -laktoglobulin, α -laktoalbumin, serum albumini ve immunoglobulinlerdir (Özen ve Kılıç, 2007).

β -laktoglobulin (β -Lg) peyniraltı suyundaki toplam proteinin yaklaşık yarısını oluşturur. Yapısında esansiyel amino asitleri barındıran β -laktoglobulin linoleat ve linoleik asidin biyolojik erişilebilirliğini değiştiren taşıyıcı bir molekül olarak işlev görür. Ayrıca midede pH'ya duyarlı ilaçların güvenli şekilde iletilmesinde kullanılan bir proteindir (Gupta ve Prakash, 2017). β -Lg yeni doğanlarda pasif bağışıklığın taşınmasında ve meme bezinde fosfor metabolizmasının düzenlenmesinde etkilidir. Bu protein, aminoasit yapısında sistein bulunduğu için kas gelişiminin yanında, glutatyon (GSH) sentezi için önem arz eder.

α -laktalbumin ise peyniraltı suyu proteinleri içerisinde miktar olarak en fazla bulunan ikinci proteindir ve yeni doğanlar için önemli bir enerji kaynağı olan laktozun sentezinde bir ko-enzim olarak rol oynar. Bebek mamalarında saf α -laktalbumin kullanılabilir (Yerlikaya ve ark., 2010). α -laktalbumin aynı zamanda kalsiyum, çinko ve diğer bazı mineralleri bağlar (Bulut Solak ve Akın, 2012). Tümör hücrelerinin yok edilmesinde etkili olan α -laktalbumin üst solunum sistemlerinde bakterisidal etkilere

ve mide mukozasında koruyucu etkilere sahiptir. α -laktalbuminin bazı kanser türlerindeki riskin azaltılmasında oldukça önemli bir rol oynadığı da bildirilmiştir (Gupta ve Prakash, 2017).

Serum albumini kan serum albuminine benzer yapıdadır ve süte kan damarları ile taşınır. Büyüklük açısından diğer serum proteinlerine göre daha geniş yapıdadır. Peyniraltı suyu proteinlerinin yaklaşık %10-15'ini oluşturan serum albumini kanda bulunan çözünmeyen serbest yağ asitlerini bağlamakta ve karaciğerde üretilen glutatyon için önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Kanseri önlemede etkili olan bu protein de bebek mamalarında kullanılabilir (de Wit, 1998; Bulut Solak ve Akın, 2012).

İmmunoglobulinler koruyucu etkiye sahip globüler proteinlerden oluşur ve bağırsak mukozasını patojen mikroorganizmalara karşı korurlar. İnek sütündeki baskın immunoglobulin türü immunoglobulin G1'dir (IgG1) ve IgG tipi proteinler kolostrumda normal süttten çok daha fazla miktarda bulunarak ruminant yenidoğana kendi bağışıklığı gelişene kadar pasif bağışıklık kazandırır. Ancak IgG içeriği insan süt ve kolostrumunda daha düşük orandadır. İmmunoglobulinler bakteri yüzeyindeki özel bölgeleri bağlayarak bakterileri etkisiz hale getirirler. Günümüzde bu tür peyniraltı suyu protein ürünlerinin; spor beslenmesi, bebek formülleri, diyet takviyeleri ve fizyolojik olarak işlevsel gıdaları hedef alan ürünlerde kullanımı tüketici kabulünün artış göstermesiyle oldukça yaygın hale gelmiştir (Gapper ve ark., 2007).

Serum proteinleri insan sağlığına olumlu katkıda bulunmasının yanında çözünürlük, köpük, jel ve emülsiyon oluşturma, su bağlama ve kıvam verme, tat ve aroma koruma, lipid bağlama gibi fonksiyonel özelliklerinden dolayı da gıda ürünlerinde kullanılmaktadır (Atasoy, 2010). Serum proteinleri ısıl işlem sonrasında tuz ilavesiyle jel yapı oluşturmaktadır. Köpürme özelliği sayesinde hava içeren ürünlere dayanıklılık kazandırır. Isıl işlemle denature olan serum proteinlerinin su tutma kapasiteleri artmaktadır. Peynir, et ve şekerleme ürünlerinde ısıl işlem uygulanmış peyniraltı suyu protein konsantreleri kullanılmaktadır. Yoğurt ve benzeri fermente ürünlere ısıl işlem ile denature olmuş serum proteinlerinin yapıyı iyileştirme açısından etkili olduğu bildirilmektedir. Ayrıca fırıncılık ürünleri ve tatlılarda özellikle yüksek su tutma kapasitesi, köpürme ve jelleşme yeteneklerinden dolayı peyniraltı suyu protein konsantreleri kullanılmaktadır. Protein içeriği %35 olan protein konsantreleri, dondurma, tatlılar, çorbalar, soslar, hazır yemekler, kahvaltılık gevrekler, işlenmiş et ürünleri ve işlenmiş peynirlerde yağsız süt tozuna ikame olarak kullanılmaktadır. Lipid bağlama yetenekleri sayesinde peyniraltı suyu proteinlerinin margarinlerde kullanımı sürekli fazın

yapı ve dayanıklılığını iyileştirmektedir. Biyolojik değeri düşük protein içerdiğinden bu ürünlerin, protein ile desteklenmesi gıdalarda peyniraltı suyu protein konsantresi kullanımını önemli kılmaktadır (Özen ve Kılıç, 2007).

Literatürde peyniraltı suyu protein konsantresinin farklı ürünlerde teröpatik ve fonksiyonel etkisinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Özellikle tahıl ürünlerinde kullanımına dair çalışmalardan bazıları ise şöyledir;

Kenny ve ark. (2000) çalışmalarında hamur reolojisini ve ekmek kalitesini belirlemek üzere formülasyona süt tozu, yağsız süt tozu, sodyum kazeinat, kazein hidrolizat ve 3 farklı peyniraltı suyu protein konsantresini dahil etmişlerdir. Reofermentometre kullanılan çalışmada protein konsantreleri ekmeklerde mayalanma süresini artırırken hamur yüksekliği ve ekmek hacim değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Benzer şekilde Zadow ve Hardham (1981), Thompson ve Baker (1983) ve Erdogdu-Arnoczky ve ark. (1996) hamur reolojisi ve ekmek kalitesini tayin etmek üzere peyniraltı suyu protein konsantresini ekmek üretiminde kullanmışlardır.

Yapılan bir diğer çalışmada Asghar ve ark. (2009), %9.2, 12.7, 14.2 protein miktarlarına sahip unlara sırasıyla %5, 2.5 ve 5 modifiye peyniraltı suyu protein konsantresi (mWPC) ekleyerek ürettikleri donmuş hamurları incelemişler ve mWPC ilavesiyle tekstür analiz değerlerinin büyük ölçüde etkilendiğini ve sağlamlık değerinde bir düşüş gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Kenny ve ark. (2001) yine donmuş hamurlarda sodyum kazeinat ve peyniraltı suyu protein konsantresi kullanımını araştırmışlardır.

Indrani ve ark. (2007) peyniraltı suyu protein konsantresini mayasız pide formülasyonunda %5, 10 ve 15 oranlarında buğday ununa ikame olarak denemişlerdir. İkame oranının %10'a çıkmasıyla hamur stabilitesinde ve uzamaya karşı dirençte bir artış gözlenirken %0'dan %15'e artan oranlarda su absorpsiyonu ve viskozite değerleri azalma göstermiştir. Pide örneklerinin yüzeyinde yapılan mikroyapısal çalışmalarda %5'in üzerinde peyniraltı suyu protein konsantresi ilavesinin glüten matriksinin devamlılığını etkilediği, glüten yapısında seyrelmeye neden olduğu ifade edilmiştir. %10 ve 15 ilave oranlarında pidelerde yayılma oranının azaldığı kesme kuvvetinin ise artış gösterdiği görülmüştür. Yüksek protein içerikli pideler yapmak için ilave oranı %5 olarak tavsiye edilmiştir.

Madenci ve Bilgicli (2014) yaptıkları çalışmada mayalı ve mayasız hamurlarda %0, 4 ve 8 oranında peyniraltı suyu protein konsantresi tozu ve yayıkaltı suyu tozu kullanmışlardır. Hamur reolojisini farinogram ve ekstensogram ile değerlendirmişler ve

katkıların hamur stabilitesi, uzamaya karşı direnç ve maksimum direnç değerlerinde artış sağladığını belirtmişlerdir. Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu kullanımıyla protein içeriğinin %14.6'ya yükseldiği, her iki katkının her iki üründe de %8 oranında kül ve mineral içeriğinde önemli artışlar sağladığı görülmüştür. Ancak duyuusal testlerde (tat, koku, genel kabul edilebilirlik) her iki üründe de yayıkaltı suyu tozu ilavesi peyniraltı suyu protein konsantresi tozu ilavesine göre daha yüksek skorlar almıştır.

Prabhasankar ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada durum buğdayı ile ürettikleri şehriye formülasyonuna peyniraltı suyu protein konsantresini %5, 7.5 ve 10 oranlarında eklemiştir. Peyniraltı suyu protein konsantresi oranı %0'dan %10'a çıktığında pişmiş şehriye ağırlığı %82.5'ten %88'e artmış ve pişme kaybı %6'dan %8.4'e çıkmıştır. Katkı oranı artışıyla L değerinde artma, b değeri ve kesme kuvvetinde ise azalma gözlenmiştir. Duyusal değerlendirmede ise %5 üzerindeki katkı oranı örneklerde beyazımsı renk ve yapışkan ağız hissine neden olmuştur. Ayrıca katkılı eriştelelerin protein içeriğinde kontrol erişteye göre belirgin bir artış gözlenmiştir.

Aktaş ve Türker (2015) üç farklı sütçülük yan ürününü (peyniraltı suyu tozu, peyniraltı suyu protein konsantresi tozu ve yayıkaltı suyu tozu) β -glukan ile birlikte erişte üretiminde kullanmış ve ürünleri bazı fiziksel, kimyasal analizler ile pişirme testlerine tabi tutmuşlardır. Katkıların erişte örneklerindeki kırılma kuvvetini azalttığı belirlenmiş, yayıkaltı suyu tozunun daha sarı renk verdiği gözlemlenmiştir. Kalsiyum, magnezyum ve fosfor içeriğinin artmasında sütçülük yan ürünlerinin etkili olduğu bildirilmiş ve yan ürünlerin %10 oranında eklenmesi ile erişte örneklerinde pişme kayıpları artmıştır.

Sarabhai ve Prabhasankar (2015) glutensiz kurabiye hamurlarında %5, 7.5 ve 10 oranlarında peyniraltı suyu protein konsantresi kullanmışlar, %7.5 ve 10 oranındaki ilavenin benzer dayanıklılık ve uzayabilirlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Protein konsantresi ilavesiyle kurabiyelerde sertlik, kırılma, yayılma oranı ve genel kabul edilebilirlik değerleri artış göstermiştir.

Munaza ve ark. (2012) peyniraltı suyu protein konsantresi ile zenginleştirdikleri bisküvilerin besinsel kalitesini ve depolama stabilitelerini araştırmışlardır. %4, 7 ve 10 oranında kullandıkları protein konsantreli ürünlerde en yüksek nem oranı %10 protein konsantresi ilaveli örnekte görülmüştür. Aynı zamanda depolama ile birlikte nem miktarı da artış göstermiştir. Protein ve kül içerikleri artan bisküvi örneklerinde en çok beğeni alan %10 katkılı bisküviler olmuştur. Bu çalışma gibi bisküvide peyniraltı suyu protein konsantresi kullanımını araştıran başka çalışmalar da mevcuttur (Conforti ve Lupano, 2004; Gallagher ve ark., 2005).

Jyotsna ve ark. (2007) yumurtasız keklerde buğday ununa ikame olarak peyniraltı suyu protein konsantresini %10, 20 ve 30 oranlarında kullanmışlardır. Protein konsantresindeki artışla kek miksellerinin görünür viskozitelerinde ve yoğunluklarında azalma olmuştur, mikroskop görüntülerinde ise hava kabarcıkları daha homojen dağılım göstermiş, daha açık renk oluşmuş ve kek hacmi %20 oranında maksimum değer vermiştir. Sonuç olarak reolojik ve fırıncılık özellikleri açısından %20 oranı önerilmiştir.

Bu çalışmada ise peyniraltı suyu protein konsantresi tozu tarhana üretimine dâhil edilerek tarhanadaki bazı özellikler araştırılmıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tarhana üretiminde kullanılan un, tam yağlı süzme yoğurt, domates salçası, soğan, kırmızı toz biber, ticari kompres yaş ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) ve tuz Konya piyasasındaki bir marketten temin edilmiştir. Araştırmada kullanılan stabilize pirinç kepeği (PK) Honeyville Gıda Ürünleri'nden (Arizona, ABD), mısır kepeği (MK) ise Dervişoğlu Un San. ve Tic. A.Ş.'den (Trabzon) temin edilmiştir. Sütçülük yan ürünü olarak peyniraltı suyu protein konsantresi tozu (PSPKT) ENKA Süt Gıda Mam. San. ve Tic. A.Ş. (Konya)'den temin edilmiştir. Peyniraltı suyu protein konsantresi çeşitli peynirlerden elde edilen taze peyniraltı suyunun ultrafiltrasyon işlemi ile protein oranının yükseltilip sonrasında pulverize edilerek kurutulması ile üretilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Tarhana üretiminde pirinç ve mısır kepeği dört farklı ikame oranında (% 0, 5, 10 ve 15) PSPKT ise üç farklı ikame oranında (% 0, 5 ve 10) kullanılmıştır. Deneme (2x4x3)x2 faktöriyel deneme desenine göre 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan deneme planı

Kullanılan Bileşenler	Kullanım Miktarları (%)			
PK	0	5	10	15
PSPKT	0-5-10	0-5-10	0-5-10	0-5-10
MK	0	5	10	15
PSPKT	0-5-10	0-5-10	0-5-10	0-5-10

PK: Pirinç kepeği PSPKT: Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu MK: Mısır kepeği

3.2.2. Tarhanaların üretimi

Şahit tarhana üretiminde Çizelge 3.2'de belirtilen miktarlarda un, yoğurt, salça, soğan, kırmızı toz biber, tuz ve maya kullanılmıştır. Şahit ve katkılı örnekler için gerekli su miktarı ise yapılan ön denemelerde hamurun kıvam özelliklerine bakılarak belirlenmiştir. Araştırma konusu tarhanaların üretiminde Çizelge 3.1'de belirtildiği üzere buğday unu sırasıyla kendi ağırlığının; % 0, 5, 10 ve 15 ikame oranlarında PK ve MK ile

yer değiştirmiştir. Farklı kepeklerle formüle edilen bu tarhanaların her birine yine buğday unu ikamesi olacak şekilde % 0, 5 ve 10 oranlarında PSPKT ilavesi yapılmıştır.

Çizelge 3.2. şahit tarhana formülasyonu

Bileşen	Kullanım miktarı
Un (g)	100
Yoğurt (g)	40
Salça (g)	10
Soğan (g)	5
Kırmızı toz biber (g)	2
Tuz (g)	1
Yaş maya (g)	2.5

Tarhana üretimi Bilgiçli ve ark. (2006)'nın metodu modifiye edilerek yapılmıştır. Çizelge 3.2'de belirtilen malzemeler bir mikserde (Kenwood Titanium Major KM020, İngiltere) 15 dk boyunca en düşük hızda karıştırılmış, oluşan hamurlar plastik kaplara konularak 30 °C'de 120 saat fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon boyunca belli aralıklarla karıştırılan hamurlar fermentasyon sonrası etüvde (Nüve KD-200, Ankara, Türkiye) 45 °C'de 20 saat süreyle kurutulmuştur. Kuruyan tarhanalar öğütücüde (Bosch, Almanya) öğütüldükten sonra polietilen poşetlere konulup kullanılabilecek buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Hammadde ve ürün analizleri

3.2.3.1. Fiziksel analizler

3.2.3.1.1. Renk

500 μ partikül büyüklüğünde öğütülmüş hammadde ve tarhana örneklerinde L^* (parlaklık), a^* (kırmızı, yeşil), b^* (sarı, mavi) değerleri belirlenmiştir. Renk ölçümlerinde Minolta CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılmıştır.

3.2.3.1.2. Viskozite

Viskozite ölçümü için 10 g tarhana örneği 90 ml suyla karıştırılmış (% 10'luk (w/v)) ve karışım ısıtılarak 10 dk kaynatılmıştır. 70 °C'ye soğutulan örnekler,

sıcaklıklarını muhafaza etmek için su banyosunda bekletilmiştir. Örneklerin viskozite ölçümleri için R/S plus Brookfield Rheometer cihazı/V3-40-20-MB isimli probu kullanılmış ve ölçümler 100 rpm'de yapılmıştır.

3.2.3.2. Fonksiyonel analizler

3.2.3.2.1. Su tutma

Su absorpsiyonu için Hayta ve ark. (2002)'nin metodu modifiye edilerek uygulanmıştır. 5 g tarhana örneği ve 25 ml saf su birlikte 1 saat süreyle çalkalanmış ve 5000 rpm'de 15 dk santrifüj edilmiştir. Sonuçlar ml/g olarak verilmiştir.

3.2.3.2.2. Yağ tutma

Yağ absorpsiyonu için Hayta ve ark. (2002)'nin metodu modifiye edilerek uygulanmıştır. 5 g tarhana örneği ve 25 ml ayçiçek yağı birlikte 1 saat süreyle çalkalanmış ve sonrasında 5000 rpm'de 15 dk santrifüj edilmiştir. Sonuçlar ml/g olarak verilmiştir.

3.2.3.2.3. Fermentasyon kaybı

Tarhana örneklerindeki fermentasyon kaybı, kuru madde esas alınarak fermentasyon öncesi ve sonrası tartımlarla aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Bilgiçli, 2009).

$$\text{Fermentasyon Kaybı} = \left[\frac{(A \times B) - (C \times D)}{(A \times B)} \right] \times 100$$

A: Fermentasyon öncesi hamur ağırlığı (g)

B: Fermentasyon öncesi hamurdaki kuru madde miktarı (%)

C: Fermentasyon sonrası tarhananın toplam ağırlığı (g)

D: Fermentasyon sonrası tarhananın kuru madde miktarı (%)

3.2.3.3. Kimyasal analizler

3.2.3.3.1. Nem tayini

Araştırmada kullanılan hammadde ve tarhana örneklerindeki nem tayini AACC 44-19 metoduna göre yapılmıştır. Örnekler 135°C’de 2 saat kurutulmuş ve nem miktarları kurutmaya uzaklaşan nem miktarının örneğın başlangıçtaki ağırlığına oranı ile hesaplanmıştır (AACC, 2002).

3.2.3.3.2. Kül tayini

Kül miktarı tayini AACC 08-01 metoduna göre örneklerin kül fırınında 550°C’de yakılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Örnekler siyah leke içermeyinceye kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Araştırmada kullanılan hammadde ve elde edilen ürünlerin kül miktarları, krozelerde kalan kül miktarının örneğın başlangıçtaki ağırlığına oranı ile hesaplanmıştır (AACC, 2002).

3.2.3.3.3. Protein tayini

Araştırmada kullanılan hammaddelerin ve tarhana örneklerinin protein tayininde AACC 46-12 metodu kullanılmıştır. Örneklerin azot tayininde Kjeldahl metodu uygulanmış olup tarhana örnekleri için 6.25, buğday unu için 5.70, PSPKT için ise 6.38 faktörü kullanılmıştır. Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır (AACC, 2002).

3.2.3.3.4. Ham yağ tayini

Araştırmada kullanılan un, pirinç ve mısır kepekleri ile tarhana örneklerindeki yağ miktarı AACC 30-25 metodu kullanılarak belirlenmiştir (AACC, 2002). Örnekler, Soxhlet metoduna uygun olarak petrol eter ile ekstrakte edilmiş ve solventin uzaklaştırılması ile ham yağ miktarı tespit edilmiştir. Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Sütçülük yan ürünü olan PSPKT’de yağ oranını belirleme işlemi Gerber yöntemine (Gerber /Teichert Metod, NADRG: 1978) göre yapılmıştır. PSPKT örneğı su, sülfirik asit ve amil alkol ile muamele edildikten sonra iyice çalkanmış (65°C) ve 5 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Bütirometre skalasından yağ değeri tespit edilmiştir.

3.2.3.3.5. Ham selüloz tayini

Örneklerin ham selüloz miktarı AACC (2002)'de (AACC 32-10) belirtilen metoda göre yapılmıştır. Örnekler gerekli öğütme ve yağdan arındırma işleminden sonra sülfürik asit ve sodyum hidroksit çözeltisi ile muamele edilmiş ardından yakma işleminin uygulanmasıyla ham selüloz miktarı tespit edilmiştir.

3.2.3.3.6. Fitik asit miktarı tayini

Örneklerin fitik asit miktarı Haug ve Lantzsch (1983)'in metoduna göre belirlenmiştir. Mevcut fitik asit, hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve Demir III çözeltisi ile çöktürülerek serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik yolla belirlenmiş, buradan da fitik asit miktarı hesaplanmıştır. Sonuçlar mg/100g cinsinden verilmiştir.

3.2.3.3.7. Toplam fenolik madde tayini

Örneklerin hem toplam fenolik madde miktarını belirlemede hem de antioksidan aktivite kapasitesini belirlemede Wronkowska ve ark. (2010)'nın metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Örneklerin ekstraksiyonu için 1 g örnek %80'lik metanollü su (10 ml) ile 1 saat boyunca çalkalamaya bırakılmış ve sonrasında 5000 rpm'de 15 dk santrifüj edilerek süpernatant kısmı alınmıştır.

Toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesi için 0.1 ml örnek üzerine 0.9 ml damıtılmış su ilave edilmiş ardından 1 ml %10 seyreltilmiş Folin-Ciocalteu ayracı (Merck, Almanya) ve 2 ml %10'luk sodyum karbonat (Merck, Almanya) solüsyonu eklenip karıştırılmıştır. 1 saat oda sıcaklığında inkübasyona bırakılıp spektrofotometrede (Mecasys Optizen Pop UV-Vis Single Beams Spectrophotometer, 10F, 640-3, Korea) 765 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit cinsinden mg/100g olarak verilmiştir.

3.2.3.3.8. Antioksidan aktivite

Örneklerin antioksidan aktivitelerini tayin için DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalini süpürme gücü ölçülmüştür. DPPH solüsyonu 0.01 g DPPH'ın

%80'lik metanolde (25 ml) çözüldürülmesiyle hazırlanmıştır. Analiz için 0.1 ml örnek üzerine 0,25 ml DPPH solüsyonu ilave edilmiş ve üzerine 2 ml %80 metanol:su eklendikten sonra 20 dk oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiştir. Kör için 0.25 ml DPPH solüsyonu üzerine 2.11 ml %80 metanol ilave edilmiştir. Spektrofotometrede (Mecasys Optizen Pop UV-Vis Single Beams Spectrophotometer, 10F, 640-3, Korea) 570 nm'de absorbans değerleri tespit edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Antioksidan aktivite (%) = 100 x (Kör absorbans değeri – örnek absorbans değeri) / Kör absorbans değeri

3.2.3.3.9. pH tayini

pH ölçümleri toz örnekler ve tarhana hamurlarında olmak üzere iki farklı şekilde yapılmıştır. Tarhana hamurlarındaki pH ölçümü dijital pH metre (WTW pH 315) probunun hamurlara direkt olarak farklı noktalardan daldırılması ile ölçülmüştür. Toz örneklerde pH ölçümü ise 5 g örneğin 50 ml saf suda çözüldürülmesi ve adi filtre kâğıdında süzülmesi sonrası gerçekleştirilmiştir (Bilgiçli, 2004).

3.2.3.3.10. Titrasyon asitliği tayini

Titrasyon asitliği tayini Tarhana Standardı'nda (TS, 2282) belirtilen yöntemle yapılmıştır. 10 g numune 50 ml %67'lik nötrale etil alkol ile 5 dk çalkalandıktan sonra süzölmüş ve bu süzöntüden 10 ml alınarak damıtık su ile rengi açılmıştır. Birkaç damla fenolftalein indikatör çözeltisi eşliğinde 0,1N NaOH çözeltisi ile kalıcı pembe renk elde edilinceye kadar titrasyona tabi tutulmuş, harcanan NaOH miktarı 5 ile çarpılarak tarhananın asitlik derecesi hesaplanmıştır.

3.2.3.3.11. Mineral madde tayini

Hammadde ve tarhana örneklerindeki Ca, Mg, Mn, Zn P, K, Na ve Fe miktarları tayini için NMKL 186 metodu kullanılmış, 0,5 g kuru örnek nitrik asit ve hidrojen peroksit eşliğinde mikrodalga (Milestone, Shelton, ABD) ile yakılmış ve elde edilen süzüklerdeki mineral madde içerikleri ICP-MS (Agilent 7700 series; Agilent Technologies Tokyo, Japonya) cihazı kullanılarak tayin edilmiştir (Anonymous, 2007).

3.2.3.3.12. Su aktivitesi tayini

Numunelerin su aktivitesinin belirlenmesinde AquaLab 3 TE (Amerika) tipi su aktivitesi tayin cihazı kullanılmıştır.

3.2.3.4. Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizler; tarhana hamurlarının fermentasyonu boyunca (24., 72. ve 120. saat) ve kurutulup öğütülen tarhana örneklerinde gerçekleştirilmiş olup toplam mezofil aerob bakteri (TMAB) sayımı, maya-küf sayımı ve toplam laktik asit bakterisi (LAB) sayımı yapılmıştır.

3.2.3.4.1. Toplam mezofil aerob bakteri (TMAB) sayımı

TMAB sayımı için Plate Count Agar (PCA; Merck 1.05463) besiyeri kullanılmış olup, örneklerden hazırlanan uygun dilüsyonlardan yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır (Anonim, 1997). Petri kapları ekim sonrası 30°C'de 48 saat süreyle inkübasyona tabi tutulmuştur. Gelişme görülen petri kaplarındaki sayım sonuçları log kob/g olarak verilmiştir.

3.2.3.4.2. Maya-küf sayımı

Tarhana örneklerinden hazırlanan uygun dilüsyonlardan maya-küf sayımı için Potatoe Dextroz Agar (PDA; Merck 1.10130) besiyerine yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kaplarının inkübasyonu 3-4 gün süreyle 28°C'de gerçekleştirilmiştir. Gelişen koloniler sayılarak sonuçlar log kob/g cinsinden verilmiştir (Anonim, 1997).

3.2.3.4.3. Toplam laktik asit bakterisi (LAB) sayımı

Tarhana örneklerinden hazırlanan uygun dilüsyonlardan, 0.05 g/l sikloheksimit (Sigma-Aldrich, C7698, St. Louis, USA) ilaveli De Man Rogosa Sharpe Agar (MRS; Merck 1.10660) ve M17 (Merck 1.15108) besiyerlerine yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır (Stringini ve ark., 2009). İnkübasyon MRS agar için anaerobik, M17 agar için

aerobik şartlarda, 30°C’de 48-72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. Gelişme görülen uygun petri kaplarından sayım yapılarak, sonuçlar log kob/g cinsinden verilmiştir (Anonim, 1997).

3.2.3.5. Duyusal analiz

Örnek sayısının fazla olması nedeniyle duyusal analiz 2 parti olacak şekilde yapılmış birinci partide PK içeren örnekler ikinci partide ise MK içeren örnekler kontrolleriyle birlikte değerlendirmeye alınmıştır. Tarhana örnekleri duyusal analize hazırlanırken 10 g tarhana örneği 100 ml su ile karıştırılmış 10 dk süre ile kaynatılmış ve 70°C sıcaklıkta kağıt bardaklar içerisinde panelistlere ekmek ve su ile birlikte sunulmuştur. Panelistlerden kodlanan örnekleri renk, kıvam, tat, koku ve genel beğeni açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Değerlendirme Ek-1’de belirtilen 1-7 arasındaki skala kullanılarak yapılmıştır (Erbaş, 2003).

3.2.3.6. İstatistiksel değerlendirme

Elde edilen sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. Verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde SPSS istatistik programı, 22 versiyonu (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.) kullanılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Önemli ve anlamlı bulunan interaksiyonlar şekiller üzerinde gösterilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları ve Tartışma

Tarhana üretiminde una ikame olarak kullanılan katkıların farklılıklarını belirlemek amacıyla PK, MK ve PSPKT bileşenlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri buğday unu ile birlikte incelenmiştir. Bu bileşenlere ait renk değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Parlaklık değerlerinde önemli farklılıkların olduğu görülmüş ve buğday unu, PK, MK ve PSPKT’nin L^* değerleri sırasıyla 91.81, 66.10, 70.28, 94.98 olarak belirlenmiştir. a^* (kırmızılık/yeşillik) değerleri incelendiğinde 5.17 ile en yüksek değeri MK vermiştir. Sarılığı ifade eden b^* değerleri incelendiğinde ise yine MK ve PK’nın sırasıyla 20.42 ve 18.17 ile buğday unu ve PSPKT’ye göre daha yüksek değerler verdiği gözlenmiştir. Gul ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada PK’nın L , a ve b değerlerini sırasıyla 68.85, 3.49 ve 18.07 olarak belirtmişlerdir. Ayrıca PSPKT örneğinde en yüksek L^* değerinin yanında buğday ununa göre daha düşük kırmızılık ve daha yüksek sarılık değerleri belirlenmiştir. Madenci ve Bilgicli (2014) buğday unu ve PSPKT’nin renk değerlerini sırasıyla L^* 94.51/98.12, a^* -0.77/-1.0 ve b^* 9.59/8.36 olarak belirtmişlerdir.

Çizelge 4.1. Tarhana üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait renk değerleri¹

Bileşen	L^*	a^*	b^*
Buğday unu	91.81±0.40 ^b	-0.67±0.01 ^c	9.80±0.11 ^d
PK	66.10±0.14 ^d	2.37±0.28 ^b	18.17±0.12 ^b
MK	70.28±0.32 ^c	5.17±0.16 ^a	20.42±0.49 ^a
PSPKT	94.98±0.26 ^a	-1.67±0.06 ^d	11.02±0.06 ^c

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. PK:Pirinç kepeği MK: Mısıır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çalışmada kullanılan buğday unu, PK, MK ve PSPKT’a ait bazı kimyasal analiz sonuçları (nem, kül, protein, yağ, selüloz ve fitik asit içeriği) Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Bileşenler nem içeriği bakımından incelendiğinde değerler %7.80 ve 9.13 arasında olup en yüksek nem miktarı PSPKT’de elde edilmiş, diğer bileşenlerin nem miktarları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Bileşenlerin kül içerikleri karşılaştırıldığında ise katkıların buğday ununa (%0.69) göre önemli miktarda kül içerdikleri ve bu değerlerin PSPKT’de %8.99, PK’de %8.89 ve MK’de %1.57 olduğu belirlenmiştir.

Buğday unu ve ikame katkıların protein analizi sonuçları incelendiğinde PSPKT'nin belirgin bir farkla (%32.39) diğerlerinden daha yüksek bir değere sahip olduğu görülmüştür. PSPKT'yi %13.03 ile PK, %10.19 ile buğday unu ve %5.73 ile MK takip etmiştir. Literatürde %35'lik peyniraltı suyu protein konsantrilerinin yaklaşık %7.0 oranında kül içerdiği ve protein içeriklerinin ise %33.80-34.36 olduğu belirtilmiştir (Dairy Export Council, 2009; Vieira da Silva ve ark., 2015).

Çizelge 4.2. Tarhana üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları¹

Bileşen	Nem (%)	Kül (%)	Protein ² (%)	Yağ (%)	Selüloz (%)	Fitik asit (mg/100g)
Buğday unu	7.87±0.17 ^b	0.69±0.00 ^d	10.19±0.05 ^c	0.77±0.35 ^c	0.39±0.05 ^c	416.80±5.66 ^c
PK	7.80±0.47 ^b	8.89±3.81 ^b	13.03±0.40 ^b	10.57±1.18 ^a	1.87±0.13 ^b	3114.28±14.85 ^a
MK	8.16±0.34 ^{ab}	1.57±0.04 ^c	5.73±0.55 ^d	4.65±0.60 ^b	2.72±0.24 ^a	940.80±23.76 ^b
PSPKT	9.13±0.40 ^a	8.99±0.02 ^a	32.39±0.93 ^a	1.51±0.57 ^c	-	-

¹Kuru madde esasına göre verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir

² Buğday ununda Nx5.70 diğer bileşenlerde 6.25 PSPKT'de ise 6.38 faktörü kullanılmıştır. PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.2'de hammaddelerin içerdiği bileşenlerden yağ içerikleri incelendiğinde sonuçlar %0.77 ve 10.57 arasında değişmiştir. En yüksek yağ içeriği PK ile elde edilirken MK %4.65 ile PK'yi izlemiştir. PSPKT'nin yağ içeriği %1.51 ve buğday ununun yağ içeriği %0.77 iken bu değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Amisshah ve ark. (2003), 16 farklı pirinç varyetesinin kepek kompozisyonlarını inceledikleri çalışmada örneklerin nem içeriğinin %7.15-13.03, ham yağ içeriğinin %13.43-19.85, ham protein içeriğinin %11.53-15.35 ve kül içeriklerinin %8.47-22.18 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Bileşenlerin selüloz miktarlarına bakıldığında PSPKT'de selüloz içeriği tespit edilememiş ve yüksek selüloz miktarları kepek örneklerinde elde edilmiştir. En yüksek değer olarak MK %2.72 selüloz içerirken bunu takip eden PK örneği %1.87 oranında selüloz içermektedir. Buğday unu ise %0.39 ile en düşük selüloz içeriğine sahiptir. Sosulski ve Wu (1988) yüksek lif içerikli ekmek üretiminde kullandıkları MK'nın ham lif, protein, ham yağ ve kül içeriğini sırasıyla %18.3, %4.7, %1.9 ve %0.42 olarak belirtmişlerdir. Rose ve ark. (2010), MK'nın protein miktarını %5-11.5, yağ miktarını %1.3-1.9, kül miktarını %0.6-1.0 ve çözülebilir lif içeriğini %0.2-2.6 olarak bildirmişlerdir.

Fitik asit, tanenin kepek kısmında yoğun olarak bulunmakta ve bazı mineral maddeleri bağlayarak çözünmeyen kompleksler oluşturan doğal antibesinsel bir madde olarak kabul edilmektedir. Ayrıca proteinlerle de interaksiyona girerek proteolitik

enzimlerce parçalanmayan protein-fitat kompleksleri oluşturmak suretiyle bunların vücuda yararışlılığını ortadan kaldırdığı ifade edilmektedir (Özkaya ve ark., 2013). Hammaddelerden buğday unu, PK, MK ve PSPKT'nin fitik asit içeriklerine bakıldığında değerler 416.80-3114.28 mg/100g arasında değişmiş ve en yüksek değer PK'de görülmüştür. MK'nın fitik asit miktarı 940.80 mg/100g iken PSPKT'de fitik asit içeriği tespit edilememiştir. Garcia-Esteva ve ark. (1999), bazı tahıllardaki fitik asit içeriklerini tespit etmeye çalışmışlar ve buğday unundaki fitik asit miktarını 404 mg/100g, pirinç kepeğindeki fitik asit miktarını ise 5771 mg/100g olarak belirlemişlerdir. Ravindran ve ark. (1994) ise farklı gıdalardaki fitat fosforu içeriğini belirledikleri çalışmalarında PK fitik asit içeriğini 3650 mg/100g olarak bildirilmiştir.

Buğday unu, PK, MK ve PSPKT'ye ait toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivite değerleri, pH ve titrasyon asitliği sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Tarhana üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları¹

Bileşen	Toplam fenolik madde (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	pH	Titrasyon asitliği ²
Buğday unu	51.00±4.56 ^c	15.36±3.50 ^d	5.87±0.00 ^c	2.88±0.04 ^d
PK	304.78±2.36 ^a	91.69±1.75 ^a	5.98±0.01 ^b	10.63±0.11 ^b
MK	105.89±2.67 ^b	84.09±0.99 ^b	5.42±0.01 ^d	7.28±0.32 ^c
PSPKT	43.56±0.31 ^c	25.35±0.12 ^c	6.74±0.00 ^a	11.98±0.11 ^a

¹ Kuru madde esasına göre verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir

² %67'lik etil alkole geçen asitlik değeri PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre PK'nın toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerinin diğer bileşenlerin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerlerine göre önemli derecede ($p<0.05$) yüksek olduğu görülmüştür. PK'nın toplam fenolik madde içeriği 304.78 mg/100g ve antioksidan aktivite değeri %91.69 olarak tespit edilmiştir. Bu analiz sonuçlarında PK'yı MK (105.89 mg/100g - %84.09) izlerken buğday unu ve PSPKT'nin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerleri kepek örneklerine göre düşük çıkmıştır. Arab ve ark. (2011), farklı solventler kullandıkları çalışmalarında metanol ile yapılan analizde iki farklı PK'nın toplam fenolik madde içeriğini 201-313 mg/100g olarak bulmuşlardır.

Bileşenlerin pH değerleri 5.42 ve 6.74 arasında değişmiş ve titrasyon asitliği değerleri 2.88 ve 11.98 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek pH ve titrasyon asitliği değerleri PSPKT'ye aitken en düşük pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla MK ve buğday ununda görülmüştür.

Tarhanaların üretiminde kullanılan buğday unu, PK, MK ve PSPKT'a ait mineral madde değerleri Çizelge 4.4 (Ca, Mg, Mn, Zn) ve Çizelge 4.5'de (P, K, Na, Fe) verilmiştir.

Bileşenler içerisinde Ca içeriği bakımından en yüksek değer 458.32 mg/100g ile PSPKT'de edilmiştir ve bu değer buğday unu Ca içeriğinin yaklaşık 22.17 katına eşdeğerdir. Kepek katkılarının Ca içerikleri ise PSPKT'deki kadar yüksek olmasa da buğday unu Ca içeriğinden daha yüksek bulunmuştur. Vieira da Silva ve ark. (2015), ticari süt proteinlerinin mineral ve amino asit profillerini inceledikleri çalışmada WPC35 isimli ürünün 837.7 mg/100g Ca, 0.41 mg/100g Fe, 1402.3 mg/100g K, 112.8 mg/100g Mg, 642.2 mg/100g Na, 675.7 mg/100g P, 0.34 mg/100g Zn içerdiğini bildirmişlerdir. Peterson ve ark. (1986), 27 farklı buğdayı öğüterek tam tane, beyaz un ve kepek bileşimlerini inceledikleri çalışmada unların ortalama mineral değerlerini Ca 21.1 mg/100g, Mg 84 mg/100g, Mn 0.58 mg/100g, Zn 0.66 mg/100g, P 86 mg/100g, K 162 mg/100g, Fe 1.03 mg/100g olarak belirtmişlerdir.

Çizelge 4.4. Tarhana üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait mineral madde (mg/100g) miktarları¹

Bileşen	Ca	Mg	Mn	Zn
Buğday unu	20.67±1.11 ^d	52.16±0.39 ^d	0.53±0.01 ^b	0.63±0.30 ^{bc}
PK	66.91±2.97 ^b	247.28±5.42 ^a	7.71±1.73 ^a	3.19±0.85 ^a
MK	49.64±1.54 ^c	101.63±5.32 ^b	1.26±0.51 ^b	1.76±0.17 ^b
PSPKT	458.32±7.54 ^a	89.42±2.79 ^c	0.04±0.00 ^b	0.32±0.21 ^c

¹Kuru madde esasına göre verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir
PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Mg, Mn ve Zn miktarları en fazla PK'de bulunmuş olup sırasıyla 247.28 mg/100g 7.71 mg/100g ve 3.19 mg/100g'dır. Mg ve Zn miktarlarına bakıldığında PK'yi MK takip etmiş ancak Mn miktarına bakıldığında ise PK dışındaki bileşenlerin Mn içerikleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Abdul-Hamid ve ark. (2007), 4 farklı PK fraksiyonunu inceledikleri bir çalışmada fraksiyonların Mg, Fe, Ca, Zn, P, Na, K, Mn içeriklerinin sırasıyla 105.6-433.9 mg/100g, 0.4-1 mg/100g, 6.7-15 mg/100g, 1-5.6 mg/100g, 0-1633.2 mg/100g, 3-8.5 mg/100g, 773.7-1545.4 mg/100g ve 4.1-8.5 mg/100g arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Sotelo ve ark. (1990) ise 12 farklı PK'nin ortalama Fe içeriğini 7.8 mg/100g, Zn içeriğini 9.4 mg/100g, Na içeriğini 21 mg/100g, K içeriğini 1149 mg/100g ve Ca içeriğini 40.6 mg/100g bulmuşlardır.

Çizelge 4.5. Tarhana üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait mineral madde (mg/100g) miktarları¹

Bileşen	P	K	Na	Fe
Buğday unu	170.02±3.33 ^d	145.83±4.78 ^d	2.7±0.25 ^b	1.15±0.37 ^c
PK	1371.72±22.18 ^a	443.16±5.25 ^c	17.26±2.13 ^b	1.93±0.07 ^b
MK	413.47±9.13 ^c	492.72±6.08 ^b	9.82±0.58 ^b	2.77±0.19 ^a
PSPKT	587.27±11.09 ^b	1105.81±19.19 ^a	543.20±13.63 ^a	0.78±0.04 ^c

¹Kuru madde esasına göre verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.5 incelendiğinde en yüksek P içeriği (1371.72 mg/100 g) PK'da elde edilmiştir. PSPKT'nin K ve Na içerikleri ise diğer bileşenlere göre oldukça yüksek görülmüştür. K miktarları 145.83 mg/100 g ile 1105.81 mg/100 g arasında değişim göstermiş, en düşük değer buğday ununda elde edilmiştir. Buğday unu, PK ve MK'ya ait Na miktarlarında ise istatistiki olarak farklılık görülmemiştir. Fe içeriğine bakıldığında MK örneğinde 2.77 mg/100 g, PK örneğinde 1.93 mg/100 g ve buğday unu ile PSPKT örneklerinde sırasıyla 1.15 mg/100 g ile 0.78 mg/100 g değerleri elde edilmiştir. Literatürde MK mineral bileşimi; Ca; 30 mg/100 g, Mg; 260 mg/100 g, Mn; 1.61 mg/100 g, P; 190 mg/100 g ve K; 730 mg/100 g olarak bildirilmiştir (Pomeranz, 1987). de Oliveira ve ark. (2014) ise MK mineral kompozisyonunu Ca; 31.27 mg/100 g, Fe; 2.73 mg/100 g, Mn; 1.67 mg/100 g, P; 170 mg/100 g, Zn; 2.49 mg/100 g ve K; 5180 mg/100 g olarak ifade etmişlerdir.

4.2. Tarhana Örnekleri Analiz Sonuçları ve Tartışma

4.2.1. Fiziksel özelliklere ait sonuçlar ve tartışma

4.2.1.1. Renk değerleri

4.2.1.1.1. L^* değeri

Araştırmada kullanılan tarhana örneklerinin ortalama L^* değeri 72.05 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Varyans analizi sonuçlarına göre, tarhana örneklerinin L^* değeri üzerinde kepek çeşidi ve PSPKT faktörleri $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken kepek ilave oranı faktörü ve “*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*” interaksyonu $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Varyans analiz sonuçlarına göre önemli olan sonuçlara uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma testinde PK ilaveli tarhanaların L^* değerleriyle karşılaştırıldığında formülasyonda MK kullanımı tarhanaların L^* değerini azaltmıştır. L^* değeri gıdaların parlaklığı hakkında bilgi veren bir değerdir. Bu değer genellikle kepek ilave edilen ürünlerde düşüş gösterir ve tüketici beğenisini olumsuz etkiler. Ancak diğer kepek örneklerine nazaran yüksek oranda yağ içeren PK ilaveli tarhanalarda parlaklık değerleri artış göstermiştir. PK ve MK ilaveli tarhanaların L^* değerleri sırasıyla 76.12 ve 68.00 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.8). Hançer (2010), yaptığı çalışmada tarhana örneklerine bulgur kepeği, şeker pancarı lifi, biracılık artığı besinsel lifini ilave etmiş ve zenginleştirilen tarhanaların L^* değerlerini sırasıyla ortalama 79.22, 79.14 ve 78.54 bulmuşlardır.

Kepek ilave edilen tarhana örneklerinde kepek ilavesiz tarhana örneklerine göre L^* değerinde artış gözlenmiştir. Özkaya ve ark. (2017), buğday ve pirinç kepeği ilave ettikleri ekmeç çalışmasında her iki kepekte de artan oranlarla birlikte L değerinin azaldığını bildirmişlerdir. Arshad ve ark. (2011) ise arpa lifi olarak elde ettikleri β glukani %0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 oranlarında meşrubat ürünlerinde kullanmışlar ve L^* değerinin lif artışıyla artış gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Tarhana örneklerinde PSPKT kullanımı L^* değerini artırmıştır. PSPKT ilavesiz tarhanaların L^* değeri 70.39 iken istatistiki olarak aralarındaki fark önemsiz olan %5 ve 10 PSPKT ilaveli tarhanaların L^* değerleri sırasıyla 72.48 ve 73.31 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.8). Ertaş ve ark. (2009) yoğurt yerine peyniraltı suyu konsantresini belli

oranlarda kullanarak tarhana üretimi gerçekleştirdikleri çalışmada peyniraltı suyu konsantrisi oranları arttıkça L^* değerinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Böylece tarhanaların daha parlak hale geldiği ve ortalama L^* değerinin 74.79 olduğu ifade edilmiştir.

Çizelge 4.6. Tarhana örneklerine ait renk değerleri ve viskozite ölçüm değerleri ortalamaları

Kepek çeşidi	Kepek ilave oranı (%)	PSPKT oranı (%)	L^*	a^*	b^*	Viskozite (mPas)	
PK	0	0	72.20±0.87	4.32±1.68	26.77±0.65	775.00±14.14	
	0	5	72.90±1.50	4.66±1.77	26.97±0.51	680.00±49.50	
	0	10	74.04±1.61	5.38±1.67	27.83±0.02	710.00±22.63	
	5	0	73.47±5.77	2.43±1.16	23.34±1.95	526.00±67.88	
	5	5	75.76±5.24	2.42±1.49	24.04±2.25	481.00±41.01	
	5	10	76.05±5.85	2.66±1.81	24.15±2.32	546.00±31.11	
	10	0	77.66±0.65	1.95±0.08	22.11±0.28	449.00±12.73	
	10	5	78.74±0.61	1.60±0.14	21.40±0.42	399.00±24.04	
	10	10	78.33±1.03	1.83±0.22	22.10±0.32	470.00±19.80	
	15	0	77.25±0.52	1.80±0.17	20.95±0.18	468.00±31.11	
	15	5	78.57±0.75	1.59±0.11	20.59±0.43	375.00±18.38	
	15	10	78.43±0.57	1.77±0.14	21.69±0.40	438.00±16.97	
	MK	0	0	66.55±1.85	4.22±0.48	25.98±0.26	650.00±50.91
		0	5	69.14±0.19	3.78±0.24	26.76±0.21	571.00±41.01
		0	10	69.71±0.57	3.68±0.17	26.45±0.00	616.00±22.63
5		0	65.74±0.91	4.19±0.15	25.91±0.14	500.50±12.02	
5		5	68.50±2.20	3.82±0.25	26.03±0.24	426.50±9.19	
5		10	69.13±0.80	3.62±0.20	26.60±0.39	451.00±25.46	
10		0	66.05±0.31	3.20±0.35	24.87±0.16	481.50±13.44	
10		5	68.87±1.58	3.08±0.67	25.59±0.00	402.50±31.82	
10		10	70.30±0.11	2.84±0.01	25.72±0.53	455.00±0.00	
15		0	64.20±1.53	3.37±0.05	23.90±0.18	374.00±8.49	
15		5	67.33±1.01	3.08±0.16	25.41±0.20	411.00±15.56	
15		10	70.51±0.37	2.91±0.34	25.34±0.23	401.00±21.21	

PSPKT: Peyniraltı suyu protein konsantrisi tozu PK: Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği

Şekil 4.1’de L^* değeri üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı” interaksyonu verilmiştir. Kepek ilavesi oranının %10 düzeyine kadar artmasıyla PK ilaveli örneklerde artış gözlenmiş ancak %10 ve 15 ilave oranında bu artış gerçekleşmemiş L^* değeri birbirine yakın bulunmuştur. PK ilavesiyle L^* değerinde görülen artışın özellikle PK’nın içeriğindeki yüksek yağ miktarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. MK ilaveli örneklerdeki L^* değeri ise her 3 kepek ilave oranında kepek ilavesiz örneklere yakın görülmüş önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Çizelge 4.7. Tarhana örneklerinin renk ve viskozite değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

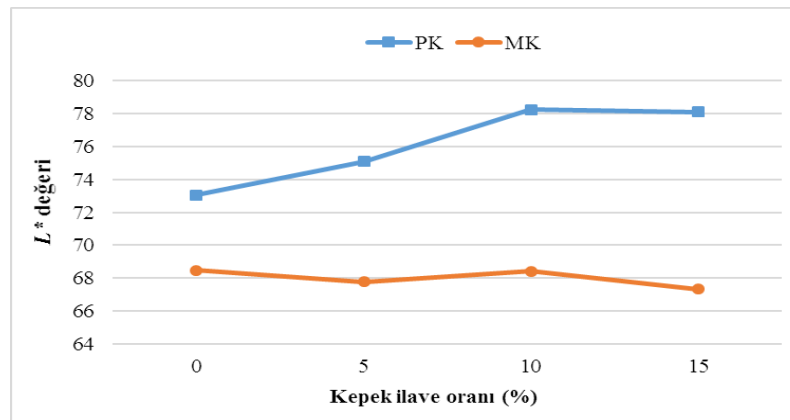
VK	SD	<i>L</i> *		<i>a</i> *		<i>b</i> *		Viskozite	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kepek çeşidi (A)	1	790.182	157.895**	7.345	10.396**	58.923	85.276**	27744.083	32.065**
Kepek ilave oranı (B)	3	16.439	3.285*	9.909	14.025**	34.179	49.466**	156632.310	181.025**
PSPKT oranı (C)	2	36.227	7.239**	0.132	0.187	2.291	3.316	15147.250	17.506**
(AxB)	3	23.028	4.601*	3.761	5.324**	13.292	19.237**	7160.305	8.275**
(AXC)	2	7.375	1.474	0.621	0.880	0.730	1.057	928.083	1.073
(BXC)	6	0.495	0.099	0.0598	0.085	0.099	0.144	874.305	1.010
(AXBXC)	6	1.237	0.247	0.099	0.140	0.372	0.539	1783.472	2.061
Hata	24	120.107		16.957		16.583		20766.000	

¹*p<0.05 seviyesinde önemli ** p<0.01 seviyesinde önemli PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.8. Tarhana örneklerinin renk ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Viskozite (mPas)
Kepek çeşidi					
PK	24	76.12±3.17 ^a	2.70±1.53 ^b	23.50±2.58 ^b	526.42±127.24 ^a
MK	24	68.00±2.13 ^b	3.48±0.51 ^a	25.71±0.79 ^a	478.33±89.66 ^b
Kepek ilave oranı (%)					
0	12	70.76±2.81 ^b	4.34±1.08 ^a	26.79±0.64 ^a	667.00±73.56 ^a
5	12	71.44±5.06 ^{ab}	3.19±1.09 ^b	25.01±1.71 ^b	488.50±50.86 ^b
10	12	73.32±5.34 ^a	2.42±0.71 ^c	23.63±1.89 ^c	442.83±36.00 ^c
15	12	72.72±5.87 ^{ab}	2.42±0.76 ^c	22.98±2.09 ^c	411.17±37.95 ^d
PSPKT oranı (%)					
0	16	70.39±5.50 ^b	3.18±1.13	24.23±2.03	528.00±124.81 ^a
5	16	72.48±4.80 ^a	3.00±1.23	24.60±2.40	468.25±104.83 ^b
10	16	73.31±4.10 ^a	3.09±1.30	24.99±2.20	510.87±103.00 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Şekil 4.1. Tarhana örneklerinde *L** değeri üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

4.2.1.1.2. a^* değeri

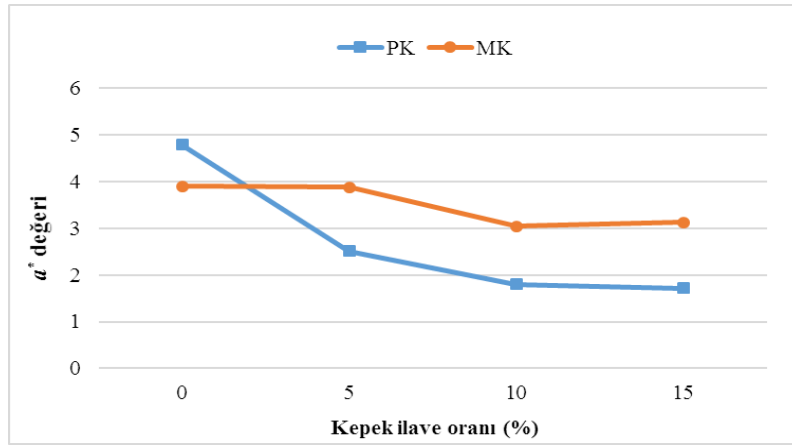
Tarhana örneklerine ait a^* değerleri Çizelge 4.6'da verilmiş olup, örneklerin a^* değeri 1.59 ile 5.38 arasında değişmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre a^* değeri üzerinde kepek çeşidi ve kepek ilave oranı faktörleri ile “*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*” interaksiyonu istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Duncan testi sonuçlarına göre MK ilaveli tarhanaların a^* değerleri formülasyonda PK kullanılan tarhanaların a^* değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. PK ve MK ilaveli tarhanaların a^* değerleri sırasıyla 2.70 ve 3.48 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.8). Kepek çeşidine bağlı oluşan bu fark hammaddelerden MK'nın a^* değerinin PK'nın a^* değerinden yüksek (Çizelge 4.1) olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.8 incelendiğinde tarhana örneklerinin a^* değeri, tarhana formülasyonunda artan kepek ilave oranı ile azalma göstermiştir. Kepek ilavesiz örneklerde ortalama a^* değeri 4.34 iken, diğer örneklerde %5 kepek ilavesi 3.19, %10 ve %15 kepek ilavesi 2.42 değerini göstermiştir. Ev yapımı ve ticari tarhanaların bazı özelliklerinin incelendiği bir çalışmada toplanan örneklerin a^* değerleri 4.36 ile 14.88 arasında bulunmuştur (Gulbandilar ve ark., 2014).

PSPKT'nin %0, 5, 10 oranlarında kullanımı ile 3.18, 3.00 ve 3.09 a^* değerleri elde edilmiştir. Tarhanalarda PSPKT kullanılması örneklerin a^* değeri üzerinde belirgin bir etki göstermemiş ve istatistiki olarak bir fark oluşturmamıştır (Çizelge 4.8). Bazı çalışmalarda ise sütçülük yan ürünlerinin kullanımı ile a^* değerinin azaldığı bildirilmiştir (Ertaş ve ark., 2009; Aktaş, 2012).

Tarhana örneklerinde a^* değeri üzerine ($p<0.01$) etkili “*kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı*” interaksiyonu Şekil 4.2'de verilmiştir. Buna göre örneklerde MK kullanılması daha yüksek a^* değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur. Başlangıçta daha yüksek a^* değerlerine sahip kepek ilavesiz örnekler özellikle PK ilavesiyle düşüş göstermiştir. Diğer yandan her iki kepek çeşidi ilaveli örneklerin a^* değerlerinde kepek ilave oranının artış göstermesiyle bir azalma söz konusudur. Ancak %10 ve %15 oranları için birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Örneklerdeki nem içeriğinin kepek ilave oranı artışına paralel olarak artması, tarhana örneklerinin renk değerlerini etkileyerek, özellikle a^* değerinde değişime neden olan bileşenlerde oransal olarak azalmaya sebep olabilir (Ramezanzadeh ve ark., 2000).



Şekil 4.2. Tarhana örneklerinde a^* değeri üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı” interaksiyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

4.2.1.1.3. b^* değeri

Tarhana örneklerine ait ortalama b^* değeri 24.60 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Bayrakçı ve Bilgiçli (2015) yaptıkları tarhana çalışmasında bu çalışmada kullanılan formülasyonla örnekleri üretmişler ve kontrol grubu örneğin b^* değerinin 27.31 olduğunu bildirmişlerdir. Renk değerlerine ait varyans analizi sonuçlarına göre, b^* değeri üzerinde kepek çeşidi ve kepek oranı faktörleri $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksiyonu da istatistiki olarak aynı düzeyde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

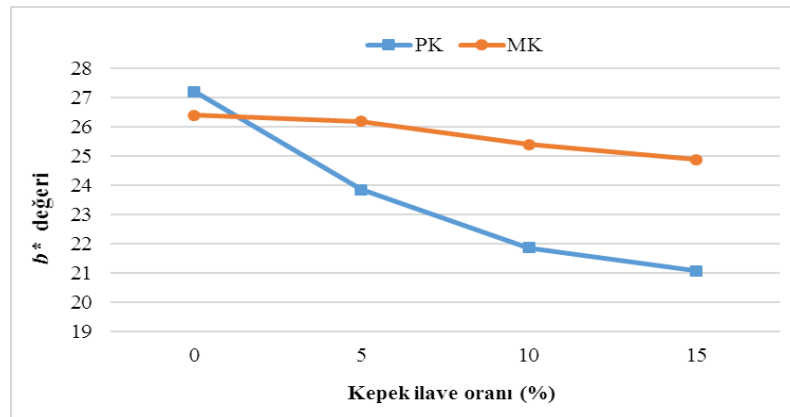
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, yüksek b^* değeri MK ilaveli tarhanalarda gözlenirken (25.71), düşük b^* değeri ise PK ilaveli tarhanalarda (23.50) tespit edilmiştir. Örneklerin b^* değerinde gözlenen bu fark a^* değerinde olduğu gibi MK'nın daha yüksek b^* değerine sahip olması (Çizelge 4.1) nedeniyle oluşabilir. Sosulski ve Wu (1988) yüksek lifli ekmeğin üretmek amacıyla mısır kepeği kullandıkları çalışmada örneklerin b değerinin 18.2-21.7 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Tarhana örneklerinde kepek ikame oranı yükseldikçe b^* değerinde a^* değerindeki düşüş eğilimine benzer bir eğilim gözlenmiştir. Kepek ilavesiz örneklerin ortalama b^* değeri 26.79 iken %5 ikame oranı ile bu değer 25.01 olarak belirlenmiştir. %10 ve %15 ikame oranları kullanılan örneklerin b^* değerleri (sırasıyla 23.63, 22.98) istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Bilgiçli ve ark. (2006), buğday kepeği ve rüşeymi ile zenginleştirdikleri tarhanaların b değerinin buğday kepeği ilavesi artışıyla azaldığını

rapor etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise tarhana formülasyonuna 2 farklı oranda buğday kepeği dahil edilmiş ve kepek ilavesinin buğday unundaki sarı renkten sorumlu pigmentlerin oranını azaltmasına bağlı olarak b değerini düşürdüğü rapor edilmiştir (Çelik ve ark., 2010).

PSPKT ilavesiz tarhana örneklerinde b^* değeri 24.23 iken %10 PSPKT ilaveli tarhana örneklerinde bu değer 24.99 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.8). Ancak görülen fark istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Prabhasankar ve ark. (2007), %65 protein oranına sahip peyniraltı suyu protein konsantresini %5, 7.5 ve 10 oranında ilave ettikleri şehriye örneklerinde peyniraltı suyu protein konsantresi oranının artmasıyla L değerinin artarken, b değerinin azaldığını belirtmişlerdir.

Varyans analiz sonuçlarına göre $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunan, b^* değeri üzerine etkili “*kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı*” interaksyonu Şekil 4.3’de verilmiştir. Tarhana örneklerinde kullanılan kepekler karşılaştırıldığında MK kullanımına göre PK kullanımıyla daha düşük b^* değerleri elde edilmiştir. Kepek ilave oranındaki artışla PK’lı örneklerin b^* değerinde sert bir düşüş gözlenirken MK’lı örneklerde bu düşüş daha yavaştır. PK ilaveli örneklerde %0 ve 5 ikame oranlarında b^* değerleri arasındaki fark artarken MK ilaveli örneklerde %0 ve 5 ikame oranlarında b^* değerleri birbirine daha yakın bulunmuştur.



Şekil 4.3. Tarhana örneklerinde b^* değeri üzerine etkili “*kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı*” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

4.2.1.2. Viskozite sonuçları

Viskozite ölçümleri çorba haline getirilen tarhana örneklerinde yapılmıştır. Örneklere ait ortalama viskozite değeri 502.37 mPas olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Örneklere uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre ise her üç faktör de (kepek çeşidi, kepek ilave oranı ve PSPKT oranı) viskozite değeri üzerinde istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ayrıca *kepek çeşidi x kepek ilave oranı*'' interaksyonu da $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

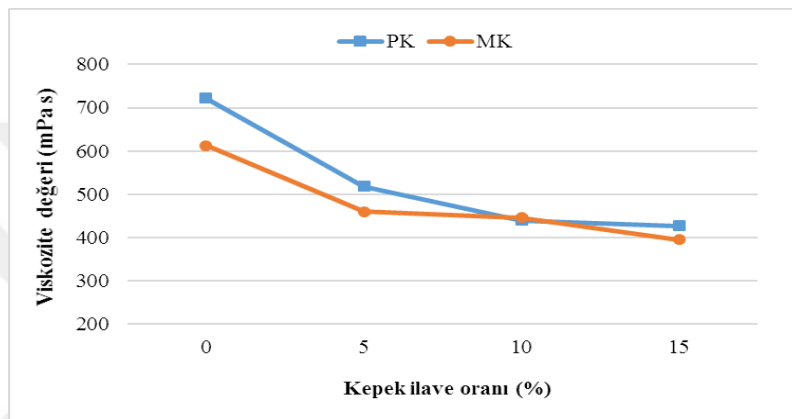
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, PK ilaveli tarhanaların viskozite değerleri daha yüksek gözlenirken (526.42 mPas), MK ilaveli tarhanaların viskozite değerleri ortalaması 478.33 mPas olarak tespit edilmiştir. Yapılan diğer analizlerde MK ilaveli tarhanalarda fermentasyon aktivitesi daha yüksek gözlenmiştir (Çizelge 4.38). Ortamda bulunan bazı bakterilerin ürettikleri amilaz enzimleriyle nişastayı parçalamış olabileceği (Güven, 2011) ve böylece viskoz yapının artışının bir nebze engellenebileceği düşünülmüştür.

Tarhana örneklerinde kepek ikame oranı yükseldikçe, viskozite değerinde de düşüş gözlenmiştir. Kepek ilavesiz örneklerin ortalama viskozite değeri 667.00 mPas iken %15 ikame oranı ile bu değer 411.17 mPas olarak belirlenmiştir. %5 ve 10 kepek ikame oranları kullanılan örneklerin viskozite değerleri ortalamaları ise sırasıyla 488.50 ve 442.83 mPas'dir. Bilgiçli ve ark. (2006) tarhana üretiminde %10, 25 ve 50 oranında buğday rüşeymi ve buğday kepeği kullandıkları çalışmada kontrol örneğin viskozite değerini 600cP olarak belirtilirken %10, 25 ve 50 oranında buğday kepeği ilaveli örneklerin viskozite değerlerinin sırasıyla 450 cP, 200 cP ve 150 cP olduğunu ifade etmişlerdir. Kepek ilavesiyle birlikte görülen viskozite sonuçlarındaki bu düşüşün viskoziteden başlıca sorumlu bileşen nişastanın kepek katkı oranının artmasına bağlı olarak miktarındaki azalma nedeniyle olduğunu belirtmişlerdir.

Tarhana örneklerinde PSPKT kullanım oranı %5 iken en düşük viskozite değerleri ortalaması 468.25 mPas olarak kaydedilmiş, PSPKT ilavesiz ve %10 PSPKT ilaveli örneklerin ortalama viskozite değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.8). Ertaş ve ark. (2009) tarhana üretiminde yoğurda ikame olarak %61.19 kuru madde içeren peyniraltı suyu konsantresini %12.5, 25 ve 50 oranında kullanmışlar ve viskozite sonuçlarının %25 peyniraltı suyu konsantresi ilave oranı hariç diğer oranlarda düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çelik ve ark. (2010) ise tarhana örneklerinin akış davranış indeks değerlerinin 0.45-0.65 aralığında olduğu belirtilmiş ve tarhana çorbalarının çalışılan sıcaklıklarda psödoplastik davranış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Çalışmada kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında, buğday kepeği ilave edilmiş tarhanaların akış davranış indeksleri daha düşük bulunmuştur.

Varyans analiz sonuçlarına göre $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunan, viskozite değeri üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu Şekil 4.4’de verilmiştir. Kepek çeşitleri incelendiğinde PK ve MK ilaveli örnekler her kepek ilave oranında birbirine yakın sonuçlar vermiş ancak PK ilaveli örneklerin biraz daha yüksek viskozite değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Kepek ilave oranının artmasıyla viskozite değerleri düşüş göstermiştir. Kepek ilavesiz örneklerin viskozite değerleri en yüksek viskozite değerlerine sahipken %5, 10 ve 15 ilave oranları her iki kepek çeşidi için de birbirine yakın olan daha düşük sonuçlar vermiştir.



Şekil 4.4. Tarhana örneklerinde viskozite değeri üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

4.2.2. Fonksiyonel özelliklere ait sonuçlar ve tartışma

4.2.2.1. Su absorpsiyonu değerlerine ait sonuçlar

Bir ürünün fonksiyonel özellikleri tüketici kabul edilebilirliği ve proses dizaynı açısından önemlidir. Tarhanada; kullanılan malzemeler, kurutma yöntemi, fermentasyon ve depolama gibi faktörler ürünün fonksiyonel özelliklerini etkiler (Bilgiçli ve ark., 2014). Tarhanadaki su absorpsiyonu mevcut nişasta ve proteinlerin yapısal farklılıklarından etkilenir (Hayta ve ark., 2002). Muir ve ark. (2000) tarhana benzeri bir ürün olan kishk’in mikroyapısını inceledikleri çalışmada su absorpsiyon kapasitesinin nişasta granüllerinin boyut ve şekliyle ve protein kümelerindeki dağılımdan etkilendiğini bildirmişlerdir.

Üretilen tarhana örneklerinin ortalama su absorpsiyon değeri 0.70 ml/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Varyans analizi sonuçlarına göre, tarhana örneklerinin su

absorbsiyonu üzerinde kepek çeşitleri, kepek ilave oranı ve PSPKT oranı faktörleri ile “*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*” interaksiyonu istatistik olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre PK ve MK ilaveli tarhanaların su absorpsiyonu değerleri karşılaştırıldığında formülasyonda PK kullanımının su absorpsiyonu değerlerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. MK ilaveli örneklerin su absorpsiyon değerleri ortalaması 0.65 ml/g iken PK ilaveli örneklerin su absorpsiyon değerleri ortalaması 0.75 ml/g olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.11). Fadaei ve Salehifar (2012) beş farklı lif kaynağının fonksiyonel özelliklerini belirledikleri çalışmada buğday ve pirinç kepeğinin su bağlama kapasitelerinin sırasıyla 4 ml/g ve 8 ml/g olduğunu bildirmişlerdir.

Tarhana örneklerinde kepek ikame oranı yükseldikçe su absorpsiyon değerlerinde düzenli bir artış gözlenmiştir. Kepek ilavesiz örneklerin su absorpsiyon değerleri ortalaması 0.58 ml/g iken %15 kepek ilaveli örneklerin su absorpsiyon değerleri ortalaması 0.84 ml/g olarak belirlenmiş, %44.8 oranında artış göstermiştir. Song ve ark. (2013) noodle örneklerine farklı buğday kepeklerini %2, 4 ve 6 oranlarında eklemişler ve kepek ilavesiz kontrol örnekle kıyaslamışlardır. Artan kepek oranlarının örneklerdeki su absorpsiyonunu artırdığını ve bunun kepeklerde rafine unlara göre fazla miktarda bulunan hidroksil gruplarının daha fazla su ile etkileşime girdiğinden dolayı gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.

Tarhana örneklerinde %0 ve 5 PSPKT kullanım oranları örneklerde aynı ortalama değeri göstermiştir. %10 PSPKT ilavesi ise su absorpsiyonunu düşürmüştür. PSPKT ilavesiz ve %5 PSPKT ilaveli tarhanaların su absorpsiyon değeri 0.75 ml/g iken ve %10 PSPKT ilaveli tarhanaların su absorpsiyon değeri ortalama 0.61 ml/g olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.11). Gallagher ve ark. (2005), çalışmalarında bisküvi kalitesi üzerine peyniraltı suyu protein konsantrisi ve sodyum kazeinatın etkilerini incelemişlerdir. %5 ve 10 peyniraltı suyu protein konsantrisi ile bisküvilerin nem miktarının arttığını ancak %15 oranında ilavenin örneğin nem miktarını düşürerek kontrole yakın değerler verdiği görülmüştür. Aynı durum örneklerdeki su aktivitesi sonuçlarında da izlenmiştir. Bu durum katkıların una göre farklı su absorblama eğilimine bağlanmıştır. Indrani ve ark. (2007) %65 protein içeren peyniraltı suyu protein konsantrisini %0, 5, 10 ve 15 oranlarında pide üretiminde kullanmışlar ve farinograf denemelerinde peyniraltı suyu protein konsantrisi katkısıyla su absorpsiyon oranının azaldığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.9. Tarhana örneklerine ait su ve yağ absorpsiyonu ile fermentasyon kaybı değerleri ortalamaları

Kepek çeşidi	Kepek ilave oranı (%)	PSPKT oranı (%)	Su absorpsiyonu (ml/g)	Yağ absorpsiyonu (ml/g)	Fermentasyon kaybı (%)	
PK	0	0	0.58±0.05	0.63±0.00	11.73±1.44	
	0	5	0.54±0.02	0.62±0.02	12.49±1.08	
	0	10	0.58±0.06	0.52±0.02	11.01±3.03	
	5	0	0.87±0.07	0.65±0.03	10.57±1.95	
	5	5	0.87±0.14	0.64±0.02	10.81±1.98	
	5	10	0.57±0.03	0.53±0.02	10.99±0.31	
	10	0	0.78±0.08	0.71±0.01	7.67±0.19	
	10	5	0.87±0.11	0.70±0.02	8.99±2.02	
	10	10	0.68±0.05	0.57±0.04	9.89±0.71	
	15	0	1.01±0.15	0.70±0.02	8.75±0.34	
	15	5	1.04±0.09	0.69±0.02	7.88±1.32	
	15	10	0.72±0.11	0.57±0.04	9.65±0.28	
	MK	0	0	0.63±0.03	0.51±0.01	12.59±1.57
		0	5	0.60±0.09	0.49±0.11	11.12±0.14
		0	10	0.58±0.02	0.44±0.05	13.67±1.25
5		0	0.62±0.02	0.50±0.15	10.70±0.33	
5		5	0.57±0.13	0.50±0.05	14.74±1.15	
5		10	0.48±0.08	0.44±0.06	14.13±0.65	
10		0	0.78±0.05	0.57±0.04	9.39±0.36	
10		5	0.73±0.01	0.58±0.06	11.89±1.14	
10		10	0.58±0.06	0.50±0.01	11.21±0.03	
15		0	0.78±0.02	0.59±0.02	10.71±0.67	
15		5	0.77±0.11	0.58±0.09	12.04±0.62	
15		10	0.78±0.07	0.52±0.04	12.28±0.14	

PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği

Çizelge 4.10. Tarhana örneklerinin su ve yağ absorpsiyonu ile fermentasyon kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Su absorpsiyonu		Yağ absorpsiyonu		Fermentasyon kaybı	
		KO	F	KO	F	KO	F
Kepek çeşidi (A)	1	0.122	19.145**	0.138	44.979**	48.059	32.744**
Kepek ilave oranı (B)	3	0.151	23.815**	0.020	6.665**	16.579	11.296**
PSPKT oranı (C)	2	0.095	15.009**	0.047	15.324**	7.695	5.243*
(AxB)	3	0.036	5.777**	0.0006	0.191	2.638	1.798
(AXC)	2	0.016	2.502	0.004	1.432	2.087	1.422
(BXC)	6	0.010	1.600	0.0001	0.040	1.679	1.144
(AXBXC)	6	0.011	1.787	0.000	0.014	2.651	1.807
Hata	24	0.152		0.074		35.225	

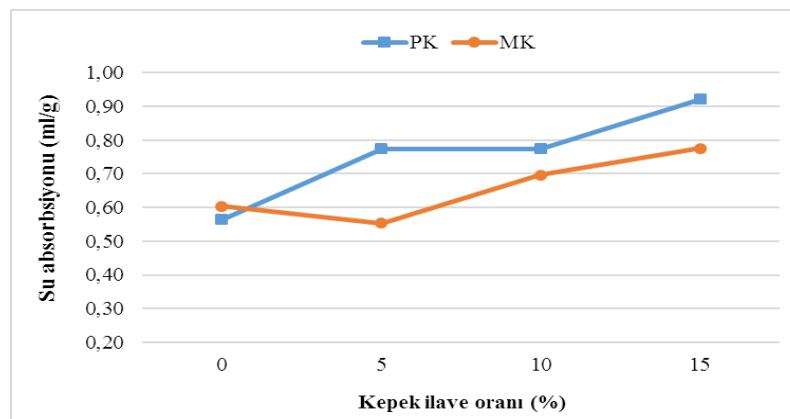
¹ *p<0.05 seviyesinde önemli ** p<0.01 seviyesinde önemli PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.11. Tarhana örneklerinin su ve yağ absorpsiyonu ile fermentasyon kaybı değerleri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Su absorpsiyonu (ml/g)	Yağ absorpsiyonu (ml/g)	Fermentasyon kaybı (%)
<i>Kepek çeşidi</i>				
PK	24	0.75±0.18 ^a	0.63±0.07 ^a	10.04±1.82 ^b
MK	24	0.65±0.11 ^b	0.52±0.07 ^b	12.04±1.64 ^a
<i>Kepek ilave oranı (%)</i>				
0	12	0.58±0.04 ^d	0.53±0.08 ^b	12.10±1.56 ^a
5	12	0.66±0.17 ^c	0.54±0.09 ^b	11.99±2.04 ^a
10	12	0.73±0.10 ^b	0.61±0.08 ^a	9.84±1.63 ^b
15	12	0.84±0.15 ^a	0.61±0.07 ^a	10.22±1.76 ^b
<i>PSPKT oranı (%)</i>				
0	16	0.75±0.14 ^a	0.61±0.08 ^a	10.26±1.73 ^b
5	16	0.75±0.17 ^a	0.60±0.09 ^a	11.24±2.26 ^a
10	16	0.61±0.10 ^b	0.51±0.05 ^b	11.60±1.81 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Varyans analiz sonuçlarına göre $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunan, su absorpsiyonu değeri üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı” interaksyonu Şekil 4.5’de verilmiştir. Tarhana örneklerinde kullanılan kepekler karşılaştırıldığında MK kullanımına göre PK kullanımıyla daha yüksek su absorpsiyonu değerleri elde edilmiştir. %0’dan %5 oranına geçildiğinde PK’lı örneklerin su absorpsiyonu artmış ancak MK’lı örneklerin su absorpsiyonu hafif bir düşüş sergilemiştir. %5’ten %10 oranına geçildiğinde PK’lı örneklerin su absorpsiyonu değişmezken MK’lı örneklerin sonuçlarında artış görülmüştür. %10’dan %15 oranına geçildiğinde ise her iki kepek ilavesi için örneklerin su absorpsiyonu değerleri artış göstermiştir.



Şekil 4.5. Tarhana örneklerinde su absorpsiyonu değeri üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

Sosulski ve Wu (1988) tarafından yapılan çalışmada diğer lif kaynaklarının yanısıra buğday ununa %5, %10, %15 ve %20 oranlarında mısır kepeği de ilave edilerek ekmek üretilmiştir. Mısır kepeği ilavesi ile su bağlama kapasitesi sürekli artış göstermiş ve %15 ilave oranında su bağlama kapasitesinde %209'dan %227'ye artış gerçekleşmiştir.

4.2.2.2. Yağ absorpsiyonu değerlerine ait sonuçlar

Yağ absorpsiyonu gıdaların hidrofobisite derecesi hakkında fikir verir ve duyuşal özelliklerin korunmasında ve faz ayrılmasının önlenmesinde önemlidir. Ürünün yapısı ve beğenilirliği açısından tarhanadaki yağ globüllerinin homojen dağılımının göz önünde bulundurulması gerekir (Ertaş ve ark., 2015).

Üretilen tarhana örneklerinin yağ absorpsiyon değerleri 0.44-0.71 ml/g aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Tarhana örneklerinden elde edilen analiz sonuçlarına uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre, tarhana örneklerinin yağ absorpsiyonu üzerinde faktörlerin her üçü de etki göstermiş, kepek çeşitleri, kepek ilave oranı ve PSPKT oranı $p < 0.01$ düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

İstatistiki olarak önemli bulunan sonuçlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu sonuçlara bakıldığında ise su absorpsiyon değerlerine benzer şekilde formülasyonda PK kullanımının yağ absorpsiyonu değerlerini artırdığı görülmüştür. MK ilaveli örneklerin yağ absorpsiyon değerleri ortalaması 0.52 ml/g iken PK ilaveli örneklerin yağ absorpsiyon değerleri ortalaması 0.63 ml/g olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.11). Literatürde PK'nın su bağlama kapasitesinin 8 ml/g olduğu bildirilirken yağ bağlama kapasitesinin ise 3.5 ml/g olduğu ifade edilmiştir (Gul ve ark., 2015). Başka bir kaynak ise %70'lik soya protein konsantresinin 100 gramının 110 g yağ absorbladığını belirtirken pirinç kepeğinin 100 gramının 150 g yağ absorblama kapasitesinin olduğunu ifade etmiştir (Malekian ve ark., 2000). Hu ve ark. (2009) yağsız pirinç kepeğinden elde ettikleri hemiselüloz ve diyet lif ekstraksiyonlarının özelliklerini incelemişler ve yağ bağlama kapasitelerini sırasıyla 4.96 ml/g ve 4.35 ml/g olduğunu bulmuşlardır.

Kepeklerin ikame oranlarının etkisi incelendiğinde ise tarhana örneklerinde kepek oranının artmasıyla yağ absorpsiyon sonuçlarının da artış gösterdiği görülmüştür. Ancak kepek ilavesiz örneklerle (0.53 ml/g) %5 kepek ilave örneklerin (0.54 ml/g) ve %10 kepek ilaveli örneklerle (0.61 ml/g) %15 kepek ilaveli örneklerin (0.61 ml/g) yağ absorpsiyon değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bilgiçli ve

ark. (2014) tarhanayı diyet lifleriyle zenginleştirmek adına limon, portakal ve greyfurt albedolarını %5 ve 10 oranlarında formülasyona dâhil ettikleri çalışmada örneklerin fonksiyonel özelliklerini de araştırmışlardır. Örneklerin yağ absorblama kapasitelerinin birbirinden istatistiki olarak farklı olmadığı ancak %10 portakal albedosu ile daha düşük değerler elde edildiği bildirilmiştir. Örneklerin yağ absorblama değerleri 2-2.5 g/g arasında değişim göstermiştir.

Tarhana örneklerinde PSPKT kullanımı yağ absorpsiyon değerlerini %10 oranında etkilemiş %0 ve 5 kullanım oranları arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık gözlenmemiştir. PSPKT ilavesiz ve %5 PSPKT ilaveli tarhanaların yağ absorpsiyon değeri 0.61 ml/g ve 0.60 ml/g iken %10 PSPKT ilaveli tarhanaların yağ absorpsiyon değerleri ortalama 0.51 ml/g olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.11). Yapılan bir çalışmada kontrol tarhana örneğinin yağ absorpsiyon değeri 0.76 ml/g iken yoğurda ikame olarak kullanılan %61.19 kuru maddeye sahip peyniraltı suyu konsantresi %12.5 oranında formülasyona eklenmiş ve yağ absorpsiyon değeri 0.93 ml/g olarak ölçülmüştür (Ertaş ve ark., 2015).

4.2.2.3. Fermentasyon kaybı değerlerine ait sonuçlar

Tarhana örneklerinde fermentasyon esnasında oluşan kuru maddedeki kayıplar, fermentasyon kaybı olarak ifade edilmiştir. Optimum fermentasyon tüketici kabul edilebilirliğinde fonksiyonel ve duyuşal özellikler açısından önemlidir. Laktik asit bakterileri ve mayalar tarafından fermentasyona tabi tutulan tarhanada fermentasyon kayıpları fermentasyon süresine bağlı olarak değişebilir. Uzun fermentasyon sürecinde ürünlerdeki kuru madde kayıpları %25'e kadar çıkabilir (Bilgiçli, 2009).

Üretilen tarhana örneklerinin fermentasyon kaybı değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Örneklerin fermentasyon kaybı değerleri %7.67-14.74 arasında değişmiş olup ortalama fermentasyon kaybı değeri % 11.04 olarak tespit edilmiştir. Herken ve Aydın (2015) tarhana üretiminde keçiyoynuzu unu kullandıkları çalışmada örneklerin fermentasyon kaybını fermentasyonun 1., 2., 3. ve 4. günlerinde takip etmişler ve sonuçlar arasında önemsenecek düzeyde farklılıkların görülmediğini belirtmişlerdir. Ayrıca kontrol tarhanadaki toplam kuru madde kaybının %18.6 olduğu ifade edilmiştir. Demir (2014) glutensiz tarhana çalışmasında %40, 50 ve 60 oranlarında kinoa ununun kullanılabilirliğini araştırmış ve bu tarhanalardaki fermentasyon kayıplarını belirlemiştir.

Formülasyonda artan kinoa unu fermentasyon kaybı değerlerini azaltmış ve bu değerler %16.89 ile %22.24 arasında değişim göstermiştir.

Fermentasyon kaybı değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Kepek çeşitleri ve kepek ilave oranı faktörleri istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde, PSPKT kullanım oranı ise $p < 0.05$ düzeyinde fermentasyon kaybı üzerinde etki göstermiştir.

Fermentasyon kaybı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. MK ilaveli örneklerde ortalama fermentasyon kaybı değeri %12.04 olarak belirlenirken PK ilaveli örneklerde bu değer %10.04 olarak tespit edilmiştir. Fermentasyon aktivitesi ibaresi olarak MK ilaveli örneklerde görülen yüksek mikrobiyal sayım sonuçları (Çizelge 4.38) PK ilaveli örneklere göre daha yüksek sonuçlar alınan MK ilaveli örneklerin fermentasyon kaybı değerleriyle ilişkilendirilebilir.

Kepeklerin ikame oranlarının etkisi incelendiğinde ise tarhana örneklerinde kepek oranının artmasıyla fermentasyon kaybı sonuçlarında azalma gözlenmiş; kepek ilavesiz örneklerle (% 12.10) %5 kepek ilave örneklerin (% 11.99) ve %10 kepek ilaveli örneklerle (%9.84) %15 kepek ilaveli örneklerin (%10.22) ortalama fermentasyon kaybı değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Örneklerin fermentasyon kaybı değerleri PSPKT kullanımı açısından incelendiğinde PSPKT kullanımı fermentasyon kaybı değerini artırmış ancak %5 ve 10 oranında PSPKT kullanımında istatistiki olarak bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir. %0 ve 10 PSPKT kullanımı ile fermentasyon kaybı değerlerinin sırasıyla %10.26 ve 11.60 olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.11). Ertaş ve ark. (2014), çalışmalarında lupin yoğurdu üretmişler ve bunu normal yoğurda ikame olarak tarhana formülasyonunda %0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında kullanmışlardır. Örneklerin fermentasyon kayıpları %12.31-13.11 arasında bulunmuştur. %100 oranındaki lupin yoğurdu ilavesiyle görülen fermentasyon kaybı artışı lupin unundaki yüksek şeker içeriğiyle ilişkilendirilmiş ve pH değerindeki düşüşe dikkat çekilmiştir. Bu çalışmada PSPKT ilavesi ile pH değeri artmış ve asitlik azalma göstermiştir (Çizelge 17). Aynı zamanda fermentasyon kaybı değerleri de bir miktar artış göstermiştir. Ancak %5 ve %10 PSPKT ilavesi ile fermentasyon kaybı değerlerinde kayda değer bir değişim oluşmamış, %5 artışın etki oluşturacak düzeyde bir artış olmadığı düşünülmüştür.

4.2.3. Tarhana örneklerinin kimyasal özelliklerine ait sonuçlar ve tartışma

Tarhana denemelerine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.12 (nem, kül, protein, yağ, selüloz) ile Çizelge 4.15’de (fitik asit, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, pH, titrasyon asitliği) verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.16’da, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.17’de özetlenmiştir.

4.2.3.1. Nem içeriğine ait sonuçlar

Hazırlanan tarhana örneklerinin nem içerikleri ortalama %8.81 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Türkiye’nin 21 farklı bölgesinden toplanan tarhana örneklerinde kimyasal kompozisyon araştırılmış ve kuru örneklerde nem içerikleri %9.35 ile %20.26 arasında değişim göstermiştir. Nem değerlerinde oluşan bu farklılığın formülasyonda kullanılan malzemelerin ve üretim sonrasında kullanılan kurutma yönteminin değişim göstermesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Tamer ve ark., 2007). Ayrıca tarhana standardında ürünün rutubet miktarının en çok %10 olması gerektiği bildirilmiştir (TS, 2282).

Örneklerin nem miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Kepek çeşidinin nem üzerinde önemli derecede etkili olmamasına karşın kepek ilave oranları ve PSPKT oranı istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde nem değerleri üzerinde önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, PK ilaveli örneklerin nem değerleri ortalaması %8.80 ve MK ilaveli örneklerin nem değerleri ortalaması %8.82 olarak tespit edilmiş ve bu değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Kepek ilave oranlarının etkisine bakıldığında tarhana örneklerinde %10 ve 15 oranında kepek kullanılması nem düzeyini artırmıştır. Kepek ilavesiz örneklerle (%8.06) %5 kepek ilave örneklerin (%8.10) ve %10 kepek ilaveli örneklerle (%9.30) %15 kepek ilaveli örneklerin (%9.77) ortalama nem değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Ertas (2014) yaptığı pirinç kepeği ilaveli erişte çalışmasında buğday ununa ikame olarak %0, 5, 10, 15, 20 ve 25 oranlarını kullanmıştır. Örneklerin nem değerlerine bakıldığında örnekler arasında istatistiki açıdan bir fark gözlenmemiştir.

Örneklerde PSPKT kullanımı nem değerlerini azaltmış ancak %5 ve 10 PSPKT kullanımı ile istatistiki açıdan fark gözlenmemiştir. %0, 5 ve 10 PSPKT kullanımı ile sırasıyla % 9.52, 8.70 ve 8.21 değerleri elde edilmiştir. Tarhana hamurları oluşturulurken PSPKT'nin bu etkisi fark edilmiş ve formülasyonda PSPKT arttıkça daha az su ilavesi ile hamur örnekleri hazırlanabilmiştir. Literatürde proteinlerin 0.90 a_w değerlerinde (Çizelge 4.24-25) 0.3-0.5 su g/g bağladığı (Saldamlı, 2005), ayrıca serum protein konsantrat ve izolatlarının ise denatüre serum proteinlerini içermediğinden su tutma kapasitelerinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Yıldız Akgül ve Karaman, 2017). Ancak kullanılan hammaddelerin içerdiği protein ve diğer su tutucu maddelerin özelliklerine bağlı olarak bu değerler değişebilir.

Çizelge 4.12. Tarhana örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları¹

Kepek çeşidi	Kepek ilave oranı (%)	PSPKT oranı (%)	Nem (%)	Kül (%)	Protein ² (%)	Yağ (%)	Selüloz (%)	
PK	0	0	8.23±1.16	2.21±0.11	15.22±0.62	4.68±0.70	1.21±0.10	
	0	5	7.86±0.92	2.60±0.24	15.25±1.17	4.66±0.38	1.02±0.05	
	0	10	8.14±0.91	3.01±0.08	15.70±0.45	5.14±0.79	0.93±0.26	
	5	0	8.06±0.82	2.91±0.18	15.26±0.57	5.82±0.83	1.23±0.04	
	5	5	7.70±0.79	3.29±0.02	15.65±1.11	6.29±0.87	1.10±0.05	
	5	10	7.71±0.54	3.60±0.15	16.34±1.10	6.29±0.95	1.08±0.11	
	10	0	10.26±0.61	3.24±0.09	16.05±0.67	5.88±0.01	1.33±0.13	
	10	5	8.76±1.48	3.74±0.09	16.26±0.13	6.07±0.22	1.24±0.00	
	10	10	9.30±0.67	4.10±0.13	16.61±0.61	6.10±0.11	1.13±0.04	
	15	0	10.17±0.13	3.64±0.02	16.39±0.69	6.91±0.69	1.76±0.17	
	15	5	10.27±0.70	3.96±0.02	16.96±0.86	6.63±0.12	1.56±0.02	
	15	10	9.21±1.93	4.23±0.01	17.09±0.79	6.99±0.31	1.90±0.19	
	MK	0	0	8.84±0.14	2.10±0.01	14.86±0.61	4.72±0.18	1.01±0.07
		0	5	7.60±0.67	2.60±0.00	15.44±0.42	4.97±0.08	0.92±0.00
		0	10	7.74±1.53	2.99±0.01	16.26±1.12	4.92±0.01	1.07±0.07
5		0	9.93±0.82	2.16±0.02	14.12±0.81	5.16±0.16	1.51±0.03	
5		5	8.17±1.97	2.61±0.00	15.14±0.02	5.19±0.18	1.51±0.08	
5		10	7.05±1.12	3.03±0.04	15.33±0.32	5.25±0.01	1.46±0.01	
10		0	10.26±0.51	2.70±0.00	14.20±0.31	5.33±0.20	2.13±0.07	
10		5	9.41±0.41	3.13±0.02	14.47±0.05	5.48±0.18	1.68±0.21	
10		10	7.86±0.27	3.38±0.05	15.08±0.32	5.57±0.02	2.13±0.70	
15		0	10.44±1.87	2.52±0.06	13.27±0.24	5.18±0.13	2.37±0.51	
15		5	9.85±0.37	2.81±0.00	14.33±0.25	5.42±0.24	2.39±0.09	
15		10	8.73±0.99	3.21±0.03	14.53±1.18	5.51±0.19	2.39±0.15	

¹Kuru madde esasına göre verilmiştir. PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantrasi ²N×6.25 faktörü ile hesaplanmıştır. PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği

Çizelge 4.13. Tarhana örneklerinin bazı kimyasal analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Nem		Kül		Protein		Yağ		Selüloz	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kepek çeşidi (A)	1	0.003	0.003	4.430	568.062**	20.593	42.212**	6.375	33.277**	2.155	48.624**
Kepek ilave oranı (B)	3	8.932	8.374**	1.822	233.601**	0.056	0.114	3.394	17.716**	2.339	52.773**
PSPKT oranı (C)	2	6.968	6.532**	2.310	296.166**	3.596	7.370**	0.272	1.420	0.084	1.898
(AxB)	3	0.426	0.400	0.557	71.395**	4.547	9.321**	1.223	6.383**	0.388	8.748**
(AXC)	2	2.081	1.951	0.003	0.310	0.281	0.575	0.030	0.153	0.018	0.406
(BXC)	6	0.469	0.440	0.010	1.216	0.100	0.205	0.018	0.091	0.018	0.409
(AXBXC)	6	0.382	0.359	0.007	0.924	0.055	0.113	0.057	0.298	0.042	0.936
Hata	24	25.600		0.187		11.709		4.597		1.063	

¹*p<0.05 seviyesinde önemli ** p<0.01 seviyesinde önemli PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.14. Tarhana örneklerinin bazı kimyasal analiz değerleri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹

Faktör	N	Nem (%)	Kül (%)	Protein ² (%)	Yağ (%)	Selüloz (%)
Kepek çeşidi						
PK	24	8.80±1.21	3.38±0.60 ^a	16.06±0.85 ^a	5.95±0.87 ^a	1.29±0.30 ^b
MK	24	8.82±1.36	2.77±0.39 ^b	14.75±0.86 ^b	5.22±0.27 ^b	1.71±0.57 ^a
Kepek ilave oranı (%)						
0	12	8.06±0.84 ^b	2.58±0.37 ^c	15.45±0.74	4.85±0.39 ^c	1.02±0.13 ^d
5	12	8.10±1.23 ^b	2.93±0.48 ^b	15.30±0.89	5.67±0.69 ^b	1.31±0.20 ^c
10	12	9.30±1.04 ^a	3.38±0.46 ^a	15.44±1.00	5.74±0.32 ^b	1.61±0.48 ^b
15	12	9.77±1.10 ^a	3.39±0.63 ^a	15.43±1.61	6.11±0.82 ^a	2.06±0.39 ^a
PSPKT oranı (%)						
0	16	9.52±1.66 ^a	2.68±0.53 ^c	14.92±1.09 ^b	5.46±0.78	1.57±0.48
5	16	8.70±1.25 ^b	3.09±0.52 ^b	15.43±0.97 ^a	5.59±0.71	1.42±0.46
10	16	8.21±1.11 ^b	3.44±0.47 ^a	15.86±1.01 ^a	5.72±0.74	1.51±0.57

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. Kuru madde esasına göre verilmiştir. ²N x 6.25 faktörü kullanılmıştır. PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

4.2.3.2. Kül içeriğine ait sonuçlar

Tarhana örneklerinin kül miktarları %2.10-4.23 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.12). Göçmen ve ark. (2003) 18 tarhana örneğinin bileşimini belirledikleri çalışmada kül miktarını %3.88-21.85 aralığında bulmuşlardır.

Varyans analiz sonucuna göre kül miktarı üzerinde kepek çeşidi, kepek ilave oranı ve PSPKT oranı ile “*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*” interaksyonu önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

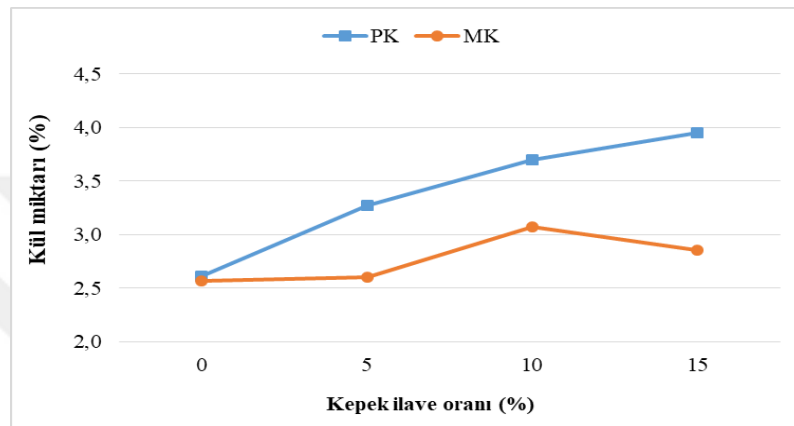
Çizelge 4.14’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, PK ilaveli tarhanalarda ortalama kül miktarı %3.38 olarak belirlenirken ve MK ilavesiyle tarhanalardaki kül miktarı düşme eğilimi göstermiştir ve ortalama kül miktarı %2.77 olarak tespit edilmiştir. Bu düşme eğiliminin MK’nın kül içeriğinden kaynaklanabileceği (Çizelge 4.2), diğer katkılara göre daha az ve buğday ununa daha yakın değerde olan kül içeriğinin zenginleştirilen tarhana örneklerine yansiyebileceği düşünülmüştür. Karadeniz (2007) çalışmasında kullandığı PK ve MK’nın kül içeriğinin sırasıyla %8.71 ve %2.17 olduğunu bildirmiştir.

Tahılların tanedeki mineral madde dağılışı kabuktan endosperme doğru gidildikçe azalmaktadır. Kabuktan sonra aleuron tabakası ve endospermin periferik tabakaları yüksek oranda kül içerir (Elgün ve Ertugay, 1995). Bu nedenle kepek zenginleştirilen ürünlerde kül içeriğinin artması beklenen bir durumdur (Bilgiçli ve ark., 2006; Erkan ve ark., 2006; Aktaş ve ark., 2015). Tarhana örneklerinde artan oranlarda ilave edilen kepek, kül miktarında artışa neden olmuştur. Kepek ilavesiz örneklerde ortalama kül miktarı %2.58, %5 ilaveli örneklerde ortalama kül miktarı %2.93 iken %10 ve 15 ilaveli örneklerde ortalama kül miktarı sırasıyla %3.38 ve 3.39 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Ancak %10 ve 15 ilave oranları için belirlenen kül miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Süt ürünleri elde edilirken mineral maddelerin bir kısmı üründen arta kalan suya geçmektedir (Akyüz, 1979). Bu nedenle sütçülük yan ürünleri kül içeriği bakımından zengindir. PSPKT ilavesi ile tarhanalarda kül miktarları düzenli bir artış eğilimi göstermiştir. %0, 5 ve 10 PSPKT ilavesi ile kül miktarları ortalamaları sırasıyla %2.68, 3.09 ve 3.44 olarak tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunan, kül miktarı üzerine etkili “*kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı*” interaksyonu Şekil 4.6’da verilmiştir.

Tarhana örneklerinde kullanılan kepekler karşılaştırıldığında MK kullanımına göre PK kullanımıyla daha yüksek kül miktarı değerleri elde edilmiştir. PK kullanılan örneklerde tüm kepek ilave oranlarında düzenli bir artış görülürken MK kullanılan tarhanaların kül miktarları farklı kepek ilave oranlarında dalgalanma sergilemiştir. MK'lı örneklerde %0 ve 5 kepek ilave oranlarında kül miktarları birbirine çok yakınken en yüksek kül miktarı %10 kepek ilave oranında elde edilmiş ve %15 oranında bir miktar düşüş gözlenmiştir.



Şekil 4.6. Tarhana örneklerinde kül miktarı üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

4.2.3.3. Protein içeriğine ait sonuçlar

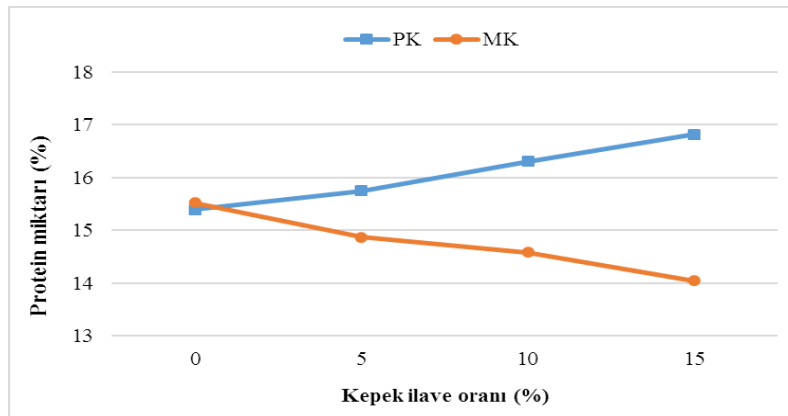
Farklı kepek ve PSPKT ilaveli tarhana örneklerinin protein miktarı ortalama %15.41 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Yücecan ve ark. (1988) tarafından yapılan çalışmada 15 farklı ilden toplanan tarhana örneklerinin protein içeriğinin %12.5 ile %18.6 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Tarhana standardında ise ürünlerdeki protein miktarının kuru maddede en az %12 olması istenmektedir (TS, 2282).

Varyans analiz sonucuna göre protein miktarı üzerinde kepek çeşidi, PSPKT oranı ve “kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı” interaksyonu önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre PK ve MK ilaveli tarhanalarda ortalama protein miktarları sırasıyla %16.06 ve 14.75 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Han ve ark. (2015) çalışmalarında pirinç kepeğinden elde ettikleri proteini peyniraltı suyu proteini, kazein, soya proteini ve pirinç endosperminden elde edilen proteinle

karşılaştırmışlardır. %74.93 protein oranına sahip pirinç kepeğinden elde edilen protein izolatının lizin bakımından fakir, ancak histidin içeriğince zengin olduğu, pepsin sindirilebilirliği açısından ise kazein sindirilebilirliğine yakın olduğu belirtilmiştir. PK'nın içerdiği proteinin besinsel kalite açısından bitkisel proteinlere göre daha iyi, ancak hayvansal proteinlere göre daha düşük değerde olduğu, buna rağmen temin ve fiyat açısından yeni bir protein kaynağı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kepek ilave oranları incelendiğinde ise bu oranların istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı ortalama değerlerin birbirine çok yakın bulunduğu görülmüştür. Bunun nedeni "*kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı*" interaksiyonu incelendiğinde görüldüğü üzere kepek ilave oranları arttığında PK'lı örneklerde protein miktarının sürekli artarken MK'lı örneklerde düşüş göstermesidir. Bu durum ortalamaları birbirine yaklaştırmış ve kepek ilave oranlarının etkisini istatistiki açıdan birbirinden farksız kılmıştır (Şekil 4.7). Hammadde içeriklerine bakıldığında (Çizelge 4.2) PK'nın protein miktarının %13.03, buğday unu protein miktarının ise %10.19 olduğu görülmektedir. MK'nın protein içeriği ise %5.73'tür ve buğday unu protein miktarından daha düşük bir değerdedir. Şekil 4.7'de görülen interaksiyonun bu nedenle oluşabileceği düşünülmüştür. Bilgiçli ve ark. (2014) farklı albedoları %5 ve 10 oranlarında tarhanaya ilave ettikleri çalışmada albedo ilaveli tarhanalardaki protein miktarının kontrol tarhana ile karşılaştırıldığında daha düşük miktarda olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumun albedoların düşük protein içeriğinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.7. Tarhana örneklerinde protein miktarı üzerine etkili "*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*" interaksiyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

Literatürde hem miktar hem kalite bakımından bitkisel kökenli gıdalarda bulunan proteinlerin, protein eksikliğinin etkin bir şekilde giderilmesinde yeterli olmadığı

bildirilmiştir. Dolayısıyla protein ihtiyacının karşılanmasında hayvansal kaynaklı proteinler oldukça önem arz etmektedir (Erdem, 2008). Bu çalışmada zenginleştirme amaçlı olarak formülasyonda PSPKT'nin kullanılması örneklerin protein miktarını artırmıştır (Çizelge 4.14). En yüksek protein miktarı %10 PSPKT ilaveli tarhanalarda (%15.86) görülmüş olup, PSPKT ilavesiz örneklerin ortalama protein değeri %14.92 olarak belirlenmiştir.

Kadharmestan ve ark. (1998), PSPKT'nin bazı fırıncılık ürünleri üzerindeki etkilerini incelemişler ve protein miktarının ilave peyniraltı suyu protein konsantresiyle artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Murthy (1976) patent çalışmasında yüksek protein içerikli makarna yapımı için peyniraltı suyu ve soya proteini konsantresini farklı oranlarda kullanmıştır. %12 oranında %50 protein içeren peyniraltı suyu protein konsantresi kullanımı ile örneklerde %23 oranında protein miktarı elde etmiş, katkı ilavesiyle protein artışı paralellik göstermiştir.

4.2.3.4. Yağ içeriğine ait sonuçlar

Tarhana örneklerinin yağ içerikleri %4.66-6.99 arasında değişmektedir (Çizelge 4.12). Cagindi ve ark. (2016), 22 ev tarhanası ve 14 hazır tarhanayı 25 farklı bölgeden toplamışlar ve içeriklerini araştırmışlardır. Ev tarhanalarındaki ortalama yağ içeriği %3.47 (%0.25-4.12) iken hazır ürünlerde bu oranın ortalama %1.82 (%0.21-7.00) olduğu ifade edilmiştir. Ev tarhanalarındaki yağ miktarının daha yüksek olması standart olmayan formülasyonlarda değişebilen yoğurt tipi ve miktarıyla ilişkilendirilmiştir. Tamer ve ark. (2007) ise topladıkları 21 tarhana örneğinde yağ miktarının %0.43-15.78 arasında değişim gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Örneklerin yağ miktarlarına ait varyans analiz sonuçlarına göre, kepek çeşitleri ve kepek ilave oranları istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken PSPKT ilavesi yağ miktarı üzerinde önemsiz bulunmuştur. Ayrıca “*kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı*” interaksyonu da yağ miktarı üzerinde önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.14'de belirtilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, formülasyona ilave edilen PK, örneklerin yağ içeriğini MK ilavesine göre daha çok artırmıştır. Literatürde PK'nın yağ içeriğinin oldukça yüksek olduğu ve gıdalarda kullanımında acılaşıma problemlerinin oldukça hissedilir olduğundan bahsedilmiş, bu konuda pekçok farklı stabilizasyon çalışmaları da yapılmıştır (Yılmaz ve Tuncel, 2011). MK'nın yağ içeriği ise üretimi esnasında mısır rüşeyminin uzaklaştırılması ve sonrasında

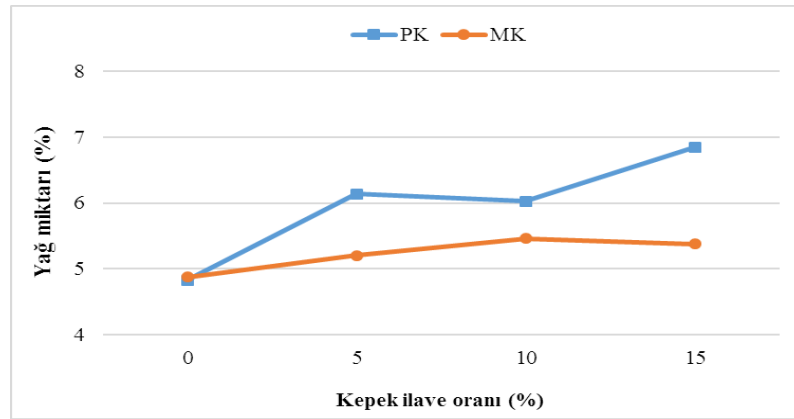
kepeğin elde edilme işleminin gerçekleştirilmesi nedeniyle daha düşük seviyelerdedir (Altinel, 2002). Kullanılan kepeklerin yağ içeriği bakımından sahip olduğu bu farklılık son ürüne de yansımıştır.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, tarhana formülasyonunda kepek oranı arttıkça örneklerin yağ miktarı da artarken, en yüksek yağ miktarının %15 ilaveli oranı ile (%6.11) elde edildiği görülmüştür. %5 ve 10 kepek ilave oranları ile sırasıyla %5.67 ve 5.74 değerleri elde edilmiş ve bu sonuçlar arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.14).

de Delahaye ve ark. (2005), donmuş pizza ürettikleri çalışmada örneklerle %5 ve 10 oranlarında stabilize pirinç kepeğini ilave etmişler ve %100 buğday unu ile ürettikleri kontrol pizza ile karşılaştırmışlardır. Örneklerin yağ içerikleri %0.92-2.63 aralığında bulunmuş ve PK miktarının artmasına bağlı olarak örneklerdeki yağ miktarının artış gösterdiği bildirilmiştir.

Formülasyona ilave edilen PSPKT tarhanaların yağ içeriği üzerinde istatistiki olarak önemli bir fark oluşturmamıştır. %0, 5 ve 10 oranları ile elde edilen ortalama yağ değerleri %5.46, 5.59 ve 5.72'dir. Yapılan bazı çalışmalarda PSPKT benzeri ürünler tarhana üretiminde yoğurda ikame olarak kullanılmış ve üründe PSPKT miktarı artarken yağ içeriğinde düşüş gözlenmiştir (Tarakçı ve ark., 2004; Ertaş ve ark., 2009). Ancak bu çalışmada kullanılan PSPKT diğer kepek katkılarıyla birlikte buğday ununa ikame olarak kullanılmıştır. Bu sebepten dolayı yağ içeriğinde önemli derecede bir fark oluşmadığı düşünülmüştür.

Tarhana örneklerinde yağ miktarı üzerinde etkili “*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*” interaksiyonu Şekil 4.8’de verilmiştir. PK’lı örneklerde daha yüksek yağ içeriği gözlenmiş, PK ilavesiyle yağ içeriğinde artış görülmüştür. %0’dan %5 oranına geçildiğinde yağ miktarında fark artmış, ancak %5’ten %10 oranına geçildiğinde fark artışı gözlenmemiştir. Bunun yanında %10 oranından %15 oranına geçildiğinde ise tekrar belirgin bir artış ortaya çıkmıştır. MK ilavesi ise örneklerde PK ilavesine göre yağ miktarında daha hafif bir yükseliş sağlamıştır. %0, 5 ve 10 MK oranlarında birbirine yakın değerler olmak üzere hafif bir artış görülürken, %15 oranında %10 oranı ile elde edilen değere benzer bir sonuç alınmıştır.



Şekil 4.8. Tarhana örneklerinde yağ miktarı üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

4.2.3.5. Selüloz içeriğine ait sonuçlar

Tarhana örneklerinin ortalama selüloz miktarı %1.50 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Esimek (2010) 5’i ticari olmak üzere toplam 20 adet tarhana örneğinin toplam besinsel lif miktarını tespit ettiği çalışmada değerlerin %3.56-16.19 aralığında olduğunu ve bu farklılığın tarhana üretiminde kullanılan katkı maddelerindeki değişimden kaynaklandığını bildirmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre selüloz miktarı üzerine kepek çeşidi ve kepek ilave oranı $p < 0.01$ düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunurken, PSPKT ilavesi istatistiki olarak bir fark oluşturmamıştır. Ayrıca varyans analiz sonuçlarında örneklerin selüloz miktarı üzerinde “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu da $p < 0.01$ düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, formülasyona ilave edilen MK ile oluşturulan tarhanaların selüloz içeriği, PK ilaveli tarhanaların selüloz içeriğine göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.14). Gül (2007) mısır ve buğday kepeğinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada MK’nın toplam diyet lif içeriği için %41.80-%51.05, ham lif içeriği için %3.32-%4.40 değerlerini elde etmiştir. Abdul-Hamid ve Luan (2000) PK’dan elde ettikleri diyet lifinin bazı özelliklerini inceledikleri çalışmada PK’daki toplam diyet lifini %27.04, çözünemez diyet lifini %24.99, çözülebilir diyet lifini ise %2.25 olarak tespit etmişlerdir. Literatürdeki çalışmalarda ve mevcut çalışmada görülen kepek bileşimindeki farklılıkların pirinç ve mısırın çeşidine, yetiştirme koşullarına ve kepek elde etme sırasında uygulanan prosese bağlı olarak oluşabileceği düşünülmektedir.

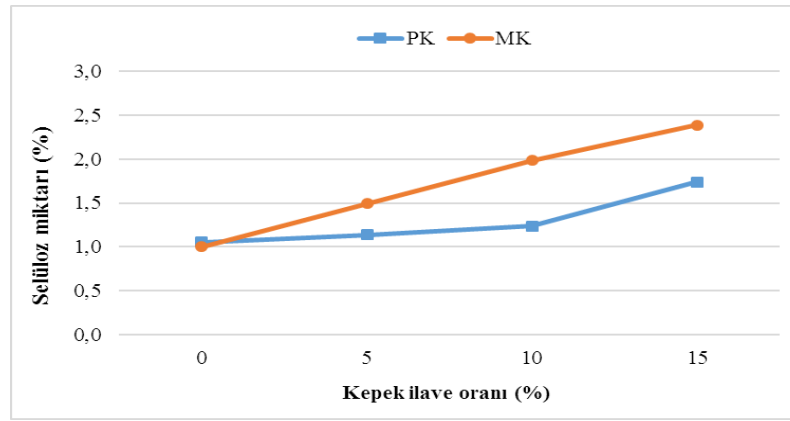
Kepek oranlarına bakıldığında kepek ilavesi ile selüloz içeriği düzenli artış göstermiştir. Kepek ilavesiz örneklerin ortalama selüloz değeri %1.02 iken %15 kepek ilaveli örneklerde bu değer ortalama %2.06 olmuştur. Hançer (2010) farklı besinsel liflerin tarhana üretiminde kullanılabilirliğini araştırdığı çalışmada bu çalışmadan farklı bir tarhana formülasyonu kullanmış ve bulgur kepeği ilavesiz örneklerin toplam besinsel lif içeriğini %3.20 olarak ifade ederken %15 bulgur kepeği ilavesiyle bu oranın %12.10'a yükseldiğini belirtmiştir. Shaheen ve ark. (2005) ekmek üretiminde PK'nın %5'ten %30'a artan oranlarda kullanımını inceledikleri çalışmalarında örneklerin ham lif içeriğinin %0.62'den %2.15'e yükseldiğini rapor etmişlerdir. Yine başka çalışmalarda da PK'nın ilavesiyle lif içeriğinin arttığı belirtilmiştir (Hu ve ark., 2009; Phimolsiripol ve ark., 2012; Tuncel ve ark., 2014).

Sharma ve ark. (2012) ekmek, muffin kek, kurabiye ve erişte üretimi için mısır kepeğini %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında buğday unu ile karıştırmışlardır. Karışımlardaki ham lif içeriğinin MK artışıyla arttığını ve bu değerlerin %0.20 ve 0.66 aralığında olduğunu rapor etmişlerdir.

Başka bir çalışmada ise formülasyona %0, 5, 10, 15 ve 20 oranında dahil edilen MK, artan ilave oranlarıyla lif içeriğini artırmış ve ekmekteki ham lif içeriği %0.4'ten %3.8'e yükselmiştir (Sosulski ve Wu, 1988).

Tarhana örneklerinde selüloz miktarı üzerinde etkili "*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*" interaksiyonu Şekil 4.9'da verilmiştir. MK içeren örneklerde daha yüksek selüloz içeriği gözlenmiş olup artan MK ilavesiyle selüloz içeriği de düzgün bir şekilde artmıştır. Kepek ilavesiz örneklerde selüloz içeriği %1 civarında iken %15 MK ilaveli örneklerin selüloz içeriği %2.5'a yakın bir değerdir. Ancak PK ilaveli örneklerde %0, 5 ve 10 oranları arasında çok önemli bir fark gözlenmeyip birbirine yakın sonuçlar alınmış ve %15 oranında belirgin bir artış oluşmuştur. Aynı zamanda %5 MK ilavesi ile %15 PK ilavesi için alınan sonuçlar birbirine yakın değerlerdir.

Örneklere PSPKT eklenmesi selüloz içeriğinde herhangi bir etki oluşturmamış %0, 5 ve 10 oranında PSPKT ilavesiyle sırasıyla %1.57, 1.42 ve 1.51 değerleri elde edilmiştir. Bu selüloz değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark belirlenmemiştir.



Şekil 4.9. Tarhana örneklerinde selüloz miktarı üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

4.2.3.6. Fitik asit içeriğine ait sonuçlar

Tarhanaların fitik asit miktarları 46.20 mg/100g ve 128.10 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.15). Bilgiçli (2004) tarhana üretiminde maya, malt ve fitaz katkılarının etkisini araştırdığı çalışmada tarhana örneklerindeki ortalama fitik asit miktarını 22.12 mg/100g olarak belirlemiştir.

Varyans analizi sonucuna göre örneklerin fitik asit miktarı üzerinde kepek çeşidi $p < 0.05$ düzeyinde önemli iken kepek ilave oranı $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre kepek çeşitlerinden PK örneklerin fitik asit miktarını artırmış ve PK eklenmiş örneklerde ortalama fitik asit içeriği 88.54 mg/100g olarak belirlenmiştir. MK ilavesiyle ise bu değer ortalama 68.77 mg/100g olmuştur (Çizelge 4.17). Fitik asitin tahıl tanesi bünyesindeki dağılımı homojen değildir. Tanenin alöron kısmında yoğunlaşan fitik asit rüşeymde azalmaktadır. Bu nedenle öğütme gibi mekaniksel işlemlerle tanenin fitik asit içeren kısımları uzaklaştırılabilmektedir. Mısırdaki ise diğer tahıllardan farklı olarak fitik asidin % 80'i rüşeymde geri kalanı ise endospermden toplanmıştır. Mısırdaki rüşeymin ayrılması ile fitat miktarı azaltılmaktadır (Özkaya ve Servi, 2005). Literatürde buğday kepeğindeki fitik asit miktarı 25- 58 mg/g arasında değişmekte iken, yulaf kepeğinde bu miktarın 18-24 mg/g arasında değiştiği, pirinç kepeğinde ise 57.71 mg/g olduğu bildirilmiştir (Garcia-Estepa ve ark., 1999).

Formülasyonda artan kepek ilave oranı ile tarhanaların fitik asit içerikleri artış göstermiştir. Kepek ilave edilmemiş örneklerin fitik asit miktarı 57.74 mg/100g iken, kepek ilaveli örneklerin ortalama fitik asit miktarları %5, 10 ve 15 oranlarında sırasıyla 76.99 mg/100g, 85.04 mg/100g ve 94.84 mg/100g olarak belirlenmiştir. Ancak %10 ve 15 ilave oranları için elde edilen fitik asit değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.17). Özkaya ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada farklı yöntemler kullanılarak buğday, yulaf ve pirinç kepeklerindeki fitik asitin giderilmesi ve defitimize kepeklerin ekmek üretiminde kullanılması hedeflenmiştir. Çalışmada tahıl kepeklerinin, katıldığı miktarlara bağlı olarak ekmeklerin fitik asit, fitat fosforu ve toplam fosfor oranını yükselttiği en fazla yükselmenin ise pirinç kepeği katkılı örneklerde meydana geldiği belirtilmiştir.

Ertaş (2018) farklı tahıl ve baklagil ürünleriyle ürettiği tarhanalarda yulaf, çavdar ve arpa kepeklerini %25 oranında formülasyona eklemiş ve ürünlerin fitik asit içeriğini araştırmıştır. Yulaf, çavdar ve arpa unlarıyla yapılan tarhanaların fitik asit içeriği aynı tahılların kepekleriyle yapılan tarhanaların fitik asit içeriğinden düşük bulunmuştur. Yulaf, çavdar ve arpa kepeği ilaveli tarhanalarda ortalama fitik asit içeriği sırasıyla 39.80, 42.16 ve 32.94 mg/100g'dır.

Tarhana formülasyonunda PSPKT'ye %10 oranında yer verilmesi örneklerin fitik asit içeriğinde diğer ilave oranlarına göre bir miktar artışa neden olmuş ancak bu durum PSPKT ilave oranları arasında istatistiki olarak önemli bir fark oluşturmamıştır. Yapılan bir çalışmada farklı protein kaynaklarının protein sindirimine olan etkisi araştırılmış ve laktalbumin, kazein, serum albumin, zein ve soya protein izolatının *in vitro* protein sindirimleri incelenmiştir. Bu amaçla 10 mg N başına 0, 1, 3, 5 ve 10 mg fitik asit ilave edilmiştir. Sindirimde, en yüksek azalmayı zeinin (% 11,1) gösterdiği, fitatın serum albuminin sindirimi üzerindeki etkisinin, kazein sindirimi üzerindeki etkisinden daha zayıf görüldüğü belirtilmiştir (Özkaya ve Servi, 2005).

Çizelge 4.15. Tarhana örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları¹

Kepek çeşidi	Kepek ilave oranı (%)	PSPKT oranı (%)	Fitik asit (mg/100g)	Toplam fenolik madde (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	pH	Titration asitliği ²	
PK	0	0	50.40±5.94	125.07±16.50	30.80±9.26	4.37±0.10	22.18±0.28	
	0	5	67.20±35.64	129.00±2.67	30.39±7.87	4.39±0.16	20.29±0.58	
	0	10	63.00±35.64	134.11±1.94	38.71±4.94	4.86±0.00	16.91±0.76	
	5	0	86.10±14.85	140.00±0.00	43.00±6.04	4.44±0.01	22.83±0.11	
	5	5	96.60±29.70	131.56±2.67	45.45±0.60	4.76±0.02	20.94±3.52	
	5	10	86.10±32.67	138.70±6.86	46.98±2.25	5.07±0.21	19.25±0.07	
	10	0	96.60±23.76	134.93±1.62	49.98±3.18	4.39±0.01	27.13±1.84	
	10	5	86.10±14.85	142.11±0.79	50.30±5.56	4.42±0.01	26.04±0.97	
	10	10	113.40±5.94	133.00±0.47	56.65±3.83	4.59±0.01	24.73±0.64	
	15	0	90.30±2.97	142.43±4.22	59.40±0.35	4.29±0.00	30.45±0.35	
	15	5	98.70±26.73	139.56±4.09	63.61±1.01	4.39±0.02	30.53±1.34	
	15	10	128.10±38.61	144.22±1.47	66.55±1.74	4.55±0.10	28.03±1.91	
	MK	0	0	60.90±8.91	118.11±2.36	28.40±5.87	4.30±0.04	23.46±1.29
		0	5	46.20±17.82	121.56±0.94	31.77±3.31	4.42±0.01	21.64±0.58
		0	10	58.80±11.88	119.28±4.33	30.38±2.47	4.54±0.04	20.75±0.71
5		0	63.00±11.88	123.33±0.00	34.64±3.05	4.33±0.02	23.71±0.76	
5		5	56.70±8.91	120.72±5.44	36.12±1.18	4.39±0.02	21.69±0.05	
5		10	73.50±2.97	121.44±2.36	31.49±3.28	4.49±0.05	22.01±0.97	
10		0	65.10±14.85	124.33±3.30	38.49±3.98	4.26±0.01	25.69±0.23	
10		5	67.20±41.58	124.00±4.09	36.12±2.21	4.34±0.05	25.01±0.16	
10		10	81.90±20.79	121.53±0.88	34.48±3.20	4.55±0.00	23.26±0.76	
15		0	79.80±5.94	126.61±4.62	37.54±2.37	4.29±0.09	27.65±2.30	
15		5	79.80±41.58	129.56±10.37	38.82±0.99	4.31±0.03	27.48±0.18	
15		10	92.40±41.58	125.78±0.00	39.24±8.44	4.43±0.05	23.19±1.22	

¹ Kuru madde esasına göre verilmiştir. ² %67'lik etil alkolle geçen asitlik değeri PSPKT: Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu PK: Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği

Çizelge 4.16. Tarhana örneklerinin bazı kimyasal analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Fitik asit		Toplam fenolik madde		Antioksidan aktivite		pH		Titrasyon asitliği	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kepek çeşidi (A)	1	4692.550	7.81*	2092.464	84.397**	2250.582	118.533**	0.291	62.445**	1.164	0.794
Kepek ilave oranı (B)	3	2971.697	4.95**	207.819	8.382**	777.632	40.956**	0.091	19.489**	126.836	86.521**
PSPKT oranı (C)	2	866.920	1.44	0.882	0.036	30.908	1.628	0.377	80.781**	39.692	27.076**
(AxB)	3	311.023	0.52	17.339	0.699	244.058	12.854**	0.053	11.356**	20.824	14.206**
(AXC)	2	126.050	0.21	16.683	0.673	64.951	3.421*	0.038	8.070**	0.448	0.306
(BXC)	6	138.302	0.23	31.173	1.257	8.220	0.433	0.011	2.315	1.759	1.200
(AXBXC)	6	176.520	0.29	16.990	0.685	4.128	0.217	0.019	3.988**	1.408	0.961
Hata	24	14420.56		595.034		455.685		0.112		35.183	

¹ *p<0.05 seviyesinde önemli ** p<0.01 seviyesinde önemli PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.17. Tarhana örneklerinin bazı kimyasal analiz değerleri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹

Faktör	n	Fitik asit (mg/100g)	Toplam fenolik madde (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	pH	Titrasyon asitliği²
<i>Kepek çeşidi</i>						
PK	24	88.54±27.80 ^a	136.22±7.05 ^a	48.48±12.01 ^a	4.54±0.23 ^a	24.10±4.44
MK	24	68.77±21.22 ^b	123.01±4.42 ^b	34.79±4.49 ^b	4.38±0.10 ^b	23.79±2.31
<i>Kepek ilave oranı (%)</i>						
0	12	57.74±18.44 ^b	124.52±7.90 ^c	31.74±5.65 ^d	4.47±0.20 ^b	20.87±2.20 ^c
5	12	76.99±20.75 ^{ab}	129.29±8.77 ^b	39.61±6.52 ^c	4.57±0.27 ^a	21.73±1.85 ^c
10	12	85.04±24.36 ^a	129.98±7.81 ^b	44.33±9.15 ^b	4.42±0.12 ^{bc}	25.30±1.43 ^b
15	12	94.84±28.45 ^a	134.69±8.82 ^a	50.86±13.34 ^a	4.37±0.10 ^c	27.88±2.76 ^a
<i>PSPKT oranı (%)</i>						
0	16	74.02±18.39	129.35±9.62	40.28±10.57	4.33±0.06 ^c	25.38±2.89 ^a
5	16	74.81±28.12	129.75±8.38	41.57±11.08	4.42±0.14 ^b	24.20±3.67 ^b
10	16	87.14±30.72	129.75±9.09	43.05±12.79	4.63±0.21 ^a	22.26±3.37 ^c

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. ²%67'lik etil alkole geçen asitlik değeri Kuru madde esasına göre verilmiştir. PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

4.2.3.7. Toplam fenolik madde içeriğine ait sonuçlar

Tarhana örneklerinin ortalama toplam fenolik madde miktarı 129.62 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). Cagindi ve ark. (2016) farklı bölgelerden topladıkları tarhanalardaki toplam fenolik madde içeriğini ev tarhanaları için 0.55–42.67 µg GAE/g aralığında, hazır tarhanalar için ise 1.27-28.18 µg GAE/g aralığında belirlemişlerdir. Esimek (2010) çalışmasında 20 adet tarhana örneğinin minimum ve maksimum toplam fenolik madde miktarlarının sırasıyla 572.47 µg GAE/g ve 1892.31 µg GAE/g olduğunu bildirmiştir.

Varyans analiz sonucuna göre toplam fenolik madde miktarı üzerine kepek çeşidi ve kepek ilave oranı istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, PSPKT ilavesi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.16).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, formülasyona ilave edilen PK ile tarhanaların toplam fenolik madde içeriği, MK ilaveli tarhanalara göre artış göstermiştir (Çizelge 4.17). PK ilaveli tarhanalarda ortalama toplam fenolik madde miktarı 136.22 mg/100g iken bu değer MK ilaveli tarhanalarda 123.01 mg/100g olduğu saptanmıştır. Kaynaklarda pirinç kepeğinin toplam fenolik madde miktarının buğday kepeğine göre fazla olduğu bildirilmiş, fenolik asit kompozisyonu bakımından özellikle ferulik ve p-kumarik asitlerce zengin olduğu belirtilmiştir (Yılmaz, 2014).

Örnekler kepek ilave oranı açısından incelendiğinde, kepek ilaveli örneklerin toplam fenolik madde içeriğinin kepek ilavesiz örneklere göre artış gösterdiği görülmektedir. %5 ve 10 ilave oranlarında toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 129.29 mg/100g ve 129.98 mg/100g'dır ve bu oranlar için alınan sonuçlarda istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır. Ancak %15 oranı toplam fenolik madde içeriğini önemli derecede artırmış ve bu oran ile ortalama toplam fenolik madde miktarı 134.69 mg/100g olarak belirlenmiştir. Bilgiçli ve ark. (2006), buğday kepeği (%10, 25, 50) ile ürettiği tarhanalarda toplam fenolik bileşen miktarını 1.36-2.47 mM gallic acid/g aralığında ve toplam antioksidan kapasitesini 17.50-22.44 mMol Trolox equiv/g aralığında belirlemişlerdir. Çalışmada formülasyonda artan kepek miktarı ile toplam fenolik bileşen miktarı artarken toplam antioksidan kapasitesinin azaldığı görülmüştür. Bu durumun, tarhana üretimi esnasındaki bazı işlemlerin antioksidan kapasitesinin azaltıcı etkisi nedeniyle ve fenolik bileşenlerin bazılarının antioksidan etkisinin olmaması nedeniyle oluşabileceği araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir.

Kilci ve Gocmen (2014) tarhana üretiminde buğday ununa ikame olarak %10, 20, 30, 40 oranlarında yulaf unu kullandıkları çalışmada yulaf unu oranı artışıyla toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesinin arttığını bildirmişlerdir. Çalışmada kontrol örnekte ve %40 yulaf unu ilaveli örnekte toplam fenolik içeriği sırasıyla 2734.5 ve 4616.9 mg GAE/100g olarak ölçülmüştür.

Ayrıca Dordevic ve ark. (2010) çalışmalarında, seçtikleri iki tip mikroorganizmayı (*Lactobacillus rhamnosus* ve *Saccharomyces cerevisiae*) 4 farklı tahıl ürünü (karabuğday, buğday ruşeymi, arpa, çavdar) ile birlikte kullanarak fermentasyonun toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite üzerine etkisini araştırmışlardır. Tüm örneklerdeki toplam fenolik madde içeriğinin her iki mikroorganizmanın da bulunduğu fermentasyon ile artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

PSPKT ilavesi ise örneklerin toplam fenolik madde miktarında önemli bir fark oluşturmamış ve %0, 5 ve 10 PSPKT ilavesi ile birbirine çok yakın değerler alınmıştır.

Eker ve Bozok (2017) tarhanaya iki farklı mantar tozunu ilave ettikleri çalışmada toplam fenolik içeriğini kontrol örnekte 202.20 mg/100g, %100 mantar tozu ilaveli örneklerde ise 1099.50-1124.90 mg/100g olarak tespit etmişlerdir.

4.2.3.8. Antioksidan aktivite değerlerine ait sonuçlar

Farklı kepek ve PSPKT ilaveli tarhana örneklerinin ortalama antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.15’de verilmiştir. Örneklerin antioksidan aktivite değerleri %28.40-66.55 arasında değişim göstermiştir. Işık (2013) tarhana formülasyonunda domates posası ve çekirdeği ile biber posası ve çekirdeği kullandığı çalışmada örneklerin antioksidan aktivite değerlerini 10.8-87.1 $\mu\text{molTE}/100\text{g}$ aralığında toplam fenolik madde içeriklerini ise 200.4-746.1 mg GAE/100g aralığında tespit etmişlerdir.

Örneklerin antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16’de verilmiştir. Örneklerin antioksidan aktivite değerleri üzerinde kepek çeşidi ($p<0.01$), kepek ilave oranı ($p<0.01$) ve “kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı” interaksyonu ($p<0.01$) ile “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksyonu ($p<0.05$) etkili olmuştur.

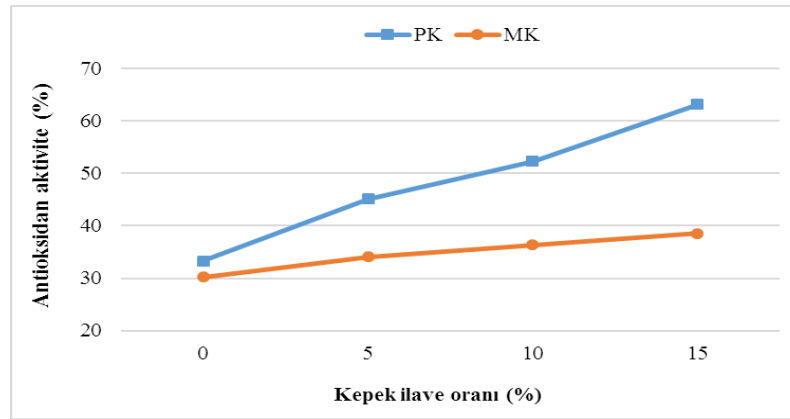
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. PK ve MK ilaveli tarhanalarda ortalama antioksidan aktivite değerleri sırasıyla %48.48 ve 34.79 olarak belirlenmiş olup PK ilaveli tarhanalarda ortalama antioksidan aktivite değerleri daha yüksek seyretmiştir. (Çizelge 4.17). Literatürde pirinç kepeği yağının yüksek

oranda tokoferol, tokotrienol ve pirinç kepeği yağı için karakteristik olan gama-orizanol gibi doğal antioksidanlar içerdiği ve gama-orizanol miktarının tokoferol ve tokotrienollerden 13-20 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (Yılmaz, 2014). Norhaizan ve ark. (2011) çalışmalarında PK'dan elde ettikleri fitik asit ekstraktının antioksidan aktivitesini MK'dan elde edilen ticari fitik asit ekstraktının antioksidan kapasitesi ile karşılaştırmıştır. PK fitik asiti, MK fitik asiti ve BHT'nin antioksidan kapasiteleri sırasıyla %41.5, 26.4 ve 95.2 olarak elde edilmiştir.

Örneklerde kepek ilave oranlarının artması tarhanalarda ortalama antioksidan aktivite değerlerini düzenli bir şekilde artırmıştır. %0, 5, 10 ve 15 kepek ilave oranları için alınan ortalama antioksidan aktivite değerleri sırasıyla %31.74, 39.61, 44.33 ve 50.86'dır. Yapılan bir çalışmada yulaf, çavdar, arpa unu ve kepeği ilaveli tarhanaların antioksidan kapasiteleri belirlenmiş ve yulaf, çavdar ve arpa unu ilaveli tarhanaların antioksidan kapasitelerinin sırasıyla %24.52, 27.86, 26.45 iken yulaf, çavdar ve arpa kepeği ilaveli tarhanaların antioksidan kapasitelerinin sırasıyla %26.65, 22.59 ve 28.06 olduğu bildirilmiştir (Ertaş, 2018). Başka bir çalışmada ise yulaf unu %0, 20, 40, 60, 80 ve 100 oranlarında buğday unu ile yer değiştirilerek tarhana üretilmiştir. Katkı oranı artışıyla antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Değirmencioglu ve ark., 2016).

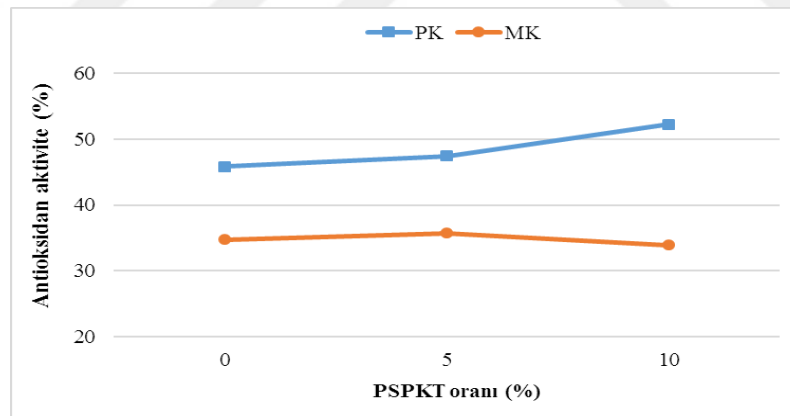
PSPKT ilavesinin antioksidan aktivite değerleri üzerine etkisi incelendiğinde ise bu katkının antioksidan aktivite üzerinde hafif bir artış sağladığı, ancak bu artışın istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür. %0 dan %10 PSPKT ilave oranına geçildiğinde elde edilen sonuçlar sırasıyla %40.28 ve 43.05 olmuştur.

Tarhana örneklerinde antioksidan aktivite değeri üzerinde etkili "*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*" interaksyonu Şekil 4.10'da verilmiştir. Kepeklerin her ikisi de antioksidan aktivite değeri üzerinde etkili olmuş ve kontrolle kıyaslandığında bu değerlerin artmasına neden olmuşlardır. Ancak PK ilavesi ile bu artış daha belirgindir. Kepek ilave oranlarının artması ile PK katkılı örneklerde aralarındaki fark daha net olan yüksek artışlar görülürken MK katkılı örneklerde artan değerler birbirine daha yakın bulunmuştur. %15 MK katkılı örneklerin ortalama antioksidan aktivite değeri %5 PK katkılı örneklerin ortalama antioksidan aktivite değerinden daha düşüktür. %15 MK katkılı örneklerde ortalama antioksidan aktivite değeri %40 civarında iken bu değer %15 PK katkılı örneklerde %60 oranını geçmiştir.



Şekil 4.10. Tarhana örneklerinde antioksidan aktivite değeri üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

Tarhana örneklerinde antioksidan aktivite değeri üzerinde etkili “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksyonu Şekil 4.11’de verilmiştir. Daha yüksek antioksidan aktivite değerlerine sahip PK katkılı örneklerde artan PSPKT oranı, %10 düzeyinde sonuçları bir miktar yükseltirken, MK katkılı örneklerde hafif bir düşüşe neden olmuştur. % 5 PSPKT oranı ise tüm örneklerde PSPKT ilavesiz örneklerin antioksidan aktivite değerleri ile benzer sonuçlar vermiştir.



Şekil 4.11. Tarhana örneklerinde antioksidan aktivite değeri üzerine etkili “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

4.2.3.9. pH sonuçları

Tarhana örneklerinin 4.26-5.07 arasında değişen pH değerleri ortalama 4.46 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). Siyamoğlu (1961) incelediği 134 tarhana örneğinde pH değerlerini 3.71-6.25 aralığında tespit etmiştir. Başka bir çalışmada ise 25

farklı bölgeden tarhana benzeri bir ürün olan kishk toplanmış ve örneklerin pH değerleri 3.58 ile 4.12 arasında bulunmuştur (Tamime ve ark., 1999).

Örneklerin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde pH değerine kepek çeşidi, kepek ilave oranı ve PSPKT oranı faktörlerinin önemli düzeyde ($p < 0.01$) etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4.16). Ayrıca “*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*”, “*kepek çeşidi x PSPKT oranı*” ve “*kepek çeşidi x kepek ilave oranı x PSPKT oranı*” interaksiyonlarının da pH değeri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

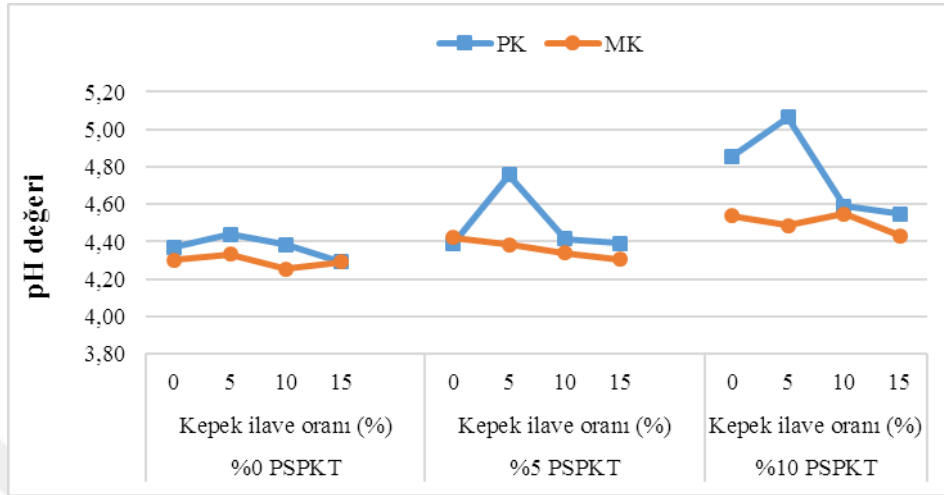
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, PK ilave edilen tarhanalarda ortalama pH değeri 4.54 iken MK ilaveli tarhanalarda bu değer 4.38 olarak saptanmıştır.

Tarhanaların pH değerleri kepek ilave oranı açısından incelendiğinde ise kepek ilavesiyle pH değerinin düşüş gösterdiği görülmüştür. En yüksek pH değeri %5 oranında görülürken en düşük pH değeri %15 oranı ile elde edilmiştir. Kepek ilave edilmemiş örneklerin ortalama pH değeri 4.47 iken söz konusu değer %5 oranında 4.57 ve %15 oranında 4.37 olarak ölçülmüştür. Bu durumun, kepek oranının (%15) artmasına bağlı artan fermentasyon aktivitesiyle ortamda oluşan organik asitlerin asitlik değerlerini artırabileceğinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Ayrıca kepeklerde oluşabilecek ransidite de yine asitlik değerinin artmasında etkili olabilir. Bu çalışmanın aksine Çelik ve ark. (2010), %20 ve 40 buğday kepeği ilaveli tarhana çorbalarının pH değerlerini kontrolle kıyaslamış ve kontrol, %20 ve 40 kepek ilaveli çorbaların pH değerlerini sırasıyla 4.37, 6.21 ve 6.74 olarak bildirmiştir.

PSPKT ilavesi açısından örneklerin pH değerleri incelendiğinde bu katkının etkili olduğu ve ilave oranındaki artışla pH değerinin de artış gösterdiği belirlenmiştir. PSPKT ilavesiz örneklerle karşılaştırıldığında %10 PSPKT ilave oranı ile pH değeri 4.33'den 4.63'e yükselmiştir. Ertaş ve ark. (2014), %35.4 protein içeren lupinden yoğurt üreterek bunu tarhanada kullanmışlar ve pH değerlerinin diğer oranlarda istatistiki olarak herhangi bir değişim göstermediğini ancak sadece %100 ilave oranında düşüş gösterdiğini, bunun da lupinin yüksek şeker içeriğinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise maksimum %10 oranında kullanılan PSPKT'nin pH değerlerini artıcı etkisinde proteinlerin sahip olduğu tamponlama kapasitesinin etkili olabileceği düşünülmüştür. Ayar ve Sert (2006) peynir suyu proteinlerinin pH 3 ile 4 arasında maksimum tamponlama kapasitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Şekil 4.12 incelendiğinde PK ilave edilen tarhanaların MK ilaveli tarhanalara nazaran daha yüksek pH değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Her üç PSPKT oranında

da kepek ilavesi artışı hem PK hem de MK ilaveli örneklerde pH değerini azaltmıştır. Ancak bu azalma oranı PK ilaveli örneklerde daha belirgin olup özellikle %5 ve 10 PSPKT ilave oranlarında kendini göstermektedir.



Şekil 4.12. Tarhana örneklerinde pH değeri üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı x PSPKT oranı” interaksiyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

4.2.3.10. Titrasyon asitliği değerlerine ait sonuçlar

Tarhana örneklerinin titrasyon asitlik değerleri 16.91-30.53 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.15). Bu sonuçlar Tarhana Standardındaki (TS, 2282) ‘%67’lik alkole geçen asitlik derecesi en az 15 en çok 40 olmalıdır’ koşulunu sağlamaktadır. Gulbandilar ve ark. (2014), çalışmalarında belli bir bölgeden topladıkları 10 farklı tarhananın kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerini incelemiştir. Çalışmada örneklerdeki titrasyon asitliğinin 19.50-31.50 aralığında pH değerinin ise 3.80 ile 4.20 arasında değiştiği gözlenmiştir. Soyyiğit (2004) Isparta yöresine ait tarhanaları incelemiş ve asitlik derecesini % 4.91-36.62 değerleri arasında bulmuştur. Ayrıca bazı örneklerle uygulanan uzun süren fermentasyon süresinin asitlik derecesini artırdığını belirtmiştir.

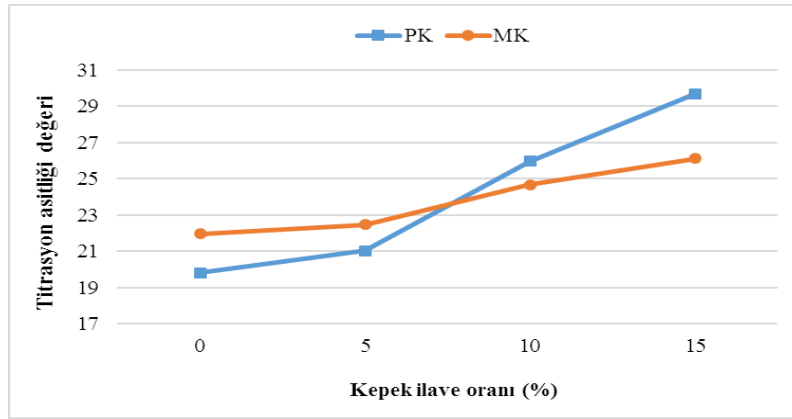
Örneklerin titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde titrasyon asitliği değerlerini kepek çeşidi faktörü önemli düzeyde etkilememiş, ancak kepek ilave oranı ve PSPKT oranı faktörlerinin titrasyon asitliği değerlerine $p < 0.01$ düzeyinde etki ettiği görülmüştür (Çizelge 4.16). Ayrıca “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksiyonunun da titrasyon asitliği değeri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, PK ilave edilen tarhanalarda ortalama titrasyon asitliği değeri 24.10 iken MK ilaveli tarhanalarda bu değer 23.79 olarak belirlenmiştir ve bu değerler arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Tarhanalarda kepek ilave oranlarına bakıldığında kepek ilavesiyle titrasyon asitliği değerleri artış göstermiştir. En yüksek titrasyon asitliği değeri %15 oranında görülürken (27.88) en düşük pH değeri %0 ve 5 oranı ile elde edilmiştir (20.87 ve 21.73).

PSPKT ilavesi açısından incelendiğinde örneklerin titrasyon asitliği değerleri değişim göstermiş ve PSPKT ilave oranındaki artışla titrasyon asitliği değerinde azalma görülmüştür. PSPKT ilavesiz örneklerin ortalama titrasyon asitliği değeri 25.38 iken %10 PSPKT ilave oranı ile bu değer 22.26 olmuştur. Tarakçı ve ark. (2004), formülasyonda kullandıkları peyniraltı suyu ile tarhanaların asitliğinin arttığını ifade etmişler ve bunun peyniraltı suyundaki yüksek laktoz konsantrasyonundan dolayı oluşabileceğini ifade etmişlerdir. Oner ve ark. (1993) ise soya ununun protein oranı yanında tarhanaların asitlik değerlerini de artırdığını ve %0, 50, 100 soya unlu tarhanalardaki asitlik değerlerinin sırasıyla 24.5, 25 ve 20 olduğunu ifade etmişlerdir.

Şekil 4.13'de tarhanaların titrasyon değeri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili "kepek çeşidi x kepek ilave oranı" interaksyonu verilmiştir. Örneklerdeki titrasyon değerleri MK ilavesiyle daha yavaş bir artış gösterirken PK ilavesiyle belirgin bir yükselme izlenmiştir. Başlangıçta %0 ve 5 kepek ilave oranlarında birbirine yakın olan PK ve MK katkılı örneklerin titrasyon değerleri arasındaki fark %10 ilave oranından sonra artış göstermiştir. %0 ve 5 oranlarında PK ilaveli örnekler daha düşük titrasyon değerlerine sahipken bu durum %10 ve 15 oranlarında değişmiş, MK ilaveli örneklerin titrasyon değerleri bu oranlarda PK ilavelilere göre daha düşük kalmıştır. Kepek çeşidine göre oluşan fark %15 oranında en yüksek düzeydedir.



Şekil 4.13. Tarhana örneklerinde titrasyon asitliği değeri üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

4.2.3.11. Mineral madde içeriğine ait sonuçlar

PK, MK ve PSPKT ile zenginleştirilmiş tarhana örneklerinin mineral madde içerikleri Çizelge 4.18 ve 4.21’de verilmiştir.

Kepek çeşidinin, kepek ve PSPKT katkı oranlarının örneklerin mineral madde içerikleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19 ve 4.22’de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.20 ve 4.23’de verilmiştir.

Örneklerin mineral madde içeriklerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde; kepek çeşidinin örneklerin Mg, K, P, Mn ve Zn miktarları üzerine etkisinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Kepek çeşidinin Fe içeriği üzerine etkisi $p < 0.05$ düzeyinde iken Ca ve Na miktarları üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Farklı kepek ilave oranları ise değerlendirilen tüm minerallerde $p < 0.01$ düzeyinde etkili olmuştur.

Literatürde tahıl ürünlerindeki mevcut mineral maddelerin büyük bölümünün rafine ürünlerin eldesi için uygulanan öğütme işlemleri esnasında azaldığına dikkat çekilmiş, özellikle bu işlemler esnasında uzaklaştırılan kepek, embriyo gibi kısımların mineral maddeler bakımından zengin olduğu ifade edilmiştir (Pomeranz, 1987).

PSPKT katkısına bakıldığında Mn ve Zn miktarları üzerine etkisinin olmadığı ancak diğer mineraller (Ca, Mg, K, P, Na, Fe) üzerine $p < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu görülmüştür.

Peyniraltı sularının ultrafiltre edilmesiyle bileşimindeki protein oranı artarken peyniraltı suyu protein konsantrlerinde kül ve laktoz miktarı azalır (Guzman-Gonzalez

ve ark., 1999). Dolayısıyla elde edilen üründe protein oranı yükseldikçe mineral madde miktarı azalmaktadır. Kullandığımız ürün yaklaşık %35 protein oranına sahip bir sütçülük yan ürünüdür ve %50-80'lik peyniraltı suyu protein konsantreleri ve %90'lık protein izolatlarına göre daha yüksek mineral madde içeriğine sahiptir.

Çizelge 4.18. Tarhana örneklerine ait mineral madde (mg/100g) analiz sonuçları¹

Kepek çeşidi	Kepek oranı (%)	PSPKT oranı (%)	Ca	Mg	K	P	
PK	0	0	75.76±18.2	51.49±6.21	486.65±6.31	213.88±16.6	
	0	5	87.02±9.33	57.05±1.57	523.00±99.2	238.82±4.64	
	0	10	102.47±24.5	57.79±4.51	538.77±70.7	319.46±25.9	
	5	0	114.91±9.27	93.06±5.91	453.36±1.20	243.06±5.46	
	5	5	127.18±14.5	99.17±17.93	501.96±4.25	330.03±1.77	
	5	10	133.84±14.5	97.29±1.98	543.97±20.5	376.84±23.3	
	10	0	141.03±12.6	111.16±3.40	369.01±58.9	292.79±84.9	
	10	5	155.44±20.4	134.66±13.6	469.34±1.01	363.80±50.0	
	10	10	173.91±33.5	168.29±18.5	543.61±53.9	395.50±79.0	
	15	0	154.18±21.5	172.94±21.0	487.79±1.34	315.51±19.6	
	15	5	178.21±15.3	190.60±13.2	557.19±33.5	381.63±37.9	
	15	10	240.35±21.3	181.57±21.1	665.31±5.39	405.22±6.97	
	MK	0	0	71.22±16.4	52.71±2.04	369.74±140	215.32±5.87
		0	5	97.63±40.7	56.60±10.6	537.33±58.6	226.89±31.9
		0	10	105.96±12.7	63.43±0.87	545.48±65.2	249.05±21.9
5		0	109.89±31.8	50.25±3.94	467.65±100	198.72±9.51	
5		5	126.08±11.3	64.74±1.44	602.50±49.4	248.44±0.69	
5		10	149.33±16.2	62.52±7.62	615.48±24.2	242.53±18.4	
10		0	135.37±1.86	71.24±0.09	535.76±64.0	220.97±9.14	
10		5	149.34±32.7	81.13±4.39	625.80±80.8	258.14±18.1	
10		10	165.32±11.2	80.59±2.74	641.95±80.0	260.21±13.2	
15		0	135.68±30.6	84.82±1.16	617.98±56.7	216.73±1.52	
15		5	154.39±3.67	89.08±0.25	672.93±30.9	240.11±8.79	
15		10	166.80±20.6	101.45±7.56	678.44±30.2	259.69±1.85	

¹Kuru madde esasına göre verilmiştir. PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği

Ca yetişkin vücudunda yaklaşık %99 oranında iskelet sisteminde bulunur ve geri kalan kısmı ekstrasellüler sıvılar, intrasellüler yapılar ve hücre membranlarında bulunur. İskelet dışı Ca, sinir iletimi, kan pıhtılaşması ve membran geçirgenliği gibi hayati fonksiyonlarda görev alır. Hamilelik, laktasyon ve büyüme en fazla Ca gereksinimi olan dönemlerdir ve diyetdeki laktoz varlığı Ca emilimini artırmaktadır. Günde 11-24 yaş arası bireylerdeki tavsiye edilen alınım miktarı 1200 mg iken ileri yaş grupları için 800 mg/gün önerilmektedir (Saldamlı, 2005).

Örneklerin Ca miktarı 71.22-240.35 mg/100 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 18). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre PK ilaveli örneklerde Ca miktarı ortalama 140.35 mg/100 g iken MK ilaveli örneklerde 130.58 mg/100 g olmuştur,

ancak bu rakamlar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir. Bu kepeklerin farklı oranlardaki etkilerine bakıldığında %0'dan %15'e artan oranlarla örneklerin Ca içerikleri artış göstermiştir. %15 kepek ilave edilen örneklerin Ca içerikleri ortalama 171.60 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. PSPKT katkısı ise tarhanaların Ca miktarını etkilemiş ve PSPKT katkısız örneklerde ortalama 117.25 mg/100 g olan Ca içeriği %10 PSPKT ilavesiyle 154.74 mg/100 g olmuştur. Tahıllar Ca açısından zayıf kaynaklar olarak kabul edilir (Serna-Saldivar, 2010). Bu nedenle günlük Ca ihtiyacının karşılanması bakımından PSPKT gibi katkılarla alınması yararlı olacaktır.

Ertaş (2018) %25 oranında yulaf kepeği, çavdar kepeği ve arpa kepeği ilaveli tarhanaların Ca içeriğini 63.21-69.08 mg/100 g, Fe içeriğini 3.53-3.70 mg/100 g, K içeriğini 504.66-559.78 mg/100 g, Mg içeriğini 48.50-87.49 mg/100 g, P içeriğini 254.57-369.85 mg/100 g, Zn içeriğini ise 1.37-2.49 mg/100g aralığında tespit etmiştir.

Mg çoğunlukla kemiklerde bulunur ve 300'den fazla enzimi aktive etmektedir. Özellikle kan ve kas sisteminde görev alır. Kasların güçlenmesi, protein sentezi, hücre büyümesi ve yenilenmesinde önemli rolü vardır. Vücuttaki günlük gereksinimi 280-350 mg arasındadır. Mg eksikliğinde Ca emiliminde azalma ve böbrekteki K kaybında artış gözlenir (Tayar ve Çıbık, 2013).

Örneklerin ortalama Mg miktarı 94.73 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 18). PK ilaveli örneklerin Mg miktarı MK ilaveli örneklerin Mg miktarından daha yüksek bulunmuştur. İlave edilen kepeklerdeki artış tarhana örneklerinde Mg içeriğinin 56.50 mg/100 g'dan 136.74 mg/100 g'a artmasını sağlamıştır. Mg genellikle tahıllarda aleuron tabakasında fitata bağlı halde bulunur ve işleme aşamalarında büyük kısmı kaybolur, yan ürünlerle beraber uzaklaştırılır (Serna-Saldivar, 2010). Ayrıca formülasyonda miktarı değişim gösteren hammaddeler içinde Mg miktarı kepeklerde daha fazladır (Çizelge 4.4). PSPKT katkısının etkisine bakıldığında bu katkı ile örneklerde Mg miktarı artış göstermiş, ancak %5 ve 10 ilave oranları ile elde edilen sonuçlar arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Esimek (2010) çalışmasında 20 farklı tarhananın mineral kompozisyonunu belirlemiş ve K, Fe, Na, Mn, Ca, Zn ve Mg içeriklerini ortalama olarak sırasıyla 25.68, 53.56, 12.12, 2.88, 82.74, 3.19 ve 55.96 mg/100 g tespit etmiştir.

Yapılan birçok tarhana çalışmasında farklılık gösteren mineral değerlerinin kullanılan hammadde çeşitliliğinden, uygulanan fermentasyon süresinden ve kurutma işlemindeki değişimlerden etkilenebileceği belirtilmiştir.

Çizelge 4.19. Tarhana örneklerinin mineral madde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Ca		Mg		K		P	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kepek çeşidi (A)	1	1146.430	2.625	25809.446	268.475**	49547.098	13.888**	90088.343	98.125**
Kepek oranı (B)	3	15070.537	34.503**	14733.293	153.259**	28262.660	7.922**	8914.643	9.710**
PSPKT oranı (C)	2	5636.255	12.904**	1023.801	10.650**	64307.331	18.025**	22338.644	24.331**
(AxB)	3	1175.270	2.691	4527.410	47.095**	15564.887	4.363*	5632.908	6.135**
(AXC)	2	119.665	0.274	50.321	0.523	3172.105	0.889	4632.462	5.046*
(BXC)	6	229.667	0.526	153.717	1.599	557.612	0.156	535.412	0.583
(AXBXC)	6	326.918	0.748	234.997	2.444	3204.923	0.898	184.022	0.200
Hata	24	10482.89		2307.20		85625.023		22034.445	

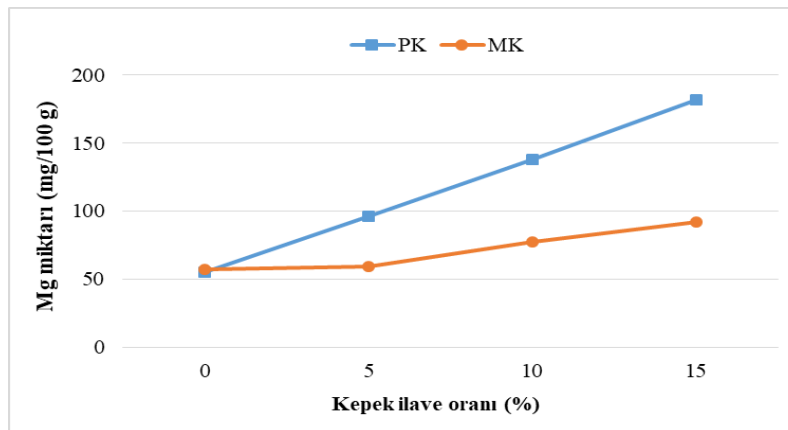
¹*p<0.05 seviyesinde önemli ** p<0.01 seviyesinde önemli PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.20. Tarhana örneklerinin mineral madde miktarlarının (mg/100g) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Ca	Mg	K	P
Kepek çeşidi					
PK	24	140.35±46.14	117.92±50.53 ^a	511.66±76.25 ^b	323.04±69.86 ^a
MK	24	130.58±33.03	71.54±15.92 ^b	575.91±102.33 ^a	236.39±22.52 ^b
Kepek oranı (%)					
0	12	90.01±21.71 ^d	56.50±5.70 ^d	500.16±89.30 ^b	243.90±40.49 ^c
5	12	126.87±18.79 ^c	77.83±21.10 ^c	530.82±73.90 ^b	273.26±63.94 ^b
10	12	153.40±21.38 ^b	107.84±36.84 ^b	530.91±107.23 ^b	298.56±75.19 ^{ab}
15	12	171.60±38.01 ^a	136.74±48.60 ^a	613.27±76.92 ^a	303.14±75.12 ^a
PSPKT oranı (%)					
0	16	117.25±32.93 ^c	85.95±40.51 ^b	473.49±94.94 ^b	239.62±46.83 ^c
5	16	134.41±33.90 ^b	96.62±44.98 ^a	561.25±77.06 ^a	285.98±63.08 ^b
10	16	154.74±45.04 ^a	101.61±47.15 ^a	596.62±68.93 ^a	313.56±71.52 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. Kuru madde esasına göre verilmiştir. PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Şekil 4.14’de tarhana örneklerinde Mg miktarı üzerine $p < 0.01$ düzeyinde etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu verilmiştir. Başlangıç Mg içerikleri birbirine çok yakın olan kepekli örneklerde artan kepek oranları ile PK ilave edilen örneklerin Mg içeriği düzenli bir artış göstermiştir. MK ilaveli örneklerde ise bu artış daha yavaş oluşmuştur. %5 PK ilaveli örneklerin ortalama Mg içeriği ile %15 MK ilaveli örneklerin ortalama Mg içeriği yakın değerlerdedir. %10 PK ilaveli tarhana örneklerinin ortalama Mg içerikleri 100 mg/100 g’ın üzerindedir ve %15 PK ilavesi ile bu değer 200 mg/100 g’a yaklaşmıştır.



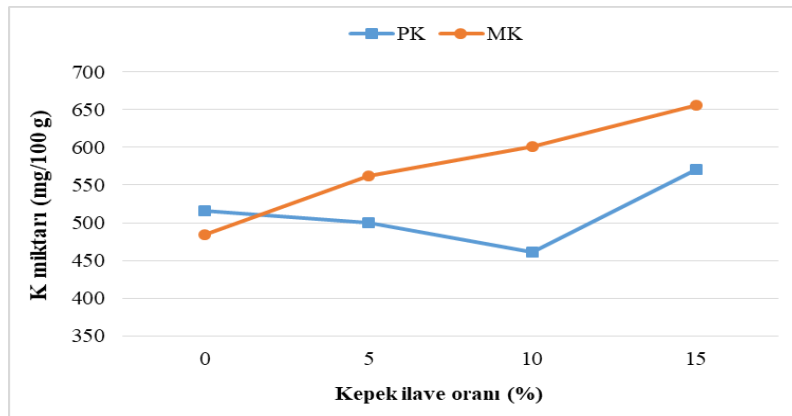
Şekil 4.14. Tarhana örneklerinde Mg miktarı üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

K vücut sıvılarının ozmotik basıncı ve asit baz dengesi için gereklidir. Büyük kısmı ekstraselüler sıvıda bulunmakta ve iskelet kasında yer almaktadır. Sinir ve kas duyarlılığında spesifik etki gösterir. Eksikliğinde kas yorgunluğu, kalp atışında bozulma, solunum yetersizliği gibi durumlar görülür. Günlük ihtiyaç K için yaklaşık 2000 mg'dır (Demirci, 2007).

Tarhana örneklerindeki K miktarı 369.01-678.44 mg/100 g aralığında değişmektedir (Çizelge 18). PK ve MK ilaveli örneklerde K miktarı sırasıyla ortalama 511.66 mg/100g ve 575.91 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Bu kepeklerin %0, 5 ve 10 ilave oranlarında ise birbirine çok yakın sonuçlar elde edilmiş ve sadece istatistiki açıdan farklı olan %15 kepek oranı örneklerin K içeriğini 613.27 mg/100 g'a yükseltmiştir. PSPKT'nin %5 ve 10 oranında katkısı ile artan K miktarları ise (561.25 mg/100g ve 596.62 mg/100 g) istatistiki olarak önemsizdir.

Siyamoğlu (1961) farklı yörelerden topladığı 134 tarhana örneğinde ortalama olarak 599 mg/100 g P, 282 mg/100 g K, 3736 mg/100 g Ca, 103 mg/100 g Fe tespit etmiştir.

Şekil 4.15'te tarhana örneklerinde K miktarı üzerine $p < 0.05$ düzeyinde etkili "kepek çeşidi x kepek ilave oranı" interaksyonu verilmiştir. Şekil incelendiğinde MK katkılı örneklerde ortalama K içeriği daha fazladır. MK'lı örneklerde artan kepek ilave oranları K içeriğini düzenli artırmıştır. Ancak PK'lı örneklerde dalgalanmalar görülmektedir. Başlangıçtan %10 PK oranına kadar bir miktar azalan sonuçlar %15 PK ilavesi ile artış göstermiştir. %5 MK ve %15 PK katkılı örneklerin K miktarları birbirine yakın değerlerdedir.



Şekil 4.15. Tarhana örneklerindeki K miktarı üzerine etkili "kepek çeşidi x kepek ilave oranı" interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

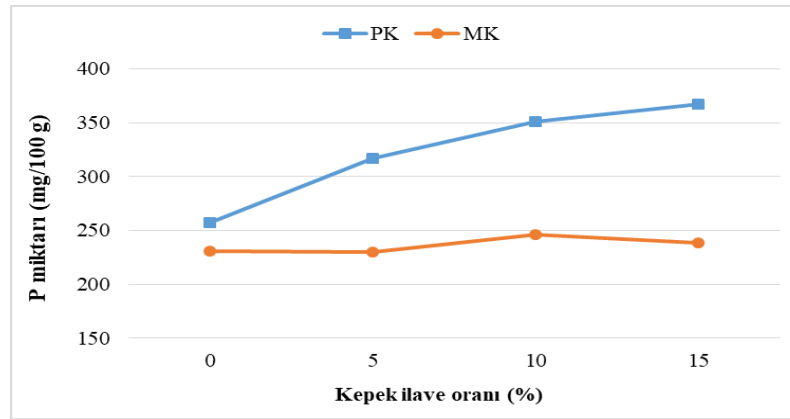
P vücutta enzimlerin, proteinlerin, karbonhidratların, lipidlerin vb. maddelerin bileşikleri olarak bulunur. Ca ile beraber kemik ve dişlerin sertliğini sağlar, tampon sistemde rol alır, kanın pH'sının ayarlanmasında yardımcıdır. Yağ asitleri transportunda ve nükleik asit yapımında önemlidir. Protein ve Ca zengini yiyecekler genellikle fosforca da zengindir. Önerilen miktar yaklaşık 1000 mg/gündür (Aksoy, 2007).

Tarhanaların P miktarı ortalama 279.72 mg/100 g'dır (Çizelge 18). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre PK ilave edilen örneklerde P miktarı MK ilaveli örneklerdeki P miktarına göre yüksek bulunmuştur. Kepeklerin %15 oranına kadar kullanılması ise örneklerin P içeriğini artırmış ve sonuçlar ortalama 243.90-303.14 mg/100 g aralığında görülmüştür.

Fitat fosforu tahılların çoğunda toplam fosforun %64-85'ini oluşturur ve pirinç tanesinde fitatın %80'inden fazlasının dış kepek tabakalarında ve aleuron tabakasında mevcut olduğu literatürde bildirilmiştir. Parlatılmamış pirinçle karşılaştırıldığında parlatılmış pirincin düşük fitik asit içeriği, parlatma işlemi sırasında kepek tabakalarının uzaklaştırılmasına bağlıdır. Yapılan bir çalışmada pirinç ve buğday kepeklerinin toplam fosfor içeriği sırasıyla 1340 mg/100 g ve 1150 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Ravindran ve ark., 1994). Ayrıca Orthofer (2005) pirinç kepeğinin tüm tahıl tanelerinden daha fazla fosfor içerdiğini belirtmiştir.

PSPKT katkısı da P miktarını etkilemiş ve %0, 5 ve 10 oranında ilavesi ile sırasıyla 239.62 mg/100 g, 285.98 mg/100 g ve 313.56 mg/100 g sonuçları elde edilmiştir.

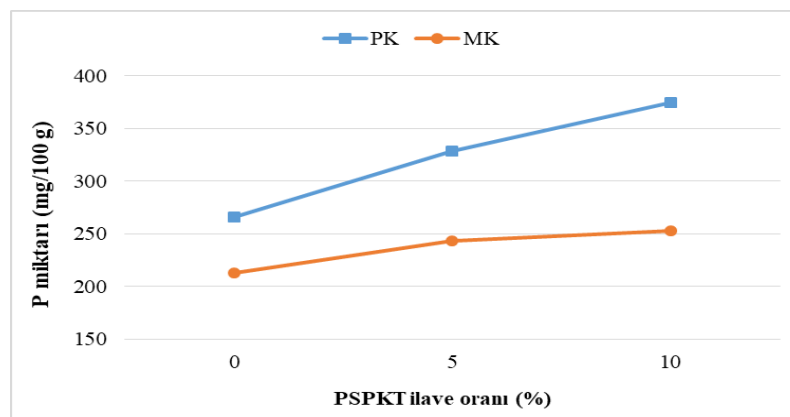
Şekil 4.16'da tarhana örneklerinde P miktarı üzerine $p < 0.01$ düzeyinde etkili "kepek çeşidi x kepek ilave oranı" interaksyonu verilmiştir. Kepek çeşidi P miktarını önemli derecede etkilerken kepek ilave oranları sadece PK ilavesinde etken olmuştur. MK katkılı örneklerde P içeriği 200-250 mg/100 g arasında kalmış ve artan kepek oranları istatistiki olarak önemli bir değişim oluşturmamıştır. PK ise %10 katkı oranına kadar P içeriğinde net bir artış göstermiş %15 oranında artış hızı bir miktar yavaşlamıştır. %15 PK ilaveli örneklerin ortalama P içeriği 350 mg/100 g'dan fazladır.



Şekil 4.16. Tarhana örneklerinde P miktarı üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

Bilgiçli (2009) karabuğday unu ilave ederek ürettiği tarhanalarda mineral içeriğini belirlemiş ve karabuğday unu ilave edilmemiş kontrol örnekle %100 karabuğday unu ilaveli örneklerde K, Ca, Mg, P, Fe ve Zn içeriğini sırasıyla 384.6-600.1 mg/100 g, 100.4-99.5 mg/100 g, 61.05-271.3 mg/100 g, 246.2-571.6 mg/100 g, 2.52-4.02 mg/100 g ve 1.56-2.70 mg/100 g aralığında tespit etmiştir.

Şekil 4.17’de tarhana örneklerinde P miktarı üzerine $p < 0.05$ düzeyinde etkili “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksyonu verilmiştir. MK katkılı örneklerde Şekil 4.15’teki gibi P miktarı açısından PK katkılı örneklere göre daha düşük rakamlar elde edilmiştir. PK ilaveli örneklerde artan PSPKT oranları ise P içeriğinde sürekli artış göstermiş ve MK ilaveli örneklerde özellikle %5 ve 10 PSPKT ilavesi ile birbirine yakın P değerleri elde edilmiştir.



Şekil 4.17. Tarhana örneklerinde P miktarı üzerine etkili “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Çizelge 4.21. Tarhana örneklerine ait mineral madde (mg/100g) analiz sonuçları¹

Kepek çeşidi	Kepek oranı (%)	PSPKT oranı (%)	Na	Fe	Mn	Zn	
PK	0	0	315.06±112	2.13±0.06	0.85±0.07	0.49±0.33	
	0	5	398.59±41.4	2.06±0.52	0.74±0.03	0.51±0.12	
	0	10	523.89±26.1	2.01±0.03	0.83±0.04	0.37±0.12	
	5	0	496.76±24.4	1.92±0.16	1.00±0.18	0.65±0.29	
	5	5	566.23±3.18	2.15±0.02	1.14±0.18	0.60±0.75	
	5	10	597.82±21.5	2.00±0.08	0.75±0.01	0.78±0.08	
	10	0	402.83±45.9	2.53±0.04	1.17±0.60	1.22±0.42	
	10	5	541.86±71.1	2.59±0.14	1.68±0.20	1.17±0.22	
	10	10	579.01±311	2.34±0.11	1.84±0.84	1.34±0.46	
	15	0	411.27±52.4	2.54±0.09	1.79±0.49	2.49±0.27	
	15	5	591.46±191	2.52±0.11	1.69±0.21	2.37±0.21	
	15	10	636.97±23.4	2.82±0.45	1.73±0.02	2.54±0.25	
	MK	0	0	315.72±139	2.02±0.36	0.71±0.05	0.36±0.01
		0	5	422.47±72.1	2.56±0.15	0.71±0.11	0.63±0.68
		0	10	512.65±24.6	1.87±0.09	0.68±0.05	0.56±0.34
5		0	404.79±1.90	1.74±0.00	0.73±0.04	0.40±0.29	
5		5	514.06±8.45	2.66±0.28	0.79±0.01	0.67±0.02	
5		10	604.69±26.2	2.27±0.16	0.71±0.08	0.47±0.27	
10		0	479.74±66.8	1.94±0.51	0.98±0.01	1.01±0.28	
10		5	565.41±2.80	2.78±0.35	1.00±0.06	1.15±0.20	
10		10	667.46±37.6	2.99±0.06	0.90±0.04	1.10±0.13	
15		0	470.50±26.4	2.91±0.28	0.96±0.00	1.14±0.12	
15		5	556.58±19.4	2.82±0.30	0.95±0.03	1.02±0.31	
15		10	645.57±38.2	3.10±0.08	0.93±0.02	1.04±0.53	

¹Kuru madde esasına göre verilmiştir. PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği

Na su ve asit-baz dengesini, osmotik basıncı, besin öğelerinin membrandan emilimini düzenler. Glukoz, aminoasitler ve çeşitli iyonların membranlardan geçişi Na iyonlarının transportuna bağlıdır. Vücuttaki fazla Na birikiminin ödemlere ve kan basıncının artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Yetişkin bireyler için minimum gereksinim 500 mg'dır. Na eksikliğinde kusma, kas krampları, zayıflık gibi belirtiler ortaya çıkabilir (Saldamlı, 2005).

Örneklerin Na miktarı 315.06-667.46 mg/100 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 21). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre PK ilaveli örneklerde Na miktarı ortalama 505.14 mg/100 g iken MK ilaveli örneklerde 513.30 mg/100 g olmuştur ve bu sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. Literatürde tahılların K için iyi bir kaynak olduğu ancak Na'dan yoksun oldukları ifade edilmiştir (Serna-Saldivar, 2010). Kepek oranlarının etkisi incelendiğinde kepek ilavesiyle örneklerde Na içeriği artış göstermiş, ancak bu artış %5, 10 ve 15 oranları arasında istatistiki açıdan önemli bir fark oluşturmamıştır. PSPKT'nin tarhanaların Na içeriğine etkisine bakıldığında ise bu katkının ilave oranlarının artması bu mineralin miktarını artırmıştır.

Çizelge 4.22. Tarhana örneklerinin mineral madde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Na		Fe		Mn		Zn	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kepek çeşidi (A)	1	798.826	0.098	0.358	6.177*	2.209	35.686**	2.060	18.561**
Kepek oranı (B)	3	48544.482	5.975**	1.306	22.560**	1.021	16.492**	4.151	37.402**
PSPKT oranı (C)	2	136596.076	16.812**	0.376	6.482**	0.018	0.291	0.014	0.122
(AxB)	3	5933.288	0.730	0.038	0.654	0.311	5.019**	1.334	12.015**
(AXC)	2	1121.722	0.138	0.277	4.782*	0.015	0.245	0.044	0.399
(BXC)	6	946.895	0.117	0.149	2.569*	0.051	0.815	0.016	0.145
(AXBXC)	6	1695.822	0.209	0.122	2.105	0.055	0.882	0.017	0.148
Hata	24	194997.212		1.390		1.486		2.664	

¹*p<0.05 seviyesinde önemli ** p<0.01 seviyesinde önemli PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.23. Tarhana örneklerinin mineral madde miktarlarının (mg/100g) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Na	Fe	Mn	Zn
<i>Kepek çeşidi</i>					
PK	24	505.14±128.99	2.30±0.32 ^b	1.26±0.50 ^a	1.21±0.83 ^a
MK	24	513.30±107.74	2.47±0.50 ^a	0.83±0.12 ^b	0.79±0.38 ^b
<i>Kepek oranı (%)</i>					
0	12	414.72±106.01 ^b	2.10±0.30 ^c	0.75±0.07 ^b	0.48±0.27 ^c
5	12	530.72±73.16 ^a	2.12±0.32 ^c	0.85±0.18 ^b	0.59±0.30 ^c
10	12	539.38±132.00 ^a	2.52±0.39 ^b	1.25±0.49 ^a	1.16±0.25 ^b
15	12	552.05±108.99 ^a	2.78±0.28 ^a	1.34±0.44 ^a	1.76±0.76 ^a
<i>PSPKT oranı (%)</i>					
0	16	412.08±85.99 ^c	2.21±0.42 ^b	1.02±0.39	0.97±0.70
5	16	519.58±89.48 ^b	2.51±0.33 ^a	1.08±0.39	1.01±0.65
10	16	596.00±98.75 ^a	2.42±0.48 ^a	1.04±0.49	1.02±0.71

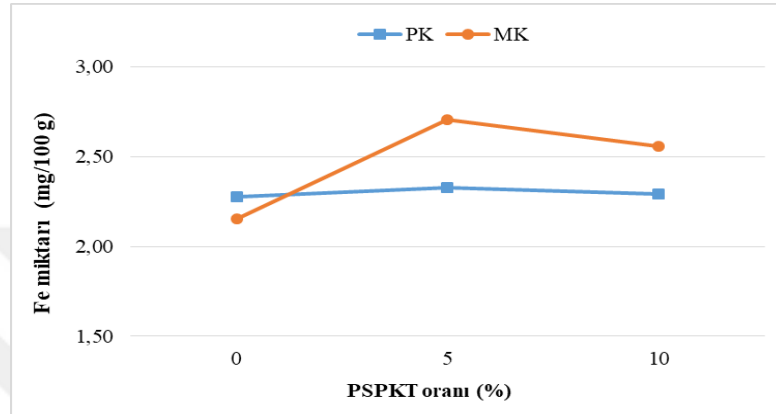
¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. Kuru madde esasına göre verilmiştir. PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

PSPKT katkısız örneklerde ortalama 412.08 mg/100 g olan Na içeriği %10 PSPKT ilavesiyle 596.00 mg/100 g'a yükselmiştir. Yücecan ve ark. (1988), 15 farklı ilden toplanan tarhana örneklerinde Ca içeriğinin 59-191 mg/100 g, Fe içeriğinin %2.1-5.9 mg/100 g, Na miktarının ise 296-1130 mg/100 g arasında değiştiğini bildirmiştir.

Fe oksijenin vücut içindeki dolaşımından sorumludur. Fe'in büyük bir bölümü kırmızı kan hücrelerinin rengini veren hemoglobinin bileşiminde bulunur. Bir kısmı da karaciğer, dalak ve kemik iliğinde yer alır. Uzun süreli yetersizliğinde kansızlık oluşmaktadır. Günlük gereksinim miktarı erkeklerde 10 mg, kadınlarda 18 mg, sporcularda ise 20 mg civarındadır. Fe yoğun olarak kuru fasulye, ciğer, et, fındık, koyu yeşil yapraklı sebzelerde vb. bulunur (Tayar ve Çıbık, 2013).

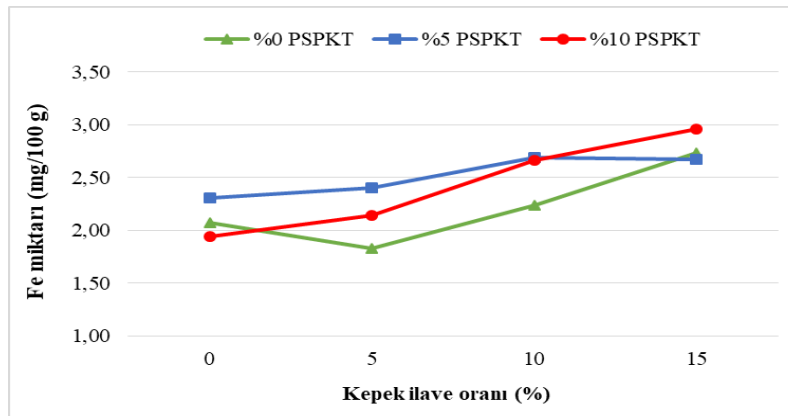
Örneklerin ortalama Fe miktarı 2.39 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 21). MK ilaveli örneklerin Fe miktarı PK ilaveli örneklerin Fe miktarından daha yüksek bulunmuştur. Kepeklerin ilave oranlarındaki artış (%0-%15) tarhana örneklerinde Fe içeriğini 2.10 mg/100 g'dan 2.78 mg/100 g'a çıkarmıştır. Ancak %5 kepek oranı, kepek ilavesiz örneklerden istatistiki olarak önemli bir farklılık göstermemiştir. PSPKT katkısı da örneklerde Fe miktarını artırmış, ancak %5 ve 10 ilave oranları ile elde edilen sonuçlar (sırasıyla 2.51 mg/100 g, 2.42 mg/100 g) arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Şekil 4.18’de tarhana örneklerinde Fe miktarı üzerine $p<0.05$ düzeyinde etkili “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksyonu verilmiştir. PK ilaveli örneklerdeki ortalama Fe içeriği MK ilaveli örneklerdeki Fe içeriğinden daha düşüktür. PSPKT ilave edilmemiş örneklerde birbirine yakın olan Fe miktarları PSPKT oranının artmasıyla PK’lı örneklerde önemli bir değişim göstermemişken MK’lı örneklerde ise %5 oranıyla artmış, ancak %10 oranıyla bir miktar düşüş göstermiştir.



Şekil 4.18. Tarhana örneklerinde Fe miktarı üzerine etkili “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Şekil 4.19’da tarhana örneklerinde Fe miktarı üzerine $p<0.05$ düzeyinde etkili “kepek ilave oranı x PSPKT oranı” interaksyonu verilmiştir. Şekil 4.19 incelendiğinde örneklerde kepek ilave oranındaki artışlar genel olarak Fe miktarını artırmıştır. Özellikle PSPKT ilavesiz ve %10 PSPKT ilaveli örneklerde, kepek ilave oranının %5’ten %15’e çıkması Fe miktarının düzenli artışını sağlamıştır. %5 PSPKT ilaveli örneklerde ise kepek oranının artmasıyla Fe içeriğinde bir miktar artış görülmüştür.



Şekil 4.19. Tarhana örneklerinde Fe miktarı üzerine etkili “kepek ilave oranı x PSPKT oranı” interaksyonu (PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

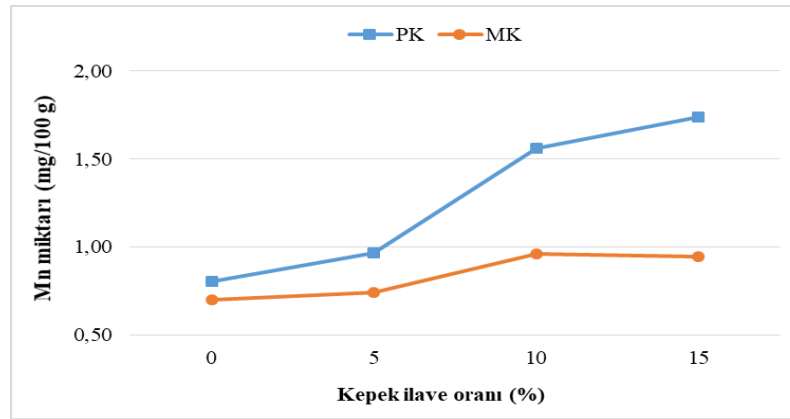
Bayrakçı ve Konak (2011) farklı oranlarda yaban mersini kullanarak ürettikleri tarhanalarda Fe içeriğinin 4-5 mg/100 g arasında olduğunu ve örnekler arasında istatistiki açıdan bir fark bulunmadığını ifade etmişlerdir.

Mn bazı enzimlerin bileşiminde bulunur ve bağ dokusunun oluşumu, büyüme, lipid ve karbonhidrat metabolizması için gereklidir. Diyetle alınımında emilimi azdır. Mn'ın en iyi kaynakları tohumların öz kısımlarıdır ve öğütme sırasında embriyosu alınan tahıl tanelerinde Mn'da önemli kayıplar oluşur. Günlük gereksinimi 3 mg'dır (Demirci, 2007).

Tarhana örneklerindeki Mn miktarı 0.68-1.84 mg/100 g aralığında değişmektedir (Çizelge 21). PK ve MK ilaveli örneklerde Mn miktarı sırasıyla ortalama 1.26 mg/100 g ve 0.83 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Kepeklerin %0 ve 5 ile %10 ve 15 ilave oranları arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık bulunmayan sonuçlar elde edilmiştir ve bu ortalama değerler sırasıyla 0.75-0.85 mg/100 g, 1.25-1.34 mg/100 g'dır. PSPKT'nin ilavesi ile Mn sonuçları etkilenmemiş ve ortalama olarak 1.02-1.08 mg/100 g aralığında sonuçlar alınmıştır.

Şekil 4.20'de tarhana örneklerinde Mn miktarı üzerine $p < 0.01$ düzeyinde önemli "kepek çeşidi x kepek ilave oranı" interaksyonu verilmiştir. PK katkılı örneklerde daha yüksek olan ortalama Mn içeriği MK'lı örneklerde 1.00 mg/100 g'ı geçmemiştir. Hem PK hem MK ilaveli örneklerde % 5 kepek içeren örneklerin Mn miktarı kepek ilavesiz örneklerin Mn içeriğine yakın değerdedir. %5'ten %10 oranına geçildiğinde ise Mn miktarında artış görülmesine rağmen %15 kepek ilave oranı ile aynı oranda bir artış devam etmemiştir.

Işık (2013) domates posası ve çekirdeği ile biber posası ve çekirdeği kullanarak ürettiği tarhanalarda Mn içeriğinin değişkenlik gösterdiğini, kontrol örnekte 8.8 ppm olan bu mineralin %35 domates çekirdeği ilavesi ile 33.9 ppm seviyesine çıktığını rapor etmiştir.



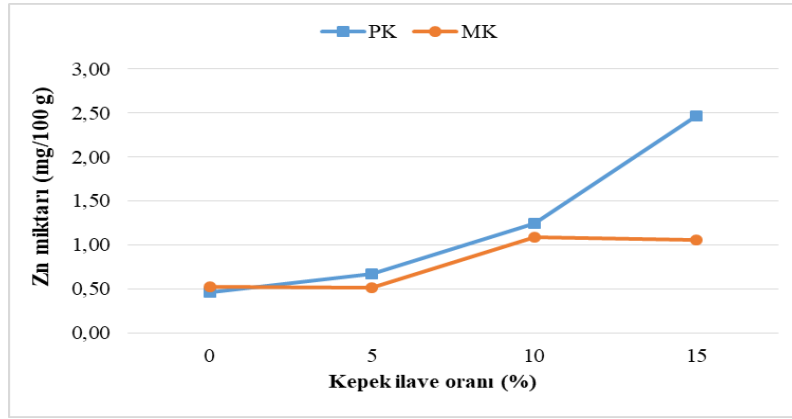
Şekil 4.20. Tarhana örneklerinde Mn miktarı üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksiyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

Zn karbonhidrat-enerji metabolizması, protein sentezi ve yıkımı, nükleik asit sentezi vb. gibi birçok tepkimede yer alır. Hücrel immünitede, lezzet duyusunda hassasiyet oluşumunda ve A vitamini metabolizmasında rol oynar. Günlük alım miktarı 10-15 mg’dır. Bu mineralden zengin yiyecekler etler, buğday ürünleri ve peynirdir. (Aksoy, 2007).

Tarhanaların Zn miktarı ortalama 0.07 mg/100 g’dır (Çizelge 21). PSPKT katkısının etkilemediği Zn sonuçları kepek çeşidi ve kepek oranlarından etkilenmiştir. PK’lı örneklerde ortalama 1.21 mg/100 g olan Zn miktarı MK ilaveli örneklerde ortalama 0.79 mg/100 g’dır. Tarhana örneklerindeki ortalama Zn miktarında %5 kepek ilave oranından sonra artışlar görülmüştür. %10 ve 15 kepek ilavesi ile elde edilen sonuçlar sırasıyla 1.16 mg/100 g ve 1.76 mg/100 g’dır.

Şekil 4.21’de tarhana örneklerinde Zn miktarı üzerine $p < 0.01$ düzeyinde önemli “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksiyonu verilmiştir. %10 kepek ilave oranına kadar PK ve MK ilaveli örneklerin Zn değerleri birbirine çok yakındır. %15 kepek oranında fark artmış PK ilaveli örneklerin Zn miktarı 2 mg/100 g’ın üzerine çıkmıştır.

Aktaş ve ark. (2015) katkısız ve olgunlaşmamış buğday unu ile ürettikleri tarhanalardaki Zn içeriğini sırasıyla 0.99 mg/100 g ile 1.62 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir.



Şekil 4.21. Tarhana örneklerinde Zn miktarı üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

4.2.4. Tarhana hamurlarında fermentasyon boyunca gözlenen değişimler ve tartışma

4.2.4.1. Fermentasyon boyunca pH değişimi

Zenginleştirilen tarhana örneklerinin fermentasyon boyunca 24, 72 ve 120. saatlerdeki pH değişimi incelenmiş ve PK ilaveli örneklerden elde edilen değerlerin ortalaması Çizelge 4.24’te, MK ilaveli örneklerden elde edilen değerlerin ortalaması ise Çizelge 4.25’te verilmiştir. PK ilaveli örneklerde fermentasyon boyunca ortalama pH değeri 4.65 iken MK ilaveli örneklerde bu değer 4.51’dir.

Kepek ilave oranının, PSPKT ilavesinin ve fermentasyon süresinin pH değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26 ile 4.27’de ve bu sonuçlara ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.28 ile 4.29’da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; hem PK hem MK ilaveli örneklerde pH değişimi üzerine kepek ilave oranı, PSPKT ilavesi ve fermentasyon süresi önemli bulunurken, PK ilaveli örneklerde “kepek ilave oranı x PSPKT ilavesi x fermentasyon süresi” üçlü interaksyonu ve MK ilaveli örneklerde ise “kepek ilave oranı x fermentasyon süresi” interaksyonunun $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; fermentasyon boyunca her iki kepek çeşidinde de diğer ilave oranları ile birbirine yakın pH değerleri elde edilirken en düşük pH değerini %15 ilave oranı vermiştir.

Fermentasyon sürecinde ortalama pH değerleri PSPKT ilavesine bağlı olarak her iki kepek çeşidinde de farklılık göstermiştir. En düşük pH değeri PSPKT ilavesiz

tarhanada tespit edilirken PSPKT ilavesiyle pH değerleri artmış ve en yüksek pH değerleri %10 PSPKT ilavesi ile elde edilmiştir.

Ortalama pH değerleri fermentasyonun 24. saatinde PK ve MK ilaveli tarhana örneklerinde sırasıyla 4.85 ve 4.64 olarak tespit edilmiş ve fermentasyon süreci ilerledikçe örneklerin pH değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Fermentasyonun son gününde PK ve MK ilaveli tarhana örneklerinin pH değeri 4.34 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.28-4.29).

Çizelge 4.24. Pirinç kepeği ilaveli tarhana hamurlarının fermentasyon esnasındaki pH, titrasyon asitliği ve su aktivitesi değişimine ait sonuçlar

Fermentasyon süresi	PK oranı (%)	PSPKT oranı (%)	pH	Titrasyon asitliği ¹	Su aktivitesi
24 sa	0	0	4.70±0.05	6.50±0.53	0.964±0.003
	0	5	4.84±0.02	7.63±0.07	0.963±0.004
	0	10	4.86±0.03	7.84±0.02	0.979±0.004
	5	0	4.63±0.04	8.65±0.42	0.962±0.032
	5	5	4.75±0.04	7.98±1.06	0.976±0.014
	5	10	4.91±0.09	7.10±1.48	0.976±0.002
	10	0	4.71±0.03	8.90±0.11	0.982±0.010
	10	5	5.00±0.04	7.74±1.64	0.972±0.007
	10	10	5.00±0.00	6.51±0.09	0.976±0.001
	15	0	4.92±0.05	8.74±1.01	0.983±0.002
	15	5	4.92±0.04	9.05±0.21	0.981±0.004
	15	10	4.98±0.01	8.09±0.02	0.971±0.006
72 sa	0	0	4.60±0.04	11.95±0.53	0.953±0.030
	0	5	4.75±0.02	11.21±0.27	0.941±0.025
	0	10	4.89±0.04	9.59±1.01	0.947±0.016
	5	0	4.56±0.08	11.33±0.32	0.969±0.000
	5	5	4.62±0.01	14.28±0.07	0.952±0.006
	5	10	4.80±0.06	9.79±0.48	0.933±0.008
	10	0	4.75±0.18	10.43±0.42	0.953±0.022
	10	5	4.84±0.19	12.93±1.27	0.974±0.004
	10	10	4.97±0.04	11.29±0.62	0.972±0.001
	15	0	4.67±0.11	11.83±0.25	0.979±0.001
	15	5	4.66±0.04	12.41±0.23	0.968±0.009
	15	10	4.99±0.00	10.29±0.05	0.960±0.006
120 sa	0	0	4.26±0.10	17.15±0.07	0.953±0.018
	0	5	4.27±0.01	17.46±0.55	0.950±0.008
	0	10	4.69±0.06	14.34±0.09	0.932±0.005
	5	0	4.44±0.02	12.08±0.18	0.956±0.000
	5	5	4.52±0.02	12.20±0.71	0.936±0.004
	5	10	4.71±0.11	12.24±0.09	0.927±0.000
	10	0	4.48±0.02	14.89±1.64	0.937±0.011
	10	5	4.13±0.08	23.01±2.46	0.950±0.016
	10	10	4.27±0.10	21.04±0.97	0.957±0.004
	15	0	4.03±0.10	22.18±0.67	0.976±0.004
	15	5	4.07±0.14	23.35±0.99	0.957±0.024
	15	10	4.24±0.01	23.24±0.12	0.933±0.001

¹ %67'lik etil alkole geçen asitlik değeri PK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.25. Mısır kepeği ilaveli tarhana hamurlarının fermentasyon esnasındaki pH, titrasyon asitliği ve su aktivitesi değişimine ait sonuçlar

Fermentasyon süresi	MK oranı (%)	PSPKT oranı (%)	pH	Titrasyon asitliği ¹	Su aktivitesi	
24 sa	0	0	4.72±0.14	5.50±0.85	0.967±0.032	
	0	5	4.76±0.07	5.90±0.42	0.962±0.018	
	0	10	4.93±0.08	7.25±2.44	0.960±0.016	
	5	0	4.57±0.02	9.28±0.57	0.987±0.001	
	5	5	4.74±0.00	7.95±2.09	0.977±0.004	
	5	10	4.85±0.01	7.45±1.77	0.972±0.011	
	10	0	4.43±0.09	8.19±0.34	0.981±0.004	
	10	5	4.45±0.01	10.86±0.23	0.980±0.001	
	10	10	4.67±0.06	10.33±0.32	0.959±0.000	
	15	0	4.42±0.05	7.33±0.57	0.968±0.013	
	15	5	4.44±0.04	8.98±0.11	0.960±0.001	
	15	10	4.71±0.04	10.28±1.63	0.963±0.008	
	72 sa	0	0	4.53±0.15	6.31±0.16	0.968±0.020
		0	5	4.62±0.10	8.84±0.76	0.969±0.018
		0	10	4.67±0.08	9.91±0.12	0.946±0.011
5		0	4.48±0.01	8.08±1.06	0.979±0.003	
5		5	4.57±0.05	8.63±0.32	0.968±0.008	
5		10	4.70±0.06	11.29±0.62	0.969±0.001	
10		0	4.52±0.06	9.88±1.17	0.977±0.009	
10		5	4.46±0.07	12.21±0.19	0.959±0.012	
10		10	4.67±0.03	11.60±1.34	0.955±0.019	
15		0	4.38±0.08	10.36±0.37	0.973±0.002	
15		5	4.51±0.06	11.25±0.35	0.985±0.006	
15		10	4.54±0.09	12.31±0.23	0.973±0.001	
120 sa		0	0	4.19±0.06	10.51±0.51	0.962±0.005
		0	5	4.31±0.08	12.46±1.61	0.945±0.003
		0	10	4.46±0.02	12.95±1.31	0.964±0.004
	5	0	4.23±0.02	7.38±1.52	0.975±0.000	
	5	5	4.46±0.07	10.59±0.83	0.947±0.011	
	5	10	4.48±0.23	11.41±0.48	0.964±0.003	
	10	0	4.29±0.13	12.01±0.37	0.944±0.009	
	10	5	4.42±0.01	12.31±0.27	0.964±0.011	
	10	10	4.43±0.00	13.39±1.04	0.950±0.021	
	15	0	4.18±0.21	13.03±1.34	0.964±0.006	
	15	5	4.35±0.12	14.83±1.20	0.976±0.003	
	15	10	4.40±0.20	14.85±1.34	0.980±0.002	

¹ %67'lik etil alkole geçen asitlik değeri MK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.26. Pirinç kepeği ilaveli tarhana hamurlarının fermentasyon esnasındaki pH, titrasyon asitliği ve su aktivitesi değişimine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	pH		Titrasyon asitliği		Su aktivitesi	
		KO	F	KO	F	KO	F
Kepek ilave oranı (A)	3	0.016	3.089*	48.336	73.844**	0.009	5.862**
PSPKT oranı (B)	2	0.303	58.055**	15.148	23.141**	0.005	3.064*
Fermentasyon süresi (C)	2	1.753	335.519**	599.978	916.604**	0.043	29.042**
(AxB)	6	0.012	2.387*	3.418	5.222**	0.004	2.506*
(AXC)	6	0.139	26.510**	40.655	62.110**	0.000	0.685
(BXC)	4	0.027	5.107**	5.251	8.022**	0.000	1.540
(AXBXC)	12	0.023	4.399**	5.220	7.974**	0.000	1.535
Hata	36	0.188		23.564		0.0053	

¹ *p<0.05 seviyesinde önemli ** p<0.01 seviyesinde önemli PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.27. Mısır kepeği ilaveli tarhana hamurlarının fermentasyon esnasındaki pH, titrasyon asitliği ve su aktivitesi değişimine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	pH		Titrasyon asitliği		Su aktivitesi	
		KO	F	KO	F	KO	F
Kepek ilave oranı (A)	3	0.084	9.729**	33.566	31.984**	0.001	4.698**
PSPKT oranı (B)	2	0.282	32.408**	27.471	26.176**	0.000	2.915*
Fermentasyon süresi (C)	2	0.538	61.857**	90.038	85.795**	0.000	4.044*
(AxB)	6	0.005	0.521	0.569	0.541	0.000	1.632
(AXC)	6	0.036	4.100**	6.575	6.265**	0.000	2.598*
(BXC)	4	0.014	1.578	1.209	1.152	0.000	1.800
(AXBXC)	12	0.004	0.416	2.247	2.141*	0.000	1.201
Hata	36	0.312		37.780		0.004	

¹ *p<0.05 seviyesinde önemli ** p<0.01 seviyesinde önemli PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.28. Pirinç kepeği ilaveli tarhana hamurlarının fermentasyon esnasındaki pH, titrasyon asitliği ve su aktivitesi değişimine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	pH	Titrasyon asitliği ²	Su aktivitesi
PK ilave oranı (%)				
0	18	4.64±0.23 ^{ab}	11.51±3.96 ^c	0.953±0.017 ^b
5	18	4.65±0.15 ^a	10.62±2.35 ^d	0.954±0.019 ^b
10	18	4.67±0.32 ^a	12.96±5.65 ^b	0.963±0.016 ^a
15	18	4.60±0.38 ^b	14.35±6.39 ^a	0.967±0.016 ^a
PSPKT oranı (%)				
0	24	4.55±0.23 ^c	12.05±4.22 ^b	0.963±0.017 ^a
5	24	4.61±0.30 ^b	13.26 ±5.40 ^a	0.959±0.016 ^{ab}
10	24	4.77±0.26 ^a	11.77±5.24 ^b	0.954±0.019 ^b
Fermentasyon süresi (sa)				
24	24	4.85±0.12 ^a	7.89±1.02 ^c	0.973±0.010 ^a
72	24	4.75±0.15 ^b	11.44±1.38 ^b	0.958±0.017 ^b
120	24	4.34±0.22 ^c	17.76±4.56 ^a	0.946±0.015 ^c

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. ²%67'lik etil alkole geçen asitlik değeri PK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.29. Mısır kepeği ilaveli tarhana hamurlarının fermentasyon esnasındaki pH, titrasyon asitliği ve su aktivitesi değişimine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

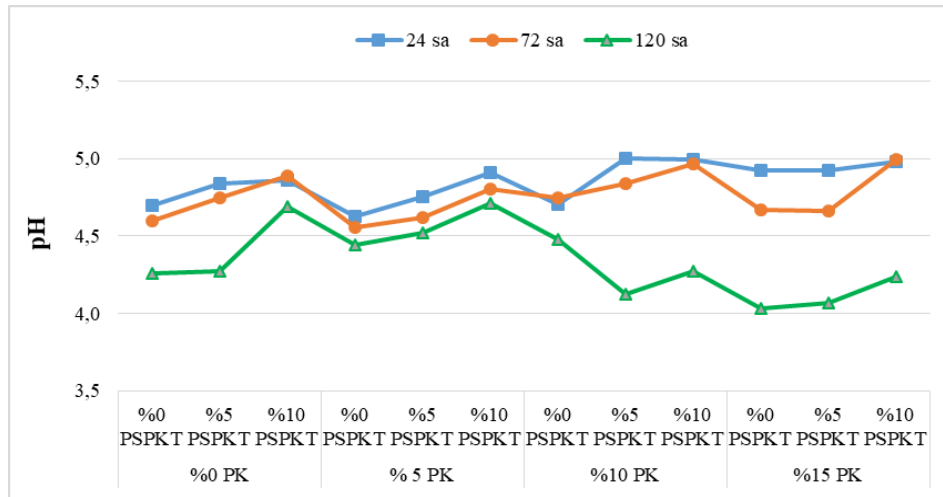
Faktör	n	pH	Titrasyon asitliği ²	Su aktivitesi
MK ilave oranı (%)				
0	18	4.57±0.23 ^a	8.84±2.84 ^b	0.960±0.014 ^b
5	18	4.56±0.18 ^a	9.11±1.78 ^b	0.970±0.011 ^a
10	18	4.48±0.12 ^b	11.19±1.60 ^a	0.962±0.015 ^b
15	18	4.43±0.16 ^b	11.46±2.56 ^a	0.971±0.009 ^a
PSPKT oranı (%)				
0	24	4.41±0.17 ^c	8.98±2.30 ^c	0.970±0.014 ^a
5	24	4.50±0.14 ^b	10.40±2.48 ^b	0.965±0.014 ^{ab}
10	24	4.62±0.17 ^a	11.08±2.37 ^a	0.962±0.012 ^b
Fermentasyon süresi (sa)				
24	24	4.64±0.17 ^a	8.27±1.89 ^c	0.969±0.013 ^a
72	24	4.55±0.10 ^b	10.05±1.85 ^b	0.968±0.013 ^a
120	24	4.34±0.13 ^c	12.14±2.14 ^a	0.961±0.013 ^b

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. ²%67'lik etil alkole geçen asitlik değeri MK:Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Erbaş (2003) çalışmasında tarhananın bazı özellikleri üzerine fermentasyon süresinin, depolama tipi ve depolama süresinin etkilerini araştırmış ve örneklerdeki ortalama pH değerinin fermentasyonun 0. gününde 4.61 iken son gününde (3. gün) 4.05 değerinde olduğunu bildirmiştir. Bu genel pH düşüşünün fermentasyon boyunca mikroorganizmaların ürettiği metabolitlerden özellikle de artan organik asit miktarından kaynaklandığını rapor etmiştir.

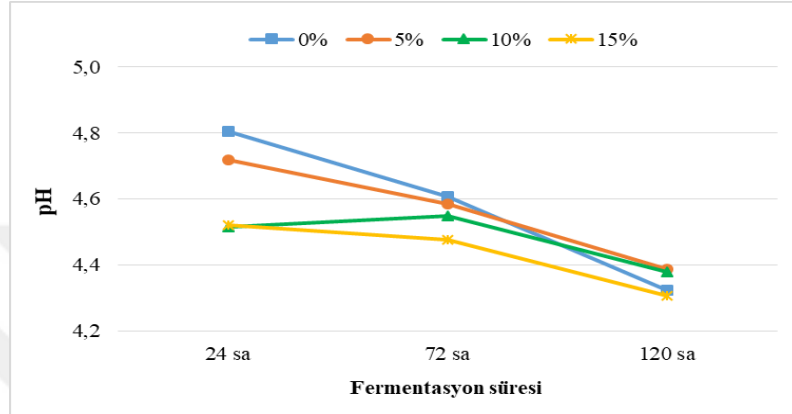
Tarhana fermentasyonunun patojen mikroorganizmalar üzerine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise 7 gün süren fermentasyonda kontrol örneğin pH değeri ilk üç gün daha hızlı olmak üzere 5.47'den 4.22'ye azalma göstermiştir (Daglioglu ve ark., 2002).

Şekil 4.22.'de PK ilaveli tarhanaların pH değeri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde önemli *'kepek ilave oranı x PSPKT ilavesi x fermentasyon süresi'* interaksyonu verilmiştir. 24 ve 72. saatlerde alınan pH değerleri tüm kepek oranlarında birbirine çok yakın seyretmiş 4.5-5.0 aralığında belirlenmiştir. Ayrıca bu süreçteki örneklerde PSPKT ilavesi ile pH değerlerinin bir miktar arttığı da görülmektedir. Ancak fermentasyon ilerledikçe pH değerleri düşüş göstermiş ve 120. saatte %10 ve 15 PK ilaveli örneklerde 4.5 pH değerinin altına inmiştir. En düşük pH değeri PSPKT katkısız %15 PK ilaveli örnekte 120. saatte elde edilmiştir.



Şekil 4.22. PK ilaveli tarhana örneklerinin pH değerleri üzerine etkili *'kepek ilave oranı x PSPKT ilavesi x fermentasyon süresi'* interaksyonu (PK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Şekil 4.23.'de MK ilaveli tarhana örneklerinin pH değerleri üzerine etkili “*kepek ilave oranı x fermentasyon süresi*” interaksyonu verilmiştir. Örneklerdeki pH değerleri MK ilavesinin artan oranları ile düşüş göstermiştir. MK ilave oranlarının etkisi 24. saatte belirgin halde gözlenmektedir. Ancak fermentasyonun ilerleyen dönemlerinde 72. ve özellikle de 120. saatlerde kepek ilave oranının etkisi azalmış ve örneklerin pH değerleri düşüş eğilimi göstererek birbirine oldukça yaklaşmıştır.



Şekil 4.23. MK ilaveli tarhana örneklerinin pH değerleri üzerine etkili “*kepek ilave oranı x fermentasyon süresi*” interaksyonu

Sagdic ve ark. (2005), çalışmalarında dört günlük fermentasyon boyunca tarhana örneklerindeki pH değerinin kademeli olarak 5.75’den 3.75-3.84 değerlerine düştüğünü ifade etmişlerdir.

Bozkurt ve Gurbuz (2008), farklı yoğurt miktarları kullanılan kurutulmuş ve dondurulmuş tarhanalardaki asit içeriğini belirledikleri çalışmada %50 oranında yoğurt içeren ve dondurulmamış olan örneklerin, fermentasyonun başlangıcında ve 96. saatindeki toplam organik asit içeriğini sırasıyla 1.50-2.05 g/100 g, laktik asit içeriğini 1.06-1.26 g/100 g, pirüvik asit içeriğini 0.19-0.36 g/100 g ve asetik asit içeriğini de 0.24-0.43 g/100 g olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca az miktarda sitrik asit bulunduğu ve bunun fermentasyondan ziyade kullanılan malzemelerden ileri geldiği ifade edilmiştir. Fermentasyon boyunca laktik asit miktarındaki artış hızının diğer mevcut asitlerde görülmediği de çalışmada belirtilmiştir.

4.2.4.2. Fermentasyon boyunca titrasyon asitliği değişimi

Örneklerin fermentasyon süresince 24, 72 ve 120. saatlerdeki titrasyon asitliği değerleri ortalaması PK ilaveli örnekler için Çizelge 4.24'te, MK ilaveli örnekler için ise Çizelge 4.25'te verilmiştir. PK ilaveli örneklerde fermentasyon boyunca ortalama titrasyon asitliği değerleri 6.50-23.35 arasında değişim gösterirken MK ilaveli örneklerde bu değer aralığı 5.50-14.85'dir.

Kepek ilave oranının, PSPKT ilavesinin ve fermentasyon süresinin titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26 ile 4.27'de ve bu sonuçlara uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.28 ile 4.29'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; PK ve MK ilaveli örneklerde titrasyon asitliği değişimi üzerine faktörlerin her üçü de $p < 0.01$ düzeyinde etkili bulunmuştur. PK ilaveli örneklerde '*kepek ilave oranı x PSPKT ilavesi x fermentasyon süresi*' üçlü interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde etkili iken MK ilaveli örneklerde bu üçlü interaksyon $p < 0.05$ düzeyinde etkili olmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları fermentasyon boyunca kepek ilave oranları bakımından incelendiğinde, hem PK hem de MK ilaveli örnekler için en yüksek titrasyon asitliği değerleri %15 kepek ilave oranı ile elde edilmiştir. %15 PK ilaveli örneklerde ortalama titrasyon asitliği değeri 14.35 iken %10 ve %15 MK ilaveli örneklerde ortalama titrasyon asitliği değeri sırasıyla 11.19 ve 11.46 olmuştur ve bu değerler arasında istatistiki olarak önemli bir fark görülmemiştir.

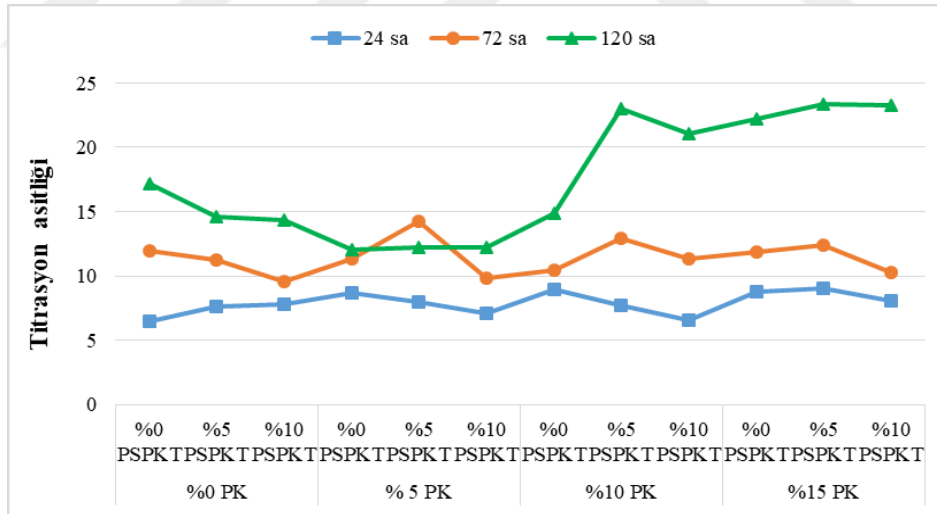
Fermentasyon sürecinde ortalama titrasyon asitliği değerleri PK ve MK ilaveli örneklerde PSPKT ilavesinden etkilenmiştir. 13.26 ile %5 PSPKT ilaveli PK'lı örnekler en yüksek titrasyon asitliği değerine sahipken MK ilaveli örneklerde en yüksek titrasyon asitliği değerini (11.08) %10 PSPKT ilaveli örnekler vermiştir.

Ortalama titrasyon asitliği değerleri fermentasyonun 24. saatinde PK ve MK ilaveli tarhana örneklerinde sırasıyla 7.89 ve 8.27 olarak tespit edilmiş ve fermentasyon süreci ilerledikçe örneklerin titrasyon asitliği değerlerinde artış belirlenmiştir. Fermentasyonun son gününde PK ve MK ilaveli tarhana örneklerinin titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 17.76 ve 12.14 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.28-4.29).

Erbaş ve ark. (2006), farklı koşullarda depoladıkları 5 adet tarhananın fermentasyon boyunca titrasyon asitliğini izlemişler ve 3 günün sonunda asitlik değerlerinin 26.50 g/kg'dan 41.4 g/kg'a yükseldiğini belirlemişlerdir.

Yücel Şengün (2006), Ege Bölgesinin farklı yörelerinden toplanan sekiz farklı tarhananın bakteri florasını tanımladığı çalışmada örneklerin fermentasyon boyunca titrasyon asitliğini de belirlemiştir. Farklı fermentasyon sürelerine sahip örneklerin bazılarında titrasyon asitliği değerlerinde dalgalanmalar görülsede genel olarak fermentasyon süresince titrasyon asitliğinin arttığı belirtilmiştir. Bu örneklerden bazılarında ise fermentasyonun son gününde görülen asitlik gelişiminin kurutma aşamasında da devam ettiği ifade edilmiştir.

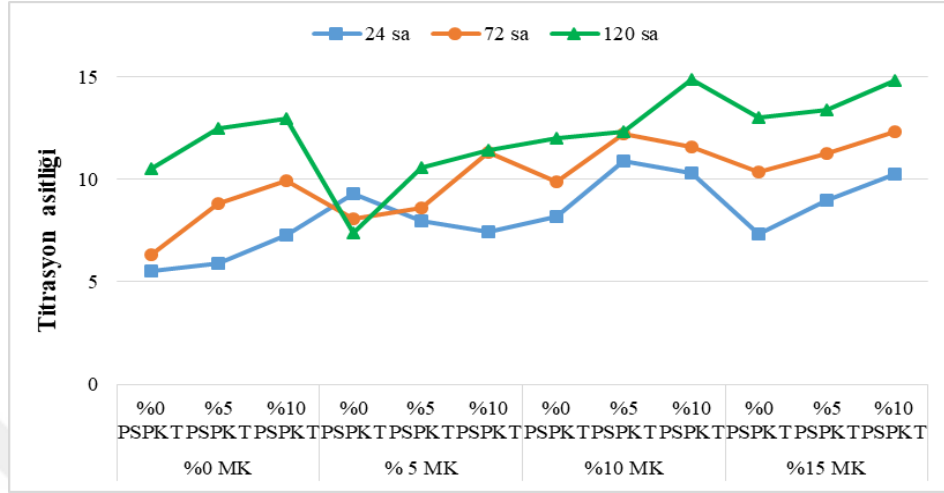
Şekil 4.24’de PK ilaveli tarhanaların titrasyon asitliği değerleri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili “kepek ilave oranı x PSPKT ilavesi x fermentasyon süresi” interaksyonu verilmiştir. Fermentasyon boyunca titrasyon asitliği değerleri kepek oranları arasında 24 ve 72. saatlerde belirgin bir fark olmaksızın seyretmiştir. Ancak kepek oranları arasındaki fark 120. saatte belirgin hale gelmiş ve özellikle %15 kepek ilave oranı ile titrasyon asitliği değerleri yükselmiştir. Şekil 4.24 PSPKT ilavesi bakımından incelendiğinde ise PSPKT ile PK’lı örneklerde dalgalanmalar görülmüştür. Fermentasyon sürecinin ise titrasyon asitliği değerlerini açık şekilde etkilediği ve en yüksek titrasyon asitliği değerlerinin 120. saatte elde edildiği görülmektedir.



Şekil 4.24. PK ilaveli tarhana örneklerinin titrasyon asitliği değerleri üzerine etkili “kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Şekil 4.25’de MK ilaveli tarhanaların titrasyon asitliği değeri üzerinde $p < 0.05$ düzeyinde önemli “kepek ilave oranı x PSPKT ilavesi x fermentasyon süresi” interaksyonu verilmiştir. PK ilaveli örneklerde olduğu gibi fermentasyon ilerledikçe MK ilaveli örneklerin titrasyon asitliği değerleri artış göstermiş, en düşük değerler 24. saatte

ve en yüksek değerler 120. saatte görülmüştür. Ayrıca MK ilave oranı artışıyla düzenli bir artış gözlenmemiştir. En yüksek titrasyon asitliği değerleri %10 ve 15 MK ile %10 PSPKT ilaveli örneklerde görülmüştür.



Şekil 4.25. MK ilaveli tarhana örneklerinin titrasyon asitlik değerleri üzerine etkili ‘kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi’ interaksiyonu (MK:Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Ekinci (2005), fermentasyon ve kurutma işleminin tarhanadaki suda çözülebilir vitaminler üzerine etkisini araştırdığı çalışmada örneklerin titrasyon asitlik değerini ve pH değerlerini fermentasyonun 0. ve 4. gününde sırasıyla 7.8 ve 22.7 ile 4.6 ve 4.0 olarak ölçmüştür. Kumral (2015), buğday unu, tam buğday unu ve nohut unu ile ürettiği tarhanalarda fermentasyonun 0, 24, 48 ve 72. saatlerinde titrasyon asitliği değerlerinin fermentasyon başında ve sonunda buğday unu tarhanasında 17’den 40.7’ye, tam buğday unlu tarhanada 23.6’dan 61.2’ye ve nohut unlu tarhanada 35.5’ten 63.6’ya yükseldiğini rapor etmiştir. Bilgiçli ve İbanoğlu (2007) da fermentasyon boyunca asitlik değerlerini inceledikleri buğday rüşeymi ve buğday kepeği ilaveli tarhanalarda katkı oranı artışıyla ve fermentasyonun ilerlemesiyle asitlik değerlerinin arttığını belirlemişlerdir.

4.2.4.3. Fermentasyon boyunca su aktivitesi değişimi

Su aktivitesi bakterilerin, maya ve küflerin gelişimi bakımından önemli bir faktördür ve ürün stabilitesi/raf ömrü parametrelerinde pH gibi su aktivitesinin de kontrol edilmesine ihtiyaç duyulur (Gadallah ve Hassan, 2017).

Tarhana örneklerinin fermentasyonda 24, 72 ve 120. saatlerde belirlenen su aktivitesi değişimleri PK ve MK ilaveli örnekler için sırasıyla Çizelge 4.24 ve 4.25'te verilmiştir. PK ilaveli örneklerde fermentasyon boyunca ortalama su aktivitesi değeri 0.959 iken MK ilaveli örneklerde bu değer 0.966'dır.

Etken olarak kepek ilave oranının, PSPKT ilavesinin ve fermentasyon süresinin su aktivitesi değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26 ile 4.27'de ve bu sonuçlara uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.28 ile 4.29'da verilmiştir.

Tarhana formülasyonunda PK kullanılan örneklerde kepek ilave oranı ve fermentasyon süresi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. PSPKT oranı ve "*kepek ilave oranı x PSPKT ilavesi*" interaksyonu da $p < 0.05$ düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 4.26). MK eklenmiş örneklerde ise kepek ilave oranı $p < 0.01$ düzeyinde önemli iken PSPKT oranı ve fermentasyon süresi $p < 0.05$ düzeyinde önemli olmuştur. Ayrıca "*kepek ilave oranı x fermentasyon süresi*" interaksyonunun da $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.27).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde fermentasyon boyunca hem PK hem MK ilaveli örnekler kepek ilave oranlarının artışından etkilenmiştir. %15 PK ilavesi ile örneklerin su aktivitesi ortalamaları 0.953'ten 0.967'ye çıkarken, %15 MK ilavesi ile örneklerin su aktivitesi ortalamaları 0.960'tan 0.971'e çıkmıştır. Kuru örneklerdeki nem değerlerinin de kepek ilavesi oranındaki artışa bağlı olarak artış gösterdiği daha önce belirtilmiştir (Çizelge 4.14).

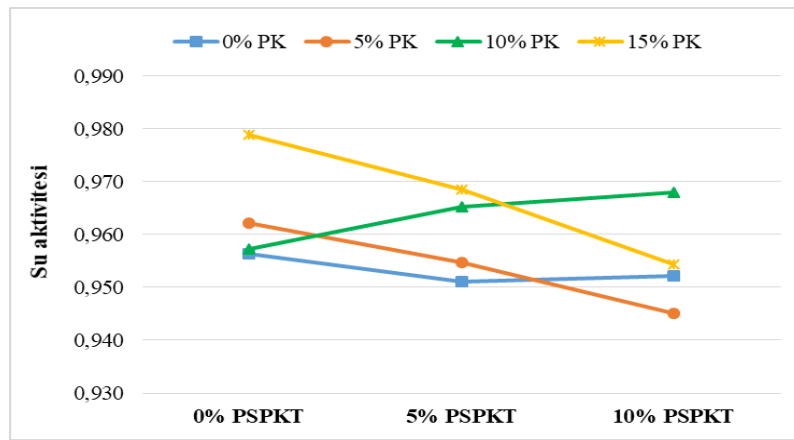
Fermentasyon esnasında PSPKT ilavesi etkisi incelendiğinde örneklerin su aktivitesi değerleri PSPKT ilavesi ile azalmış %10 PSPKT ilaveli örneklerde en düşük su aktivitesi değerleri elde edilmiştir. PK katkılı örneklerde %10 PSPKT ilaveli örneklerin su aktivitesi değeri 0.954 ve MK katkılı örneklerde %10 PSPKT ilaveli örneklerin su aktivitesi değeri 0.962 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada zenginleştirilmiş tarhana hamurları hazırlanırken hamur oluşturmak için gerekli su ihtiyacının PSPKT'nin ilavesiyle fark edilir şekilde azaldığı tespit edilmiştir.

Ortalama su aktivitesi değerleri fermentasyon boyunca izlendiğinde 24, 72 ve 120. saatlerde PK ilaveli tarhana örneklerinde sırasıyla 0.973, 0.958 ve 0.946 (Çizelge 4.28) değerleri elde edilirken MK ilaveli tarhana örneklerinde sırasıyla 0.969, 0.968 ve 0.961 değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.29). 120. saatteki değerler 24. saatte elde edilen değerlere göre istatistiki açıdan önemli olup azalma göstermiştir.

Turantaş ve Kemahlıoğlu (2012) yogurt-un oranları 0.50 ve 0.75 olan tarhana hamurlarını 4 günlük fermentasyon boyunca izlemişler ve her iki tip tarhanada da başlangıçta 0.9-1.0 aralığında olan su aktivitesi değerleri fermentasyonun 4. gününde 0.63-0.66 olarak ölçülmüş ve bu değerler 16. günün sonunda 0.52–0.54’e gerilemiştir.

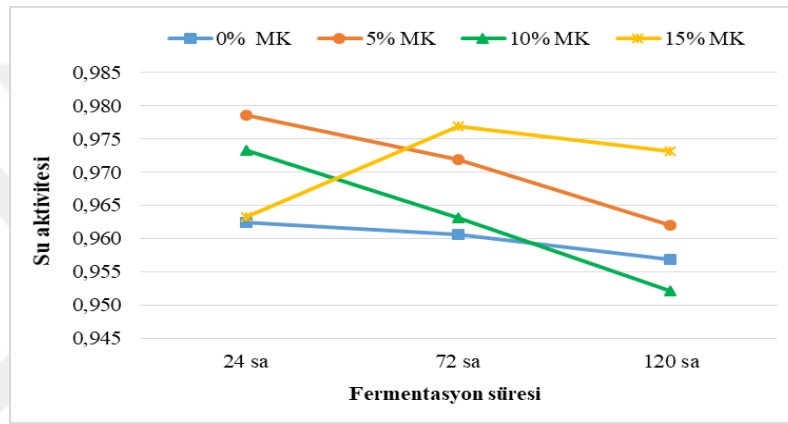
Kıvanc ve Funda (2017) 7 günlük tarhana fermentasyonunu izledikleri çalışmalarında tarhana hamurlarındaki nem içeriğinin özellikle 2. günden sonra sürekli azalarak %70.12’den %26.15’e düştüğünü belirlemişlerdir.

Şekil 4.26.’da PK ilaveli tarhanaların su aktivitesi değeri üzerinde $p < 0.05$ düzeyinde önemli ‘*kepek ilave oranı x PSPKT ilavesi*’ interaksyonu verilmiştir. PSPKT katkısı, %10 kepek ilaveli örnek hariç diğer örneklerde su aktivitesi değerlerinde genel bir düşüşe neden olmuştur. PSPKT ilavesiz örneklerde %15 kepek ilavesi su aktivitesi değerini önemli derecede etkileyerek artmasını sağlarken diğer kepek ilave oranları ile birbirine yakın su aktivitesi sonuçları elde edilmiştir. %5 PSPKT ilaveli örneklerde ise %0 ve 5 kepek ilaveli örneklerin su aktivitesi değerleri ile %10 ve 15 kepek ilaveli örneklerin su aktivitesi değerleri birbirine daha yakın görülmüştür. Ancak %10 PSPKT ilaveli örneklerde kepek ilave oranlarının etkisi azalmış %10 PK katkılı örnekler en yüksek ortalama su aktivitesi değerini vermiştir.



Şekil 4.26. PK ilaveli tarhana örneklerinin su aktivitesi değerleri üzerine etkili ‘*kepek ilave oranı x PSPKT oranı*’ interaksyonu (PK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Şekil 4.27’de MK ilaveli tarhanaların su aktivitesi değeri üzerinde $p < 0.05$ düzeyinde etkili “kepek ilave oranı x fermentasyon süresi” interaksyonu verilmiştir. Fermentasyon ilerledikçe örneklerdeki su aktivitesi değerleri %15 MK ilaveli örnekler hariç azalma eğilimi göstermiştir. %0 kepek ilaveli örneklerin ortalama su aktivitesindeki bu azalma eğilimi hafif seyrederken %5 ve 10 MK ilaveli örneklerde daha belirgindir. %15 MK ilaveli örneklerin su aktivite değerlerinde ise 24. saatten 72. saate geçildiğinde artış görülmesine rağmen 72. saatten 120. saate geçildiğinde bir miktar düşme eğilimi gözlenmiştir. Ancak fermentasyon ortasında ve sonunda en yüksek su aktivitesi değerleri %15 MK ilaveli örneklerde tespit edilmiştir.



Şekil 4.27. MK ilaveli tarhana örneklerinin su aktivitesi değerleri üzerine etkili “kepek ilave oranı x fermentasyon süresi” interaksyonu (MK:Mısır kepeği)

Daglioglu ve ark. (2002), çalışmalarında tarhana fermentasyonunun *Escherichia coli* O157:H7 ve *Staphylococcus aureus* patojenleri üzerine etkisini araştırmışlar ve 7 günlük fermentasyon için başlangıç ve bitiş nem miktarlarını vermişlerdir. Kontrol tarhanada başlangıç ve bitiş nem miktarlarının %61.56 ve %26.02 olduğu, aynı şekilde patojen inoküle edilen tarhana örneklerinde de benzer nem kayıplarının olduğu belirlenmiştir. Karagozlu ve ark. (2008), 5 gün süren fermentasyon sonunda tarhanadaki su içeriğinin %47.97’den %18.87’ye düştüğünü belirtmiştir.

Settanni ve ark. (2011) ise, tarhanada farklı fermentasyon sıcaklıklarını (30-40 °C) test ettikleri çalışmada 8 gün boyunca su aktivitesi değerlerini belirlemişler ve 0.904-0.916 aralığında değişen sonuçlarda önemli bir farklılığın oluşmadığını ifade etmişlerdir. Gül (2013) ise geleneksel tarhanadaki su aktivitesi değerlerini fermentasyonun 0., 1., 3. ve 5. günleri için 0.958, 0.946, 0.950 ve 0.943 olarak ölçmüştür.

4.2.4.4. Mikrobiyolojik özelliklere ait sonuçlar

4.2.4.4.1. Fermentasyon boyunca toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı sonuçları ve tartışma

Zenginleştirilen tarhanaların fermentasyon boyunca TMAB değişimine ait ortalama değerler PK ilaveli örnekler için Çizelge 4.30'da, MK ilaveli örnekler için Çizelge 4.31'de, bunlara ait varyans analizi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.32 ve 4.33'de ve varyasyon sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise sırasıyla Çizelge 4.34 ve 4.35'de verilmiştir.

Fermentasyon boyunca PK ilaveli örneklerin TMAB sayıları 6.64-8.74 log kob/g arasında iken MK ilaveli örneklerin TMAB sayıları 6.61-7.85 log kob/g arasında değişim göstermiştir. Güney Funda (2009) 9 tanesi sanayi tipi ve 21 tanesi de ev yapımı olmak üzere toplam 30 tarhana örneğini mikrobiyolojik açıdan izlediği çalışmasında toplam bakteri sayısının ilk gün 1.7×10^5 kob/g olduğunu ve bu değer fermantasyonun ilk günlerinde artış gösterirken 5. günden itibaren düşmeye başladığını belirtmiştir. Karagozlu ve ark. (2008), ürettikleri tarhanadaki TMAB sayısının 5 günlük fermentasyon sürecinde 6.94-5.26 log kob/g aralığında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. İbanoglu ve ark. (1999), yogurt ve tuz miktarının tarhananın fermentasyon aktivitesine etkilerini inceledikleri çalışmada, standart tarhana olarak belirledikleri örneğin 4 günlük fermentasyonu boyunca toplam bakteri sayısının 2.7×10^8 kob/g ile 4.5×10^7 kob/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; PK katkılı örneklerde TMAB sayısının değişimi üzerine kepek ilave oranı, PSPKT oranı ve fermentasyon süresi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, MK katkılı örneklerde TMAB sayısının değişimi üzerine sadece fermentasyon süresinin etkisi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca her iki kepek çeşidi katkısı ile hazırlanan örneklerde *“kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi”* interaksiyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; PK ilave oranının artışıyla örneklerde TMAB sayısı genel bir düşüş göstermiş ve PK ilavesiz örneklerde TMAB sayısı 7.95 log kob/g olarak belirlenirken %15 PK ilaveli örneklerde ortalama TMAB sayısı 7.52 log kob/g olarak tespit edilmiştir. %5 ve 10 PK ilavesiyle elde edilen TMAB sayıları arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.34). MK ilave oranının fermentasyon boyunca etkisi incelendiğinde ise %15 MK ilavesiyle daha düşük

TMAB sayım sonuçları elde edildiği ancak alınan sonuçlar arasında istatistiki olarak bir fark gözlenmediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.30. Pirinç kepeği ilaveli tarhana hamurlarının fermentasyon boyunca mikrobiyal sayımlarına ait sonuçlar

Fermentasyon süresi	PK oranı (%)	PSPKT oranı (%)	TMAB (log kob/g)	Maya-küf (log kob/g)	<i>Streptococcus</i> spp. (log kob/g)	<i>Lactobacillus</i> spp. (log kob/g)
24 sa	0	0	7.97±0.02	7.85±0.01	5.76±0.15	6.45±0.64
	0	5	7.84±0.04	7.53±0.00	5.92±0.17	5.57±0.38
	0	10	7.71±0.04	7.69±0.01	5.42±0.21	5.65±0.06
	5	0	7.84±0.02	7.78±0.09	5.26±0.59	5.66±0.42
	5	5	7.79±0.01	7.79±0.01	5.62±0.17	5.79±0.09
	5	10	7.76±0.03	7.81±0.01	5.78±0.31	5.86±0.18
	10	0	7.68±0.07	7.77±0.13	5.00±0.75	5.47±0.01
	10	5	7.88±0.09	7.72±0.09	6.99±0.03	6.74±0.04
	10	10	7.80±0.05	7.75±0.01	7.01±0.06	6.75±0.23
	15	0	7.84±0.14	7.93±0.02	7.24±0.21	7.12±0.04
	15	5	7.84±0.10	7.77±0.23	7.20±0.02	7.14±0.01
	15	10	7.83±0.00	7.75±0.06	6.67±0.13	6.72±0.03
72 sa	0	0	8.09±0.00	7.99±0.06	8.48±0.08	8.11±0.09
	0	5	7.93±0.10	7.88±0.07	8.51±0.02	8.25±0.08
	0	10	7.20±0.11	7.33±0.01	5.83±0.09	6.19±0.13
	5	0	7.57±0.07	7.54±0.05	6.01±0.18	6.18±0.33
	5	5	7.62±0.01	7.66±0.06	6.02±0.03	6.15±0.06
	5	10	7.56±0.01	7.66±0.05	6.33±0.21	6.39±0.21
	10	0	7.64±0.17	7.69±0.02	6.11±0.04	6.33±0.06
	10	5	7.84±0.04	7.57±0.04	8.45±0.03	8.47±0.05
	10	10	7.79±0.05	7.73±0.21	8.14±0.26	8.24±0.14
	15	0	7.89±0.08	7.61±0.13	8.48±0.02	8.55±0.04
	15	5	7.88±1.43	7.78±1.32	8.32±1.47	8.39±1.39
	15	10	7.85±0.01	7.62±0.01	8.42±0.11	8.46±0.00
120 sa	0	0	8.74±0.05	7.36±0.17	8.70±0.03	8.73±0.04
	0	5	8.74±0.02	7.63±0.08	8.89±0.12	8.60±0.04
	0	10	7.38±0.01	7.34±0.03	7.69±0.01	7.62±0.24
	5	0	7.60±0.01	7.77±0.06	7.09±0.88	7.53±0.23
	5	5	7.73±0.09	7.67±0.03	7.50±0.08	7.54±0.09
	5	10	7.58±0.07	7.46±0.21	7.32±0.07	7.45±0.11
	10	0	7.76±0.14	7.74±0.14	7.33±0.27	7.55±0.12
	10	5	7.39±0.20	7.40±0.28	8.55±0.19	8.34±0.06
	10	10	7.34±0.20	7.45±0.14	8.15±0.08	8.26±0.01
	15	0	6.64±0.66	6.62±0.55	8.06±0.23	8.15±0.06
	15	5	6.77±0.35	7.02±0.04	8.11±0.05	8.10±0.02
	15	10	7.15±0.15	7.11±0.16	8.40±0.05	8.37±0.01

PK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu TMAB:Toplam mezofilik aerobik bakteri

Çizelge 4.31. Mısır kepeği ilaveli tarhana hamurlarının fermentasyon boyunca mikrobiyal sayımlarına ait sonuçlar¹

Fermentasyon süresi	MK oranı (%)	PSPKT oranı (%)	TMAB (log kob/g)	Maya-küf (log kob/g)	<i>Streptococcus</i> spp. (log kob/g)	<i>Lactobacillus</i> spp. (log kob/g)	
24 sa	0	0	7.79±0.00	7.72±0.04	6.96±0.14	6.13±0.01	
	0	5	7.64±0.00	7.63±0.01	7.16±0.16	6.01±0.08	
	0	10	7.66±0.04	7.51±0.04	7.25±0.07	6.24±0.18	
	5	0	7.81±0.01	7.77±0.03	6.58±0.25	5.93±0.15	
	5	5	7.64±0.13	7.66±0.12	7.20±0.17	5.78±0.25	
	5	10	7.64±0.11	7.68±0.10	7.19±0.11	6.01±0.00	
	10	0	7.85±0.13	7.76±0.10	6.08±0.18	6.11±0.33	
	10	5	7.61±0.21	7.65±0.15	6.43±0.66	6.14±0.08	
	10	10	7.62±0.03	7.68±0.10	6.25±0.11	6.03±0.39	
	15	0	7.79±0.05	7.78±0.04	5.99±0.04	6.11±0.07	
	15	5	7.64±0.10	7.68±0.01	6.25±0.11	6.13±0.08	
	15	10	7.59±0.01	7.59±0.06	7.13±0.21	6.40±0.14	
	72 sa	0	0	7.70±0.04	7.59±0.04	7.03±0.17	7.16±0.23
		0	5	7.59±0.01	7.52±0.01	6.84±0.34	6.98±0.30
		0	10	7.50±0.06	7.40±0.07	7.48±0.05	7.59±0.09
5		0	7.81±0.13	7.66±0.07	6.77±0.19	6.82±0.28	
5		5	7.43±0.04	7.42±0.11	6.66±0.06	6.78±0.12	
5		10	7.49±0.06	7.46±0.17	7.04±0.07	7.18±0.37	
10		0	7.57±0.06	7.58±0.08	7.60±0.30	7.61±0.17	
10		5	7.65±0.18	7.68±0.13	6.92±0.21	7.06±0.23	
10		10	7.77±0.08	7.83±0.08	7.34±0.13	7.41±0.08	
15		0	7.63±0.16	7.61±0.08	8.00±0.12	8.01±0.15	
15		5	7.67±1.28	7.73±1.28	7.15±1.32	7.33±1.32	
15		10	7.66±0.09	7.66±0.04	7.41±0.49	7.60±0.57	
120 sa		0	0	7.41±0.15	7.22±0.01	7.82±0.14	7.79±0.08
		0	5	7.35±0.06	7.25±0.04	7.68±0.21	7.59±0.10
		0	10	7.10±0.11	7.07±0.16	7.73±0.05	7.57±0.18
	5	0	7.39±0.04	7.35±0.11	7.75±0.11	7.81±0.06	
	5	5	7.41±0.20	7.23±0.22	7.69±0.45	7.69±0.49	
	5	10	7.16±0.18	7.00±0.33	7.82±0.33	7.73±0.33	
	10	0	7.12±0.13	7.10±0.08	8.01±0.30	8.00±0.15	
	10	5	7.20±0.04	7.25±0.04	7.09±0.03	7.40±0.04	
	10	10	7.26±0.10	7.31±0.16	7.65±0.11	7.78±0.08	
	15	0	6.61±0.26	6.53±0.28	8.11±0.04	8.43±0.13	
	15	5	7.30±0.04	7.27±0.00	7.20±0.04	7.44±0.10	
	15	10	7.41±0.03	7.31±0.08	7.73±0.53	7.83±0.26	

MK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu TMAB:Toplam mezofilik aerobik bakteri

PSPKT oranı bakımından örnekler incelendiğinde bu katkının PK ilaveli örneklerde %10 ilave oranında istatistiki olarak bir fark oluşturduğu (7.57 log kob/g), ancak MK ilaveli örneklerde PSPKT'nin kullanılan her üç oranı ile alınan TMAB sonuçları arasında istatistiki açıdan önemli bir fark oluşmadığı gözlenmiştir.

Ortalama TMAB sayıları fermentasyon süreci boyunca incelendiğinde fermentasyonun etkili olduğu, hem PK hem MK ekli örneklerde 24. saatten 120. saate sonuçların azaldığı belirlenmiştir. Fermentasyonun 1. gününde 7.81 log kob/g olan PK

Çizelge 4.32. Pirinç kepeği ilaveli tarhana hamurlarının fermentasyon boyunca mikrobiyal sayımlarına ait varyans analizi sonuçları¹

VK	S	TMAB		Maya-küf		Streptococcus spp.		Lactobacillus spp.	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kepek ilave oranı (A)	3	0.587	25.449**	0.162	7.982**	7.403	111.459**	5.844	172.333**
PSPKT oranı (B)	2	0.298	12.938**	0.040	1.975	1.938	29.178**	0.561	16.538**
Fermentasyon süresi (C)	2	0.382	16.571**	0.943	46.526**	21.025	316.566**	19.907	587.008**
(AxB)	6	0.336	14.565**	0.059	2.890*	2.766	41.645**	1.942	57.276**
(AXC)	6	0.786	34.076**	0.242	11.952**	1.096	16.503**	0.938	27.657**
(BXC)	4	0.043	1.871	0.028	1.376	0.157	2.359	0.132	3.884*
(AXBXC)	12	0.103	4.486**	0.067	3.289**	0.398	5.999**	0.275	8.106**
Hata	36	0.830		0.729		2.391		1.220	

¹ *p<0.05 seviyesinde önemli ** p<0.01 seviyesinde önemli PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.33. Mısır kepeği ilaveli tarhana hamurlarının fermentasyon boyunca mikrobiyal sayımlarına ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	TMAB		Maya-küf		Streptococcus spp.		Lactobacillus spp.	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kepek ilave oranı (A)	3	0.011	0.914	0.034	2.535	0.254	4.414**	0.482	9.692**
PSPKT oranı (B)	2	0.015	1.278	0.009	0.679	0.604	10.514**	0.613	12.316**
Fermentasyon süresi (C)	2	1.514	128.415**	1.866	140.026**	5.798	100.850**	17.834	358.146**
(AxB)	6	0.077	6.569**	0.086	6.472**	0.165	2.875*	0.079	1.588
(AXC)	6	0.028	2.385*	0.038	2.843*	0.672	11.694**	0.110	2.210
(BXC)	4	0.078	6.652**	0.058	4.369**	0.533	9.266**	0.144	2.894*
(AXBXC)	12	0.049	4.117**	0.043	3.212**	0.113	1.963	0.061	1.234
Hata	36	0.424		0.479		2.069		1.792	

¹ *p<0.05 seviyesinde önemli ** p<0.01 seviyesinde önemli PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.34. Pirinç kepeği ilaveli tarhana hamurlarının fermentasyon boyunca mikrobiyal sayımlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	TMAB (log kob/g)	Maya-küf (log kob/g)	<i>Streptococcus</i> spp. (log kob/g)	<i>Lactobacillus</i> spp. (log kob/g)
PK ilave oranı (%)					
0	18	7.95±0.51 ^a	7.62±0.24 ^a	7.24±1.43 ^b	7.23±1.25 ^b
5	18	7.67±0.10 ^b	7.67±0.13 ^a	6.32±0.82 ^c	6.50±0.77 ^c
10	18	7.67±0.20 ^b	7.64±0.17 ^a	7.30±1.16 ^b	7.34±1.04 ^b
15	18	7.52±0.53 ^c	7.46±0.45 ^b	7.87±0.65 ^a	7.88±0.67 ^a
PSPKT oranı (%)					
0	24	7.77±0.48 ^a	7.63±0.37	6.95±1.31 ^b	7.15±1.11 ^b
5	24	7.76±0.44 ^a	7.61±0.24	7.50±1.12 ^a	7.42±1.09 ^a
10	24	7.57±0.25 ^b	7.55±0.19	7.09±1.06 ^b	7.16±1.01 ^b
Fermentasyon süresi (sa)					
24	24	7.81±0.08 ^a	7.75±0.11 ^a	6.15±0.82 ^c	6.24±0.65 ^c
72	24	7.73±0.23 ^a	7.66±0.17 ^b	7.42±1.19 ^b	7.47±1.07 ^b
120	24	7.56±0.65 ^b	7.37±0.36 ^c	7.98±0.61 ^a	8.01±0.45 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. PK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantrisi tozu

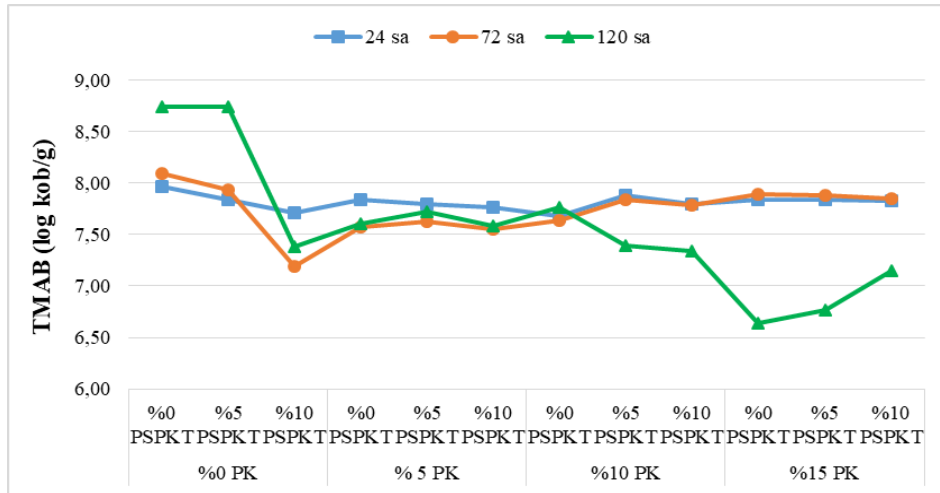
Çizelge 4.35. Mısır kepeği ilaveli tarhana hamurlarının fermentasyon boyunca mikrobiyal sayımlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	TMAB (log kob/g)	Maya-küf (log kob/g)	<i>Streptococcus</i> spp. (log kob/g)	<i>Lactobacillus</i> spp. (log kob/g)
MK ilave oranı (%)					
0	18	7.52±0.21	7.43±0.21	7.32±0.37 ^a	7.00±0.69 ^{bc}
5	18	7.52±0.22	7.46±0.27	7.18±0.48 ^{ab}	6.85±0.80 ^c
10	18	7.51±0.26	7.53±0.25	7.03±0.68 ^b	7.05±0.76 ^b
15	18	7.47±0.35	7.46±0.38	7.21±0.72 ^a	7.25±0.83 ^a
PSPKT oranı (%)					
0	24	7.53±0.37	7.47±0.37	7.22±0.75 ^a	7.15±0.89 ^a
5	24	7.50±0.18	7.49±0.20	7.01±0.47 ^b	6.86±0.68 ^b
10	24	7.48±0.21	7.45±0.26	7.33±0.45 ^a	7.11±0.73 ^a
Fermentasyon süresi (sa)					
24	24	7.68±0.11 ^a	7.67±0.09 ^a	6.70±0.51 ^c	6.08±0.20 ^c
72	24	7.62±0.12 ^b	7.59±0.14 ^b	7.18±0.41 ^b	7.29±0.40 ^b
120	24	7.22±0.24 ^c	7.15±0.25 ^c	7.68±0.33 ^a	7.75±0.30 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. MK:Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantrisi tozu

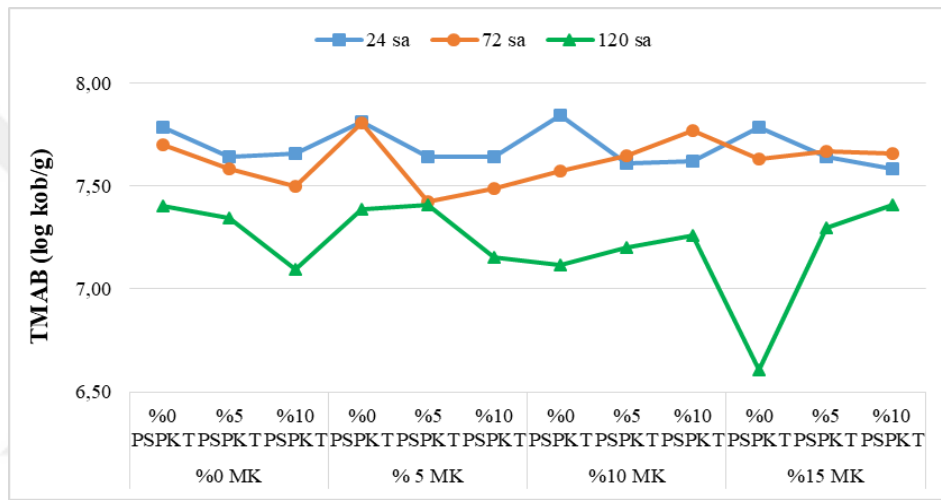
katkılı örneklerin ortalama TMAB sayıları fermentasyonun 5. gününde 7.56 log kob/g değerine düşmüştür. Aynı şekilde MK katkı örneklerde aynı süreçte bu sayı 7.68 log kob/g'dan 7.22 log kob/g'a düşmüştür. Erbaş (2003) ürettiği tarhanalarda TMAB sayısının fermentasyonun 0. gününde 6.43 log kob/g olduğunu 3. gününde (son gün) ise 5.95 log kob/g olduğunu belirtmiştir. Fermentasyonun sonuna doğru TMAB sayısındaki bu azalmanın pH değerindeki ve fermente olabilir şeker miktarındaki azalıştan kaynaklanabileceğini, genel düşüş eğiliminin ise asitlik, sıcaklık ve antimikrobiyal nitelikteki metabolitler gibi etkenlerle ilişkilendirilebileceğini ifade etmiştir.

Şekil 4.28'de PK ilaveli tarhanaların TMAB sayıları üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili "kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi" interaksyonu verilmiştir. Fermentasyonun 24. ve 72. saatlerinde alınan sonuçlar birbirine oldukça yakın görülmektedir. Ancak 120. saatte alınan sonuçlarda dalgalanmalar görülmüş ve PK ilavesiz örneklerde fermentasyonun diğer saatlerinde alınan sonuçlara göre daha yüksek TMAB sayıları elde edilirken %5 PK ilaveli örneklerde hem 24 hem 72 hem de 120. saatlerde alınan sonuçlar birbirine oldukça yakındır. %10 ve 15 PK ilaveli örneklerin 120. saatteki TMAB sayıları ise fermentasyonun başlangıcındaki TMAB sayılarına göre azalmış durumdadır. PSPKT katkısının ise fermentasyon boyunca belli bir yönde etkisi gözlenememiştir. Aktaş ve ark. (2015), olgunlaşmamış buğday unu ile yaptıkları tarhanaların fermentasyonunu 0., 2. ve 4. günlerde izlemişler ve örneklerde TMAB sayılarının fermentasyon ilerledikçe azaldığını rapor etmişlerdir.



Şekil 4.28. PK ilaveli tarhana örneklerinin TMAB sayıları üzerine etkili "kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi" interaksyonu (PK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Şekil 4.29’da MK ilaveli tarhanaların TMAB sayıları üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili ‘kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi’ interaksyonu verilmiştir. Fermentasyon ilerledikçe örneklerdeki TMAB sayıları azalma eğilimi göstermiştir. 24. ve 72. saatlerde elde edilen sonuçlar arasındaki fark az olmasına rağmen 120. saatte elde edilen sonuçlar belirgin şekilde düşüş göstermiştir. PSPKT katkısı oranındaki artışla zaman zaman TMAB sayılarının düştüğü gözlemlense de bazı örneklerde TMAB sayısında artış görülmüştür. MK ilave oranının artışının ise fermentasyon boyunca net bir değişime neden olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.29. MK ilaveli tarhana örneklerinin TMAB sayıları üzerine etkili ‘kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi’ interaksyonu (MK:Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Mugula ve ark. (2003), sorgum, darı ve mısır ununun LAB ve mayalarla fermente edilmesiyle oluşan geleneksel bir ürünü (togwa) 24 saat boyunca kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan izlemişlerdir. TMAB sayısının fermentasyonun başında bir miktar artmasına rağmen fermentasyon sonunda azaldığını tespit etmişlerdir.

4.2.4.4.2. Fermentasyon boyunca maya-küf sayımı sonuçları ve tartışma

Katkılı tarhana örneklerin fermentasyon boyunca maya-küf sayısı değişimine ait ortalama değerler PK ilaveli örnekler için Çizelge 4.30’da, MK ilaveli örnekler için Çizelge 4.31’de, bunlara ait varyans analizi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.32 ve 4.33’de ve varyasyon kaynaklarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise sırasıyla Çizelge 4.34 ve 4.35’de verilmiştir.

Fermentasyon boyunca PK ilaveli örneklerin maya-küf sayıları 6.62-7.99 log kob/g arasında iken MK ilaveli örneklerin maya-küf sayıları 6.53-7.83 log kob/g arasında değişim göstermiştir.

Settanni ve ark. (2011), formülasyonunda maya kullandıkları ve fermentasyonunu 30 °C’de gerçekleştirdikleri tarhanalarda toplam maya sayısını PDA, *Saccharomyces* türü olmayan maya sayısını ise LA (lysine agar) kullanarak belirlemişlerdir. 0., 2., 4., 6. ve 8. günlerde PDA sayım sonuçları sırasıyla 7.2, 8.0, 8.0, 7.5 ve 7.3 log kob/g olurken LA sayım sonuçları 3.3, 2.3, 3.1, 4.0 ve 2.5 log kob/g’dir.

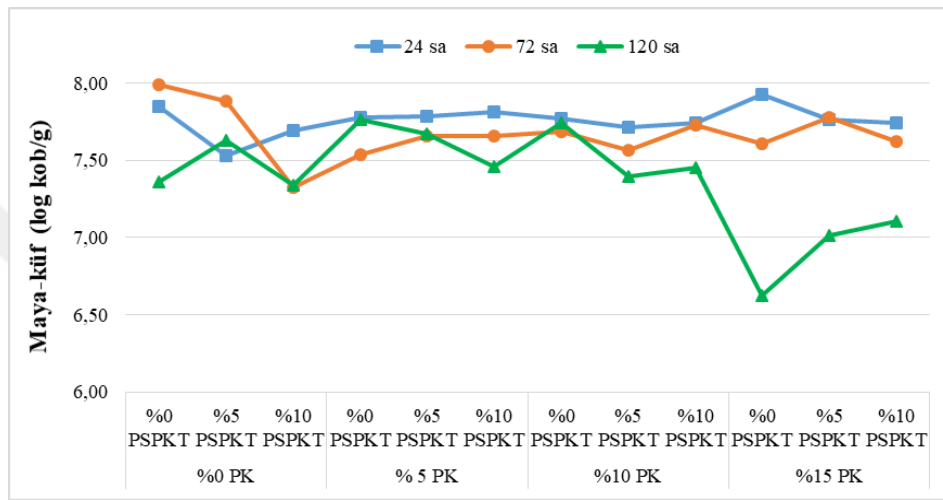
Varyans analizi sonuçlarına göre; PK katkılı örneklerde maya-küf sayısının değişimi üzerinde kepek ilave oranı ve fermentasyon süresi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken PSPKT katkısı etkili olmamıştır ve MK katkılı örneklerde maya-küf sayısının değişimi üzerine sadece fermentasyon süresinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkisinin bulunduğu görülmüştür. Ayrıca her iki kepek çeşidi katkısı ile hazırlanan örneklerde ‘‘kepek ilave oranı \times PSPKT oranı \times fermentasyon süresi’’ üçlü interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; PK katkılı örneklerde fermentasyon boyunca izlenen maya-küf sonuçlarında PK’nın %0, 5 ve 10 oranları istatistiki açıdan önemli bir fark oluşturmamış sadece %15 PK oranı ile diğer oranlara göre daha düşük sonuçlar elde edilmiştir. MK ilaveli örneklere bakıldığında ise farklı kepek ilave oranları ile birbirine oldukça yakın maya-küf sayımları elde edilmiştir. PSPKT oranı artışı ise her iki çeşit kepek içeren örnekler için önemli düzeyde bir etki oluşturmamıştır.

Fermentasyon sürecinin etkisi incelendiğinde ise maya-küf sayılarında fermentasyon boyunca bir azalma gözlenmiş ve 24. saat ve 120. saatlerde PK ilaveli örneklerde sırasıyla 7.75 log kob/g - 7.37 log kob/g ve MK ilaveli örneklerde sırasıyla 7.67 log kob/g - 7.15 log kob/g sonuçları elde edilmiştir.

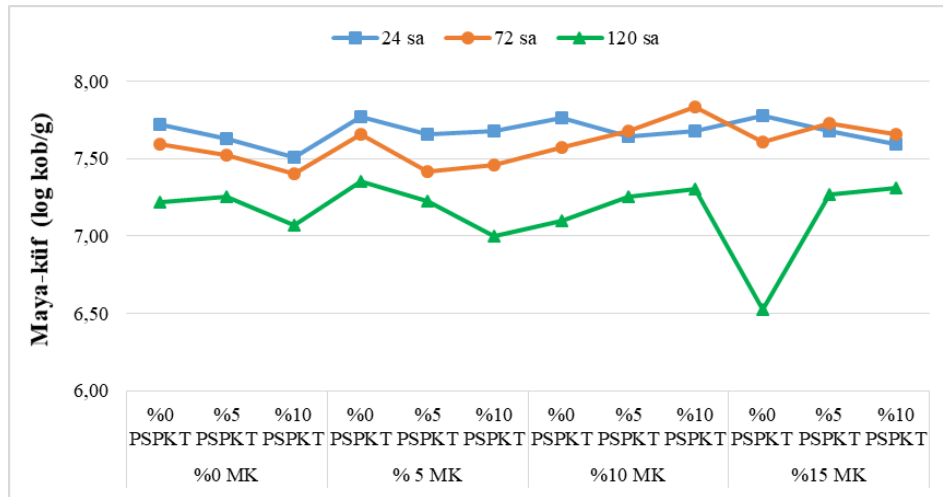
Kumral (2015); buğday unlu, tam buğday unlu ve nohut unlu tarhanaların fermentasyon boyunca maya sayılarında dalgalanmalar görüldüğünü ilk iki gün artan maya sayısının fermentasyonun sonunda (3. gün) azaldığını rapor etmiştir. Karagozlu ve ark. (2008), çalışmalarında tarhana fermentasyonunun başında 3.66 log kob/g olan maya sayısının 2. günde 7.28 log kob/g ve 5. günde 5.16 log kob/g olduğunu belirlemişlerdir.

Şekil 4.30’da PK ilaveli tarhanaların maya-küf sayıları üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili ‘kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi’ interaksyonu verilmiştir. İnteraksiyonda örneklerdeki maya-küf sayısının fermentasyon ilerledikçe azaldığı görülmektedir. PK ilaveli örneklerde etkili olan %15 kepek ilave oranının özellikle 120. saatte daha düşük maya-küf sayıları verdiği gözlenmiştir. Ancak diğer kepek ilave oranları ve PSPKT katkı oranları fermentasyon boyunca örneklerde maya-küf sayısı değişimi üzerinde önemli derecede etkili olmamıştır.



Şekil 4.30. PK ilaveli tarhana örneklerinin maya-küf sayıları üzerine etkili ‘kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi’ interaksyonu (PK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Şekil 4.31’de MK ilaveli tarhanaların maya-küf sayıları üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili ‘kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi’ interaksyonu verilmiştir. MK katkılı örnekler PK ilaveli örneklerin fermentasyon boyunca maya-küf sayıları değişimine benzer bir değişim sergilemiştir. Ancak MK ilaveli örneklerin fermentasyon boyunca gösterdiği azalma eğilimi daha belirgindir. Yine PK katkılı örneklere benzer şekilde MK katkılı örneklerde de fermentasyon boyunca kepek ilave oranları ve PSPKT katkı oranları maya-küf sayısı değişimi üzerinde önemli derecede etkili olmamıştır. Kıvanc ve Funda (2017) ürettikleri tarhanada fermentasyon boyunca (7 gün) maya sayısının sürekli arttığını sadece 6. günden sonra azalma gösterdiğini bildirmiştir. Maya sayısının 3.45×10^1 kob/g’dan 2.40×10^5 kob/g’a yükseldiğini ifade etmiştir.



Şekil 4.31. MK ilaveli tarhana örneklerinin maya-küf sayıları üzerine etkili ‘‘kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi’’ interaksiyonu (MK:Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantrasyonu)

Daglioglu ve ark. (2002), çalışmalarında 7 günlük fermentasyon boyunca patojen ilavesiz kontrol olarak kullandıkları tarhana örneğinin maya-küf sayılarını belirlemiş ve giderek azalan maya-küf sayılarının 1., 3. ve 5. günlerde sırasıyla 5.6×10^6 , 4.3×10^5 ve 4×10^5 kob/g olduğunu tespit etmişlerdir.

Erbaş (2003) da çalışmasında tarhana fermentasyonunun ortamdaki maya-küf sayısını etkilediğini bildirmiş ve 0., 1., 2. ve 3. günlerde azalan maya-küf sayısının sırasıyla 6.59, 6.26, 6.15 ve 5.78 log kob/g olduğunu rapor etmiştir. Maya-küf sayısındaki bu düşüşün de fermentasyonun ilerlemesiyle düşen pH değerine bağlı olarak oluştuğunu belirtmiştir.

4.2.4.4.3. Fermentasyon boyunca toplam laktik asit bakterisi (LAB) sayımı sonuçları ve tartışma

PK ile zenginleştirilen tarhanaların fermentasyon boyunca *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayılarındaki değişimine ait ortalama değerler Çizelge 4.30'da, MK ile zenginleştirilen tarhanaların fermentasyon boyunca *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. değişimine ait ortalama değerler ise Çizelge 4.31'de verilmiştir. PK ve MK ile zenginleştirilen tarhana örneklerinde *Streptococcus* spp. sayımları sırasıyla 5.00-8.89 log kob/g ile 5.99-8.11 log kob/g aralığında değişim göstermiştir. *Lactobacillus* spp. sayımlarına bakıldığında ise PK katkılı örneklerde 5.47-8.73 log kob/g aralığında değişim gözlenirken MK katkılı örneklerde 5.78-8.43 log kob/g aralığında değişim gözlenmiştir.

Tarhananın karakteristik tadı fermentasyonda yer alan LAB ve mayaların ürettiği maddelere bağlı olarak oluşmaktadır. Ayrıca kullanılan malzeme ve uygulanan üretim prosesi gibi faktörlerin de floranın değişiminde etken olduğu bilinmektedir. Yücel Şengün (2006), incelediği 8 farklı tarhanada toplam 256 adet LAB izole etmiştir ve izolatların %45.7'sinin *Lactobacillus* (23 farklı tür), %28.9'unun *Enterococcus* (7 farklı tür), %13.7'sinin *Streptococcus* (6 farklı tür), %4.3'ünün *Pediococcus* (4 farklı tür), %1.9'unun *Lactococcus* (3 farklı tür), %1.5'inin *Leuconostoc* (1 tür) ve %1.2'sinin *Weissella* (2 farklı tür) cinsine ait olduğunu belirlemiştir. Çalışmada en az 6 gün boyunca fermentasyona tabi tutulan 3 farklı örneğin fermentasyon başlangıç ve bitişindeki 30 °C'de inkübe edilen MRS ve M17 sayım sonuçları şöyledir; İzmir/Hatay yöresi tarhanası; $4.9 \times 10^7 / 6.4 \times 10^6 - 2.1 \times 10^7 / 2.0 \times 10^5$ kob/g, Manisa/Tiyenli yöresi tarhanası; $3.3 \times 10^7 / 3.7 \times 10^7 - 5.5 \times 10^6 / 1.4 \times 10^6$ kob/g, Uşak/Merkez yöresi tarhanası; $3.2 \times 10^7 / 1.2 \times 10^7 - 1.7 \times 10^5 / 1.0 \times 10^5$ kob/g.

Tarhana örneklerinin fermentasyon boyunca *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayılarının değişimine ait varyans analiz sonuçları PK ilaveli örnekler için Çizelge 4.32'de, MK ilaveli örnekler için Çizelge 4.33'de verilmiştir. Buna göre hem PK hem MK katkılı örneklerin *Streptococcus* spp. sayılarının değişimi üzerine kepek ilave oranı, PSPKT oranı ve fermentasyon süresinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkisi görülmüştür. *Lactobacillus* spp. sayısı değişimine etki eden varyasyon kaynakları ise *Streptococcus* spp. sayılarına ait varyans analiz sonuçları ile benzer şekildedir ve kepek ilave oranı, PSPKT oranı ve fermentasyon süresi hem PK hem MK katkılı örnekler için $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca PK katkısı ile hazırlanan örneklerde *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sonuçlarında ‘‘kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi’’ interaksiyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. MK katkısı ile hazırlanan örneklerde ise *Streptococcus* spp. sonuçlarında ‘‘kepek ilave oranı x PSPKT oranı’’ interaksiyonu $p < 0.05$ düzeyinde, ‘‘kepek ilave oranı x fermentasyon süresi’’ ve ‘‘PSPKT oranı x fermentasyon süresi’’ interaksiyonları ise $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. MK katkılı örneklerin *Lactobacillus* spp. sonuçları varyans analizinde ise sadece ‘‘PSPKT oranı x fermentasyon süresi’’ interaksiyonu $p < 0.05$ düzeyinde etkili olmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; kepek ilave oranları açısından değerlendirildiğinde hem *Streptococcus* spp. hem *Lactobacillus* spp. sayıları %15 PK ilave oranı ile en yüksek değere ulaşmıştır. %15 PK ilaveli örneklerde *Streptococcus* spp. sayımı 7.87 log kob/g iken *Lactobacillus* spp. sayımı 7.88 log kob/g olarak tespit

edilmiştir. MK katkılı örnekler bakıldığında ise *Streptococcus* spp. sayılarında düzenli bir artış ya da azalış görülmemiş, %0 ve 15 MK ilaveli örnekler istatistiki olarak aralarında önemli bir farklılık bulunmayan sonuçlar vermiştir. MK katkılı örneklerde *Lactobacillus* spp. sayıları ise MK oranının artışıyla artış göstermiş ve %5, 10 ve 15 MK ile sırasıyla 6.85, 7.05 ve 7.25 log kob/g değerleri elde edilmiştir. Demirci ve ark. (2017), çalışmalarında PK'nın %0, 1, 2 ve 3 oranında yoğurtta kullanılabilirliğini araştırmışlar ve PK'lı yoğurtlarda *Lactobacillus casei* 431'i de kültür olarak üretime dahil etmişlerdir. 1., 7, 14. ve 21. depo günlerinde izlenen *S. thermophilus*, *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* ve *Lactobacillus casei* 431 sayıları en yüksek %3 PK ilaveli örneklerde elde edilmiştir.

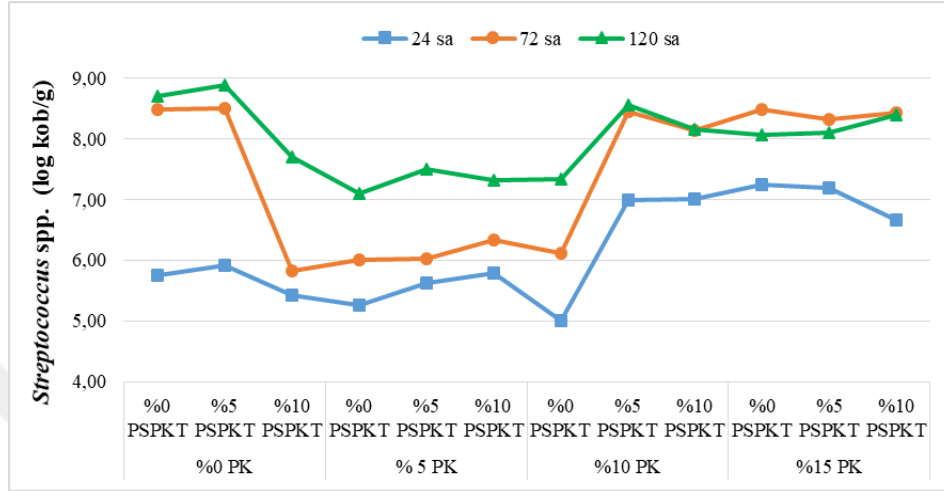
PSPKT katkısı ise PK ilaveli örneklerde *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayımlarında %5 ilave oranında en yüksek sayım sonuçlarını vermiştir. Ancak MK ilaveli örneklerde PSPKT'nin %5 oranında kullanılması hem *Streptococcus* spp. hem *Lactobacillus* spp. sayımlarında daha düşük sonuçlar vermiştir. Gıdalardaki tamponlama kapasitesi asit veya alkali fermentasyonlarda mikroorganizmaların fermentasyonu yüksek verimlilikte yürütmesini sağlar. LAB ile gerçekleştirilen fermentasyonlarda süt proteinlerinin yüksek tamponlama kapasitesi başlangıçtaki ani pH düşüşlerini engellemekte ve LAB üründe yeterli düzeyde gelişerek asit oluşturma imkanına sahip olmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş, 2015). Bu çalışmada PSPKT kullanımı ile ortaya çıkan farklılıkların bu nedenle oluşabileceği düşünülmüştür.

Ortalama *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayıları fermentasyonun 24, 72 ve 120. saatlerinde incelendiğinde hem PK hem MK ekli örneklerde fermentasyonun etkili olduğu görülmüştür. Fermentasyon ilerledikçe *Streptococcus* spp. sayıları PK ekli örneklerde 6.15 log kob/g'dan 7.98 log kob/g'a, MK ekli örneklerde 6.70 log kob/g'dan 7.68 log kob/g'a yükselmiştir. Fermentasyon boyunca *Lactobacillus* spp. sayıları ise PK ekli örneklerde 6.24 log kob/g'dan 8.01 log kob/g'a, MK ekli örneklerde 6.08 log kob/g'dan 7.75 log kob/g'a yükselmiştir.

Değirmencioğlu ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada tarhana otunun (*Echinophora sibthorpiana*) tarhanadaki fermentasyon aktivitesine etkisini araştırmıştır. Fermentasyon süresince tarhana otu kullanılarak üretilen örneklerde LAB sayısında artış meydana gelirken, tarhana otu kullanılmayan örnekte LAB sayısında düşüş olduğu gözlenmiştir.

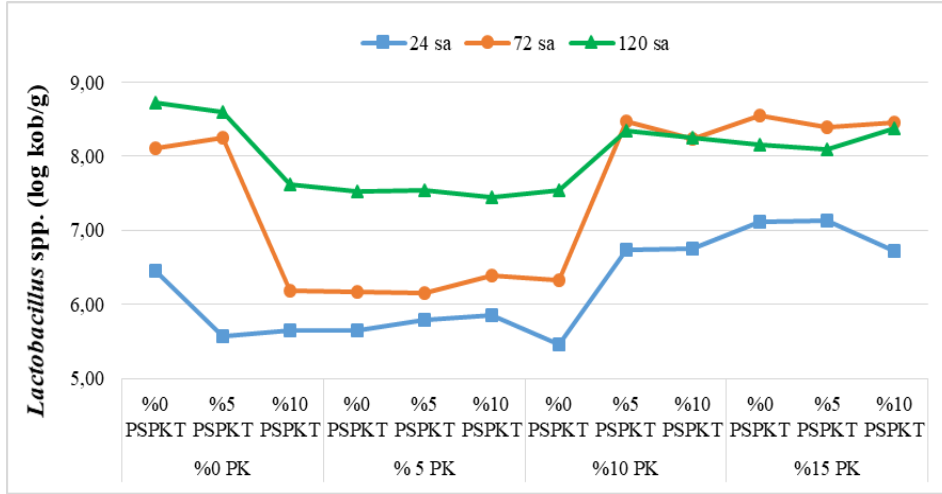
Şekil 4.32'de PK ilaveli tarhana örneklerinin *Streptococcus* spp. sayıları üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili 'kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi' interaksyonu verilmiştir. İnteraksiyonda örneklerdeki *Streptococcus* spp. sayısının

fermentasyon ilerledikçe artış gösterdiği görülmektedir. Bu artış %0 ve 5 PK ilave oranlarında belirgin şekilde gözlenirken %10 ve 15 PK ilaveli örneklerde 72. ve 120. saatlerde daha yüksek ve birbirine daha yakın değerler elde edilmiştir. PSPKT oranı ise *Streptococcus* spp. sayıları üzerinde zaman zaman değişiklik göstermiştir.



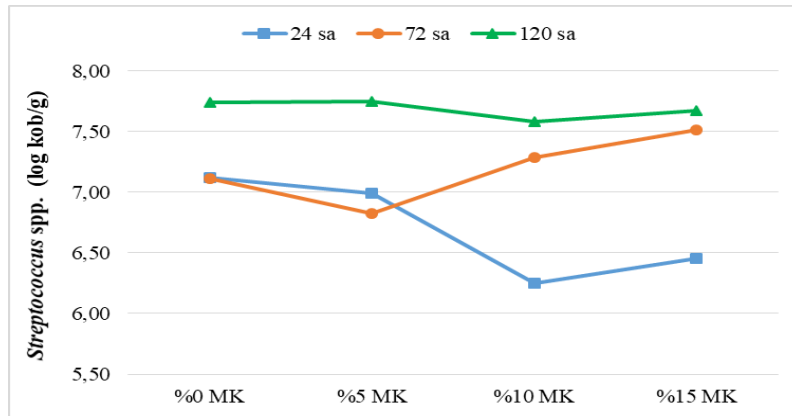
Şekil 4.32. PK ilaveli tarhana örneklerinin *Streptococcus* spp. sayıları üzerine etkili ‘kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi’ interaksiyonu (PK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Şekil 4.33’de PK ilaveli tarhana örneklerinin *Lactobacillus* spp. sayıları üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili ‘kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi’ interaksiyonu verilmiştir. İnteraksiyon aynı örneklerin *Streptococcus* spp. sayıları üzerinde etkili olan üçlü interaksiyona çok benzerdir. İnteraksiyonda örneklerdeki *Lactobacillus* spp. sayısının fermentasyon ilerledikçe artış gösterdiği görülmektedir. Herhangi bir katkı içermeyen tarhanalardaki başlangıç *Lactobacillus* spp. sayıları %5 PK ilavesiyle bir miktar düşüş sergilemiş ancak %10 ve 15 oranlarındaki PK ilavesiyle tekrar artış göstermiştir. Bu artışla 72. ve 120. saatlerde alınan sonuçlar arasındaki fark bir miktar azalmıştır.



Şekil 4.33. PK ilaveli tarhana örneklerinin *Lactobacillus* spp. sayıları üzerine etkili 'kepek ilave oranı x PSPKT oranı x fermentasyon süresi' interaksyonu (PK:Pirinç kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

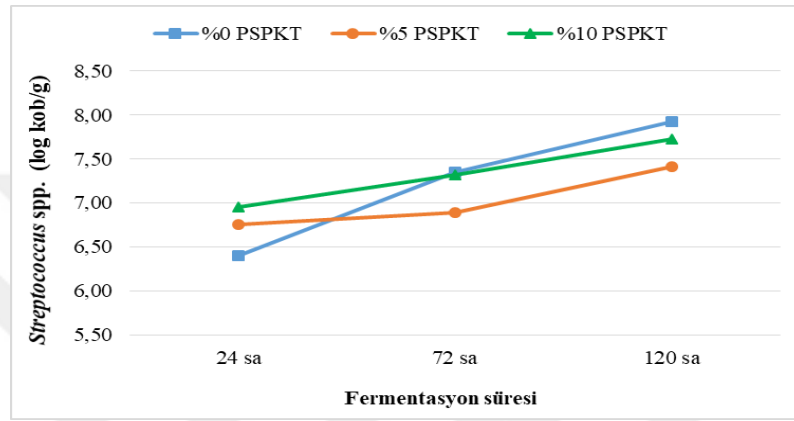
Şekil 4.34'de MK ilaveli tarhanaların *Streptococcus* spp. sayıları üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili 'kepek ilave oranı x fermentasyon süresi' interaksyonu verilmiştir. %0 ve 5 MK ilave oranları ile alınan sonuçlar 24. ve 72. saatlerde birbirine çok yakın olduğu halde 120. saatte net bir artış göstermiştir. Fakat %10 ve 15 MK katkı oranları incelendiğinde 72. saatte belirgin bir artış olmuştur, 120. saatte ise tüm örneklerde en yüksek değerler elde edilmiştir.



Şekil 4.34. MK ilaveli tarhana örneklerinin *Streptococcus* spp. sayıları üzerine etkili 'kepek ilave oranı x fermentasyon süresi' interaksyonu (MK:Mısır kepeği)

Şekil 4.35'de MK ilaveli tarhanaların *Streptococcus* spp. sayıları üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili 'PSPKT oranı x fermentasyon süresi' interaksyonu verilmiştir. PSPKT

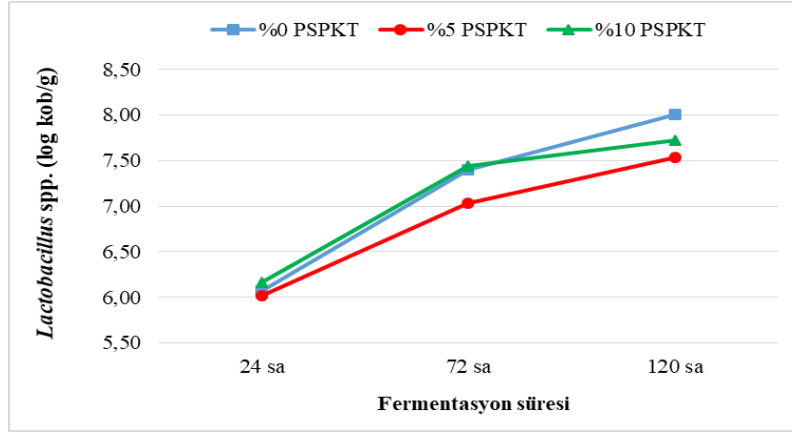
ilavesiz örneklerde fermentasyon boyunca artan *Streptococcus* spp. sayıları %5 ve 10 PSPKT ilaveli örneklerde de artmış ancak bu örneklerde daha yavaş seyretmiştir. Fermentasyonun başlangıcında en düşük değerde olan PSPKT ilavesiz örneklerdeki *Streptococcus* spp. sayıları fermentasyon sonunda en yüksek değerdedir ve 8 log kob/g'a yaklaşmıştır. Fermentasyonun ortasında ve sonunda %0 ve 10 PSPKT ilaveli örneklerin *Streptococcus* spp. sayıları birbirine oldukça yakın iken en düşük değer %5 PSPKT ilaveli örneklerde gözlenmiştir.



Şekil 4.35. MK ilaveli tarhana örneklerinin *Streptococcus* spp. sayıları üzerine etkili ‘PSPKT oranı x fermentasyon süresi’ interaksyonunu (PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Şekil 4.36’da MK ilaveli tarhanaların *Lactobacillus* spp. sayıları üzerinde $p < 0.05$ düzeyinde etkili ‘PSPKT oranı x fermentasyon süresi’ interaksyonunu verilmiştir. Şekilde 24, 72 ve 120. saatlerde artan *Lactobacillus* spp. sayıları görülmektedir. Fermentasyonun 1. gününden 3. gününe geçildiğinde görülen net artış 3. günden 5. güne geçildiğinde bir miktar yavaşlayarak devam etmiştir. Fermentasyon başlangıcında 6 log kob/g civarında olan %0, 5 ve 10 PSPKT’li örneklerin *Lactobacillus* spp. sayıları fermentasyon ortasında ve sonunda değişim göstermiş ve %5 PSPKT’li örneklerin *Lactobacillus* spp. sayıları bu süreçlerde en düşük değerleri vermiştir. %0 ve 10 PSPKT’li örneklerin *Lactobacillus* spp. sayıları 72. saatte aynı değerlerde iken 120. saatte PSPKT ilavesiz örnekte en yüksek değerler (8 log kob/g) gözlenmiştir.

Turantaş ve Kemahlıoğlu (2012), 4 günlük fermentasyon boyunca 0.50 ve 0.75 oranında yoğurt içeren tarhanalarda LAB gelişimini takip etmiştir. Her iki tarhana örneği için de başlangıçta 7.6 log kob/g olan LAB sayısı, ilk gün bir miktar artarak 8 log kob/g’a yaklaşmış sonrasında ise sürekli azalarak 6-6.5 log kob/g’a gerilemiştir.



Şekil 4.36. MK ilaveli tarhana örneklerinin *Lactobacillus* spp. sayıları üzerine etkili “PSPKT oranı x fermentasyon süresi” interaksyonu (PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Gabrial ve ark. (2010), simbiyotik tarhana çalışmasında, prebiyotik (%3 inülin, laktoz) ve probiyotik kültür (%0.5, 1.5, 3, 4.5 *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* karışımı) ile hazırladıkları yoğurdu tarhana formülasyonuna dahil ederek üretim gerçekleştirmişlerdir. Tarhana hamurlarındaki *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* sayıları fermentasyonun 2. gününe kadar sürekli artmış ancak 2. günden sonra bir miktar azalma göstermiştir. Fermentasyon süresince %0.5 kültür ilaveli yoğurtla hazırlanan tarhana hamurundaki maksimum ve minimum *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* sayıları sırasıyla 9.3×10^4 - 8.5×10^7 kob/g, 8.7×10^4 - 7.2×10^7 kob/g, 2.2×10^4 - 6.4×10^7 kob/g’dir.

4.2.5. Kurutulmuş tarhana örneklerinde mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.2.5.1. Kurutulmuş tarhana örneklerinde TMAB sayımı

Kurutulmuş tarhana örneklerinin ortalama TMAB sayıları Çizelge 4.36’da verilmiştir. Örneklerdeki TMAB sayıları 4.30-7.11 log kob/g arasında değişim göstermiştir. TMAB sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir. Buna göre TMAB sayısı değişimi üzerine kepek çeşidi ve kepek ilave oranının $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkisi bulunmuştur. Ayrıca “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” ve “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksyonlarının da TMAB sayısı üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Kuru tarhana örneklerindeki Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir. PK ilaveli tarhana örneklerinin ortalama TMAB sayıları 6.02 log kob/g iken MK ilaveli tarhanalarda bu değer 6.63 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Kuru tarhana örneklerinin TMAB sayılarında kepek ilave oranlarının etkisi incelendiğinde kepek ilavesinin %15 oranına kadar belirgin bir etki göstermediği görülmüştür. %0 ve 5 kepek ilave oranı ile ortalama 6.60 log kob/g olarak alınan sonuçlar %10 kepek ilave oranı ile 6.31 log kob/g değerini vermiştir ve istatistiki olarak aralarında fark yoktur. Ancak %15 kepek ilave oranı ile 5.75 log kob/g sonucu alınmış ve diğerlerinden farklı olarak TMAB sayısında azalma görülmüştür.

PSPKT ilavesi açısından incelendiğinde örneklerin ortalama TMAB sayıları 6.25-6.35 log kob/g arasında belirlenmiş fakat bu değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.36. Tarhana örneklerine ait mikrobiyoloji sayım sonuçları

Kepek çeşidi	Kepek ilave oranı (%)	PSPKT oranı (%)	TMAB (log kob/g)	Maya-küf (log kob/g)	<i>Streptococcus</i> spp. (log kob/g)	<i>Lactobacillus</i> spp. (log kob/g)	
PK	0	0	6.27±0.57	4.14±0.05	5.08±0.64	5.52±0.07	
	0	5	6.92±0.11	4.83±0.01	5.27±1.70	6.12±0.23	
	0	10	6.58±0.09	5.82±0.18	6.20±0.69	5.88±0.53	
	5	0	6.50±0.24	5.58±0.02	5.59±0.11	5.53±0.31	
	5	5	6.29±0.14	5.63±0.56	5.95±0.38	5.74±0.49	
	5	10	6.67±0.14	5.75±0.60	6.26±0.81	6.26±0.53	
	10	0	6.11±0.05	5.83±0.24	6.37±0.23	6.16±0.20	
	10	5	5.84±0.45	4.93±0.89	6.35±0.64	6.34±0.58	
	10	10	6.45±0.38	2.57±0.38	6.26±0.10	6.12±0.08	
	15	0	4.30±0.65	<1.00	6.28±0.42	6.26±0.41	
	15	5	4.95±1.05	<1.00	6.94±0.18	6.79±0.03	
	15	10	5.35±0.52	<1.00	6.81±0.22	6.68±0.24	
	MK	0	0	6.89±0.06	5.81±0.06	5.85±0.07	5.71±0.07
		0	5	6.35±0.09	5.82±0.09	5.09±0.34	5.29±0.23
		0	10	6.60±0.12	6.15±0.07	5.21±0.23	5.27±0.11
5		0	7.11±0.02	5.80±0.08	6.61±0.20	6.61±0.22	
5		5	6.52±0.24	6.11±0.01	6.27±0.20	6.18±0.21	
5		10	6.52±0.12	6.13±0.08	5.60±0.27	5.49±0.21	
10		0	6.73±0.40	5.39±0.55	7.14±0.11	7.26±0.03	
10		5	6.54±0.16	5.96±0.08	6.99±0.15	6.87±0.11	
10		10	6.23±0.17	5.99±0.09	6.70±0.49	6.51±0.26	
15		0	6.85±0.06	6.24±0.48	7.13±0.08	7.23±0.06	
15		5	6.58±0.17	6.12±0.18	6.43±0.08	6.42±0.03	
15		10	6.46±0.21	6.14±0.21	6.74±0.02	6.62±0.05	

PSPKT: Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu TMAB: Toplam mezofilik aerobik bakteri PK: Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği

Çizelge 4.37. Tarhana örneklerinin mikrobiyolojik sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	TMAB		Maya-küf		<i>Streptococcus</i> spp.		<i>Lactobacillus</i> spp.	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kepek çeşidi (A)	1	4.278	33.811**	58.919	592.275**	0.484	1.955	0.348	4.500*
Kepek ilave oranı (B)	3	1.936	15.302**	17.966	180.602**	4.188	16.918**	2.858	36.900**
PSPKT oranı (C)	2	0.056	0.444	0.046	0.461	0.037	0.150	0.139	1.797
(AxB)	3	1.873	14.803**	21.324	214.354**	0.293	1.185	0.602	7.777**
(AXC)	2	0.865	6.834**	0.431	4.326*	1.424	5.752**	1.358	17.530**
(BXC)	6	0.090	0.711	1.059	10.648**	0.121	0.490	0.036	0.467
(AXBXC)	6	0.143	1.126	1.285	12.916**	0.190	0.765	0.147	1.900
Hata	24	3.037		2.387		5.941		1.858	

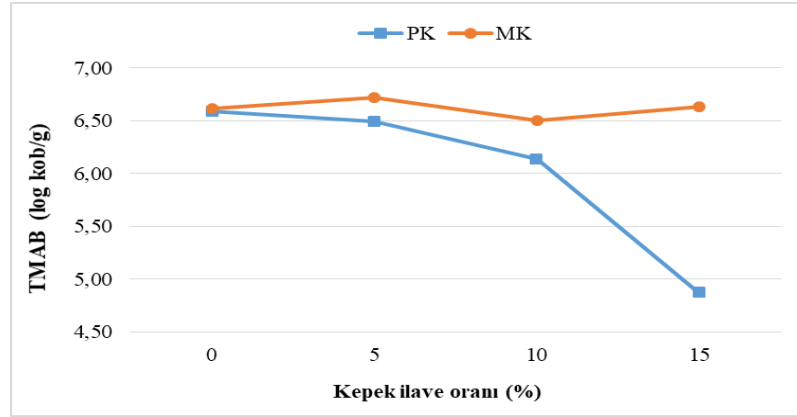
¹ *p<0.05 seviyesinde önemli ** p<0.01 seviyesinde önemli PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.38. Tarhana örneklerinin mikrobiyolojik sayım ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	TMAB (log kob/g)	Maya-küf (log kob/g)	<i>Streptococcus</i> spp. (log kob/g)	<i>Lactobacillus</i> spp. (log kob/g)
Kepek çeşidi					
PK	24	6.02±0.83 ^b	3.75±2.40 ^b	6.11±0.72	6.11±0.47 ^b
MK	24	6.63±0.27 ^a	5.97±0.28 ^a	6.31±0.72	6.28±0.69 ^a
Kepek ilave oranı (%)					
0	12	6.60±0.31 ^a	5.43±0.74 ^b	5.44±0.74 ^c	5.62±0.37 ^c
5	12	6.60±0.29 ^a	5.83±0.33 ^a	6.04±0.48 ^b	5.96±0.50 ^b
10	12	6.31±0.38 ^a	5.11±1.29 ^c	6.63±0.43 ^a	6.54±0.47 ^a
15	12	5.75±1.06 ^b	3.08±3.22 ^d	6.71±0.34 ^a	6.66±0.34 ^a
PSPKT oranı (%)					
0	16	6.34±0.89	4.85±1.99	6.25±0.73	6.28±0.69
5	16	6.25±0.66	4.92±2.00	6.15±0.83	6.21±0.55
10	16	6.35±0.45	4.82±2.22	6.21±0.63	6.09±0.55

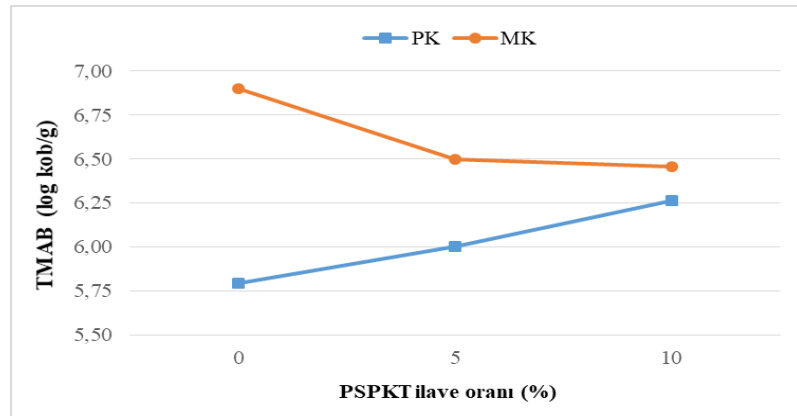
¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Şekil 4.37’de kuru örneklerdeki TMAB sayısı üzerine etkili ‘‘kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı’’ interaksyonu verilmiştir. Şekil incelendiğinde MK ve PK ilaveli örneklerin TMAB sayıları %10 oranına kadar birbirine yakın seyretmiştir. MK ilaveli örnekler farklı ilave oranları ile birbirine yakın TMAB sayıları olmak üzere 6.50-7.00 log kob/g arasında sonuçlar vermiştir. PK ilaveli örnekler ise %0’dan %10 oranına geçildiğinde yavaş bir azalma göstermiş fakat %10’dan %15 oranına geçildiğinde TMAB sayısında net bir düşüş sergilemiştir.



Şekil 4.37. Kuru tarhana örneklerinde TMAB sayısı üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilavesi oranı” interaksiyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

Şekil 4.38’de kuru tarhana örneklerindeki TMAB sayısı üzerine etkili “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksiyonu verilmiştir. PSPKT katkısı farklı kepeklerde farklı etkiler göstermiştir. PK ilaveli örneklerde artan PSPKT ilave oranları ile TMAB sayıları düzenli olarak artmış ve sonuçlar 5.75 log kob/g’den 6.25 log kob/g’a yükselmiştir. MK ilaveli örneklerde ise %5 PSPKT katkısı örneklerin TMAB sayılarında düşüşe neden olmuştur. %10 PSPKT oranında ilavesi %5 PSPKT ilavesi ile alınan sonuçlara çok yakın bir değerdedir.



Şekil 4.38. Kuru tarhana örneklerinde TMAB sayısı üzerine etkili “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksiyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği PSPKT: Peyniraltı suyu konsantresi tozu)

Gulbandilar ve ark. (2014), ev yapımı ve hazır olmak üzere topladıkları 10 farklı kuru tarhananın TMAB sayılarını belirlemişler ve ev yapımı tarhanalarda TMAB sayısı $1.5 \times 10^2 - 2.5 \times 10^2$ kob/g aralığında iken hazır tarhanalarda bu sayının $1.2 \times 10^3 - 3.2 \times 10^3$

kob/g aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Soyyiğit (2004), yaptığı çalışmada Isparta yöresine ait 27 farklı ev yapımı tarhanada toplam mikroorganizma sayısının minimum 1.4×10^3 kob/g, maksimum 2.1×10^7 kob/g ve ortalama 1.5×10^6 kob/g olduğunu belirlemiştir.

Ibanoglu ve ark. (1999), yogurt ve tuz miktarlarını değiştirerek ürettiği tarhanaları kurutmuş, öğütmüş ve toplam bakteri sayılarını standart tarhana için 1200 kob/g, yogurt miktarı artırılmış tarhana için 1900 kob/g, tuzsuz tarhana için ise 2200 kob/g olarak belirlemiştir. Değirmencioğlu ve ark. (2005) ise kurutulmuş olan kontrol ve tarhana otu ilaveli ürettikleri tarhana örneklerinde toplam mezofilik bakteri sayısını sırasıyla 7.10×10^6 kob/g ile 1.75×10^6 kob/g olarak belirlemiştir.

4.2.5.2. Kurutulmuş tarhana örneklerinde maya- küf sayım sonuçları

Kuru tarhana örneklerinde ortalama maya-küf sayısı 4.87 log kob/g olarak belirlenmiştir ve Çizelge 4.36’da gösterilmiştir.

Maya-küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir. Maya-küf sayısı değişimi üzerine kepek çeşidi ve kepek ilave oranının $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkisi bulunmuştur. Ayrıca diğer interaksiyonların yanında “*kepek çeşidi x kepek ilave oranı x PSPKT oranı*” üçlü interaksiyonunun da maya-küf sayısı üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Kuru tarhana örneklerinin maya-küf sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Kepek çeşitleri karşılaştırıldığında PK katkılı örneklerde maya-küf sayıları daha düşük seyretmiştir. MK ilaveli örneklerde maya-küf sayıları ortalama olarak 5.97 log kob/g iken PK ilaveli tarhana örneklerinin ortalama maya-küf sayıları 3.75 log kob/g’dir.

Örneklerdeki maya-küf sayıları kepeklerin farklı ilave oranlarından etkilenmiştir. En yüksek ve en düşük maya-küf sayıları %5 ve 15 katkı oranları ile elde edilmiştir. %0, 5, 10 ve 15 katkı oranları ile kuru örneklerden maya-küf sayımlarında sırasıyla 5.43, 5.83, 5.11 ve 3.08 log kob/g sonuçları alınmıştır.

Daglioglu ve ark. (2002), kontrol olarak kullandıkları (patojen ilavesiz) tarhana örneğinde geleneksel kurutma ile maya-küf sayısını 5×10^2 kob/g olarak belirlerken mikrodalga ile kurutma sonucu örnekte maya-küf tespit edilmediğini rapor etmişlerdir.

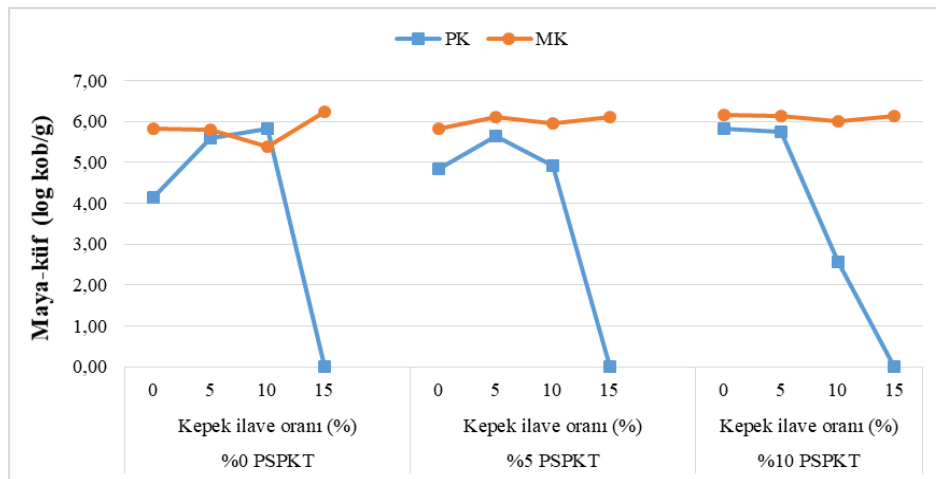
Karagozlu ve ark. (2008), çalışmalarında tarhanadaki küf sayısını fermentasyondan itibaren kuru örneklerde < 1 log kob/g olarak tespit ederken maya

sayısının kurutulmuş ve paketlenmiş örnekte 5.31 log kob/g ve 5.38 log kob/g olduğunu belirlemiştir.

İşık (2013), salça üretim atıklarını kullandığı tarhanaların kurutulmuş formlarındaki maya-küf sayısını biber çekirdeği ilaveli tarhanalarda 1 log kob/g'dan düşük bulurken %35 biber posası ilaveli örnekte 4.18 log kob/g olarak belirlemiştir. Yazar örneklerde gözlenen maya-küf sayılarındaki farklılığın örnekler arasındaki asitlik değişiminden kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Herken ve Con (2014), çalışmalarında *L. plantarum* ve *L. brevis* ilave ettikleri tarhanaları starter ilavesiz tarhana ile karşılaştırmışlardır. Her üç tip kuru tarhana örneğinde de PDA ile tespit ettikleri maya-küf sayısının 2.0 log kob/g olduğunu tespit etmişlerdir.

Şekil 4.39'da kuru tarhana örneklerinde maya-küf sayısı üzerine etkili “*kepek çeşidi x kepek ilave oranı x PSPKT oranı*” üçlü interaksyonu verilmiştir. Şekil incelendiğinde belirgin değişimin PK ilaveli örneklerde olduğu görülmektedir. PK'nın %0 ve 10 ilave oranları ile belli bir aralıkta değişim gösteren maya-küf sayıları %15 oranı ile net bir azalma göstermiştir. %15 PK ilaveli örneklerin bu değerleri Çizelge 4.36'da da ifade edilmiştir. Örneklere PSPKT ilavesi maya-küf sayılarında düzenli bir etkileşim oluşmasına neden olmamış özellikle MK ilaveli örneklerde birbirine yakın sayılar elde edilmiştir.



Şekil 4.39. Kuru tarhana örneklerinde maya-küf sayısı üzerine etkili “*kepek çeşidi x kepek ilave oranı x PSPKT oranı*” interaksyonunu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği PSPKT: Peyniraltı suyu konsantresi tozu)

4.2.5.3. Kurutulmuş tarhana örneklerinde laktik asit bakterisi (LAB) sayım sonuçları

Kurutulmuş tarhana örneklerinin *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayıları ortalamaları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Örneklerdeki *Streptococcus* spp. sayıları 5.08-7.14 log kob/g arasında değişim göstermiştir. *Lactobacillus* spp. sayıları ortalaması ise 6.20 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.37) *Streptococcus* spp. sayısını sadece kepek ilave oranı etkilerken ($p<0.01$) *Lactobacillus* spp. sayısını kepek çeşidi $p<0.05$ düzeyinde, kepek ilave oranı ise $p<0.01$ düzeyinde etkilemiştir. Ayrıca *Lactobacillus* spp. sayısı üzerinde “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu $p<0.01$ düzeyinde etkili iken “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksyonunun ise hem *Lactobacillus* spp. hem *Streptococcus* spp. sayıları üzerinde $p<0.01$ düzeyinde etkili olduğu gözlenmiştir.

Kuru tarhana örneklerindeki *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir. Çizelge 4.38 incelendiğinde ortalama *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayılarının birbirlerine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. PK ilaveli kuru tarhana örneklerinde ortalama *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayıları 6.11 log kob/g olmak üzere aynı değerdedir. Daha yüksek sayım sonuçları elde edilen MK ilaveli örneklerde ise bu değer *Streptococcus* spp. sayımı için 6.31 log kob/g, *Lactobacillus* spp. sayımı için 6.28 log kob/g'dır.

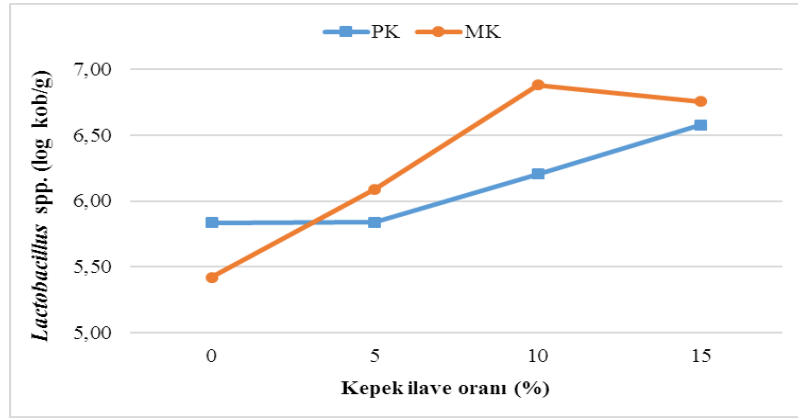
Örneklerde *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayıları üzerinde kepek ilave oranlarının etkisi incelendiğinde her iki sayım da birbirine paralel sonuçlar elde edilmiştir. Kepek ilave oranı arttıkça artan *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayılarında %10 ve 15 kepek oranı istatistiki olarak önemli bir fark oluşturmamıştır. %0 ve 15 kepek ilave oranlarında *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayılarında sırasıyla 5.44-6.71 log kob/g ve 5.62-6.66 log kob/g sonuçları elde edilmiştir. Ayrıca örneklerin *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayıları PSPKT katkısı ilavesinden etkilenmemiştir.

Gadallah ve Hassan (2017), tarhana benzeri bir ürün olan kishk üretimi için inek ve keçi sütünü buğday, arpa ve darı ile birlikte kullanmışlardır. Çalışmada üretilen 8 farklı kishk örneğindeki LAB sayılarını 7.88-6.04 log kob/g aralığında bulmuşlardır. Gabriel ve ark. (2010), simbiyotik yoğurt ile hazırladıkları tarhanaları kurutmuşlar ve *Lactobacillus*

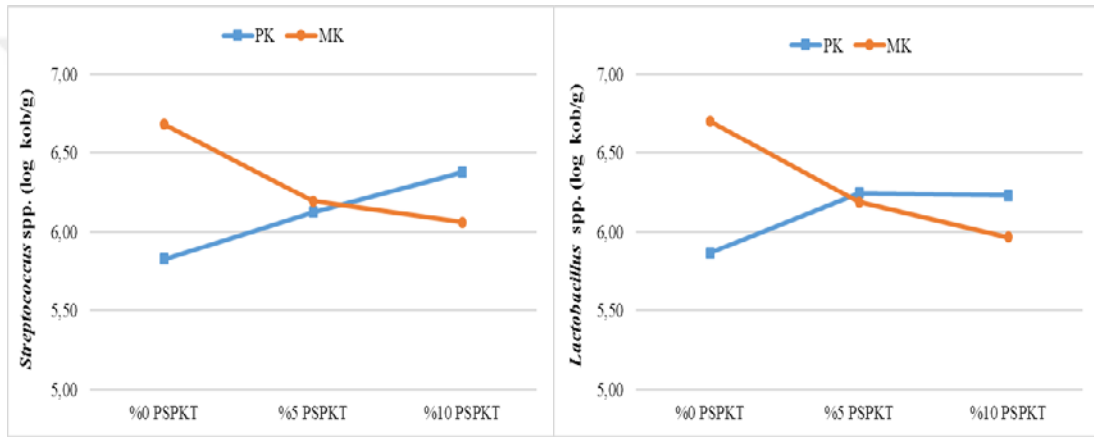
acidophilus, *Streptococcus thermophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* sayılarını belirlemişlerdir. Kuru örneklerdeki *Lactobacillus acidophilus* sayısı $5.0 \times 10^2 - 7.4 \times 10^4$ kob/g, *Streptococcus thermophilus* sayısı $9.2 \times 10^2 - 7.9 \times 10^4$ kob/g ve *Bifidobacterium bifidum* sayısı $3.4 \times 10^2 - 8.8 \times 10^4$ kob/g aralığında belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise kontrol tarhana olarak kullanılan örnekte geleneksel kurutma ile elde edilen LAB sayısı 7×10^3 kob/g, mikrodalga ile kurutma sonucu elde edilen LAB sayısı ise 3×10^2 kob/g olarak rapor edilmiştir (Daglioglu ve ark., 2002).

Şekil 4.40'da kuru tarhana örneklerinde *Lactobacillus* spp. sayısı üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksiyonu verilmiştir. Formülasyona PK ve MK ilave edilmiş örneklerde *Lactobacillus* spp. sayısında kepek ilave oranının artmasıyla genel bir artış görülmektedir. PK miktarı %0'dan %5 oranına artırıldığında önemli bir değişim görülmezken %5 oranından sonra *Lactobacillus* spp. sayısında sürekli bir artış görülmüştür. MK ilaveli örneklerde ise *Lactobacillus* spp. sayılarında %10 oranına kadar görülen sürekli artış %15 oranına geçerken görülmemiş ve %10 ve 15 MK ilaveli örneklerle %15 PK ilaveli örneklerin *Lactobacillus* spp. sayıları birbirine yakın değerlerde gözlenmiştir.

Şekil 4.41'de ise kuru tarhana örneklerinde *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayıları üzerine etkili “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksiyonları verilmiştir. Görüldüğü üzere bu interaksiyonda *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayılarındaki değişim birbirine oldukça benzerdir. PSPKT ilavesinin etkisi kepek çeşidine göre değişim göstermiş ve MK içeren örneklerde PSPKT katkısı *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayılarında azalmaya neden olmuştur. PK içeren örnekler ise PSPKT katkısı ile *Streptococcus* spp. sayısında artış gösterirken *Lactobacillus* spp. sayılarında %5 ve 10 PSPKT katkısı istatistiki olarak aralarında önemli bir fark bulunmayan sonuçlar vermiştir. Başlangıçta MK ilaveli örneklerde *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayıları daha yüksektir ancak PSPKT ilavesi arttıkça MK ve PK ilaveli örneklerin sonuçları arasındaki fark azalmış özellikle %5 PSPKT oranı her iki sayımda da her iki kepek çeşidini birbirine oldukça yaklaştırmıştır.



Şekil 4.40. Kuru tarhana örneklerinde *Lactobacillus* spp. sayısı üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)



Şekil 4.41. Kuru tarhana örneklerinde *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayıları üzerine etkili “kepek çeşidi x PSPKT oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu)

Ayar ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada probiyotik özellik kazandırmak üzere *Lactobacillus acidophilus* (ATCC 4357D-5) and *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* (ATCC 27536) ilave ederek ürettikleri dondurmalarda farklı lif kaynaklarının prebiyotik etkilerini araştırmışlardır. Pirinç kavuzu ve mısır pulpundan elde edilen liflerin dondurmalarda 1, 15, 30 ve 60 günlük depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* ve *B. lactis* sayımlarında kontrol örneğe göre benzer mikrobiyal özellikler sergilediği ve sonuç olarak bu katkıların dondurma üretiminde kullanılabilir olduğu belirtilmiştir.

Sengun ve ark. (2009)’nın çalışmalarında ise toplanan 8 farklı kurutulmuş tarhananın maksimum MRS ve M17 sayım sonuçları sırasıyla 6.5 ve 6.1 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

4.2.6. Duyusal özellikler

Duyusal test için hazırlanan tarhana çorbası örnekleri renk, kıvam, tat, koku ve genel beğeni açısından değerlendirilmiştir.

4.2.6.1. Renk

Tarhana örnekleri renk kriteri bakımından değerlendirildiğinde test edenlerden ortalama 5.53 puan almıştır (Çizelge 4.39). Varyans analizi sonuçlarına göre ise örneklerin renk değerleri üzerinde kepek çeşidi $p<0.01$ düzeyinde önemli iken kepek ilave oranı $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.40).

Duyusal değerlendirmede renk kriterine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.41’de verilmiştir. Buna göre MK ilaveli pişmiş tarhanaların rengi panelistlerce PK ilaveli tarhanalara göre daha fazla beğeni almıştır. MK ilaveli örneklerin renk skorları ortalama 6.27 iken PK ilaveli örneklerin renk skorları ortalama 4.79 puandır. Un tarhanasının karakteristik kırmızı rengi MK ile korunurken, PK’nın tarhananın rengine olumsuz etkisi bu sonuçların alınmasına neden olmuş olabilir (Çizelge 4.1).

Coşkun (2002), çalışmasında Trakya yöresine ait 51 tarhana örneğini toplamış ve bu örneklerde duyusal analiz yapmıştır. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ tarhanalarını karşılaştırdığı çalışmasında, Edirne ve Kırklareli tarhanalarının TS 2282 Tarhana Standardı’ndaki “tarhanaların kendilerine özgü sarımtrak kırmızı renkte olması gerektiği” özelliğine uyduğunu belirtmiş, Tekirdağ tarhanalarının ise genel olarak kırmızı etli biberin ve salçanın çok az kullanılması veya hiç kullanılmaması sebebi ile beyaza yakın renkte olduğunu ve düşük puanlar aldığını ifade etmiştir.

Pişmiş tarhana örneklerinde kepek ilave oranının artması örneklerin renk puanlarını olumsuz etkilemiş %10 ve 15 kepek ilaveli tarhanalar panelistlerce en az tercih edilen gruplar olmuştur. %5 kepek ilavesi oranı ile elde edilen örnekler kontrol örneklerle aynı ortalama değerine sahip olup bu örnekler 7 üzerinden 6.08 puan almıştır. %10 kepek ilaveli örnekler ise 5.08 puan ve %15 kepek ilaveli örnekler de 4.87 puan almışlar ancak bu değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Rashidi ve ark. (2004) bisküvi üretiminde formülasyona PK’yı %0, 5, 10, 15 ve 20 oranında ilave etmişler ve kepekli bisküvilerin kontrol örneğe göre tadının daha çok beğenildiğini belirtmişlerdir. Ancak renk açısından %10’dan fazla PK ilaveli örnekler panelistler tarafından tercih edilmemiştir.

Çizelge 4.39. Tarhana örneklerine ait duyu analizi sonuçları

Kepek çeşidi	Kepek oranı (%)	PSPKT oranı (%)	Renk	Kıvam	Tat	Koku	Genel beğeni	
PK	0	0	5.50±2.12	6.75±0.35	5.50±2.12	6.00±1.41	5.50±2.12	
	0	5	5.50±2.12	6.50±0.70	5.50±2.12	6.50±0.70	6.00±1.41	
	0	10	6.00±1.41	6.60±0.56	5.00±2.82	5.50±2.12	5.00±2.82	
	5	0	4.75±2.47	6.25±0.35	4.50±2.12	5.00±0.00	4.00±2.82	
	5	5	6.25±0.35	6.25±0.35	4.00±1.41	4.50±0.70	3.50±0.70	
	5	10	5.75±1.06	6.75±0.35	4.00±1.41	4.50±0.70	3.50±0.70	
	10	0	4.00±1.41	5.00±0.00	2.50±0.70	3.50±0.71	2.50±0.70	
	10	5	4.00±1.41	5.50±0.70	2.50±0.70	3.50±0.71	2.00±1.41	
	10	10	4.50±0.70	5.00±1.41	2.50±0.70	3.50±0.71	2.00±1.41	
	15	0	3.75±1.06	5.50±0.70	2.00±0.00	3.00±0.00	2.00±0.00	
	15	5	3.75±1.06	5.50±0.70	2.00±0.00	3.00±0.00	2.00±0.00	
	15	10	3.75±1.06	5.50±0.70	2.50±0.70	3.00±0.00	2.50±0.70	
	MK	0	0	6.50±0.70	6.50±0.70	4.00±0.00	5.50±0.70	3.00±1.41
		0	5	6.50±0.70	6.35±0.49	4.00±0.00	5.50±0.70	3.00±1.41
		0	10	6.50±0.70	6.50±0.70	6.50±0.70	7.00±0.00	7.00±0.00
5		0	6.25±0.35	6.00±0.70	5.50±0.70	6.50±0.70	5.75±1.06	
5		5	6.75±0.35	5.50±0.70	4.50±0.70	5.00±1.41	4.50±0.70	
5		10	6.75±0.35	6.00±0.70	5.25±0.35	5.50±0.70	5.25±0.35	
10		0	6.00±0.00	4.50±0.70	5.00±1.41	6.00±0.00	5.50±0.70	
10		5	6.00±0.00	4.50±0.70	5.25±1.06	6.50±0.70	5.50±0.70	
10		10	6.00±0.00	4.75±1.06	4.50±0.70	5.00±0.00	5.00±1.41	
15		0	6.00±0.00	4.25±1.76	6.50±0.70	5.50±0.70	6.25±1.06	
15		5	6.00±0.00	5.75±0.35	5.75±0.35	5.50±0.70	5.75±0.35	
15		10	6.00±0.00	5.25±0.35	4.25±1.76	5.50±0.70	4.25±1.76	

PSPKT: Peyniraltı suyu protein konsantrasyonu PK: Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği

PSPKT ilavesinin renk üzerindeki etkisi incelendiğinde artan PSPKT ilavesi ile renk skorları çok az bir artış sergilemiş ancak bu pişmiş tarhana örnekleri üzerinde renk açısından istatistik olarak önemli bir etki oluşturmamıştır.

Munaza ve ark. (2012), %4, 7 ve 10 oranında PSPKT ile zenginleştirdikleri bisküvilerin besinsel kalitesini ve depolama stabilesini araştırdıkları çalışmada duyu analizi de yapmışlardır. Renk, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından artan PSPKT ile puanların arttığı ve en iyi duyu analizi sonuçlarının %10 PSPKT ilaveli örneklerde alındığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.40. Tarhana örneklerinin duyu analizi değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Renk		Kıvam		Tat		Koku		Genel beğeni	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kepek çeşidi (A)	1	26.255	22.404**	2.297	4.064	28.521	18.753**	25.521	39.516**	34.172	19.703**
Kepek ilave oranı (B)	3	4.964	4.236*	6.889	12.189**	5.146	3.384*	6.799	10.527**	3.714	2.141*
PSPKT oranı (C)	2	0.438	0.373	0.168	0.296	0.250	0.164	0.146	0.226	0.422	0.243
(AxB)	3	1.366	1.166	0.116	0.206	8.535	5.612**	4.187	6.484**	12.811	7.386**
(AXC)	2	0.146	0.124	0.053	0.093	0.084	0.055	0.146	0.226	0.672	0.387
(BXC)	6	0.271	0.231	0.256	0.454	0.854	0.562	0.590	0.914	1.589	0.916
(AXBXC)	6	0.090	0.077	0.255	0.452	1.743	1.146	0.813	1.258	2.978	1.717
Hata	24	28.125		13.565		36.500		15.500		41.625	

¹*p<0.05 seviyesinde önemli ** p<0.01 seviyesinde önemli PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

Çizelge 4.41. Tarhana örneklerinin duyu analizi değerleri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹

Faktör	n	Renk	Kıvam	Tat	Koku	Genel beğeni
Kepek çeşidi						
PK	24	4.79±1.42 ^b	5.92±0.80	3.54±1.71 ^b	4.29±1.36 ^b	3.37±1.81 ^b
MK	24	6.27±0.41 ^a	5.48±1.00	5.08±1.05 ^a	5.75±0.79 ^a	5.06±1.40 ^a
Kepek ilave oranı (%)						
0	12	6.08±1.16 ^a	6.53±0.46 ^a	5.08±1.56 ^a	6.00±1.04 ^a	4.91±2.02 ^a
5	12	6.08±1.10 ^a	6.12±0.56 ^a	4.62±1.11 ^{ab}	5.16±0.93 ^b	4.41±1.32 ^{ab}
10	12	5.08±1.16 ^b	4.87±0.74 ^b	3.70±1.45 ^b	4.66±1.37 ^{bc}	3.75±1.86 ^b
15	12	4.87±1.29 ^b	5.29±0.83 ^b	3.83±1.98 ^b	4.25±1.35 ^c	3.79±1.93 ^b
PSPKT oranı (%)						
0	16	5.34±1.41	5.59±1.08	4.43±1.75	5.12±1.31	4.31±1.93
5	16	5.59±1.31	5.73±0.76	4.18±1.52	5.00±1.36	4.03±1.73
10	16	5.65±1.15	5.79±0.95	4.31±1.65	4.93±1.38	4.31±1.87

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir. PK:Pirinç kepeği MK: Mısır kepeği PSPKT:Peyniraltı suyu protein konsantresi tozu

4.2.6.2. Kıvam

Tarhana örneklerinin duyuşsal analiz sonuçlarından olan kıvam kriterine ait ortalamalar Çizelge 4.39'da verilmiştir. Buna göre kıvam puanları 4.25-6.75 arasında değişim göstermiştir.

Örneklerin kıvam değerlerine ait varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.40'da verilmiştir. Kıvam değeri üzerinde kepek ilave oranı $p < 0.01$ düzeyinde önemli iken diğer faktörler bu özellik için istatistiki olarak önemli sayılacak ($p < 0.05$) düzeyde etki göstermemiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.41.) duyuşsal analizde PK ve MK ilaveli pişmiş tarhana örnekleri yakın kıvam skorları vermiştir. PK ilaveli örnekler ortalama 5.92 puan alırken MK ilaveli örnekler ortalama 5.48 puan almış ve bu değerler arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Erkan ve ark. (2006), çalışmalarında yüksek β -glukan içeriğine sahip 3 farklı arpa ununu tarhana formülasyonuna eklemiş ve örneklerin duyuşsal özelliklerini incelemiştir. Kıvam özelliği bakımından arpa unlu tarhanalar kontrol (buğday unlu) tarhana ile karşılaştırıldığında istatistiki açıdan bir fark görülmemiş 4.58-3.86 arasında puanlar elde edilmiştir. Bilgiçli ve ark. (2014) ise farklı albedolarla ürettikleri tarhanaların duyuşsal özelliklerinden kıvam değerlerinde albedo ilavesiyle artış olduğunu bunun albedolardaki yüksek pektin içeriğinden kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Kepek oranları incelendiğinde %5 oranı sonrasında artan kepek ilavesi ile kıvam puanları düşüş göstermiş %10 ve 15 ilave oranında alınan skorlar sırasıyla 4.87 ve 5.29 olmuştur. %10 ve 15 kepek ilave oranı ile sağlanan bu sonuçlar arasında istatistiki açıdan önemli bir fark görülmemiştir. Yapılan viskozite ölçümlerinde de benzer sonuçlar alınmış, kepek oranı artışıyla örneklerdeki viskozite değerlerinin azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

PSPKT açısından kıvam sonuçları duyuşsal analiz kapsamında değerlendirildiğinde; %5 ve 10 oranında PSPKT ilavesinin PSPKT ilave edilmemiş örneklerle kıyaslandığında istatistiki olarak bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. Ertaş ve ark. (2015) tarhana üretiminde peyniraltı suyu konsantresini (%61.19 kuru madde) %12.5, 25 ve 50 oranında yoğurda ikame olarak kullanmışlar ve duyuşsal analiz sonuçlarını kıvam bakımından incelediklerinde örneklerin benzer skorlar aldığını, kullandıkları katkıının çorbaların kıvamında önemli bir değişim oluşturmadığını belirlemiştir.

4.2.6.3. Tat

Farklı iki kepek ve PSPKT ile zenginleştirilen tarhana örneklerinin duyu analizi sonuçlarına ait tat değerleri ortalamaları Çizelge 4.39'da verilmiştir. Örneklerin tat değerlendirmesinde aldığı puanlar 2.00-6.50 aralığında değişim göstermektedir.

Kepek çeşitlerinin, kepek ilave oranının ve PSPKT ilavesinin tat değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40'da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, kepek çeşidinin tat değerleri üzerine etkisinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde ve kepek ilave oranının ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir. PSPKT katkısı örneklerin tat değerleri üzerinde önemli bir etki oluşturmamıştır. Ayrıca tat değerleri üzerinde "*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*" interaksiyonunun da $p < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

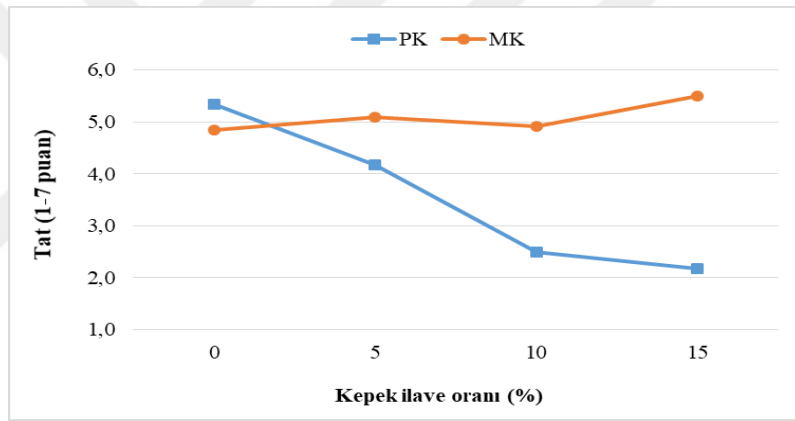
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, MK ile zenginleştirilen tarhana örneklerinin, PK ile zenginleştirilen tarhana örneklerinden daha yüksek tat puanlarına sahip olduğu belirlenmiştir. MK ilaveli örneklerin aldığı tat değerlerinin ortalaması 5.08 puan olurken PK ilaveli örnekler ortalama 3.54 puan almışlardır. Örneklerde PK ve MK ilavelerinin oransal olarak artışı incelendiğinde kepek ilave oranının artmasıyla tat açısından beğeni değerlerinin azaldığı görülmüştür. %0'dan %15'e çıkan kepek ilave oranıyla tat değerlerinde elde edilen ortalama değerler 5.08'den 3.83'e gerilemiştir. Abdul-Hamid ve Luan (2000) PK'dan elde edilen diyet lifi ile ürettikleri ekmeklerde %5 ve 10 oranlarını kullanmışlardır. Renk, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik sonuçlarında artan lif oranlarının puanları düşürdüğünü, özellikle %10 oranında, panelistlerin tipik kepek tat ve kokusunu farkettilerini bildirmişlerdir.

Gül (2007), çalışmasında buğday ve mısır kepekli ekmekler üretmek için örneklerin bir takım özelliklerini incelemiş ve bu ekmekleri duyu açıdan karşılaştırmıştır. Mısır kepeğinde %10 kepek düzeyinde ekmeklerin tat ve aroma açısından kontrol ekmeğine yakın değerler alarak panelistler tarafından beğeni kazandığı hatta bazı panelistlerce bu özellikler bakımından aynı oranda buğday kepeği içeren ekmeklere göre daha üstün bulunduğu rapor edilmiştir. Buna ilaveten artan kepek oranının ekmek özelliklerini olumsuz yönde etkilediği de bildirilmiştir.

PSPKT ilavesi etkisine bakıldığında ise %0, 5 ve 10 oranlarında farklı tat değerleri ortalaması elde edilse de bu farklılığın istatistiki açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Kenny ve ark. (2000), ekmek üretiminde 3 farklı PSPKT ürünü kullanmışlardır. Duyusal

analizde ürünlerin tat ve koku skorlarında, kontrol ve kül oranları birbirine yakın %75 ve 79'luk PSPKT ilaveli örnekler için istatistiki olarak aralarında önemli bir fark bulunmayan sonuçlar elde edilirken kül oranı daha yüksek %79'luk PSPKT ilaveli örnek için daha düşük puanlar gözlenmiştir.

Şekil 4.42'de duyu analizi için hazırlanmış tarhana örneklerinin tat değerleri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili "kepek çeşidi x kepek ilave oranı" etkileşimi verilmiştir. Örnekler tat değerleri açısından PK ilavesiyle daha az beğeni almışlardır. MK ilavesi ile alınan puanlar PK ilaveli örneklerin aldığı puanlara göre daha yüksektir. Kepeklerin ilave edildikleri oranlar da dikkate alındığında MK ilaveli örneklerle %0 ve 5 PK ilaveli örneklerin birbirine yakın puanlar aldığı görülür. Ancak %10 ve 15 PK ilave oranında tat değerleri üzerinde belirgin bir azalma tespit edilmiştir. Şekil 4.42. incelendiğinde en düşük tat skorlarını %10 ve 15 PK ilaveli tarhana örnekleri almıştır.



Şekil 4.42. Tarhana örneklerinin tat değerleri üzerine etkili "kepek çeşidi x kepek ilave oranı" etkileşimi (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

Singh ve ark. (2012), farklı oranlarda MK ile ürettikleri kek çalışmasında duyu analizi sonuçlarında genel kabul edilebilirlik açısından %20 oranında MK'nın kek ve benzeri ürünlerde kullanılabilirliğine karar vermişlerdir. Renk, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından %0, 10 ve 20 MK ilaveli kekler benzer skorlar almıştır.

4.2.6.4. Koku

Tarhana örneklerinin duyuusal analiz sonuçlarına ait koku değerleri ortalamaları Çizelge 4.39'da gösterilmiştir. Buna göre koku değerlendirmesinde örneklerin aldığı ortalama puan 3.00-7.00 aralığında değişim göstermiştir.

Kepek çeşitlerinin, kepek ilave oranının ve PSPKT ilavesinin tat değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40'da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.41'de verilmiştir.

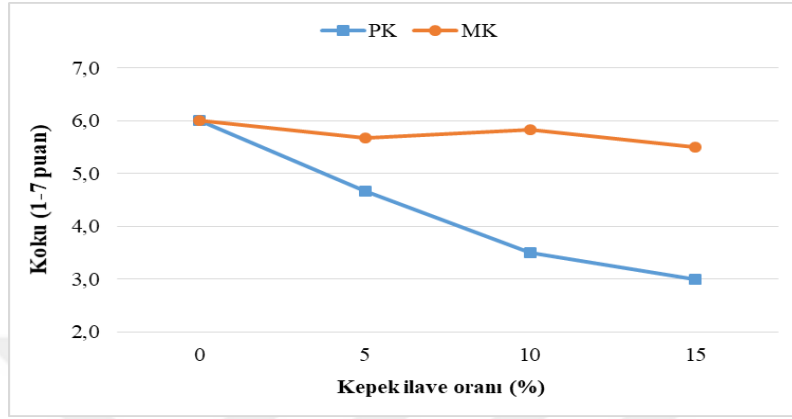
Varyans analizi sonuçlarına göre hem kepek çeşidinin hem de kepek ilave oranının koku değerleri üzerinde istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. PSPKT katkısı örneklerin koku değerleri üzerinde önemli ($p < 0.05$) bir fark oluşturmamıştır. Ayrıca koku değerleri üzerinde "*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*" interaksiyonunun $p < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre PK'nın tarhana örneklerine ilavesiyle karşılaştırıldığında MK'nın tarhanaya ilavesi örneklerin duyuusal analizde daha yüksek koku puanları almasını sağlamıştır. MK ilaveli örneklerin aldığı koku değerleri ortalaması 5.75 puan iken PK ilaveli örneklerin koku ortalamasının 4.29 puan olduğu belirlenmiştir. Örneklerde kepek ilavesi artışı ise koku kriteri bakımından panelistlerde beğeni azaltmıştır. %0, 5, 10 ve 15 oranları ile elde edilen koku değerleri sırasıyla 6.00, 5.16, 4.66 ve 4.25 olmuştur. Hu ve ark. (2009), yağsız PK kullanarak elde ettikleri diyet lifini ekme üretiminde kullanmışlar ve koku değerlerinde PK diyet lifi oranı arttıkça düşüş gözlendiğini ve koku açısından en yüksek puanı kontrol ekmeğin aldığını ifade etmişlerdir.

En fazla %10 oranında kullanılan PSPKT ilavesi örneklerin koku puanlarının 4.93 ile 5.12 arasında değişmesine neden olmuştur. Ancak PSPKT ilavesi ile örneklerin aldığı koku puanlarında istatistiki açıdan herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Tarakçı ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada yoğurda ikame olarak kullandıkları peyniraltı suyunun (%15.16 kuru madde) tarhana örneklerinde tat ve koku açısından istatistiki olarak önemli sayılabilecek bir değişim oluşturmadığını belirtmiştir.

Şekil 4.43'de tarhana örneklerine ait koku değerleri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili "*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*" interaksiyonu verilmiştir. Şekilde örneklerin PK ilavesiyle koku değerlerinde daha düşük puanlar aldığı görülmektedir. Ancak MK ilavesinde artan oranların elde edilen koku puanlarında çok belirgin bir değişim oluşturmadığı tespit edilmiştir. PK ilavesinin oranları incelendiğinde ise belirgin puan

düşüşleri %5 oranından itibaren kendini göstermiş ve %10 ve 15 oranlarında koku kriterine ait puanlar giderek azalmıştır. %15 PK ilaveli tarhana örneklerinin koku değerlerine ait ortalama puanı, 1-7 puan arasında yapılan duyuşsal değerlendirmede 3.00 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.43. Tarhana örneklerinin koku değerleri üzerine etkili “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

4.2.6.5. Genel beğeni

PK, MK ve PSPKT ile zenginleştirilen tarhana örneklerinin duyuşsal analiz sonuçlarına ait genel beğeni değerleri ortalamaları Çizelge 4.39’da verilmiştir. Örneklerin genel beğeni değerlendirmesinde aldığı ortalama puan 4.21’dir.

Kepek çeşitlerinin, kepek ilave oranının ve PSPKT ilavesinin genel beğeni değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40’da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.41’de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, kepek çeşidinin ve kepek ilave oranının genel beğeni değerleri üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli bulunduğu belirlenmiştir. PSPKT katkısı ise örneklerin genel beğeni değerleri üzerinde önemli bir fark oluşturmamıştır. Ayrıca genel beğeni değerleri üzerinde “kepek çeşidi x kepek ilave oranı” interaksyonunun da $p < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, MK ile zenginleştirilen tarhana örneklerinin, PK ile zenginleştirilen tarhana örneklerinden daha yüksek genel beğeni puanlarına sahip olduğu belirlenmiştir. MK ilaveli örneklerin aldığı genel beğeni değerlerinin ortalaması 5.06 puan olurken PK ilaveli örneklerin aldığı genel beğeni

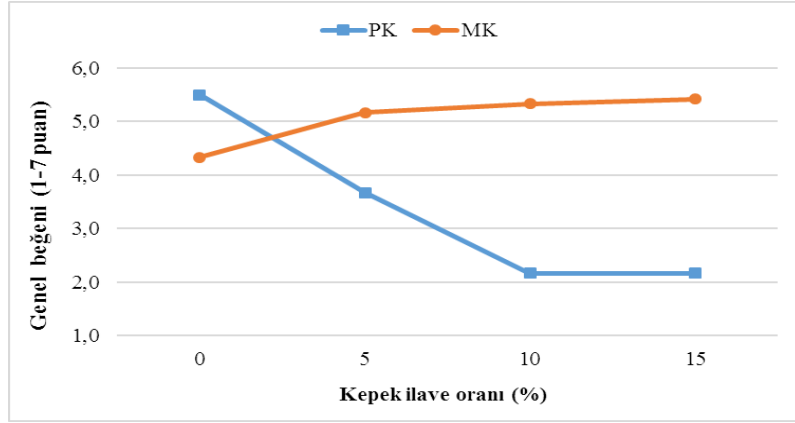
değerleri ortalaması 3.37 puandır. Karadeniz (2007) pirinç ve mısır kepeği ile ürettiği eriştelere duyusal analize tabi tutmuş ve duyusal açıdan mısır kepeği içeren örneklerin genel olarak daha fazla kabul gördüğünü bildirmiştir. Yüksek oranda yağlı pirinç kepeği içeren örneklerin tattaki acılaşıma ve renkteki koyuluğa bağlı olarak daha düşük puanlar aldığını ifade etmiştir.

Örneklerdeki genel beğeni değerleri kepek ilave oranları bakımından incelendiğinde ise genel olarak kepek oranının artışı genel beğeni değerlerinin azalmasına sebep olmuştur. Özellikle %10 ve 15 oranlarında azalan genel beğeni değerleri %0 oranı ile 4.91 puan iken %15 oranı ile 3.79 puan olmuştur. Mendonca ve ark. (2000), MK'nın bir lif kaynağı olarak geliştirilmiş atıştırılabilirlik tipi ürünlerde kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada görünüş ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde MK oranı arttıkça azalma gözlemlendiği rapor edilmiştir. Polizzoto ve ark. (1983) ise çalışmalarında PK ve MK'nın da yer aldığı 7 farklı diyet lif kaynağını muffin kek üretiminde denemişler ve genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı ticari buğday kepeği ile yapılan örneklerin aldığını belirtmişlerdir.

PSPKT ilavesi etkisi incelendiğinde %0 ve 10 PSPKT oranlarında genel beğeni değerleri 4.31 olmuş %5 PSPKT oranında ise bu değer 4.03 olmuştur. Her üç oran için de alınan sonuçlar birbiriyle kıyaslandığında istatistiki açıdan önemli bir farklılık görülmemiş ve %10 oranda PSPKT'nin sorun oluşturmadan rahatlıkla tarhana üretiminde kullanılacağı düşünülmüştür. (Çizelge 4.41)

Sarabhai ve Prabhasankar (2015), kestane unu ile yaptıkları glutensiz keklerde %5, 7.5, 10 oranlarında %70'lik PSPKT kullanımını araştırmışlar ve bu katkı ile kek kalitesinin pozitif yönde etkilendiğini belirtmişlerdir. Renk, görünüş ve tat ve genel kabul edilebilirlik kriterlerinde %10 PSPKT kullanım dozunun uygun olduğu ifade edilmiştir.

Şekil 4.44'de duyusal analiz için hazırlanmış tarhana örneklerinin genel beğeni değerleri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili "*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*" etkileşimi verilmiştir. MK ilaveli örneklerde genel beğeni değerlerine bakıldığında daha yüksek puanlar gözlemlenmiştir. Kepeklerin ilave oranları incelendiğinde %5, 10 ve 15 MK ilave oranının genel beğeni skorlarının birbirine çok yakın olduğu ve herhangi bir düşüş gözlemlenmediği ancak aynı oranlarda PK ilavesinin MK ilavesinin aksine azalan genel beğeni değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. %5 ve %10 PK katkısı ile genel beğeni değerlerinde net düşüşler gözlemlenirken %10 ve 15 PK katkısı ile panelistlerden birbirine yakın genel beğeni puanları alınmıştır.



Şekil 4.44. Tarhana örneklerinin genel beğeni değerleri üzerine etkili “*kepek çeşidi x kepek ilave oranı*” interaksyonu (PK:Pirinç kepeği MK:Mısır kepeği)

Shafer ve Zabik (1978), %30 oranında farklı kepekler kullanarak ürettikleri ve buğday kepeği ile diğer kepeklerin uygulanabilirliğini karşılaştırdıkları keklerde, buğday kepeği ve mısır kepeği ilaveli keklerin kabul edilebilir olduğunu, yulaf ve soya kepeğinin ise tad açısından zayıf kaldığını belirtmişlerdir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada tarhananın besinsel ve fonksiyonel özelliklerini artırmak amacıyla pirinç ve mısır kepeği ile sütçülük yan ürünlerinden peyniraltı suyu protein konsantresi tozu farklı oranlarda kullanılarak laboratuvar ortamında tarhana üretimi gerçekleştirilmiştir. Örnekler formülasyonlarında, kepekleri 4 farklı oranda, PSPKT ise 3 farklı oranda içermektedir. Yapılan çalışma neticesinde şu sonuçlar elde edilmiştir;

Örneklerin fiziksel özellikleri incelendiğinde parlaklık değerleri açısından PK ilavesi etkili olmuş ve PK katkısı ile örneklerin L^* değeri artış göstermiştir. PSPKT ilavesi ile L^* değeri artmış ancak oransal olarak %5 ve 10 miktarları önemli bir farklılık oluşturmamıştır. a^* değeri göz önüne alındığında kepek ilavesi ile bu değer giderek azalma gösterdiği ve MK ilaveli örneklerin a^* değerlerinin genel olarak daha yüksek sonuçlar verdiği görülmüştür. b^* değeri için alınan sonuçlar a^* değeri için alınan sonuçlara benzer olup formülasyonda MK bulunan örneklerin b^* değeri daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca PSPKT katkısı ile örneklerin b^* değeri artış göstermiştir.

Tarhana örneklerinde standart olarak hazırlanan çorbaların viskozite sonuçlarını kepek çeşidinin, kepek ilave oranının ve PSPKT katkısının istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde etkilediği görülmüştür. PK ilaveli örnekler daha yüksek viskozite değerlerine sahipken kepek oranındaki artış viskozite değerlerinin düşmesine neden olmuştur.

Kepek ve PSPKT katkılı örneklerin fonksiyonel özelliklerinden su ve yağ absorpsiyon değerleri incelendiğinde PK ile zenginleştirilen tarhanalar MK ile zenginleştirilen tarhanalara göre daha yüksek sonuçlar sergilemiştir. Artan kepek oranları tarhana örneklerinin özellikle su absorpsiyonu değerlerinde istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) artışa neden olmuştur. PSPKT ilavesi hem su absorpsiyonu hem yağ absorpsiyonu değerlerini %10 oranında düşürmüş %0 ve 5 katkı oranı arasında istatistiki açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir.

Örneklerde fermentasyon kaybı sonuçları, fermentasyon başlangıç ve bitişinde hamur ağırlığındaki farkın belirlenmesiyle hesaplanmış ve kepek çeşitleri karşılaştırıldığında yüksek fermentasyon kaybı değerleri MK katkılı tarhanalarda belirlenmiştir. Kepeklerin formülasyondaki oransal artışı ise fermentasyon kaybı değerlerinin bir miktar azalmasına neden olmuş ve özellikle bu azalma %10 ve 15 oranları ile görülmüştür.

Tarhana örneklerindeki nem miktarları kepek çeşidinden etkilenmemiştir, PK ve MK ilaveli tarhanalarda elde edilen ortalama nem miktarları birbirine yakın değerlerdedir. Ancak her iki kepek çeşidi de ilave oranlarındaki artışla nem içeriğini artırmıştır. %10 ve 15 kepek ilavesi oranlarıyla istatistiki açıdan aralarında önemli bir fark bulunmayan en yüksek nem değerleri elde edilmiştir. PSPKT ilavesi ise nem içeriğini düşürmüş buna rağmen %5 ve 10 oranında ilavesi arasında istatistiki olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. PSPKT katkısının nem içeriğini düşürmesine rağmen kepek ilavesiyle örneklerdeki nem içeriğinin artırması ürünün raf ömrünü olumsuz etkilememek adına daha uzun süren bir kurutma işlemi gerektirebilir.

Katkılı örneklerin kül içeriğini hem kepekler hem PSPKT ilavesi artırmıştır. PK ve PSPKT katkılarının kül içeriğinin yüksek olması, ilave edilen tarhana örneklerine de yansımış ve PK ile zenginleştirilen örneklerde kül miktarları MK ile zenginleştirilen örneklere göre istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca PSPKT'nin formülasyona dâhil edilmesiyle örneklerin kül içeriği sürekli artış göstermiştir.

Örneklerin protein miktarları incelendiğinde farklı kepek ve PSPKT ilaveli tarhana örneklerinin protein miktarı ortalama %15.41 olarak tespit edilmiştir. Protein miktarı üzerinde PK ve PSPKT'nin artırıcı etkisi gözlenmiş fakat MK'nın buğday unundan daha düşük miktarda protein içermesi sebebiyle MK ilavesi örneklerde protein içeriğini azaltmıştır. PSPKT katkısının protein içeriğini artırmaya yönelik beklenen etkisi ise %5 ve 10 oranlarında istatistiki olarak önemsiz görülmüştür.

Tarhana örneklerindeki yağ miktarı özellikle içerdiği yüksek yağ miktarıyla dikkat çeken PK'nın ilavesiyle artış göstermiştir. Kepek ilavesiz örneklerde %4.90 olan ortalama yağ miktarı %15 PK ilavesiyle ortalama %6.79 olmuştur. Örneklerdeki selüloz içeriği ise PK katkısından daha çok MK katkısından etkilenmiş ve MK içeren örneklerde daha yüksek selüloz içeriği gözlenmiştir. Kepek ilavesiz örneklerde selüloz içeriği %1 civarında iken %15 MK ilaveli örneklerin selüloz içeriği %2.5 civarındadır. PSPKT'nin yağ ve selüloz içeriğine önemli düzeyde bir etkisi belirlenmemiştir.

Fitik asit çoğunlukla tanenin kepek kısmında yoğunlaşmıştır ve tarhana örneklerinde kepek ilavesi beklendiği gibi fitik asit miktarını artırmıştır. Çalışmada kullanılan kepekler karşılaştırıldığında ise PK ile zenginleştirilen örneklerin daha yüksek fitik asit değerleri verdiği görülmüştür. MK ilaveli örneklerdeki düşük fitik asit düzeyinin ise MK'nın içerdiği fitik asit miktarıyla ve MK ilaveli örneklerdeki etkin fermantasyon ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite sonuçları incelendiğinde kepek çeşidi ve kepek ilave oranlarının istatistiki olarak önemli düzeyde etki ettiği görülmüştür. Ancak formülasyona PSPKT katkısı istatistiki açıdan önemli sayılabilecek bir etki göstermemiştir. PK katkısının MK katkısına göre hem toplam fenolik madde hem antioksidan aktivite sonuçlarını yükseltici etkisi görülmektedir. %0'dan %15'e kepek oranındaki artışla toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde artış sağlanmıştır.

Asitlik düzeyini belirlemek amacıyla kuru tarhana örneklerinin pH ve titrasyon asitliğine bakılmış ve PK ekli örneklerde yüksek pH değerleri belirlenmiştir. Titrasyon asitliği sonuçlarında ise PK ve MK ilaveli örneklerde belirlenen ortalama değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu kepeklerin ilave oranları ve PSPKT katkısının ilave oranları ise hem pH hem titrasyon asitliği sonuçlarını etkilemiş artan oranlardaki kepek katkısı pH değerini düşürürken titrasyon asitliğini artırmıştır. PSPKT katkısı ilavesiyle pH değeri artış göstermiş titrasyon asitliği ise azalmıştır.

Tarhanada yapılan zenginleştirme çalışması örneklerin mineral içeriğinin artırılmasını sağlamıştır. Özellikle kepekler karşılaştırıldığında PK ilavesi Mg, P, Mn ve Zn mineralleri açısından MK ilavesi ise K ve Fe mineralleri açısından örnekleri geliştirmiştir. Fermente bir ürün olan tarhanada artan bu mineral oranlarının azalan fitik asit oranından dolayı sindirilebilirliklerinin artacağı düşünülmektedir. Kepek katkısı kadar PSPKT'nin de mineral içeriğini artırdığı görülmüştür. %10 PSPKT ile PSPKT ilavesiz örneklere göre ortalama Ca, Mg, K, P, Na ve Fe içeriklerinde daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Fermentasyon boyunca tarhana hamurlarında pH, titrasyon asitliği ve su aktivitesi değerleri 24, 72 ve 120. saatlerde izlenmiştir. Kepek ve PSPKT ile zenginleştirilen örneklerde fermentasyon ilerledikçe pH değerinde azalma görülmüş ve titrasyon asitliği değerlerinde artış tespit edilmiştir. Kepeklerin artan oranları pH ve titrasyon asitliği sonuçlarını etkilemiş özellikle %15 kepek ilave oranı fermentasyonun son gününde tarhana hamurlarında daha düşük pH ve daha yüksek titrasyon asitliği değerleri göstermiştir. PSPKT katkısının etkisi ise hamurlarda ortamın asitliğini azaltmaya yönelik olmuş ve artan oranları ile pH değerleri hem PK hem MK ilave edilen örneklerde genel olarak artış göstermiştir. Fermentasyon boyunca su aktivitesi sonuçları değerlendirildiğinde özellikle 120. saatte hamurlardaki su aktivitesinin azaldığı görülmüştür. Kepek ilave miktarı artan hamurların su aktivitesi değerleri de artmış ve %15 oranı ile yüksek su aktivite sonuçları gözlenmiştir. PSPKT ise hamurlardaki su

aktivitesi değerlerini %10 oranında kullanıldığında düşürmüş PSPKT ilavesiz hamurlardan daha yüksek su aktivitesi sonuçları alınmıştır.

Aynı zamanda fermentasyon boyunca TMAB, maya-küf ve laktik asit bakterileri sayım sonuçları da incelenmiştir. TMAB ve maya-küf sayısının katkılı hamur örneklerinde fermentasyonun 24 ve 72. saatlerinde yakın sonuçlar verdiği ancak 120. saatte alınan sayım sonuçlarında daha düşük rakamlar elde edildiği görülmektedir. Bu durumun artan asitliğin etkisiyle görüldüğü düşünölmektedir. Kepek oranlarındaki artışın ise MK ilaveli örneklerde fermentasyon boyunca TMAB ve maya-küf sayılarını önemli derecede etkilemediği ve PK ilaveli örneklerde de %15 oranı ile diğer oranlara nazaran daha düşük sonuçlar elde edildiği belirlenmiştir. PSPKT katkısının hamur örneklerindeki maya-küf sonuçlarında belirgin bir değişime neden olmadığı görölmüştür. Tarhana hamurlarındaki *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayıları ise ilerleyen fermentasyon sürecinde artış göstermiş, örnekler 120. saatte daha yüksek sayım sonuçları vermiştir. En yüksek *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayıları ise genel olarak %15 kepek ilave oranı ile sağlanmış ve PK ilaveli örneklerde *Lactobacillus* spp. sayıları ortalama olarak 7.88 log kob/g iken MK ilaveli örneklerde 7.25 log kob/g olmuştur.

Fermentasyon boyunca izlenen tarhana hamurları fermentasyon süreci sonunda kurutulmuş ve kuru örneklerdeki TMAB, maya-küf ve laktik asit bakterileri sayım sonuçları elde edilmiştir. Alınan sonuçlarda MK ilaveli örneklerde PK ilave edilen örneklere göre TMAB, maya-küf ve laktik asit bakterileri sayım sonuçlarında daha yüksek rakamlar görölmüştür. Kepek çeşitlerinin yanısıra kepek oranları da TMAB, maya-küf ve *Lactobacillus* spp. sayım sonuçlarını etkilemiş ve kepek oranı %15 olduğunda TMAB sayısında diğer oranlardan farklı olarak bir düşüş görölmüştür. Maya-küf sayısı ise her kepek ilave oranında farklılık göstermiş ancak yine en düşük sayım sonucu %15 kepek ilave oranında elde edilmiştir. *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. sayıları ise TMAB ve maya-küf sonuçlarının aksine kuru örneklerde kepek oranı artışı ile %10 ve 15 oranında aralarında istatistiki olarak önemli bir fark olmayan en yüksek değerlere ulaşmıştır.

Tarhana çorbaları ile yapılan duyuusal testlerde PSPKT katkısının maksimum %10 oranına kadar ilave edilmesi istatistiki açıdan herhangi bir önemli etki oluşturmamıştır. Tüm kriterlerde PSPKT ilave edilmemiş örneklerle %5 ve 10 PSPKT ilave edilmiş örnekler birbirine benzer skorlar almıştır. Bu nedenle duyuusal açıdan %10 oranına kadar PSPKT katkısı sorunsuz kullanılabilir sonucuna varılmıştır. Kepek çeşitleri karşılaştırıldığında ise MK ilaveli örneklerin renk, tat, koku ve genel beğeni açısından

daha yüksek skorlar aldığı belirlenmiştir. Özellikle PK'nın artan oranları ile tat, koku ve genel beğeni skorları azalmıştır. Genel beğeni sonuçları göz önüne alındığında %5, 10 ve 15 MK ilaveli örneklerin birbirine yakın ve MK ilavesiz örneklerden daha yüksek skorlar aldığı görülmektedir. Sonuç olarak duyuşal açıdan MK katkısının %15 oranına kadar tarhana formülasyonunda kullanılabilir olmasına rağmen PK katkısının bu orandan daha düşük oranlarda kullanılabilirliğinin uygun olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma ile pirinç kepeği, mısır kepeği ve peyniraltısıyu protein konsantresinin geleneksel ürün tarhanada kullanılabilirliği araştırılmış ve sonuç olarak pirinç kepeği ile katkılanan tarhanalarda kimyasal kompozisyonun daha zengin olduğu, ancak duyuşal açıdan kepek tadının artan pirinç kepeği oranlarıyla hissedildiği, mısır kepeğinin ise fermentasyon aktivitesini artırdığı, duyuşal açıdan %15 oranında problem oluşturmadan kullanılabilirliği belirlenmiştir. Bunun yanında peyniraltısıyu protein konsantresinin tahıl ürünlerinden biri olan tarhanayı besinsel açıdan desteklemek üzere pirinç ve mısır kepeği ile birlikte kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

5.2 Öneriler

Stabilize pirinç kepeğinin bahsedilen oranlarda kepek tadını hissettirmeden kullanılması, mısır kepeğinin besinsel açıdan ürünü daha çok zenginleştirecek şekilde ilave edilebilmesi ve peyniraltısıyu protein konsantresinin %10 oranının üzerinde kullanılabilirliği yüksek oranların belirlenmesi başka çalışmalarla ayrıntılı olarak ele alınabilir.

Zengin bir laktik asit bakterisi florasına sahip olan tarhanada fermentasyonun daha izlenebilir olması için seçilmiş bazı bakterilerin aktiviteleri, fonksiyonel lif kaynakları olarak pirinç ve mısır kepeği eşliğinde ürünün kalite özellikleri değiştirilmeden farklı araştırmalarla gözlemlenebilir. Bu çalışma için yapılan kaynak araştırmalarında pirinç kepeği ile yapılan pekçok çalışmaya ulaşılabilirken mısır kepeği ile yapılan çalışmaların daha sınırlı sayıda kaldığı görülmüştür.

Ayrıca bu çalışmada bahsi geçen ve piyasada önemli miktarlarda açığa çıkan yan ürünlerin (PK, MK, PSPKT) gıda sektörüne tekrar kazandırılması adına farklı tarhana tipleri ya da farklı fermente tahıl ürünlerinde kullanılabilirliği incelenebilir.

KAYNAKLAR

- AACC, 2002, American association of cereal chemists, Approved methods of the AACC
The Association: St. Paul, MN.
- Abdul-Hamid, A. ve Luan, Y. S., 2000, Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran, *Food Chemistry*, 68 (1), 15-19.
- Abdul-Hamid, A., Sulaiman, R. R. R., Osman, A. ve Saari, N., 2007, Preliminary study of the chemical composition of rice milling fractions stabilized by microwave heating, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (7), 627-637.
- Ajmal, M., Butt, M. S., Sharif, K., Nasir, M. ve Nadeem, M. T., 2007, Preparation of fiber and mineral enriched pan bread by using defatted rice bran. (vol 9, pg 623, 2006), *International Journal of Food Properties*, 10 (1), 197-197.
- Aksoy, M., 2007, Ansiklopedik Beslenme, Diyet ve Gıda Sözlüğü, *Ankara*, Hatipoğlu Yayınları, p.
- Aktaş, K., 2012, Sütçülük yan ürünleri ve β glukan ilavesi ile eriştinin besinsel özelliklerinin artırılması üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Selçuk Üniversitesi*, Konya, 101.
- Aktaş, K., Demirci, T. ve Akin, N., 2015, Chemical composition and microbiological properties of tarhana enriched with immature wheat grain, *Journal of Food Processing and Preservation*, 39 (6), 3014-3021.
- Aktaş, K. ve Türker, S., 2015, Utilisation of dairy by-products and β -glucan in erişte production, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 7 (5).
- Akyüz, N., 1979, Süt endüstrisinde yan ürünlerin değerlendirilmesi ve önemi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (2), 207-216.
- Altinel, B., 2002, Sanayide kullanılan mısır ile kuru öğütme ve ürünlerinin bazı özellikleri, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Ege Üniversitesi*, İzmir.
- Amissah, J. G. N., Ellis, W. O., Oduro, I. ve Manful, J. T., 2003, Nutrient composition of bran from new rice varieties under study in Ghana, *Food Control*, 14 (1), 21-24.
- Anonim, 1997, Yoghurt: enumeration of characteristic microorganisms-colony count technique at 37 degrees C. FILIDF Standard, vol. 117B, 4p. Brussels. Belgium: International Dairy Federation.
- Anonymous, 2007, NMKL method no: 186, (www.nmkl.org), Giriş tarihi: 14.01.2016.
- Arab, F., Alemzadeh, I. ve Maghsoudi, V., 2011, Determination of antioxidant component and activity of rice bran extract, *Scientia Iranica*, 18 (6), 1402-1406.
- Arshad, M. U., Din, A., Anjum, F. M. ve Khan, M. R., 2011, Nutritional assesment of functional beverage supplemented with barley β glukan, *International Food Congress, Novel Approches in Food Industry, NAFI*, İzmir, TURKEY, 160-164.

- Artz, W. E., Warren, C. C., Mohring, A. E. ve Villota, R., 1990, Incorporation of corn fiber into sugar snap cookies, *Cereal Chemistry*, 67 (3), 303-305.
- Asghar, A., Anjum, F. M., Allen, J. C., Rasool, G. ve Sheikh, M. A., 2009, Effect of modified whey protein concentrates on instrumental texture analysis of frozen dough, *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (2), 189-193.
- Atasoy, G., 2010, Farklı oranlarda peynir altı suyu protein konsantratu ilavesiyle üretilen çikolataların kalite karakteristiklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Namık Kemal Üniversitesi*, Tekirdağ.
- Ayar, A. ve Sert, D., 2006, Sütün Tamponlama Kapasitesi ve Önemi Türkiye 9. Gıda Kongresi. Bolu: 725-728.
- Ayar, A., Sicramaz, H., Ozturk, S. ve Yilmaz, S. O., 2018, Probiotic properties of ice creams produced with dietary fibres from by-products of the food industry, *International Journal of Dairy Technology*, 71 (1), 174-182.
- Baek, J. J., Kim, Y. ve Lee, S., 2014, Functional characterization of extruded rice noodles with corn bran: Xanthophyll content and rheology, *Journal of Cereal Science*, 60 (2), 311-316.
- Bayrakçı, H. A. ve Konak, Ç., 2011, The effect of bilberry fruit (*Vaccinium myrtillus* L.) on some chemical and sensory properties of tarhana, *International Food Congress-Novel Approaches in Food Industry*, İzmir, 423.
- Bayrakçı, H. A. ve Bilgiçli, N., 2015, Influence of resistant starches on chemical and functional properties of tarhana, *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 52 (8), 5335-5340.
- Bergman, C. J. ve Xu, Z., 2003, Genotype and environment effects on tocopherol, tocotrienol, and gamma-oryzanol contents of Southern US rice, *Cereal Chemistry*, 80 (4), 446-449.
- Bilgiçli, N., 2004, Tarhananın fitik asit içeriği ve bazı besin öğeleri üzerine maya, malt ve fitaz katkılarının etkisi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 19.
- Bilgiçli, N., Elgün, A., Herken, E. N., Türker, S., Ertaş, N. ve İbanoğlu, S., 2006, Effect of wheat germ/bran addition on the chemical, nutritional and sensory quality of tarhana, a fermented wheat flour-yoghurt product, *Journal of Food Engineering*, 77 (3), 680-686.
- Bilgiçli, N. ve İbanoğlu, S., 2007, Effect of wheat germ and wheat bran on the fermentation activity, phytic acid content and colour of tarhana, a wheat flour-yoghurt mixture, *Journal of Food Engineering*, 78 (2), 681-686.
- Bilgiçli, N., 2009, Effect of buckwheat flour on chemical and functional properties of tarhana, *Lwt-Food Science and Technology*, 42 (2), 514-518.
- Bilgiçli, N., Aktaş, K. ve Levent, H., 2014, Utilization of citrus albedo in tarhana production, *Journal of Food and Nutrition Research*, 53 (2), 162-170.

- Blandino, A., Al-Aseeri, M. E., Pandiella, S. S., Cantero, D. ve Webb, C., 2003, Cereal-based fermented foods and beverages, *Food Research International*, 36 (6), 527-543.
- Bozkurt, O. ve Gurbuz, O., 2008, Comparison of lactic acid contents between dried and frozen tarhana, *Food Chemistry*, 108 (1), 198-204.
- Bulut Solak, B. ve Akin, N., 2012, Functionality of whey protein, *International Journal of Health & Nutrition*, 3 (1), 1-7.
- Cagindi, O., Aksoylu, Z., Savlak, N. Y. ve E., K., 2016, Comparison of physicochemical and functional properties of domestic and commercial tarhana in turkey, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 22 (2), 324-330.
- Caplice, E. ve Fitzgerald, G. F., 1999, Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation, *International Journal of Food Microbiology*, 50 (1-2), 131-149.
- Conforti, P. A. ve Lupano, C. E., 2004, Functional properties of biscuits with whey protein concentrate and honey, *International Journal of Food Science and Technology*, 39 (7), 745-753.
- Coşkun, F., 2002, Trakya'nın Değişik yörelerinde üretilen ev tarhanalarının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine bir araştırma, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 12 Haziran, 48-52.
- Çelik, İ., Işık, F. ve Yılmaz, Y., 2010, Chemical, rheological and sensory properties of tarhana with wheat bran as a functional constituent, *Akademik Gıda*, 8 (3), 11-17.
- Daglioglu, O., Arici, M., Konyali, M. ve Gumus, T., 2002, Effects of tarhana fermentation and drying methods on the fate of Escherichia coli O157 : H7 and Staphylococcus aureus, *European Food Research and Technology*, 215 (6), 515-519.
- Dairy Export Council, 2009, Nutritional composition of selected commercial whey products, *U. S. Dairy Export Council*.
- de Delahaye, E. P., Jimenez, P. ve Perez, E., 2005, Effect of enrichment with high content dietary fiber stabilized rice bran flour on chemical and functional properties of storage frozen pizzas, *Journal of Food Engineering*, 68 (1), 1-7.
- de Oliveira, G. I., Costa, N. M. B., Martino, H. S. D. ve Paes, M. C. D., 2014, Chemical composition and effects of micronized corn bran on iron bioavailability in rats, *Food Science and Technology*, 34 (3), 616-622.
- de Wit, J. N., 1998, Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products, *Journal of Dairy Science*, 81 (3), 597-608.
- Değirmencioğlu, N., Göçmen, D., Dağdelen, A. ve Dağdelen, F., 2005, Influence of tarhana herb (*Echinophora sibthorpiana*) on fermentation of tarhana, Turkish traditional fermented food, *Food Technology and Biotechnology*, 43 (2), 175-179.

- Değirmencioğlu, N., Gürbüz, O., Herken, E. N. ve Yildiz, A. Y., 2016, The impact of drying techniques on phenolic compound, total phenolic content and antioxidant capacity of oat flour tarhana, *Food Chemistry*, 194, 587-594.
- Demir, M. K., 2014, Use of quinoa flour in the production of gluten-free tarhana, *Food Science and Technology Research*, 20 (5), 1087-1092.
- Demirci, M., 2007, Beslenme, *Tekirdağ*, Namık Kemal Üniversitesi, p.
- Demirci, T., Aktas, K., Sozeri, D., Ozturk, H. I. ve Akin, N., 2017, Rice bran improve probiotic viability in yoghurt and provide added antioxidative benefits, *Journal of Functional Foods*, 36, 396-403.
- Dordevic, T. M., Siler-Marinkovic, S. S. ve Dimitrijevic-Brankovic, S. I., 2010, Effect of fermentation on antioxidant properties of some cereals and pseudo cereals, *Food Chemistry*, 119 (3), 957-963.
- Eker, T. ve Bozok, F., 2017, Effect of edible mushroom powder on antioxidant activity of tarhana, *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51 (3), S268-S270.
- Ekinci, R., 2005, The effect of fermentation and drying on the water-soluble vitamin content of tarhana, a traditional Turkish cereal food, *Food Chemistry*, 90 (1-2), 127-132.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1995, Tahıl İşleme Teknolojisi.
- Elmoniem, G. M. A., 1994, Mathematical-models for maximum improvement of in-vitro protein digestibility of high dietary fiber cookies, *Nahrung-Food*, 38 (1), 32-37.
- Erbaş, M., 2003, Yaş tarhananın üretim ve farklı saklama koşullarında bileşimindeki değişimler, Doktora Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya, 44.
- Erbaş, M., Uslu, M. K., Erbaş, M. O. ve Certel, M., 2006, Effects of fermentation and storage on the organic and fatty acid contents of tarhana, a Turkish fermented cereal food, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (4), 294-301.
- Erdem, E., 2008, Tarhana üretiminde balık etinin kullanımı, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Pamukkale Üniversitesi*, Denizli.
- Erdogdu-Arnoczky, N., Czuchajowska, Z. ve Pomeranz, Y., 1996, Functionality of whey and casein in fermentation and in breadbaking by fixed and optimized procedures, *Cereal Chemistry*, 73 (3), 309-316.
- Erkan, H., Celik, S., Bilgi, B. ve Koksel, H., 2006, A new approach for the utilization of barley in food products: Barley tarhana, *Food Chemistry*, 97 (1), 12-18.
- Erol, R., 2011, Farklı bölgelerde yetiştirilen atdışi mısır (*Zea mays indentata* L.) çeşitlerinin yaş öğütme özellikleri, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi*, **Tokat**.

- Ertas, N., 2014, Reutilisation of rice byproduct: study on the effect of rice bran addition on physical, chemical and sensory properties of eriste, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 6 (2), 249-255.
- Ertas, N., Sert, D., Demir, M. K. ve Elgün, A., 2009, Effect of whey concentrate addition on the chemical, nutritional and sensory properties of tarhana (a turkish fermented cereal-based Food), *Food Science and Technology Research*, 15 (1), 51-58.
- Ertas, N., 2010, Nohut (*Cicer arietinum* L.) fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve soya fasulyesinden (*Glycine Max* L.) üretilen baklagil bulgurularının üretim metotlarının standardizasyonu ile bazı kalitatif ve besinsel özelliklerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.
- Ertas, N., Bilgiçli, N., Özcan, S. ve Sarı, S., 2014, Influence of lupin (*Lupinus albus* L.) yoghurt on mineral content and functional properties of tarhana, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 6 (4), 395-401.
- Ertas, N., Sert, D. ve Demir, M. K., 2015, Functional properties of tarhana enriched with whey concentrate, *Agronomy Research*, 13 (4), 919-928.
- Ertas, N., 2018, Effects of baker's yeast addition on some properties and phytic acid content of tarhana prepared with different cereal and legume products, *Food and Health*, 4 (1), 9-18.
- Esimek, H., 2010, Tarhananın besinsel lif içeriği ve antioksidatif özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *İnönü Üniversitesi*, Malatya.
- Fadaei, V. ve Salehifar, M., 2012, Some chemical and functional characteristics of dietary fiber from five fiber sources, *European Journal of Experimental Biology*, 2 (3), 525-528.
- FAO, 1996, Draft Definition and Classification of Commodities, <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/economic/faodef/def11e.htm>, 25.09.2017.
- Gabrial, S. G. N., Zaghoul, A. H., Khalaf-Allah, A. E. M., El-Shimi, N. M., Mohamed, R. S. ve Gabrial, G. N., 2010, Synbiotic tarhana as a functional food, *Journal of American Science*, 6 (12), 847-857.
- Gadallah, M. G. E. ve Hassan, M. F. Y., 2017, Quality properties of Kishk (a dried fermented cereal-milk mixture) prepared from different raw materials, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, In press (<http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2017.02.003>).
- Gallagher, E., Kenny, S. ve Arendt, E. K., 2005, Impact of dairy protein powders on biscuit quality, *European Food Research and Technology*, 221 (3-4), 237-243.
- Gapper, L. W., Copestake, D. E. J., Otter, D. E. ve Indyk, H. E., 2007, Analysis of bovine immunoglobulin G in milk, colostrum and dietary supplements: a review, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 389 (1), 93-109.

- Garcia-Esteba, R. M., Guerra-Hernandez, E. ve Garcia-Villanova, B., 1999, Phytic acid content in milled cereal products and breads, *Food Research International*, 32 (3), 217-221.
- Geçit, H. H., Çiftci, C. Y., Emeklier, H. Y. ve İkincikarakaya, S., 2009, Tarla Bitkileri, *Ankara Üny. Ziraat Fak. Ders Kitabı*, 521 (1569).
- Göçmen, D., Gürbüz, O. ve Şahin, İ., 2003, Hazır tarhana çorbaları üzerinde bir araştırma, *Gıda*, 28 (1), 13-18.
- Gul, K., Yousuf, B., Singh, A. K., Singh, P. ve Wani, A. A., 2015, Rice bran: Nutritional values and its emerging potential for development of functional food—A review, *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 6, 24-30.
- Gulbandilar, A., Donmez, M., Okur, M. ve Celikozlu, S., 2014, Determination of chemical, microbiological and sensorial properties in gediz tarhana, a traditional turkish cereal food, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 15 (3a), 1507-1516.
- Gupta, C. ve Prakash, D., 2017, Therapeutic potential of milk whey, *Beverages*, 3 (31), 1-14.
- Guzman-Gonzalez, M., Morais, F., Ramos, M. ve Amigo, L., 1999, Influence of skimmed milk concentrate replacement by dry dairy products in a low fat set-type yoghurt model system. I: Use of whey protein concentrates, milk protein concentrates and skimmed milk powder, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (8), 1117-1122.
- Gül, H., 2007, Mısır ve buğday kepeğinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Çukurova Üniversitesi*, Adana.
- Gül, L. B., 2013, Tahanadan izole edilen bakteriyosin üreticisi laktik asit bakterilerinin endüstriyel özellikleri ve *Saccharomyces cerevisiae* ile etkileşimi, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi*, Samsun.
- Gül, T., 2010, Bayat ekmeklerin tarhana üretiminde değerlendirilmesi, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Erciyes Üniversitesi*, Kayseri.
- Güney Funda, E., 2009, Ülkemizde tüketilen tarhanaların mikrobiyolojik ve bazı kimyasal özelliklerinin analizi, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Anadolu Üniversitesi*, Eskişehir.
- Güven, R. G., 2011, Termofilik bakteriler ve biyoteknolojik açıdan önemli bazı enzimler, *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR (Eski adı: OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi)*, 9 (1), 1-10.
- Haard, N. F., Odunfa, S. A., Lee, C. H., Quintero-Ramirez, R., Lorence-Quinones, A. ve Wachter-Radarte, C., 1999, Fermented Cereals, A global perspective, *FAO Agricultural Services Bulletin*, p.

- Han, S. W., Chee, K. M. ve Cho, S. J., 2015, Nutritional quality of rice bran protein in comparison to animal and vegetable protein, *Food Chemistry*, 172, 766-769.
- Hançer, A., 2010, Besinsel liflerin tarhana üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *İnönü Üniversitesi*, Malatya.
- Haug, W. ve Lantzsch, H. J., 1983, Sensitive Method for the rapid-determination of phytate in cereals and cereal products, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34 (12), 1423-1426.
- Hayta, M., Alpaslan, M. ve Baysar, A., 2002, Effect of drying methods on functional properties of tarhana: A wheat flour-yogurt mixture, *Journal of Food Science*, 67 (2), 740-744.
- Herken, E. N. ve Con, A. H., 2014, Use of Different lactic starter cultures in the production of tarhana, *Journal of Food Processing and Preservation*, 38 (1), 59-67.
- Herken, E. N. ve Aydin, N., 2015, Use of carob flour in the production of tarhana, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 65 (3), 167-174.
- Holguin-Acuna, A. L., Carvajal-Millan, E., Santana-Rodriguez, V., Rascon-Chu, A., Marquez-Escalante, J. A., de Leon-Renova, N. E. P. ve Gastelum-Franco, G., 2008, Maize bran/oat flour extruded breakfast cereal: A novel source of complex polysaccharides and an antioxidant, *Food Chemistry*, 111 (3), 654-657.
- Hu, G. H., Huang, S. H., Cao, S. W. ve Ma, Z. Z., 2009, Effect of enrichment with hemicellulose from rice bran on chemical and functional properties of bread, *Food Chemistry*, 115 (3), 839-842.
- Hudson, C. A., Chiu, M. M. ve Knuckles, B. E., 1992, Development and characteristics of high-fiber muffins with oat bran, rice bran, or barley fiber fractions *Cereal foods world*, <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9187692> (25.09.2017).
- Ibanoglu, S., Ibanoglu, E. ve Ainsworth, P., 1999, Effect of different ingredients on the fermentation activity in tarhana, *Food Chemistry*, 64 (1), 103-106.
- İnceer, N. E., 2011, Mısır bulgurunun bazı besinsel ve teknolojik özellikleri üzerine farklı olum devrelerinin ve bazı mısır varyetelerinin etkisi, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.
- Indrani, D., Prabhasankar, P., Rajiv, J. ve Rao, G. V., 2007, Influence of whey protein concentrate on the rheological characteristics of dough, microstructure and quality of unleavened flat bread (parotta), *Food Research International*, 40 (10), 1254-1260.
- Işık, F., 2013, Salça üretim atıklarının tarhana üretiminde kullanımı, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi*, Denizli, 159.

- Jyotsna, R., Manohar, R. S., Indrani, D. ve Rao, G. V., 2007, Effect of whey protein concentrate on the rheological and baking properties of eggless cake, *International Journal of Food Properties*, 10 (3), 599-606.
- Kabak, B. ve Dobson, A. D. W., 2011, An Introduction to the traditional fermented foods and beverages of turkey, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51 (3), 248-260.
- Kadharmestan, C., Baik, B. K. ve Czuchajowska, Z., 1998, Whey protein concentrate treated with heat or high hydrostatic pressure in wheat-based products, *Cereal Chemistry*, 75 (5), 762-766.
- Kahlon, T. S. ve Chow, F. I., 2001, Rice bran: Production, composition, availability, healthful properties, safety and food applications, (*Handbook of Dietary Fiber; Cho, S. S., Dreher, M. L.*), 543-552.
- Karaçıl, M. Ş. ve Acar Tek, N., 2013, Dünyada üretilen fermente ürünler: tarihsel süreç ve sağlık ile ilişkileri, *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 27 (2), 163-173.
- Karadeniz, D., 2007, Farklı besinsel lif kaynaklarının ve hidrokolloidlerin erişte üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi*, Samsun.
- Karagozlu, N., Ergonul, B. ve Karagozlu, C., 2008, Microbiological attributes of instant tarhana during fermentation and drying, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 14 (6), 535-541.
- Kenny, S., Wehrle, K., Stanton, C. ve Arendt, E. K., 2000, Incorporation of dairy ingredients into wheat bread: effects on dough rheology and bread quality, *European Food Research and Technology*, 210 (6), 391-396.
- Kenny, S., Wehrle, K., Auty, M. ve Arendt, E. K., 2001, Influence of sodium caseinate and whey protein on baking properties and rheology of frozen dough, *Cereal Chemistry*, 78 (4), 458-463.
- Kilara, A., 2004, Proteins in food processing, *England*, CRC Press, p.
- Kilci, A. ve Gocmen, D., 2014, Phenolic acid composition, antioxidant activity and phenolic content of tarhana supplemented with oat flour, *Food Chemistry*, 151, 547-553.
- Kıvanc, M. ve Funda, E. G., 2017, A functional food: a traditional Tarhana fermentation, *Food Science and Technology*, 37 (2), 269-274.
- Konak, Ç., 2008, Yoğurt kültürü ile birlikte kullanılan probiyotik ve eksopolisakkarit oluşturan mikroorganizmaların yulaf bozasının bazı kalitatif özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.
- Kong, S., Kim, D. J., Oh, S. K., Choi, I. S., Jeong, H. S. ve Lee, J., 2012, Black rice bran as an ingredient in noodles: chemical and functional evaluation, *Journal of Food Science*, 77 (3), C303-C307.

- Kumral, A., 2015, Nutritional, chemical and microbiological changes during fermentation of tarhana formulated with different flours, *Chemistry Central Journal*, 9.
- Lai, P., Li, K. Y., Lu, S. ve Chen, H. H., 2009, Phytochemicals and antioxidant properties of solvent extracts from Japonica rice bran, *Food Chemistry*, 117 (3), 538-544.
- Lima, I., Guraya, H. ve Champagne, E., 2002, The functional effectiveness of reprocessed rice bran as an ingredient in bakery products, *Nahrung-Food*, 46 (2), 112-117.
- Madenci, A. B. ve Bilgicli, N., 2014, Effect of whey protein concentrate and buttermilk powders on rheological properties of dough and bread quality, *Journal of Food Quality*, 37 (2), 117-124.
- Malekian, F., Rao, R. M., Prinyawiwatkul, W., Marshall, W. E., Windhauser, M. ve Ahmedna, M., 2000, Lipase and lipoxygenase activity, functionality, and nutrient losses in rice bran during storage, *Bulletin number*, 870 (LSU AgCenter, Baton Rouge, LA 70803).
- Marshall, K., 2004, Therapeutic applications of whey protein, *Alternative Medicine Review*, 9 (2), 136-156.
- Mendonca, S., Grossmann, M. V. E. ve Verhe, R., 2000, Corn bran as a fibre source in expanded snacks, *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie-Food Science and Technology*, 33 (1), 2-8.
- Meral, R. ve Doğan, İ. S., 2009, Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin unlu mamüllerin üretiminde kullanımı, *Gıda Dergisi*, 34 (3), 193-198.
- Moldenhauer, K. A., Champagne, E. T., McCaskill, D. R. ve Guraya, H., 1998, Functional products from rice (Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects), *U. S. A.*, Technomic Pub., p. 73-77.
- Mugula, J. K., Nnko, S. A. M., Narvhus, J. A. ve Sorhaug, T., 2003, Microbiological and fermentation characteristics of togwa, a Tanzanian fermented food, *International Journal of Food Microbiology*, 80 (3), 187-199.
- Muir, D. D., Tamime, A. Y. ve Khaskheli, M., 2000, Effect of processing conditions and raw materials on the properties of Kishk - 2. Sensory profile and microstructure, *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie-Food Science and Technology*, 33 (6), 452-461.
- Munaza, B., Prasad, S. G. M. ve Gayas, B., 2012, Whey protein concentrate enriched biscuits, *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2 (8), 1-4.
- Murthy, P. R., 1976, High protein pasta formulation. United States Patent. Minneapolis, USA, Peavey Company. 3949101.
- Norhaizan, M. E., Ng, S. K., Norashareena, M. S. ve Abdah, M. A., 2011, Antioxidant and cytotoxicity effect of rice bran phytic acid as an anticancer agent on ovarian, breast and liver cancer cell lines, *Malaysian Journal of Nutrition*, 17 (3), 367.

- Oner, M. D., Tekin, A. R. ve Erdem, T., 1993, The Use of Soybeans in the Traditional Fermented Food - Tarhana, *Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 26 (4), 371-372.
- Orthoefer, F. T., 2005, Rice bran oil In, Wiley-Interscience, p.
- Oyewole, O. B., 1997, Lactic fermented foods in Africa and their benefits, *Food Control*, 8, 289-297.
- Özarslan, K., 2010, Buzağı beslemede süt ikame yemlerinin hazırlanmasında peynir altı suyu tozunun kullanılma olanakları, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Ege Üniversitesi*, İzmir.
- Özçelik, A. Ö. ve Özdoğan, Y., 2008, Tarhananın Türk beslenme kültüründeki yeri ve önemi, 38. *Icanas Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, 1025-1040.
- Özen, A. E. ve Kılıç, M., 2007, Peynir altı suyundan elde edilen serum proteinlerinin fonksiyonel özellikleri, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3, 45-49.
- Özkaya, B., Baumgartner, B. ve Özkaya, H., 2017, Effects of concentrated and dephytinized wheat bran and rice bran addition on bread properties, *Journal of Texture Studies*.
- Özkaya, H. ve Servi, S., 2005, Buğday kepeğinin defitinizasyonu için uygun yöntemin belirlenmesi, Ankara.
- Özkaya, H., Özkaya, B. ve Duman, B., 2013, Farklı Yöntemlerle defitimize edilen tahıl kepeklerinin ekmeğın fonksiyonel özellikleri ve teknolojik kalitesine etkileri, *Ankara*.
- Özyurt, Ş., 2005, Doğal (yerel) *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* suşlarında endüstriyel öneme sahip özelliklerin araştırılması, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Ankara Üniversitesi*, Ankara.
- Peterson, C. J., Johnson, V. A. ve Mattern, P. J., 1986, Influence of cultivar and environment on mineral and protein concentrations of wheat-flour, bran and grain, *Cereal Chemistry*, 63 (3), 183-186.
- Phimolsiripol, Y., Mukprasirt, A. ve Schoenlechner, R., 2012, Quality improvement of rice-based gluten-free bread using different dietary fibre fractions of rice bran, *Journal of Cereal Science*, 56 (2), 389-395.
- Polizzoto, L. M., Tinsley, A. M., Weber, C. W. ve Berry, J. W., 1983, Dietary-fibers in muffins, *Journal of Food Science*, 48 (1), 111-&.
- Pomeranz, Y., 1987, Modern cereal science and technology, *USA*, VCH p. 42.
- Prabhasankar, P., Rajiv, J., Indrani, D. ve Rao, G. V., 2007, Influence of whey protein concentrate, additives, their combinations on the quality and microstructure of

- vermicelli made from Indian T-Durum wheat variety, *Journal of Food Engineering*, 80 (4), 1239-1245.
- Prajapati, J. B. ve Nair, B. M., 2003, Handbook of fermented functional foods, CRC Press p.
- Ramezanzadeh, F. M., Rao, R. M., Prinyawiwatkul, W., Marshall, W. E. ve Windhauser, M., 2000, Effects of microwave heat, packaging, and storage temperature on fatty acid and proximate compositions in rice bran, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (2), 464-467.
- Rashidi, H., Monfared, B. ve Moamen, R. F., 2004, Study of rice bran application in production of biscuite with high nutrition value, *Rice Research Institute of Iran*, <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=IR2006000137> (25.09.2017).
- Ravindran, V., Ravindran, G. ve Sivalogan, S., 1994, Total and phytate phosphorus contents of various foods and feedstuffs of plant-origin, *Food Chemistry*, 50 (2), 133-136.
- Rose, D. J., Inglett, G. E. ve Liu, S. X., 2010, Utilisation of corn (*Zea mays*) bran and corn fiber in the production of food components, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 (6), 915-924.
- Ryan, E. P., 2011, Timely topics in nutrition; Bioactive food components and health properties of rice bran, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238 (5), 593-600.
- Sagdic, O., Soyyigit, H., Ozcelik, S. ve Gul, H., 2005, Viability of Escherichia coli O157 : H7 during the fermentation of tarhana produced with different spices, *Annals of Microbiology*, 55 (2), 97-100.
- Saldamlı, İ., 2005, Gıda Kimyası, *Ankara*, Hacettepe Üniversitesi yayınları, p. 274.
- Sarabhai, S. ve Prabhasankar, P., 2015, Influence of whey protein concentrate and potato starch on rheological properties and baking performance of Indian water chestnut flour based gluten free cookie dough, *Lwt-Food Science and Technology*, 63 (2), 1301-1308.
- Sayaslan, A. ve Gökmen, S., 2009, Yaş öğütme teknolojisiyle mısır nişastası üretimi ve mısırın yaş öğütme kalitesi, *Akademik Gıda*, 7, 13-18.
- Sengun, I. Y., Nielsen, D. S., Karapinar, M. ve Jakobsen, M., 2009, Identification of lactic acid bacteria isolated from Tarhana, a traditional Turkish fermented food, *International Journal of Food Microbiology*, 135 (2), 105-111.
- Serna-Saldivar, S. O., 2010, Cereal grains; properties, processing, and nutritional attributes, Taylor and Francis group, CRC press, p.
- Settanni, L., Tanguler, H., Moschetti, G., Reale, S., Gargano, V. ve Erten, H., 2011, Evolution of fermenting microbiota in tarhana produced under controlled technological conditions, *Food Microbiology*, 28 (7), 1367-1373.

- Shafer, M. A. M. ve Zabik, M. E., 1978, Dietary fiber sources for baked products - comparison of wheat brans and other cereal brans in layer cakes, *Journal of Food Science*, 43 (2), 375-379.
- Shaheen, M., Anjum, F. M., Butt, M. S., Khan, A. D., Zahoor, T. ve Ahmed, A., 2005, Effect of rice bran supplementation on quality of bread, *Pakistan Journal of Food Sciences*, 15 ((1-2)), 1-6.
- Sharif, M. K., Butt, M. S., Anjum, F. M. ve Nawaz, H., 2009, Preparation of fiber and mineral enriched defatted rice bran supplemented cookies, *Pakistan Journal of Nutrition*, 8, 571-577.
- Sharma, S., Gupta, J. P., Nagi, H. P. S. ve Kumar, R., 2012, Effect of incorporation of corn byproducts on quality of baked and extruded products from wheat flour and semolina, *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 49 (5), 580-586.
- Simango, C., 1997, Potential use of traditional fermented foods for weaning in Zimbabwe, *Journal of Social Science and Medicine*, 44, 1065-1068.
- Singh, A. K., Rehal, J., Kaur, A. ve Jyot, G., 2015, Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: A Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55 (11), 1575-1589.
- Singh, M., Liu, S. X. ve Vaughn, S. F., 2012, Effect of corn bran as dietary fiber addition on baking and sensory quality, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* (1), 348-352.
- Siyamoğlu, B., 1961, Türk tarhanalarının yapımı ve terkibi üzerinde bir araştırma, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 44, 75.
- Song, X. Y., Zhu, W., Pei, Y. Q., Ai, Z. L. ve Chen, J. Y., 2013, Effects of wheat bran with different colors on the qualities of dry noodles, *Journal of Cereal Science*, 58 (3), 400-407.
- Sosulski, F. W. ve Wu, K. K., 1988, High-fiber breads containing field pea hulls, wheat, corn, and wild oat brans, *Cereal Chemistry*, 65 (3), 186-191.
- Sotelo, A., Sousa, V., Montalvo, I., Hernandez, M. ve Hernandez-Aragon, L., 1990, Chemical composition of different fractions of 12 Mexican varieties of rice obtained during milling, *Cereal Chemistry*, 67 (2), 209-212.
- Soyyigit, H., 2004, Isparta ve yöresinde üretilen ev yapımı tarhanaların mikrobiyolojik ve teknolojik özellikleri, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Süleyman Demirel Üniversitesi*, Isparta.
- Stringini, M., Comitini, F., Taccari, M. ve Ciani, M., 2009, Yeast diversity during tapping and fermentation of palm wine from Cameroon, *Food Microbiology*, 26, 415-420.
- Şimşekli, N. ve Doğan, İ. S., 2015, Geleneksel ve fonksiyonel ürün olarak maraş tarhanası, *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 5 (4), 33-40.

- Tamang, J. P., 2010, Diversity of fermented foods. in: fermented foods and beverages of the world, CRC Press Newyork, p. 41-84.
- Tamer, C. E., Kumral, A., Asan, M. ve Sahin, I., 2007, Chemical compositions of traditional Tarhana having different formulations, *Journal of Food Processing and Preservation*, 31 (1), 116-126.
- Tamime, A. Y., Barclay, M. N. I., Amarowicz, R. ve McNulty, D., 1999, Kishk - a dried fermented milk cereal mixture. 1. Composition of gross components, carbohydrates, organic acids and fatty acids, *Lait*, 79 (3), 317-330.
- Tarakçı, Z., Dogan, I. S. ve Koca, A. F., 2004, A traditional fermented Turkish soup, tarhana, formulated with corn flour and whey, *International Journal of Food Science and Technology*, 39 (4), 455-458.
- Tayar, M. ve Çıbık, R., 2013, Gıda Kimyası, *Bursa*, Dora yayınları p.
- Temiz, A. ve Pirkul, P., 1990, Tarhananın fermantasyonunda kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler, *Gıda*, 15 (2), 119-126.
- Thompson, L. U. ve Baker, L. M., 1983, Influence of succinylated whey-protein concentrate on farinograph characteristics and bread quality, *Cereal Chemistry*, 60 (1), 71-73.
- TMO, 2016, Hububat Raporu, *T.C. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ankara*.
- TS, 2282, Tarhana Standardı, *Türk Standartları Enstitüsü*.
- Tuncel, N. B., Yılmaz, N., Kocabiyik, H. ve Uygur, A., 2014, The effect of infrared stabilized rice bran substitution on physicochemical and sensory properties of pan breads: Part I, *Journal of Cereal Science*, 59 (2), 155-161.
- Turantaş, F. ve Kemahlıoğlu, K., 2012, Fate of some pathogenic bacteria and molds in Turkish Tarhana during fermentation and storage period, *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 49 (5), 601-607.
- Türker, S., 1991, Sağlam, pişirilmiş ve çimlendirilmiş çeşitli baklagil katkılarıyla mayasız ve maya ilavesiyle fermente edilen tarhananın bazı fiziksel, kimyasal ve besinsel özellikleri üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Atatürk Üniversitesi, Erzurum*.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F., 2015, Gıda Mikrobiyolojisi, *İzmir*, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, p.
- Vieira da Silva, S., Picolotto, R. S., Wagner, R., Richards, N. S. P. ve Barin, J. S., 2015, Elemental (macro- and microelements) and amino acid profile of milk proteins commercialized in brazil and their nutritional value, *Journal of Food and Nutrition Research*, 3 (7), 430-436.
- Watson, S. A., 1994, Corn: Chemistry and Technology, Structure and Composition, *St.Paul, Minnesota, USA*, AACC, p. 53-82.

- Willis, H. J., Eldridge, A. L., Beiselgel, J., Thomas, W. ve Slavin, J. L., 2009, Greater satiety response with resistant starch and corn bran in human subjects, *Nutrition Research*, 29 (2), 100-105.
- Wrigley, C., Corke, H. ve Walker, E. C., 2004, *Encyclopedia of Grain Science*, Boston, Academic Press, p.
- Wronkowska, M., Zielin'ska, D., Szawara-Nowak, D., Troszynska, A. ve Soral-Smietana, M., 2010, Antioxidative and reducing capacity, macroelements content and sensorial properties of buckwheat-enhanced gluten-free bread, *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1993-2000.
- Yerlikaya, O., Kımık, Ö. ve Akbulut, N., 2010, Peyniraltı suyunun fonksiyonel özellikleri ve peyniraltı suyu kullanılarak üretilen yeni nesil süt ürünleri, *Gıda Dergisi*, 35 (4), 289-296.
- Yıldız Akgül, F. ve Karaman, A. D., 2017, Süt ürünlerinde serum protein izolatu kullanımı, *ADÜ ZİRAAT DERGİSİ*, 14 (1), 95-99.
- Yılmaz, M. T., Sert, D. ve Demir, M. K., 2010, Rheological properties of tarhana soup enriched with whey concentrate as a function of concentration and temperature, *Journal of Texture Studies*, 41 (6), 863-879.
- Yılmaz, N. ve Tuncel, N. B., 2011, Pirinç kepeği: kompozisyonu, acılaşma sorunu, gıdalarda kullanımı ve fizyolojik etkileri, *Akademik Gıda*, 9 (3), 46-53.
- Yılmaz, N., 2014, Pirinç kepeğinin kısa dalga infrared (kızılötesi) enerji ile stabilizasyonu ve stabilize kepeğın gıda ürünlerinde değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi*, Çanakkale.
- Yılmaz Tuncel, N., Kaya, E. ve Karaman, M., 2017, Rice bran substituted turkish noodles (erişte): textural, sensorial, and nutritional properties, *Cereal Chemistry*, 94 (5), 903-908.
- Younas, A., Bhatti, M. S., Ahmed, A. ve Randhawa, M. A., 2011, Effect of rice bran supplementation on cookie baking quality, *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 48 (2), 133-138.
- Yücecan, S., Kayakırılmaz, K., Başoğlu, S. ve Tayfur, M., 1988, Tarhananın besin değeri üzerine bir araştırma, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 45 (1), 47-51.
- Yücel şengün, İ., 2006, Ege bölgesinin bazı yörelerinde yapılan geleneksel tarhana ve bileşenlerinin bakteri florasasının tanımlanması, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Ege Üniversitesi*, İzmir.
- Zadow, J. G. ve Hardham, J. F., 1981, Studies on the use of whey-protein concentrates in bread, *Australian Journal of Dairy Technology*, 36 (2), 60-63.

EKLER**EK-1: Tarhana örnekleri için kullanılan duyu analizi değerlendirme formu**

Size verilen numuneleri aşağıda verilen skalayı kullanarak değerlendiriniz.		
Örnek numarası : ...	Değerlendirilen özellik	Puan (1-7)
	Renk	
	Kıvam	
	Tat	
	Koku	
	Genel beğeni	
1: Çok kötü 2:Kötü 3:Yeterli değil 4:Kabul edilebilir 5:Yeterli 6:İyi 7:Çok iyi		



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Kübra AKTAŞ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya-1986
Telefon :
Faks :
e-mail : kubra.aktas@gumushane.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Muhittin Güzelkılınç Süper Lisesi Konya	2004
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi Konya	2009
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi Konya	2012
Doktora	: Selçuk Üniversitesi Konya	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2009	Doğan Yatağanlı Unlu Mamülleri	Gıda Mühendisi
2010	Gümüşhane Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2012	Selçuk Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2016	Gümüşhane Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI: Tahıl ve Süt Ürünleri Teknolojisi

YABANCI DİLLER: İngilizce

YAYINLAR

- Demirci, T., Aktaş, K., Sözeri, D., Öztürk, H. İ. and Akın, N., 2017, Rice bran improve probiotic viability in yoghurt and provide added antioxidative benefits, *Journal of Functional Foods*, 36, 396–403.
- Aktaş, K., Demirci, T. and Akın, N., 2015, Chemical composition and microbiological properties of tarhana enriched with immature wheat grain, *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 6, 3014–3021.
- Aktaş, K. and Türker, S., 2015, Utilisation of dairy by products and glucan in erişte production, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 7, 5, 809–818.
- Aktaş, K., Bilgiçli, N. and Levent, H., 2015, Influence of wheat germ and glucan on some chemical and sensory properties of Turkish noodle, *Journal of Food Science and Technology*, 52, 9, 6055–6060.

- Bilgiçli, N., Aktaş, K. and Levent, H., 2014, Utilization of citrus albedo in tarhana production, *Journal of Food and Nutrition Research*, 53, 2, 162–170.
- Aktaş, K. and Akın, N., 2017, “Utilization of rice and corn bran with dairy by product in tarhana production,” 19th International Conference on Nutraceuticals, Dietary Supplements and Functional Foods, Dubai/BAE, 26-27 Şubat 2017. (Sözlü bildiri- Doktora tezinden yapılmıştır).
- Demirci, T., Öztürk, H.İ., Sözeri, D., Oraç, A., Konak Göktepe, Ç., Aktaş, K. ve Akın, N., 2016, Viability of *L. acidophilus* ncfm howaru in yoghurt enriched with immature wheat grain powder during refrigeration, 2nd International Conference On Science, Ecology and Technology (ICONSETE'16), Barselona/İSPANYA, 14-16 Ekim 2016. (Sözlü bildiri).
- Aktaş, K., Demirci, T. and Akın, N., 2015, “Effect of milling by products on some properties of tarhana,” Euro Food Chem XVIII, Madrid/İSPANYA, 13-16 Ekim 2015. (Poster bildiri).
- Aktaş, K., Demirci, T., Yıldız, H. ve Akın, N., 2015, β -glukanın süt ürünlerinde kullanımı, Tarım ve Gıda Kongresi, Nevşehir, 28-30 Nisan 2015. (Poster bildiri).
- Aktaş, K., Demirci, T., Özkan, E., Sözeri, D. and Akın, N., 2015, “Tarhana enriched with wheat milling by products,” 6th International Dietary Fibre Conference, Paris/FRANSA, 1-3 Haziran 2015. (Poster bildiri).
- Akın, N., Demirci, T., Öztürk, H. İ., Aktaş, K. and Dertli, E., 2014, Probiotic beverage from black carrot juice fermented with *Lactobacillus casei*, 3rd International Conference and Exhibition on Probiotics, Functional and Baby Foods, Napoli/İTALYA, 23-25 Eylül 2014. (Sözlü bildiri).
- Demirci, T., Aktaş, K. and Akın, N., 2014, Effects of immature wheat flours on some properties of tarhana a traditional Turkish fermented food, The International Society for Nutraceuticals and Functional Foods (ISNFF), İstanbul, 14-17 Ekim 2014. (Poster bildiri).
- Baltacıoğlu, C. ve Aktaş, K., 2014, Olgunlaşmamış buğday unu ve yoğurt tozunun kuskus üretiminde kullanımı, 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Adana, 17-19 Nisan 2014. (Poster bildiri).
- Koyuncu, K., Türker, S., Bilgiçli, N., and Demir, M. K., 2011, Effect of dairy by products on noodle quality, Novel Approaches in Food Industry (NAFI), İzmir, 26-29 Mayıs 2011. (Poster bildiri).