

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TAHİL/PSEUDO-TAHİL UNLARI İLE ÜRETİLEN KIZILCIK
(*Cornus mas* L.) TARHANALARININ KALİTE ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE FERMANTASYONUN ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EZGİ KARADEMİR

BOLU, OCAK - 2018

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



TAHİL/PSEUDO-TAHİL UNLARI İLE ÜRETİLEN KIZILCIK
(*Cornus mas* L.) TARHANALARININ KALİTE ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE FERMANTASYONUN ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EZGİ KARADEMİR

BOLU, OCAK - 2018

KABUL VE ONAY SAYFASI

Ezgi KARADEMİR tarafından hazırlanan “TAHİL/PSEUDO-TAHİL UNLARI İLE ÜRETİLEN KIZILCIK (*Cornus mas* L.) TARHANALARININ KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE FERMANTASYONUN ETKİSİ” adlı tez çalışması Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **26/01/2018** tarihinde **ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü** Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Danışman
Doç. Dr. Erkan YALÇIN
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

İmza



Üye
Doç. Dr. Mustafa KIRALAN
Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Üye
Yrd. Doç. Dr. M. Tuğrul Masatcıoğlu
Mustafa Kemal Üniversitesi



Mezuniyet Tarihi :

Doç. Dr. Ömer ÖZYURT



Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Anneannem Yüksel AÇAN'a,

ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ezgi KARADEMİR



ÖZET

TAHIL/PSEUDO-TAHIL UNLARI İLE ÜRETİLEN KIZILCIK (*Cornus mas* L.) TARHANALARININ KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE FERMANTASYONUN ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
EZGİ KARADEMİR

ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. ERKAN YALÇIN)
BOLU, OCAK – 2018

Kızılçık (*Cornus mas* L.) tarhanası, ülkemizin Bolu ilinde, ekmeklik buğday unu, kızılçık pulpu ve tuzun karıştırılıp yoğurulması ve fermantasyon uygulanmadan güneşsiz ortamda kurutularak üretilen geleneksel bir ürünüdür. Bu çalışmada; farklı tahıl/pseudo-tahıl unlarından üretilen kızılçık tarhanalarının bazı kalite özellikleri üzerine fermantasyonun etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, çalışmamızda buğday unu yerine tam kavuzsuz arpa unu, makarna endüstrisi artığı olan irmik altı unu ve bir pseudo-tahıl olan karabuğday unu kullanılmıştır. Buğday unundan yapılan kızılçık tarhanası kontrol örneği olarak hazırlanmıştır. Fermantasyon uygulanmadan ve uygulayarak üretilmiş kızılçık tarhanalarının bazı kimyasal, besinsel, fonksiyonel ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Üretiminde irmik altı un ve tam kavuzsuz arpa unu kullanılan kızılçık tarhanalarının kül, protein, ham yağ ve besinsel lif içeriği ile suda çözünen madde miktarlarında artış gözlenmiştir. Fermantasyon uygulanmadan ve uygulayarak üretilen kızılçık tarhanalarının toplam şeker içerikleri sırasıyla %10,4-16,4 ve %8,2-11,7 arasında değişmiştir. Kızılçık tarhanalarının, fermantasyon uygulaması ile serbest fenolik madde ve DPPH radikalini süpürme aktivitesi artmıştır ($p<0,05$). Fakat toplam fenolik madde, askorbik asit ve antosiyanin içeriği azalmıştır ($p<0,05$). Fermantasyondan sonra, tam kavuzsuz arpa unlu kızılçık tarhanasının β -glukan içeriği değişmemiştir (%2,77). Fermantasyon uygulaması ile tüm kızılçık tarhanası örneklerinde L ve b renk değerlerinin arttığı, a değerlerinin ise azaldığı saptanmıştır ($p<0,05$). Ayrıca, kızılçık tarhanalarının duyusal analiz sonuçlarına göre fermantasyon işlemi uygulanan karabuğday unlu kızılçık tarhanası en yüksek genel kabul edilebilirlik puanına sahiptir.

ANAHTAR KELİMELELER: Kızılçık Tarhanası, Fermantasyon, Buğday Unu, Karabuğday Unu, Tam Kavuzsuz Arpa Unu, İrmik Altı Unu, Kalite Özellikleri

ABSTRACT

EFFECT OF FERMENTATION ON QUALITY PROPERTIES OF CORNELIAN CHERRY (*Cornus mas* L.) TARHANA PRODUCED FROM CEREAL/PSEUDOCEREAL FLOURS

MSC THESIS

EZGI KARADEMİR

**ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF
NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. ERKAN YALÇIN)

BOLU, JANUARY 2018

Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) tarhana, which is a traditional product in Bolu and its province, is prepared by mixing cornelian cherry pulp, bread wheat flour and salt followed by drying in sunless environment. There is not any fermentation process during traditional production. Effect of fermentation process on the quality properties of cornelian cherry tarhana samples produced with different cereal/pseudo-cereal flours is determined in this study. For this purpose, replacing wheat flour to buckwheat flour as a pseudo-cereal, durum clear flour as a by-product of durum wheat semolina industry and whole grain hull-less barley flour were used in the production. Cornelian cherry tarhana produced with bread wheat flour was used as control. Some chemical, nutritional, functional and sensory properties of the cornelian cherry tarhanas and the control sample were determined in fermented and non-fermented forms. Ash, protein, crude oil and dietary fiber contents and water solubility of the samples increased with using clear flour and whole grain hull-less barley flour in the production. Total sugar contents of non-fermented samples changed between 10.4-16.4% while total sugar content of fermented ones changed between 8.2-11.7%. The results indicated that fermented cornelian cherry tarhana samples significantly had higher dietary fibre, free phenolic compounds and DPPH radical scavenging activity while the samples had lower total phenolic compounds, ascorbic acid and anthocyanin contents ($p<0.05$). Fermentation process did not change the β -glukan content (2.77%) of cornelian cherry tarhana produced with whole grain hull-less barley flour. Fermentation process affected a^* colour values in negative way in all samples ($p<0.05$), on the other hand L^* and b^* colour values increased with fermentation process. Besides, the overall sensory analysis results showed that fermented cornelian cherry tarhana with buckwheat flour had the highest point in terms of overall acceptability.

KEYWORDS: Cornelian Cherry Tarhana, Fermentation, Wheat Flour, Buckwheat Flour, Whole Grain Hull-less Barley Flour, Clear Flour, Quality Properties

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1 Geleneksel Fermente Tahıl Ürünü: Tarhana	5
2.1.1 Tarhananın Tarihsel Süreci	5
2.1.2 Geleneksel Ürünü Tarhana ve Ülkemizde Geleneksel Olarak Üretilen Tarhana Çeşitleri	6
2.1.3 Farklı Coğrafyalarda Geleneksel Olarak Üretilen Tarhana Benzeri Fermente Gıdalar	9
2.2 Fermente Tahıl Ürünleri	12
2.2.1 Tahılların Fermantasyonu ve Fermantasyon Uygulamasının Besinsel Özellikler ve Biyoaktif Bileşenler Üzerine Etkisi	13
2.2.2 Ülkemizde Üretilen Tarhana Çeşitleri	18
2.2.3 Dünyada Tüketilen Tarhana Benzeri Fermente Tahıl Ürünleri	22
2.3 Karabuğday, Kavuzsuz arpa ve İrmik Altı Unun Besinsel Özellikleri	25
3. MATERYAL VE METOT.....	28
3.1 Materyal	28
3.2 Metot	28
3.2.1 Kızılıçık Tarhanası Üretimi	28
3.2.2 Kimyasal Analizler	32
3.2.2.1 Nem Miktarı Tayini	32
3.2.2.2 Kül Miktarı Tayini	33
3.2.2.3 Ham Yağ Miktarı Tayini	33
3.2.2.4 Protein Miktarı Tayini	33
3.2.2.5 Toplam Şeker ve İnvert Şeker Tayini	33

3.2.2.6	Toplam Nişasta Miktarı Tayini	33
3.2.2.7	pH Tayini	34
3.2.2.8	Titre Edilebilir Asitlik (TEA) Tayini	34
3.2.2.9	Tuz Tayini	34
3.2.2.10	Toplam Besinsel Lif Tayini	35
3.2.2.11	β -glukan miktarı tayini.....	35
3.2.2.12	Askorbik Asit (C-vitamini) Tayini.....	36
3.2.3	Besinsel Özelliklerin Analizi	37
3.2.3.1	Antosiyanin Tayini	37
3.2.3.2	Toplam Fenolik Madde Analizi.....	38
3.2.3.3	Antioksidan Aktivite Tayini	39
3.2.4	Kızılıkcık Tarhanası Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri	40
3.2.4.1	Protein Çözünürlüğü Tayini.....	41
3.2.4.2	Emülsiyon Kapasitesi ve Stabilitesi Tayini.....	41
3.2.4.3	Köpük Kapasitesi ve Stabilitesi Tayini	42
3.2.4.4	Su ve Yağ Absorplama Kapasitesi (%) Tayini.....	42
3.2.4.5	Suda Çözünen Madde (%) ve Su Bağlama Kapasitesi (%) Tayini.....	43
3.2.5	Fiziksel Analizler	44
3.2.5.1	Suda Çözünür Kuru Madde (Brix°)	44
3.2.5.2	Renk Tayini	44
3.2.6	Duyusal Analiz	44
3.2.7	İstatistik.....	44
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	46
4.1	Kızılıkcık Tarhanası Üretiminde Kullanılan Kızılıkcık Püresi ve Tahıl/Pseudo-Tahıl Unlarının Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri ...	46
4.2	Kızılıkcık Tarhanası Örneklerinin Bazı Kimyasal Özellikleri	49
4.3	Kızılıkcık Tarhanalarının Bazı Besinsel Özellikleri	59
4.3.1	Toplam Besinsel Lif (TBL, %) ve β -Glukan (%) İçerikleri....	59
4.3.2	Kızılıkcık Püresi ve Kızılıkcık Tarhanalarının Askorbik Asit (C Vitamini) İçerikleri.....	62
4.3.3	Kızılıkcık Püresi ve Kızılıkcık Tarhanalarının Antosiyanin İçerikleri.....	63
4.3.4	Kızılıkcık Püresi ve Kızılıkcık Tarhanalarında Toplam Fenolik Madde Miktarı	65
4.3.5	Kızılıkcık Tarhanalarının Antioksidan Özellikleri.....	68
4.3.5.1	Kızılıkcık Tarhanalarının DPPH Radikalini Süpürme Aktivitesi (%)	68
4.3.5.2	Kızılıkcık Tarhanalarının Trolox Eşdeğerliği Antioksidan Kapasitesi (TEAK)	70
4.4	Kızılıkcık Tarhanalarının Çözünür Proteinlerinin Bazı Fonksiyonel Özellikleri	72
4.4.1	Protein Çözünürlüğü (%).....	72
4.4.2	Emülsiyon Kapasitesi (%) ve Emülsiyon Stabilitesi (%).....	74
4.4.3	Köpük Hacmi (cm ³) ve Köpük Yarı-Ömrü (sn) Özellikleri ...	76
4.4.4	Su ve Yağ Absorplama Kapasitesi (%)	78
4.4.5	Suda Çözünen Madde (%) ve Su Bağlama Kapasitesi (%).....	81
4.5	Kızılıkcık Tarhanası Örneklerinin Fiziksel Özellikleri	83

4.5.1	Renk Özellikleri	83
4.5.2	Duyusal Özellikler	86
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	90
6.	KAYNAKLAR.....	92
7.	EKLER.....	108
8.	ÖZGEÇMİŞ	114



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Kızılıcık tarhanası üretim yöntemi.	30
Şekil 3.2. Tahıl/pseudo-tahıl unlarından fermentasyon uygulamadan (N) ve fermentasyon uygulayarak (F) üretilen kızılıcık tarhanalarının genel görünüşleri.	32
Şekil 4.1. Fermentasyon uygulamadan üretilen farklı tahıl/pseudo-tahıl unlu kızılıcık tarhanalarının başlangıç hamurlarında (H) ve son kurutma sonrası elde edilen kızılıcık tarhanalarında (KT) pH değerleri (n=6).	55
Şekil 4.2. Fermentasyon uygulanarak (0-72 saat) üretilen kontrol ve farklı tahıl/pseudo-tahıl unlu kızılıcık tarhanalarında meydana gelen pH değişimi ve son ürünlerdeki (KT) pH değerleri (n=6).	56
Şekil 4.3. Fermentasyon uygulamasının kızılıcık tarhanalarının (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kızılıcık tarhanası) antosiyanin miktarı üzerine etkisi (n=6).	64
Şekil 4.4. Fermentasyon uygulamasının kızılıcık tarhanalarının (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kızılıcık tarhanası) DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalini süpürme aktiviteleri (%) üzerine etkisi (n=6).	69
Şekil 4.5. Fermentasyon uygulamasının kızılıcık tarhanalarının (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kızılıcık tarhanası) Trolox eşdeğerliği antioksidan kapasitesi (TEAK, mmol Trolox Eşdeğerliği (TE) / kg) üzerine etkisi (n=6).	71
Şekil 4.6. Fermentasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılıcık tarhanalarının pH 4'te protein çözünürlüğü (%) değerleri. (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kızılıcık tarhanası, n=4).	73
Şekil 4.7. Fermentasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğer kızılıcık tarhanalarının pH 4'te çözünür proteinlerinin köpük hacmi (cm ³) değerleri. (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kızılıcık tarhanası, n=6).	76
Şekil 4.8. Fermentasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğer kızılıcık tarhanalarının pH 4'te çözünür proteinlerinin köpük yarı-ömrü (sn) değerleri. (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kızılıcık tarhanası, n=6).	78
Şekil 4.9. Kontrol ve diğer kızılıcık tarhanalarının renk özellikleri üzerine fermentasyonun etkisi. (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kızılıcık tarhanası, n=3)	84
Şekil 4.10. Fermentasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılıcık tarhanalarının duyu analizi değerlendirilmesi.	87

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Kızılıık tarhanalarının formölasyonlarında kullanılan bileşenlerin ağırlıkça miktarları.....	311
Çizelge 4.1. Kızılıık tarhanası üretiminde kullanılan hammaddelerin kimyasal kompozisyonu ve renk özellikleri.....	48
Çizelge 4.2. Fermantasyon uygulanmadan ve uygulanarak üretilen kızılıık tarhanalarının bazı kimyasal özellikleri	500
Çizelge 4.3. Fermantasyon uygulanmayan (N) ve uygulanan (F) kızılıık tarhanası örneklerinin toplam şeker (%) ve invert şeker (%) içerikleri	544
Çizelge 4.4. Fermantasyon uygulamadan, üretim aşamasında hamurlarından alınan örneklerde ve kurutma sonrası son kızılıık tarhanası örneklerinde tespit edilen titrasyon asitliği (TA, %) değerleri	577
Çizelge 4.5. Fermantasyon uygulanarak üretilen kızılıık tarhanası örneklerinde üretim boyunca meydana gelen sülfürük asit ve malik asit cinsinden titrasyon asitliği değışimi	59
Çizelge 4.6. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılıık tarhanalarının TBL (%) ve β -glukan (%) içerikleri.....	600
Çizelge 4.7. Fermantasyon uygulamadan (N) ve uygulayarak (F) üretilen kızılıık tarhanalarının kuru madde üzerinden askorbik asit (g/100 g) içerikleri	633
Çizelge 4.8. Farklı ekstraksiyon çözeltileri ile ekstrakte edilen kızılıık tarhanalarının mg gallik asit/g örnek cinsinden toplam (TFM) ve serbest fenolik madde içerikleri (SFM).....	666
Çizelge 4.9. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğerk kızılıık tarhanalarının pH 4'teki çözüdür proteinlerinin EK (%) ve ES (%) değerleri	755
Çizelge 4.10. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğerk kızılıık tarhanalarının su absorplama kapasitesi (SAK, %) ve yağ absorplama kapasitesi (YAK, %) değerleri	79
Çizelge 4.11. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğerk kızılıık tarhanalarının suda çözünen madde (SÇM, %) ve su bağlama kapasitesi (SBK, %) sonuçları.....	82

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

AACC-INT	: American Association of Cereal Chemists International
ABTS	: 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin sülfonik asit
ANOVA	: Varyans analiz yöntemi
BSA	: Bovin serum albumin
DMSO	: Dimetil sülfoksit
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
GA	: Gallik asit
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
MTT	: 3-(4,5-dimetiltiazolil-2)-2,5-difeniltetrazolyum bromid
TEAC	: Trolox eşdeğeri antioksidan kapasite

TEŞEKKÜR

Lisans eğitimimden bu yana bana yol gösterici olan, tez çalışmam süresince yakın ilgi ve desteğini gördüğüm, tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Erkan YALÇIN'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca,

'Farklı Tahıl Unları İle Üretilen Kızılıcık Tarhanalarının Besinsel, Mikrobiyolojik Ve Pişme Özellikleri Üzerine Fermantasyonun Etkisinin İncelenmesi' isimli proje (Proje No: 2016.09.04.1084) kapsamında tez çalışmama maddi destek sağlayan Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Başkanlığı'na,

Karabuğdayın (cv. *Güneş*) temin edilmesindeki katkılarından dolayı Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde görevli Dr. Ahmet Güneş'e ve kurumuna,

Kavuzsuz arpanın (cv. *Özen*) temin edilmesindeki katkılarından dolayı Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde görevli İsmail Sayım ve Turgay Şanal'a ve kurumlarına,

Proje çalışmamız sırasında bilgilerini ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam, Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Seda Karasu YALÇIN'a ve Bölümümüzün diğer öğretim elemanları Doç. Dr. Hande Selen Erge'ye, Doç. Dr. Mustafa KIRALAN'a ve Arş. Gör. Derya Atalay'a,

Projemizin bir kısmında birlikte çalıştığımız, çok sevgili proje arkadaşlarım Arş. Gör. Kübra ERYAŞAR'a ve yüksek lisans öğrencisi Asiye Elvan BELLİCİ'ye,

Kızılıcık tarhanası üretimlerimizde işletmelerinin kullanım imkanını bizlere sağlayan Bolulu Ev Hanımları Derneği (BEHDER)'e,

Tez çalışmamın başından sonuna kadar yardımlarıyla ve destekleriyle hep yanımda olan yol arkadaşım İsmet ÇAKMAK'a ve çok değerli arkadaşlarım Seda FİDAN ve İlknur BOZOĞLU'na,

Bana bu tez çalışmam için büyük özveri ve anlayış gösteren, bana her zaman güvenen, çalışmalarım boyunca beni hep motive eden, desteklerini her zaman yanımda hissettiğim, babam Özcan KARADEMİR'e, annem Aysel KARADEMİR'e ve kardeşim Ege KARADEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Ezgi KARADEMİR

1. GİRİŞ

Son yıllarda yapılan birçok çalışmada, tüketicilerin, beslenme ile çeşitli kronik hastalıklar arasındaki ilişki hakkında daha bilinçli hale geldiği gözlemlenmiştir. Bunun yanında, tüketicilerin değişen yaşam tarzı ve beslenme alışkanlıkları ile ekonomik gücünün artmasına bağlı olarak, gıdalardan beklentileri farklılık göstermeye başlamıştır (Sidhu vd., 2007). Günümüz toplumunda, hayvansal kaynaklı beslenmeden, bitkisel gıdalara dayalı beslenmeye doğru bir yönelim başlamıştır. Besin öğelerince zenginleştirilmiş, sağlık etkileri yüksek fonksiyonel gıdalara ve ayrıca çeşitli hammadde, mikroorganizma ve üretim teknikleri ile üretilen fermente ürünlere olan ilgi ve talep giderek artış göstermiştir (Sidhu vd., 2007; Kabak ve Dobson, 2011). Tüketicilerin daha sağlıklı gıdalara rağbet göstermeleri, gıda endüstrisini de toplumun isteklerini karşılayacak, minimum işlem görmüş, kimyasal koruyucu madde içermeyen, doğala özdeş gıda üretimi yapmaya (Hancioğlu ve Karapınar, 1998), alternatif gıda işleme teknikleri geliştirmeye ve gıdaların besinsel açıdan kuvvetlendirilmesini veya zenginleştirilmesini sağlayacak yöntemleri uygulamaya yöneltmiştir (Sidhu vd., 2007; Erol, 2010).

Dünyadaki ekili alanların %73,5'inde tahıl yetiştirilmekte ve dünya gıda üretiminin %60'ını tahılların oluşturduğu bildirilmiştir (Omary vd., 2012). Yeterli beslenme için gerekli olan diyet lifi, protein, enerji, mineral ve vitaminin büyük çoğunluğunun tahıllar ile sağlandığı bilinmektedir. Öte yandan tahılların besinsel değerinin, hayvansal gıdalara kıyasla daha düşük olduğu, nispeten düşük protein içeriğine sahip olduğu ve bazı besinsel niteliği düşüren bileşenleri (fitik asit, tannin gibi) içerdiği bilinmektedir (Kohajdová ve Karovičová, 2007). Tahılların besinsel kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla çok çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamalar, genetik iyileştirmeler (rekombinant DNA teknolojisi), protein konsantratları veya izolatları ile veya proteince zengin gıdalar ile amino asit takviyesi veya zenginleştirilmesi şeklinde ve ayrıca çimlendirme, öğütme, pişirme, fermantasyon gibi proses teknolojilerini kapsamaktadır (Chavan vd., 1989).

Biyokimyasal anlamda fermantasyon, karbonhidratların ve karbonhidratlar ile ilintili bileşiklerin, eksternal elektron akseptörü yokluğunda kısmi oksidasyonu sonucu enerji salınımının gerçekleştiği metabolik bir yoldur (Kabak and Dobson, 2011). Esas olarak mikroorganizma faaliyeti ve enzimlerin etkisiyle, büyük molekül ağırlıklı bileşiklerin, daha küçük molekül ağırlıklı bileşiklere parçalanması olayıdır

(Türker, 1991). Fermantasyon işlemi sırasında meydana gelen çeşitli reaksiyonlar sonucunda açığa çıkan bileşikler ile ürün dayanıklılık kazanırken, istenmeyen besinsel unsurlar yıkıma uğratılmakta ve ürünün tat, aroma, tekstür, görünüş gibi duyuşal özelliklerinin iyileştirilmesi sağlanmaktadır (Chavan vd., 1989; Türker, 1991). Fermantasyon uygulaması boyunca, hakim mikrofloranın faaliyetleri sonucunda ortam pH'sında değişimler olmakta ve farklı optimum pH'lara sahip proteaz, amilaz, hemiselülaz, fitaz gibi enzimlerin aktivasyonu ile çeşitli mikrobiyal metabolitlerin meydana gelerek, hammaddeden farklı olarak, son üründe besinsel ve teknolojik değişimlerin ortaya çıkması sağlanmaktadır (Poutanen vd., 2009).

Birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalar fermentasyon işleminin tahılların besin değerini ve sindirilebilirliklerini artırdığını ortaya koymuştur (Esimek, 2010). Tahılların fermentasyonu protein içeriği açısından incelendiğinde, hakim mikrofloranın proteolitik faaliyetlerine bağlı olarak proteinlerin, glukoz metabolizmasını düzenleyici rol üstlenen biyoaktif peptitlere ve amino asitlere veya daha küçük molekül ağırlıklı proteinlere parçalandığı ve çözünür protein ve serbest amino asit içeriğinde artışı sağladığı belirtilmiştir (Poutanen vd., 2009; Adeyemo ve Onilude, 2013). Bazı çalışmalarda, lizin, metyonin ve triptofan gibi esansiyel amino asitlerin miktarında da artış olduğu görülmüştür (Blandino vd., 2003). Ayrıca, çölyak hastaları için toksik etki yaratan glutenin de, bakteriyel ve tahıl kaynaklı proteazlar ile fermentasyon süresince hidrolize uğradığı gözlemlenmiştir (Kumral, 2015).

Genel olarak doğal yollarla gerçekleşen fermentasyon, tahıllarda karbonhidrat miktarında ve bazı sindirilemeyen poli- ve oligosakkaritlerin miktarında düşüşe sebep olmaktadır (Blandino vd., 2003). Hakim mikrofloranın enzimatik özelliklerine bağlı olarak da, nişastanın yıkılması ile nişasta sindirilebilirliğinde artış sağlandığı belirtilmektedir (Kohajdová ve Karovičová, 2007). Hücre duvarı ve depo polisakkaritlerinin modifikasyona uğratılması sonucunda, ham besinsel lif miktarında artış görülürken, besinsel liflerin çözünürlüklerinde kısmi azalmalar olduğu saptanmıştır (Martián-Cabrejas vd., 2004).

Genel olarak tahılların fermentasyonu ile birlikte riboflavin, folik asit, askorbik asit ve niasin vitaminlerinin; antioksidan özellikteki bazı fenolik bileşiklerin biyoerişebilirliğinin; fitat gibi anti-nutrisyonel bileşiklerin hidrolizasyonu sonucu bazı minerallerin biyoyararlılığının; diasetil, asetik asit ve butirik asit gibi aroma maddelerinin miktarlarının arttığı çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir.

Dünyadaki birçok toplumda, fermente gıdaların ve fermente içeceklerin tıbbi değere sahip olduğu inancının var olduğu bilinmektedir (Marshall ve Mejia, 2011). Dünya genelinde tüketilen gıdaların üretiminde en çok kullanılan yöntemlerden biri olan mikroorganizmaların kullanımı, yani fermantasyon işlemi, geleneksel gıdaların üretiminde kullanılan en eski yöntem olup, binlerce yıl hem bir gıda işleme yöntemi olarak kullanılmış hem de bir gıda muhafaza yöntemi olarak kabul edilmiştir (Achi, 2005).

Geleneksel gıdalar, dünya çapında farklı topluluklara ve etnik gruplara mensup insanların kültürel mirasını yansıtan, yaşanan bölgedeki iklime, tarımsal faaliyetlere, beslenme alışkanlıklarına, dini alışkanlıklara ve bunun gibi birçok faktöre bağlı olarak şekillenmiş etnik gıdalardır (Trichopoulou vd., 2007; Kişi, 2015).

Başta ekmek ve bazı alkollü içkiler olmak üzere, geleneksel olarak üretilen tahıl bazlı fermente ürünler, özellikle Asya, Afrika ve Orta Doğu ülkelerinde yaygın olarak üretilmektedir (Bozkurt, 2006). Bira, boza, sake, ıdli, dosa, dhokla, ogi, tarhana, kishk, soya sosu gibi tahıl bazlı gıdalar, dünyada çok bilinen ve tüketilen geleneksel fermente gıdalardandır (Blandino vd., 2003).

Tarhana, ülkemizde geleneksel olarak üretilen, en eski ve en çok bilinen tahıl bazlı fermente ürünüdür. Ülkemizde üretilen tarhana çeşitleri genel olarak, buğday unu, yoğurt, maya ve bazı sebze çeşitlerinin kullanılarak hazırlandığı hamur karışımının, laktik asit ve etil alkol fermantasyonu sonucunda elde edilen hamurun, kurutulup öğütülmesiyle elde edilmektedir (Tangüler, 2014). Suriye, Filistin, Ürdün, Lübnan ve Mısır'da "kishk" (Hamad ve Fields, 1982), Irak'ta "tarkhineh" (Mashak vd., 2014) ve "kushuk" (Özdestan ve Üren, 2013), Kıbrıs'ta "trahanas", Macaristan'da "tahonya" ve Finlandiya'da "talkuna" olarak bilinen tarhana, farklı coğrafyalarda farklı şekillerde üretilmektedir (Carpino vd., 2010).

Ülkemizde, kullanılan hammaddelerdeki ve üretim şekillerindeki farklılıklar sebebiyle ortaya çıktığı bilinen 50 farklı çeşit tarhana üretildiği bildirilmektedir (Coşkun, 2014). Kızılıcık (*Cornus mas* L.) tarhanası Bolu ve çevresinde yaygın olarak üretilen, ekşi tarhana olarak da bilinen geleneksel bir tarhana çeşidimizdir. Geleneksel kızılıcık tarhanasının formülasyonunda diğer tarhana çeşitlerinden farklı olarak yoğurt bulunmamakta, kızılıcık tarhanası hamuru yalnızca ekmeçlik buğday unu, kızılıcık meyvesi püresi ve tuz ile hazırlanmaktadır. Ayrıca, geleneksel üretiminde fermantasyon işlemi de uygulanmamaktadır (Koca, 2008).

Bu çalışmamızda; Bolu yöresinde ekmeklik buğday unu ile geleneksel olarak üretilen kızılıcık tarhanasından farklı olarak; (%100 oranında) karabuğday (pseudo-tahıl) unlu, tam kavuzsuz arpa unlu ve irmik altı unlu kızılıcık tarhanası üretimi yapılmıştır. Projedeki amacımız, kızılıcık tarhanasının üretiminin tahıl/pseudo-tahıl unları ile üretimini yaparak, farklı tüketici gruplarına hitap edebilecek, besinsel, duyusal ve fonksiyonel özellikler bakımından farklı kızılıcık tarhanaları üretmek ve ayrıca geleneksel ürün çeşitliliğini artırmaktır.

Bahri Dağdaş Uluslararası Araştırma Merkezi (Karatay, Konya) tarafından geliştirilen Güneş ve Aktaş karabuğday çeşitleri, ülkemizde geliştirilen ve tescil alan ilk karabuğday çeşitleri olup, çalışmamızda Güneş karabuğday çeşidinden kızılıcık tarhanası üretimi gerçekleştirilmiştir. Karabuğday unu (%100) kullanılarak üretilen kızılıcık tarhanasının glutensiz bir ürün olması sebebiyle, çölyak hastalarının tüketebileceği yeni bir geleneksel ürün çeşitliliği oluşturulması amaçlanmıştır.

Ülkemizdeki Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Yenimahalle, Ankara) Arpa Islah Birimi tarafından geliştirilen “Özen” isimli kavuzsuz arpa çeşidi kullanılarak, %100 tam kavuzsuz arpa unlu kızılıcık tarhanası üretimiyle özellikle β -glukanca zengin, yüksek besinsel lif içerikli kızılıcık tarhanası üretiminin yapılması hedeflenmiştir.

Makarnacılık sanayiinde, durum buğdayının irmiğe öğütülmesi aşamasında, irmik altı un, bonkalite ve razmol gibi yan ürünler açığa çıkmaktadır. İrmik öğütme sırasında %13-16 oranında açığa çıkan irmik altı unun (Kılıç, 1999), protein, kül ve nişasta açısından zengin, yüksek miktarda kepek içeren değerli bir sanayi artığı olduğu ifade edilmiştir (Yağcı ve Göğüş, 2008). İnorganik madde içeriği başta olmak üzere yüksek besinsel değerinin yanı sıra, ekonomik açıdan da bakıldığında, değerlendirilmesi gereken önemli bir sanayi artığı olduğundan (Kılıç, 1999), irmik altı unlu kızılıcık tarhanası üretimi yapılarak, geleneksel ürünümüzün hem besinsel açıdan zenginleştirilmesini sağlamak, hem de önemli bir sanayi artığını değerlendirmek amaçlanmıştır.

Çalışmamızın ikinci aşamasında ise ekmeklik buğday unlu, karabuğday unlu, tam kavuzsuz arpa unlu ve irmik altı unlu kızılıcık tarhanası hamurlarına fermantasyon uygulanmasından sonra üretilen kızılıcık tarhanası örneklerinin kimyasal, besinsel, fonksiyonel ve duyusal özellikleri incelenmiş ve fermantasyon uygulanmayan kızılıcık tarhanaları ile karşılaştırarak, geleneksel üretim şekline fermantasyonun etkisi araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Geleneksel Fermente Tahıl Ürünü: Tarhana

2.1.1 Tarhananın Tarihsel Süreci

İnsanoğlu ilk çağlardan beri yaşamını sürdürebilmek için gerekli olan besin kaynaklarını, en ekonomik şekilde nasıl kullanabileceği üzerinde yoğunlaşmış ve bu gıdaların nasıl muhafaza edileceği konusunda çareler aramıştır. Bildikleri veya tesadüfen buldukları gıdaların besin içeriklerinin korunması, zenginleştirilmesi ve uzun süre muhafazalarının sağlanması amacıyla yöntemler geliştirmişlerdir (Çakıroğlu, 2008). Kurutma ve tuzlama ile birlikte fermantasyon uygulaması, gıdaların muhafazasında kullanılan en eski yöntemlerdendir (Marshall ve Mejia, 2011).

Göçebe bir yaşam tarzı benimseyen Türkler, Orta Asya'dan bu yana gerek taşıma kolaylığı, gerekse bozulmadan uzun süre saklanabilmesi açısından kurutma tekniğini yaygın olarak kullanmış ve bu kültürü göç sırasında Anadolu'ya taşımışlardır (Alçay vd., 2015).

Orta Asya'da yaşayan Türkler tarafından üretilip, tarihi göçlerle dünyanın diğer bölgelerine tanıtılan geleneksel gıdalardan biri olan tarhana, beslenmede önemli yeri olan yoğurdun kurutulmasıyla muhafaza edilmiş şeklidir (Altun, 2015).

Tarhananın Orta Asya'dan göçen Türkler ve Moğollar tarafından Anadolu'ya geldiği ve Osmanlı imparatorluğu döneminde Irak, İran ve yakın komşuları dahil doğu ülkelerine ve Rumeli üzerinden Yunanistan, Macaristan ve Finlandiya gibi batı ülkelerine yayıldığı kabul edilmektedir. Bu durum, mesafeler dikkate alındığında tarhananın çok uzun bir yolculuk yaptığını göstermektedir (Coşkun, 2014). Bu yolculuk sırasında isim değişikliğinin yanı sıra, coğrafi lokasyona, çevre faktörlerine ve ulaşılabilir gıda kaynaklarının farklılık göstermesine bağlı olarak kullanılan hammaddelerde ve fermantasyon şartlarında farklılıklar ortaya çıkmıştır (Tamang ve Samuel, 2010).

Suriye, Filistin, Ürdün, Lübnan ve Mısır'da sıklıkla tüketilen ve "kishk" olarak bilinen tarhana, az haşlanmış buğday ve yoğurt karışımının kurutulması sonucu elde

edilirken (Hamad ve Fields, 1982), Irak'ta "tarkhineh" ve "kashk-e zard" isimleriyle tanınan tarhana, tahıl unu, yoğurt ve çeşitli sebzelerin karıştırılarak 7-10 gün boyunca fermentasyona bırakılarak üretilmektedir (Mashak vd., 2014). Kıbrısta "trahanas" adıyla bilinen tarhana, fermente keçi ve/veya koyun sütü ile öğütülmüş buğday karışımının ısıtılarak püre haline getirilip güneşte kurutulduktan sonra, bisküvi formunda muhafaza edilirken (Carpino vd., 2010), Suudi Arabistan'da Madeer-Oggt (Mashak vd., 2014), Macaristan'da "tahonya", Finlandiya'da "talkuna" (Coşkun, 2014), İskoçya'da "atole", tarhana benzeri diğer geleneksel fermente ürünlerdendir (Salameh vd., 2016).

Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde, daha çok süt ve sebze üretiminin bol olduğu yaz aylarında üretilen tarhananın, içerik ve üretim tekniğinde bölgesel bazı farklılıklara rastlanmakta ve gelenek, görenek ve beslenme alışkanlıklarına ve bölgede yetişen baklagil ve sebzelerin çeşitliliğine bağlı olarak, çok çeşitli tarhana üretimleri yapılmaktadır (Erol, 2010; Altun, 2015).

Yakın zamana kadar ülkemizde daha çok kırsal kesimde üretilen tarhana, günümüzde kentsel nüfusun hızla artması, kadınların çalışma hayatına katılması gibi sebeplerden dolayı endüstriyel seviyede üretilmeye başlanmıştır (Cagindi vd., 2016). Ülkemizde endüstriyel boyutta ilk tarhana üretiminin 1950 yılında başladığı ve diğer endüstriyel gıdalar gibi tarhananın da kalite bakımından standardize edildiği bildirilmiştir (Özmen, 2011).

Yaygın bir şekilde üretilen bu geleneksel ürünümüzün, üretimden tüketime gıda güvenliğini artırmak, besleyici özelliğini korumak ve geliştirmek, ürün çeşitliliğini artırmak amacıyla çeşitli çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Erol, 2010).

2.1.2 Geleneksel Ürünümüz Tarhana ve Ülkemizde Geleneksel Olarak Üretilen Tarhana Çeşitleri

Tarhana standardında (Türk Standardı TS 2282, 2004) tarhana, "buğday unu, kırmısı, irmik veya bunların karışımı ile yoğurt, biber, tuz, soğan, domates ve tat, koku verici, sağlığa zararsız bitkisel maddelerin karıştırılıp yoğrulduktan sonra kurutulması, öğütülmesi ve elenmesiyle elde edilen bir besin maddesidir" şeklinde tanımlanmıştır. TS 2282 Tarhana Standardı'na göre tarhana; un tarhanası, göçe tarhanası, irmik tarhanası, karışık tarhana olmak üzere dört çeşide ayrılmıştır (Türk Standardı TS 2282, 2004).

Un tarhanası üretiminde buğday unu, göçe tarhanasında buğday kırması, ırmik tarhanasında buğday irmiği, karışık tarhanada ise buğday unu, irmiği ve kırması kullanılmaktadır (Türk Standardı TS 2282, 2004).

Tarhana üretim teknikleri, yöreden yöreye değişiklik gösterse de, temel olarak tahıl bazlı fermente bir ürün olan tarhanada fermentasyon boyunca, mikroorganizma faaliyeti ile karbonhidratların oksidasyonu sonucu açığa çıkan organik asitler, alkol ve karbondioksit gıdaların muhafazasında önem teşkil etmektedir (Caplice ve Fitzgerald, 1999). Meydana gelen organik asitler ortam pH'sını düşürmekte ve böylece bu durum bakteriyostatik etki yapmaktadır (Coşkun, 2003). Bunun yanında düşük nem içeriği (%3-9), bozulma etkisi olan mikroorganizmalar üzerinde engelleyici etki yaratmakta ve tarhananın higroskopik özelliği sayesinde uzun süre muhafazası sağlanabilmektedir (Işık, 2013; Magala vd., 2013).

Genel olarak tarhananın fermentasyonu aşamasında, birçok mikroorganizma faaliyet gösterse de, baskın organizmalar yoğurttan gelen laktik asit bakterileri ve *Saccharomyces cerevisiae* mayasıdır. Bu mikroorganizmaların faaliyeti sonucunda laktik asit, etil alkol, karbondioksit ve aldehit, keton gibi tarhanaya özgü aromayı oluşturan bazı organik bileşikler ve diğer fermentasyon ürünleri ortaya çıkmaktadır (Erol, 2010; Georgala, 2013).

Ülkemizde yöresel olarak üretilen, kullanılan hammaddelerdeki değişiklikler ve sunum şekillerindeki farklılıklar sebebiyle ortaya çıkan 50 çeşit tarhana olduğu bildirilmiştir (Coşkun, 2014).

Isparta'da dövülmüş un tarhanasından farklı olarak harca dereotu ve maydonoz eklenen ve bu hamurun yumurta büyüklüğünde kurutulmasıyla elde edilen "top tarhana"; Trakya yöresinde tarhana hamurunun süt ve kıyma ile pişirildikten sonra fermentasyona bırakılıp ve sonra kurutularak üretilen "kıymalı tarhana"; bileşiminde göçe (yarma-dövme), süzme yoğurttan elde edilen ayran, tereyağı, süt ve su bulunan karışımın yoğrulup daire şeklinde açılarak kurutulmasıyla üretilen "Beyşehir tarhanası"; Tokat, Sinop, Edirne, Tekirdağ gibi bazı illerimizde süt, un, yumurta karışımı ile hazırlanan "sütlü tarhana", ülkemizde üretilen bazı tarhana çeşitlerimizdendir (Coşkun, 2014).

Kahramanmaraş'ta "şalgamlı tarhana", Tokat yöresinde "üzüm tarhanası", Kütahya yöresinde yapılan "ak tarhana", Kastamonu, Kütahya, Bolu, Bursa ve Zonguldak illerinde üretilen kiren tarhanası ve ekşi tarhana olarak da bilinen kızılıcık tarhanası ülkemizde üretilen diğer tarhana çeşitlerimizdendir (Coşkun, 2014).

Ülkemizde kiren tarhanası veya ekşi tarhana olarak da bilinen kızılçık tarhanası, çeşitli yörelerde geleneksel olarak üretilen diğer tarhana çeşitlerinden, içeriği ve özellikleri bakımından farklıdır. Başta Bolu ve Kastamonu olmak üzere Kütahya, Bursa ve Zonguldak illerinde de üretilen kızılçık tarhanası, Bolu yöresinde buğday unu veya arpa göçesi, kızılçık püresi ve tuz karışımının hamur haline getirilmesi, fermente edilmeden küçük parçalar halinde bezlere serilerek kurutulmasıyla hazırlanmaktadır. Diğer tarhana çeşitlerinden farklı olarak bileşiminde yoğurt içermeyen ve genel olarak fermente edilmeden üretilen bir tarhana çeşidi olmasının yanı sıra (Koca, 2008), Kütahya yöresinde, buğday unu veya arpa göçesi, kızılçık püresi ve tuz ile hazırlanan kızılçık tarhanası hamuru, 3-7 gün fermantasyona bırakılarak hazırlanmaktadır (Özer, 2009).

Ülkemizde 2014 yılında 788 meyve veren kızılçık ağacından 182.577 ton, 2015 yılında 727 ağaçtan 183.500 ton ve 2016 yılında 691 ağaçtan 192.500 ton kızılçık üretildiği bildirilmiştir (TÜİK, 2014). Kızılçık (*Cornus mas* L.), *Umbelliflorae* takımının *Cornaceae* familyasına ait, 10-15 mm uzunluğunda olgun, zeytin büyüklüğünde mor, sarı ya da kırmızı renkli, ekşi tada sahip, çok yıllık odunsu bir bitkidir. Anavatanı, Anadolu, Kafkasya ve Avrupa olup, ülkemizde Kuzey Anadolu ormanlarında, çalılıklarda doğal olarak ve Anadolu'nun bazı bölgelerinde de bahçelerde yetişmektedir (Çelik, 2009; Eser, 2010).

Kızılçık meyvesinde, kolay sindirilebilir serbest şekerler, organik asitler, aromatik bileşikler, askorbik asit, kateşin, antosiyanin ve flavanol gibi biyolojik olarak aktif bileşikler bol miktarda bulunmaktadır. Bu biyoaktif bileşiklerden fenolik yapıda olan bileşiklerin, yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu ve bu sayede aktif oksijen atomlarını (serbest radikal bileşikler) süpürerek, kanser gibi kronik hastalıkların oluşum ve gelişimini önledikleri bildirilmiştir (Karaaslan, 2012). Ayrıca *Cornus* spp. türlerinin, anti-bakteriyel, anti-histamin, anti-allerjik ve anti-mikrobiyal etkilerinin olduğu da rapor edilmiştir (Yılmaz vd., 2009).

Askorbik asit içeriği açısından bakıldığında, kızılçık meyvesinin önemli bir C vitamini kaynağı (100 mg/100 g'a kadar) olduğu belirlenmiştir. Askorbik asitçe zengin olduğu bilinen çilekgiller, portakal ve kivi gibi meyvelerden daha fazla askorbik asit içermekte ve buna bağlı olarak daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu bildirilmiştir (Vidrih vd., 2012).

Kızılçığa rengini veren, meyvelerde tat, renk ve çekiciliği sağlayan, antosiyanidin glikozitleri olan antosiyaninlerdir ve antioksidan ve anti-inflamatuar özelliğe sahip bileşikler olduğu bilinmektedir (Seeram vd., 2002; Karaaslan, 2012).

Kızılcık meyvesinde, diğer meyve ve sebzeler ile karşılaştırıldığında daha çok miktarda antosiyanin bulunduğu belirlenmiştir (Dinda vd., 2016).

Epidemiyolojik çalışmalarla kanser ve kalp hastalıkları riskini azaltıcı etkileri olduğu kanıtlanmış flavonoidlerin de, kızılcık meyvesinde çok yüksek miktarlarda bulunduğu tespit edilmiştir (Pawlowska vd., 2010).

Kızılcık, ülkemizde çok çeşitli şekillerde tüketilmektedir. Kızılcık meyvesi, doğrudan, kurutulmuş olarak veya çeşitli proseslerden geçerek marmelat, reçel, pestil, püre, şerbet, tarhana şeklinde tüketilmektedir (Çelik vd., 2006).

2.1.3 Farklı Coğrafyalarda Geleneksel Olarak Üretilen Tarhana Benzeri Fermente Gıdalar

Fermantasyon uygulaması, gıda üretimi ve muhafazasında bilinen en eski ve en ekonomik yöntemlerinden biridir. Yapılan araştırmalarda, ekşi hamurdan yapılan ekmeğin günlük beslenmede önemli bir yere sahip olduğu belirlenmiş, Babiller tarafından üretilen biranın, Mısır'a ihraç edildiğine dair kayıtlar tespit edilmiştir. Dolayısıyla, kullanılan hammaddeden her açıdan daha farklı, uzun süre muhafaza edilebilir, lezzet açısından daha çekici ve daha hoş a giden fermente ürünler, insanlık tarihi için önemli bir keşif olarak düşünülmüştür (Şengün 2006).

19. yüzyılın ortalarında meydana gelen iki olayın, fermantasyon işleminin nasıl gerçekleştiğini ve prosesin nasıl işlediğinin anlaşılmasını sağladığı bildirilmektedir. İlk olarak, sanayi devrimi sonucunda geniş kitleler şehirlere göç etmiş ve bunun sonucunda gıda üretiminin büyük çapta gerçekleştirilmesini gerektirmiş ve üretim proseslerinin endüstriyellesmesini gerekli kılmıştır. İkinci olarak, 1850'lerde mikrobiyoloji biliminin doğuşuyla, fermantasyon işleminin temeli oluşmuş ve prosesin işleyişi anlaşılabilmiştir. O tarihten bu yana, fermente ürünlerin endüstriyel üretim teknolojilerinin geliştirilmesi çalışmalarına başlanmış ve tüm dünyada bilimsel çalışmalar aktif bir şekilde ilerleyebilmiştir (Blandino vd., 2003).

Fermente gıdaların çok eski zamanlardan günümüze kadar insanların beslenmesinde önemli bir yeri olduğu bilinmektedir. Başlangıçta tesadüfi bir şekilde doğal fermentasyonla üretilen ve bu uygulama ile gıdaların bozulmadan daha uzun süre saklanabildiği gözlenen fermente gıdalar günümüzde, dünyada tüketilen tüm gıdaların yaklaşık 1/3'ünü oluşturmaktadır (Özmen, 2011).

Tahıl bazlı fermente gıdalar arasında en çok bilinen, geleneksel bir ürün olan tarhananın üretimi, genellikle ülkeler veya bölgeler arası üretim yöntem açısından benzer olmakla birlikte, geleneklere ve alışkanlıklara göre üretimde kullanılan hammaddelerde bazı değişiklikler görülmektedir (Altun, 2015). Formülasyonlardaki değişiklikler, fermentasyonun farklı şekilde ilerlemesini ve dolayısıyla farklı tat ve kokularda ürünler elde edilmesini sağlamaktadır (Coşkun, 2014). Çeşitli ülkelerde, geleneksel olarak üretilen, tarhana benzeri fermente tahıl ürünlerinin olduğu ve severek tüketildiği bilinmektedir (Tamer vd., 2007).

Mısır ve Lübnan başta olmak üzere, çoğu Arap ülkelerinde üretilen, geleneksel buğday bazlı fermente bir ürün olan Kishk, en çok bilinen tahıl bazlı fermente üründür (Bahgaat ve El Ghani, 2016; Salameh vd., 2016). ‘Laban Zeer’ denilen tuzlanmış ekşi süt yağı veya yoğurt ile bulgur karışımının, farklı periyotlarda ortam sıcaklığında fermentasyona bırakılması ve kurutulmasıyla elde edilmektedir (Abou-Zeid, 2016). Kishk’in besinsel içeriğinin oldukça zengin olduğu, besinsel lif, amino asit, mineral ve selenyum içeriğinin oldukça fazla olduğu belirtilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalarda, insan vücudunda sentezlenemeyen, kardiyovasküler hastalıkların ve kanser riskini azaltıcı etkisi olduğu bilinen bazı çoklu doymamış esansiyel yağ asitleri de tespit edilmiştir (Bahgaat ve El Ghani, 2016).

Kıbrıs’ta üretilen ve en önemli geleneksel ürünlerden biri olan Trachanas, sık tüketilen bir ürün olup, yıllık pazar değerinin 1.3 milyon Euro olduğu bildirilmiştir. Trachanas, öğütülmüş buğday ile fermente edilmiş koyun veya keçi sütü veya her ikisinin karışımının, ısıtılıp lapa haline getirilmesiyle elde edilen fermente bir üründür. Bu lapa daha sonra güneşte kurutularak, bisküvi şeklinde muhafaza edilmekte ve genellikle kış aylarında su eklenerek, çorba şeklinde tüketilmektedir (Carpino vd., 2010).

Tarkhineh veya Tarkhowana, İran’ın batı taraflarında geleneksel olarak üretilen tarhana benzeri bir üründür. Bulgur veya kırılmış ve kepeği ayrılmış yarı haşlanmış buğdayın süzme yoğurt ile kaynatılması ve sonrasında 7-10 gün fermentasyona bırakılmasıyla elde edilmektedir. Daha sonra bazı aroma verici kurutulmuş sebzeler, tuz ve baharatlar eklenen hamur karışımı, küçük parçalar halinde güneş ışığında kurutulmaktadır (Mashak vd., 2014).

Kashk-e Zard, İran’ın güneybatısında yaygın olarak tüketilen, buğday unu, yoğurt, tuz ve çeşitli sebzelerin, laktik asit ve alkol fermentasyonu ile üretilen geleneksel bir gıdadır. Tarhana hamuru bir hafta süreyle, kapalı ve ılık bir ortamda fermentasyona bırakılmakta ve daha sonra tekrar yoğurt eklenerek elde edilen

hamur yoğrularak homojen hale getirilmektedir. Bu aşamada sarımsak ve çeşitli baharatlar eklenerek, tekrar 7-10 gün boyunca fermentasyona bırakılıp, son aşamada kurutulup öğütülmektedir (Mashak vd., 2014).

Kushuk, Irak'ın kuzeyinde popüler olan, yarı haşlanmış buğday ve şalgam (turnip) karışımından yapılan, geleneksel fermente bir üründür. Kushuk hazırlanırken, toprak kaplara katmanlar şeklinde kaynatılmış buğday, kabuğu ayrılmış buğday taneleri ve doğranmış şalgam sırasıyla eklenmektedir. Bu karışıma su eklenip, ahşaptan yapılmış bir kapak ile hava almayacak şekilde kapatılıp, üzerine basınç yapması amacıyla ağır bir taş yerleştirilmekte ve bir haftadan daha fazla bir süre, istenen asitlik düzeyine gelene kadar fermentasyona bırakılmaktadır (Alnouri vd., 1974).

Hindistan'ın yöresel bir ürünü olan "Idli", pirinç veya siyah mercimeğin, yayık altı ayranı (buttermilk) ile birlikte, buharda pişirilmesiyle üretilen fermente bir üründür. Pirinç veya siyah mercimek ile yayık altı ayranı karışımı pişirilip, bulamaç haline getirildikten sonra, kesilmiş ayranın, kimyon, kişniş, biber ve şeytanterisi veya çaduruşağı otu eklenmekte ve karışıma küçük top şekilleri verilmektedir (Prajapati ve Nair, 2008; Sarkar vd., 2015).

Hindistan'ın özellikle kuzeybatısında çok bilinen, doğal laktik asit fermentasyonu ile üretilen "Rabadi", üretiminde tahıl unu ve süt ürünü içermesi açısından tarhanaya benzeyen, geleneksel olarak üretilen fermente bir içecektir. Rabadi, genel olarak evlerde, buğday, arpa, millet, sorgum veya mısır unu ile yayık altı ayranı karışımının, çömlleklerde veya metal kaplarda, sıcak yaz günlerinde güneş altında veya 35-45°C'deki sıcaklıklarda 4-6 saat fermentasyona bırakıldıktan sonra, kaynatılıp tuzlanan karışımın soğutulmasıyla elde edilmektedir (Girish, 2006).

Gappal, Burkina Faso'nun Fulani etnik grubuna ait etnik fermente bir ürün olup, kabuğu ayrılmış milletin una öğütülüp zencefil ve baobab pulbu gibi aroma maddelerinin eklenmesi ve daha sonra elde edilen aromalı millet unu ile süt veya yoğurt karışımının 3-5 gün fermentasyona bırakılıp kurutulmasıyla üretilmektedir (Tankoano vd., 2017).

'Shindis Shechamandi', Gürcistan ve çevresinde üretilen, meyve-tahıl karışımı içeren geleneksel bir üründür. Buğday unu, kurutulmuş kıvılcık meyvesi, soğan, sarımsak ve tereyağ karışımının lapa haline getirilerek tüketildiği bildirilmiştir (D'Antuono vd., 2012).

2.2 Fermente Tahıl Ürünleri

Günümüzde Avrupa'daki insanların beslenmelerinin %25'ini, gelişmekte olan ülkelerde ise %60'ını fermente gıdaların (Bahgaat ve El Ghani, 2016) ve dünyadaki gıda üretiminin yarısından fazlasını tahıllar ve tahıla dayalı gıdaların oluşturduğu bildirilmiştir (Kohajdová, 2014). Tahıllar ve tahıl grubu gıdaların, maliyeti düşük enerji kaynakları olmasının yanı sıra, toplumların kalori ve protein ihtiyaçlarını büyük oranda karşılaması açısından önemli bir gıda grubudur (Bahgaat ve El Ghani, 2016).

Tahılların ve tahıl bileşenlerinin, probiyotik mikroorganizma gelişimi için uygun fermente edilebilir substrat kaynağı olduğu belirtilmekte ve yararlı birçok fizyolojik etkiye sahip olduğu bilinen diyet liflerince zengin olmalarının yanında, kendine özgü sindirilemeyen karbonhidratları içermeleri sebebiyle de prebiyotik özelliğe sahiptirler (Özdemir vd., 2007).

Tahılların besin değerlerini geliştirmek amacıyla çeşitli uygulamalar yapılmaktadır (Chavan vd., 1989). Bu uygulamaların başında gelen fermantasyon işlemi, gıdaların muhafazasını sağlamakta, görünüş, tat ve tekstür açısından iyileştirmekte ve pişme süresi için harcanan enerjinin azalmasını sağlamaktadır (Kockova vd., 2013).

Fermantasyon işleminin, tahılların bazı temel bileşenlerce (esansiyel amino asitler gibi) yetersiz olması açısından besinsel değerini geliştirici etkisinin bulunması, son üründe hoşça giden aroma bileşiklerini ortaya çıkarması ve tekstür özelliklerini geliştirmesi gibi sebeplerden dolayı, tahıl bazlı gıdaların üretiminde sık kullanılan, kolay ve ekonomik bir uygulama olduğu görülmektedir (Blandino vd., 2003; Poutanen vd., 2009).

Fermente tahıl ürünleri, dünyada tahılların yetiştiği her yerde insanların beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Kohajdová, 2014). Tahıl esaslı fermente gıdaların büyük çoğunluğunun doğal fermantasyon ile üretildiği bilinmektedir ve çeşitli coğrafyalarda üretilen bu ürünlerin büyük bir çoğunluğunun yöresel olarak üretildiği, henüz ticari boyuta ulaşmamış birçok tahıl bazlı fermente gıdaların bulunduğu bildirilmektedir (Karaçıl ve Tek, 2013).

Tahıla dayalı fermente gıdalar genel olarak, hammadde olarak kullanılan tahılın çeşidine veya fermente ürünün tekstürüne göre sınıflandırılmaktadır.

Dünyada üretilen tahıl kaynaklı fermente gıdaların hammaddesini çoğunlukla mısır, sorgum, millet, pirinç ve buğday oluşturmaktadır. Bu fermente ürünlerin tekstür açısından bakıldığında, lapa şeklinde, akışkan veya yoğun jel veya katı halde olduğu görülmektedir (Kohajdová, 2014).

2.2.1 Tahılların Fermantasyonu ve Fermantasyon Uygulamasının Besinsel Özellikler ve Biyoaktif Bileşenler Üzerine Etkisi

Dünya çapında fermente gıdalar, çok çeşitli mikroorganizmalar, üretim teknikleri ve hammaddeler kullanılarak üretilmektedir (Blandino vd., 2003). Geniş yelpazedeki fermente gıdalar, mikroorganizma çeşitliliğine, gıda gruplarına ya da fermantasyon tipine göre çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır (Law vd., 2011).

Fermantasyon prosesi; (a) aromayı, besinsel değeri ve tekstürü geliştirerek diyeti iyileştirme, (b) laktik asit, asetik asit ve etanol üretimi yoluyla gıdayı muhafaza etme, (c) bileşenleri biyolojik yönden zenginleştirme, (d) siyanid, fitik asit, tannin ve polifenoller gibi hammaddelerin içerdiği, anti-nutrisyonel bileşenleri fermantasyon prosesi sırasında parçalama ve detoksifiye etme (e) pişme süresini kısaltma gibi roller üstlenmektedir (Abou-Zeid, 2016).

Fermantasyon tipine göre sınıflandırma yapıldığında, alkolik, laktik asit, asetik asit ve alkali fermantasyon olmak üzere temelde dört tip fermantasyon prosesi vardır (Blandino vd., 2003). Genel olarak mayaların faaliyeti sonucu etanol üretiminin gerçekleştiği fermantasyon tipi (şarap ve bira gibi) alkol fermantasyonudur (Blandino vd., 2003; Law vd., 2011). Laktik asit fermantasyonu (fermente süt ürünleri ve tahıllar gibi), esas olarak laktik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilir. Gıda fermantasyonunda ikinci önemli bakteri grubu olan Asetobakterler de, asetik asit fermantasyonunda yer alırlar. Asetobakter türleri, fazla miktarda oksijen varlığında, alkolü asetik aside çevirir. Alkali fermantasyonu ise çoğunlukla, balık ve tohumların fermantasyonu sırasında meydana gelmektedir (Blandino vd., 2003).

Tahıllar, dünyadaki toplam hasat alanının %73'ten fazlasında yetiştirilir ve insan sağlığı için gerekli diyet lifi, protein, enerji, mineral ve vitaminin %60'dan fazlası tahıllar ile sağlanır. Bununla birlikte, tahıllardaki nispeten düşük protein içeriği, bazı esansiyel aminoasitlerin eksikliği ve bazı anti-nutrisyonel bileşenlerin varlığı (fitik asit, tannin ve polifenoller) sebebiyle biyolojik değerinin et, süt ve

yumurta gibi hayvansal besinlere kıyasla daha düşük olduğu belirtilmiştir (Kohajdová ve Karovičová, 2007).

Bu sebeple, tahıllarla ilgili olarak yapılan çalışmaların başlıca amaçları üretim miktarlarının artırılması ve besin değerlerinin zenginleştirilmesidir. Tahılların besinsel değerinin geliştirilmesi amacıyla rekombinant DNA teknolojisi gibi yöntemler kullanılarak genetik yoldan iyileştirmenin yanı sıra, fermantasyon başta olmak üzere pişirme, çimlendirme ve öğütmeyi içeren çeşitli işleme tekniklerine başvurulur.

Fermantasyon uygulamasının, tahılların besinsel kalitesini artırmada kullanılabilecek en etkili ve en ucuz yöntem olduğu belirtilmiştir (Chavan vd., 1989). Fermantasyon uygulamaları ile tahıllarda anti-nutrisyonel bileşenlerin miktarlarında azalma ve besin değerlerinde artış sağlanabilmesinin yanında yeni duyuşsal özelliklere sahip ürünler de elde edilmektedir (Bozkurt, 2006).

Fermantasyon sırasında, fermantasyonda rol oynayan hakim mikrofloraya bağılı olarak, laktik asit ve asetik asit üretimi gerçekleşmekte ve böylece ortam pH'sı 5'in altına düşmektedir. Maya faaliyeti sonucu ise karbondioksit ve etanol üretimi olmaktadır. Fermantasyon boyunca farklı optimum çalışma pH'larına sahip amilaz, proteaz, hemiselülaz ve fitaz enzimleri gibi enzim faaliyetleri ve bu faaliyetler sonucunda meydana gelen mikrobiyal metabolitler fermente tahıl ürünlerinin besinsel ve duyuşsal özelliklerinde değışimlere sebep olurlar (Poutanen vd., 2009).

Bunların yanında, tahılların fermantasyonu boyunca, gıdalarda aromayı oluşturan çok sayıda uçucu bileşik meydana gelmektedir. Diasetil, asetik asit ve butirik asit gibi aroma bileşikleri, tahıl bazlı gıdaların hoş a giden aromaya sahip olmalarını sağlamaktadır (Blandino vd., 2003).

Tahıl taneleri, önemli karbonhidrat, protein, vitamin, mineral ve lif kaynağıdır. Fermantasyon işleminde, protein içeriğinin değışebildiğı, amino asit bileşiminde değışiklik görüldüğü, bazı esansiyel amino asitlerin miktarının arttığı, özellikle B grubu vitaminleri olmak üzere, tahılların vitamin içeriğı bakımından daha zengin hale geldiğı ve başta fenolik bileşikler ile biyoaktif peptitler olmak üzere bazı biyoaktif bileşiklerin arttığı (Capozzi vd., 2012; Pallin vd., 2016) ve bunun yanında bazı sindirilemeyen poli- ve oligosakkaritlerin miktarında azalmanın sağlandığı yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (Kabak ve Dobson, 2011).

Tahılların fermantasyonunda, fermantasyonda rol alan mikroorganizmaların proteolitik aktiviteleri sonucu, proteinler daha küçük molekül ağırlığına sahip proteinlere, peptitlere ve serbest aminoasitlere parçalanarak, özellikle suda çözünür proteinlerin ve serbest amino asitlerin miktarında artış sağlandığı bildirilmiştir (Adeyemo ve Onilude, 2013)

Asiedu vd. (1993) yaptıkları çalışmada, esansiyel bir amino asit olan lisin amino asidi bakımından fakir olan sorgum ve mısır bazlı hamurlara fermantasyon uygulamasının etkisini incelemişlerdir. Başta lisin olmak üzere toplam esansiyel amino asit içeriğinde artış görülmüştür ve sorgum ve mısır bazlı hamurlarda sırasıyla lisin içeriğinin %25 ve %9 oranında artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Chelule vd. (2010), Güney Afrika'da *Amahewu* olarak bilinen mısır unu bazlı geleneksel fermente bir ürünün, besinsel değerini geliştirmek amacıyla farklı formülasyonlar kullanarak, laktik asit fermantasyonuna bıraktıklarında, tüm örneklerde protein ve amino asit miktarının artış gösterdiği ve bu artışın %3 ila %77 arasında olduğunu saptamışlardır. Buna göre, sukroz ilavesi yapılmadan üretilen maya ilaveli örneklerdeki protein ve amino asit miktarındaki artışın, diğer örneklerle göre daha fazla olduğu bildirilmiştir. Dolayısıyla, şeker ilaveli örneklerdeki göreceli olarak düşük protein ve amino asit içeriğinin, mayaların temel enerji kaynağı olarak sukrozu substrat olarak kullanmasından kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir.

Genel olarak tahılların B grubu vitaminleri açısından yetersiz olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalar fermantasyon işleminde özellikle laktik asit bakterilerinin doğal riboflavin (B₂ vitamini) üreticisi olduğunu, son üründe B₂ vitamini içeriğinin 2-3 kat kadar artış gösterdiğini (Capozzi vd., 2011), maya faaliyetleri sonucunda folik asit miktarının da arttığı ifade edilmiştir (Kariluoto vd., 2006). Suda çözünen vitaminlerin miktarına fermantasyonun etkisinin incelendiği bir çalışmada da, askorbik asit (C vitamini) ve niasin (B₃ vitamini) miktarında da bir miktar artış gözlemlendiği belirtilmiştir (Ekinci, 2005).

Fermantasyon süresince ve sonrasında çavdar unu kullanılarak hazırlanan ekşi hamurdaki ve son ürün olan ekmekteki B grubu vitaminlerinden folik asit miktarı, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Kariluoto vd. (2006), ekmek formülasyonlarında laktik asit bakterileriyle birlikte veya yalnızca ekmek mayası (*S. cerevisiae* ALKO 743) kullandıklarında, folik asit içeriğinin arttığını, laktik asit bakterilerinin sınırlı düzeyde folik asit ürettiğini belirlemişlerdir.

Ekinci (2005) çalışmasında farklı fermantasyon süresine tabi tutulan ve farklı sıcaklık derecelerinde kurutulan tarhana örneklerindeki suda çözünür vitamin miktarını incelemiştir. Başlangıçta 15,5 mg/kg olan askorbik asit miktarının, fermantasyonun 3. gününe kadar arttığını (16,3 mg/kg), 4. günde önemli bir değişiklik olmadığını, niasin miktarının 4. günün sonunda 10,2 mg/kg'dan 14,6 mg/kg'a yükseldiğini, folik asit ve riboflavin miktarının da önemli derecede arttığını gözlemlemiştir. Bu değişimin, fermantasyon sırasında yoğurt kaynaklı laktik asit bakterilerinin faaliyetine bağlı olabileceğini belirtmiştir.

Tahıl tanelerinin fenolik asit içeriği, meyve ve sebzeler ile kıyaslandığında daha yüksek konsantrasyonlarda olmasına karşın, genel olarak ester bağları ile arabinoksilan zincirlerine veya eter bağları ile ligninlere bağlı halde bulunduklarından, vücutta sindirim enzimleri tarafından hidrolize edilemediği, biyo-yararlılıklarının düşük olduğu belirlenmiştir (Pallin, 2015). Fermantasyon işlemi boyunca, mikroorganizma kaynaklı ve endojen esterazlar, ksilanazlar ve fenoksidazlar gibi enzimlerin etkisiyle (Hole vd., 2012), bu kompleks formların çözünürlüğünün arttığı ve dolayısıyla fenolik asitlerin biyo-yararlılıklarının artarak, etkin bir şekilde metabolize edilebildiği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (Anson vd., 2009; Katina vd., 2012). Fenolik asitlerin, antiviral, antibakteriyal ve güçlü antioksidan özelliği sahip olduğu bilinmektedir (Hole vd., 2012).

Rafine buğday unlu, tam buğday unlu ve fermente kepek ilaveli tam buğday unu kullanarak yapılan ekmek örnekleri üzerinde çalışan Anson vd. (2009), fermantasyon uygulamasının fenolik asit miktarına ve biyo-yararlılığına etkisini incelemiştir. Serbest ve toplam fenolik asit miktarı, fermente kepek ilaveli tam buğday ekmeğinde en yüksek değerde bulunmuştur. Biyo-yararlılığın belirlenmesi ve metabolik sindirimlerinin incelenmesi amacıyla *in vitro* kolon modeli kullanıldığında, fenolik asitlerin hidroksilasyonu sonucu açığa çıkan kolon sonu metabolitlerinin miktarının arttığı görülmüştür.

Tahıllarda serbest ve bağlı formdaki fenolik asitler, genel olarak tanenin kepek kısmında bulunmaktadır ve *p*-kumarik asit, ferulik asit, sinapik asit ve vanillik asit gibi fenolik asitler baskın olarak bulunurlar (Guo ve Beta, 2013). Katina vd. (2007), fermantasyon uygulamasının doğal yollarla ve kabuk soyma makinesi ile ayrılmış çavdar kepeği üzerindeki etkisini incelediğinde, doğal olarak ayrılmış çavdar kepeğinin ferulik asit içeriğinde daha fazla artış olduğunu belirlemiştir. Kabuk soyma işlemi ile ayrılmış kepekte, amilaz, proteaz ve ksilanaz gibi enzim aktivitelerinde düşüş meydana gelmiştir. Bu durumun, doğal olarak ayrılmış kepekte

başlangıç fenolik asit miktarının fazla olması ve daha yüksek düzeydeki endojen ve mikrobiyal orjinli enzim aktivitesinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Yüksek enzim aktivitesi sayesinde, hücre duvarının etkin bir şekilde parçalandığı ve fenolik asit salınımının daha yüksek seviyede olduğu belirtilmiştir.

Fermantasyon koşullarının serbest ferulik asit içeriğine etkisi incelendiğinde ise, en yüksek ferulik asit içeriğinin, tam çavdar unundaki sinnamoil esterazların optimum çalışma pH'sına (pH 7) yakın olan, pH 6-6,5'te ortaya çıktığı, düşük pH değerlerinde (3,9-4,1) serbest ferulik asit içeriğinin ise en düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Kabuk soyma işlemi ile ayrılmış kepekte, amilaz, proteaz ve ksilanaz gibi enzim aktivitelerinde düşüş meydana gelmiştir. Dolayısıyla, ferulik asit içeriği üzerine fermantasyonun etkisinin, endojen enzimlerin aktivasyonuna bağlı olarak değiştiği rapor edilmiştir (Katina vd., 2007).

Svensson vd. (2010) çalışmalarında farklı laktik asit bakterilerinin kombinasyonu ile hazırlanan sorgum bazlı ekşi hamurlarda, fermantasyonun fenolik asit ve flavonoid içeriği üzerine etkisini incelemişlerdir. Flavonoidler, güçlü antioksidan ve şelatlama özelliğine sahip bitkisel polifenolik bileşiklerdir ve P vitamini olarak da kabul edilmektedir (Kumar ve Pandey, 2013). Laktik asit bakterilerinin fermantasyon süresince glukozidaz, fenolik asit redüktaz ve fenolik asit dekarboksilaz enzim aktiviteleri sonucu, fenolik asitleri fenolik asit esterlerine ve flavonoid glukozidlerine metabolize ettiği belirlenmiştir. Buna göre, hücre duvarına bağlı halde bulunan, çözünmeyen flavonoidlerin salınımının sağlandığı rapor edilmiştir. Fermantasyon uygulaması sonucunda, polifenol içeriğinde artış görülmüştür (Svensson vd., 2010).

Tahıllar, yağlı tohumlar ve özellikle kırmızı meyveler lignanca en zengin gıdalardandır. Yapılan çalışmalar, lignanca zengin gıdalar ile beslenmenin, hormonlarla ilişkili kanser ve kalp hastalıklarını ve osteoporezi önleyici etkilerinin olduğunu göstermiştir (Durazzo vd., 2013). Bartkiene vd. (2015) arpa kepeğini, farklı laktik asit bakterileri (*Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus sakei*, *Pediococcus pentosaceus*) ile optimum çalışma sıcaklıklarında 48 saat boyunca fermantasyona bırakmışlardır. Tüm fermantasyon koşullarında, fermantasyon sonunda tespit edilen lignan içeriğinde en yüksek artış (291,2 µg/100g'dan 451,0 µg/100g'a) *Pediococcus acidilactici* bakterisinin uygulandığı koşullarda kaydedilmiştir.

Fermantasyon koşullarının, tahıllardaki demir, çinko, magnezyum ve proteinler gibi çok değerli katyonlar ile kompleks formda bulunan anti-nutrisyonel bir

bileşik olan fitatın, enzimatik degradasyonunu sağlayacak pH koşullarını oluşturduğu ve bunun sonucunda, çözünür demir, çinko ve kalsiyum miktarında artış sağlandığı belirtilmiştir (Blandino vd., 2003; Kohajdová ve Karovičová, 2007).

Enzimatik fitat degradasyonu; fitaz aktivitesi, unun partikül büyüklüğü, sıcaklık, süre ve nem miktarı gibi fermentasyon parametrelerine bağlı olarak değişmektedir (Poutanen vd., 2009). Hassan vd. (2008), farklı partikül boyutunda elenen buğday unu örneklerinde tannin ve fitik asit miktarının, fermentasyon etkisiyle değişimini incelemişlerdir. Tüm örneklerde tannin ve fitik asit içeriğinde düşüşler görülmüştür. En yüksek fitik asit içerikli iyi elenmiş buğday unu (795,20 mg/100 g) örneğinde, fermentasyon sonunda 301,63 mg/100 g olarak tespit edilmiş, kaba elenmiş un örneğinde ise fitik asit miktarı 626,12 mg/100 g'dan 572,79 mg/100 g'a düşüş göstermiştir.

2.2.2 Ülkemizde Üretilen Tarhana Çeşitleri

Standart bir üretim şekli olmayan geleneksel tahıl ürünümüz tarhananın formülasyonunda, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklikler görülmektedir. Formülasyonlardaki ve üretim metodundaki farklılıklar son üründe farklı tat, koku ve aroma oluşumuna sebep olmaktadır (Coşkun, 2014).

Bolu ve yöresinde geleneksel olarak üretilen kızılıcık tarhanası, diğer tarhana çeşitlerinden içerik ve üretim şekli bakımından farklılık göstermektedir. Ülkemizde üretilen tarhana çeşitlerinin içeriğinde yoğurt temel bileşim maddesidir ve tarhana üretiminde fermentasyon uygulanmaktadır. Literatüre bakıldığında tarhana üzerine yapılan çalışmaların, çalışmamızdan farklı olarak, geleneksel tarhana üretimine bağlı kalınarak, yoğurt içerikli örnekler üzerinde yapıldığı görülmüştür.

Köse ve Çağındı (2002), tarhana üretiminde farklı tahıl unu kullanımının kimyasal ve duyuşal özellikler üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, farklı oranlarda buğday, çavdar, mısır ve soya unu içeren tarhana örnekleri hazırlamışlardır. Tahıl unu, yoğurt, domates, biber ve soğan ile hazırlanan tarhana hamurları, 32°C'de 24 saat fermentasyona bırakılmıştır. Tarhanalarda soya ve çavdar unu ilavesinin inorganik madde miktarını artırdığı, en yüksek protein içeriğinin %25 soya unu-%75 buğday unu kullanılan tarhana örneğinde saptandığı belirtilmiştir. Duyuşal özellikler açısından bakıldığında da, %5 soya unu-%95 buğday

unu kullanılan tarhana örneğinin genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puana sahip olduğu görülmüştür.

Erkan vd. (2006), tarhana üretiminde arpa unu kullanımının bazı kimyasal özelliklere etkisini inceledikleri çalışmalarında, buğday unlu, kavuzlu arpa unlu, kavuzsuz arpa unlu ve 1:1 oranında buğday/kavuzsuz arpa unlu tarhana örnekleri üzerinde çalışmışlardır. Tarhana hamurlarında tahıl unları ile birlikte, yoğurt, domates püresi, biber, soğan, kırmızı biber, maya ve tuz kullanılmıştır. 5 gün boyunca 30°C'de fermentasyona bırakılarak üretilen tarhana örneklerinin kimyasal özellikleri incelendiğinde, en düşük kül miktarı buğday unlu tarhanada (%1,71) gözlemlenirken, en yüksek kül miktarı kavuzsuz arpa unlu tarhana örneğinde (%2,48) tespit edilmiştir. Kavuzsuz arpa unlu tarhana örneği en yüksek protein içeriğine sahip olup (%15,9), kavuzlu arpa unlu tarhana örneğinin protein içeriğinin en düşük olduğu belirtilmiştir. Tarhana örneklerinin β -glukan içeriği incelendiğinde ise, beklenildiği gibi en düşük β -glukan içeriği buğday unlu tarhana örneğinde (%0,28) tespit edilirken, kavuzsuz arpa unlu tarhana örneğinin en yüksek β -glukan içeriğine sahip olduğu (%3,55) belirlenmiştir.

Certel vd. (2007) çalışmalarında, hazırladıkları tarhana hamurunun fermentasyonu boyunca ve tarhananın 6 ay süreyle farklı koşullarda muhafazası sırasında meydana gelen çözünür vitamin içeriğindeki değişimleri incelemişlerdir. Tarhana örneğinin riboflavin ($p<0.01$), tiamin, niasin, piridoksin (B_6 vitamini) ve folik asit ($p<0.05$) içeriğinde, fermentasyon boyunca önemli oranda artış olduğu saptanmıştır. Mikroorganizma faaliyetleri sırasında vitaminler kullanılsa da, yoğurttan gelen bakteriler ve mayaların sentezlediği vitamin miktarının kullanılanlardan daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Tiamin, riboflavin ve folik asit içeriğinin, muhafaza koşullarından ve süresinden önemli derecede ($p<0.01$) etkilendiği, niasin ve piridoksin içeriğinin ise etkilenmediği ($p>0.05$) görülmüştür.

Bilgiçli (2009a), çölyak hastaları için glutensiz tarhana yapımında buğday unu yerine farklı oranlarda karabuğday unu, pirinç unu ve mısır nişastası kullandığı çalışmasının sonucunda, glutensiz tarhanaların buğday unu kullanılan kontrol örneğine kıyasla, toplam inorganik madde, potasyum, magnezyum ve fosfor içeriğinin artış gösterdiğini, protein miktarının ise azaldığını belirlemiştir. Glutensiz tarhana örneğinin renk özellikleri incelendiğinde, kontrol örneğine kıyasla daha düşük parlaklık değerine sahip olduğu, kırmızılık ve sarılık değerinin ise önemli bir değişiklik göstermediği belirtilmiştir.

Gurbuz vd. (2010), farklı hamur uygulamaları (yoğurt, ekmeklik maya), fermantasyon süresi (24, 48, 72 saat) ve kurutma teknikleri (güneşte kurutma, gölgede kurutma, vakum kurutma, dondurarak kurutma) uyguladıkları tarhana örneklerinin fizikokimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Gölgede kurutma uygulanan örneklerin, fermantasyon süresi uzadıkça, arzu edilen renk oluşumunun azaldığı, tarhana hamurunda yoğurt yerine maya kullanımının duyusal özelliklere önemli bir etkisinin olmadığı ve genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek skorun, 72 saat fermantasyona bırakılmış mayalı tarhana hamurunun dondurarak kurutulmasıyla elde edilen örneğe ait olduğu belirtilmiştir.

Özdestan ve Üren (2013) çalışmalarında, farklı yörelerde üretilen ev yapımı 15 tarhana örneği ve ticari olarak üretilen 5 tarhana örneğinde, fazla alımları sonucunda bireyler için bazı sağlık risklerine sebep olan bazı biyojenik aminlerin miktarını incelemişlerdir. Toplam biyojenik amin içeriklerine bakıldığında, ev yapımı tarhana örneklerinde 73,0-1019,9 mg/kg tarhana, ticari olarak üretilen tarhana örneklerinde 114,6-462,8 mg/kg tarhana olarak belirlenmiştir.

Serbest amino asitlerin, biyojenik amin oluşumu ile ilişkili olması sebebiyle Özdestan ve Üren (2013)'ün çalışmalarında tarhana örneklerindeki serbest amino asit içeriği incelendiğinde, 0,035-1,427/100 g tarhana olarak belirlenmiş ve ticari olarak üretilen örneklerdeki miktarın daha yüksek olduğu görülmüştür.

Demir (2014), sırasıyla farklı oranlarda (% 40:30:30, 50:25:25 ve 60:20:20) kinoa unu, pirinç unu ve patates nişastasını kullanarak ürettiği glutensiz tarhanalarda, kinoa unu miktarının tarhana örneklerinin kimyasal ve besinsel özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Kinoa ununun %60 oranında kullanıldığı tarhana örneğinin, en yüksek ham protein, kül ve ham yağ içeriğine sahip örnek olduğu ve kinoa ilavesi ile örneklerin potasyum, magnezyum, kalsiyum ve demir içeriğinde önemli oranda artış görüldüğü belirtilmiştir.

Kılcı ve Göçmen (2014), buğday unu yerine farklı oranlarda (%10, 20, 30, 40) yulaf unu ikame ederek hazırladıkları tarhana örneklerinin fenolik asit kompozisyonunu, antioksidan aktivitesini ve fenolik içeriğini incelemişlerdir. Yulaf unu ilavesinin, tarhana örneklerinin mineral içeriğini zenginleştirdiğini ve yulaf unu oranı arttıkça bağlı ve serbest fenolik içeriğinin de artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Tarhana örneklerinde baskın fenolik asitlerin, vanilik, ferulik ve gallik asit olduğunu saptamışlardır. Tarhana örneklerinde yulaf unu ikamesi, istenmeyen tat veya kokuya sebep olmamakla beraber, %30 oranında yulaf unu ikamesi yapılan tarhana örneği,

genel kabul edilebilirlik açısından panelistler tarafından en iyi tarhana olarak seçilmiştir.

Bayrakçı ve Bilgiçli (2015), buğday unu yerine farklı oranlarda (%15, 30, 45) farklı iki çeşit ticari dirençli nişasta (RSa, RSb) kullanarak elde ettikleri tarhana örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmalarında, örneklerdeki renk değerlerinin, bazı kimyasal ve fonksiyonel özelliklerin değişimini incelemişlerdir. Her iki dirençli nişasta çeşidinin de, formülasyondaki miktarı arttıkça, tarhana örneklerinin protein, kül, demir, potasyum, magnezyum, fosfor ve çinko içeriğinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Enzime dirençli nişasta seviyesindeki artış, örneklerin köpük stabilitelerini olumlu yönde etkilerken, su absorpsiyon kapasitesi de artış göstermiştir. Ayrıca, dirençli nişasta ilavesiyle, düşük sindirilebilir nişasta içeriği sebebiyle örneklerdeki asitlik, %30'un üzerinde dirençli nişasta kullanımı ile negatif yönde etkilenmiştir.

Ertaş vd. (2015) çalışmalarında, tarhana üretiminde yoğurt yerine peynir altı suyu konsantresi kullanımı ile zenginleştirdikleri tarhana örneğinin, bazı fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Tarhana örneklerinin su ve yağ absorplama kapasitesi ile emülsifikasyon özelliğinin, peynir altı suyu oranı arttıkça azaldığı tespit edilmiştir. Yoğurt yerine %50 oranında peynir altı suyu ikame edilen örneğin en yüksek köpük kapasitesine sahip örnek olduğu belirtilirken, yoğurda ek olarak %50 oranında peynir altı suyu ilave edilmiş örneğin, en düşük köpük kapasitesine sahip örnek olduğu belirtilmiştir.

Çagindi vd. (2016), farklı bölgelerden temin ettikleri, farklı içerikteki ticari ve ev yapımı toplam 36 tarhana örneğinin fenolik madde içeriklerini incelediklerinde, Antalya'dan temin ettikleri ev yapımı çörek otlu tarhana örneğinden sonra en yüksek fenolik madde içeriği, Bolu'dan temin ettikleri ev yapımı kızılıcak tarhanası örneğinde belirlemişlerdir.

Değirmencioğlu vd. (2016), buğday unu yerine farklı oranlarda (%20, 40, 60, 80, 100) yulaf unu ikame ederek hazırladıkları tarhana hamurlarına fermentasyon uygulamış (30°C, 3 gün) ve farklı kurutma tekniklerinin örneklerin fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesine etkisini incelemişlerdir. Toplam fenolik madde miktarının, yulaf unu ilavesiyle artış gösterdiğini ve fırında kurutma uygulanan tarhana örneğinin en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Mikrodalga ile kurutma uygulanan örneğin, diğer örneklerle kıyasla daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmüştür.

2.2.3 Dünyada Tüketilen Tarhana Benzeri Fermente Tahıl Ürünleri

Geleneksel gıdalar, geniş kapsamlı bir zaman diliminde bölgesel veya yerel olarak tüketilen, hazırlanma metotları nesilden nesile aktarılmış, üretildiği bölgenin kültürünü, tarihini ve yaşam biçimini yansıtan ve üretildiği bölge halkının kültür değeri haline gelmiş gıdalardır (Trichopoulou vd., 2007).

Günümüzde tüm dünyada geleneksel olarak üretilen 3500'ün üzerinde farklı çeşitte fermente gıda ve içecek üretimi yapıldığı tahmin edilmektedir. Fermente ürünler, üretildiği yöreye özgü ve bölgedeki iklime, sosyal yapıya, üretim uygulamalarına ve en önemlisi kullanılan hammaddelere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir (Law vd., 2011). Bu ürünler çoğunlukla Asya, Afrika ve Orta Doğu'da evlerde, köylerde veya küçük ölçekli üretim yerlerinde üretilmekte ve yapılaş metotları, genel kompozisyonları, mikrobiyal süreçleri hakkında çok kısıtlı bilgilere sahip olunduğu bilinmektedir (Kabak ve Dobson, 2011).

Başta Orta Doğu olmak üzere, önemli ve değerli bir besin kaynağı olan sütün bozulmasını önlemek (Robinson ve Cadena, 1978) ve geniş alanlarda üretimi yapılan tahılların kullanımını artırmak amacıyla (Kohajdova, 2014), yoğurt-tahıl unlu ürünler büyük oranda kabul görmüş önemli gıdalardır (Robinson ve Cadena, 1978).

Mısır'da ve bazı Arap ülkelerinde, geleneksel olarak tüketilen ürünlerden biri olan Kishk, Laban zeer denilen, tuzlanmış ekşi süt yağı veya yoğurt ile bulgur karışımının fermente edilip, kurutulmasıyla elde edilen tarhana benzeri, tahıla dayalı fermente bir gıdadır (Abou-Zeid, 2016).

Hamad ve Fields (1982), geleneksel kishk üretiminden farklı olarak, yoğurt yerine peynir altı suyu kullanımıyla, dengeli protein içeriğine sahip, daha düşük maliyetli bir ürün elde etmeyi ve peynir altı suyunun değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Geleneksel üretim yöntemi ile üretilen yoğurt içerikli kishk örneğinin toplam amino asit içeriğinin (%14,62), peynir altı suyu kullanılarak üretilen kishk örneğine göre (%11,7) daha yüksek miktarda olduğu saptansa da, peynir altı suyu ile üretilen kishk örneğinin serbest amino asit içeriğinin (%1,02), yoğurt ile üretilen örnekten (%0,87) daha yüksek olduğu, peynir altı suyu kullanımıyla riboflavin ve niasin miktarının önemli derecede artış gösterdiği saptanmıştır (Hamad ve Fields, 1982).

Damir vd. (1992), yağı alınmış süt ve Laban Rayeb denilen bir çeşit fermente süt ile bulgur karışımının 6 gün fermantasyona bırakarak ürettikleri kishk örneklerinin, fermantasyon süresince serbest ve toplam amino asit içeriğini incelemişlerdir. Yağı alınmış süt kullanılan kishk örneğinin treonin, serin, glutamik asit, prolin, glisin, alanin, valin, fenilalanin ve arjinince daha zengin olduğu, Laban Rayeb kullanılan kishk örneğinin ise izolösin, tirozin, histidin ve lisin içeriğinin yağı alınmış süt kullanılan örneğe göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Her iki örneğin toplam aminoasit miktarı, fermantasyonun 4. gününden itibaren azalmaya başlamıştır (Damir vd., 1992).

Toufeili vd. (1999), bulgur ve tam buğday unlu iki ayrı kishk örneğinin bazı besinsel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, bulgurlu kishk örneğinin, tam buğday unlu kishk örneğine kıyasla daha yüksek miktarda fitik asit (mg/100 g) içerdiğini belirlemişlerdir ($p<0,05$). Bu durumun önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi, bulgur üretimi sırasında buğdayın kaynatma aşamasında (parboiling), fitik asidin kepekten tanenin iç katmanlarına geçişinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Ayrıca bu durum, fitaz enzimi aktivitesinin (mmol Pi.g-1.h-1) tam buğday unlu kishk örneğinde daha yüksek bulunması ile de açıklanabilmekte ve fitaz enziminin yoğun olarak buğday tanesinin aleuron tabakasında yer aldığı bildirilmiştir (Toufeili vd., 1999).

Toufeili vd. (1999), bulgur ve tam buğday unlu kishk örneklerinde, fitik asit içeriğindeki en belirgin düşüşün, fermantasyonun ilk 24 saatinde, sırasıyla %25,5 ve %44,5 oranında gerçekleştiğini gözlemlemiştir (Toufeili vd., 1999). Bulgur ve tam buğday unlu kishk örneklerinde, toplam Ca, Mg, Fe ve Zn miktarları sırasıyla, 285,6, 116,8, 4,8, 2,5 ve 281,2, 107,3, 5,0, 2,4 mg/100 g olarak belirlenmiş ve fermantasyon süresince fitik asit içeriği miktarındaki düşüşe bağlı olarak, HCl-çözünür mineral miktarlarında, her iki örnekte de fermantasyon boyunca artış görülmüştür (Toufeili vd., 1999).

Ali (2016), 40 erkek deney faresi üzerinde, farklı oranlarda kishk tüketiminin, gelişme performansına, lipid profiline ve bazı biyokimyasal parametrelere etkisini incelemiştir. Bu amaçla oluşturduğu 5 deney grubundan, negatif kontrol grubu olarak adlandırılan gruba, AOAC metoduna göre, kazein (%15), mısır özü yağı (%10), selüloz (%5), tuz (%4), vitamin karışımı (%1) ne nişasta (%65) içeren bazal diyet uygulanmıştır. Yüksek kolestrollü beslenme (HCD) tipi uygulanan pozitif kontrol grubu, %98,75 bazal diyet, (%1) kolesterol ve %0,25 kolik asit (öd asidi) ile beslenmiştir. Diğer üç grup ise sırasıyla %10, %20 ve %30 oranında kishk takviyeli

HCD tipi ile beslenmiştir. 8 hafta sonunda, farklı oranlarda kışk içerikli diyetle beslenen deney farelerinin vücut ağırlıklarının, negatif ve pozitif gruplara göre önemli derecede düşük olduğu ($p<0,05$) belirlenmiştir. Toplam kolesterol değerlerine bakıldığında ise, %10, %20 ve %30 kışk takviyeli HCD tipi beslenme uygulanan deney gruplarının, HCD tipi beslenen gruba göre sırasıyla, %17,2, %19,2 ve %26,1 oranında daha düşük olduğu belirlenmiş, bunun kışk'ın besinsel lif kaynağı olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Ayrıca, farklı oranlarda kışk ilaveli HCD uygulanan deney farelerinin, serum kolesterolünün, düşük yoğunluklu lipoprotein değerinin ve trigliserit konsantrasyonunun önemli derecede ($p<0,05$) artış gösterdiği görülmüştür (Ali, 2016).

Carpino ve arkadaşları (2010), Kıbrıs'ın geleneksel ürünü olan, koyun veya keçi sütü ile veya her ikisinin karışımı ile buğdayın kullanıldığı 'Trachanas' üretiminde, güneşte kurutma ile fırında kurutma uygulamalarının, aroma bileşikleri ve bazı uçucu bileşikler üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla, fırında kurutma işlemi uygulanan örnekler, 2 gün boyunca 40°C'de (pH 4,8, aw=0,48), güneş ışığında kurutma işlemi uygulanan örnekler, 5 gün boyunca (pH 5,0, aw=0,51) kurumaya bırakılmıştır. Gaz kromatografisinde yaptıkları olfaktometrik nitel analiz sonucunda, koku bileşen profilince güneşte kurutulan trachanas örneklerinin, fırında kurutulan örneklerle kıyasla önemli oranda ($p<0,01$) daha zengin olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, güneşte kurutulan örneklerdeki uçucu bileşiklerin, fırında kurutulan örneklerle kıyasla daha fazla heterojenlik gösterdiği gözlemlenmiştir. Çeşitliliğin fazla olması, kurutma sıcaklığındaki değişimlere ve güneş ışınları gibi diğer faktörlere bağlanmaktadır. Geleneksel yöntemde olduğu gibi güneşte kurutma işleminin, fırında kurutmaya göre daha hoş giden koku bileşiklerinin üretimini destekleyici ortam koşullarını sağladığı görülmektedir. Bu farklılık, güneşte kurutma işleminde foto-oksidasyon olayı gerçekleşirken, fırında kurutma işleminde yüksek sıcaklığa bağlı olarak oto-oksidasyon olayının gerçekleşmesi ile açıklanmıştır (Carpino vd., 2010).

Georgola vd. (2011), Yunanistan'da üretimi yapılan "Trachanas"'ın farklı çeşitleri üzerine yaptıkları çalışmalarında, sebze posalı "Nistisimos", asitlendirilmiş sütlü "ekşi trachanas" ve şekerli kondense sütlü (sweet milk) "tatlı trachanas" örneklerinin besinsel özelliklerini incelemişlerdir. Besinsel lif içeriği bakımından tatlı trachanasın, kül içeriği bakımından ekşi trachanasın en yüksek değere sahip örnek olduğu görülürken, nistisimos en düşük protein içeriğine sahip örnek olarak belirlenmiştir. Ekşi trachanas örnekleri diğer trachanas örneklerine kıyasla daha

fazla oranda doymuş yağ asidi içerirken, nistisimos örneklerinin doymamış yağ asidi içeriğince daha zengin olduğu görülmüştür (Georgala vd., 2011).

2.3 Karabuğday, Kavuzsuz Arpa ve İrmik Altı Unun Besinsel Özellikleri

Gıdaların bazı besin öğelerini, doğal içeriğinden daha yüksek değerlere çıkaracak uygulamaları kapsayan “gıda zenginleştirme” ve gıdada yetersiz miktarda olduğu bilinen besin öğelerinin, dışarıdan ilavesi olarak tanımlanan “gıda kuvvetlendirme (fortifikasyon)” kavramları günümüz gıda üretiminde önem kazanmıştır (Erdem, 2008). Genetik iyileştirmeler, amino asit takviyesi ile zenginleştirme, protein konsantratları veya izolatları ile veya tahıl taneleri, bakliyatlar, yağlı tohumlar gibi proteince zengin kaynaklar ile gıdayı besinsel açıdan kuvvetlendirme veya zenginleştirme gibi çeşitli yöntemler, gıdaların besinsel kalitesini artırmak amacıyla uygulanmaktadır (Chavan vd., 1989).

Karabuğday (pseudo-tahıl), esansiyel amino asitler başta olmak üzere, protein, flavonoid, kateşin, fitosterol ve çoklu doymamış yağ asitleri gibi bileşenlerce zengin bir tahıl çeşidi olması sebebiyle, fonksiyonel gıda üretimi için önemli bir hammaddedir (Bilgiçli, 2009a; Giménez-Bastida vd., 2015). Yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarla karabuğday ve karabuğday ile zenginleştirilmiş gıdalar ile beslenmenin, yüksek antioksidan kapasiteye sahip olmasına bağlı olarak, hipoglisemik, kolesterol düşürücü, antikanser, anti-inflamatuar gibi çok çeşitli biyolojik ve fizyolojik aktivite üzerine olumlu etkisinin olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Giménez-Bastida vd., 2015).

Çölyak hastalığı, buğday, arpa, çavdar ve yulafın bazı çeşitlerinde bulunan, genel olarak “gluten” olarak adlandırılan prolamin tip proteinlerin, ince bağırsakta sindirime karşı direnç göstermesi sonucu, oto-immün sistemde meydana gelen sindirim sistemi rahatsızlığıdır. Glutenin çölyak hastaları için toksik etki yaratması ve dünya nüfusunun %1’ini oluşturmaları sebebiyle, glutensiz gıda üretimi önem arz etmektedir (Karademir ve Yalçın, 2017). Karabuğday, gluten içermemesi sebebiyle, çölyak hastalarının günlük diyetinde, potansiyel bir gıda kaynağı olabilir (Bilgiçli, 2009b).

Tahıllar arasında buğday, pirinç ve mısırdan sonra, dünyadaki toplam üretimin önemli bir payını oluşturan arpa (*Hordeum vulgare* L.), *Poaceae*

familyasının *Triticeae* alt familyasının *Hordeum* cinsine ait bir tahıldır. İnsan beslenmesinin çok kısıtlı bir miktarını oluşturan arpa, başlıca hayvan yemi ve biracılık endüstrisi hammaddesi olarak kullanılmıştır (Ames ve Rhymer, 2008). Öte yandan buğdayın besinsel değeri ile karşılaştırıldığında, arpanın kan kolesterol ve glukoz seviyesini düşürücü, diyabet hastalarında insülin salgılanmasını düzenleyici ve kanser riskini azaltıcı etkileri olduğu belirlenen β -glukanı yüksek miktarda içermesi sebebiyle, son yıllarda arpanın değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalarda artış gözlemlenmiştir (Erkan vd., 2006).

Arpa danesi, düşük ham yağ, kompleks karbonhidratlar, diğer tahıl çeşitlerine kıyasla dengeli protein içeriği, mineraller, başta E vitamini olmak üzere vitaminler, polifenolikler ile suda çözünen ve çözünmeyen besinsel lif içeriği bakımından önemli bir tahıldır (Baik ve Ullrich, 2008).

Danenin kimyasal kompozisyonu, genotipe, ekim uygulamalarına ve yetiştiği çevre şartlarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir ve Dünya'da kavuzlu ve kavuzsuz arpa olarak ekimi yapılmaktadır. Danedeki kimyasal kompozisyonları incelendiğinde, kavuzlu ve kavuzsuz arpadaki nişasta (sırasıyla %58,2 ve %63,4), besinsel lif (sırasıyla %20,2 ve %13,8) ve protein (sırasıyla %13,7 ve %14,1) miktarları her ikisinde de önemli düzeyde bulunmaktadır (Newman ve Newman, 2008).

Arpa ile ilgili olarak yapılan çalışmaların odak noktasının çoğunlukla, arpadaki suda çözünür besinsel lif olan β -glukanın kardiyovasküler hastalıklar ile ilintili risk faktörlerini (yüksek kolesterol gibi) azaltıcı etkisi üzerine olduğu görülmektedir. Çözünür besinsel lif tüketimi ile kan kolesterol seviyesinin düşürülme mekanizması, besinsel liflerin safra asitlerini bağlayarak vücuttan atılmaları ve tekrar safra asitlerinin sentezlenebilmesi için kan kolesterolünün yapı taşı olarak kullanılması ve böylece kan kolesterol düzeyinin azalması şeklinde açıklanmaktadır. Ayrıca, β -glukanın bağırsak viskozitesini artırması ve β -glukanın kalın bağırsakta fermente edilerek açığa çıkan kısa zincirli yağ asitlerinin kolesterolün biyosentezini engellemesi gibi faktörlerin etkili olduğu bildirilmiştir (Ames ve Rhymer, 2008).

Arpa ununun, ekmek, kek, kurabiye, erişte ve ekstrüde çerez gıdalar gibi buğday unlu ürünlerde buğday unu ile birlikte kullanılabileceği belirtilmektedir. Gıdalarda yüksek miktarlarda kullanımının hacmi olumsuz etkilediği, soluk kahverengi renge sebep olduğu ve sert tekstürlü kabuk oluşumuna sebebiyet verdiği bildirilmiştir (Baik ve Ullrich, 2008).

Dünya nüfusunun her geçen gün artması, beslenme ile ilgili sorunları da beraberinde getirmekte ve çözüme yönelik alternatiflerin ortaya konulmasını gerektirmektedir. Bu sebeple, son yıllarda gıda üretimi sırasında açığa çıkan sanayi artıklarının ve yan ürünlerinin değerlendirilmesi önem kazanmıştır (Işık, 2013).

Makarnacılık sanayiinde irmik altı unu, durum buğdayının (*Triticum durum*) irmik elde edilmesi amacıyla öğütülmesi sırasında ortaya çıkan değerli bir sanayi artığıdır. Durum buğdayının öğütülmesi sırasında elde edilen irmik randımanı %66-72 arasındadır (Kılıç, 1999). Bu aşamada irmiğin yanı sıra oluşan yan ürünler, irmik altı un, bonkalite ve razmoldür (Kemahlıoğlu ve Ünal, 2001). Proses sırasında %13-16 oranında açığa çıkan irmik altı unu, ekonomik açıdan bakıldığında, değerlendirilmesi gereken, inorganik madde içeriği başta olmak üzere besinsel değeri yüksek bir sanayi artığıdır (Kılıç, 1999).

Türk Standardı TS 4500 Un Standardında “Makarnalık buğdayın irmiğe işlenmesi sırasında ortaya çıkan sarımtırak krem renkli unlardır” şeklinde tanımlanmış, kül miktarı kuru maddede %1,5’ten, asiditesi %0,06’dan fazla olmayan ve ham selüloz, elek altı ve gluten miktarlarının aranmadığı özel unlar olarak belirtilmiştir (TSE TS 4500 Un Standardı, 2010). İrmik altı unu, yüksek miktarda kepek içermektedir, protein (%14-16), kül (%1,5-2) ve nişasta (~%65) açısından zengindir. Protein, ham yağ, kül, toplam besinsel lif ve çözünür besinsel lif açısından irmik altı un, buğday ununa kıyasla daha zengindir (Lin vd., 2012).

İrmik altı unu, genel olarak düşük gluten içerikli tahıllardan üretilen unların gluten yapısını kuvvetlendirmek amacıyla takviye edici olarak da kullanılmaktadır (Yağcı ve Göğüş, 2008).

3. MATERİYAL VE METOT

3.1 Materyal

Kızılıcık tarhanası üretiminde kullanılan hammaddelerden; irmik altı un Hendek, Düzce’de bulunan bir makarna fabrikasından, karabuğday (Güneş cv.) Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü (Karatay, Konya)’den, kavuzsuz arpa (Özen cv.) Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (Yenimahalle, Ankara)’den temin edilmiştir. Araştırmamızda kontrol tarhanasının üretimi için gerekli ekmeklik buğday unu (Buysan Un, Bolu) ise kızılıcık tarhanası üretimlerinin gerçekleştirildiği Bolu’da bulunan bir işletmeden temin edilmiştir. Çalışmamızda, Bolu Dağlarında doğal olarak yetişen kızılıcık meyvesi (*Cornus mas* L.) kullanılmıştır. Kızılıcıklar, temizlendikten ve yıkandıktan sonra çekirdeklerinden ayrılarak püre haline getirilmiş ve taze olarak kızılıcık tarhanası üretiminde kullanılmıştır. Makarnalık *Triticum durum* buğdayının irmiğe öğütülmesi sırasında açığa çıkan irmik altı un, direkt olarak kızılıcık tarhanası üretimlerinde kullanılmıştır. Karabuğday (*pseudo-tahıl, glutensiz*), yabancı maddelerinden temizlendikten sonra valsli laboratuvar değirmeninde (Roller Mill Quadrumat Junior, Brabender GmbH & Co., Duisburg, Almanya) kavuzundan ve kepeğinden ayrılarak una öğütülmüştür (randıman %45). Kavuzsuz arpa ise yabancı maddelerinden temizlendikten sonra taş değirmende (A700 Genuine Wood, Good Mills Company, Osttirol, Lienz, Avusturya) tam kavuzsuz arpa ununa öğütülmüştür. Elde edilen tahıl unları polietilen plastik torbalarda ambalajlanarak +4°C’de muhafaza edilmiştir. Daha sonra kızılıcık tarhanası üretimlerinde kullanılmıştır.

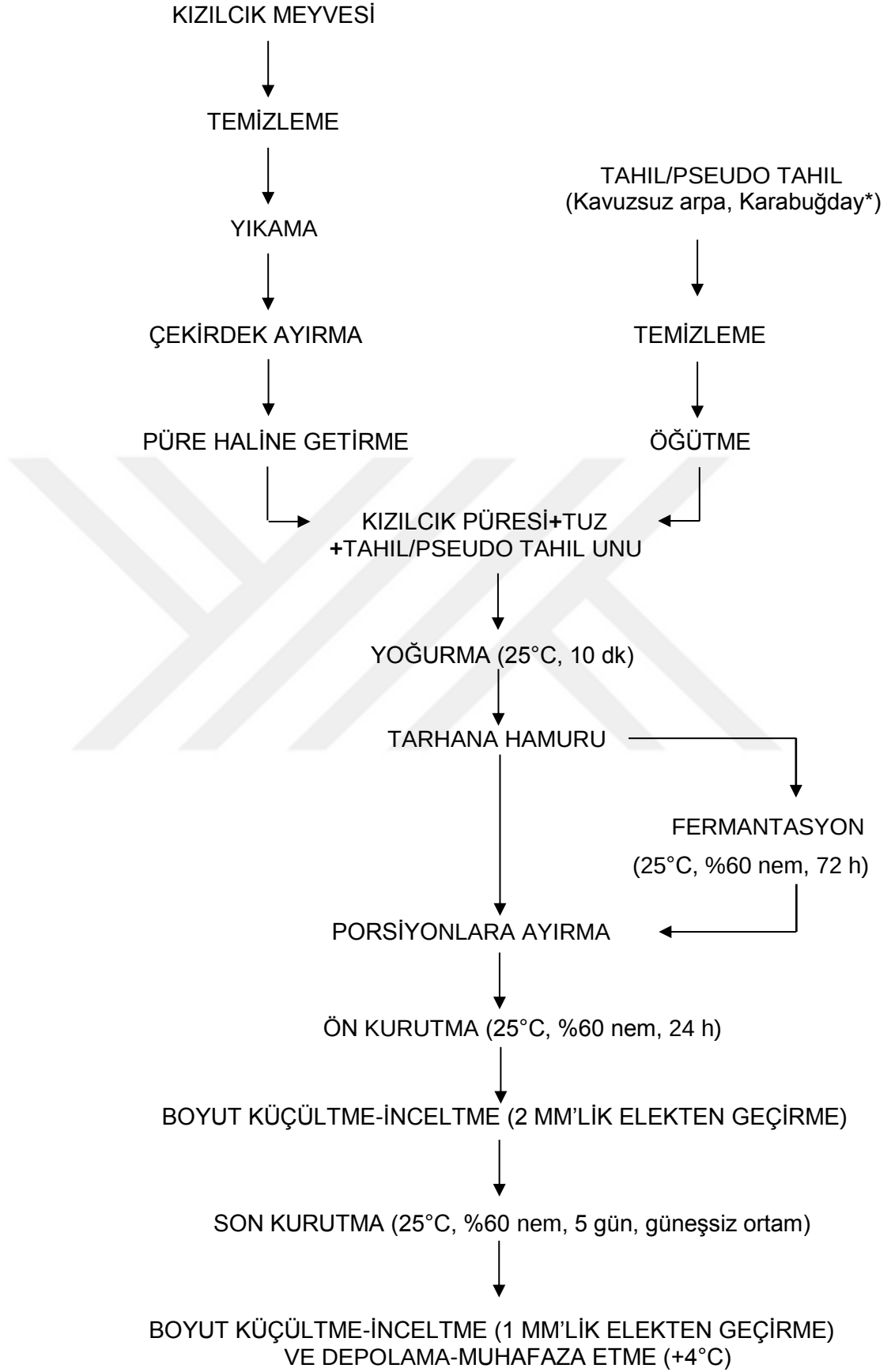
3.2 Metot

3.2.1 Kızılıcık Tarhanası Üretimi

Kızılıcık tarhanalarının üretimleri tamamen geleneksel yöntem izlenerek yapılmıştır. Buna göre, tahıl/pseudo tahıl unu, kızılıcık püresi (P) ve yemeklik tuz karışımı uygun kıvamı (tahıl/pseudo tahıl ununun su absorpsiyon kapasitesine göre değişmektedir) yakalayınca kadar karıştırıcıda (Kitchen Aid, USA) yoğrulmuştur. Yoğurma işlemi yapıldıktan sonra kızılıcık tarhanası hamurları; fermantasyon işlemi

uygulanmayacak örnekler için 25 gramlık porsiyonlara ayrıldıktan sonra direkt kurumaya bırakılmıştır; fermantasyon işlemi uygulanacak örnekler için ise oda sıcaklığında (25°C) ve %60 nemde 72 saat kitle halinde fermantasyona bırakılmış ve sonra 25 gramlık porsiyonlara ayrılarak, kuru bezlerin üzerine serilip güneşsiz ortamda ön kurutma işlemi yapılmıştır. Daha sonra ön kurutma uygulanmış kızılıık tarhanaları 2 mm'lik elekten geçirilerek inceltiştir. Boyut küçültme işlemi uygulanan kızılıık tarhanaları 25°C sıcaklıkta ve %60 nemde, güneş görmeyen bir ortamda, nem içeriği yaklaşık %12'nin altına düşürölene kadar kuru bezler üzerinde kurutulmuştur. Kurutmadan sonra kızılıık tarhanaları 1 mm'lik elekten geçirilerek inceltiştir, daha sonra polietilen torbalarda analiz yapılıncaya kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir. Farklı tahıl/pseudo-tahıl unlarından üretilen kızılıık tarhanaları, fermantasyonlu ve fermantasyonsuz olmak üzere iki tekerrürlü olarak üretilmiştir.

Bu çalışmada, kontrol kızılıık tarhanası örneği, ekmeklik buğday unu kullanılarak geleneksel yöntemle hem fermantasyon uygulayarak hem de fermantasyon uygulamadan ayrı ayrı yine iki tekerrürlü üretilmiştir. Kızılıık tarhanalarının üretim yöntemi Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Kızılıcik tarhanası üretim yöntemi.

Kontrol kızılıcık tarhanası ile birlikte, farklı tahıl/pseudo-tahıl unları ile hazırlanan tarhana hamurlarının formülasyonları, Bolu'da geleneksel kızılıcık tarhanası üretimi yapan üreticiler ile görüşülerek belirlenmiş ve kızılıcık tarhanası hamuru formülasyonları Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Kızılıcık tarhanalarının formülasyonlarında kullanılan bileşenlerin ağırlıkça miktarları

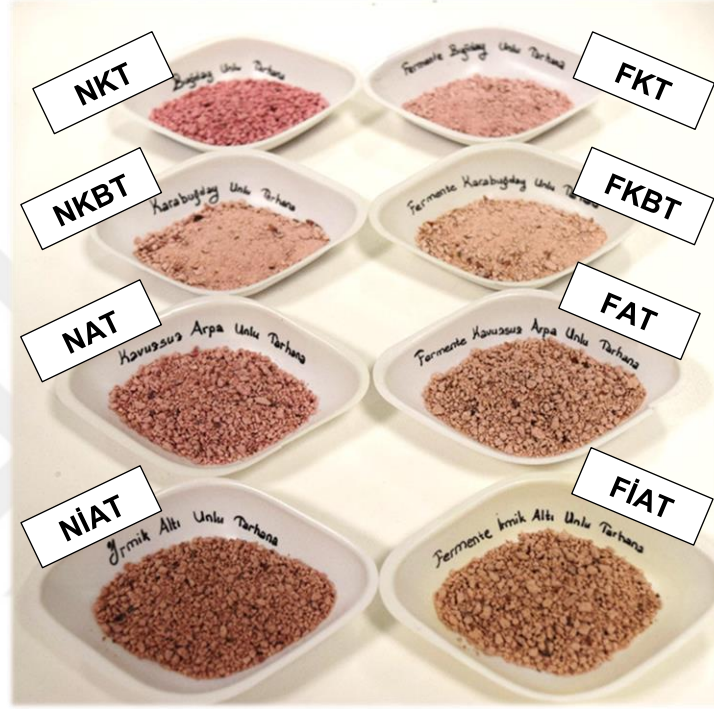
	Bileşenler (ağırlık bazında, %)			
	Kontrol KT	Karabuğday unlu KT	İrmik altı unlu KT	Tam kavuzsuz arpa unlu KT
P	52,7	55,3	58,0	59,4
Tuz (NaCl)	5,3	5,5	5,8	5,9
BU*	42,0	-	-	-
KBU*	-	39,2	-	-
İAU*	-	-	36,2	-
TKAU*	-	-	-	34,7

KT: Kızılıcık tarhanası; P: Kızılıcık püresi; BU: Buğday unu; KBU: Karabuğday unu; İAU: İrmik altı un; TKAU: Tam kavuzsuz arpa unu. *hamurun konsistensine (kıvamına) göre değişmektedir.

Ekmeklik buğday unu (BU) yerine %100 oranında karabuğday (KBU) veya tam kavuzsuz arpa (TKAU) veya ırmik altı unlarının (İAU) kullanıldığı kızılıcık tarhanası (KT) üretimlerinde, söz konusu tahıl/pseudo-tahıl unları, kızılıcık meyvesi püresi (P) ve yemeklik tuz ile karıştırılıp yukarıda açıklandığı şekilde üretimleri hem fermantasyon işlemi uygulayarak hem de uygulamadan ikiye tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Karabuğday ununun %100 oranında kullanıldığı glutensiz 'karabuğday unlu kızılıcık tarhanası' üretimi sırasında, gluten bulaşısı olmaması için diğer tahıl unlarının bulunmadığı izole bir ortamda yapılmış, bulaşma riskine karşı kesinlikle önlem alınmıştır.

Bu tez çalışmasındaki analizler, fermantasyon uygulanan örneklerden fermantasyonun 0., 24., 48. ve 72. saatlerinde alınmış tarhana hamurlarında, ön kurutulmuş örneklerde, son kurutulmuş ürünlerde; fermantasyon uygulanmamış örneklerin ise tarhana hamurlarında, ön kurutulmuş örneklerinde ve son kurutulmuş ürünlerinde ve ayrıca çalışmada kullanılan hammaddeler üzerinde yapılmıştır. Bu analizlerden öncelikle pH ve titrasyon asitliği tayinleri yapılmıştır. Son kurutma işleminden sonra ise porselen havanda ezilerek toz haline getirilen kızılıcık tarhanalarında aşağıda belirtilen kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

Farklı tahıl/pseudo-tahıl unları kullanılarak, fermentasyon uygulayarak ve uygulamadan üretilen kızılıcık tarhanalarının genel görünümü Şekil 3.2.'de gösterilmiştir. Buna göre, fermentasyon uygulamadan buğday unu, karabuğday unu, tam kavuzsuz arpa unu ve ırmık altı unundan üretilen kızılıcık tarhanaları sırasıyla NKT (kontrol kızılıcık tarhanası), NKBT, NAT ve NİAT olarak kodlanmış; fermentasyon uygulayarak üretilen kızılıcık tarhanaları ise sırasıyla FKT (kontrol kızılıcık tarhanası), FKBT, FAT, FİAT olarak kısaca kodlanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Tahıl/pseudo-tahıl unlarından fermentasyon uygulamadan (N) ve fermentasyon uygulayarak (F) üretilen kızılıcık tarhanalarının genel görünümü.

3.2.2 Kimyasal Analizler

3.2.2.1 Nem Miktarı Tayini

Kızılıcık püresi, tahıl/pseudo tahıl unları ve tarhana örneklerinde yapılan nem miktarı tayini, AACC-INT Approved Methods of Analysis Metot No. 44-01.01 (AACC-INT, 2010)'a göre belirlenmiştir.

3.2.2.2 Kül Miktarı Tayini

Tahıl/pseudo tahıl unlarında ve kızılıcık tarhanalarında kül miktarı tayini, AACC-INT Approved Methods of Analysis Metot No. 08-01.01 (AACC-INT, 2010)'a göre belirlenmiştir.

3.2.2.3 Ham Yağ Miktarı Tayini

Tahıl/pseudo tahıl unlarında ve kızılıcık tarhanalarında ham yağ miktarı tayini, AACC-INT Approved Methods of Analysis Metot No. 30-25.01 (AACC-INT, 2010)'a göre belirlenmiştir.

3.2.2.4 Protein Miktarı Tayini

Tahıl/pseudo tahıl unlarında ve kızılıcık tarhanalarında protein miktarı tayini, AACC-INT Approved Methods of Analysis Metot No. 46-12.01 (AACC-INT, 2010)'a göre belirlenmiştir. Buna göre mikro-Kjeldahl yöntemine göre belirlenen % azot miktarı, kontrol ekmeklik buğday unu ve irmik altı un hammaddeleri ve kızılıcık tarhanaları için 5,7; karabuğday ve kavuzsuz arpa unu hammaddeleri ve kızılıcık tarhanaları için 6,25 faktörü ile çarpılarak % protein miktarı belirlenmiştir.

3.2.2.5 Toplam Şeker ve İnvert Şeker Tayini

Kızılıcık püresi ve kızılıcık tarhanalarında toplam şeker ve invert şeker tayini Lane-Eynon metoduna göre yapılmıştır (Cemeroğlu, 2007).

3.2.2.6 Toplam Nişasta Miktarı Tayini

Tahıl/pseudo tahıl unlarında ve kızılıcık tarhanalarında toplam nişasta (%) miktarı Megazyme Total Starch Assay Kit (Megazyme International Ireland Limited, Wicklow, Ireland) enzimatik analiz kiti kullanılarak spektrofotometrik olarak tespit edilmiştir. Buna göre toplam nişasta miktarı analizi, McCleary vd. (1997), AOAC Official Metot 996.11 (AOAC, 2005) ve AACC-INT Approved Methods of Analysis Metot No. 76.13.01 (AACC-INT, 2010) yöntemleri esas alınarak oluşturulan metoda göre yapılmıştır. Yöntemin prensibi, ısıya dayanıklı (thermostable) α -amilaz ve amiloglukozidaz enzimleri ile örneklerdeki nişastanın glukoza kadar parçalanması

sağlamak, daha sonra açığa çıkan glukozun, glukoz oksidaz/peroksidaz enzim (GOPOD) çözeltisi ile reaksiyona sokulmasıdır. İnkübasyon (40 °C'de 20 dakika) sonunda meydana gelen absorbans spektrofotometrede (Shimadzu 1700, Japonya) 510 nm dalga boyunda tespit edilmiştir. Analizler üç tekrarlı yapılarak, sonuçlar (%) kuru madde üzerinden verilmiştir.

3.2.2.7 pH Tayini

Kızılılık tarhanası üretiminde kullanılan tahıl unlarında, kızılılık püresinde ve kızılılık tarhanası örneklerinde pH tayini İbanoğlu vd. (1995) yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre, 2,5 gram örnek üzerine 50 ml distile su ilave edilerek, manyetik karıştırıcıda (Velp, İtalya) tamamen çözünene kadar (10 dk) karıştırıldıktan sonra, Whatman No:1 filtre kağıdından süzülen örneklerin pH değeri dijital pH metre (Mettler Toledo, İsviçre) kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.2.8 Titre Edilebilir Asitlik (TEA) Tayini

Titre edilebilir asitlik (sülfürik asit ve malik asit cinsinden), Buğday Unu Türk Standardı 4500/ Haziran 2010 Asitlik Tayini metoduna (TSE, 2010) ve ayrıca TSE Tarhana Standardına (TSE 2282, 2004) göre belirlenmiştir.

3.2.2.9 Tuz Tayini

Farklı tahıl unlarından üretilen kızılılık tarhanalarının tuz miktarı Mohr yöntemine göre belirlenmiştir. Mohr yöntemi, sıcak suda çözünen örnekteki tuzun gümüş nitrat ile titrasyonu ile belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Bu amaçla, tarhana örneklerinden 2,5 gram alınmış, üzerine bir miktar saf su eklenerek kuvvetli bir şekilde karıştırıldıktan sonra kaba filtre kağıdından süzölmüştür. Süzöntü 250 ml'ye saf su ile tamamlandıktan sonra bu çözeltiden 25 ml alınıp 0,1 N AgNO₃ ile titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan 0,1 N AgNO₃ miktarı kullanılarak % tuz miktarı hesaplanmıştır. Sonuçlar (3.1) denklemine göre hesaplanmış ve g tuz/100 g (%) olarak ifade edilmiştir.

$$(\%) T_{uz} = \frac{(0,005844 \times V \times F \times SF)}{m} \times 100 \quad (3.1)$$

V = Titrasyonda harcanan 0,1 N AgNO₃ çözeltisinin miktarı (ml)

F = 0,1 N AgNO₃ çözeltisinin doğrulama faktörü

SF = Seyreltme faktörü

m = Tartılan örnek miktarı (g)

3.2.2.10 Toplam Besinsel Lif Tayini

Toplam besinsel lif içeriği (TBL, %) Megazyme Total Dietary Fiber Assay Kit (Megazyme International Ireland Limited, Wicklow, Ireland) analiz kiti kullanılarak belirlenmiştir. Bu analiz kitinde yöntem Lee vd. (1992) ve Prosky vd. (1988, 1992) metotları modifiye edilerek oluşturulmuştur. Örnekler sırasıyla α-amilaz, proteaz ve amiloglukosidaz enzimleri ile hidrolize edilerek, nişastanın ve proteinlerin parçalanması ve son olarak dekstrinlerin glukoz birimlerine ayrılması sağlanmıştır. Daha sonra %95'lik etanol ile besinsel lifler çöktürülmüş ve daha sonra karışım sinter filtreli krozelerden vakum ile süzölmüştür. Erlende kalan besinsel lifler sırasıyla %95'lik etanol, %78'lik etanol ve aseton ile yıkandıktan sonra cam krozeler bir gece etüvde 105°C'de kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işleminden sonra tartımları yapılarak ham besinsel lif miktarı belirlenmiştir. Daha sonra ham besinsel lifteki kül miktarının belirlenmesi amacıyla kül fırınında 525°C'de 2 saat yakma uygulanmıştır. Toplam besinsel lif miktarı, etüvde kurutma işleminden sonra bulunan ham lif miktarından, kül miktarının çıkarılması ile hesaplanmış ve kuru madde üzerinden % besinsel lif miktarı olarak verilmiştir. Kullanılan tahıl/pseudo-tahıl unlarında üç, kızılcık tarhanalarında dört tekrar yapılmıştır.

3.2.2.11 β-glukan miktarı tayini

Buğday unu, tam kavuzsuz arpa unu ve kızılcık tarhanalarında β-glukan miktarı Megazyme β-glucan Assay Kit (Megazyme International Ireland Limited, Wicklow, Ireland) analiz kiti kullanılarak belirlenmiştir. Yöntem, McCleary ve Glennie-Holmes (1985), McCleary ve Codd (1991), McCleary ve Mugford (1992) yöntemleri modifiye edilerek oluşturulmuştur ve McCleary metodu olarak bilinmektedir. Buna göre, 1 ml %50 (v/v)'lik etil alkol ve 5 ml sodyum fosfat tamponu (pH 6,5) ilave edilerek süspanse edilen örnekler vorteks karıştırıcıda (Reax Top,

Heidolph, Almanya) 1 dakika karıştırılmış, sonrasında kaynar su banyosunda 5 dk daha tutularak vorteks karıştırıcıda kuvvetlice karıştırılmıştır. Daha sonra likenaz enzimi (10 U) ile muamele edildikten sonra örnek santrifüj (Nüve, Ankara) edilmiştir. Santrifüjden çıkan süpernatant Whatman No:41 filtre kağıdından süzölmüş ve β -glukozidaz enzimi ile hidroliz işleminden sonra serbest kalan glukoz, glukoz oksidaz/peroksidaz (GOPOD) enzim çözeltisi ile reaksiyona bırakılmıştır. İnkübasyon (40 °C'de 20 dakika) sonunda meydana gelen absorbans UV-VIS spektrofotometrede (Shimadzu 1700, Japonya) 510 nm dalga boyunda ölçölmüştür. β -glukan miktarı kuru madde üzerinden analiz kitinde belirtilen hesaplamaya göre verilmiştir.

3.2.2.12 Askorbik Asit (C-vitamini) Tayini

Kızılıık püresinde ve kızılıık tarhanalarında L-askorbik asit tayini, Megazyme L-Askorbik Asit Kiti (Megazyme International Ireland Limited, Wicklow, Ireland) kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre, kızılıık püresinde ve kızılıık tarhanası örneklerinde askorbik asit (C-vitamini) tayini için, öncelikle berraklaştırma ve proteinlerin çöktürölerek uzaklaştırılması için, 10mM EDTA içeren %3'lük metafosforik asit kullanılmıştır. Örnek ekstraksiyonu için homojenizasyon ve filtrasyon aşamaları sonrası, süzüntü hacmi kadar 1 M potasyum fosfat (pH 3,5) ilave edilerek, 1500xg'de santrifüj edilmiştir. Analizin prensibine göre, pH 3,52'de ve elektron taşıyıcısı PMS (5-metilfenaziniyum metosülfat) varlığında, örnekteki L-askorbik asit (L-askorbat) ve diğör bazı indirgeyici bileşikler (R-H₂), tetrazolyum tuzu MTT'yi (3-(4,5-dimetiltiazolil-2)-2,5-difeniltetrazolyum bromid), formazan bileşiğine dönüştürürler. Örnek çözeltisine karşı hazırlanan şahit (blank) çözeltiye ise ekstrakte edilen örnek ile birlikte askorbik asit oksidaz enzimi ilave edilerek, L askorbik asidin dehidroaskorbata dönüşümü sağlanır. Örnekteki L-askorbik asit miktarı, örnek çözeltisine ve şahit çözeltisine PMS çözeltisinin eklenmesiyle absorbansda meydana gelen değışimin spektrofotometrik olarak 578 nm dalga boyunda belirlenen absorbans farklarından hesaplanır. Örneklerdeki C-vitamini analizi üç tekrarlı yapılmış, sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

3.2.3 Besinsel Özelliklerin Analizi

3.2.3.1 Antosiyanin Tayini

Kızılcık püresi ve kızılcık tarhanalarında toplam antosiyanin miktarı pH diferansiyel yöntemine göre spektrofotometrik olarak tespit edilmiştir (Cemeroğlu, 2007; Giusti ve Wrolstad, 2001; Wrolstad vd. 2005; Canuto vd., 2016). Analizin prensibi, monomerik antosiyaninlerin pH 1,0'de renkli oksonium formunun, pH 4,5'te ise renksiz hemiketal formunun hakim olmasına dayanmaktadır. Buna göre, ortam pH 1,0 ve pH 4,5 olduğu zaman ölçülen absorbans değerlerinin farkı, doğrudan antosiyanin konsantrasyonu ile orantılı olmaktadır. Örnek ekstraksiyonu için 5 gram kızılcık püresi/kızılcık tarhanası örneği, 10 ml ekstraksiyon çözeltisi (%0,20'lik HCl ile asitlendirilmiş metanol) ile homojenize edildikten sonra, 10 dakika 20°C'deki ultrasonik su banyosunda (ISOLAB, Almanya) bekletilmiştir. Daha sonra 15 dakika, oda sıcaklığında 1356xg'de santrifüj edilmiştir. Bu işlem üç kez tekrar edilmiş ve daha sonra Whatman No:1 filtre kağıdından süzölmüştür. Toplanan süpernatantların hacimleri 50 ml'lik balon jojelerde ekstraksiyon çözeltisi ile tamamlanmış ve kahverenkli şişelere aktarılarak -20°C'de depolanmıştır. Örnek ekstraktlarının seyreltme oranının belirlenmesi için ön denemeler yapılarak spektrofotometredeki absorbansların 1,0'in altında olması sağlanmıştır. Yönteme göre, pH 1,0 ve pH 4,5 olan tampon çözeltiler ile reaksiyona sokulan belirli oranda seyreltilmiş örnek çözeltilerinin absorbansları, örnekteki hâkim antosiyanin türünün en yüksek absorbans verdiği 514 nm'de ve 700 nm'de absorbansları okunarak yapılmıştır. Buna göre, antosiyanin miktarı 3.2 denklemine göre hesaplanmıştır.

$$A = (Abs_{\lambda_{vismax}} - Abs_{\lambda 700})_{pH1,0} - (Abs_{\lambda_{vismax}} - Abs_{\lambda 700})_{pH4,5} \quad (3.2)$$

A= Düzeltilerek hesaplanmış absorbans değeri

Vareed vd. (2006) kızılcık meyvesinde (*Cornus mas* L.) bulunan antosiyaninlerden en yüksek konsantrasyonda olan bileşiğin siyanidin 3-o-galaktozid olduğunu belirlemişlerdir. Karaaslan (2012) kızılcıktaki siyanidin-3-o-glikozit konsantrasyonunu 8,3-18 ppm (mg/kg) aralığında, pelargonidin-3-o-glikozit 97-233 ppm aralığında tespit etmişlerdir. Bu bilgiye göre, örneklerdeki antosiyanin miktarı 3.3 denkleminde yararlanılarak, siyanidin 3-o-galaktozid cinsinden, mg/g olarak hesaplanmıştır. Örneklerdeki antosiyanin analizi üç tekrarlı yapılmış, sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

$$\text{Toplam monomerik antosiyanin (mg/g)} = \frac{(A \times MA \times SF \times 1000)}{\epsilon} \times l \quad (3.3)$$

- MA** : Baskın antosiyanin bileşiğinin moleküler ağırlığı (g/mol)
- SF** : Seyreltme faktörü
- ε** : Molar absorptivite (antosiyaninin %1'lik çözeltisinin, 1 cm ışık yolu kalınlığında $\lambda_{\text{vis-max}}$ dalga boyunda gösterdiği absorpsiyondur (Sağbasan, 2015)).
- l** : Spektrofotometre küvet kenar uzunluğu, ışık yolu (1 cm)

3.2.3.2 Toplam Fenolik Madde Analizi

Kızılıcık tarhanalarında ve kızılıcık püresindeki toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi için öncelikle fenolik maddeler ekstrakte edilmiştir. Bunun için örnekler farklı solventler ile farklı ekstraksiyon koşullarında muamele edilmiş ve toplam fenolik madde miktarları belirlenmiştir. Öncelikle dimetil sülfoksit (DMSO) ile toplam fenolik madde tayini Gutfinger (1981) ve Singleton vd. (1999) tarafından önerilen Folin-Ciocalteu yöntemi modifiye edilerek yapılmıştır. Nişasta gibi polimerik maddelere bağlı halde bulunan fenolik maddelerin ayrılmasını sağlayan DMSO, yalnızca kızılıcık tarhanası örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Öğütülmüş kızılıcık tarhanası örnekleri, 1:25 oranında dimetil sülfoksit (DMSO) ile ekstrakte edilmiştir. Bunun için 15 dakikada bir vortekslenmek üzere oda sıcaklığında 1 saat boyunca ekstraksiyon yapılmıştır. Ekstraksiyon sonunda, 8.965xg'de 15 dakika oda sıcaklığında santrifüj edilmiş ve süpernatant fenolik madde analizinde kullanılmıştır. Ayrıca, örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı, %50'lik ve %80'lik metanol ile ekstraksiyon (yine 1:25 oranında) uygulayarak da belirlenmiştir. Diğer yöntemden farklı olarak, örnek ile çözücü karışımı ultrasonik su banyosunda 10 dakika, ardından 1 saat boyunca mekanik çalkalayıcıda (Stuart-Mini Orbital Shaker (SSM1), İngiltere) karıştırılmış, santrifüj işlemi ise 4°C'de gerçekleştirilmiştir. Santrifüjden elde edilen süpernatantta fenolik madde analizi yapılmıştır. Bunun için süpernatant üzerine distile su ve Folin-Ciocalteu's fenol ilave edilip oda sıcaklığında 3 dk beklenerek reaksiyonun gerçekleşmesi sağlanmıştır. Daha sonra 0,5 mL %20'lik sodyum karbonat çözeltisi ve 0,75 mL distile su ilave edilerek, örnekler oda sıcaklığında ve karanlıkta 1 saat inkübasyona bırakılmıştır. Reaksiyon sonunda indirgenen Folin-Ciocalteu çözeltisinin oluşturduğu mavi rengin absorbansı spektrofotometrede 725 nm dalga

boyunda belirlenmiştir. Okunan absorbans değerlerine karşılık gelen konsantrasyon değerleri hesaplanarak, sonuçlar kuru madde üzerinden mg gallik asit eşdeğeri / g örnek olarak hesaplanmıştır. DMSO, %50'lik ve %80'lik metanol ile ekstrakte edilen fenolik maddelerin tespitinde kullanılan gallik asit ile hazırlanan standart doğrular sırasıyla Ek A.1., Ek A.2. ve Ek A.3'de verilmiştir.

3.2.3.3 Antioksidan Aktivite Tayini

Kızılıçık püresinde ve kızılıçık tarhanalarındaki antioksidan aktivitenin belirlenmesi DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalini süpürme aktivitesi (Yu vd. (2002) ve TEAC (troloks eşdeğeri antioksidan kapasite) yöntemleri (Ragaei vd., 2006; Yu vd., 2002) modifiye edilerek belirlenmiştir. DPPH radikalini süpürme aktivitesinin belirlenmesi yöntemine göre, öncelikle örnek ekstraksiyonu için 0,1 gram kızılıçık tarhanası örneğine 1 ml ultra saf su eklenerek, 1 saat boyunca ekstraksiyon yapılmıştır. Ekstraksiyon sonunda 3 ml etanol ilave edilip, kuvvetlice vorteksledikten sonra 8.965xg'de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Ekstrakte edilen örnekler, 100 µM DPPH çözeltisi içeren alüminyum folyoya sarılı tüplere eklenerek, 10 dakika karanlıkta reaksiyona bırakılmıştır. Reaksiyon sonunda 517 nm'de absorbanlar okunarak, şahit çözeltinin (0,25 ml absolut etanol+2,5 ml DPPH çözeltisi) absorbanına göre inhibisyonlar hesaplanmış, aşağıdaki 3.4 denklemi üzerinden sonuçlar kuru madde bazında DPPH radikalini yakalama aktivitesi olarak verilmiştir.

$$DPPH \text{ Radikalini Yakalama Aktivitesi (\%)} = 100 \times E \times \frac{\left(\frac{G-H}{G}\right)}{M} \quad (3.4)$$

Burada;

M : Örnek ağırlığı (0,1 g)

E : Örneğin kuru madde üzerinden ağırlığı, g

G : Şahit çözeltinin absorbanı

H : Örnek absorbanı

Kızılıçık püresinde ve kızılıçık tarhanalarındaki antioksidan aktivitenin TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity; troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi) yöntemine göre ifade edilmesinde Masatcioğlu vd. (2013)'ün yöntemi izlenmiştir. Buna göre, 2,45 mM potasyum persülfat içeren 7,46 mM 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfonat (ABTS) radikal çözeltisi karanlıkta 16 saat bekletildikten

sonra (ABTS•+ radikalinin oluşması sağlanır), 734 nm'de absorbansı $0,80 \pm 0,02$ olacak şekilde %50 (v/v)'lik etanol ile seyreltilerek ayarlanmıştır. Ögütülmüş örnekler 1:5 oranında inert bir madde olan selüloz ile seyreltilerek, katı-katı dilüsyonları hazırlanmıştır. Bu dilüsyonlardan 10 mg alınıp Falcon tüplerine aktarıldıktan sonra, üzerlerine 10 ml (5+5 ml) absorbansı ayarlanmış ABTS radikal çözeltisi eklenmiş ve çalkalama ünitesine alınan örneklerin 30 dakikalık reaksiyon süresi (mavi-yeşil rengin kaybolması için geçen süre) başlatılmıştır. Daha sonra örnekler $9.000 \times g$ 'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Seyreltilmiş ABTS•+ radikal çözeltisinden 1.250 mL kuvartz küvete alınarak %50 (v/v)'lik etil alkol çözeltisine karşı okuma yapmak üzere spektrofotometreye yerleştirilmiş ve başlangıç absorbans değeri belirlenmiştir. Mikro küvet içindeki radikal çözeltisi üzerine ekstraktan 0,1 ml eklenir eklenmez kronometre çalıştırılmıştır. 6 dakika boyunca, her bir dakikada absorbans ölçümü yapılarak sonuçlar kaydedilmiştir. Örneklerde bulunan antioksidan bileşikler, radikal çözeltisinin rengini gittikçe açarak 6 dakikalık süreçte absorbans değerleri zamana bağlı olarak düşmüştür. 6. dakika sonunda saptanmış olan absorbans değeri esas alınarak, başlangıç değerine göre yüzde azalma oranı (% inhibisyon) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Analizler üç tekrarlı yapılmıştır. Absorbansların % inhibisyonları 3.5 denklemi yardımı ile hesaplandıktan sonra, mutlak metil alkol çözeltisinde çözünen sentetik bir antioksidan olan Trolox (40-5 ppm) ile hazırlanan '% inhibisyona karşılık Trolox konsantrasyonu (mg/ μ L)' standart doğrusundan (Ek A.4, Ek A.5) sonuçlar 'Trolox eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC)' değeri olarak kuru madde üzerinden "mmol troloks / kg örnek" olarak verilmiştir.

$$\text{İnhibisyon (\%)} = \frac{\text{Başlangıç Absorbansı} - \text{Son Absorbans}}{\text{Başlangıç Absorbansı}} \times 100 \quad (3.5)$$

3.2.4 Kızılıcık Tarhanası Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri

Kızılıcık tarhanası örneklerinin fonksiyonel özellikleri, kızılıcık tarhanası örneklerinden kuru madde üzerinden %1 protein miktarına göre tartılan örneklerin distile suda ve pH 4'te çözündürülmesi ve bu pH'da çözünen proteinlerinin bazı fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi ilkesine dayanmaktadır. Distile suda hazırlanan örnek çözeltileri pH 4'te 1 saat oda sıcaklığında karıştırılmıştır. Bu süre sonunda örnekler $4.000 \times g$ 'de 10 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatantlar (çözünen proteinleri içermekte) Whatman No:1 filtre kağıdından süzülerek elde edilmiştir. Süzüntülerde protein çözünürlüğü (%), köpük kapasitesi (köpük hacmi, cm^3), köpük

stabilitesi (köpük yarı-ömrü, sn), emülsiyon kapasitesi (%) ve emülsiyon stabilitesi (%) analizleri yapılmıştır.

3.2.4.1 Protein Çözünürlüğü Tayini

Protein çözünürlüğü temelde Casella ve Whitaker (1990) metoduna göre olmakla birlikte Yalçın ve Çelik (2007) metoduna göre belirlenmiştir. Buna göre, yukarıda bahsedildiği gibi hazırlanan süzüntülerdeki protein miktarı (g) Lowry vd. (1951)'in metoduna göre belirlenmiştir. Buna göre, UV/VIS spektrofotometrede 660 nm'de belirlenen absorpsiyon değerlerine karşılık gelen protein konsantrasyonları, distile suda sığır serum albumin (BSA, Sigma A7906, St.Louis, USA) ile hazırlanan standart doğru (Ek A.6) kullanılarak hesaplanmıştır. Daha sonra 3.6 denklemine göre protein çözünürlüğü (%) hesaplanmıştır.

$$\text{Protein çözünürlüğü (\%)} = \frac{\text{Süzüntüdeki protein miktarı (g)}}{\text{Örnekteki protein miktarı (g)}} \times 100 \quad (3.6)$$

Burada, örneğin protein miktarı (g) mikro-Kjeldahl metodu ile belirlenen kuru madde üzerinden protein miktarıdır. Tüm örneklerde protein çözünürlüğü (%) tayini için üç tekrar yapılmıştır.

3.2.4.2 Emülsiyon Kapasitesi ve Stabilitesi Tayini

Kızılıçık tarhanası örneklerinin çözünür proteinlerinin emülsiyon özellikleri Bilgi ve Çelik (2004) metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntemde, emülsiyon kapasitesi (EK) ve emülsiyon stabilitesi (ES) Yasumatsu vd. (1972)'nin yöntemi esas alınarak belirlenmiştir. Araştırmada suda yağ (o/w) emülsiyonları çalışılmıştır. Buna göre, 20 ml'lik cam örnek tüplerine yukarıda bahsedildiği gibi hazırlanan çözünür protein süzüntülerinden 8 ml alınmış ve üzerine 2 ml ticari mısır özü yağı (Sırma, Unikom Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.) ilave edilmiştir. Daha sonra karışımlar 90 saniye boyunca 25.000 rpm'de homojenize (Art-Micra D-8, Germany) edilerek emülsiyonlar hazırlanmıştır. Bu süre sonunda tüpler sarsılmadan 10 ml'lik polipropilen tüplere boşaltılarak, 80°C'deki su banyosunda 30 dk bekletilmiş ve daha sonra oda sıcaklığına soğutulmuştur. Yaklaşık 25°C'ye gelen örnek tüpler, 2800xg'de 20 dakika santrifüj (Nüve, Ankara) edildikten sonra, tüplerin 4 ayrı noktasından emülsiyon tabakası yükseklikleri (cm) ölçülmüş ve ortalama tabaka

yüksekliği, toplam sıvı yüksekliğine oranlanarak % emülsiyon stabilitesi (ES, %) belirlenmiştir. Örneklerin emülsiyon kapasitesi (%) belirlenirken, emülsiyon hazırlandıktan hemen sonra polipropilen tüplere aktarılan örnekler 2800xg'de 20 dakika santrifüj işlemi yapılmış ve sonuçlar aynı şekilde hesaplanarak % emülsiyon kapasitesi (EK, %) olarak verilmiştir. Tüm örneklerde emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi tayini üç tekrarlı yapılmıştır.

3.2.4.3 Köpük Kapasitesi ve Stabilitesi Tayini

Kızılıçık tarhanası örneklerinin çözünür proteinlerinin köpük özellikleri Yalçın vd. (2008) yöntemine göre belirlenmiştir. Köpük özelliklerinin incelenmesinde 20 cm uzunluğunda, iç çapı 5 cm olan sinter filtreli (16-40 μ por çaplı) borosilikat, silindirik cam kolon kullanılmıştır. Kızılıçık tarhanası örneklerinden hazırlanan çözünür protein süzüntülerinden 10 ml alınarak, oda sıcaklığında kolondaki sinter filtre üzerine boşaltılmıştır. Kolondaki sinter filtre üzerine ilave edilen çözünür protein solusyonunu köpürtmek için alttan 10 sn süreyle, hava akış ölçerde (Cole Palmer, USA) akış hızı sabitlenmiş (0,5 L/dak) kuru hava verilmiştir. Sisteme verilen hava, basınç ayarlı hava kompresöründen (TODAY'S Oil-less Compress, Model: Rocker 420, Taiwan) sağlanmıştır. Bu sürenin (10 sn) sonunda, verilen hava, üç yollu vana sistemiyle kesilerek, köpüğün ulaştığı maksimum yükseklik kolon üzerindeki cetvelden okunmuştur. Köpüğün 10 sn süre sonunda ulaştığı maksimum yükseklikten köpük hacmi (cm^3) hesaplanmıştır. Köpük stabilitesi ise, köpüğün ulaştığı maksimum yüksekliğin yarısına düşmesi için geçen zaman veya köpük yarı-ömrü (dk) şeklinde ifade edilmiştir. Tüm örneklerde köpük özellikleri tayini için dört tekrar yapılmıştır.

3.2.4.4 Su ve Yağ Absorplama Kapasitesi (%) Tayini

Kızılıçık tarhanası örneklerinin su ve yağ absorplama kapasitesi tayinleri Ahmedna vd. (1999)'un yöntemi temel alınmakla birlikte Hayta vd. (2002)'nin metodu modifiye edilerek belirlenmiştir. Su absorplama kapasitesi tayini için, 0,5 gram kızılıçık tarhanası önceden darası alınmış tüplere tartılmış ve üzerine 4 ml distile su ilave edilmiş ve 70 dakika boyunca 10 dakikada bir 30 saniye karıştırılmıştır. Bu süre sonunda, tüpler 2000xg'de 15 dakika santrifüj edilmiş ve supernatantlar yavaşça dökülerek eğik bir şekilde 10 dakika suyun ayrılması beklenmiştir. Ayrılan su pipet ile uzaklaştırıldıktan sonra tüpler tekrar tartılmış ve

tüplerin ağırlıkları düşölerek sonuçlar g su/g örnek olarak verilmiştir. Yağ absorplama kapasitesini belirlemek üzere ise 0,5 gram kızılıık tarhanası yine önceden darası alınmış tüplere tartılmış ve üzerine 3 ml ticari ayçiçek yağı ilave edilmiştir. Daha sonra 30 dakika boyunca 5 dakikada bir 30 saniye karıştırılan tüpler, 1600xg'de santrifüj edildikten sonra su absorplama kapasitesi belirlemede izlenen yöntem aynen uygulanmış ve sonuçlar g yağ/g örnek olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.5 Suda Çözünen Madde (%) ve Su Bağlama Kapasitesi (%) Tayini

Kızılıık tarhanalarında suda çözünen madde (SÇM, %) ve su bağlama kapasitesi (SBK, %) değerleri Singh ve Singh (2003) yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre, 0,5 gram kızılıık tarhanası örneği, önceden darası alınmış polipropilen tüplere aktararak, üzerine 10 ml distile su ilave edilmiştir. Her bir tüp 90 dakika boyunca 10 dakikada bir vortekslenmiş ve daha sonra tüpler 4000xg'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Suda çözünen madde miktarının belirlenmesi amacıyla, süpernatantlar, önceden darası alınmış metal kuru madde kaplarına boşaltılarak, 2 saat boyunca 100°C'de kurumaya bırakılmıştır. Yaş çökeltiyi içeren tüpler ise yine 100°C'de tamamen kuruyuncaya kadar bekletilmiştir. Her iki kurutma sonunda desikatörde soğutulan örnek tüpleri ve metal kaplar tartılmış ve suda çözünen madde (%) 3.7 denklemine göre ve su bağlama kapasitesi (%) 3.8 denklemine göre hesaplanmıştır.

$$SÇM (\%) = \frac{\text{Kuru süpernatant ağırlığı (g)}}{\text{Tartılan örnek miktarı (g)}} \times 100 \quad (3.7)$$

$$SBK (\%) = \frac{\text{Islak çökelti} - \text{Kuru çökelti ağırlığı (g)}}{\text{Tartılan örnek miktarı (g)}} \times 100 \quad (3.8)$$

3.2.5 Fiziksel Analizler

3.2.5.1 Suda Çözünür Kuru Madde (Brix°)

Kızılıcık püresindeki suda çözünen kuru madde miktarı (Brix°), oda sıcaklığında dijital refraktometre (ATAGO PAL-3, Japonya) ile belirlenmiştir.

3.2.5.2 Renk Tayini

Kızılıcık püresi, tahıl/pseudo-tahıl unları ve kızılıcık tarhanası örneklerinin renk değerleri CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemine göre (L^* [0-100= koyuluk-parlaklık], a^* [-a= yeşillik, +a= kırmızılık], b^* [-b= mavilik, +b=sarıklık]), Konica Minolta CR-400 (Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı ile belirlenmiştir. Renk ölçümü her bir örnek için üç noktada ölçüm yapılarak belirlenmiş ve sonuçlar üç ölçümün ortalaması belirlenerek verilmiştir.

3.2.6 Duyusal Analiz

Farklı tahıl/pseudo-tahıl bazlı unlar ile üretilen her bir kızılıcık tarhanası örnekleri geleneksel pişirme yöntemine göre (60 g kızılıcık tarhanası + 450 ml su) orta derece ateşte 10 dakika boyunca sürekli karıştırılarak pişirilmiş ve yaklaşık 85°C'de servis edilmiştir. Kızılıcık tarhanası çorbalarında renk, tat, koku, ağız hissi/kumluluk, kıvam, ekşilik/burukluk ve genel kabul edilebilirlik, 24 kişilik panelist grubu tarafından 9 puanlık hedonik-skala üzerinden (1: son derece kötü, 5: kararsızım/ne beğendim ne beğenmedim, 9: son derece beğendim) değerlendirilmiştir. Daha sonra her bir değerlendirme kriterinin ortalamaları ve standart sapmaları belirlenmiştir.

3.2.7 İstatistik

Fermantasyon uygulamadan ve fermantasyon uygulayarak iki tekerrürlü üretilen kontrol ve farklı tahıl/pseudo-tahıl unlu kızılıcık tarhanalarında analizler üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde IBM SPSS Statistics Version 20.0 istatistik analiz paket programı kullanılarak tek yönlü varyans

(One-Way ANOVA) analizi uygulanmıştır. Ortalamalar arası farkın karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Kızılıcık Tarhanası Üretiminde Kullanılan Kızılıcık Püresi ve Tahıl/Pseudo-Tahıl Unlarının Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Kızılıcık tarhanası üretiminde kullanılan 21,9 Brx derecesine sahip kızılıcık püresi (P), ekmeklik buğday unu (BU), karabuğday unu (KBU), tam kavuzsuz kavuzsuz arpa unu (TKAU) ve irmik altı unlarının (İAU), nem, kül, protein, ham yağ, toplam nişasta ve titre edilebilir asitlik değerleri ile renk özellikleri (L^* , a^* , b^*) Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Kullanılan hammaddelerin kül, ham yağ, protein ve toplam nişasta içerikleri kuru madde üzerinden verilmiştir.

Kızılıcık tarhanası örneklerinin üretiminde kullanılan BU, KBU, TKAU ve İAU unlarının nem değerleri %11,0-14,0 arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük nem miktarı sırasıyla BU ve TKAU unlarında tespit edilmiştir. Tahıl/pseudo-tahıl unlarının kül değerleri ise %0,60-2,27 arasında değişmiştir. En yüksek kül içeriğine sahip un İAU iken, en düşük kül içeriği BU’da bulunmuştur (bkz. Çizelge 4.1). İAU’daki yüksek kül miktarının, kepek veya rüşeym içeriğinin yüksek miktarda olması ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Fustier vd. (2007), İAU’nun, buğdayın una öğütülmesi sırasında elde edilen fraksiyonlar arasında, en yüksek kül içeriğine sahip fraksiyon olduğunu tespit etmişlerdir (Fustier vd., 2007). KBU’nun, BU ile karşılaştırıldığında, mineral içeriği açısından daha zengin olduğu belirtilmiştir (Cai vd., 2016).

Ham yağ içeriklerine bakıldığında, en yüksek ham yağ içeriğinin İAU (%3,6) ve en düşük ham yağ içeriğinin BU ile KBU (%1,6) ait olduğu görülmüştür. Fustier vd. (2007) buğday unu fraksiyonlarını inceledikleri çalışmalarında İAU’nun en yüksek ham yağ içeriğine sahip olduğunu belirlemiş ve bu durumun, İAU’nun yüksek miktarda ham yağ içeren aleuron tabakası ve rüşeym kısımlarını içermesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (Fustier vd., 2007). Yağcı ve Göğüş (2009) da çalışmalarında kullandıkları İAU’nun ham yağ içeriğini %2,93 olarak bulmuşlardır.

Tahıl/pseudo-tahıl unlarında protein miktarları %8,3-16,6 arasında değişmiştir. En düşük ve en yüksek protein içeriği sırasıyla KBU (%8,3) ve TKAU (%16,6) tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Kavuzsuz arpanın, kavuzlu arpaya kıyasla daha yüksek oranda protein içerdiği bilinmektedir (Bhatty, 1986a).

Tahıl/pseudo tahıl unlarının toplam nişasta içerikleri kuru madde üzerinden % 52,5-73,4 arasında değişmektedir. En düşük ve en yüksek toplam nişasta içeriği sırasıyla TKAU ve KBU örneklerinde saptanmıştır.

Titre edilebilir asitlik değerlerine bakıldığında, kızılılık püresinde %1,15 olarak tespit edilmiştir. Ercisli vd. (2011), 13 farklı genotipteki kızılılık meyvesindeki titre edilebilir asitliğin %1,32-2,08 arasında değiştiğini belirtmişlerdir (Ercisli vd., 2011). Araştırmamızda kullanılan tahıl/pseudo-tahıl unlarında titre edilebilir asitlik değerleri %0,11-0,55 arasında bulunmuştur. İAU en yüksek titre edilebilir asitlik değerine sahipken, BU ve KBU en düşük titre edilebilir asitlik değerlerine sahiptir (Çizelge 4.1). İAU'nun, asidik karakterdeki fenolik asitler, fitik asit gibi bileşiklerce zengin kepek kısmını ihtiva etmesinden dolayı (Stevenson vd., 2012), titre edilebilir asitliğin diğer un örneklerine göre daha yüksek olmasında önemli etken olduğu söylenebilir.

Kızılılık tarhanası üretiminde kullanılan hammaddelerin renk özellikleri incelendiğinde, kızılılık püresinin L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 28,5, 22,4 ve 8,3 olarak saptanmıştır. Tahıl/pseudo-tahıl unları arasında en yüksek ve en düşük parlaklık (L^*) değeri, sırasıyla BU ve İAU'da bulunmuştur. İAU'nun, diğerlerine kıyasla parlaklık değerinin düşük olması yüksek miktarda kepek içermesi, dolayısıyla kahverengi rengin oluşumundan sorumlu lignince zengin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Kelley vd., 2004). Kemahlıoğlu ve Ünal (2001), İAU'nun ksantofil ve lutein bileşiklerini içermediği için daha koyu renge sahip olduğunu belirtmişlerdir.

En yüksek ve en düşük kırmızılık değeri (a^*) sırasıyla TKAU ve BU'da, en yüksek ve en düşük sarılık değeri (b^*) sırasıyla, İAU ve KBU'da saptanmıştır. Zilic vd. (2012), rafine buğday ve tam buğday unlarında yaptığı çalışmada, kepek içerikli tam buğday ununun daha yüksek miktarda sarılık pigmenti içerdiğini belirlemiş ve bu durumu α - ve β -karotenin ağırlıklı olarak buğday tanesinin germ tabakasında bulunması ile ilişkilendirmiştir (Zilic vd., 2012).

Çizelge 4.1. Kızılçık tarhanası üretiminde kullanılan hammaddelerin kimyasal kompozisyonu ve renk özellikleri

	<i>Kızılçık Püresi</i>	<i>Buğday unu (BU)</i>	<i>Karabuğday unu (KBU)</i>	<i>İrmikaltı un (IAU)</i>	<i>Tam Kavuzsuz Arpa unu (TKAU)</i>
Nem (%)	78,6±0,17	14,0±0,06	13,0±0,06	12,2±0,04	11,0±0,02
Kül^a (%)	NA	0,60±0,025	1,21±0,133	2,27±0,021	2,13±0,014
Ham yağ^a (%)	NA	1,6±0,12	1,6±0,12	3,6±0,09	2,8±0,16
Protein^a (%)	NA	12,4±0,12	8,3±0,06	14,9±0,11	16,6±0,23
Toplam Nişasta^a (%)	NA	70,4±3,29	73,4±3,75	54,3±1,49	52,5±1,35
Titre edilebilir asitlik^b (%)	1,15±0,094	0,11±0,028	0,11±0,028	0,55±0,073	0,27±0,028
Titre edilebilir asitlik^c (%)	1,53±0,199	0,15±0,038	0,15±0,038	0,75±0,100	0,37±0,038
L*- parlaklık	28,5±0,18	92,4±0,03	86,3±0,19	84,6±0,05	88,0±0,16
a*- kırmızılık	22,4±0,24	0,6±0,01	0,3±0,03	0,7±0,02	0,7±0,04
b*- sarılık	8,3±0,20	10,8±0,04	7,2±0,03	15,8±0,08	11,3±0,02

Ortalama±Standart sapma (n=6). NA: Analiz yapılmamıştır.

^aKuru madde üzerinden verilmiştir.

^bSülfürik asit cinsinden verilmiştir.

^cMalik asit cinsinden verilmiştir.

4.2 Kızılıcık Tarhanası Örneklerinin Bazı Kimyasal Özellikleri

Fermantasyon uygulanmadan üretilen buğday unlu (NKT), karabuğday unlu (NKBT), tam kavuzsuz arpa unlu (NAT) ve irmik altı unlu (NİAT) kızılıcık tarhanası örnekleri ile fermantasyon uygulanarak üretilen buğday unlu (FKT), karabuğday unlu (FKBT), tam kavuzsuz arpa unlu (FAT) ve irmik altı unlu (FİAT) kızılıcık tarhanası örneklerinin nem, kül, ham yağ ve protein içerikleri Çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

Fermantasyon uygulanmadan üretilen kızılıcık tarhanası örneklerindeki nem içerikleri %10,5-11,9 arasında değişirken, fermantasyon uygulanan aynı örneklerde nem içeriği %10,1-11,4 arasında değişmiştir. Buna göre, her iki üretim yönteminde NİAT örneği en yüksek, FKT örneği ise en düşük nem içeriğine sahip örnekler olmuştur. Fermantasyon uygulanmayan kızılıcık tarhanası örneklerinin nem içerikleri, fermantasyon uygulanan örneklerin nem içeriğinden yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Bu durum, kurutma işleminde, kuruma özellikleri arasındaki fark ile açıklanabilir.

TS 2282 Tarhana Standardı (2004)'nda, tarhanalardaki nem miktarının en çok %10 olması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmamızda kızılıcık tarhanası örneklerinin nem içerikleri %10,1-11,9 arasında değişmiştir. Önceki yıllarda yapılan çalışmalarda, nem miktarının tarhananın bileşiminde yer alan hammaddelerin özelliğine ve ürünün kuruma özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterebileceği belirtilmiştir (Özmen, 2011). Tamer vd. (2007) farklı yörelerde üretilen tarhanaların nem miktarlarına baktıklarında, çok geniş bir aralıkta (%9,35-66,4) değiştiğini saptamışlardır. Örneklerin yalnızca %20'sinin tarhana standardına uygunluk gösterdiği belirtilmiştir.

Çizelge 4.2. Fermentasyon uygulanmadan ve uygulanarak üretilen kızılclık tarhanalarının bazı kimyasal özelliklikleri

Örnek kodu	Nem (%)	Kül* (%)	Ham yağ* (%)	Protein* (%)	Tuz* (%)	Toplam Nişasta* (%)
NKT	10,5±0,16d	1,07±0,232c	1,0±0,04cd	9,1±0,12f	9,2±0,55b	50,9±2,22a
NKBT	10,9±0,17c	1,48±0,292c	1,1±0,08c	6,4±0,24g	8,8±0,32b	44,7±3,01b
NİAT	11,6±0,23a	2,72±0,228b	2,4±0,15a	10,1±0,07d	11,6±0,33a	35,4±1,44c
NAT	11,9±0,19a	2,40±0,872b	1,7±0,16b	11,0±0,09b	9,0±1,50b	35,8±0,91c
FKT	10,1±0,21e	1,05±0,088c	0,9±0,08d	9,3±0,12e	9,0±1,46b	51,9±0,78a
FKBT	10,5±0,08d	2,81±0,160b	0,9±0,09cd	6,4±0,09g	9,7±0,36b	46,3±2,00b
FİAT	11,4±0,13b	4,20±0,179a	2,2±0,12a	10,4±0,09c	11,4±0,12a	35,2±1,56c
FAT	11,2±0,04b	2,41±0,309b	1,6±0,03b	11,3±0,10a	8,7±1,00b	32,7±2,00d

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Ortalama±Standart sapma (n=6).

Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Kızılıcık tarhanası örneklerinin kül içerikleri incelendiğinde, FİAT örneği en yüksek kül içeriğine (%4,20) sahip kızılıcık tarhanası iken, NKT örneğinin en düşük kül içeriğine (%1,07) sahip kızılıcık tarhanası olduğu görülmüştür. Fermantasyon işleminin FKBT ve FİAT kızılıcık tarhanalarının kül içeriğini önemli oranda artırdığı gözlemlenirken ($p<0,05$), FKT ve FAT kızılıcık tarhanalarında istatistiksel olarak önemli değişim gözlenmemiştir ($p>0,05$). Bu durum, bazı mineraller ile kompleks formda olan fitik asitin FKBT ve FİAT kızılıcık tarhanalarında, fermantasyon uygulaması süresince degradasyonunun meydana geldiği söylenebilir. Buğday kepeğindeki endojen fitaz enzimi ve fermantasyon işlemi sırasında açığa çıkan ekzojen fitaz enzimi faaliyeti sonucu fitik asit ile kompleks oluşturmuş minerallerin serbest kaldığı bir çalışmada bildirilmiştir (Onipe vd., 2015). Çalışmamızda, fermantasyon uygulanan FİAT kızılıcık tarhanasında oldukça yüksek miktarda kül içeriğinin saptanması literatürdeki bilgileri doğrular niteliktedir. Bilgiçli vd. (2006), geleneksel un tarhanası formülasyonuna buğday kepeği ve buğday ruşeymi ilave ettikleri bir çalışmalarında, mineral miktarının kontrol örneğine göre artış gösterdiği ve fermantasyon süresince fitik asit içeriğinin önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir.

Ham yağ (%) sonuçları incelendiğinde, farklı tahıl/pseudo-tahıl unlu kızılıcık tarhanalarının ham yağ içeriklerinin %0,9-2,4 arasında değiştiği görülmüştür. Ham yağ içeriği bakımından en yüksek değere NİAT örneği sahipken, en düşük değere ise FKT ve FKBT tarhanalarının sahip olduğu görülmüştür. Bilgiçli vd. (2006), farklı oranlarda buğday ruşeymi ilavesi yaptıkları tarhana örneklerinin yağ miktarlarını incelediğinde, ilave edilen ruşeym oranı arttıkça ham yağ miktarının da artış gösterdiğini gözlemlemişlerdir (Bilgiçli vd., 2006). Çalışmamızda fermantasyon işleminin örneklerin ham yağ içeriğine istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin bulunmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Antioksidan aktivite gösteren fenolik maddeler gibi bileşiklerin lipid peroksidasyonu inhibitörü rolü oynadığı bilinmektedir (Robards vd., 1999). Fermantasyon işlemi uygulanan örneklerdeki ham yağ miktarında, fermantasyon uygulanmayan örnekler göre önemli bir farkın olmaması, fermantasyon uygulanan örneklerin yüksek fenolik madde ve antioksidan aktiviteleri sayesinde, fermantasyon ve kurutma işlemi süresince lipid peroksidasyonunu veya ham yağ kaybını önlemeleri şeklinde açıklanabilir.

Tahıl/pseudo-tahıl unlarından fermantasyon uygulamadan üretilen kızılıcık tarhanaları arasında en düşük ve en yüksek protein içeriği sırasıyla NKBT (%6,4) ve NAT (%11,0) tarhanalarında bulunmuştur. Farklı tahıl unlarından fermantasyon

uygulanarak üretilen kızılıcık tarhanaları arasında en düşük ve en yüksek protein içeriğinin, yine sırasıyla FKBT (%6,4) ve FAT (%11,3) tarhanalarında tespit edilmiştir. Kızılıcık tarhanalarındaki protein miktarlarının, formülasyonda kullanılan tahıl/pseudo-tahıl unlarındaki protein miktarına göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum, toplam formülasyondaki oranlarının daha düşük olması ile açıklanabilir. Fermantasyon işlemi ile FKBT kızılıcık tarhanası örneği hariç, diğer kızılıcık tarhanası örneklerinde protein içeriğinin bir miktar daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Çalışmamızdaki bu durum, ortamdaki maya popülasyonunun oldukça yüksek olması sebebiyle, maya tek hücre proteinlerindeki artışın fermantasyon uygulanan örneklerin protein içeriğinde bir miktar artışa sebep olabileceği şeklinde açıklanabilir. Bu durum ayrıca, fermantasyon süresince hakim mikroorganizmaların proteaz enzimi faaliyeti sonucu, proteinlerin daha küçük peptitlere parçalanarak, biyoerişilebilirliklerinin veya çözünür protein azotu miktarında artış göstermesi ile açıklanabilir. Bunun karabuğday unlu kızılıcık tarhanasında gerçekleşmemesi, karabuğdayın yüksek seviyede proteaz inhibitörü ve tannin-protein kompleksi içermesi ile açıklanmıştır (Wijngaard ve Arendt, 2006). Bu da çözünebilir protein azotu miktarını azaltıcı yönde etki edebilir. Tomotake vd. (2002), asidik koşullar sebebiyle yüksek lipit-protein affinitesi sebebiyle, karabuğday proteinlerinin lipit fraksiyonları ile çökelebileceğini bildirmiştir.

Chavan vd. (1989) fermantasyon süresince protein içeriğinde meydana gelen artışı ise, başta karbonhidratlar olmak üzere, kuru maddedeki kayıplar ve proteinlerin kuru madde bazında artışı ile ilişkilendirmiştir. Hancioğlu ve Karapınar (1998), fermantasyon işlemi sonucundaki protein içeriğindeki artışı, mikroorganizmaların proteaz aktivitesine bağlarken, Jørgensen vd. (2010) da, çalışmalarında fermente ettikleri buğday ve arpa örneklerinin, fermantasyon sonucu protein içeriklerinin artışı, karbonhidratların degradasyonu ve proteinin kuru madde bazında artışı ile açıklamışlardır.

Tamer vd. (2007) farklı yörelerde üretilen farklı formülasyonlara sahip tarhana örneklerinin kimyasal kompozisyonlarını inceledikleri çalışmalarında, tarhana örneklerinin protein miktarlarını %6,77-%28,6 arasında belirlerken, en düşük protein içeriğini kızılıcık tarhanasında (%6,77) belirlemişlerdir. Bu durumun, kızılıcık tarhanası örneğinin diğer örneklerden farklı olarak yoğurt içermemesinden kaynaklanabileceği şeklinde ifade etmişlerdir. Fakat bu araştırmamızda, farklı tahıl/pseudo-tahıl unları kullanılarak üretilen kızılıcık tarhanalarını protein içerikleri, özellikle İAU ve TKAU ile artırılabilmiştir.

Kızılıcık tarhanalarının tuz içerikleri %8,7-11,6 arasında değişmektedir. Fermantasyon uygulanmayan ve uygulanan örneklerde, İAU'lu kızılıcık tarhanası örneğinin tuz içeriği, diğer örneklerle göre daha yüksek bulunmuştur. Fermantasyon işlemi ile örneklerdeki tuz içeriği önemli düzeyde değişmemiştir ($p<0,05$).

Fermantasyon uygulanmadan üretilen kızılıcık tarhanalarının toplam nişasta (%) içeriklerine bakıldığında, %35,4-50,9 arasında değiştiği görülmektedir. NİAT kızılıcık tarhanası en düşük toplam nişasta içeriğine sahip iken, NKT (kontrol kızılıcık tarhanası) tarhanası en yüksek toplam nişasta içeriğine sahip örnek olmuştur. Fermantasyon uygulanan kızılıcık tarhanası örneklerinde toplam nişasta içeriği %32,7-51,9 arasında tespit edilmiştir. Buna göre FAT en düşük ve FKT kontrol kızılıcık tarhanası en yüksek nişasta içeriğine sahip örnek olmuştur. Fermantasyonun FAT örneği üzerine etkisi önemli bulunurken ($p<0,05$), diğer tahıl/pseudo tahıl unlu örneklerin toplam nişasta miktarları üzerine fermantasyonun etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). FAT kızılıcık tarhanasının toplam nişasta içeriğinin fermantasyon uygulanmayan NAT örneğine göre önemli düzeyde azalmasının sebebi, tam kavuzsuz arpa unu ve mikroorganizma kaynaklı yüksek amilolitik aktivitenin fermantasyon süresince nişastayı dekstrinlere parçalaması ile açıklanabilir. Cai vd. (2016), nişasta-protein ve nişasta-lipid komplekslerine, fermantasyonun etkisi ile biyoerişimlerinin arttığını bildirmiştir. Genellikle, her iki yöntem ile üretilen kızılıcık tarhanalarının toplam nişasta (%) içerikleri üretimde kullanılan tahıl/pseudo-tahıl unlarının miktarları ile uyumlu bulunmuştur. Kızılıcık tarhanalarının bileşimlerinde kullanılan tahıl/pseudo-tahıl unlarının miktarları (%) Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Kızılıcık tarhanası üretiminde kullanılan kızılıcık püresi ile fermantasyon uygulamadan ve uygulanarak üretilen kızılıcık tarhanası örneklerinin toplam şeker (%) ve invert şeker (%) içerikleri Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Çalışmamızda kullanılan kızılıcık püresindeki toplam şeker ve invert şeker miktarları sırasıyla %10,52 ve %9,10 olarak belirlenmiştir.

Fermantasyon uygulamadan üretilen kızılıcık tarhanası örneklerinin toplam şeker içerikleri %10,42-16,41 arasında değişirken, fermantasyon uygulanarak üretilen örneklerin toplam şeker içeriği %8,20-11,66 arasında değişmiştir. Fermantasyon uygulanmayan örnekler arasında NKT (kontrol kızılıcık tarhanası) en düşük, NİAT örneği ise en yüksek toplam şeker içeriğine sahiptir. Boyacıoğlu ve D'Appolonia (1994), İAU'nun, buğday tanesinin kepek tabakalarının, endosperm kısmından daha yüksek miktarda şeker içerdiğini belirtmiştir.

Fermantasyon uygulanan tarhanaların toplam şeker içerikleri incelendiğinde, FKBT en düşük (%8,20) ve FİAT en yüksek (%12,18) toplam şeker içeriğine sahiptir. Tüm örneklerin toplam şeker içeriğinde, fermantasyonun etkisi ile önemli bir azalma gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Karabuğday unlu kızılıcık tarhanası örneğinde, fermantasyon ile toplam şeker içeriğinde diğer örneklerle kıyasla daha yüksek bir oranda azalma meydana gelmiştir (%12,51'den %8,20'ye düşmüştür). Kontrol kızılıcık tarhanasında (NKT), NİAT ve NAT kızılıcık tarhanalarında fermantasyondan sonra toplam şeker içeriğindeki azalma oranı sırasıyla %1,63, %4,23 ve %1,25 olmuştur.

Çizelge 4.3. Fermantasyon uygulanmayan (N) ve uygulanan (F) kızılıcık tarhanası örneklerinin toplam şeker (%) ve invert şeker (%) içerikleri

	<i>Toplam Şeker* (%)</i>	<i>İnvert Şeker* (%)</i>
P	10,52±0,570	9,10±0,112
NKT	10,42±0,799ef	10,78±1,262de
NKBT	12,51±0,407bc	10,72±0,490de
NİAT	16,41±0,871a	12,73±1,164b
NAT	12,91±0,558b	12,98±0,704b
FKT	8,79±0,702h	9,48±0,255fg
FKBT	8,20±1,646h	9,75±0,624efg
FİAT	12,18±0,730bc	12,90±0,554b
FAT	11,66±1,421cd	10,04±0,487ef

Ortalama±Standart sapma (n=6).

**Kuru madde üzerinden verilmiştir. P: Kızılıcık püresi*

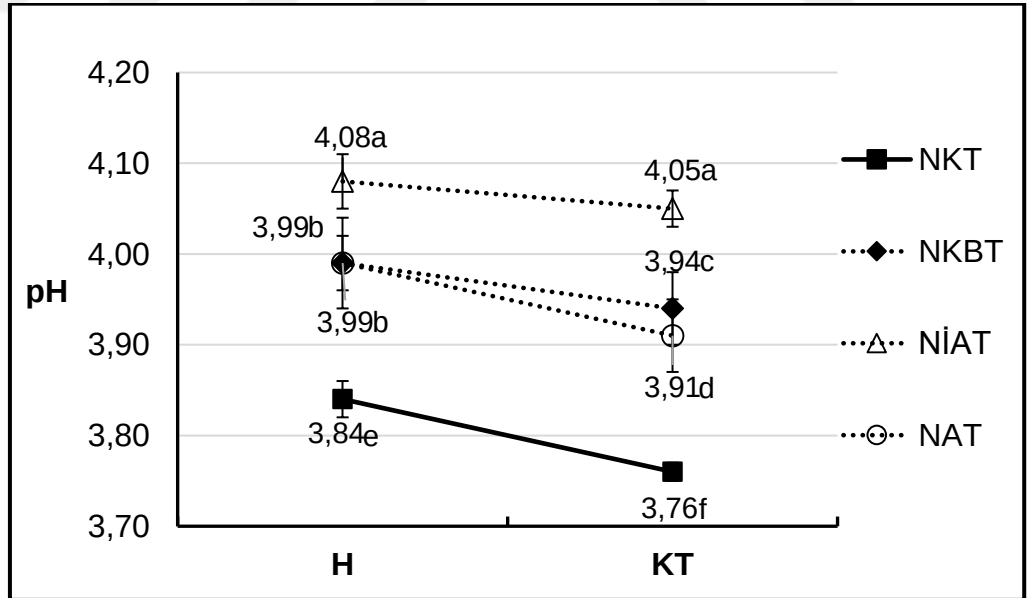
Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Kızılıcık tarhanası örneklerinin invert şeker (%) içerikleri incelendiğinde, fermantasyon işlemi uygulanmayan örneklerdeki invert şeker içeriğinin %10,72-12,98 arasında değiştiği görülürken, fermantasyon işlemi uygulanan örneklerdeki invert şeker içeriği %9,48-12,90 aralığında değiştiği görülmüştür. En düşük invert şeker içeriğine kontrol kızılıcık tarhanası (FKT, %9,48) örneği sahip olurken, en yüksek invert şeker içeriği NAT (%12,98) kızılıcık tarhanası örneğinde saptanmıştır. Kontrol kızılıcık tarhanasında (NKT), NKBT ve NAT kızılıcık tarhanalarında fermantasyondan sonra invert şeker içeriğindeki azalma oranı sırasıyla %1,30, %0,97 ve %2,94 olmuştur ($p<0,05$). Fermantasyonun NİAT tarhana örneğinin invert şeker içeriği üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmamıştır ($p>0,05$).

Fermantasyonun başlarında, hakim mikroflora faaliyetleri sonucu örnekteki oligosakkaritlerin ve nişastanın hidrolizi ile invert şeker miktarının artış gösterdiği, fermantasyonun ilerleyen aşamalarında ise mikroorganizmaların şekerleri metabolize etmeleri sonucu invert şeker içeriğinin düştüğü bildirilmiştir (Khetarpaul ve Chauhan, 1990).

Erbaş vd. (2004), geleneksel buğday unu tarhanasının şeker içeriğine fermantasyon süresinin etkisini inceledikleri çalışmalarında, fermantasyon süresince glukoz, laktoz ve maltozun önemli oranda azaldığını, galaktozun ise kuru madde bazında artış gösterdiğini belirlemişlerdir ($p<0,05$). Sakkaroz miktarında ise önemli bir değişim gözlenmemiştir. Glukozun yoğurttan gelen LAB ve mayalarca enerji kaynağı olarak kullanıldığını, laktozun laktik asit bakterilerinin sentezlediği β -galaktozidaz tarafından glukoz ve galaktoza parçalandığını belirtmişlerdir. Fermantasyonun 1. gününde glukoz miktarında artış saptandığını ve bunun oligosakkarit veya nişasta hidrolizi ile açıklanabileceğini bildirmişlerdir.

Fermantasyon uygulanmadan üretilen kızılıçık tarhanası başlangıç hamurlarında (H) ve kurutma sonrası elde edilen kızılıçık tarhanalarındaki (KT) pH değerleri Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

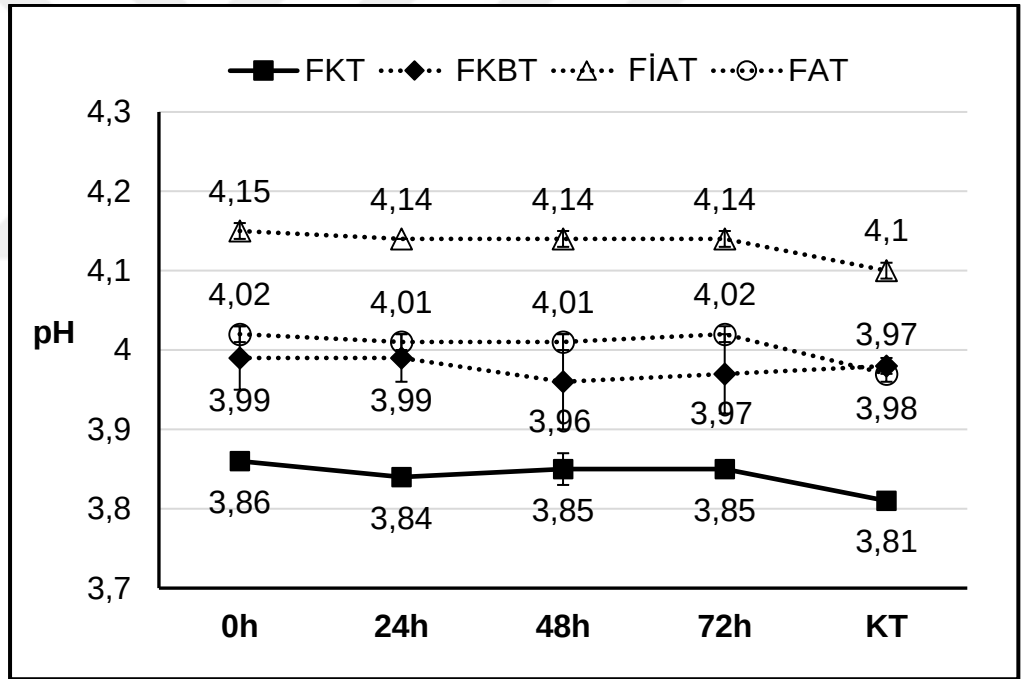


Şekil 4.1. Fermantasyon uygulamadan üretilen farklı tahıl/pseudo-tahıl unlu kızılıçık tarhanalarının başlangıç hamurlarında (H) ve son kurutma sonrası elde edilen kızılıçık tarhanalarındaki (KT) pH değerleri (n=6).

Fermantasyon uygulamadan üretilen farklı tahıl/pseudo-tahıl unlu kızılıçık tarhanası başlangıç hamurlarının pH değerleri 3,84-4,08 arasında iken, kurutma

sonrası elde edilen kızılçık tarhanalarındaki pH değerleri 3,76-4,05 arasında bulunmuştur. Görüldüğü gibi kurutulmuş kızılçık tarhanalarının pH değeri, başlangıç hamurlarının pH değerlerine göre azalmıştır. İAU'lu kızılçık tarhanası örneği hariç, diğer kızılçık tarhanası örneklerinin hamur pH'sı, son kurutmadan çıkan kızılçık tarhanalarından önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Tarhana hamurları ve kurutulan kızılçık tarhanası örnekleri arasında, İAU'lu örnekler diğer örneklerle kıyasla daha yüksek pH değerine sahiptir. Bilgiçli vd. (2006) da çalışmalarında, kepek ilaveli tarhana örneğinin kontrol örneğine göre daha yüksek pH değerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Kepek proteinlerinin, buffer etkisi yaratarak daha düşük seviyede pH değişimlerine sebep olduğu şeklinde açıklamışlardır.

Fermantasyon uygulanarak (72 saat) üretilen kontrol ve kızılçık tarhanası örneklerinde 0-72 saat arasında meydana gelen pH değişimi ve son kurutmadan çıkan ürünlerdeki (KT) pH değerleri Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Fermantasyon uygulanarak (0-72 saat) üretilen kontrol ve farklı tahıl/pseudo-tahıl unlu kızılçık tarhanalarında meydana gelen pH değişimi ve son ürünlerdeki (KT) pH değerleri (n=6).

Fermantasyon işlemi süresince (0-72 saat) tüm tarhana hamurlarındaki pH değişimleri istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0,05$); fakat FKBT örneği hariç, tüm tarhana örneklerinin son kurutmadan çıkan ürünleriyle fermantasyon uygulanan hamurları arasındaki pH değerleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Geleneksel tarhana üzerine yapılan çalışmaların aksine, çalışmamızda fermantasyon süresince kızılçık tarhanası hamurlarında önemli bir pH değişiminin

olmaması, kızılıık tarhanası formülasyonunda yoğurt kullanılmaması ve laktik asit fermantasyonunun yoğun şekilde gerçekleşmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Araştırmamızda kızılıık meyvesi kaynaklı maya fermantasyonunun baskın olarak gerçekleştiğı düşünülmektedir.

Erbaş vd. (2004), geleneksel yöntem ile ürettikleri ve formülasyonunda yoğurt, buğday unu, ekmek mayası ve çeşitli sebze ve baharatlar bulunan tarhana örneğinin, 3 gün fermantasyonu boyunca pH değişimini incelemişler ve pH değerinin 4,61'den 4,05'e düştüğünü belirlemişlerdir. Bu düşüşü, başta yoğurttan gelen laktik asit bakterileri ve ekmek mayasının, fermente edilebilir şekerleri metabolize etmesi sonucu ortamdaki organik asit miktarının artışına bağlamışlardır. Işık vd. (2014), formülasyonunda buğday unu, yoğurt ve kızılıık püresi bulunan kızılıık tarhanası örneğinin pH değerini 3,84 olarak bulmuşlardır. Koca (2008), Bolu'da yerel üreticilerden temin ettiği 30 kızılıık tarhanası örneğinin pH değerini 3,42-3,90 aralığında belirlemiştir.

Fermantasyon uygulamadan, üretim aşamasında hamurlarından alınan örneklerde ve kurutma sonrası son kızılıık tarhanası örneklerinde tespit edilen titrasyon asitliği (%) değerleri sülfürik asit ve malik asit cinsinden Çizelge 4.4.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Fermantasyon uygulamadan, üretim aşamasında hamurlarından alınan örneklerde ve kurutma sonrası son kızılıık tarhanası örneklerinde tespit edilen titrasyon asitliği (TA, %) değerleri

<i>Kızılıık Tarhanası</i>	<i>Sülfürik asit (TA, %)</i>		<i>Malik asit (TA, %)</i>	
	<i>Hamur</i>	<i>Kurutma sonu</i>	<i>Hamur</i>	<i>Kurutma sonu</i>
NKT	0,64±0,041de	0,94±0,124b	0,87±0,056de	1,29±0,170b
NKBT	0,58±0,030e	0,95±0,071b	0,79±0,042e	1,30±0,097b
NİAT	0,77±0,060c	0,96±0,080b	1,05±0,082c	1,31±0,110b
NAT	0,69±0,039d	1,04±0,025a	0,94±0,054d	1,42±0,004a

Ortalama±Standart sapma (n=6).

Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Sülfürik asit cinsinden titrasyon asitliği (%) değerleri incelendiğinde, kurutma süresi sonundaki son ürünlerin titre edilebilir asitlik değerlerinde artış meydana geldiğı görülmüş ve bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Kızılıık tarhanası hamurları arasında titre edilebilir asitlik değeri en düşük (%0,58)

ve en yüksek (%0,77) örnekler sırasıyla NKBT ve NIAT kızılıcık tarhanası hamurlarında tespit edilmiştir. Kurutma sonunda en yüksek titre edilebilir asitlik değeri NAT (%1,04) kızılıcık tarhanasında saptanmıştır. Kontrol kızılıcık tarhanasının (NKT) sülfürik asit cinsinden titre edilebilir asitlik değeri en düşük (%0,94) bulunmuştur.

Çalışmamızda bulunan sonuçlar Erkan vd. (2006)'nın çalışması ile paralellik göstermektedir. Erkan vd. (2006) buğday unlu, kavuzlu ve kavuzsuz arpa unlu geleneksel un tarhanası örneklerinin asitlik değerlerini karşılaştırdığında, kavuzsuz arpa unlu örneğin diğer örneklerle kıyasla daha yüksek asitlik değerine (% 1,6) sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Malik asit cinsinden titrasyon asitliği (%) değerleri incelendiğinde, kurutma süresi sonundaki son ürünlerin titre edilebilir asitlik değerlerinde artış meydana geldiği görülmüş ve bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kızılıcık tarhanası hamurlarının malik asit cinsinden titre edilebilir asitlik değerleri, %0,79-1,05 arasında değişirken, son kurutulmuş kızılıcık tarhanası örneklerinin ise %1,29-1,42 aralığında titre edilebilir asitlik değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

Fermantasyon uygulanarak üretilen kızılıcık tarhanası hamurlarından belli sürelerde alınan (0, 24, 48 ve 72. saatler) hamur örneklerinde ve son kurutulmuş kızılıcık tarhanalarında tespit edilen titrasyon asitliği değerleri ise Çizelge 4.5.'te gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, titre edilebilir titrasyon asitliği miktarının 0. saatteki tarhana hamurundan son kurutulmuş ürüne doğru arttığı görülmüştür. Bunda çeşitli laktik asit bakterisi ve mayaların faaliyeti sonucu ortaya çıkan organik asit bileşiklerinin etkili olduğu düşünülmektedir. FAT kızılıcık tarhanasının, diğer kızılıcık tarhanası çeşitlerine göre titrasyon asitliği değerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5. Fermantasyon uygulanarak üretilen kızılıcık tarhanası örneklerinde üretim boyunca meydana gelen sülfürik asit ve malik asit cinsinden titrasyon asitliği değişimi

<i>Titrasyon asitliği (Sülfürik asit, %)</i>					
<i>Kızılıcık Tarhanası</i>	0. saat	24. saat	48. saat	72. saat	Kuru Ürün
FKT	0,56±0,072	0,64±0,049	0,64±0,049	0,63±0,047	0,97±0,020
FKBT	0,57±0,063	0,57±0,064	0,66±0,072	0,62±0,052	0,91±0,070
FİAT	0,82±0,080	0,76±0,020	0,82±0,053	0,86±0,061	1,11±0,083
FAT	0,74±0,078	0,70±0,079	0,75±0,039	0,82±0,053	0,99±0,050
<i>Titrasyon asitliği (Malik asit, %)</i>					
FKT	0,77±0,099	0,88±0,067	0,88±0,067	0,76±0,180	1,32±0,027
FKBT	0,78±0,087	0,78±0,087	0,90±0,099	0,85±0,071	1,25±0,095
FİAT	1,12±0,109	1,04±0,027	1,12±0,073	1,18±0,083	1,52±0,113
FAT	1,01±0,107	0,83±0,135	1,03±0,054	1,12±0,072	1,36±0,068

Ortalama±Standart sapma; n=6

4.3 Kızılıcık Tarhanalarının Bazı Besinsel Özellikleri

4.3.1 Toplam Besinsel Lif (TBL, %) ve β -Glukan (%) İçerikleri

Ekmeklik buğday unu, karabuğday unu, irmikaltı un ve tam kavuzsuz arpa unlarının TBL (%) içerikleri kuru madde üzerinden sırasıyla, %11,3, %8,0, %14,1 ve %21,8 olarak belirlenmiştir. Buna göre tam kavuzsuz arpa unu en yüksek, karabuğday unu ise en düşük TBL içeriğine sahip unlar olmuştur. Bhatti (1986b), kavuzsuz arpa ununun, buğday ununa kıyasla iki kat daha fazla ham TBL içerdiğini belirtmiştir (Bhatti, 1986b). Oscarsson vd. (1996), arpa tanesinde, nişasta, TBL ve proteinin temel bileşenler olduğunu belirtmiş ve farklı genotipteki kavuzsuz arpa çeşitlerinin besinsel lif içeriğini %13,6-20,2 aralığında belirlemişlerdir (Oscarsson vd., 1996). Wijngaard ve Arendt (2006), kavuzsuz karabuğdayda (buckwheat groat) %7,0 oranında besinsel lif bulunduğunu belirtmiş, Bonafaccia vd. (2003) çalışmalarında, karabuğday ununda %6,77 oranında besinsel lif bulunduğunu tespit etmiştir (Wijngaard ve Arendt, 2006; Bonafaccia vd., 2003).

İrmik altı unun, buğday ununa göre daha yüksek TBL içerdiği görülmektedir. Onipe vd. (2015), buğday kepeğinin %53'ünü besinsel liflerin oluşturduğunu bildirmiştir.

Araştırmamızda kullandığımız ekmeklik buğday unu (BU) ve tam kavuzsuz arpa ununun (TKAU) β -glukan (%) içeriği kuru madde bazında sırasıyla %0,26 ve %3,52 olarak bulunmuştur.

Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılıcık tarhanası örneklerinin kuru madde üzerinden TBL (%) ve β -glukan (%) içerikleri Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Buna göre, fermantasyon uygulamadan üretilen NKT, NKBT, NİAT ve NAT kızılıcık tarhanası örneklerinin TBL (%) içerikleri %11,1-21,3 arasında iken, fermantasyon uygulanarak üretilen FKT, FKBT, FİAT ve FAT kızılıcık tarhanası örneklerinin TBL (%) içerikleri 12,5-23,1 arasında tespit edilmiştir. En yüksek TBL içeriği FAT örneğinde belirlenirken, en düşük TBL içeriği NKT kızılıcık tarhanasında belirlenmiştir. Fermantasyon uygulanan kızılıcık tarhanalarında TBL içeriğinin bir miktar fazla olmasının sebebi ($p<0,05$), toplam şeker ve invert şeker oranının değişmesine bağlı olarak kuru madde bazında miktarlarının artmasından kaynaklanabileceği şeklinde açıklanabilir. Ayrıca, fermantasyon uygulaması sırasında kızılıcık püresi kaynaklı mayalar tarafından, kızılıcığın hücre duvarının yıkımlanarak, selüloz, hemiselüloz, lignin gibi besinsel liflerin açığa çıkmasının TBL içeriğini değiştirebileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.6. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılıcık tarhanalarının TBL (%) ve β -glukan (%) içerikleri

<i>Kızılıcık Tarhanası</i>	<i>TBL (%)*</i>	<i>β-glukan (%)*</i>
NKT	11,1 $\pm$ 0,65f	0,26 $\pm$ 0,023c
NKBT	11,3 $\pm$ 0,56f	NA
NİAT	17,7 $\pm$ 0,76d	NA
NAT	21,3 $\pm$ 1,02b	2,72 $\pm$ 0,043b
FKT	12,5 $\pm$ 0,52e	0,22 $\pm$ 0,012c
FKBT	13,4 $\pm$ 0,19e	NA
FİAT	19,4 $\pm$ 0,30c	NA
FAT	23,1 $\pm$ 1,06a	2,77 $\pm$ 0,018a

Ortalama $\pm$ Standart sapma; n=4; NA: Analiz yapılmamıştır.

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Martian-Cabrejas vd. (2004), fermantasyon sırasında mikroorganizma faaliyeti ile hücre duvarı degradasyonunun gerçekleşerek, protein-karbonhidrat komplekslerinin yıkılması ile depo polisakkaritleri ve TBL oranında değişmelerin meydana gelebileceğini belirtmişlerdir.

Buğdaya kıyasla arpanın daha yüksek miktarda TBL içeriğine sahip olması, arpa tanesinde başta β -glukan olmak üzere besinsel liflerin endosperm hücre duvarının temel bileşeni olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Sholly vd., 2014). Arpa tanesinin, suda çözünür ve çözünmez diyet lifi içeriğince zengin bir kaynak olduğu ve son yıllarda gıdaların besinsel lif açısından zenginleştirilmesi amacıyla kullanıldığı bilinmektedir (Izydorczyk vd., 2005). Nassar vd. (2016), tam buğday ve tam arpa bulgurundan ürettikleri kışk örneklerinin besinsel lif içeriklerini incelediklerinde, tam arpa bulgurlu kışk örneklerinin (%0,702-0,708) tam buğday bulguru (%0,380-0,388) kullanılarak üretilen örneklerle kıyasla daha yüksek oranda besinsel lif içerdiğini belirlemişlerdir. El-Tinay vd. (1979), sorgum bazlı fermente “kisra” ekmeği üzerinde yaptıkları çalışmalarında, fermantasyon sonucunda ham besinsel lif içeriğinde iki kat artış (%1,5’ten %3,1’e) olduğunu belirlemişlerdir.

Fermantasyon işlemi uygulanmayan NKT ve NAT kızılık tarhanası örneklerinde saptanan β -glukan (%) içeriği sırasıyla %0,26 ve %2,72 iken; fermantasyon uygulanan aynı örnekler olan FKT ve FAT tarhanalarında sırasıyla %0,22 ve %2,77 oranında β -glukan tespit edilmiştir (bkz. Çizelge 4.6). NKT ve FKT kızılık tarhanalarında beta-glukan içeriği bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark görülmezken ($p>0,05$), NAT ve FAT kızılık tarhanaları arasında istatistiksel olarak önemli fark gözlenmiştir ($p<0,05$). Beklenildiği gibi, fermantasyonlu ve fermantasyonsuz uygulama sonucu TKAU’lu örneklerin, BU’lu örneklerle kıyasla daha yüksek miktarda β -glukan içerdiği görülmüştür. Baik ve Ullrich (2008), buğdaya kıyasla, arpanın daha yüksek oranda β -glukan içeriğini, arpanın endosperm hücre duvarlarının %75’ini β -glukanın oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Erkan vd. (2006), formülasyonunda arpa unu, yoğurt, ekme mayası ve çeşitli sebze ve baharatları içeren tarhanalarda β -glukan miktarını incelemişlerdir. Buna göre, buğday unlu kontrol tarhanasında %0,28 oranında β -glukan saptanırken, farklı çeşitlerdeki kavuzlu arpa unlu tarhanalarda %2,40 ve %2,90 oranında, kavuzsuz arpa unlu tarhanada ise %3,55 oranında β -glukan belirlemişlerdir.

Tamime vd. (1999), formülasyonunda buğday bulguru ve yoğurt bulunan 25 kışk örneğinde β -glukan içeriğini %0,14-0,61 aralığında belirlemişlerdir. Arpa

bulgurlu kishk örneklerinin β -glukan içeriğinin ortalama %3,51 ve yulaf bulgurlu kishk örneklerinin ise %3,75 olarak belirlemişlerdir.

4.3.2 Kızılıcık Püresi ve Kızılıcık Tarhanalarının Askorbik Asit (C Vitamini) İçerikleri

Kızılıcık tarhanası üretimlerinde kullanılan kızılıcık püresinin askorbik asit (C Vitamini) içeriği 0,997 g/100 g olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuç, Tural ve Koca (2008)'in Samsun ilinden temin ettiği kızılıcık meyvesi örneklerinde belirlediği (0,16-0,88 mg/g) ve Vidrih vd. (2012)'nin 10 farklı genotipteki kızılıcık meyvesinde belirlediği (29,29-86,40 mg/100 g) miktarlardan daha yüksektir. Askorbik asit içeriğindeki çeşitliliğin, hasat zamanı, olgunluk derecesi ve yetiştirme koşullarından kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Rop vd., 2010).

Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılıcık tarhanalarının askorbik asit içerikleri Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir. Buna göre, fermantasyon uygulamadan üretilen kızılıcık tarhanası örneklerinin askorbik asit içerikleri 0,174-0,326 g/100 g aralığında değişmiştir. Çalışmamızda NİAT kızılıcık tarhanasında askorbik asit tespit edilememiştir.

Fermantasyon uygulanan kızılıcık tarhanalarının askorbik asit içerikleri incelendiğinde, FKT ve FKBT örneklerinde tespit edilen askorbik asit miktarları sırasıyla 0,123 ve 0,162 g/100g'dır. Fermantasyon ile örneklerin askorbik asit içeriğinin önemli oranda azaldığı görülmüştür ($p<0,05$). Bu durum, askorbik asidin kurutma işleminde ve fermantasyon süresince meydana gelen oksidatif faaliyetler sonucunda kaybolduğu veya tespit edilemeyen bir forma dönüştüğü düşünülmektedir. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılıcık tarhanaları arasında NKT (fermantasyon uygulamadan üretilen kontrol kızılıcık tarhanası) en yüksek askorbik asit içeriğine sahip örnek olmuştur.

Çizelge 4.7. Fermantasyon uygulamadan (N) ve uygulayarak (F) üretilen kızılçık tarhanalarının kuru madde üzerinden askorbik asit (g/100 g) içerikleri

<i>Askorbik asit (g/100g)</i>				
<i>Üretim metodu</i>	KT	KBT	İAT	AT
N	0,33±0,016a	0,24±0,012b	TE	0,17±0,008c
F	0,16±0,005c	0,12±0,003d	TE	TE

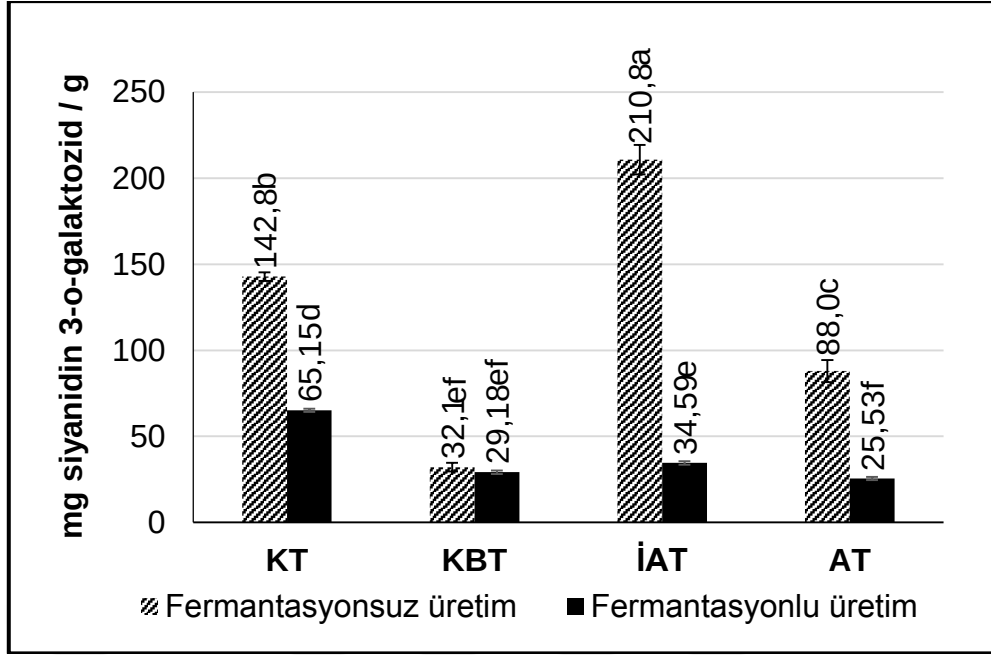
Ortalama±Standart sapma; n=4; TE: Tespit edilemedi.

Çizelge içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Ekinci ve Kadakal (2005), geleneksel un tarhanası örneklerinin suda çözünür vitamin içeriklerini inceledikleri çalışmalarında, örneklerin ortalama 17,8 mg/kg askorbik asit içerdiklerini belirlemişlerdir. Bu çalışmaya kıyasla çalışmamızda elde ettiğimiz yüksek askorbik asit sonuçları, formülasyonda kızılçık püresinin yoğun olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Ekinci (2005), geleneksel un tarhanası üretiminde fermantasyon süresince askorbik asit içeriğinin artış gösterdiğini belirlemiştir. Bu durumu formülasyonda yer alan, yoğurttan gelen LAB ile ilişkilendirmiştir. Özdemir vd. (2007), mikroorganizmaların gelişme gösterebilmeleri için bazı gıda bileşenleri ile beraber vitaminleri metabolize etmelerinin yanında, bileşenleri kullanarak bazı vitaminleri sentezleyebildiklerini de belirtmişlerdir. Kızılçık tarhanası fermantasyonunda rol alan mikroorganizmaların vitaminleri metabolize etme oranının, vitamin sentezleme oranından daha fazla olduğu düşünülmektedir.

4.3.3 Kızılçık Püresi ve Kızılçık Tarhanalarının Antosiyanin İçerikleri

Araştırmamızda kızılçık tarhanası formülasyonunda kullanılan kızılçık püresinin antosiyanin içeriği 318,7 mg siyanidin 3-o-galaktozid/g olarak belirlenmiştir. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılçık tarhanalarının antosiyanin içerikleri ise Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Fermentasyon uygulamasının kıvılcık tarhanalarının (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kıvılcık tarhanası) antosiyanin miktarı üzerine etkisi (n=6).

Fermentasyon uygulamadan üretilen kıvılcık tarhanalarının antosiyanin içerikleri 32,1-210,8 mg siyanidin 3-o-galaktozid/g aralığında değişim göstermiştir. Buna göre en düşük ve en yüksek antosiyanin içeriğine sahip kıvılcık tarhanaları sırasıyla NKBT (32,1 mg) ve NİAT (210,8 mg)'tır. Fermentasyon uygulanarak üretilen kıvılcık tarhanalarının antosiyanin içerikleri ise 25,52-65,15 mg siyanidin 3-o-galaktozid/g arasında değişmiştir.

Fermentasyon sonucu karabuğday unlu örnek hariç, tüm örneklerin antosiyanin içeriklerinde, önemli oranda azalma meydana gelmiştir ($p<0,05$). Fermentasyon uygulanan kıvılcık tarhanası örnekleri arasında en düşük ve en yüksek antosiyanin içeriği sırasıyla FAT (25,53 mg) ve FKT (65,15 mg) örneklerinde tespit edilmiştir. Su ve Silva (2006), fermentasyon süresince meydana gelen antosiyanin kaybının, mikroorganizmalar tarafından salgılanan enzimlerin degradasyonu ve oksijen gibi faktörlere bağlı olarak gerçekleştiğini bildirmiştir.

Koca (2008), Bolu ve çevresinden temin ettiği 30 kıvılcık tarhanası örneklerinin kimyasal ve antioksidan özelliklerini incelediği çalışmasında, kıvılcık tarhanası örneklerinin antosiyanin içeriklerini 12,03-41,81 mg/kg aralığında tespit etmiştir.

4.3.4 Kızılıcık Püresi ve Kızılıcık Tarhanalarında Toplam Fenolik Madde Miktarı

Farklı ekstraksiyon çözeltileri ile ekstrakte edilen kızılıcık püresi ve kızılıcık tarhanalarının gallik asit cinsinden (mg gallik asit/g örnek) toplam fenolik madde (TFM) ve serbest fenolik madde (SFM) miktarları kuru madde üzerinden Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Kızılıcık tarhanası örneklerinin dimetil sülfoksit (DMSO) çözeltisi ile ekstraksiyonu sonucu belirlenen bağlı ve serbest formdaki fenolik madde (TFM) miktarları incelendiğinde, fermantasyon uygulamadan üretilen kızılıcık tarhanalarının TFM miktarı 4,73-7,39 mg GA/g ve fermantasyon uygulanan örneklerde ise 5,62-7,16 mg GA/g aralığında belirlenmiştir. Tüm örnekler arasında en düşük ve en yüksek TFM miktarları NKT ve NAT kızılıcık tarhanalarında saptanmıştır ($p<0,05$). Kızılıcık tarhanalarının üretiminde izlenen her iki yöntem sonucunda da, TKAU kullanılarak üretilen kızılıcık tarhanaları en yüksek TFM içeriğine sahip örnekler olmuştur. Arpa tanesinin, diğer tahıllara kıyasla daha yüksek oranda fenolik bileşik içerdiği bildirilmiştir (Baik ve Ullrich, 2008). DMSO ile ekstrakte edilen kızılıcık tarhanalarının TFM miktarı fermantasyon uygulaması ile genellikle azalmıştır. TKAU'lu kızılıcık tarhanasında TFM miktarı fermantasyon uygulaması ile azalmasına karşın istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Kızılıcık tarhanası örneklerinin TFM içeriği üzerine fermantasyonun etkisi incelendiğinde, BU'lu örnekte TFM miktarı önemli oranda artış (4,73 mg GA'den 6,12 mg GA/g) gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Hole vd. (2012), fermantasyon sonucu bağlı formdaki fenolik bileşiklerin miktarının arttığını belirlemiş ve bu durumu fermantasyon etkisiyle çözünür besinsel lif miktarının artarak fenolik bileşiklerin biyoerişimlerinin artması ile ilişkilendirmiştir. Fermantasyon süresince tahıl kaynaklı esterazların aktivasyonu ve/veya bileşiklerin hidrolizi ile fenolik bileşiklerin biyoerişimlerinin arttığı da ifade edilmiştir. Dordevic vd. (2010), fermantasyon süresince tahıl hücre duvarlarının yıkımı sonucu, bazı fenolik maddelerin açığa çıktığını veya sentezlendiğini belirtmişlerdir. Wang vd. (2014)'nin yaptıkları bir çalışmada da, fermente edilmiş buğday örneğinden bağlı formdaki fenolik madde ekstraksiyonunun arttığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı ekstraksiyon çözeltileri ile ekstrakte edilen kızılçık tarhanalarının mg gallik asit/g örnek cinsinden toplam (TFM) ve serbest fenolik madde içerikleri (SFM)

	TFM* (DMSO)	SFM* (%50'lik Metanol)	SFM* (%80'lik Metanol)
P	NA	20,94±0,424	17,26±0,824
NKT	4,73±0,225d	3,16±0,259d	2,91±0,950c
NKBT	7,06±0,052a	4,09±0,128ab	3,68±0,085b
NİAT	7,35±0,484a	3,97±0,191b	3,46±0,217b
NAT	7,39±0,385a	3,98±0,169b	4,02±0,404a
FKT	6,12±0,156b	3,45±0,115c	2,92±0,161c
FKBT	5,62±0,119c	4,28±0,211a	3,72±0,204b
FİAT	6,05±0,303b	4,15±0,122ab	3,66±0,240b
FAT	7,16±0,145a	4,36±0,144a	4,10±0,075a

Ortalama±Standart sapma; n=4; NA: Analiz yapılmamıştır. P: Kızılçık püresi.

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farkı istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Kızılçık püresindeki serbest fenolik bileşiklerin miktarının belirlenmesi amacıyla %50'lik metanol çözeltilisinde ekstrakte edildiğinde, serbest fenolik bileşik miktarı 20,94 mg GA/g olarak ve %80'lik metanol çözeltilisinde ekstrakte edildiğinde serbest fenolik bileşik miktarı 17,26 mg GA/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Tural ve Koca (2008), Samsun ilinden temin ettiği kızılçık meyvesi örneklerinin TFM içeriklerini 20,9-33,4 mg/g aralığında belirlemişlerdir.

Kızılçık tarhanalarının %50'lik metanol çözeltilisinde ekstrakte edilen SFM miktarları incelendiğinde, fermantasyon uygulamadan üretilen kızılçık tarhanalarında SFM miktarı 3,16-4,09 mg GA/g arasında değişirken; fermantasyon uygulanan kızılçık tarhanalarında 3,45-4,36 mg GA/g aralığında değişmiştir (Çizelge 4.8). Her iki üretim yöntemi kullanılarak üretilen kızılçık tarhanaları arasında, BU kullanılarak üretilen örnekler en düşük SFM içeriğine sahip örnekler olmuştur ($p<0,05$). Fermantasyon uygulanmayan kızılçık tarhanaları arasında NKBT (4,09 mg GA/g) ve fermantasyon uygulanan örnekler arasında ise FAT (4,36 mg GA/g) en yüksek SFM miktarına sahip örnekler olmuştur, fakat istatistiksel olarak bu değerler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Sonuç olarak %50'lik metanol ile ekstrakte edilebilir SFM miktarı fermantasyon uygulaması ile artmıştır ve bu artış BU'lu ve TKAU'lu kızılçık tarhanalarında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Kızılıcık püresinde, %80'lik metanol çözeltisi ile ekstrakte edilen SFM miktarı 17,26 mg GA/g olarak belirlenmiştir. Kızılıcık tarhanalarının %80'lik metanol çözeltisinde ekstrakte edilen SFM miktarları incelendiğinde, fermantasyon uygulamadan üretilen kızılıcık tarhanalarında SFM miktarı 2,91-4,02 mg GA/g arasında değişirken; fermantasyon uygulanan kızılıcık tarhanalarında 2,92-4,10 mg GA/g aralığında değişmiştir (Çizelge 4.8). Fermantasyon uygulanan ve uygulanmayan örnekler arasında en düşük ve en yüksek SFM içeriği sırasıyla BU ve TKAU'lu kızılıcık tarhanalarında saptanmıştır. Fermantasyon uygulaması ile tüm kızılıcık tarhanalarında %80'lik metanol ile ekstrakte edilebilir SFM miktarı artış göstermiştir, fakat bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Besinsel liflerin, bazı fenolik madde özelliği gösteren bileşikler ile kompleks formda olduğu ve bu sebeple antioksidan potansiyele sahip oldukları bildirilmiştir (Guo ve Beta, 2013). Çalışmamızda yüksek besinsel lif içerikli TKAU'lu tarhanaların fenolik madde miktarı tüm örnekler içerisinde ve tüm ekstraksiyon çözeltileri kullanılmasıyla en yüksek değerlerde bulunmuştur.

Fenolik bileşiklerin, tahıl tanelerinin çözünmeyen hücre duvarlarında polisakkaritler ve ligninlere bağlı formda olduğu bilinmektedir (Katina vd., 2007). SFM içeriğindeki bu artış, mikroorganizma ve enzim faaliyetleri sonucunda kompleks bileşiklerin degradasyonu sonucunda fenolik bileşiklerin açığa çıkması ile açıklanabilir (Hole vd., 2012).

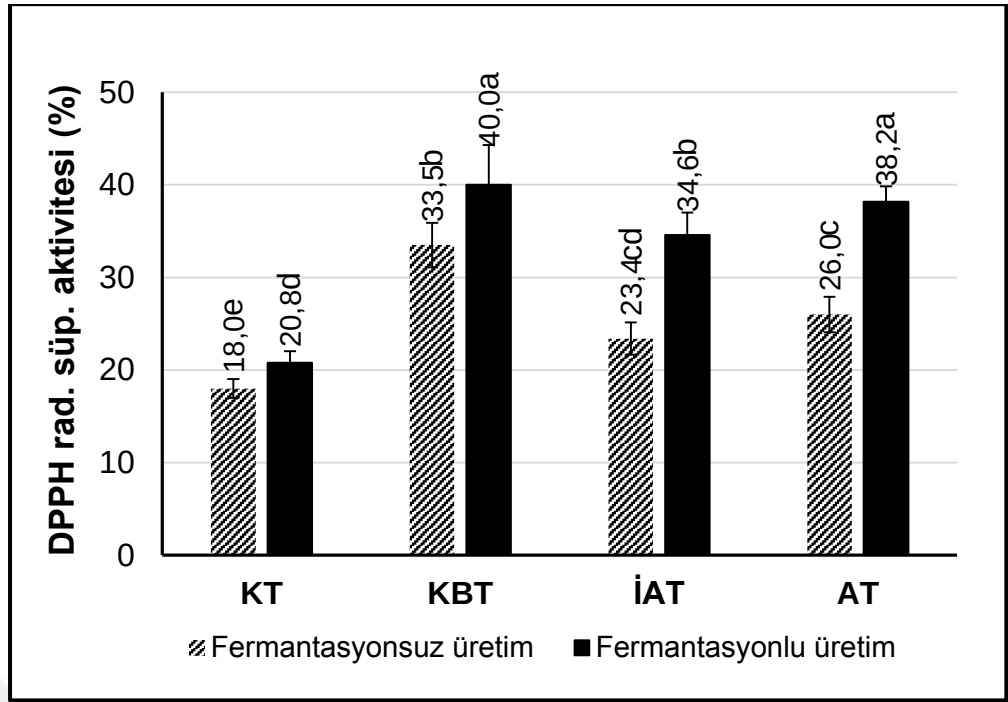
Bilgiçli vd. (2006), saf metanol ile ekstrakte ettikleri kontrol tarhanası ve farklı oranlarda buğday ruşeymi ilavesi yapılmış (%10, 25, 50) tarhana örneklerinin fenolik madde içeriklerini incelediğinde, örneklerdeki ruşeym oranı arttıkça fenolik madde içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir. En düşük fenolik madde içeriğine sahip örneğin kontrol tarhanası (1,36 mM galik asit/g örnek) ve en yüksek fenolik madde içeriğine sahip örneğin %50 ruşeym içeren tarhana (4,40 mM galik asit/g örnek) olduğunu belirlemişlerdir. Bununla bağlantılı olarak, çalışmamızda, fermantasyon uygulanan ve uygulanmayan İAU'lu kızılıcık tarhanalarının BU'lu kızılıcık tarhanalarına göre daha yüksek miktarda fenolik madde içerdiği görülmüştür.

4.3.5 Kızılıcık Tarhanalarının Antioksidan Özellikleri

4.3.5.1 Kızılıcık Tarhanalarının DPPH Radikalini Süpürme Aktivitesi (%)

Kızılıcık tarhanalarının kuru madde üzerinden DPPH radikalini süpürme aktiviteleri (%) Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Araştırmamızda, kızılıcık püresinin DPPH radikalini süpürme aktivitesi %292,8 olarak belirlenmiştir.

Fermantasyon uygulamadan üretilen kızılıcık tarhanalarının DPPH radikalini süpürme aktiviteleri %18,0-33,5 arasında değişmiştir. Bu kızılıcık tarhanaları arasında en düşük ve en yüksek DPPH radikalini süpürme aktivitesi sırasıyla NKT (%18,0) ve NKBT (%33,5) kızılıcık tarhanalarında tespit edilmiştir. Fermantasyon uygulanarak üretilen kızılıcık tarhanalarının DPPH radikalini süpürme aktiviteleri %20,8-40,0 arasında değişmiştir. Buna göre bu tarhanalar arasında en düşük ve en yüksek DPPH radikalini süpürme aktivitesi sırasıyla FKT (%20,8) ve FKBT (%40,0) kızılıcık tarhanalarında tespit edilmiştir (Şekil 4.4). Kızılıcık tarhanalarının, kızılıcık püresine kıyasla daha düşük oranda DPPH süpürme aktivitesine sahip olmasının sebebi formülasyonda kızılıcık püresi ile birlikte tahıl/pseudo-tahıl unlarının birlikte kullanılması ve ayrıca kurutma işlemi süresince oksidasyonlar sonucu meydana gelen kayıplar şeklinde düşünülebilir. Huang vd. (2005), bazı antioksidan aktivite gösteren bileşiklerin lipid peroksidasyonunda rol alan bileşiklerle çok hızlı reaksiyon gösterdiğini ve DPPH radikali ile çok yavaş reaksiyona girdiğini bildirmiştir.



Şekil 4.4. Fermentasyon uygulamasının kızılıcık tarhanalarının (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kızılıcık tarhanası) DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalini süpürme aktiviteleri (%) üzerine etkisi (n=6).

Fermentasyon uygulaması, kontrol ve diğer kızılıcık tarhanalarının DPPH radikalini süpürme aktivitesini artırmıştır, bu artış FKT kızılıcık tarhanası hariç diğer kızılıcık tarhanalarında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Poutanen vd. (2009), fermentasyon işleminin, çeşitli hücre duvarı hidrolitik enzimlerinin ve mikroorganizma faaliyetlerinin kombinasyonu ile ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerin seviyesini artırdığını ve DPPH radikalini süpürme aktivitesinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Martins vd. (2011), fermente buğday tanesinin, fermente edilmemiş buğday tanesine kıyasla, antioksidan aktivitesi açısından daha zengin olduğunu belirtmiştir. Fermentasyon süresince hakim mikrofloranın çeşitli enzim aktiviteleri sonucu, serbest fenolik bileşiklerin açığa çıktığını bildirmiştir. Çalışmamız Martins vd. (2011)'in çalışmasını desteklemesine karşın, antioksidan aktivitedeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Lin vd. (2009) çalışmalarında, karabuğday unu ilaveli buğday ekmeğinin, karabuğday ilave edilmemiş kontrol örneğine kıyasla, antioksidan özelliklerinin yüksek olduğunu ve bunun, karabuğdayın yüksek fenolik bileşik içeriği ile ilişkilendirilebileceğini bildirmişlerdir. Đordevic vd. (2010) çalışmalarında, buğday, arpa, çavdar ve karabuğday örneklerinin farklı kültürler ile fermentasyonu sonucunda, en yüksek DPPH radikalini süpürme aktivitesinin

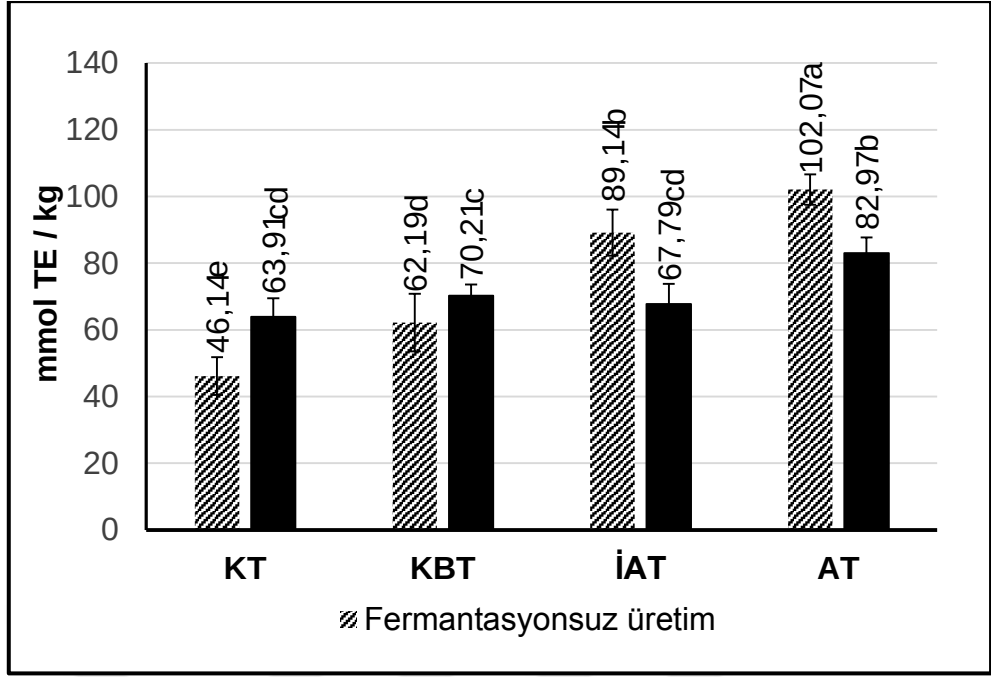
karabuğday örneğine ait olduğunu ve fermantasyonun DPPH radikal inhibisyon etkisini artırdığını bildirmişlerdir.

KBU ve İAU'lu kızılçık tarhanası örneklerinde TFM miktarı fermantasyon sonucunda azalsa da, tüm örneklerde fermantasyon etkisi ile antioksidan aktivitede artış görülmüştür. Dordevic vd. (2010), toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde, askorbik asit, tokoferoller gibi tüm antioksidanların miktarlarının belirlenmediğini ve antioksidan aktivitenin bileşiklerin yapısına ve interaksiyonlara bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. Fenolik bileşiklerin, ekstrakttaki bileşenlere veya aralarındaki sinerjist etkilere göre farklı antioksidan aktiviteye sahip oldukları bildirilmiştir (Zielinski ve Kozłowska, 2000).

Çağındı vd. (2016), farklı bölgelerden temin ettikleri tarhana örneklerinin DPPH radikalini süpürme aktivitelerini incelediğinde, formülasyonunda çörek otu içeren tarhana örneğinden sonra, kızılçık tarhanası örneğinin diğer örneklerle kıyasla daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

4.3.5.2 Kızılçık Tarhanalarının Trolox Eşdeğerliği Antioksidan Kapasitesi (TEAK)

Kızılçık tarhanalarının üretiminde kullanılan kızılçık püresinin Trolox Eşdeğerliği (TE) antioksidan kapasitesi 220,02 mmol TE/kg olarak bulunmuştur. Kızılçık tarhanalarının Trolox Eşdeğerliği (mmol TE/kg) olarak antioksidan kapasitesi sonuçları Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Fermentasyon uygulamasının kızılcık tarhanalarının (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kızılcık tarhanası) Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK, mmol Trolox Eşdeğeri (TE) / kg) üzerine etkisi (n=6).

Fermentasyon uygulamadan üretilen kızılcık tarhanalarının Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi 46,14-102,07 mmol TE/kg arasında değişmiştir. Bu kızılcık tarhanaları arasında en düşük ve en yüksek Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi sırasıyla NKT (46,14 mmol TE/kg) ve NAT (102,07 mmol TE/kg) kızılcık tarhanalarında tespit edilmiştir. Fermentasyon uygulanarak üretilen kızılcık tarhanalarının Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi 63,91-82,97 mmol TE/kg arasında değişmiştir. Buna göre bu tarhanalar arasında en düşük ve en yüksek Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi sırasıyla FKT (63,91 mmol TE/kg) ve FAT (82,97 mmol TE/kg) kızılcık tarhanalarında tespit edilmiştir (Şekil 4.5). Her iki üretim yönteminde de, BU kullanılarak üretilen kızılcık tarhanalarının antioksidan kapasitesinin, diğer tarhanalara kıyasla daha düşük seviyede olduğu ve TKAU kullanılarak üretilen örneklerin en yüksek antioksidan kapasiteye sahip tarhanalar olduğu görülmüştür.

Fermentasyon sonucu, BU'lu ve KBU'lu kızılcık tarhanalarının antioksidan kapasitesinde artış gözlemlenirken, İAU ve TKAU'lu kızılcık tarhanalarının Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi azalmıştır. Bilgiçli vd. (2006), tarhana formülasyonuna buğday ruşeymi ve buğday kepeği ilavesinin, TFM içeriğini olumlu yönde etkilerken, antioksidan kapasiteyi azaltıcı etki yaptığını bildirmişlerdir.

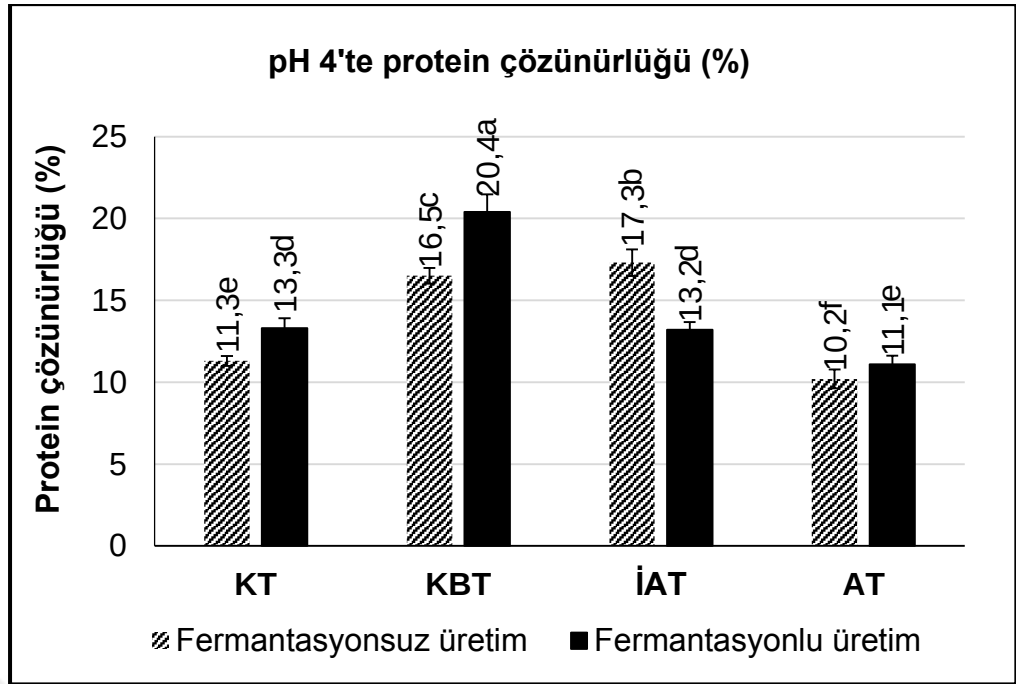
Huang vd. (2005), Trolox eşdeğerliği antioksidan kapasitesi yöntemini uyguladığı bir çalışmada, belirlenen değerler ile antioksidanların verdiği elektron sayısı arasında açık bir korelasyon olmadığını bildirmiştir. Buna göre, antioksidanlar ve oksidanlar arasındaki reaksiyon oranı, değerlere yansımamaktadır, çünkü çalışma son nötrleştirme noktasına kadar devam etmektedir. Malunga ve Beta (2015), arpa, buğday ve buğday fraksiyonlarında, antioksidan kapasiteye sahip nişasta dışı polisakkarileri ve suda çözünür özellikteki arabinoksilanları farklı ekstraksiyon çözeltileri ile ekstrakte ettiklerinde, arpanın tüm ekstraksiyon koşullarında diğer örneklerle kıyasla daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Işık vd. (2014), formülasyonunda kızılçık püresi, buğday unu ve yoğurt bulunan kızılçık tarhanası örneğinin antioksidan kapasitesini kuru madde üzerinden 40,03 $\mu\text{mol TE/ 100 g}$ olarak belirlemişlerdir.

4.4 Kızılçık Tarhanalarının Çözünür Proteinlerinin Bazı Fonksiyonel Özellikleri

4.4.1 Protein Çözünürlüğü (%)

Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılçık tarhanalarının pH 4'te protein çözünürlüğü (%) değerleri Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Bu çalışmada protein çözünürlüğü kontrol ve kızılçık tarhanalarının doğal pH noktalarına yakın bir pH noktası olan pH 4 seçilerek çalışma yapılmıştır. Fermantasyon uygulamadan üretilen kızılçık tarhanalarının protein çözünürlükleri %10,2-17,3 arasında değişirken, fermantasyon uygulanarak üretilen kızılçık tarhanalarının protein çözünürlükleri %11,1-20,4 arasında değişmiştir.

Kızılçık tarhanaları arasında en düşük ve en yüksek protein çözünürlüğü sırasıyla NAT (%10,2) ve FKBT (%20,4) kızılçık tarhanalarında saptanmıştır. Fermantasyon uygulamadan üretilen kızılçık tarhanaları arasında NAT tarhanası en yüksek (%17,3) protein çözünürlüğüne sahip örnek olmuştur. Idris vd. (2003) çalışmalarında, buğday kepeğinin protein fraksiyonlarının çözünürlüklerini incelediğinde, suda çözünür özellikteki albuminleri %23,5 oranında içerdiklerini belirlemişlerdir.



Şekil 4.6. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılcık tarhanalarının pH 4'te protein çözünürlüğü (%) değerleri. (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kızılcık tarhanası, n=4).

Karabuğday proteinlerinin %40-45'i globulinlerden oluşmaktadır ve NKBT ve FKBT kızılcık tarhanalarının formülasyonundaki tuz miktarının pH 4'teki çözünürlüklerine önemli etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Tuz içeriğinin, proteinlerin hidrofobik interaksiyonlarını engelleyerek, protein çözünürlüğünü artırdığı bildirilmiştir (Ragab vd., 2004). Yapılan çalışmalarda KBU proteinlerinin %80'inin suda çözünür özellikte olduğu bildirilmiştir (Tomotake vd., 2002). Karabuğdayın, buğdaya kıyasla daha yüksek oranda albümin (suda çözünür) ve globulin (seyreltik tuzlu suda çözünür) içerdiği bildirilmiştir (Cai vd., 2016). Çalışmamızda da KBU'lu kızılcık tarhanalarının BU'lu örneklerle göre pH 4'te protein çözünürlüğü daha yüksektir. Araştırmamızda kullanılan tahıl/pseudo-tahıl unlarının depo proteinlerinin izoelektrik noktası genellikle pH 4-6 arasında olmasından dolayı protein çözünürlüğünü pH 4'te olumsuz etkilemiştir, ayrıca ortamda yoğun miktarda bulunan kepek veya kızılcık püresi kaynaklı fenolik bileşikler de protein çözünürlüğünü negatif yönde etkilemiş olabileceği düşünülmektedir.

Fermantasyon uygulamasının protein çözünürlüğü üzerine etkisine bakıldığında, İAU'lu kızılcık tarhanasının protein çözünürlüğü dışında diğer örneklerde protein çözünürlüğü artmıştır ($p<0,05$), bu artış istatistiksel olarak KBU'lu kızılcık tarhanasında önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Elkhalfa vd. (2005), fermantasyon sırasında gerçekleşen proteolitik aktivitenin, peptitleri ve serbest

amino asitleri açığa çıkararak, azot çözünürlüğünü artırdığını belirtmiştir. İbanoğlu ve İbanoğlu (1999), buğday unu ve yoğurt karışımının köpük oluşturma özellikleri üzerine fermentasyonun etkisini incelediklerinde, fermentasyonun etkisi ile protein çözünürlüğünde %10 oranında artış gözlemlemişlerdir.

İAU'lu kızılçık tarhanası örneğinin protein çözünürlüğünde fermentasyon etkisi ile önemli bir azalma gözlenmiştir ($p<0.05$). Çalışmamızda, fermentasyon uygulanan İAU'lu kızılçık tarhanasının, fermentasyon uygulanmayan İAU'lu örneğe kıyasla daha yüksek inorganik madde (% kül) içerdiği belirlenmiştir. İAU tarhana örneğinin protein çözünürlüğünün fermentasyon etkisi ile azalması, bu durum ile ilişkili olabilir. Yüksek inorganik madde içeriği, protein-protein interaksiyonlarını geliştirerek, daha güçlü bir protein ağına sebep olduğu ve çözünürlüğü azalttığı düşünülmektedir.

4.4.2 Emülsiyon Kapasitesi (%) ve Emülsiyon Stabilitesi (%)

Fermentasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğer kızılçık tarhanalarının pH 4'te çözünür proteinlerinin emülsiyon kapasitesi (EK, %) ve emülsiyon stabilitesi (ES, %) sonuçları Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Araştırmamızın bu kısmında, pH 4'teki çözünür protein miktarları çalışılan süzüntülerin %20 oranında sıvı yağ içeren suda/yağ (o/w) emülsiyon sistemindeki EK ve ES özellikleri çalışılmıştır. Buna göre, fermentasyon uygulanmayan kızılçık tarhanalarının EK değerleri %7,2-15,8 arasında değişirken, fermentasyon uygulanan aynı örneklerin EK değerleri %7,8-16,4 arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük EK değerine sahip kızılçık tarhanaları sırasıyla FİAT (%16,4) ve NİAT (%7,2) örnekleri olmuştur. KBU ve TKAU'lu kızılçık tarhanalarının pH 4'teki çözünür proteinlerinin EK değerleri üzerine fermentasyonun etkisi negatif olmuştur ($p<0,05$), buna karşın İAU'lu örneğin EK değeri önemli düzeyde artmıştır ($p<0,05$).

Kontrol ve diğer kızılçık tarhanalarının pH 4'te çözünen proteinlerinin ES (%) değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.9), fermentasyon uygulamadan üretilen örneklerin ES değerleri %2,2-9,7 arasında değişirken, fermentasyon uygulanan örneklerin ES değerleri %2,1-14,9 arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük ES değerleri sırasıyla FİAT (%14,9) ve FKBT (%2,1) kızılçık tarhanalarında saptanmıştır.

Çizelge 4.9. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğer kızılıcık tarhanalarının pH 4'teki çözünür proteinlerinin EK (%) ve ES (%) değerleri

<i>Kızılıcık Tarhanası</i>	EK (%)	ES (%)
NKT	10,7±0,47b	8,3±0,39d
NKBT	15,8±1,90a	2,2±0,24f
NİAT	7,2±1,07c	9,7±0,33c
NAT	14,7±2,54a	5,6±0,50e
FKT	10,2±0,79b	14,0±0,22b
FKBT	7,8±0,95c	2,1±0,44f
FİAT	16,4±1,34a	14,9±1,06a
FAT	10,7±0,90b	6,3±0,62e

Ortalama±Standart sapma; n=4.

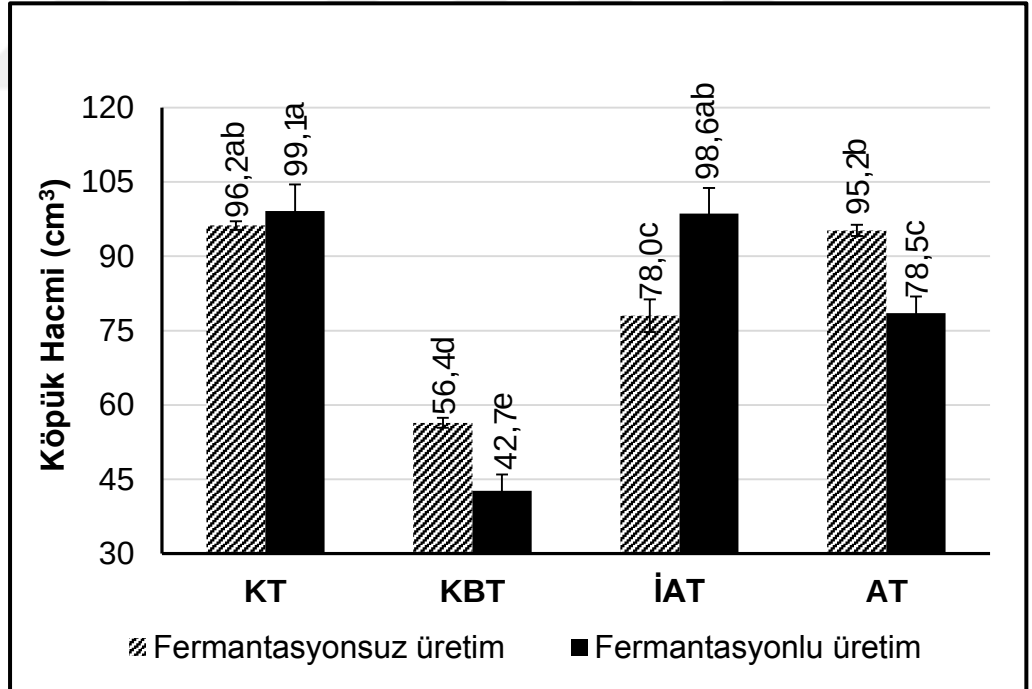
Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

Araştırmamızda kullanılan tahıl/pseudo-tahıl unlarının depo proteinlerinin izoelektrik noktası genellikle pH 4-6 arasında olmasından dolayı protein çözünürlüğünü yukarıda belirtildiği gibi pH 4'te olumsuz etkilemiştir, dolayısıyla emülsiyon özellikleri direk protein çözünürlüğü ile ilgili olduğundan araştırmamızdaki değerler %50'nin altında kalmıştır. Ayrıca, kızılıcık tarhanalarının formülasyonunda kullanılan yüksek miktardaki tuzun (*salting-out* etkisi) da emülsiyonda yağ-su ara fazında yer alabilecek proteinler üzerine olumsuz etkilerinin olduğu düşünülmektedir (Bera ve Mukherjee, 1989; Ragab vd., 2004). Proteinin kaynağı, pH, proteinin çözünürlüğü ve konsantrasyonu, tuz konsantrasyonu, şekerler ve nem içeriği gibi faktörlerin proteinlerin EK etkilediği belirtilmektedir (Kinsella ve Melachouris, 1976; Prinyawiatkul vd., 1993; Elkhalfa vd., 2005).

Bera ve Mukherjee (1989) yaptıkları bir çalışmada, yağı ayrılmamış pirinç kepeğinin, yağı alınmış örneğe kıyasla daha yüksek EK ve ES değerlerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda en yüksek ham yağ ve kül içeriğine sahip İAU'dan üretilen kızılıcık tarhanalarının kepekten kaynaklanan proteinlerinin ES artırabileceği düşünülmektedir.

4.4.3 Köpük Hacmi (cm³) ve Köpük Yarı-Ömrü (sn) Özellikleri

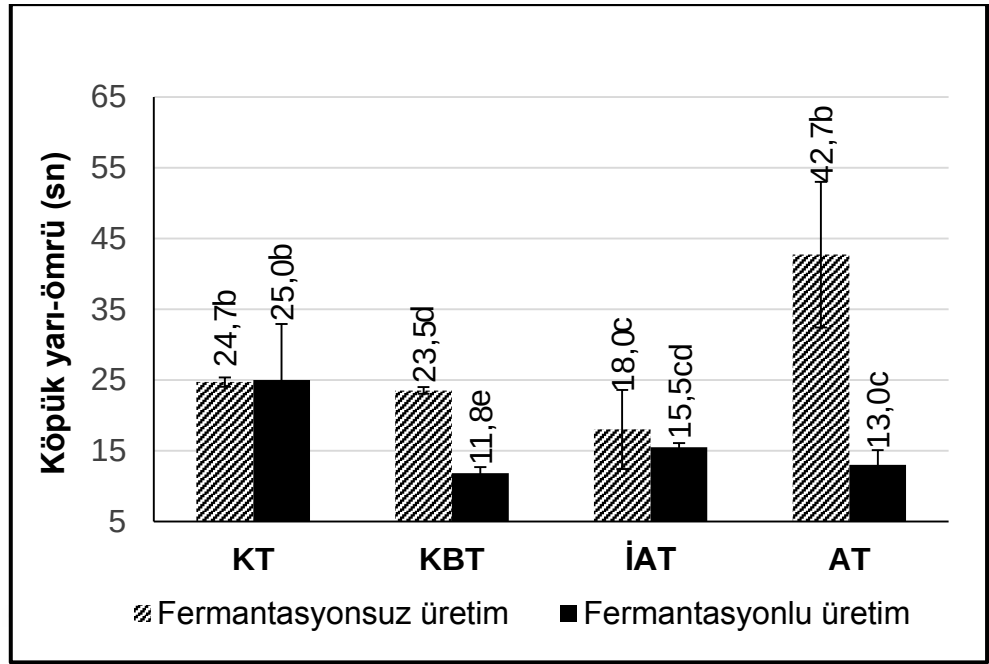
Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğer kızılçık tarhanalarının pH 4'te çözünür proteinlerinin köpük hacmi (KH, cm³) ve köpük yarı-ömrü (KYÖ, sn) sonuçları sırasıyla Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Araştırmamızın bu kısmında, pH 4'teki çözünür protein miktarları çalışılan süzüntülerin KH ve KYÖ özellikleri çalışılmıştır. Buna göre, fermantasyon uygulanmayan kızılçık tarhanalarının pH 4'ki çözünür proteinlerinin KH değerleri 56,5-96,2 cm³ arasında değişirken, fermantasyon uygulanan kızılçık tarhanalarının KH değerleri 42,7-99,1 cm³ arasında değişmiştir. Her iki üretim yöntemi ile üretilen örnekler içerisinde en yüksek ve en düşük KH değerleri sırasıyla FKT (99,1 cm³) ve FKBT (42,7 cm³) örnekleri olmuştur. Fermantasyon uygulaması ile BU'lu kızılçık tarhanasının köpük hacmindeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($p>0,05$), İAU'lu kızılçık tarhanasının köpük hacmi (98,6 cm³) fermantasyon uygulaması ile önemli düzeyde artmıştır ($p<0,05$). Fermantasyon uygulaması ile KBU'lu ve TKAU'lu kızılçık tarhanalarının pH 4'te çözünen proteinlerinin köpük hacmi önemli oranda azalmıştır ($p<0,05$, Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğer kızılçık tarhanalarının pH 4'te çözünür proteinlerinin köpük hacmi (cm³) değerleri. (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kızılçık tarhanası, n=6).

Proteinlerin, su-hava ara yüzeyinde yüzey gerilimini azaltarak köpük stabilitesini artırdığı ifade edilmiştir (Damodaran, 2005). Çelik vd. (2005), maya ilaveli tarhana örneğinin kontrol tarhanasına göre köpük kapasitesinin ve stabilitesinin daha düşük olduğunu belirlemiş ve bu durumun mayaların proteolitik aktivitesi sonucu proteinlerin hidrolizi ile meydana gelen peptitlerin hava-su ara yüzeyinde yeterli fonksiyonelite gösterememesi şeklinde açıklamışlardır. Magala vd. (2013), geleneksel un tarhanası örneği ile tuz ilavesi yapılmamış tarhananın köpük kapasitelerini karşılaştırdığında, tuz içermeyen örneğin daha düşük köpük kapasitesine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Fermantasyondan sonra BU'lu ve İAU'lu kızılçık tarhanalarının köpük hacmindeki artış, fermantasyon sırasında bu unların depo proteinlerinde meydana gelen modifikasyonlar sonucunda proteinlerin hidrofiliklik-hidrofobiklik dengesinin değişerek hava-su ara yüzeyinde daha fonksiyonel bir konfigürasyona sahip olmaları ile açıklanabilir (Çelik vd., 2005).

Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğer kızılçık tarhanalarının pH 4'te çözünür proteinlerinin köpük yarı-ömrü (KYÖ, sn) sonuçları Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Fermantasyon uygulanmayan kızılçık tarhanalarının KYÖ değerleri 18,0-42,7 sn aralığında değişirken, fermantasyon uygulanan tarhanaların KYÖ değerleri 11,8-25,0 sn arasında değişmiştir. Kızılçık tarhanaları içinde en yüksek ve en düşük KYÖ değerleri sırasıyla NAT (42,7 sn) ve FKBT (11,8 sn) kızılçık tarhanalarında saptanmıştır. Fermantasyon uygulaması ile KBU ve TKAU kızılçık tarhanalarının KYÖ değerleri önemli düzeyde azalırken ($p<0,05$), BU'lu ve İAU'lu kızılçık tarhanalarının KYÖ değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). Genellikle, fermantasyon uygulaması ile KYÖ değerleri azalmıştır.



Şekil 4.8. Fermentasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğer kızılıcık tarhanalarının pH 4'te çözünür proteinlerinin köpük yarı-ömrü (sn) değerleri. (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kızılıcık tarhanası, n=6).

Proteinlerin köpük özellikleri, protein konsantrasyonuna, proteinin kaynağına, ortam pH'sına ve sıcaklığına, iyonlara ve gıda işleme yöntemlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Damodaran, 2005). KBU, İAU ve TKAU kızılıcık tarhanalarının pH 4'teki çözünür proteinlerinin KYÖ değerlerindeki fermentasyon ile azalma, mikrobiyal proteoliz sonucu proteinlerin daha düşük molekül ağırlıklı peptitlere parçalanarak hava-su ara yüzeyinde yeterli stabilite sağlayamamaları şeklinde açıklanabilir. Kapp ve Bamforth (2002), arpa proteinlerinin köpük özelliklerini inceledikleri bir çalışmada, albümin fraksiyonunun hordeinlerden daha yüksek köpük stabilitesine sahip olduğunu, dolayısıyla albümin moleküllerinin yüzey elastikiyetinin daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Fermentasyon süresince her iki tip proteinin etkili bir şekilde hidrolizinin gerçekleştiğini, düşük molekül ağırlıklı peptitlerin köpük stabilitesini azalttığını ifade etmişlerdir.

4.4.4 Su ve Yağ Absorplama Kapasitesi (%)

Fermentasyon uygulanmadan ve uygulanarak üretilen kontrol ve diğer kızılıcık tarhanalarının su absorplama kapasitesi (SAK, %) ve yağ absorplama kapasitesi (YAK, %) sonuçları Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Buna göre,

fermantasyon uygulanmayan kızılıcık tarhanalarının SAK değerleri %57,8-122,3 arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük SAK değerleri sırasıyla NAT (%122,3) ve NKT (%57,8) tarhanalarında tespit edilmiştir.

Fermantasyon uygulanan kızılıcık tarhanalarında SAK değerleri %66,8-125,1 arasında değişmiştir. Bu örnekler arasında ise en yüksek ve en düşük SAK değerleri sırasıyla FAT (%125,1) ve FKT (%66,8) tarhanalarında saptanmıştır. Buna göre, BU'lu ve TKAU'lu kızılıcık tarhanalarının SAK değerleri üzerine fermentasyonun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Buna karşın, fermentasyon ile KBU'lu ve İAU'lu kızılıcık tarhanalarının SAK değerleri benzer kalmıştır ($p>0,05$).

Boyacıoğlu ve D'Appolonia (1994), İAU'nun, buğday ununa kıyasla daha yüksek SAK değerine sahip olduğunu belirlemiş ve bu durumu yüksek pentozan içeriği ile birlikte zedelenmiş nişasta içeriğinin fazla olması ile ilişkilendirmiştir. Ayrıca Hayta vd. (2002), yüksek SAK değerinin meydana gelmesinde nişastanın suyu absorplayarak şişme (swelling) özelliğinden kaynaklandığını da bildirmiştir.

Çizelge 4.10. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğer kızılıcık tarhanalarının su absorplama kapasitesi (SAK, %) ve yağ absorplama kapasitesi (YAK, %) değerleri

Kızılıcık Tarhanası	SAK (%)	YAK (%)
NKT	57,8±1,63f	90,8±2,11e
NKBT	96,5±0,73c	97,8±5,27d
NİAT	72,8±1,83d	87,5±3,43e
NAT	122,3±0,81b	119,4±1,15a
FKT	66,8±1,46e	107,6±2,63c
FKBT	95,1±0,74c	112,4±1,02b
FİAT	71,0±1,53d	95,7±1,53d
FAT	125,1±1,26a	98,8±5,05d

Ortalama±Standart sapma; n=4

Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Kalnina vd. (2015), hamur formülasyonunda kepek içeriği arttıkça, SAK değerinin de artış gösterdiğini, bu durumun kepekteki yüksek pentozan içeriği sebebiyle meydana geldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, formülasyonda bulunan kepeğin, suyun yer değişimini (migrasyonunu) engelleyerek, suyun tutulmasını artırdığını da belirtmişlerdir. Bu çalışmada, KBU'lu, İAU'lu ve TKAU'lu kızılıcık tarhanalarının, kontrol tarhanalarına (NKT ve FKT) göre daha yüksek SAK değerlerine sahip

olması, içerdikleri yüksek miktardaki besinsel lif kompozisyonu ile ilişkilendirilebilir. Her iki yöntem ile üretilen kızılıcık tarhanaları arasında, TKAU'lu kızılıcık tarhanası örneğinin en yüksek SAK değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Bunda TKAU'nun içediği yüksek miktardaki β -glukan ve protein miktarının da etkili olduğu düşünülmektedir. Holtekjølen vd. (2008), SAK değeri üzerine, β -glukan ve protein içeriğinin de etkili olduğunu belirtmişlerdir (Holtekjølen vd., 2008; Chandra vd., 2014). Ertaş vd. (2015), SAK değerinin protein içeriği ile ilişkili olmasının yanı sıra, temelde protein ve su arasındaki fiziksel interaksiyonlara bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Izydorczyk vd. (2005), arpa unu içeren erişte (noodle) örneğinin, buğday unlu örneğe kıyasla daha yüksek SAK değerine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Yıldırım ve Ercan (2004), geleneksel yöntemle üretilen un tarhanası formülasyonunda tam buğday unu kullandıkları çalışmalarında, örneğin kontrol örneğine göre daha yüksek SAK değerine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Kızılıcık tarhanalarının yağ absorplama kapasitesi (YAK) değerleri incelendiğinde, fermantasyon uygulamadan üretilen tarhanaların YAK değerleri %87,5-119,4 arasında değişirken, fermantasyon uygulanarak üretilen kızılıcık tarhanalarının YAK değerleri %95,7-112,4 arasında değişmiştir (Çizelge 4.10). Fermantasyon uygulanmayan örnekler arasında en düşük ve en yüksek YAK değerleri sırasıyla NİAT (%87,5) ve NAT (%119,4) tarhanaları olmuştur. Fermantasyon uygulanan örnekler arasında ise en düşük ve en yüksek YAK değerleri sırasıyla FİAT (%95,7) ve FKBT (%112,4) tarhanaları olmuştur. Fermantasyon uygulaması ile TKAU'lu kızılıcık tarhanası dışında diğer tüm tarhanaların YAK değerleri önemli miktarda artmıştır ($p<0,05$), TKAU'lu kızılıcık tarhanasında ise önemli düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).

Bu araştırmada NAT örneğinin yüksek YAK değerine sahip olması TKAU'nun yüksek miktarda hidrofobik karakterli proteinleri içermesi ile açıklanabilir. Kavuzlu ve kavuzsuz arpadaki proteinler ile hidrojen bağlarıyla bağlı tannin içeriği sebebiyle, hidrofobik interaksiyonlar olduğu bildirilmiştir (Bhatty, 1986a). Fermantasyon ile TKAU'lu tarhana örneğinin (FAT) YAK değerindeki azalma, mikroorganizma faaliyetleri ile tannin-protein kompleksinin yıkımlanması sonucu proteinlerin hidrofilik kısımlarının açığa çıkması ile gerçekleşmiş olabilir. Fakat diğer kızılıcık tarhanalarında, fermantasyon uygulaması ile proteinlerin hidrofobiklik özelliklerinin arttığı düşünülebilir. Bilgiçli (2009a), %20 oranında karabuğday ilaveli geleneksel un tarhanası örneğinin, kontrol örneğine göre daha yüksek YAK değerine sahip

olduğunu, öte yandan daha yüksek oranlarda karabuğday ilavesinin, YAK değerini düşürdüğünü belirtmiştir.

4.4.5 Suda Çözünen Madde (%) ve Su Bağlama Kapasitesi (%)

Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğer kızılcık tarhanalarının suda çözünen madde (SÇM, %) ve su bağlama kapasiteleri (SBK, %) Çizelge 4.11.'da gösterilmiştir. Buna göre, fermantasyon uygulamadan üretilen tarhanaların SÇM değerleri %24,6-33,6 arasında değişirken, fermantasyon uygulanarak üretilen kızılcık tarhanalarının SÇM değerleri %26,1-37,2 arasında değişmiştir. Fermantasyon uygulanmayan örnekler arasında en yüksek SÇM değeri NİAT (%33,6) tarhanası olmuştur. Fermantasyon uygulanan örnekler arasında ise en yüksek SÇM değeri FİAT (%37,2) tarhanasında saptanmıştır. Sonuçlardan görüldüğü gibi İAU'dan her iki yöntem ile üretilen kızılcık tarhanalarının SÇM (%) değerleri yüksek çıkmıştır. İrmik altı unun, buğday ununa kıyasla daha yüksek besinsel lif içeriğine sahip olduğu ve çözünür özellikteki besinsel lifleri daha yüksek oranda içerdiği bildirilmiştir (Stevenson vd., 2012). Tüm kızılcık tarhanaları arasında en yüksek ve en düşük SÇM değeri sırasıyla FİAT (%37,2) ve NKBT (%24,6) tarhanaları olmuştur. Fermantasyon uygulaması ile BU'lu kontrol kızılcık tarhanası dışında diğer tüm tarhanaların SÇM değerleri artış göstermiştir ($p<0.05$). Bu durum fermantasyon uygulaması ile kızılcık tarhanalarında kuru madde bazında besinsel lif miktarının artması ve nişasta granüllerinin moleküler boyutlarının kısılması ve suyun nişasta granülleri içerisine daha kolay penetre olması ile açıklanabilir. Bilindiği gibi besinsel liflerin, fermantasyon etkisi ile çözünürlüklerinde artışın olduğu ifade edilmiştir.

Çizelge 4.11. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kontrol ve diğer kızılıık tarhanalarının suda çözünen madde (SÇM, %) ve su bağlama kapasitesi (SBK, %) sonuçları

<i>Kızılıık Tarhanası</i>	<i>SÇM (%)</i>	<i>SBK (%)</i>
NKT	26,5±0,24d	110,5±3,52f
NKBT	24,6±0,50e	156,1±4,61b
NİAT	33,6±0,43c	122,9±6,12e
NAT	32,8±0,44c	143,4±1,45c
FKT	26,6±0,27d	108,7±4,01f
FKBT	26,1±0,92d	129,9±1,85d
FİAT	37,2±0,41a	126,3±3,23de
FAT	35,6±1,72b	205,5±5,16a

Ortalama±Standart sapma; n=4

Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Su bağlama kapasitesi (SBK, %) sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.11), fermantasyon uygulamadan üretilen kızılıık tarhanalarının SBK değerleri %110,5-156,1 aralığında değişmiştir. En düşük SBK değeri kontrol kızılıık tarhanasında (NKT) gözlenirken, en yüksek SBK değeri NKBT kızılıık tarhanasında saptanmıştır. Fermantasyon uygulanarak üretilen kızılıık tarhanalarının SBK değerleri %108,7-205,5 arasında değişmiştir. Buna göre, en düşük ve en yüksek SBK değerlerine sahip kızılıık tarhanaları sırasıyla kontrol kızılıık tarhanası (FKT) ve TKAU'lu tarhana (FAT) olmuştur.

Fermantasyon uygulaması ile BU'lu ve İAU'lu kızılıık tarhanalarının SBK değerleri fermantasyon uygulanmayan aynı örneklerle kıyaslandığında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Fermantasyon uygulaması ile KBU kızılıık tarhanasının (FKBT) SBK değeri önemli miktarda azalırken ($p<0,05$), TKAU'lu kızılıık tarhanasının (FAT) SBK değeri önemli miktarda artış göstermiştir ($p<0,05$).

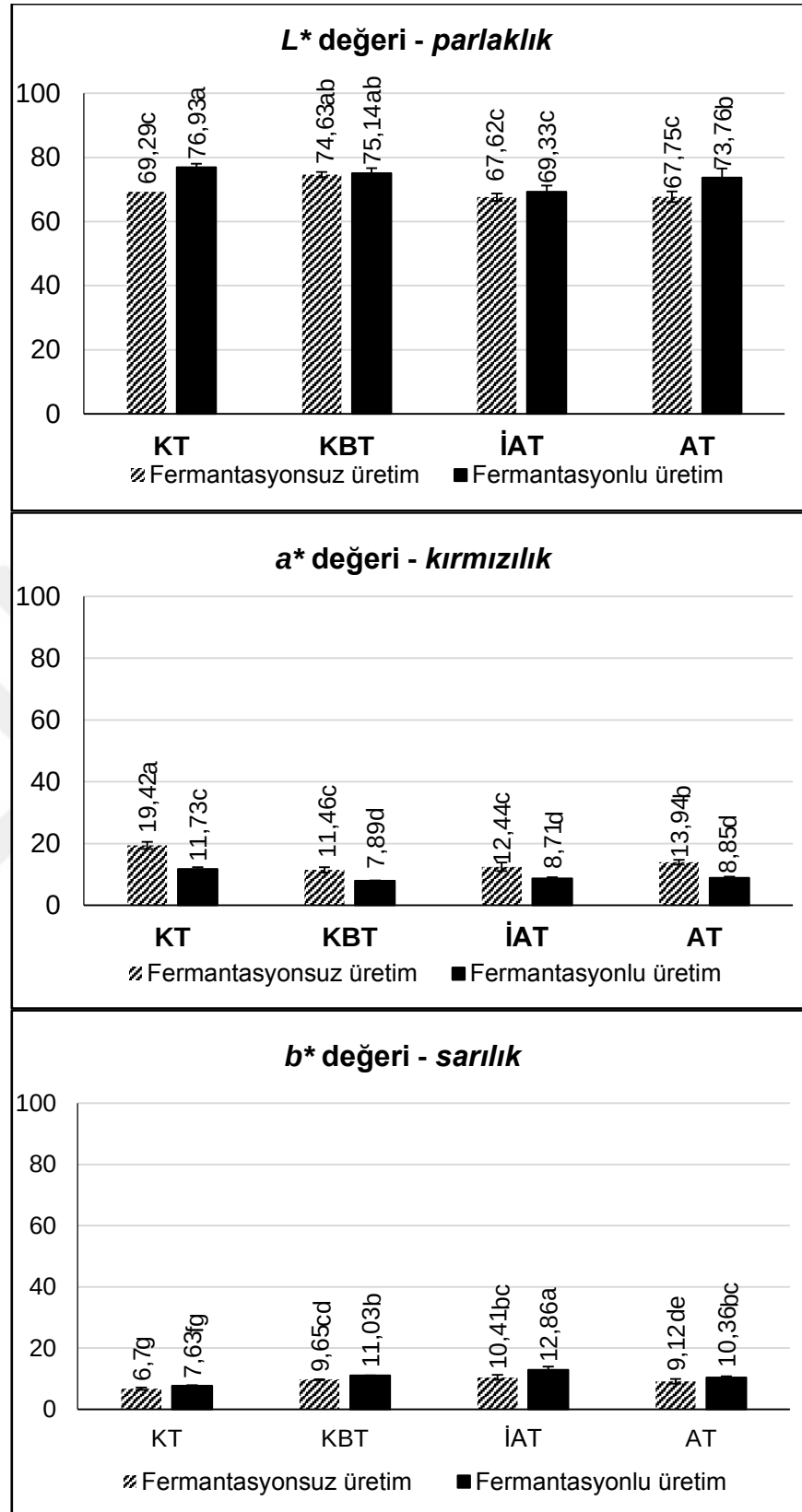
Fermantasyonun uygulaması ile KBU'lu kızılıık tarhanasının yağ absorplama kapasitesinin artış gösterdiği daha önce belirtilmişti, bunun daha çok karabuğday proteinlerinin hidrofobik özelliğinin artması şeklinde açıklanmıştı, bu durumun da SBK değerinde azalmayla ilgili olduğu düşünülmektedir. Fermantasyon uygulaması ile TKAU'lu kızılıık tarhanasının SBK değerindeki artışın içerdiği yüksek miktardaki besinsel lif ve hidrofilik karakterdeki protein miktarı ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Su bağlama kapasitesinin, gıdanın gözenekliliğine (porosity) ve por yapısına son derece bağlı olduğu bildirilmiştir (Maskan ve İbanoğlu, 2002). Karabuğday nişastasının küçük çaptaki nişasta granüllerine sahip olması sebebiyle, yüzey alanının daha fazla olması sonucu, su bağlama kapasitesinin buğday nişastasına kıyasla daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Wijngaard ve Arendt, 2006). Bilgiçli (2009a), bu çalışmadan farklı olarak, geleneksel un tarhanası formülasyonuna %40 oranında karabuğday unu ilavesinin, tarhana örneğinin su bağlama kapasitesini düşürdüğünü belirtmiştir. Bu durumu, karabuğday ilaveli örnekteki düşük nişasta ve gluten içeriği ile ilişkilendirmiştir.

4.5 Kızılıcık Tarhanası Örneklerinin Fiziksel Özellikleri

4.5.1 Renk Özellikleri

Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılıcık tarhanalarının renk özellikleri Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Buna göre, fermantasyon uygulanmayan kızılıcık tarhanalarının L^* parlaklık değerleri 67,62 -74,63 arasında değişirken, fermantasyon uygulanan örneklerde 69,33-76,93 aralığında değişmiştir. Her iki üretim yöntemi ile üretilen kızılıcık tarhanaları arasında en düşük ve en yüksek L^* değerine sahip kızılıcık tarhanası sırasıyla NİAT (67,62) ve FKT (fermente kontrol kızılıcık tarhanası; 76,93) olmuştur.



Şekil 4.9. Kontrol ve diğer kıvılcık tarhanalarının renk özellikleri üzerine fermantasyonun etkisi. (KT: Buğday unlu; KBT: Karabuğday unlu; İAT: İrmik altı unlu; AT: Tam kavuzsuz arpa unlu kıvılcık tarhanası, n=3)

Renk özelliklerinden L^* parlaklık değeri fermantasyon uygulaması ile tüm örneklerde artmıştır, fakat KBU'lu ve İAU'lu kızılçık tarhanalarında bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($p>0,05$), fermente kontrol kızılçık tarhanasında (FKT) ve FAT kızılçık tarhanasında bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Baik ve Ullrich (2008), tanedeki toplam polifenol içeriği ile pişirilmiş tane (cooked grain) ve hamurların parlaklık değerleri arasında negatif bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Bu araştırmada da, diğer örneklerle kıyasla daha yüksek fenolik madde içeriğine sahip fermente olmamış NİAT ve NAT kızılçık tarhanalarının daha düşük parlaklık değerine sahip oldukları tespit edilmiştir. Koca (2008), Bolu'dan temin ettikleri 30 kızılçık tarhanası örneğinin L^* parlaklık değerlerini 41.14-62.12 arasında belirlemiştir. Lin vd. (2012), İAU ilavesinin noodle kalitesi üzerine yaptıkları çalışmalarında, İAU ilavesinin daha koyu renkli ürün eldesine sebep olduğunu ve genel olarak protein içeriğinin, noodle parlaklık değeri ile negatif korelasyon gösterdiğini ifade etmişlerdir. Fermantasyon uygulanmayan örneklerde bulunan sonuçlar bu çalışma ile benzerlik göstermiştir.

Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılçık tarhanalarının renk özelliklerinden a^* kırmızılık-mavilik değerleri Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Buna göre, fermantasyon uygulanmayan kızılçık tarhanalarının a^* kırmızılık değerleri 11,5-19,4 arasında değişirken, fermantasyon uygulanan örneklerde 7,9-11,7 aralığında değişmiştir. Her iki üretim yöntemi ile üretilen kızılçık tarhanaları arasında en düşük ve en yüksek a^* değerine sahip kızılçık tarhanaları sırasıyla FKBT (7,89) ve NKT (kontrol kızılçık tarhanası; 19,42) olmuştur. Fermantasyon uygulaması ile tüm kızılçık tarhanalarının a^* kırmızılık değeri azalmıştır ve bu azalma tüm kızılçık tarhanalarında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Kızılçık püresinden gelen ve kırmızı renkten sorumlu antosiyaninin, parçalanarak yan ürünlerini oluşturduğunda kahverenginden sorumlu bileşiklere dönüştüğü (Matus-Cadız vd., 2008) ifade edilmiştir. Ayrıca, fenolik bileşiklerin de oksidasyon ile esmerleşme reaksiyonları verdiği bilinmektedir (Robards vd., 1999). Fermantasyon sonucu kızılçık tarhanalarında a^* kırmızılık değerinin azalması, bahsedilen bu kimyasal reaksiyonlara dayanmaktadır. Bilgiçli (2009a), renk değerlerindeki düşüşü, fermantasyon etkisi ile fitik asidin degradasyonu ile açığa çıkan serbest minerallerin, esmerleşme reaksiyonlarını teşvik edici etkisine bağlamıştır.

Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılçık tarhanalarının renk özelliklerinden b^* sarılık-yeşillik değerleri Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Buna göre, fermantasyon uygulanmayan kızılçık tarhanalarının b^* sarılık-yeşillik değerleri 6,7-10,4 arasında değişirken, fermantasyon uygulanan örneklerde 7,6-12,9 aralığında değişmiştir. Her iki üretim yöntemi ile üretilen kızılçık tarhanaları arasında en düşük ve en yüksek b^* değerine sahip kızılçık tarhanaları sırasıyla NKT (kontrol kızılçık tarhanası; 6,70) ve FİAT (12,86) olmuştur. Fermantasyon uygulaması ile tüm kızılçık tarhanalarının b^* sarılık-yeşillik değeri artmıştır ve bu artış tüm kızılçık tarhanalarında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

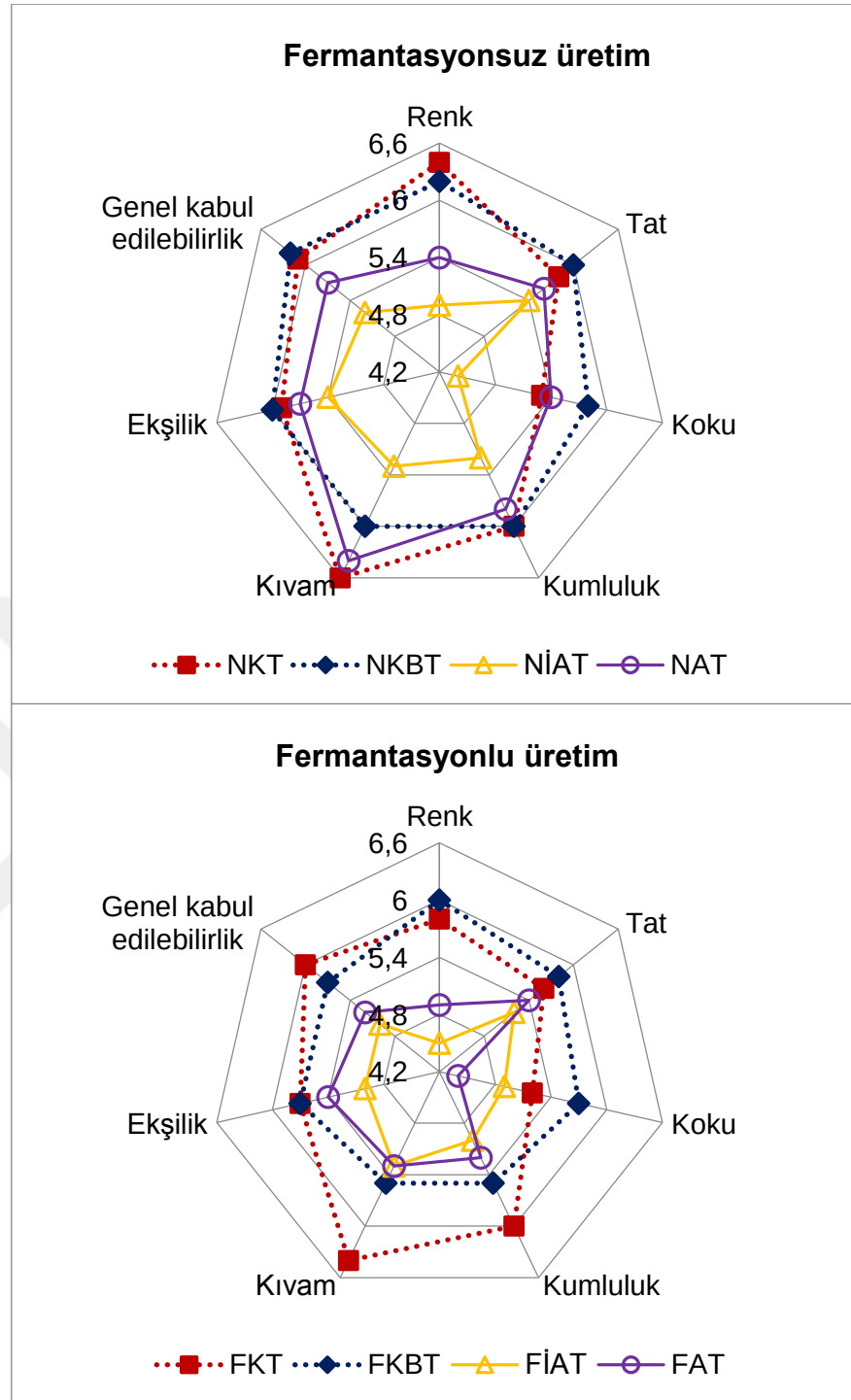
Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen İAU'lu kızılçık tarhanaları en yüksek sarılık-yeşillik değerlerine sahip olmuştur. Çalışmada kullandığımız İAU, kepek bakımından zengin bir makarna sanayii artığıdır ve ayrıca karotenoid bileşiklerce de zengin *Triticum durum* buğdayının irmiğe işlenmesi sırasında açığa çıkmaktadır. Masisi vd. (2016), tanenin kepek fraksiyonunun daha yüksek konsantrasyonlarda fenolik asit, flavonoid ve sarılık pigmenti içerdiğini bildirmiştir. Boyacıoğlu ve D'Appolonia (1994), İAU'nun, buğday ununa göre sarı pigmentten sorumlu luteince daha zengin olduğunu belirtmiştir.

Işık vd. (2014), buğday unu, yoğurt ve kızılçık püresi ile hazırladıkları tarhana örneklerinin renk özelliklerini incelediğinde, L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 63.44, 1.06 ve 11.01 olarak belirlemişlerdir. Kırmızılık ve sarılık değerinin çalışmamızdan farklı bulunması, formülasyonda yoğurt kullanmalarından kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak, tüm kızılçık tarhanalarında fermantasyon uygulamasının; L^* parlaklık değerini artırdığı, a^* kırmızılık-mavilik değerini azalttığı ve b^* sarılık-yeşillik değerini artırdığı söylenebilir.

4.5.2 Duyusal Özellikler

Fermantasyon uygulamadan üretilen kızılçık tarhanalarının tüketiciler tarafından yapılan duyusal analiz sonuçları Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Renk özellikleri incelendiğinde, puanlamanın 4,9-6,4 arasında olduğu görülmektedir, buna ek olarak en düşük ve en yüksek renk özellikleri sırasıyla NİAT ve NKT (kontrol kızılçık tarhanası) tarhanalarında tespit edilmiştir. Renk özellikleri bakımından İAU ve TKAU'lu tarhanalar, kontrol kızılçık tarhanasına kıyasla daha düşük renk özelliklerine sahiptir.



Şekil 4.10. Fermantasyon uygulamadan ve uygulayarak üretilen kızılçık tarhanalarının duyuusal analiz değerlendirilmesi.

Fermantasyon uygulanan kızılçık tarhanalarının renk özellikleri 4,5-6,0 aralığında değişmiştir. Panelistler tarafından KBU'lu kızılçık tarhanasına, kontrol kızılçık tarhanasından daha çok puan verilmiştir. En düşük ve en yüksek renk puanı sırasıyla FİAT ve FKBT kızılçık tarhanalarında belirlenmiştir. Fermantasyon

uygulamasının, kızılıık tarhanalarının renk özellikleri üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).

Kızılıık tarhanalarının tat özellikleri incelendiğinde, her iki üretim yönteminde de, kontrol dahil tüm örnekler içinde en yüksek tat puanına KBU'lu kızılıık tarhanaları (NKBT ve FKBT) sahiptir. İstatistiksel olarak incelendiğinde kızılıık tarhanalarının tat skorları arasında önemli bir fark görülmemiştir ($p>0.05$). Kızılıık tarhanalarının tat skoru üzerine fermantasyonun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kızılıık tarhanalarının koku puanları incelendiğinde, fermantasyon uygulanmadan üretilen kızılıık tarhanalarının koku puanları 4,4-5,8 arasında değişmiştir. En düşük ve en yüksek koku puanı sırasıyla NİAT ve NKBT kızılıık tarhanalarının olmuştur. Fermantasyon uygulanarak üretilen kızılıık tarhanalarının koku puanları 4,9-5,7 aralığında değişim göstermiştir. En düşük ve en yüksek koku puanına sahip örnekler ise sırasıyla FİAT ve FKBT tarhanaları olmuştur. İstatistiksel olarak incelendiğinde, İAU kullanılarak üretilen kızılıık tarhanaları hariç, kızılıık tarhanalarının koku puanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Fermantasyon uygulamasının kızılıık tarhanalarının koku puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

Kızılıık tarhanalarının kumluluk puanları incelendiğinde, fermantasyon uygulamasının kumluluk hissine etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Fermantasyon uygulanmayan kızılıık tarhanalarının kumluluk hissi puanları 5,2-6,0 arasında iken, fermantasyon uygulanarak üretilen tarhanaların kumluluk hissi puanları 5,0-6,0 aralığında değişmiştir. Tüm kızılıık tarhanaları içinde en yüksek kumluluk puanına sahip örnekler NKT, NKBT ve FKT olurken, en düşük kumluluk puanına sahip kızılıık tarhanası FİAT olmuştur. Kontrol kızılıık tarhanası ile karşılaştırıldığında, her iki üretim yöntemi ile üretilen İAU'lu kızılıık tarhanalarının kumluluk özelliklerinde önemli oranda azalma olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Fermantasyon uygulanmadan üretilen kızılıık tarhanalarının kıvam puanları 5,3-6,6 aralığında değişmiştir. Bu kızılıık tarhanalarından yalnızca NİAT örneğinin kıvam puanı, kontrol kızılıık tarhanasına (NKT) göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Buna göre, en düşük ve en yüksek kıvam puanına sahip tarhanalar sırasıyla NİAT ve NKT tarhanaları olmuştur. Fermantasyon uygulanan kızılıık tarhanalarının kıvam puanları 5,3-6,4 aralığında bulunmuştur ve

fermantasyonun kıvam özellikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kızılıcık tarhanalarının ekşilik puanları incelendiğinde, fermentasyon uygulanmadan üretilen kızılıcık tarhanalarının ekşilik puanı 5,4-6,0 aralığında iken, fermentasyon uygulanan örneklerin ekşilik puanlarının 5,0-5,7 arasında olduğu görülmüştür. Buna göre her iki üretim yöntemi ile üretilen tarhanalar içinde en düşük ve en yüksek ekşilik puanına sahip kızılıcık tarhanaları sırasıyla FİAT ve NKBT tarhanaları olmuştur. İstatistiksel olarak her iki yöntem ile üretilen kızılıcık tarhanalarının ekşilik puanları arasında önemli bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

Kızılıcık tarhanalarının panelistler tarafından 'genel kabul edilebilirlik' özellikleri incelendiğinde, fermentasyonsuz ve fermentasyonlu yöntem ile üretilen tüm kızılıcık tarhanaları içinde en düşük ve en yüksek 'genel kabul edilebilirlik' puanları sırasıyla FİAT ve NKBT tarhanalarına verilmiştir. Fermentasyon uygulanmayan kızılıcık tarhanalarının 'genel kabul edilebilirlik' puanları 5,2-6,2 arasında değişirken, fermentasyon uygulanan örneklerin 'genel kabul edilebilirlik' puanları 5,0-6,0 arasında değişmiştir. Fermentasyonun 'genel kabul edilebilirlik' puanı üzerine etkisi FİAT tarhanası hariç, kontrol ve diğer kızılıcık tarhanaları için istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Bilgiçli vd. (2006), geleneksel un tarhanası formülasyonuna buğday ruşeymi ve buğday kepeği ilavesinin duyu özellikleri üzerine etkisini incelediğinde, %25 ve üzerindeki oranlarda ruşeym ilavesinin ve %50 oranında buğday kepeği ilavesinin 'genel kabul edilebilirliği' önemli derecede düşürdüğünü ($p<0.05$) belirlemişlerdir. Bilgiçli (2009b), karabuğday unu ilavesinin tarhananın bazı özellikleri üzerine etkisini incelediği çalışmada, geleneksel un tarhanası formülasyonuna %40 oranında karabuğday unu ilavesinin tat skorunu, kontrol tarhanasına göre artırdığını ifade etmiştir.

Sonuç olarak fermentasyon uygulanan karabuğday unlu kızılıcık tarhanasının (FKBT), tüketicilere tavsiye edilebileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı tahıl/pseudo-tahıl unlarından üretilen kızılıcık tarhanalarının kimyasal, besinsel, fonksiyonel ve duyusal özelliklerinin incelendiği bu araştırmada elde edilen önemli sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Özellikle TKAU'nun kızılıcık tarhanası üretiminde kullanılması, protein içeriği yüksek kızılıcık tarhanası üretilmesine imkân sağlamıştır.
- Fermantasyon işlemi uygulanarak üretilen KBU ve İAU'lu kızılıcık tarhanalarının, fermentasyonsuz yöntem ile üretilen aynı örneklerden daha yüksek miktarda kül içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre, fermentasyonun etkisi ile fitik asit degradasyonunun sağlandığı ve mineral madde salınımında artış olduğu düşünülmektedir. Fitik asit hidrolizinin gerçekleşmesi mineral maddelerden daha fazla yararlanmayı sağlayacaktır.
- Kızılıcık tarhanası üretiminde İAU ve TKAU kullanımının, besinsel lif içeriğinin artırılması açısından olumlu etkisi olmuştur. Fermantasyon işlemi, tüm kızılıcık tarhanası örneklerinin besinsel lif içeriğini kuru madde bazında artırması bakımından yararlı olmuştur.
- BU ve TKAU ile üretilen kızılıcık tarhanalarının β -glukan içeriği üzerine fermentasyonun olumsuz bir etkisi olmamıştır.
- Kızılıcık tarhanalarının antosiyanin içerikleri fermentasyonun etkisi ile azalmıştır.
- Farklı tahıl/pseudo-tahıl unlu kızılıcık tarhanalarının tümünün DPPH radikalini süpürme aktivitesi (%), fermentasyon etkisi ile artış göstermiştir ve bu durum FKBT kızılıcık tarhanasında en yüksek olmuştur.
- Fermantasyon işleminin BU ve KBU kızılıcık tarhanalarının Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) üzerine etkisi olumlu iken, İAU ve TKAU'lu kızılıcık tarhanalarında etkisi olumsuz olmuştur.
- Kızılıcık tarhanası üretiminde KBU ve İAU kullanımı ile kızılıcık tarhanalarının pH 4'teki protein çözünürlüğü artmıştır. BU ve KBU kızılıcık tarhanalarının pH 4'teki protein çözünürlüklerinde, fermentasyonun etkisi ile artış meydana gelmiştir.
- Farklı tahıl/pseudo-tahıl unu kullanımı ile kızılıcık tarhanalarının pH 4'teki çözünür proteinlerinin köpük kapasitesi olumsuz yönde etkilenmiştir.

- Kızılıık tarhanası üretiminde farklı tahıl/pseudo-tahıl unu kullanımı ile su absorpsiyon kapasitesi (%) değerleri BU'lu kızılıık tarhanasına (kontrol kızılıık tarhanası) göre artmıştır. Fermentasyonun etkisi ile FKT ve FAT kızılıık tarhanalarının su absorpsiyon kapasitesi değerleri artmıştır.
- Geleneksel kızılıık tarhanası (NKT; kontrol kızılıık tarhanası), kızılııktan gelen, kendine has pembe renge sahiptir. Fakat fermentasyonun etkisi ile tüm kızılıık tarhanalarının kırmızılık değerleri (a^*) olumsuz etkilenecek azalmıştır. Bunun antosiyanin miktarındaki azalma ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Fermentasyonun etkisi ile kırmızılık değerleri azalırken, sarılık değerleri (b^*) artış göstermiştir.
- Duyusal analiz sonuçlarına göre fermentasyon uygulanan karabuğday unlu kızılıık tarhanasının (FKBT), tüketicilere tavsiye edilebileceği düşünülmektedir.
- Kızılıık tarhanası üretiminde karabuğday unu kullanımı ile toplam ve serbest fenolik madde içeriği artırılmış, antioksidan özellikleri geliştirilmiş yeni bir ürün geliştirilmiştir.
- Üretimde tam kavuzsuz arpa unu kullanımı ile protein, toplam besinsel lif ve β -glukan içeriği artırılmış kızılıık tarhanaları üretilebilir.
- İrmik altı un kullanımı ile protein, toplam besinsel lif ve antosiyanin miktarı bakımından zengin ve dolayısıyla antioksidan özellikleri geliştirilmiş ürünler üretilebilir.
- Araştırmamıza konu olan kızılıık tarhanası, 01.12.2017 tarihinde “Bolu kızılıık tarhanası” adı ile coğrafi işaretli (mahreç işareti) ürünler listesine kabul edilmiştir. Bu çalışma, Bolu kızılıık tarhanası üzerine yapılan detaylı ilk çalışmadır. Geleneksel olarak üretilen ve coğrafi işaret alan Bolu kızılıık tarhanası, ekmeklik buğday unundan üretilmektedir. Bu araştırmada ekmeklik buğday ununun yanı sıra, farklı tahıl/pseudo-tahıl unlarının da kullanılması ile Bolu kızılıık tarhanası üretiminde ürün çeşitliliği sağlanmış olmaktadır. Özellikle karabuğday unundan üretilen Bolu kızılıık tarhanasının glutensiz bir ürün olması sebebiyle, çölyak hastalarının tüketimine uygun, alternatif bir ürün olabileceği düşünülmektedir. Bolu kızılıık tarhanası ile ilgili bir sonraki araştırmamızda, reolojik ve pişme özellikleri üzerine farklı tahıl/pseudo-tahıl unlarının etkisinin detaylı olarak incelenmesi planlanmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- AACC-INT (American Association of Cereal Chemists International) 2010. Approved Methods of Analysis, Metots No: 44-01.01, 08-01.01, 46-12.01, 30-25.01, 76-13.01, 11th edition, The Association: St. Paul, MN, USA.
- Abou-Zeid NA (2016) "Review of Egyptian Cereal-Based Fermented Product (Kishk)", International Journal of Agriculture Innovations and Research, 4(4): 600-609.
- Achi OK (2005) "The potential for upgrading traditional fermented foods through biotechnology", African Journal of Biotechnology, 4(5): 375-380.
- Adeyemo SM ve Onilude AA (2013) "Enzymatic Reduction of Anti-nutritional Factors in Fermenting Soybeans by Lactobacillus plantarum Isolates from Fermenting Cereals", Nigerian Food Journal, 31(2): 84-90.
- Ahmedna, M., Prinyawiwatkul, W., Rao, R. M., 1999, Solubilized wheat protein isolate: functional properties and potential food applications. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47, 1340-1345.
- Alçay AÜ, Yalçın S, Bostan K ve Dinçel E (2015) "Orta Asya'dan Anadolu'ya Kurutulmuş Gıdalar", Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi, 40: 83-93.
- Ali RFM (2016) "Hypocholesterolemic effects of diets containing different levels of kishk as a dried fermented milkewhole wheat mixture in experimental rats", Journal of Ethnic Foods, 3: 117-123.
- Alnouri FF, Duitschaever CL ve deMan JM (1974) "The Use of Pure Cultures for the Preparation of Kishuk", Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 7(3): 228-229.
- Altun İ (2015) "Kahramanmaraş-Elbistan'da Geleneksel Olarak Yapılan Tarhana ve Tarhana Çorbası", Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1): 45-49.
- Ames NP ve Rhymer CR (2008) "Issues Surrounding Health Claims for Barley", The Journal of Nutrition, 1237S-1243S.
- Anson NM, Selinheimo E, Havenaar R, Aura AM, Mattila I, Lehtinen P, Bast A, Poutanen K ve Haenen GR (2009) "Bioprocessing of Wheat Bran Improves in vitro Bioaccessibility and Colonic Metabolism of Phenolic Compounds", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57: 6148-6155.
- AOAC (American Oil Association Chemists) Official Methods 1990. 15th Edition. Method 923.09.
- AOAC (American Oil Association Chemists) Official Methods 2005. Starch (total) in cereal products. Amyloglucosidase- α -amylase method, Method 996.11.

- Asiedu M, Lied E, Nilsen R ve Sandnes K (1993) "Effect of processing (sprouting and/or fermentation) on sorghum and maize: II. Vitamins and amino acid composition. Biological utilization of maize protein", *Food Chemistry*, 48: 201-204.
- Bahgaat WK ve El Ghani SA (2016) "Comparison of Amino Acids and Fatty Acids Profiles of Egyptian Kishk: Dried Wheat Based Fermented Milk Mixture as Functional Food", *American Journal of Food Technology*, 12(1): 43-50.
- Baik BK ve Ullrich SE (2008) "Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest", *Journal of Cereal Science*, 48: 233-242.
- Bartkiene, E., Skabeikyte, E., Krungleviciute, V., Jakobsons, I., Bobere, N., Bartkevics, V., Juodeikiene, G. (2015). The influence of fermentation on the content of alkylresorcinols and lignans in plant products. *The Open Biotech J*, 9: 31-38.
- Bayrakçı HA ve Bilgiçli N (2015) "Influence of resistant starches on chemical and functional properties of tarhana", *Journal of Food Science and Technology*, 52(8): 5335-5340.
- Bera MB ve Mukherjee RK (1989) "Solubility, Emulsifying, and Foaming Properties of Rice Bran Protein Concentrates", *Journal of Food Science*, 54(1): 142-145.
- Bhatty RS (1986a) "The Potential of Hull-less Barley-A Review", *Cereal Chemistry*, 63(2): 97-103.
- Bhatty RS (1986b) "Physicochemical and Functional (Breadmaking) Properties of Hull-less Barley Flour", *Cereal Chemistry*, 63(1): 31-35.
- Bilgi B ve Çelik S (2004) "Solubility and emulsifying properties of barley protein concentrate", *European Food Research Technology*, 218: 437-441.
- Bilgiçli N, Elgün A, Herken EN, Türker S, Ertas N ve Ibanoğlu 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: 680-686.
- Bilgiçli N (2009) "Enrichment of gluten-free tarhana with buckwheat flour", *International Journal of Food Science and Nutrition*, 60(S4): 1-8.
- Bilgiçli N (2009a) "Effect of buckwheat flour on chemical and functional properties of tarhana", *Food Science and Technology*, 42: 514-518.
- Blandino A, Al-Aseeri ME, Pandiella SS, Cantero D ve Webb C (2003) "Cereal-based fermented foods and beverages", *Food Research International*, 36: 527-543.
- Bonafaccia G, Marocchini M ve Kreft I (2003) "Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat", *Food Chemistry*, 80: 9-15.

- Boyacıoğlu MH ve D'Appolonia (1994) "Characterization and Utilization of Durum Wheat for Breadmaking. I. Comparison of Chemical, Rheological and Baking Properties Between Bread Wheat Flours and Durum Wheat Flours", *Cereal Chemistry*, 71(1): 21-28.
- Bozkurt O (2006) "Farklı üretim yöntemlerinin tarhananın organik asit içeriği üzerine etkisi", Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Cagindi O, Aksoylu Z, Savlak NY ve Kose E (2016) "Comparison of Physicochemical and Functional Properties of Domestic", *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 22(2): 324-330.
- Cai YZ, Corke H, Wang D ve Li WD (2016) "Buckwheat: Overview", Editörler: Koushik Seetharaman, Harold Corke, Colin W. Wrigley, *Encyclopedia of Food Grains*, s. 309-311.
- Canuto GAB, Oliveira DR, da Conceição LSM, Farah JPS ve Tavares MFM (2016) "Development and validation of a liquid chromatography method for anthocyanins in strawberry (*Fragaria spp.*) and complementary studies on stability, kinetics and antioxidant power", *Food Chemistry*, 192: 566-574.
- Caplice E ve Fitzgerald GF (1999) "Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation", *International Journal of Food Microbiology*, 50(1-2): 131-149.
- Capozzi V, Menga V, Digesu AM, De Vita P, van Sinderen D, Cattivelli L, Fares C ve Spano G (2011) "Biotechnological production of vitamin B2-enriched bread and pasta", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 8013-8020.
- Capozzi V, Russo P, Dueñas MT, Lopez P ve Spano G (2012) "Lactic acid bacteria producing B-group vitamins: A great potential for functional cereal products", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 96: 1383-1394.
- Carpino S, Rapisarda T, Belvedere G, Papademas P, Neocleous M, Scadt I, Pasta C ve Licitra G (2010) "Effect of dehydration by sun or by oven on volatiles and aroma compounds of Trachanas", *Dairy Science & Technology*, 90: 715-727.
- Casella MLA ve Whitaker JR (1990) "Enzymatically and chemically modified zein for improvement of functional properties", *Journal of Food Biochemistry*, 14: 453-475.
- Cemeroğlu B (2007) *Gıda Analizleri*, Editör: Cemeroğlu, B., Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34, 535 pages.
- Certel M, Erbas M, Uslu MK ve Erbas MO (2007) "Effects of fermentation time and storage on the water-soluble vitamin contents of tarhana", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(7): 1215-1218.
- Chandra S, Singh S ve Kumari D (2014) "Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits", *Journal of Food Science and Technology*, 52(6): 3681-3688.

- Chavan JK, Kadam SS ve Beuchat LR (1989) "Nutritional improvement of cereals by fermentation", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28(5): 349-400.
- Chelule PK, Mbongwa HP, Carries S ve Gqaleni N (2010) "Lactic acid fermentation improves the quality of amahewu, a traditional South African maize-based porridge", *Food Chemistry*, 122: 656-661.
- Coşkun F (2003) "Tarhana ve Beslenme Yönünden Önemi", *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi*, 3(2): 46-49.
- Coşkun F (2014) "Tarhananın Tarihi ve Türkiye'de Tarhana Çeşitleri", *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9(3): 69-79.
- Çakıroğlu FP (2018) "Geleneksel Tarhananın Modern Yolculuğu", *Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, 10-15 Eylül 2007, Ankara.
- Çelik İ, Işık F, Şimşek O ve Gürsoy O (2005) "The Effects of the Addition of Baker's Yeast on the Functional Properties and Quality of Tarhana, a Traditional Fermented Food", *Czech Journal of Food Sciences*, 23(5): 190-195.
- Çelik S, Bakırcı I ve Şat I G (2006) "Physicochemical and Organoleptic Properties of Yogurt with Cornelian Cherry Paste", *International Journal of Food Properties*, 9: 401-408.
- Çelik F (2009) "Kızılcığın (*Cornus mas* L) Ekstraksiyonu ve Antioksidan Bileşenlerinin Analizi" Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Damir AA, Salama AA ve Mohamed MS (1992) "Acidity, microbial, organic and free amino acids development during fermentation of skimmed milk, Kishk", *Food Chemistry*, 43: 265-269.
- Damodaran S (2005) Protein stabilization of emulsions and foams. *Journal of Food Science* 70(3), 54-66.
- D'Antuono LF, Kolesnov A, Fedosova K, Jorjadze M, Boyko N, Mudryk M ve Bignami C (2012) "Cornelian Cherry: An Important Local Resource and Promising Health Promoting Fruit Plant of The Black Sea Area", *Acta Horticulturae*, 1017: 299-307.
- Değirmencioğlu N, Gürbüz O, Herken EN ve Yıldız AY (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 MK (2014) "Use of Quinoa Flour in The Production of Gluten-Free Tarhana", *Food Science and Technology Research*, 20(5): 1087-1092.
- Dinda B, Kyriakopoulos AM, Dinda S, Zoumpourlis V, Thomaidis NS, Velegraki A, Markopoulos C ve Dinda M (2016) "Cornus mas L. (cornelian cherry), an important European and Asian traditional food and medicine: Ethnomedicine, phytochemistry and pharmacology for its commercial utilization in drug industry", *Journal of Ethno-Pharmacology*, 193: 670-690.

- Đorđević TM, Šiler-Marinković SS ve Dimitrijević-Branković SI (2010) "Effect of fermentation on antioxidant properties of some cereals and pseudo-cereals", *Food Chemistry*, 119: 957-963.
- Durazzo A, Zaccaria M, Polito A, Maiani G ve Carcea M (2013) "Lignan Content in Cereals, Buckwheat and Derived Foods", *Foods*, 2: 53-63.
- 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: 127-132.
- Ekinci R ve Kadakal Ç (2005) "Determination of Seven Water-Soluble Vitamins In Tarhana, A Traditional Turkish Cereal Food, By High-Performance Liquid Chromatography", *Acta Chromatographia*, 15: 289-297.
- Elkhalifa AEO, Schiffler B ve Bernhardt R (2005) "Effect of fermentation on the functional properties of sorghum flour", *Food Chemistry*, 92: 1-5.
- El Tinay AH, Gadir AMA ve Hidai ME (1979) "Sorghum fermented kisra bread. I - nutritive value of kisra", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 30(9): 859-863.
- Erbaş M, Certel M ve Uslu MK (2004) "Yaş ve Kuru Tarhananın Şeker İçeriğine Fermantasyon ve Depolamanın Etkisi", *Gıda*, 29(4): 299-305.
- Ercişli S, Yılmaz SO, Gadze J, Dzubur A, Hadziabulic S ve Aliman J (2011) "Some Fruit Characteristics of Cornelian Cherries (*Cornus mas* L.)", *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1): 255-259.
- Erdem E (2008) Tarhana Üretiminde Balık Etinin Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Erkan H, Çelik S, Bilgi B ve Köksel H (2006) "A new approach for the utilization of barley in food products: Barley tarhana", *Food Chemistry*, 97(1): 12-18.
- Erol Nİ (2010) "Keçiboynuzlu Tarhana Üzerine Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Ertaş N, Sert D ve Demir MK (2015) "Functional properties of tarhana enriched with whey concentrate", *Agronomy Research*, 13(4): 919-928.
- Eser Z (2010) "Kızılcık Meyvesi ve Marmelatının Bazı Kimyasal, Fiziksel Özellikleri ile Antioksidan Aktivitesi ve Antosiyanin Profilinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Esimek H (2010) "Tarhananın Besinsel Lif İçeriği ve Antioksidatif Özelliklerinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Fustier P, Castaigne F, Turgeon SL ve Biliaderis CG (2007) "Semi-sweet biscuit making potential of soft wheat flour patent, middle-cut and clear mill streams made with native and reconstituted flours", *Journal of Cereal Science*, 46: 119-131.

- Georgala A, Anastasaki E, Xitos D, Kapogiannis D, Malouzos T, Massouras T ve Kandarakis I (2011) "The Nutritional Value of Trahanas: A Fermented Milk-Cereal Traditional Greek Food", Proceedings of an International Symposium, 16-18 May 2011, Athens, Greece.
- Georgala A (2013) "The Nutritional Value of Two Fermented Milk/Cereal Foods Named "Greek Trahanas" and "Turkish Tarhana": A Review", *Journal of Nutritional Disorders & Therapy*, 11: 1-4.
- Giménez-Bastida JA, Piskula MK ve Zieliński H (2015) "Recent Advances in Processing and Development of Buckwheat Derived Bakery and Non-Bakery Products – a Review", *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 65(1): 9-20.
- Girish L (2006) "Development of A Rabadi-Like Wheat Based Fermented Milk Beverage", Master Thesis, Deemed University, The National Dairy Research Institute, Karnal, India.
- Giusti MM, Wrolstad RE (2001) Unit F1.2:1-13. Anthocyanins. Characterization and measurement with UV-Visible spectroscopy. In 'Current Protocols in Food Analytical Chemistry', R. E. Wrolstad, and S.J. Schwartz, (eds), F1.2:1-13, John Wiley & Sons, New York, NY, USA.
- Guo W ve Beta T (2013) "Phenolic acid composition and antioxidant potential of insoluble and soluble dietary fibre extracts derived from select whole-grain cereals", *Food Research International*, 51(2): 518-525.
- Gurbuz O, Gocmen D, Ozmen N ve Dagdelen F (2010) "Effects of Yeast, Fermentation Time, And Preservation Methods on Tarhana", *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 40: 263-275.
- Gutfinger T (1981) Polyphenols In Olive Oils, *Journal of American Oil Chemical Socation.*, 58: 966-968.
- Hamad AM ve Fields ML (1982) "Preliminary Evaluations of a New Type of Kishk Made From Whey", *Journal of Food Science*, 47: 1140-1142.
- Hancioğlu Ö ve Karapınar M (1998) "Hububat Bazlı Fermente Ürünler ve Fermantasyon İşleminin Sağladığı Avantajlar", *Gıda*, 23(3): 211-215.
- Hassan EG, Alkareem AMA ve Mustafa AMI (2008) "Effect of Fermentation and Particle Size of Wheat Bran on the Antinutritional Factors and Bread Quality", *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(4): 521-526.
- Hayta M, Alpaslan M ve Baysar A (2002) "Effect of drying methods on functional properties of tarhana: a wheat flour–yoghurt mixture", *Journal of Food Science*, 67(2), 740–744.
- Hole AS, Rud I, Grimmer S, Sigl S, Narvhus J ve Sahlstrøm S (2012) "Improved Bioavailability of Dietary Phenolic Acids in Whole Grain Barley and Oat Groat following Fermentation with Probiotic *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus johnsonii*, and *Lactobacillus reuteri*", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 6369-6375.

- Holtekjølen AK, Olsen HHR, F ergestad EM, Uhlen AK ve Knutsen SH (2008) "Variations in water absorption capacity and baking performance of barley varieties with different polysaccharide content and composition", *Food Science and Technology*, 41: 2085-2091.
- Huang D, Ou B ve Prior RL (2005) "The chemistry behind antioxidant capacity assays" *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6): 1841-1856.
- Idris WH, Babiker EE ve El Tinay AH (2003) "Fractionation, solubility and functional properties of wheat bran proteins as influenced by pH and/or salt concentration", *Nahrung*, 47(6): 425-429.
- I ık F (2013) "Sal a  retim Atıklarının Tarhana  retiminde Kullanımı", Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- I ık F,  elik İ ve Yılmaz Y (2014) "Effect of Cornelian Cherry Use on Physical and Chemical Properties of Tarhana", *Akademik Gıda*, 12 (2): 34-40.
- Izydorczyk MS, Lagasse SL, Hatcher DW, Dexter JE ve Rossnagel BG (2005) "The enrichment of Asian noodles with fiber-rich fractions derived from roller milling of hull-less barley", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 2094-2104.
- İbano lu  , Ainsworth P, Wilson G ve Hayes GD (1995) "The Effect of Fermentation Conditions on the Nutrients and Acceptability of Tarhana", *Food Chemistry*, 53(2): 143-147.
- İbano lu E ve İbano lu   (1999) "Foaming Properties of White Wheat Flour-Yoghurt Mixture as Affected by Fermentation", *Journal of Cereal Science*, 30: 71-77.
- Jørgensen H, Sholly D, Pedersen A , Canibe N, Knudsen KEB (2010) Fermentation of cereals — Influence on digestibility of nutrients in growing pigs, *Livestock Science*, 134(1-3): 56-58.
- Kabak B ve Dobson DWA (2011) "An Introduction to the Traditional Fermented Foods and Beverages of Turkey", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3): 248-260.
- Kalnina S, Rakcejeva T ve Kunkulberga D (2015) "Rheological Properties of Whole Grain Wheat, Rye and Hull-Less Barley Flour Blends For Pasta Production", *Research For Rural Development*, 1: 150-156.
- Kapp GR ve Bamforth CW (2002) "The foaming properties of proteins isolated from barley", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(11): 1276-1281.
- Karaaslan NM (2012) "Kıraz (*Prunus avium*),  ilek (*Fragaria vesca*) ve Kızılıçık (*Cornus mas* L.) Meyvelerindeki Antosiyanin Bileşiklerinin HPLC-ESI-MS ile Tayini ve Karakterizasyonu", Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kara ıl M  ve Tek NA (2013) Dünyada  retilen Fermente  r nler: Tarihsel Süreç ve Sağlık ile İlişkileri, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2): 163-173.

- Karademir E ve Yalçın E (2017) "Toksik Gluten Peptitlerin Detoksifikasyonunda Yeni Yöntemler ve Gluten Toksisitesinin Belirlenmesi", *Gıda*, 42(2): 177-185.
- Kariluoto S, Aittamaa M, Korhola M, Salovaara H, Vahteristo L ve Piironen V (2006) "Effects of yeasts and bacteria on the levels of folates in rye sourdoughs", *International Journal of Food Microbiology*, 106(2): 137-143.
- Katina K, Laitila A, Juvonen R, Liukkonen KH, Kariluoto S, Piironen V, Landberg R, Aman P ve Poutanen K (2007) "Bran fermentation as a means to enhance technological properties and bioactivity of rye", *Food Microbiology*, 24: 175-186.
- Katina K, Juvonen R, Laitila A, Flander L, Nordlund E, Kariluoto S, Piironen V ve Poutanen K (2012) "Fermented Wheat Bran as a Functional Ingredient in Baking", *Cereal Chemistry*, 89(2): 126-134.
- Kelley SS, Rials TG, Snell R, Groom LH ve Sluiter A (2004) "Use of near infrared spectroscopy to measure the chemical and mechanical properties of solid wood", *Wood Science and Technology*, 38: 257-276.
- Kemahlioğlu K ve Ünal S (2001) "İrmikaltı Unlarının Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi", *Gıda*, 26(5): 315-321.
- Khetarpaul N ve Chauhan BM (1990) "Effect of Fermentation by Pure Cultures of Yeasts and Lactobacilli on the Available Carbohydrate Content of Pearl Millet", *Food Chemistry*, 36: 287-293.
- Kılıç G (1999) "Evaluation of Durum Clear Flour", Master Thesis, University of Gaziantep, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Gaziantep.
- 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.
- Kinsella JE ve Melachoris N (1976) "Functional properties of proteins in foods: A survey", *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 7(3): 219-280.
- Kişî NR (2015) "Yulaf Katkılı Tarhanaların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi ve Geleneksel Maraş Tarhanası ile Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Koca AF (2008) "Physical, Chemical and Antioxidant Properties of Tarhana with Cornelian Cherry", *Asian Journal of Chemistry*, 20(7): 5667-5672.
- Kockova M, Dilonová M, Hybenová E ve Valík L (2013) "Evaluation of Cereals and Pseudocereals Suitability for the Development of New Probiotic Foods", *Journal of Chemistry*, ID 414303, 8 pages.
- Kohajdová Z ve Karovičová J (2007) "Fermentation of cereals for specific purpose", *Journal of Food and Nutrition Research*, 46(2): 51-57.
- Kohajdová Z (2014) "Fermented Cereal Products", Editörler: Ray RC ve Montet D "Microorganisms and Fermentation of Traditional Foods", CRC Press, New York, s.79

- Köse E ve Çağındı ÖS (2002) "An investigation into the use of different flours in tarhana", *International Journal of Food Science and Technology*, 37: 219-222.
- Kumar S ve Pandey AK (2013) "Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview", *The Scientific World Journal*, Article ID 162750, 16 pages.
- Kumral A (2015) "Nutritional, chemical and microbiological changes during fermentation of tarhana formulated with different flours", *Chemistry Central Journal*, 9(16): 1-8.
- Law SV, Abu Bakar F, Mat Hashim D ve Abdul Hamid A (2011) "Popular fermented foods and beverages in Southeast Asia", *International Food Research Journal*, 18: 475-484.
- Lee SC, Prosky L ve And Devries JW (1992) "Determination of Total, Soluble, and Insoluble, Dietary Fiber In Foods - Enzymaticgravimetric Method, MES-TRIS Buffer: Collaborative Study", *Journal of Association Official Analytic Chemistry*, 75: 395-416.
- Lin LY, Liu HM, Yu YW, Lin SD ve Mau JL (2009) "Quality and antioxidant property of buckwheat enhanced wheat bread", *Food Chemistry*, 112: 987-991.
- Lin SY, Chen HH, Lu S ve Chen YT (2012) "Effects of Incorporation of Clear Flour on The Quality of Chinese Noodles", *Italian Journal of Food Science*, 24: 332-338.
- Lowry OH, Rosenbrough NJ, Fair AL ve Randall RJ (1951) "Protein measurement with the Folin–phenol reagent", *Journal of Biological Chemistry*, 193: 265–275.
- Magala M, Kohajdová Z ve Karovičová J (2013) "Preparation of Lactic Acid Bacteria Fermented Wheat-Yoghurt Mixtures", *ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 12(3): 295-302.
- Malunga LN ve Beta T (2015) "Antioxidant Capacity of Water-Extractable Arabinoxylan from Commercial Barley, Wheat, and Wheat Fractions", *Cereal Chemistry*, 92(1): 29-36.
- Marshall E ve Mejia D (2011) "Traditional Fermented Foods and Beverages for Improved Livelihoods", *Diversity Booklet 21*, FAO, Rome.
- Martiän-Cabrejas MA, Sanfiz B, Vidal A, Mollá E, Esteban R ve López-Andréu FJ (2004) "Effect of Fermentation and Autoclaving on Dietary Fiber Fractions and Antinutritional Factors of Beans (*Phaseolus vulgaris* L.)", *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 52: 261–266.
- Martins S, Mussatto SI, Martínez-Avila G, Montañez-Saenz J, Aguilar CN ve Teixeira JA (2011) "Bioactive phenolic compounds: Production and extraction by solid-state fermentation. A review", *Biotechnology Advances*, 29: 365–373.

- Masatcioglu MT, Yalcin E, Kim M, Ryu GH, Celik S, Koksel H (2013) "Physical and chemical properties of tomato, green tea and ginseng-supplemented corn extrudates produced by conventional extrusion and CO₂ injection process", *European Food Research and Technology*, 237(5): 801-809.
- Mashak Z, Sodagari H, Mashak B ve Niknafs S (2014) "Chemical and microbial properties of two Iranian traditional fermented cereal-dairy based foods: Kashk-e Zard and Tarkhineh", *International Journal of Biosciences*, 4(12): 124-133.
- Masisi K, Beta T ve Moghadasian MH (2016) "Antioxidant properties of diverse cereal grains: A review on in vitro and in vivo studies", 196: 90-97.
- Maskan M ve İbanoğlu Ş (2002) "Hot air drying of cooked and uncooked tarhana dough, a wheat flour-yoghurt mixture", *European Food Research and Technology*, 215(5): 413-418.
- Matus-Cadiz MA, Daskalchuk TE, Verma B, Puttick D, Chibbar RN, Gray GR, Perron CE, Tyler RT ve Hucl P (2008) "Phenolic Compounds Contribute to Dark Bran Pigmentation in Hard White Wheat", *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 56: 1644-1653.
- Mccleary BV ve Codd R (1991) "Measurement Of (1→3), (1→4)-B-D-Glucan In Barley And Oats: A Streamlined Enzymic Procedure", *Journal Science Food Agriculture*, 55: 303-312.
- Mccleary BV ve Glennie-Holmes M (1985) "Enzymatic Quantification Of (1-3), (1-4)-B-D-Glucan In Barley And Malt", *Journal Of Institute Of Brewing*, 91: 285-295.
- McCleary BV, Gibson TS ve Mugford DC (1997) "Measurement of total starch in cereal products by amyloglucosidase- α -amylase method: Collaborative study", *Journal of AOAC International*, 80: 571-579.
- Mccleary BV ve Mugford DC (1992) "Interlaboratory Evaluation Of B-Glucan Analysis Methods In The Changing Role Of Oats In Human And Animal Nutrition", *Proceedings Of The Fourth International Oat Conference*, Adelaide-Australia, P:19-23.
- Mudgil D ve Barak S (2013) "Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review", *International Journal of Biological Macromolecules*, 61: 1-6.
- Nassar KS, Shamsia SM ve Attia IA (2016) "Improvement of the Nutritional Value of Cereal Fermented Milk: 1- Soft Kishk Like", *Journal of Food Processing and Technology*, 7(9): 1-7.
- Newman RK ve Newman CW (2008) "Barley for Food and Health; Science, Technology and Products", John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, s.58.
- Omary MB, Fong C, Rothschild J ve Finney P (2012) "Effects of Germination on the Nutritional Profile of Gluten-Free Cereals and Pseudocereals: A Review", *Cereal Chemistry*, 89(1): 1-14.

- Onipe OO, Jideani AIO ve Beswa D (2015) "Composition and functionality of wheat bran and its application in some cereal food products", *International Journal of Food Science and Technology*, 50: 2509-2518.
- Oscarsson M, Andersson R, Salomonsson AC ve Aman P (1996) "Chemical Composition of Barley Samples Focusing on Dietary Fibre Components", *Journal of Cereal Science*, 24: 161-170.
- Ozdemir S, Gocmen D ve Kumral AY (2007) "A Traditional Turkish Fermented Cereal Food: Tarhana", *Food Reviews International*, 23(2): 107–121.
- Özdestan Ö ve Üren A (2013) "Biogenic Amine Content of Tarhana: A Traditional Fermented Food", *International Journal of Food Properties*, 16(2): 416-428.
- Özer EA (2009) "Kızılıcık (Kiren) Tarhanası", II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29 Mayıs 2009, Van.
- Özmen FH (2011) "Çölyak Hastaları İçin Baklagil Unları ile Zenginleştirilmiş Pirinç Tarhanası", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pallin A (2015) "Fermentation of Barley Flour with *Lactobacillus reuteri*", Swedish University of Agricultural Sciences, Licentiate Thesis, Upsala.
- Pallin A, Agback P, Jonsson H ve Roos S (2016) "Evaluation of growth, metabolism and production of potentially bioactive components during fermentation of barley with *Lactobacillus reuteri*", *Food Microbiology*, 57: 159-171.
- Pawlowska AM, Camangi P ve Braca A (2010) "Quali-quantitative analysis of flavonoids of *Cornus mas* L. (Cornaceae) fruits", *Food Chemistry*, 119(3): 1257-1261.
- Poutanen K, Flander L, Katina K (2009) "Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective", *Food Microbiology*, 26(7): 693-699.
- Prajapati JB ve Nair BM (2008) "The History of Fermented Foods", Farnworth ER (Ed.), "Handbook of Fermented Functional Foods", CRC Press, Second Edition, s.15.
- Prinyawiwatukul W, Beuchat LR ve McWatters KH (1993) "Functional Property Changes in Partially Defatted Peanut Flour Caused by Fungal Fermentation and Heat Treatment", *Journal of Food Science*, 58(6): 1318-1323.
- Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, Devries JW ve Furda I (1988) "Determination of Insoluble, Soluble, And Total Dietary Fibre In Foods And Food Products. Interlaboratory Study", *Journal of Association Official Analytic Chemistry*, 71: 1017-1023.
- Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, Devries JW ve Furda I (1992) "Determination of Insoluble And Soluble Dietary Fiber In Foods and Food Products: Collaborative Study", *Journal of Association Official Analytic Chemistry*, 75: 360-367.
- Qian J, Rayas-Daurte P ve Grant L (1998) "Partial characterization of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) starch", *Cereal chemistry*, 49: 490-496.

- Ragab DM, Babiker EE ve Eltinay AH (2004) "Fractionation, solubility and functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata*) proteins as affected by pH and/or salt concentration", *Food Chemistry*, 84: 207-212.
- Ragae S, Abdel-Aal ESM ve Noaman M (2006) "Antioxidant Activity and Nutrient Composition of Selected Cereals for Food Use", *Food Chemistry*, 98: 32-38.
- Robards K, Prenzler PD, Tucker G, Swatsitang P ve Glover W (1999) "Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits", *Food Chemistry*, 66: 401-436.
- Robinson RK ve Cadena MA (1978) "The potential value of yoghurt-cereal mixtures", *Ecology of Food and Nutrition*, 7(3): 131-136.
- Rop Otakar, Mlcek J, Kramarova D ve Jurikova T (2010) "Selected cultivars of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) as a new food source for human nutrition", *African Journal of Biotechnology*, 9(8): 1205-1210.
- Sağbasan BH (2015) Türkiye'de Yaygın Olarak Tüketilen Kuru Kırmızı Meyvelerin İçerdiği Antioksidan Maddelerin Biyoerişilebilirliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Salameh C, Scher J, Petit J, Gaiani C, Hosri C ve Banon S (2016) "Physico-chemical and rheological properties of Lebanese kishk powder, a dried fermented milk-cereal mixture", *Powder Technology*, 292: 307-313.
- Sarkar P, Kumar LDH, Dhumal C, Panigrahi SS ve Choudhary R (2015), Traditional and ayurvedic foods of Indian origin, *Journal of Ethnic Foods*, 3(2): 124-134.
- Seeram NP, Schutzki R, Chandra A ve Nair MG (2002) "Characterization, Quantification, and Bioactivities of Anthocyanins in *Cornus* Species", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(9): 2519-2523.
- Sholly DM, Jørgensen H, Sutton AL, Richert BT ve Knudsen KEB (2014) "Effect of fermentation of cereals on the degradation of polysaccharides and other macronutrients in the gastrointestinal tract of growing pigs", *Journal of Animal Science*, 89(7): 2096-2105.
- Sidhu, JS, Kabir Y ve Huffman FG (2007) "Functional Foods From Cereal Grains", *International Journal Of Food Properties*, 10: 231-244.
- Singleton VL, Orthofer R ve Lamuela-Raventos RM (1999) "Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent", *Methods Enzymol*, 299: 152–178.
- Singh, J ve Singh N. (2003) "Studies on the morphological and rheological properties of granular cold water soluble corn and potato starches", *Food Hydrocolloids*, 17: 63–72.
- Su MS ve Silva JL (2006) "Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) by-products as affected by fermentation", *Food Chemistry*, 97: 447-451.

- Svensson L, Sekwati-Monang B, Lutz DL, Schieber A ve Gänzle MG (2010) "Phenolic Acids and Flavonoids in Nonfermented and Fermented Red Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)", *Journal of Agricultural and Food Science*, 58: 9214-9220.
- Stevenson L, Phillips F, O'sullivan K ve Walto J (2012) "Wheat bran: its composition and benefits to health, a European perspective", *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(8): 1001-1013.
- Şengün İ (2006) Ege Bölgesinin Bazı Yörelerinde Yapılan Geleneksel Tarhana ve Bileşenlerinin Bakteri Florasının Tanımlanması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tamang JP ve Samuel D (2010) "Dietary Cultures and Antiquity of Fermented Foods and Beverages"; Jyoti Prakash Tamang ve Kasipathy Kailasapathy (Eds.), *Fermented Foods and Beverages of the World*, CRC Press, s.1-40.
- Tamer CE, Kumral A, Aşan M ve Şahin İ (2007) "Chemical Compositions of Traditional Tarhana Having Different Formulations", *Journal of Food Processing and Preservation*, 31: 116–126.
- Tamime AY, Barclay MNI, McVultry D ve O'Connora TP (1999) "Kishk - a dried fermented milk/cereal mixture. 3. Nutritional composition", 79: 435-448.
- Tangüler H (2014) "Traditional Turkish Fermented Cereal Based Products: Tarhana, Boza and Chickpea Bread", *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 2(3): 144-149.
- Tankoano A, Sawadogo-Lingani H, Savadogo A, Kabore D ve Traore Y (2017) "Study of the process and microbiological quality of Gappal, a fermented food from Burkina Faso based on milk and millet dough", *International Journal of Multidisciplinary and Current Research*, 5: 104-110.
- Tomotake H, Shimaoka I, Kayashita J, Nakajoh M ve Kato N (2002) "Physicochemical and Functional Properties of Buckwheat Protein Product", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 2125-2129.
- Toufeili I, Melki C, Shadarevian S ve Robinson RK (1999) "Some nutritional and sensory properties of bulgur and whole wheatmeal kishk (a fermented milk-wheat mixture)", *Food Quality and Preference*, 10(1): 9-15.
- Trichopoulou A, Soukara S ve Vasilopoulou E (2007) "Traditional foods: a science and society perspective", *Trends in Food Science & Technology*, 18: 420-427.
- TS 2282 (2004) Tarhana Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, ICS 67.060, Aralık 2004, Ankara.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü) 2010. Buğday Unu Standardı TS 4500/ Haziran 2010, Asitlik Tayini.
- Tural S ve Koca I (2008) "Physico-chemical and antioxidant properties of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) grown in Turkey", *Scientia Horticulturae*, 116: 362–366.

- Türker S (1991) Sağlam, Pişirilmiş ve Çimlendirilmiş Çeşitli Baklagil Katkılarıyla, Mayasız ve Maya İlavesiyle Fermente Edilen Tarhananın Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Besinsel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- TÜİK (2014), Türkiye İstatistik Kurumu, 1988-2014 Yılları Arası Taş Çekirdekli Meyveler İstatistiği.
- Vareed SK, Reddy M K, Schutzki R E ve Nair MG (2006) "Anthocyanins in *Cornus alternifolia*, *Cornus controversa*, *Cornus kousa* and *Cornus florida* fruits with health benefits", Life Sciences, 78: 777-784.
- Vidrih R, Čejčić Ž ve Hribar J (2012) "Content of certain food components in flesh and Stones of the cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes", Croatian Journal of Food Science and Technology, 4(1): 64-70.
- Wang T, He F ve Chen G (2014) "Improving bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds in cereal grains through processing technologies: A concise review", Journal of Functional Foods, 7: 101-111.
- Wijngaard HH ve Arendt EK (2006) "Buckwheat", Cereal Chemistry, 83(4): 391-401.
- Wrolstad RE, Durst RW ve Lee J (2005) "Tracking color and pigment changes in anthocyanin products", Trends in Food Science & Technology, 16: 423-428.
- Yağcı S ve Göğüş F (2008) "Response surface methodology for evaluation of physical and functional properties of extruded snack foods developed from food-by-products", Journal of Food Engineering, 86(1): 122-132.
- Yağcı S ve Göğüş F (2009) "Effect of Incorporation of Various Food By-products on Some Nutritional Properties of Rice-based Extruded Foods", Food Science and Technology International, 15(6): 571-581.
- Yalçın E ve Çelik S (2007) "Solubility properties of barley flour, protein isolates and hydrolysates", Food Chemistry, 104: 1641-1647.
- Yalçın E, Çelik S ve İbanoğlu E (2008) "Foaming properties of barley protein isolates and hydrolysates", European Food Research and Technology, 226: 967-974.
- Yasumatsu K, Sawada K, Moritaka S, Misaki M, Toda J, Wada T ve Ishii K (1972) "Whipping and Emulsifying Properties of Soybean Products", Agricultural and Biological Chemistry (J. Agric. and Food Chem.), 36: 719-727.
- Yıldırım Z ve Ercan R (2004) "Ekstrüzyon Koşullarının Farklı Buğday Unları Kullanılarak Üretilen Tarhanaların Çözünürlüğüne ve Su Absorbsiyonuna Etkileri, Tarım Bilimleri Dergisi, 10(4): 428-434.
- Yılmaz KU, Zengin Y, Ercisli Y, Orhan E, Yalcinkaya E, Taner O ve Erdogan A (2009) "Biodiversity, Ex-Situ Conservation and Characterization of Cornelian Cherry (*Cornus Mas* L.) Genotypes in Turkey", Biotechnology & Biotechnological Equipment, 23(1): 1143-1149.
- Yu L, Haley S, Perret J, Haris M, Wilson J. Qian M. 2002. Free Radical Scavenging Properties Of Wheat Extracts, Journal Of Agricultural And Food Chemistry, 50: 1619-1624.

Zieliński H ve Kozłowska H (2000) "Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6): 2008-2016.

Zilic S, Serpen A, Akıllıoğlu G, Jankovic M ve Gökmen V (2012) "Distributions of phenolic compounds, yellow pigments and oxidative enzymes in wheat grains and their relation to antioxidant capacity of bran and debranned flour", *Journal of Cereal Science*, 56: 652-658.



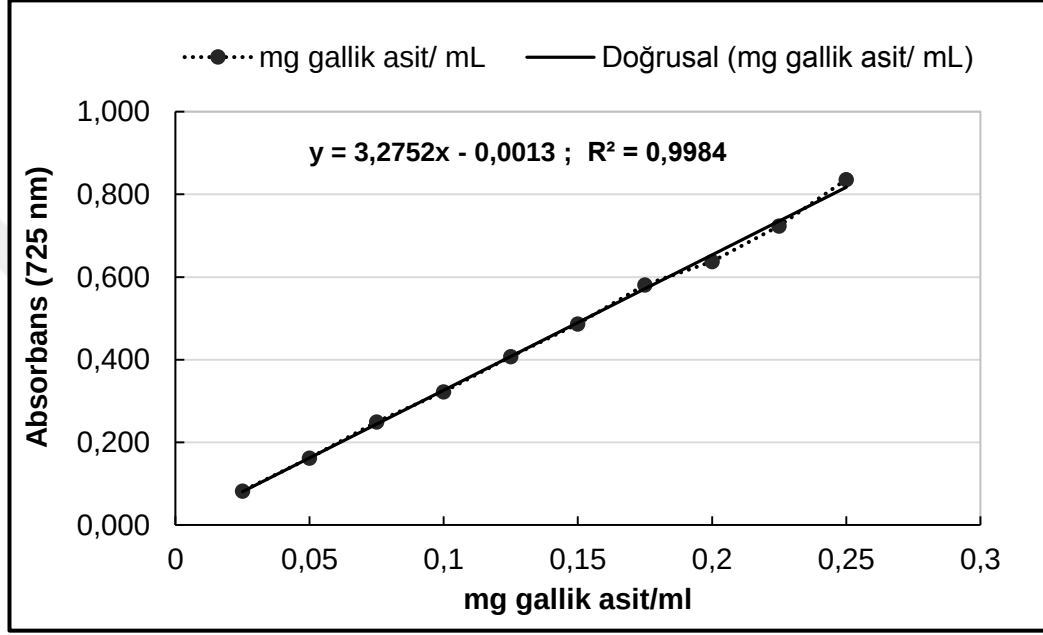


EKLER

7. EKLER

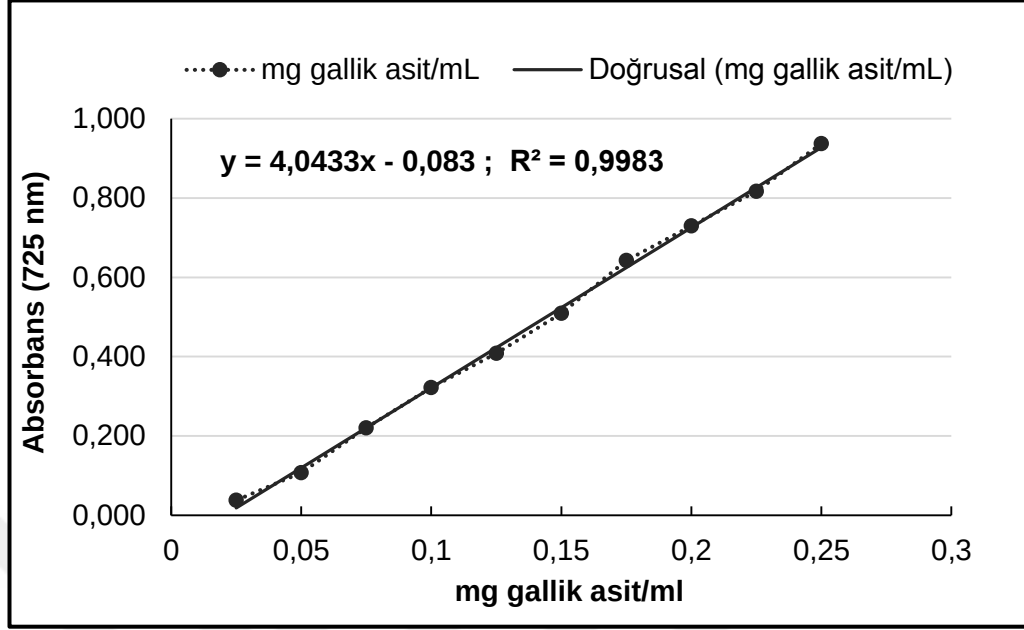
EK A. Kalibrasyon Doğruları

A.1. Dimetil sülfoksit (DMSO) çözeltisi kullanılarak hazırlanan gallik asit standart doğrusu



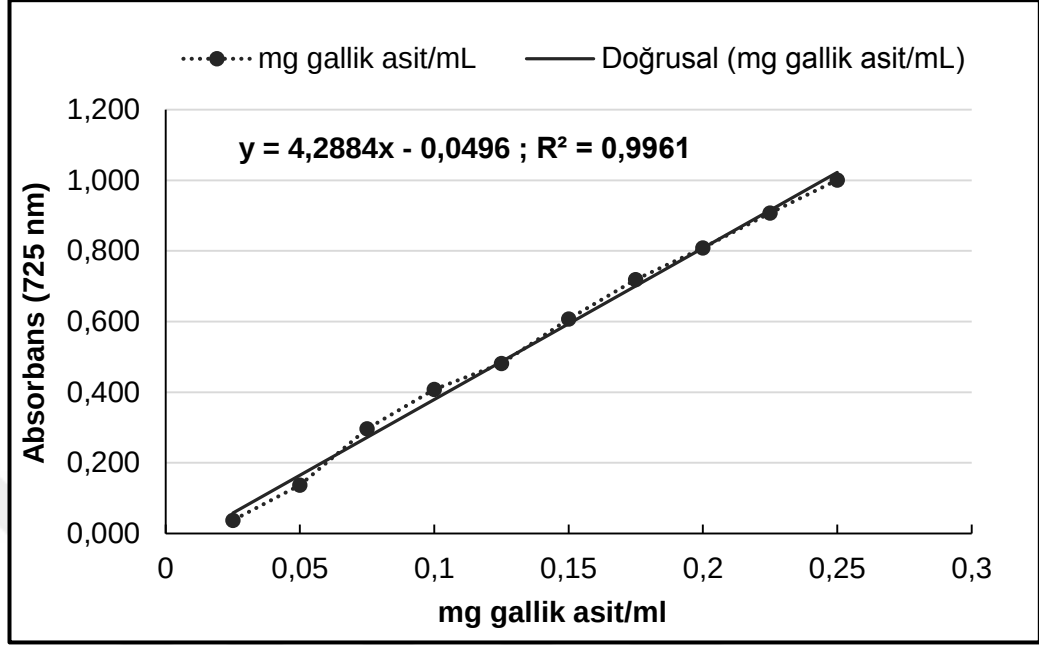
Şekil A.1. DMSO çözeltisi ile toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde kullanılan ve dimetil sülfoksit çözeltisi kullanılarak hazırlanan gallik asit standart doğrusu.

A.2. %50 (v/v)'lik metanol çözeltisi kullanılarak hazırlanan gallik asit standart doğrusu



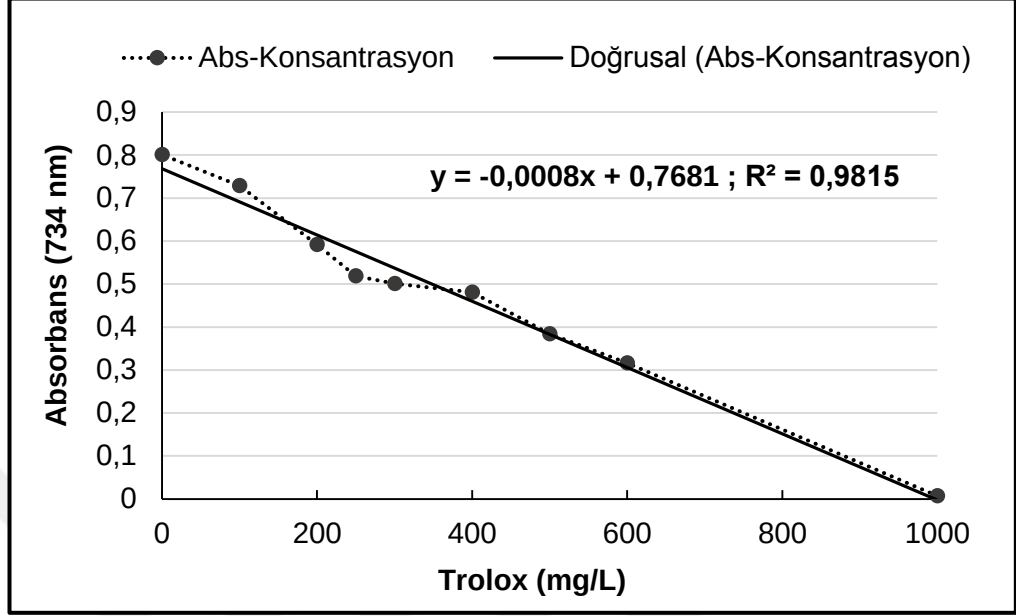
Şekil A.2. %50 (v/v)'lik metanol çözeltisi ile serbest fenolik madde miktarının belirlenmesinde kullanılan ve %50 (v/v)'lik metanol çözeltisi kullanılarak hazırlanan gallik asit standart doğrusu.

A.3. %80 (v/v)'lik metanol çözeltisi kullanılarak hazırlanan gallik asit standart doğrusu



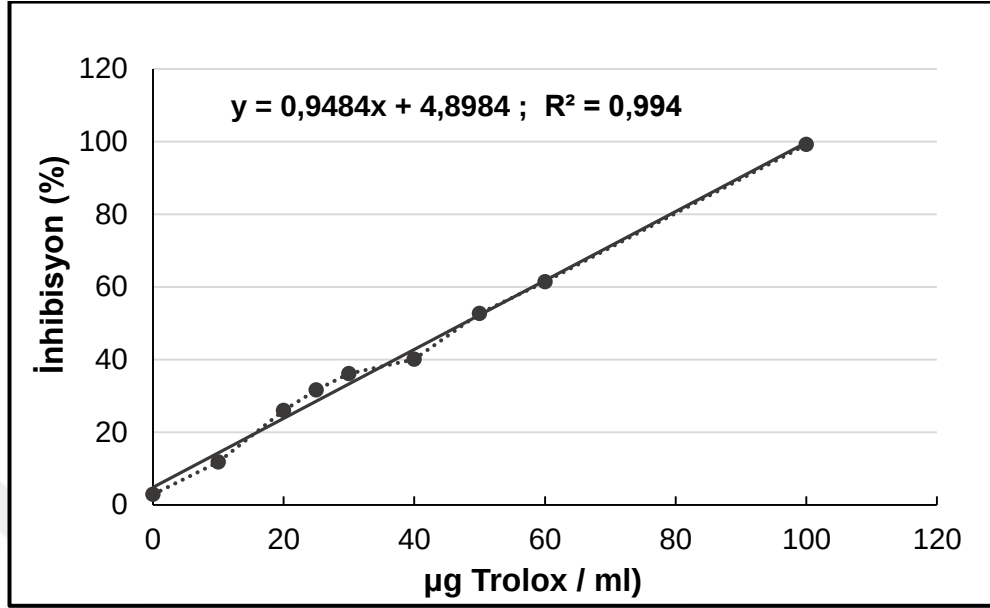
Şekil A.3. %80 (v/v)'lik metanol çözeltisi ile serbest fenolik madde miktarının belirlenmesinde kullanılan ve %80 (v/v)'lik metanol çözeltisi kullanılarak hazırlanan gallik asit standart doğrusu.

A.4. Trolox sentetik antioksidan bileşiği kullanılarak ABTS radikalinin sũpũrũlmesi ile hazırlanan standart doğru



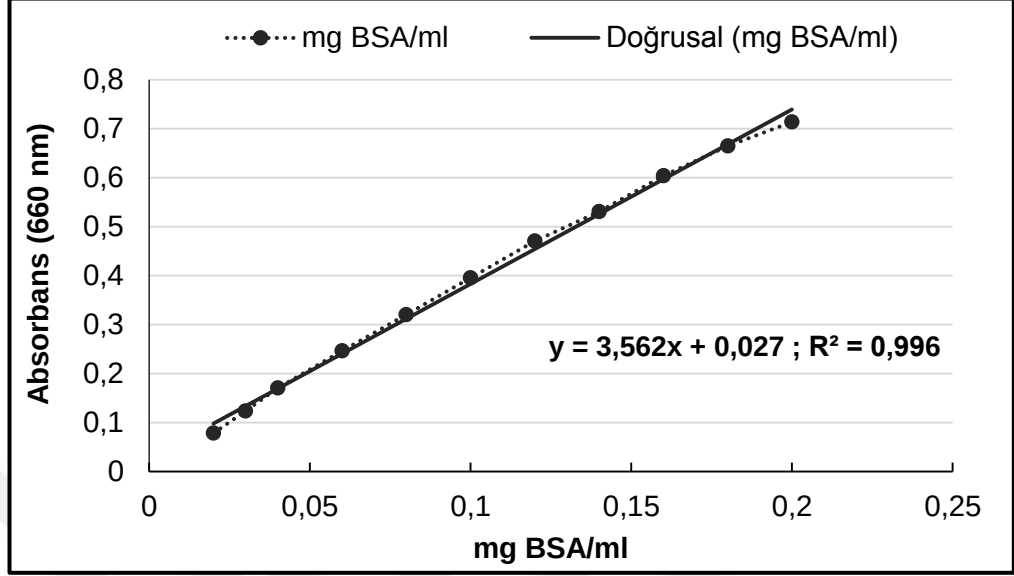
şekil A.4. Antioksidan aktivitenin Trolox Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi olarak ifade edilmesi için, Trolox sentetik antioksidan bileşiği kullanılarak ABTS radikalinin sũpũrũlmesi ile hazırlanan standart doğru.

A.5. ABTS radikalinin Trolox sentetik antioksidan bileřiđi ile inhibisyon (%) standart doğrusu



şekil A.5. ABTS radikalinin Trolox sentetik antioksidan bileřiđi ile inhibisyon (%) standart doğrusu.

A.6. Saf suda bovin serum albümin (BSA) proteini ile hazırlanan standart doğru.



Şekil A.6. Lowry *et al.* (1951) yöntemi ile protein çözünürlüğünün belirlenmesinde kullanılan ve saf suda bovin serum albümin (BSA) proteini ile hazırlanan standart doğru.

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ezgi KARADEMİR

Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul / 05.01.1993

Lisans Üniversite : Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Elektronik posta : karademirezgi@hotmail.com

İletişim Adresi : karademirezgi@hotmail.com

Bilimsel Yayınları :

1. Karademir E, Yalçın SK ve Yalçın E (2018) “Tahıl ve Bakliyat Esaslı Gıdalarda Fermantasyon İşleminin Besinsel Özellikler ve Biyoaktif Bileşenler Üzerine Etkisi”, GIDA, 43(1): 163-173.
2. Karademir E ve Yalçın E (2017) “Toksik Gluten Peptitlerin Detoksifikasyonunda Yeni Yöntemler ve Gluten Toksisitesinin Belirlenmesi”, GIDA, 42(2): 177-185.
3. Karademir E ve Yalçın E (2016) “Glutensiz Gıda Üretiminde Gluten Detoksifikasyon Yöntemlerinin Kullanımı”, Türkiye 12. Gıda Kongresi, 5-7 Ekim 2016, Edirne, Türkiye.
4. Karademir E, Zettel V ve Hitzmann B (2016) “Effects of Psyllium Husk (*Plantago ovata*) on Wheat Bread and its Dough”, 2016 ICC 15th International Cereal and Bread Congress, 18-21 April 2016, İstanbul, Türkiye.