

**YER BADEMİ SÜTÜ (HORCHATA) YAN ÜRÜNLERİNİN
EKMEK ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR
ÇALIŞMA**

**A STUDY ON THE UTILIZATION OF TIGER NUT MILK
(HORCHATA) BY-PRODUCTS IN BREAD PRODUCTION**

YURDANUR YILMAZ

DR. ÖĞR. ÜYESİ ELİF YOLAÇANER

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2019

YURDANUR YILMAZ'ın hazırladığı “**Yer Bademi Sütü (Horchata) Yan Ürünlerinin Ekmek Üretiminde Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hamit KÖKSEL

Başkan



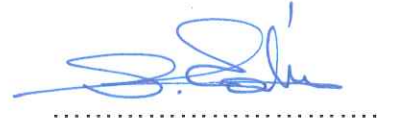
Dr.Öğr. Üyesi Elif YOLAÇANER

Danışman



Prof. Dr. Serpil ŞAHİN

Üye



Doç. Dr. Ali TOPCU

Üye



Dr.Öğr. Üyesi F. Ceyda DUDAK ŞEKER

Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak .../.../.... tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

17.01.2019

Y. Yılmaz

Yurdanur YILMAZ

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi / H. Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- ☐ Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması Mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- ☐ Enstitü / Fakülte yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ay ertelenmiştir.
- ☐ Tezim ile ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

17 / 01 / 2019



Yurdanur YILMAZ

ÖZET

YER BADEMİ SÜTÜ (HORCHATA) YAN ÜRÜNLERİNİN EKMEK ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Yurdanur YILMAZ

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Elif YOLAÇANER

Şubat 2019, 125 sayfa

Fonksiyonel gıdalar, beslenme için gerekli olmalarının yanı sıra zihinsel ve fiziksel sağlığımıza katkıda bulunur ve hastalık risklerinin önlenmesi veya azaltılmasına yardımcı olurlar. Son yıllarda, yer bademi bitkisi fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde potansiyel bir kullanım alanına sahiptir. Yer bademi bitkisinden alkolsüz bir içecek türü olan ve İspanya'da 'Horchata de Chufa' ismiyle bilinen yer bademi sütü üretilmektedir. Yer bademi sütü üretimi sırasında diyet lif ve minerallerce zengin yüksek miktarda yan ürün ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yer bademi süt yan ürünlerinin ve bu yan ürünleri farklı oranlarda içeren ekmeklerin fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini incelemektir.

Öncelikle, yan ürünlerin ilk olarak yaklaşık kompozisyonları sonrasında ise fonksiyonel özellikleri, toplam diyet lif ve mineral madde miktarları belirlenmiştir. Ayrıca ekmeklerin bazı fiziksel, besinsel ve fonksiyonel özellikleri değerlendirilmiştir. Ekmek formülasyonlarında farklı buğday unu / yan ürün oranları kullanılmıştır (90:10, 92:8, 94:6, 96:4, 100:0).

Yan ürünlerin yaklaşık kompozisyon sonuçlarına göre karbonhidrat en yüksek yüzdeye sahip olan bileşen olarak belirlenmiştir. Sarı şeker ve bal yumru yer bademi çeşitlerinden elde edilen yer bademi sütü yan ürünlerinin su tutma kapasiteleri

sırasıyla 6,46 ve 6,53 ml_{su}/g_{numune}, yağ tutma kapasiteleri ise 6,54 ve 6,57 ml_{yağ}/g_{numune} olmak üzere yüksek değerlerde bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarının 20,65 mg gallik asit/ kg numune değeri ile sarı şeker çeşidi yer bademinden üretilen sütün yan ürününe göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Yan ürünlerin toplam antioksidan kapasite değerleri de benzer şekilde yüksek bulunmuştur. Ayrıca yer bademi sütü yan ürünlerinin sodyum, potasyum ve magnezyum minerallerini yüksek oranlarda içerdiği belirlenmiştir. İlaveten, yer bademi sütü yan ürünleri yaklaşık %50 oranında toplam diyet life sahiptir.

Ekmeklerde yapılan fiziksel analiz bulgularına göre, ekmeklerde yan ürün oranı %10'a yükselirken spesifik hacim değerleri ise anlamlı derecede düşüş göstermiştir. Ağırlık kaybı ise %14.32 değeri ile kontrol ekmekte en yüksek düzeyde olmuştur. Renk analizlerinde hem kabuk rengi hem de iç rengi için en büyük ΔE değerleri sırasıyla 42.57 ve 13.33 olmak üzere %10 oranında yan ürün içeren ekmeklerde belirlenmiştir. Ekmeklerin tekstürel özellikleri incelendiğinde ise yan ürün oranı %10'a kadar arttıkça sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri de kademeli olarak artmıştır.

Ekmeklerin fonksiyonel özellikleri kapsamında ölçülen toplam antioksidan kapasite (TAK) analizi için iki farklı yöntem (CUPRAC ve DPPH) kullanılmıştır. Besinsel değerlerini belirlemek için ise toplam diyet lif ve mineral madde analizleri yapılmıştır. Ekmeklerin besinsel ve fonksiyonel sonuçlarına göre, yan ürün oranı arttıkça ekmeklerde yalnızca toplam fenolik madde (TFM) ve toplam antioksidan kapasite değerleri değil aynı zamanda toplam diyet lif (TDL) ve mineral madde miktarları da artış göstermiştir. Ekmeklerin TFM değerleri 15,1 mg gallik asit/ kg numune'den 18,3 mg gallik asit/ kg numune'ye; TDL miktarları ise %6.55'den %9.15'e yükselmiştir.

Sonuç olarak, yer bademi sütü yan ürünlerinin önemli miktarda diyet lif, mineral ve antioksidan bileşiklere sahip olduğu görülmüştür. Bu nedenle, fonksiyonel ve sağlıklı gıda bileşenleri olarak fırıncılık ürünlerinde olarak kullanılabilirler. Ayrıca buğday ununun belli oranlarda yer bademi sütü yan ürünü ile karıştırılması, ekmeğin fiziksel özelliklerini de olumsuz yönde etkilememiştir.

Anahtar kelimeler: Yer bademi sütü yan ürünleri, buğday ekmeği, fonksiyonel gıda, diyet lifleri, fenolik bileşikler, antioksidanlar.

ABSTRACT

A STUDY ON THE UTILIZATION OF TIGERNUT MILK (HORCHATA) BY-PRODUCTS IN BREAD PRODUCTION

Yurdanur YILMAZ

Master of Science, Department of Food Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Elif YOLAÇANER

Şubat 2019, 125 pages

Functional foods are not only necessary for nutrition but also contribute our mental and physical well-being and help prevention or reduction of risk factors for several diseases. In recent years, tigernut has potential use in the field of developing functional foods. From this plant, the non-alcoholic drink is made named as tigernut milk or Horchata de Chufa. High quantity of by-products which are rich in terms of dietary fiber and minerals are obtained during tigernut milk production. The aim of this research is investigating the physicochemical and functional properties of tigernut milk by-products and the breads containing different ratios of by-products.

First, proximate compositions of by-products were determined. Also some functional properties, total dietary fiber and mineral content of by-products were investigated. Additionally, some physical, nutritional and functional properties of breads were evaluated. Different wheat flour/by-product ratios were used in the bread formulations (90:10, 92:8, 94:6, 96:4, 100:0).

According to the compositional structure of by-products, carbohydrate had the highest percentage. The water holding capacities of tigernut milk by-products which obtained from yellow and brown kinds of tigernut were found as 6,46 and 6,53 $\text{ml}_{\text{water}}/\text{g}_{\text{sample}}$ and their oil holding capacity were found as 6,54 and 6,57 $\text{ml}_{\text{oil}}/\text{g}_{\text{sample}}$.

respectively. Total phenolic content of by-product which obtained from yellow kind of tigernut was found as 20.65 mg gallic acid/kg sample and higher than the other by-product. The total antioxidant capacities of the by-products were determined high, as well. Also it is observed that by-products contain sodium, potassium and magnesium minerals at high levels. Furthermore, tigernut milk by-products have nearly %50 dietary fiber content.

According to the results of physical analyzes, specific volume values were decreased significantly as dietary fiber ratio increased to %10 in bread formulations. Weight loss had the highest value with 14.32 percent in control bread. In color analysis, the highest ΔE values for both crust and crumb color were determined in breads which had %10 by-product as 42.57 and 13.33, respectively. When textural properties of breads were investigated, hardness and chewiness values gradually increased with increasing by-product ratio until the 90/10 ratio.

Total antioxidant capacity (TAC) of breads were measured by using two different methods (CUPRAC and DPPH) as functional properties of breads. Also, total dietary fiber and mineral analyzes were performed to obtain the nutritional value of breads. According to the nutritonal and functional results of breads, not only amounts of total phenolic contents (TPC) and total antioxidant capacities but also total dietary fiber (TDF) and mineral contents increased as the by-product ratio was increased. The TPC of the breads were increased from 15.1 mg gallic acid / kg sample to 18.3 mg gallic acid / kg sample and also TDF levels of breads increased from %6.55 to %9.15.

As a conclusion, tigernut milk by-products have important amounts of dietary fiber, minerals and antioxidant components. Therefore, they might be used as functional and healthy food ingredients in bakery products. In addition, mixing of wheat flour with spesific rates of tigernut milk by-products did not affect adversely the physical properties of bread.

Keywords: Tigernut milk by-products, wheat bread, functional food, dietary fibers, phenolic compounds, antioxidants.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, değerli öneri ve yönlendirmeleri ile yanımda olan değerli tez danışmanım **Dr. Öğr. Üyesi Elif YOLAÇANER'e**,

Bilgi ve envanter ihtiyacımda yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden çok değerli hocalarım **Prof. Dr. Hamit KÖKSEL** ve **Prof. Dr. Vural GÖKMEN'e** ,

Deneyisel çalışmalarımda tecrübe ve bilgilerinden faydalandığım değerli uzmanlarımız **Yelda ZENCİR** ve **Selin HEYBELİ'ye**,

Analizlerim sırasında yardımlarını esirgemeyen Araştırma Görevlisi **Büşra AKDENİZ'e** ve Araştırma Görevlisi **Ezgi DOĞAN CÖMERT'e**,

Çalışmamda kullandığım esas hammade olan yerbademi sütü yan ürünü temini ile ilgili desteğini aldığım **Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü'nden Dr. Aylin OLUK'a**,

İhtiyaç duyduğum konularda bilgi ve yardımlarıyla her zaman yanımda olan değerli arkadaşım **Azra Tuğçe ÇINAR'a**,

Varlıklarıyla ve destekleriyle bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan kıymetli ailem; babam **Murat YILMAZ**, annem **Hayriye YILMAZ** ve kardeşim **Atanur YILMAZ'a**,

Beni manevi destekleriyle hiçbir zaman yalnız bırakmayan anneannem **Bedriye BAYRAK** ve dedem **Nihat BAYRAK'a**,

Ayrıca gelecek hedeflerim ve planlarım konusunda bana inanan ve her zaman yanımda olan tüm arkadaşlarıma,

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yurdanur YILMAZ

Şubat 2019,ANKARA

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Yer Bademi.....	3
2.2 Yer Bademi Ürünleri.....	4
2.2.1 Yer Bademi Unu.....	4
2.2.2 Yer Bademi Yağı.....	8
2.2.3 Yer Bademi Sütü.....	9
2.2.4 Yer Bademi Yan Ürünleri.....	11
2.2.4.1 Yer Bademi Sütü Yan Ürünleri.....	12
2.3 Ekmek.....	15
2.3.1 Tahıllar Ve Tahıl Bazlı Ürünler.....	15
2.3.2 Ekmeğin Temel Bileşenleri.....	16
2.3.2.1 Un.....	16
2.3.2.2 Maya.....	17
2.3.2.3 Su.....	17
2.3.2.4 Tuz.....	17
2.3.2.5 Yağ.....	18
2.3.2.6 Enzimler.....	18
2.3.2.7 Diğer Katkı Maddeleri.....	18
2.3.3 Ekmek Üretimi.....	19
2.4 Fonksiyonel Gıda Ve Kimyasal Özellikler.....	26
2.4.1 Diyet Lifi.....	29
2.4.2 Antioksidanlar.....	32
2.5 Fiziksel Ve Tekstürel Özellikler.....	35

2.6 Duyusal Özellikler.....	37
3. MATERYAL METOT	39
3.1 Materyal	39
3.2 Kimyasallar Ve Diğer Yardımcı Malzemeler.....	39
3.3 Yer Bademi Sütü Yan Ürünlerinin Kimyasal, Fonksiyonel Ve Besinsel Özellikleri.....	40
3.3.1 Nem Tayini	40
3.3.2 Su Ve Yağ Tutma Kapasitesi	40
3.3.3 Emülsiyon Kapasitesi Ve Stabilitesi	41
3.3.4 Protein Tayini	41
3.3.5 Yağ Tayini	41
3.3.6 Toplam Kül Tayini	42
3.3.7 Karbonhidrat Tayini	42
3.3.8 Toplam Diyet Lif Tayini.....	42
3.3.9 Mineral Madde Tayini	43
3.3.10 Toplam Fenolik Madde (TFM) Tayini	43
3.3.11 Toplam Antioksidan Kapasitesi (TAK) Tayini	44
3.4 Ekmek Yapımı.....	46
3.5 Ekmeğin Fiziksel, Kimyasal Ve Fonksiyonel Özellikleri	47
3.5.1 Ağırlık Kaybı.....	47
3.5.2 Hacim.....	47
3.5.3 Özgül Hacim.....	47
3.5.4 Tekstür Profili Analizi.....	48
3.5.5 Renk Analizi	48
3.5.6 Toplam Diyet Lif Tayini.....	48
3.5.7 Toplam Fenolik Madde (TFM) Tayini	49
3.5.8 Toplam Antioksidan Kapasitesi (TAK) Tayini	49
3.5.9 Mineral Madde Tayini.....	51
3.5.10 Duyusal Analiz	51
3.6 İstatistiksel Analiz.....	53
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	54
4.1 Yer Bademi Sütü Yan Ürünlerinin Kimyasal Özellikleri	54
4.2 Yer Bademi Sütü Yan Ürünlerinde Mineral Madde Miktarı	55
4.3 Yer Bademi Sütü Yan Ürünlerinin Fonksiyonel Özellikleri.....	56
4.3.1 Su Ve Yağ Tutma Kapasiteleri	56
4.3.2 Emülsiyon Kapasitesi Ve Stabilitesi	58
4.3.3 Toplam Fenolik Madde (TFM)	59
4.3.4 Toplam Antioksidan Kapasitesi (TAK).....	60

4.4 Toplam Diyet Lif	61
4.5 Farklı Oranlarda Yer Bademi Sütü Yan Ürünleri İçeren Ekmeklerin Fiziksel, Kimyasal Ve Fonksiyonel Özellikleri.....	62
4.5.1 Ekmeklerde Ağırlık Kaybı	63
4.5.2 Ekmeklerin Özgül Hacmi.....	64
4.5.3 Ekmeklerde Renk Değişimi.....	65
4.5.4 Ekmeklerin Tekstürel Özellikleri.....	68
4.5.5 Ekmeklerde Mineral Madde Miktarı.....	71
4.5.6 Ekmeklerde Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM).....	73
4.5.7 Ekmeklerde Toplam Antioksidan Kapasite (TAK).....	75
4.5.8 Ekmeklerde Toplam Diyet Lif	78
4.5.9 Ekmeklerin Duyusal Değerlendirmesi.....	79
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	82
KAYNAKLAR	86
EKLER.....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	124

ŞEKİLLER

Şekil 2.1 Yer bademi yumruları	3
Şekil 2.2 Yer bademi unu üretimi	5
Şekil 2.3 Yer bademi sütü yan ürünleri akış şeması	13
Şekil 4.1 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmekte ağırlık kaybı (%)	63
Şekil 4.2 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmekte özgül hacim (ml/g).....	64
Şekil 4.3 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeklerde toplam renk değişimi (ΔE)	66
Şekil 4.4 Değişik oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin sertlik değerleri (N).....	70
Şekil 4.5 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin toplam fenolik madde miktarları (mg gallik asit/ kg örnek)	74
Şekil 4.6 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin toplam antioksidan kapasite değerleri (Quencher _{CUPRAC}) (mmol Troloks/ kg örnek)...	76
Şekil 4.7 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin toplam antioksidan kapasite değerleri (Quencher _{DPPH}) (mmol Troloks/ kg örnek)	77
Şekil 4.8 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin toplam diyet lif oranları (%)	78

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1 Yer bademi unu yaklaşık besin değerleri	7
Çizelge 2.2 Buğday ve buğday ununun besin değerleri ve yaklaşık kompozisyonları...	20
Çizelge 2.3 Fonksiyonel özelliklere sahip bazı gıda bileşenleri.....	28
Çizelge 3.1 Duyusal değerlendirme özellikleri ve puanları	52
Çizelge 4.1 Yer bademi sütü yan ürünlerinin kimyasal kompozisyonu.....	54
Çizelge 4.2 Yer bademi sütü yan ürünlerinin mineral madde miktarları (ppm).....	56
Çizelge 4.3 Yer bademi sütü yan ürünlerinin su ve yağ tutma kapasitesi değerleri.....	57
Çizelge 4.4 Yer bademi sütü yan ürünlerinin emülsiyon kapasite ve stabilite değerleri	58
Çizelge 4.5 Yer bademi sütü yan ürünlerinin fenolik madde miktarları (mg gallik asit/ kg numune)	59
Çizelge 4.6 Yer bademi sütü yan ürünlerinin Quencher _{DPPH} ve Quencher _{CUPRAC} metotları ile antioksidan kapasiteleri (mmol TR/ kg numune)	60
Çizelge 4.7 Yer bademi sütü yan ürünlerinde toplam diyet lif miktarları	62
Çizelge 4.8 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerde ve kontrol ekmekte renk değerleri (L^* , a^* , b^*) ve toplam renk değişimi (ΔE).....	67
Çizelge 4.9 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerin ve kontrol ekmeğin tekstürel değerleri.....	69
Çizelge 4.10 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerin ve kontrol ekmeğin mineral madde miktarları (ppm).....	72
Çizelge 4.11 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerin duyusal değerlendirmesi	81

KISALTMALAR

AACC	American Association of Cereal Chemists
DPPH	1,1-difenil-2-pikril hidrazil
CUPRAC	Cupric Reducing Antioxidant Capacity
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
FRAP	Fluorescence recovery after photobleaching
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
FOSHU	Özel Sağlık Kullanımındaki Gıdalar
FUFOSE	Avrupa'da Fonksiyonel Gıda Bilimi
ORAC	Oxygen Radical Absorbance Capacity
TROLOX	6-Hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit

1. GİRİŞ

Diyet kalitesini yaşam kalitesiyle ilişkilendiren güçlü kanıtlar ile gıda bilimi ve teknolojisindeki gelişmeler göz önüne alındığında, “fonksiyonel gıdalar” gibi yeni gıda terimleri geliştirilmiştir [1]. Fonksiyonel gıdalar besleyici özelliklerinin yanı sıra vücut fonksiyonlarına etki eden, sağlık ve iyilik halini iyileştirmeye ve hastalık riskini azaltmaya yardımcı gıdalar olarak tanımlanmaktadır [2]. Yani fonksiyonel gıdaların rolü hastalığı önlemek yerine hastalık riskini azaltmaktır [1]. Günümüzde özellikle bitkisel kökenli materyallerin fonksiyonel özellikleri araştırılmakta ve gıdalarda biyoaktif bileşen olarak kullanılmaktadırlar.

Yer bademi, küresel şekle sahip olan ve kökünden rizomlar üreten *Cyperaceae* ailesinin yumru köklü bir bitkisidir. Genç yumrular beyaz, yaşlı yumrular sarı bir dış zarla kaplıdır ve genellikle yer altında bulunmaktadırlar. Yer bademleri çiğ olarak, kurutularak veya kızartılarak tüketilebilmektedir. Ayrıca un haline getirilip fırıncılık ürünlerinde veya yer bademi sütü üretimiyle inek sütüne bir alternatif olarak kullanılabildikleri bilinmektedir. Yer bademi, besinsel yönden yüksek oranda karbonhidrat, diyet lif ve yağ (oleik asit) içeriğine sahiptir. Protein, mineral (kalsiyum, magnezyum, demir ve fosfor) ve vitaminleri (C, E) ise orta düzeyde içermektedir. Bu sebeple iyi bir besin kaynağı olduğu söylenebilir [3].

Yer bademi sütü, Kuzey Nijerya'da yaygın olarak ‘kunnu’ ismiyle bilinen ve birçok besleyici bileşene sahip sağlıklı bir içecektir. Yer bademi sütüne İspanya'da ‘Horchata de chufa’ adı verilmektedir [4]. Tüketimi uzmanlar tarafından yalnızca yaz aylarında değil yılın tüm zamanları için tavsiye edilen besleyici ve enerjik bir üründür. İnek sütünden daha fazla demir ve magnezyum mineraline, karbonhidrata ve sindirime yardımcı olan bazı enzimlere sahiptir [3]. Yer bademi sütü ayrıca laktoz, kazein, şeker ve kolesterol içermemektedir. Bu yönüyle, glutene veya inek sütüne karşı intoleranslı bireyler için ideal bir içecektir [5]. Yer bademi sütü üretiminden de diyet lif ve mineraller açısından zengin katı yan ürünler elde edilmekte ve bu yan ürünler çeşitli gıdaların üretiminde kullanılabilmektedir.

Yer bademi sütü yan ürünlerinin çeşitli özelliklerinin araştırıldığı, domuz eti hamburgeri ve sosis gibi ürünlerde kullanıldığı çalışmalara ulusal ve uluslararası literatürde rastlanmış olsa da söz konusu yan ürünlerin diyet lif kaynağı olarak buğday ekmeği formülasyonuna ilave edilip ekmek üzerindeki çeşitli etkilerinin belirlendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, iki farklı yer bademi çeşidinden (bal yumru ve sarı şeker) elde edilen sütlerin yan ürünleri bazı fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özellikleri yönünden araştırılmıştır. Bunun yanı sıra, yer bademi sütü yan ürünlerinin diyet lif kaynağı olarak buğday unuyla değişik oranlarda (0:100, 4:96, 6:94, 8:92, 10:90) karıştırıldığı ekmekler üretilmiş ve ekmeklerin fiziksel, kimyasal, fonksiyonel özellikleri ile beraber genel kalite özelliklerinin yan ürünlerden nasıl etkilendiği değerlendirilmiştir. Tüketicilerin yer bademi sütü yan ürünü ilave edilmiş buğday ekmeklerine olan beğenisinin incelenmesi amacıyla ekmeklerde duyu analizi de yapılmıştır. Tüm bunlara bağlı olarak; yer bademi sütünün diyet lif kaynağı olan yan ürünlerinin, dünya genelinde temel besin maddesi olarak tüketilen ekmekte kullanılması ve buğday ekmeği ile benzer kalite ve duyu özelliklerde ancak fonksiyonellik yönüyle daha zengin bir ekmek çeşidinin elde edilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Yer Bademi

Yer bademi, *Cyperus esculentus* adı verilen tropik ve Akdeniz iklimlerinde yetişen küçük, yenilebilir bir yumru bitki olup günümüzde ticari olarak da yetiştirilmektedir [6], [7], [8]. ‘Chufa’ ve ‘Zulu’ isimleriyle de bilinir ve yaygın olarak Kuzey Nijerya, Senegal ve Kamerun gibi Batı Afrika ülkeleri ile Amerika ve İspanya’nın güney bölgelerinde yetiştirilmektedir [7], [9]. Ayrıca ülkemizde de Akdeniz Bölgesi’nde, Çukurova’da sınırlı ölçüde ekimi yapılmakta ve yetiştirilmeye çalışılmaktadır [10].

Yer bademleri küçük, tatlı yumru-kökler üreten sürünen rizomlarıyla karakterize edilmektedir. Bu rizomlar 1-2 cm uzunluğunda ve kurutulduğunda şekilsiz formda suyla şişirildiğinde ise küresel veya yumurta şeklindedir. Rizomların dış yüzeyleri kahverengi içleri ise beyaz renklidir [10]. Günümüzde piyasada iki çeşit yer bademi (sarı ve kahverengi) mevcuttur. Daha büyük boyutlu ve çekici bir renge sahip olan cins sarı çeşittir. Ayrıca kahverengi olanla kıyaslandığında sarı çeşit daha fazla süt ekstraksiyonu kapasitesine sahip olup, daha düşük yağ ve daha fazla protein içermektedir [11]. Yer bademi yumruları Şekil 2.1’de görülmektedir.



Şekil 2.1. Yer bademi yumruları

Cyperus esculentus, 'sağlıklı gıda' olarak rapor edilmiştir; çünkü tüketimi kalp rahatsızlıklarını önlemekte ve kan dolaşımını hızlandırmaktadır [12], [13]. Ayrıca içerdği yüksek besinsel lif oranı sayesinde kolon kanseri riskini azaltmaktadır [13]. Yer bademi, enerji değerleri (nişasta, yağ, şeker ve protein), mineraller (özellikle fosfor ve potasyum) ile E ve C vitaminleri açısından zengindir [14]. Yer bademi yağı yüksek doymamış yağ asitleri içeriği ile bilinmekte ve bu sayede insan sağlığına faydalı etkiler göstermektedir [15]. Majör yağ asidi bileşenleri oleik (%65,55), palmitik (%16,32) ve linoleik (%12,13) asitlerdir [9]. Yer bademi bir yumru kök, zeytin ise bir sebze olmasına rağmen yağ asidi kompozisyonları müthiş benzerlik göstermektedir. Ancak yağları renk ve tat bakımından farklıdır. Zeytinyağı yeşil, yer bademi yağı ise altın sarısı rengindedir. Tat konusunda ise zeytinyağı çok karakteristik tatta olup yer bademininki nötrdür [13]. Yer bademinin karbonhidrat içeriği nişasta ve diyet lif bileşenlerinden oluşmaktadır. Yüksek nişasta ve besinsel lif içerikleri nedeniyle değerli bir bitkidir [7]. Kısaca, yer bademi iyi bir besin kaynağı olmaktadır. Öte yandan, zengin besinsel içeriğe sahip bir gıda olmasına rağmen, diğer yenilebilir badem ve yumrulara kıyasla daha az araştırılmış ve bilimsel açıdan daha az ilgi çekmiştir [6]. Ancak, günümüzde yer bademi, Akdenizli tüketiciler arasında artan popülaritesi nedeniyle gıda endüstrilerinde ilgi görmeye başlamıştır [16], [13].

2.2 Yer Bademi Ürünleri

2.2.1 Yer Bademi Unu

Farklı bitki kaynaklarından elde edilen unların gıdalarda kullanılması bu unların fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerine büyük ölçüde bağlı olmaktadır. Ayrıca un elde edilirken içeriğindeki proteinlerde fizikokimyasal değişiklikler oluşmaktadır. Örneğin proteinin çözünürlüğü, su ve yağ tutma kapasiteleri, köpürme gibi fonksiyonel özellikleri etkilenmektedir [7].

Yer bademi ununun kaliteli bir yağ kaynağı olduğu ve orta derecede protein içerdiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Ayrıca büyüme ve vücut gelişimi için gerekli olan demir ve kalsiyum gibi bazı yararlı mineraller için de iyi bir kaynaktır [17]. Yer bademi unu, birçok ülkede ekmek ve diğer fırınlanmış ürünlerde kullanılması açısından, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki karma un formülasyonlarında, daha fazla insana

besleyici gıdaların uygun maliyetle sunulması ve enerji alımının artırılması gibi hususlarda önemli bir potansiyele sahip olmaktadır [18].

Yer bademi unu üretimi akış şeması genel olarak Şekil 2.2'de verilmektedir.



Şekil 2.2. Yer bademi unu üretimi [7]

Buğday ununun nişasta içeriğine sahip diğer ürünlerle örneğin baklagil, fındık veya ceviz çeşitlerinin unlarıyla beraber kullanılması fikri yeni değildir. FAO (Gıda ve Tarım Örgütü) dahil olmak üzere birçok kurum buğday ununun diğer un kaynakları ile belli oranlarda karıştırılması veya buğdayın yerine tamamen bu kaynakların kullanılması üzerine çeşitli yollar bulmak için birtakım araştırmalar yürütmüştür [18]. Bu bağlamda yer bademi unu, buğday unuyla belli oranlarda karıştırılıp fırıncılık ürünlerinin besinsel yönden geliştirilmesi için uygun bir alternatif olmaktadır.

Olaoye ve arkadaşları, yer bademi (*Cyperus esculentus*) ununun ekmek yapımına dahil edilmesi ile ilgili bir fizibilite çalışması yapmışlardır. Çalışmada, buğday unu kompozisyonuna göre buğday-yer bademi unu karışımlarında, yer bademi ununun ilave edilme oranına göre protein içeriği yaklaşık %14-38'lik bir azalma gösterirken lif içeriği ise %167-967 oranında arttığı kaydedilmiştir. Ayrıca karışım un örneklerinin yağ ve kül içeriği ile pH değerleri de yer bademi ununun oranındaki artışla beraber artmıştır. %100 buğday ekmeğinin iyi viskoelastik özelliklere sahip hamuru ile %10 yer bademi unu ilave edilmiş ekmeğin hamur özellikleri belli oranda benzerlik göstermektedir. Yüksek lif içeren bir diyetin özellikle gelişmiş ülkelerde görülen ciddi hastalıkları önlediğine dair kanıtlar da göz önünde bulundurulduğunda yer bademi ununun ekmekte kullanımıyla beraber diyet lifi içeriğindeki önemli artış (%167-967) beslenme açısından önemli bir avantaj olabilmektedir [19]. Yer bademi ununun besinsel içerikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada, yer bademi unu zengin bir diyet lif kaynağı olarak makarna yapımında kullanılmıştır. Buna ek olarak, hamurun reolojik özelliklerini geliştirmek için de ksantan gam ilave edilmiştir. Makarna hamuruna yer bademi unu %20 ve %40 oranlarında katılırken kontrol örnek için ise irmik kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, makarna hamurlarının fonksiyonel ve tekstürel özellikleri incelenmiştir. Yer bademi unu ilavesi arttıkça su tutma ve yağ tutma kapasiteleri de artmıştır. Buna bağlı olarak hamurun optimum gelişimi daha kolay tamamlanmıştır. Diğer taraftan, yapılan tekstür analizine göre formülasyondaki yer bademi unu miktarının artışıyla hamurun sertlik değeri belirgin bir şekilde azalırken elastikiyeti ise artmıştır. Ayrıca bu artışla gluten ağı zayıflamış ve buna bağlı olarak hem daha az yapışkan hem de deformasyona daha dayanıksız bir hamur yapısı elde edilmiştir. Ancak %1 oranında ksantan gam ilavesiyle hamur yapısı yeniden güçlendirilmiştir. Sonuç olarak yer

bademi unu ksantan gam gibi hamur işleyicilerle birlikte kullanıldığında daha iyi bir hamur yapısı sağlanmıştır [21].

Çizelge 2.1 Yer bademi unu yaklaşık besin değerleri [20]

Besin Değerleri	100 g için
Enerji	468,00 kcal
Toplam Yağ	26,3 g
Doymuş yağlar	5,65 g
Çoklu doymamış yağlar	3,11 g
Tekli doymamış yağlar	17,5 g
Kolesterol	0,00 mg
Toplam Karbonhidrat	61,70 g
Diyet Lifi	15,5 g
Şeker	15,3 g
Protein	3,99 g
Mineraller	
K	920 mg
Mg	110 mg
Fe	2,6 mg
Na	0,04 mg

Bunlara ek olarak, yer bademi unu glutensiz olduğundan diyetlerinde gluten tüketemeyen kişiler için buğday ununa iyi bir alternatif olabilmektedir. Yapısındaki doğal şekerler fazla olduğundan unlu mamuller için iyi bir katkı maddesi olarak kabul edilebilmektedir [20].

Son yıllarda yapılan çalışmalardan biri de glutensiz yer bademi unu içeren bisküvilerin çeşitli özelliklerinin incelenmesi üzerinedir. Yapılan bu çalışmada çölyak hastalarının beslenmesinde kullanılması alternatif olarak görülen yer bademi unu bisküvi hamuruna farklı oranlarda (0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50) katılmış ve hazırlanan bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca, bisküviler konvansiyonel ve kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırınlarda pişirilerek yer

bademi unu oranındaki değişimin bisküvilerin kalite özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında, yer bademi unu ilavesinin artması ürün kalitesini olumlu etkilemiştir ve bu olumlu etkiye bakılarak yer bademi ununun iyi bir glutensiz ürün hammaddesi olabileceği ortaya konulmuştur. Ayrıca, kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu pişirme konvansiyonel pişirmeye göre hem bisküvi kalitesi üzerinde olumsuz yönde etkilememiş hem de zaman ve enerji tasarrufu sağlamıştır. Bu nedenle, bisküvi üretiminde kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu pişirme yönteminin kullanılması desteklenmiştir [22].

2.2.2 Yer Bademi Yağı

Bitkisel yağların gıda, biyoyakıt, nutrasötik maddeler, endüstriyel polimerler ve diğer birçok endüstriyel üründe kullanımının önemi hakkında giderek artan bir farkındalık oluşmaktadır. Bu nedenle, dünyada bitkisel yağlara olan talep yıldan yıla daha hızlı bir şekilde artmaya devam etmektedir. Örneğin, geleneksel olmayan yani alışılmamış tohum yağları olan fakir ülkeler ve topluluklar en azından yerel taleplerini karşılayacak şekilde yağlı tohumların ticari üretimini geliştirecek araştırmalar yürütmektedir [14]. Üzerinde durulması gereken bu yağlardan biri de yer bademi yağıdır.

Yer bademi yağı ilk defa 4000 yıl önce Mısırlılar tarafından zeytinyağına alternatif olarak kullanılmış ve daha sağlıklı olduğu düşünölmüştür [20]. Yer bademi yağı altın rengi ve baskın bir badem aromasına sahiptir. Bu özellikleri de onu kozmetik uygulamalar, derin kızartmalar ve biyodizel gibi farklı kullanım alanları için ideal kılmaktadır. Yer bademi yağının derin kızartmalardaki kullanımı, yüksek sıcaklıkta kimyasal ayrışmaya karşı direnç göstermesi ve yağ emme oranının diğer kızartma yağlarınınkinden daha düşük olması nedeniyle fazlasıyla önemlidir. Yer bademinin yağ içeriği 26-38 g / 100 g arasında değişmektedir. Ayrıca 100 g yer bademi yağı 12.7 g linoleik asit, 68.8 g oleik asit ve 15.5 g palmitik asit içermektedir. Günümüzde yer bademi yağı, soğuk presleme ve n-hekzan yöntemleri ile ekstrakte edilmektedir [23].

Yer bademi yağının sağlık üzerine etkileri şöyle sıralanabilmektedir:

1. Kötü kolesterolü (LDL) azaltırken iyi kolesterolü (HDL) artırır.
2. Kandaki trigliserit düzeylerini azaltır.
3. Oleik asit içeriği yüksek olduğundan sindirim salgıları (mide, pankreas vb.) üzerinde olumlu etkisi vardır.
4. Kısa ve orta zincirli yağ asitleri, oleik asit ve esansiyel yağ asitleri içeriği nedeniyle yeni kemik üretimini teşvik eder ve kemiklerde kalsiyum emilimini uyarır.
5. E vitamini içeriğinin yüksek olması nedeniyle cildin mikrosirkülasyonunu aktive eder ve yaşlanma sürecine karşı etkilidir.
6. Lipoproteinlerin oksidasyonunu önler, aynı zamanda kandaki kardiyovasküler hastalıkların oluşumunu tetikleyen kolesterol taşıyıcıları ve bazı kanser türlerinin gelişimine yol açan diğer maddelerin oluşumunu önleyici etki gösterir.

Ayrıca günlük alınması gereken minimum miktardaki çoklu doymamış asidi (10 gr) alımını sağlar. Buna ilave olarak zeytinyağından daha yüksek miktarda gama-tokoferol içerir ve bu da yağı oksidasyona karşı dayanıklı hale getirir [20].

2.2.3 Yer Bademi Sütü

Yer bademi, gıda olarak farklı yöntemlerle hazırlanabilir. Bu yöntemlere kurutma, suda bekletme, öğütme, kavurma ve özütleme dahildir. Gıdalarda bilinen en yaygın uygulaması ise yer bademi sütü (Horchata de Chufa) olarak üretimidir. İspanya'da özellikle Valensiya bölgesinde yer bademi sütü tüketimi yaygındır [6]. Bunun dışında ise diyet lif kaynağı, dondurmalarda tatlandırıcı bileşen, yemek ve salatalarda kullanılmak üzere sıvı yağ gibi farklı kullanım alternatifleri bulunmakta ve unu ise bisküvilere ve diğer fırıncılık ürünlerine katılabilmektedir [6], [10].

Gıda endüstrisinde yer bademi sütü, yumruların mekanik olarak preslenmesi yoluyla hazırlanır yani yer bademlerinin sulu özütlerinden elde edilmektedir [24]. Üretimi daha detaylı olarak açıklamak gerekirse, yer bademi yumru kökleri farklı ebatlarına göre ayrılır ve suda bekletmeye alınır. Yeterince ıslanmış yumru kökleri öğütücüye alınır ve 10, 20 ve 30 dakika sürelerle öğütülür. Elde edilen ezmeler küçük pamuk torbalara alınır ve süt özütlemesi için preslemeye geçilir [15]. İspanya'nın ferahlatıcı, alkolsüz

ve süt görünümünde olan genellikle yaz aylarında tüketilen karakteristik ieeidir [11].

Horchata retiminde, özütleme koşulları çok önemli olmaktadır. Özütleme prosesi, suda bekletme sıcaklığı ve öğütme sresinden etkilenmektedir. Öğütme sresindeki ve suda bekletme sıcaklığındaki artış ürünün besinsel değerlerini ciddi düzeyde düşürmektedir [13]. Ürünün pH değeri 6.3-6.8 arasındadır ve nişasta yönünden zengindir. Yer bademi sütünün stabilitesini geliştirmek için yapılan işlemler kalite için gereklidir ama aynı zamanda niastadaki değişimler gibi kompozisyonda belirgin düzeyde değişikliklere yol açmaktadırlar. Bu tip işlemler sonucu ürün doğal yer bademi sütüne göre aroma ve lezzet kaybına uğramaktadır [25].

Horchata yaı, oleik (toplam yaın %75'i) ve linoleik (%9-10) asitlerce zengindir. Protein yapısında ise arjinin majör aminoasit olmakla birlikte bunu glutamik ve aspartik asit takip eder. Histidin aminoasidi hariç doğal yer bademi sütündeki aminoasit miktarı FAO'nun yetişkinler için tavsiye ettiği model proteininkinden yüksektir [13], [25], [26], [27]. Horchata, mineral bileşimi açısından potasyum, fosfor, magnezyum ve kalsiyumu içerirken demir ve çinko gibi diğer önemli minerallere ise az miktarda sahiptir. Yer bademi sütü, yüksek besin değerleri sebebiyle gıda pazarında önemli bir potansiyeli vardır ancak kısa raf ömrü sebebiyle bu potansiyel sınırlanmaktadır [13], [21].

Yer bademi sütü bazı Afrika lkelerinde yoğurt gibi fermente ürünlerde süt kaynağı alternatifi olarak denenmektedir. Ayrıca reel, bira ve likör gibi ürünlerde de kullanılmaktadır. Horchata, bunlara ek olarak lyak hastaları için de uygun bir içecektir. Yine laktoz intoleransı olan bireyler için de tüketimi uygun olmaktadır. Sindirim problemi, mide gazı ve diyare olan bireylere de katalaz, lipaz ve amilaz gibi enzimleri sağladığı için önerilmektedir [13]. Bunların dışında yer bademi sütünün herhangi bir alerjik reaksiyonuna da rastlanmamıştır [9].

Yer bademi sütünün; kalp krizi ve trombozun önlenmesi, kan dolaşımını hızlandırması ile bağlantılı olması [13], [28] ve kolon kanseri riskini azaltması nedeniyle sağlıklı bir içecek olduğu bildirilmiştir [29]. Buna ek olarak, düşük glisemik indeks değerli karbonhidratlarca zengin olması ve insülin salgılanmasını uyaran arjinin içeriği de salıa faydalı bir içecek olduğunu göstermektedir [13]. Yer bademi sütü, insan sağlığı üzerindeki olumlu bu özellikleri nedeniyle ve yeni ürünlerin

geliştirilmesinde kullanılabilecek yüksek bir içeriğe sahip olduklarından fonksiyonel gıdalara dahil edilebilmektedir [30].

2.2.4 Yer Bademi Yan Ürünleri

Gıda prosesleri son ürün ve ona bağlı yan ürünlerle sonuçlanmaktadır [31]. Endüstride yaygın olan “yan ürün” terimi, atık olarak ortaya çıkan maddelerin gıda proseslerinde yeniden değerlendirilerek kullanılır hale gelebileceklerini ve kendi piyasa değerlerine sahip olabileceklerini ifade etmektedir [32]. Başka bir deyişle, gıda endüstrisi son zamanlarda yan ürünleri geri kazanarak bu ürünlerin sağlıklı ve teknolojik yönlerini diğer gıda ürünlerinde yeniden değerlendirme süreçlerini geliştirmek ve onları bir gelir kaynağına dönüştürmek üzerine çalışmaktadır. Bu yan ürünler, ikincil prosesler için ara bileşiklere ve yeni ürün bileşenleri için hammaddelere dönüştürülebilmektedir [33]. Gıda yan ürünlerine peynir altı suyu, karkaslardan etin uzaklaştırılması sonucu kalan artıklar ve meyve suyu küspeleri örnek olarak verilebilir. Kaynak verimliliğini artırmak ve gıda atıklarını azaltmak için, gıdalarda yan ürün kullanımını teşvik eden yeni stratejiler geliştirmek önem kazanmaktadır [34]. Gıda yan ürünleri, yapılarında diyet lifi, pigmentler, organik asitler, tatlandırıcılar ve antibakteriyel veya antifungal maddeler gibi birçok değerli madde içerebilmektedir. İçerdikleri bu değerli maddelere karşın yan ürünlerin gıda üretiminde başarılı şekilde kullanılabilmeleri için mikrobiyal büyüme ve bozulma tepkimelerinin önlenmesi gerekmektedir [31].

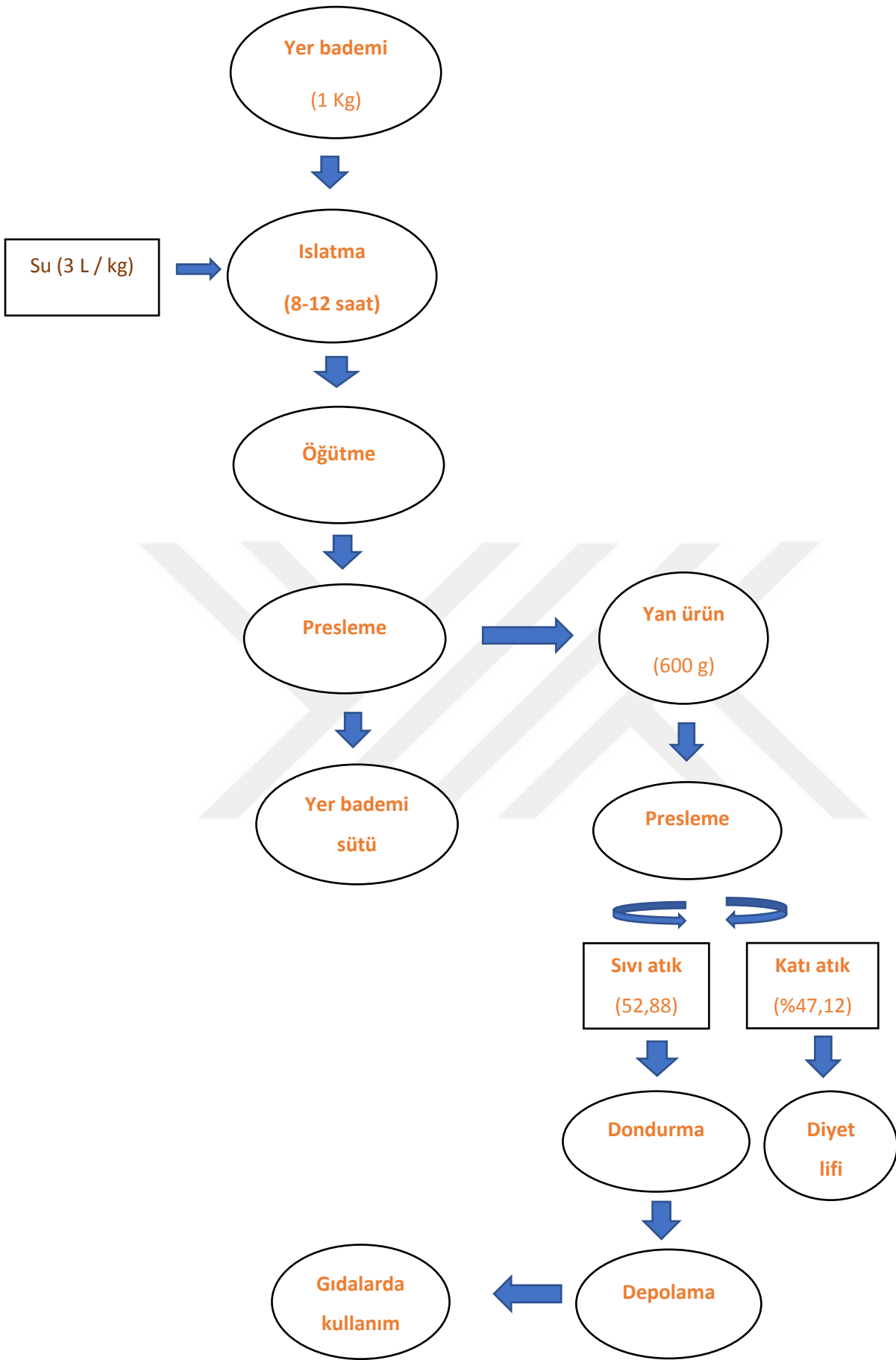
FDA ve EFSA gibi çeşitli kuruluşlar tarafından yan ürünlerin bazılarının kanıtlanmış sağlık faydalarına sahip oldukları tanınmıştır. Yine bazı kamu kurumları, bu değerli katkı maddelerini geri kazanmak için yeni teknolojilerin uygulanmasında gıda endüstrisini desteklemektedir. Değerli bileşiklerin geri kazanımı için optimize edilmiş sistemlerin geliştirilmesi, atıkların azaltılmasına yardımcı olacaktır. Bununla birlikte, yan ürünlerin bir önceki adım olarak geri kazanım-işleme tekniklerini optimize etmek için karakterize edilmesi gerekmektedir [32]. Yeterli teknolojinin mevcudiyetine bağlı olarak, bu yan ürünler, ikincil işlemler için hammaddeler olarak (ara gıda maddeleri), işletme malzemeleri veya yeni ürünlerin bileşenleri olarak ticari ürünlere dönüştürülebilmektedir. Bunların yanı sıra, birçok rapora göre yer bademi ve yan ürünleri polifenol içeriklerine bağlı olarak antioksidan aktivite göstermektedir. Ancak

yer bademindeki antioksidan bileşiklerin çeşitliliği üzerine yeterli çalışma yapılmamıştır [30].

2.2.4.1 Yer Bademi Sütü Yan Ürünleri

Yer bademi sütü prosesinden de çok miktarda yan ürün elde edilmektedir (Şekil 2.3) [32]. Örneğin, 2007 ve 2008 yıllarında İspanya'nın Valencia bölgesinde toplam 4.2 ton yer bademi sütü atığı ve yan ürünü elde edilmiştir. Bu yan ürünler; değerli bir yağ kaynağı, yüksek katma değerli gıda maddeleri (karbonhidratlar, proteinler, vitaminler ve mineraller) veya biyoaktif bileşikler (polifenoller vb.) olabilmektedir. Besin maddeleri bir enerji kaynağı olarak kullanılabilirken, biyoaktif bileşikler nutrasötik sanayisinde değerlendirilebilmektedir.

Yer bademi sütü yan ürünleri, presleme ve filtreleme yoluyla sıvı ve katı olmak üzere iki yapıya kolayca ayrılmaktadır. Sıvı ve katı yan ürünlerin ayrılma verimleri bir çalışmada, katı atıklar için %47,12 sıvı atıklar için de %52,88 olarak bulunmuştur [13]. Yer bademi sütü yan ürünlerinin birçoğu ilgi çekicidir çünkü bileşimi çok miktarda diyet lif içermektedir. Söz konusu olan ilgi, yan ürünlerin içerdiği biyoaktif bileşenlerin faydalarına dayanmaktadır [33]. Sanchez-Zapata ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre yer bademi katı atıkları, gıda sanayinde önemli bir besinsel lif kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu araştırmacılar, besinsel liflerin kimyasal, fizikokimyasal ve teknolojik özelliklerini incelemişlerdir. Yer bademi besinsel lifi yüksek oranda toplam diyet lifinden (TDL), TDL de ağırlıklı olarak çözünmeyen diyet lifinden (%99,8) oluşmaktadır. TDL'deki bu içerik diğer diyet lifi kaynaklarından (yulaf kepeği, pirinç kepeği, şeftali, lahana dış yaprakları, armut, elma, havuç ve portakal kabuğu) daha yüksektir. Yer bademinde çözünmeyen diyet lifi oranının yüksek olması nedeniyle diyetetik-fizyolojik ürünlerde kullanımı tavsiye edilmektedir. Bu liflerin tüketimi doyma hissi oluşturur, çünkü lifler su emer, midede yer kaplar ve daha fazla yemek tüketme ihtiyacını azaltır. Diğer diyet lifi kaynakları (hindistan cevizi, portakal, buğday, mısır, elma) ile karşılaştırılınca yer bademi diyet lifleri daha yüksek su tutma kapasitesi (STK: 8.01 g / g) ve yağ tutma kapasitesine (YTK: 6.92 g / g) sahiptir [13].



Şekil 2.3. Yer bademi sütü yan ürünleri akış şeması [35]

Yer bademi lifinin (YBL) bazı gıda ürünlerinde kullanımı üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan birinde, YBL'nin domuz eti hamburgeri formülasyonunda artan seviyelerde (%0, %5, %10 ve %15) kullanımı analiz edilmiştir [36]. Bu çalışmada kimyasal kompozisyon, fizikokimyasal veriler, pişirme özellikleri ve burgerlerin duyu özellikleri üzerinde durulmuştur. YBL ile yapılan domuz burgerlerinin kontrol burgerlerinden daha yüksek besin değeri (lif içeriği yüksek) ve daha iyi pişirme özelliklerine (daha yüksek pişirme verimi, daha iyi yağ ve nem tutma oranları) sahip olduğu gözlemlenmiştir. YBL ile hazırlanmış burgerler kontrol burgerlerinden daha az yağlı, daha az sulu yapıya sahiptir ve burgerlerdeki etli lezzet oranı azalmıştır ancak bu algı burgerlerin genel kabul edilebilirliğini azaltmamıştır.

Son zamanlarda ayrıca, yer bademi lifinin doymamış yağ asitleri taşıyıcısı olarak kuru-kürlenmiş bir sosise eklenmesinin sosisin bazı kalite parametreleri üzerindeki etkisinin değerlendirildiği bir çalışma yapılmıştır. %1-2 YBL ilavesi, doymamış yağ asitlerinin et hamuruyla daha iyi birleşmesini sağlamıştır ve YBL miktarı ne kadar yüksekse o kadar fazla doymamış yağ asidi hamurla birleşmiştir. Yer bademi lifi ve doymamış yağ asidi içerikli kuru-kürlenmiş sosisler kontrol örneklerinden daha yüksek nem içeriğine (dolayısıyla daha düşük ağırlık kaybı), daha düşük pH değerlerine ve daha yüksek su aktivitesine sahip olmuştur. Doymamış yağ asitlerinin eklenmesine bağlı olarak sosislerdeki lipid oksidasyonundaki artış ise YBL'nin içerdiği antioksidan bileşikler (fenolikler) tarafından kontrol altında tutulmuştur [37].

Yer bademi sütü yan ürünlerinin bazı gıda ürünlerini zenginleştirmek amaçlı kullanımı ve flavonoidler gibi bazı değerli bileşiklerinin geri kazanılması üzerine birçok çalışma bildirilmiştir. Ancak yer bademi sütü prosesinden elde edilen yan ürünlerin tahıl ürünlerinin zenginleştirmesi amacıyla kullanımı üzerine daha az çalışma yapılmıştır. Söz konusu yan ürünlerin yüksek verimli içeriği göz önüne alındığında, tahıl endüstrisinde önemli bir üretim hacmine sahip olan cips, kahvaltılık gevrekler ve makarna gibi gıdalara eklenmeye oldukça yatkın oldukları görülmektedir. Bu nedenle, yer bademi sütü yan ürünlerinin tahıl ürünlerinde yeni bir diyet lif kaynağı olarak fiziko-kimyasal özellikleri, işlevselliği ve son ürün kalitesi üzerindeki etkileri yeni ve geniş bir araştırma konusu olma potansiyeli taşımaktadır [33].

2.3 Ekmek

2.3.1 Tahıllar ve Tahıl Bazlı Ürünler

Tahıllar, büyük tek çenekli *Gramineae* ailesinin çoğunlukla buğday, mısır, arpa, yulaf, pirinç ve sorgumdan oluşan üyeleridir [38]. Tahılın ana bileşenleri nişasta (%60-70) proteinler (%10-15) ile hücre duvarlarındaki nişasta olmayan polisakkaritlerdir (%3-8). Tahıl taneleri yüksek oranda besleyicidir. Toplam kalori ve proteinin yaklaşık %70 ve %50'sini karşılarlar [39]. Tahıllar ayrıca sağlık için gerekli olan önemli mineralleri, vitaminleri ve diğer mikro besinleri de sağlamaktadır. Toplam diyetle gerekli olan miktarın %20'si düzeyinde magnezyum ve çinko, %30-40'ı oranında karbonhidrat ve demir ve %20-30'u kadar da riboflavin ve niasin sağlarlar. Ayrıca %40'ın üzerinde bir düzeyde de tiamin sağladığı belirlenmiştir. Tahılların bileşimi tane çeşitliliği, tarım ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir [40].

Tahıl bazlı gıdalar özellikle de tam tahıllar, koroner kalp hastalığı, tip 2 diyabet ve bazı kanser türleri gibi kronik hastalıkların riskini azaltmasına bağlı olarak sağlığı geliştirme yönünde önemli bir potansiyeli göstermiştir [40], [41]. Bu sağlığa yararlı etkiler, tahıllarda bulunan çeşitli fitokimyasallara bağlanmaktadır. Ayrıca, tahıl taneleri içerisindeki sindirilemeyen karbonhidratlar önemli bir diyet lifi kaynağı olarak daha fazla ilgi görmeye başlamıştır ve tahılların beslenme kalitesi ve sağlık arttırıcı etkileri üzerine çeşitli çalışmalar yapılmaktadır [40].

Tahıl bazlı gıdalar, yüzyıllardır dünya nüfusu için temel bir besin kaynağı olmuştur. Ekmek de bu gıdaların başında gelmektedir. Türk halkının beslenme durumu incelendiğinde de temel gıda maddesinin ekmek ve diğer tahıl ürünleri olduğu görülmektedir [42]. Ekmeğin temel formülasyonunda başta buğday unu olmak üzere un, maya, tuz ve su bulunur. Bu bileşenlerden herhangi biri olmazsa ekmek yapılamaz. Formülasyonunda bulunabilen diğer bileşenler ise yağ, şeker, süt/ süt tozu, oksidanlar ve enzimlerdir. Her bir bileşenin ekmek yapımı ve son ürün kalitesinde belirli fonksiyonları vardır.

2.3.2 Ekmeğin Temel Bileşenleri

2.3.2.1 Un

Bileşenleri ayrı ayrı inceleyecek olursak, un elbette ki ekmek için ana bileşen olup yapıdan sorumludur. Gazı yapısında tutarak viskoelastik yapıdaki hamurun oluşmasını sağlar. Temel bileşenlerden bir diğeri olan mayanın en önemli rolü ise fermente olabilir karbonhidratları karbondioksit ve etanole parçalamaktır.

Ekmek yapımında genellikle buğday unu tercih edilmektedir. Bunun sebeplerinin başında buğdayın (*Triticum aestivum*) gluten içeriğinin pişirme kalitesindeki olumlu etkileri gelmektedir [43]. Unda bulunan iki protein (gliadin ve glutenin) su ile karıştırıldığında gluteni oluşturmaktadır [44]. Glutenin hamura güç ve esneklik verir. Gliadin ise viskoziteden sorumludur [45]. Bu iki proteinin özellikleri birleştğinde ise ekmek yapımında esas olarak hamur oluşumu sağlanıp taze ekmeğin kalitesi belirlenmektedir [44], [45]. Ekmek, toplam enerji alımının %50'den fazlasını sağlar [38]. Ancak bu özelliklerine karşın sağlıklı bir vücut gelişiminde ve metabolik faaliyetlerde, temel yapı maddesi olarak görev alan protein, vitamin ve mineral madde ihtiyaçlarının tamamı ekmekten sağlanamaz [42]. Bu nedenle de ekmek zenginleştirme için en iyi araçlardan biri olarak görülmektedir.

Gluten miktarı ve kalitesi buğday için önemli bir karakteristiktir ama bunun yanı sıra toprak verimliliği ve iklim koşulları da buğday kalitesinde etkili olmaktadır. Buğday kalitesinde önemli diğer bazı faktörler ise;

- Nem oranının %15 ve altında olması
- Tanelerin hasarlı, renksiz ve kötü kokulu olmaması
- Üzerinde haşere kalıntısı ve küf bulunmaması
- Pestisit kalıntısı miktarının yasal sınırları geçmemesi
- Yabancı madde miktarının buğday ağırlığının %2'sini geçmemesi
- Hektolitre ağırlığının en az 76 kg/hl olması
- Kurutma ve depolama sırasında fazla ısıya maruz kalmaması şeklindedir.

Buğday proteinin yaklaşık %20'si pişirme işleminde önemli rol oynamamaktadır. Bununla birlikte, endospermdeki diğer %80'lik kısım ise çok önemlidir. Protein kalitesi çeşitli şekillerde ölçülebilir. Protein kalitesi en iyi şekilde mini pişirme testi ile

değerlendirilir. Ancak bu test en az iki saat sürdüğü için esas olarak ekmek, bisküvi veya kek yapımında kullanılan çeşitleri değerlendirmek için kullanılır. Kullanılabilecek bazı diğer testler ise Zeleny testi ve yaş gluten miktarı hesaplanmasıdır. Bunların haricinde alveograf yöntemi de kullanılabilir. Bu testte unun pişirme mukavemeti değerlendirilir. Ekmek yapımı için gerekli olan kuvvetli unun mukavemet değeri $W > 200$ olacaktır. Bisküvi yapımı için gerekli zayıf un için ise bu değer $W < 100$ olacaktır. Bu testte ayrıca hava hamur haline getirilmiş un örneğine pompalanır ve elastiklik miktarı (L değeri) ile hamur direnci (P değeri) hesaplanır. Ekmek yapımı için, P/L oranı 0,5/0,9 olmalıdır [46].

2.3.2.2 Maya

Maya, depolama sırasında inaktif formda olan yaşayan bir organizmadır. İnaktifliği kurutma veya düşük sıcaklık gibi uygulamalarla sağlanır. Maya hamura katıldığında ise şartlar aktif hale geçmesi için uygundur [47]. Fermantasyon sırasında karbonhidratlar (nişasta ve şeker) mayalar tarafından karbondioksit ve etil alkole parçalanır. Meydana gelen karbondioksit salınımı ve karıştırma esnasında hamur yapısına eklenen hava kabarcıklarıyla beraber gaz hücreleri büyür [45].

2.3.2.3 Su

Su, hamur oluşumunda önemli bir bileşendir. Hamura ilave edilen bileşenlerin çözünmesi, proteinler ve karbonhidratların hidrate olması ve gluten ağının geliştirilmesi için gereklidir. Suyun ekmek yapımındaki rolleri arasında, formülasyonun çeşitli bileşenleri arasındaki etkileşimin oluşması ve hamur yapısına katkıda bulunmak da yer almaktadır. (Eliasson ve Larsson, 1993). Su unun içine ilave edildiğinde viskoziteyi düşürerek hamurun uzama kabiliyetini arttırmaktadır. Öte yandan, eğer hamurdaki su oranı çok düşük olursa hamur kıvamsız ve kırılgan hale gelmektedir [67].

2.3.2.4 Tuz

Tuzun ekmek yapımında iki önemli fonksiyonu vardır. Birincisi lezzet sağlamasıdır, tuz olmadan yapılan ekmek tatsız ve yavan olmaktadır. İkinci olarak da hamurun

reolojik özelliklerine etki etmektedir. Tuz, proteinlerin etkisini koruyarak hamuru daha kuvvetli hale getirir [47].

2.3.2.5 Yağ

Yağlar hamur oluşumunu olumlu yönde etkilemektedir. Ekmek hacmi üzerindeki etkileri ise polar yapıda olup olmamalarına göre değişkenlik göstermektedir. Polar yapıdaki lipidler ekmek hacmini olumlu yönde etkilerken non-polar lipidlerin ise ekmek hacmi üzerinde negatif etkileri olduğu gözlemlenmiştir [45].

2.3.2.6 Enzimler

α -amilaz gibi enzimler hamura dışarıdan ilave edilen enzimlerden farklı olarak unun yapısında bulunmaktadır. α -amilaz, nişasta polimerlerinin α -1,4-glikozidik bağlarını hidrolize ederek düşük molekül ağırlıklı polisakkaritler ve dekstrinler üretmektedir. Gelişmiş ekmek hacmi ve dokusu ile düşük bayatlama oranı bu enzimin ekmek üzerindeki etkileri arasında bulunmaktadır.

β -amilaz, polisakkaritlerdeki α -1,4 bağlarını indirgen olmayan uçlardan başlayarak maltoz birimlerine parçalar. Diğer polisakkaritlerden farklı olarak maltoz maya ile fermente olabilir. Fermente olabilir şekerlerdeki artış mayanın fermentatif aktivitesi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir ve bu da gaz tutma ile birlikte ekmek üretiminin temel bir ögesidir. Gaz üretimindeki artış, hamurun gazı tutmasıyla birleştiğinde ekmek hacminde artış görülmektedir.

Diğer bir önemli enzim olan amiloglukozidaz ise nişastanın indirgen olmayan uçlarından başlayıp hem α -1,4 hem de α -1,6 glikozidik bağlarını kırarak glikoz molekülüne kadar parçalar. Oluşan glikoz molekülüleri hem ekmekteki tatlılığı iyileştirir hem de maya aktivitesini artırır [48].

2.3.2.7 Diğer kimyasal katkıları

Ekmek yapımında kullanılan malzemelerden biri de şekerdir. Şeker hem mayalar için fermente edilebilir karbonhidrat kaynağıdır hem de ekmeğe tatlı bir aroma katmaktadır. Ayrıca pişme aşamasında meydana gelen Maillard reaksiyonunda da rol

almaktadır [45]. Süt ya da süt tozu ise zengin bir besinsel içeriğe sahip olmaları ve geniş bir tüketici kitleleri olmalarından dolayı ekmek üretiminde kullanımları tercih edilebilmektedir.

Son olarak askorbik asit, potasyum bromat ve kalsiyum peroksit gibi oksidanlar ise hamurun kuvvetini artırır. Ayrıca ilaveleri sonucu hem ekmek hacmi artış göstermekte hem de daha gelişmiş tekstürel yapı sağlanmaktadır [47].

Buna ilaveten buğday ve buğday ununun besin değerleri ve yaklaşık kompozisyonları Çizelge 2.2’de verilmiştir.

2.3.3 Ekmek Üretimi

Hacimli, yumuşak ve güzel dokulu bir ekmek üretmek için kaliteli glutene sahip una ve dolayısıyla da hamura gerek olmaktadır. İyi hamur, kendi hacminin iki katına varan hacim oranında ekmek üretimi sağlar. Sağlıklı buğdayda az miktarda α -amilaz enzimi bulunur ve ekmek yapımı sırasında mayayı beslemek için nişastayı şekere dönüştürmektedir. Ancak, fazla nemli ve çimlendirilmiş buğday aşırı miktarda α -amilaz içermekte ve bu nedenle de aşırı miktarda şeker ve dekstrin üretilmektedir. Bu da yapışkan bir doku ve koyu kahverengi kabuklu ekmeklerle sonuçlanır. α -amilaz aktivitesi, düşme sayısı (DS) testi ile ölçülür. Bu sayı, bir dalıcı pistonun un örneği ve sıcak su bulamacından düşmesi için geçen süre olmaktadır. Yüksek bir DS değeri düşük α -amilaz seviyesini göstermektedir.

Su tutma kapasitesi de ekmek yapımında önemli olmaktadır. Bu değer, öğütme ile zarar gören nişasta granüllerinin miktarına ve protein içeriğine bağlı olmaktadır. Tüm bunların dışında eğer unda sistin aminoasidi bulunmuyorsa, un tüm testleri geçse bile ekmeğin kalitesi yine zayıf olacaktır [46].

Ekmek yapımı üç temel aşamaya ayrılabilir;

- ✓ Karıştırma ve hamur oluşumu
- ✓ Fermantasyon
- ✓ Pişirme

Çizelge 2.2. Buğday ve buğday ununun besin değerleri ve yaklaşık kompozisyonları (100 g) [45]

Besin değerleri/ Yaklaşık kompozisyon	Buğday tanesi	Kepek	Buğday unu
Toplam karbonhidrat (g)	68,0	64,5	76,3
Diyet lif (g)	12,0	42,8	2,7
Toplam yağ (g)	1,9	4,3	1
Protein (g)	15,4	15,5	10,3
<u>Vitaminler</u>			
A Vitamini (IU)	9	9	-
E Vitamini (mg)	1,0	1,5	0,1
K Vitamini (µg)	1,9	1,9	0,3
Tiamin (mg)	0,5	0,5	0,1
Riboflavin (mg)	0,1	0,6	-
Niasin (mg)	5,7	13,6	1,3
B ₆ Vitamini (mg)	0,3	1,3	-
<u>Mineraller</u>			
Kalsiyum (mg)	25	73	15
Demir (mg)	3,6	10,6	1,2
Magnezyum (mg)	124	611	22
Potasyum (mg)	340	1182	107
Sodyum (mg)	2	2	2
Çinko (mg)	2,8	7,3	0,7
Mangan (mg)	4,1	11,5	0,7

En temel ekmek yapım modeli 'straight-dough' sistemidir. Bu sistemde bütün bileşenler hamur gelişimi sağlanana kadar karıştırılır. Sonra fermantasyon aşamasına geçilir. Fermantasyon sırasında hamur bir veya iki kez yoğurulur. Sonrasında ise hamur ekmek somunu boyutlarına bölünür, yuvarlanır ve şekil verilir. Devamında pişirme kalıplarına konulur. Daha sonra hamur 'proofing' adı verilen ek fermantasyona bırakılır ve hacim artışı sağlanır. İstenilen hacim artışına ulaşıncaya ekmekler fırına yerleştirilir ve hamur pişmeye bırakılır. Straight-dough yöntemiyle yapılan ekmekler daha iyi çiğnenebilir yapıdadır [47].

Karıştırma, hamurun mekanik özelliklerini ve istenen pişirme performansını belirleyen ve son ürünün kalitesine doğrudan bir etkisi olan temel aşamalardan biridir [39], [40]. Her hamurun tam olarak gelişmesi için optimum bir süre karıştırılması gerekir ve bu aşamada uzatmaya karşı maksimum direnç gösterir. Bu aşamada bileşenler eşit olarak dağıtılıp, protein ağını geliştirmek için gerekli mekanik enerji sağlanmakta ve hamur içine hava kabarcıkları girmektedir [45].

Kuvvetli türdeki buğday unu taneleri yoğundur ve su tanelere yavaşça nüfuz eder. Su yalnızca difüzyon etkisiyle un tanelerinin içerisine girer ve bu nedenle yavaştır. Karıştırma işlemi başka mekanizmalara da sahiptir. Sulu partiküller karıştırıcı kasesinde karıştırıldıkça sulu yüzeyler yer değiştirir ve yerlerine suyun nüfuz etmesi için yeni yüzeyler gelir. Bu durum defalarca tekrar edince un partiküllerine su tamamen nüfuz etmiş olur. Böylece undaki protein ve nişastanın tamamı hidrate olarak uzamaya karşı direnç göstermeye başlarlar [47]. Eğer karıştırma fazla ise, hamur özellikleri iyiden (yumuşak ve elastik) zayıfa (gevşek ve yapışkan) doğru değişkenlik gösterir ve protein ağının zayıflamasına yol açar [45].

Karıştırma işleminde diğer bir önemli nokta ise havanın yapıya katılmasıdır. Hamur yapışkan olmaya başladıkça havayla birleşimi başlar ve bu da hamur yoğunluğunu düşürmektedir. Optimum karıştırma süresinde, hamurun çevresindeki havanın yarısı yapıya katılmaktadır. Hava ve özellikle de nitrojen birçok fırıncılık ürünü için önemlidir çünkü karbondioksitin difüze olacağı hücreler üretmektedir. Maya yeni gaz hücreleri üretemez [47].

Fermantasyon devam ederken 'punching' adı verilen yoğurma işlemi de kullanılan yöntemle göre gereken sayıda tekrarlanır. Bu işlemin amacı, giderek büyüyen gaz hücrelerini küçük ve daha fazla sayıda hücrelere bölmektir. Böylece maya için yeni gaz hücreleri oluşturulur. Yoğurma işleminin bir diğer önemli etkisi de hamur

bileşenlerinin yeniden karışmasını sağlamasıdır. Maya hücreleri hamur içerisinde hareketli değildir. Bu yüzden, şekerin bu hücrelere doğru difüze olması gerekir. Ancak fermentasyon devam ettikçe difüzyon mesafesi artar. Yoğurma, maya hücreleri ve fermente olabilen şekerleri yeniden bir araya getirmektedir. Dolayısıyla fermentasyonu devam ettirmiş ve hamurda daha iyi gelişim sağlanmasına ortam hazırlamış olmaktadır.

Ekmek yapımında bir sonraki aşama şekil vermedir. Şekil verme işlemi sırasıyla inceltme ve yuvarlama aşamalarından oluşmaktadır. Hamura şekil verildikten sonra kalıplara konulur ve proofing aşamasına geçilir. Proofing genellikle 30-35°C'de ve %85 bağıl nem şartlarında gerçekleştirilmektedir. Hamur viskoz ve akışkan özellikleriyle uzamaya başlar ve kalıbı tamamen doldurur. Bu işlem genellikle 55-65 dakika sürer ve hamur en yüksek hacmine ulaşır [47]. Artık gelişimini tamamlayan ekmek hamuru, viskoz bir sıvı ve elastik bir katı arasında kalan bir reolojik davranış sergiler. Bir başka deyişle viskoelastik bir yapıdadır [44].

Proofing aşamasından sonra hamur pişmeye hazırdır. Fırındaki ilk birkaç dakika boyunca hamurun hızlıca şişmeye başlaması durumuna fırın sıçraması denmektedir. Fırın sıçramasından sorumlu olan faktörler şu şekilde sıralanabilir;

1. Gazlar ısınır ve hacimde artışa neden olur.
2. Sıcaklık arttıkça CO₂ daha az çözünür hale gelir.
3. Sıcaklık artışıyla maya biraz aktif hale geçer.
4. Su buharlaşır.

Fırın sıçraması genellikle 8 dakikadan kısa sürer. Geriye kalan pişirme süresi de ekmek somununun merkez noktasının 100°C'ye ulaşana kadar geçen süredir. Ekmek içinin sıcaklığı 100°C'yi geçemez. Ekmekte kuruyan tek bölüm kabuktur ve dolayısıyla Maillard reaksiyonunun görüldüğü tek bölüm yine kabuk olmaktadır [47]. Ayrıca, pişirme aşamasında da gaz kabarcıklarının büyümesi devam eder. Sonuç olarak bu aşamada ekmeğin yapısal özellikleri dolayısıyla da son hacmi ve tekstürü belirlenmiş olur [45].

Pişirme sırasında, doğal protein yapısı destabilize olmaktadır. Hidrofobik etkileşimler ile birlikte oksidasyon ve sülfidril-disülfid reaksiyonları sonucu proteinler birleşir ve büyük protein kümeleşmeleri oluşur. Daha sonrasında sıcaklık arttıkça, proteinlerin

rolü ikincil seviyeye geçer ve nişasta granülleri baskın duruma gelir. Bu aşamada, nişasta granülleri ortamda bulunan suyu emer ve şişerler [45].

Kaliteli ekmeğin düzenli ve ince bir gaz hücresi yapısına dolayısıyla yüksek gözenekli olması gerektiğine dair yaygın bir görüş bulunmaktadır. Ekmek yapımında gözenekli yapıların oluşması ekmeğe ayırt edici özellikler kazandırmaktadır [44]. Dışarıdan mekanik bir etkinin olmadığı ekmek yapım modellerinde gaz hücreleri her zaman yuvarlaktır. Dış kuvvetlerin olduğu konvansiyonel ekmek yapımında ise gaz hücreleri uzundur [47].

Tüm bunlara ek olarak, ekmek yapımının mayalama işleminin ilk aşaması ve 'proofing' sırasında ortaya çıkan mikrobiyolojik ve kimyasal değişimlere bağlı bir dinamik süreç olduğu unutulmamalıdır. Bu değişimlerden maya aktivasyonu sorumludur [49].

Ekmek yapım sürecinde önemli rol oynayan diğer büyük biyopolimer nişastadır. Amiloz ve amilopektin, nişasta granülünün bileşenleridir. Bu biyopolimer maya için fermente edebileceği şekerler sağlar ve özellikle pişirme işlemi sırasında hamur reolojisine önemli bir katkı sağlamaktadır. Buğday unlarının pişirme ve soğuma sırasında gösterdikleri hamur performansı nişasta molekülünün davranışlarından etkilenmektedir [45].

Kepek ve farklı tahılların ekmeğe eklenmesi fiziksel ve kimyasal etkileri nedeniyle beyaz ekmeğe kıyasla formülasyon ve işlem modifikasyonları gerektirmektedir. Örneğin su ilavesi artırılmalıdır. Ayrıca; vital buğday gluteni, oksitleyici ajanlar, emülsiyonlar, enzimler ve yağ gibi bileşenler eklenebilmektedir. Bu bileşenlerin konsantrasyonu ise ekmek formülasyonlarına göre değişmektedir [48].

2.3.3.1 Ekmek Üretiminde Kullanılan Çeşitli Diyet Lif Kaynaklarının Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi

Gıda sektöründeki çeşitlilik ve yenilik arayışı ile bilinçli tüketicilerin sağlıklı diyet ilgisini karşılamak için fırıncılık ürünlerinde yeni alternatifler arayışı ortaya çıkmıştır [50]. Son zamanlarda, fırıncılık ürünleri pazarı fonksiyonellik ilkesine dayalı sağlıklı gıdalar akımı üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu açıdan da geniş bir ürün yelpazesi (vitamince zenginleştirilmiş, yüksek proteinli, düşük şekerli, glutensiz, diyet lifi açısından zengin ekmekler vb.) geliştirilmeye başlanmıştır. Aralarından diyet lifi

katkılı ekmekler ayrıca dikkat çekmektedir [51]. Ayrıca, ekmek teknolojisinde farklı unların kullanımı, birden fazla fonksiyonel etkiye sahip ekmek üretimi için yeni yaklaşımlardan biri olmaktadır [52].

Diyet lifi katkılı ekmekler üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde diyet lifi kaynağı olarak üzüm, nar ve kuşburnu çekirdeklerinin kullanıldığı bir çalışma dikkat çekmektedir. Yapılan bu çalışmada ekmek hamuruna söz konusu çekirdeklerden elde edilen unlardan dört farklı oranda (%0, %5, %7,5 ve %10) ilave edilmiştir. Devamında ise üretilen ekmeklerin bazı fiziksel, kimyasal, reolojik, tekstürel ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre üzüm, nar ve kuşburnu çekirdeği unlarının buğday ununa ilavesi arttıkça ekmek hacmi azalmış ve ekmek içi renkleri koyulaşmıştır. Ayrıca çekirdek unlarının eklenmesiyle ekmeklerin toplam diyet lif oranı artmıştır. Özellikle %10 oranında üzüm çekirdeği unu kullanımı ile ekmeklerin toplam diyet lif içeriğinde yaklaşık 2,5 kat artma gözlemlenmiştir. Bunlara ek olarak ekmeklerin duyuşal değerlendirilmesinde, kontrol ekmeğinden sonra %5 oranında üzüm çekirdeği, nar çekirdeği ve kuşburnu çekirdeği içeren ekmeklerin dış ve iç görünüş özellikleri, koku, tat ve aroma özellikleri ile genel kabul edilebilirliğinin daha yüksek puan alarak daha çok beğenildiği belirlenmiştir [53].

Yapılan bir diğer çalışmada, elma suyu sanayinin atığı olan posa kurutularak toz haline getirilmiş ve ekmeğe farklı oranlarda katılarak (%0, %5, %10 ve %15) diyet lif olarak değerlendirilmiştir. Üretilen ekmeklerde antioksidan aktivitesi, fenolik madde miktarı ve ham lif değerlerine bakılmış ayrıca duyuşal değerlendirme yapılmıştır. Böylelikle ekmek yapımında katkı olarak kullanım imkanları araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre en yüksek miktarda fenolik madde içeren ekmek, %15 oranında elma posası tozu katkılı çeşit olurken, unda bulunan fenolik bileşenler sebebiyle kontrol ekmeğin de toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivitesi yüksek bulunmuştur. Ayrıca hem ekmek kabuğunda hem de içinde elma posası tozu ilavesi dozlarının artmasıyla toplam antioksidan aktivite değerinde de artış olduğu belirlenmiştir. Lif miktarı ise ilave edilen elma posası miktarının artan oranlarında artış göstermiş ve %15 oranında elma posa tozu katılmış ekmekte kontrol ekmeğin yaklaşık 25 katı olarak belirlenmiştir. Ticari elma posasındaki ham lif miktarının elma kabuğu ve etindeki miktara göre daha yüksek oranda belirlenmiştir. Elma kabuğunda bulunan ham lifin yaklaşık iki buçuk katı elma suyu üretiminden ortaya çıkan posada

bulunmaktadır. Son olarak spesifik hacim değeri ise katkı miktarının artması ile azalma göstermiştir [54].

Erdemir'in yaptığı bir çalışmada, ısıtılmış bakla ezme tozunun farklı oranlarının (%0, %2, %4, %6, %10 ve %15) ekmeğin fiziksel, tekstürel ve reolojik özellikleri ile ekmeğin kalite kriterlerine etkileri incelenmiştir. Hamurlarda yapılan tekstürel analizlerde bakla ezme tozu ilavesi hamurun sertlik değerlerini artırıcı; yapışkanlık, esneklik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini ise düşürücü yönde etki göstermiştir. %15 oranında bakla ezme tozu ikamesiyle ekmeğin hacim ve spesifik hacim değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir düşüş meydana gelmiştir. Bunların yanı sıra; artan bakla ezme tozu katkısıyla ekmeğin protein, kül, yağ ve diyet lifi içerikleri artmıştır. Ayrıca genel olarak ekmeğin mineral madde içeriklerinde de artış gözlemlenmiştir. Kısacası, elde edilen sonuçlara göre bakla ezme tozu katkısının ekmeğin besin değerini önemli ölçüde artırdığı görülmüştür. Fakat özellikle %15 oranında yapılan katkıda hem ekmeğin hacmi ve spesifik hacim değeri düşmüş hem de bazı reolojik özellikler olumsuz yönde etkilendiği için duyusal analizlerde beğeni azalmıştır. Buna göre, bakla ezme tozunun %10 düzeyine kadar ilavesinin uygun olacağı saptanmıştır [55].

Yer bademi sütü üretiminden elde edilen yan ürünler de diyet lif kaynaklarından biridir ve bu lif kaynağının ekmeğin yapımında kullanımı üzerine sınırlı sayıda bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birinde; yer bademi sütü, yer bademi sütü yan ürünleri, yer bademi unu ve soya unu ilavelerinin glutensiz ekmeğin yapımındaki etkileri araştırılmıştır. Bu bileşenlerin her biri ekmeğin formülasyonuna %5 oranında ilave edilmiştir. Yer bademi sütü ilave edilen ekmeğin, en yumuşak kabuk oluşumu gözlemlenmiş ve diğer ekmeğin örneklerine göre en yüksek özgül hacim değerine ulaşılmıştır. Yer bademi unu ve soya unu ilavelerinin glutensiz ekmeğin kalitesi üzerindeki etkilerinin ise birbirine benzerlik gösterdiği ve olumlu olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, yer bademi sütü yan ürünü katkılı ekmeğin daha sert yapıda ve daha koyu renkte ekmeğin içi olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak yer bademi ve türevi ürünlerin glutensiz ekmeğin yapımında soya ununa iyi alternatifler olabilecekleri saptanmıştır [56].

2.4 Fonksiyonel Gıda ve Kimyasal Özellikler

Beslenme ve sağlıklı olma arasında bir ilişki kurulduğundan beri, gıda artık sadece açlığı tatmin etmek ve hastalıkları önlemek için bir araç olarak görülmemekte; aynı zamanda insanları optimum sağlık ve esenliğe taşımak için birincil araç haline gelmektedir. Araştırmalar, gıdalardaki biyolojik aktif bileşenlerin potansiyel mekanizmalarının tanımlanmasını ve anlaşılmasını sağlamış ve sağlamaya devam etmektedir. Gıdaların gelişen bu yönü de fonksiyonel gıdalar kavramının ortaya çıkmasına yol açmıştır [57].

"Fonksiyonel gıda" terimi ilk olarak Japonya'da keşfedilmiştir. Japonlar, gıdaların gastronomik haz ve enerji açısından önemli olabileceğini, ayrıca insan organizmasında beslenmenin ötesinde bir rol oynayabildiğini gözlemleyen ilk toplum olmuştur. Bu öncülüğün ardından Japonya, FOSHU (Özel Sağlık Kullanımındaki Gıdalar) mevzuatını yayınlamıştır. Sadece belirli gereksinimleri karşılayan ürünlerin FOSHU damgasını alabileceği belirlenmiştir. Avrupa ve Amerika ise daha sonra fonksiyonel gıda kavramını geliştirmişlerdir. Yalnız bu kavramı tanımlamaya dair bir fikir birliğine varılamamış olup; bu da bir dizi farklı terimin kullanılmasına yol açmıştır. ABD, nutrasötik terimini tercih ederken; Avrupalı uzmanlar ise FUFOS (Avrupa'da Fonksiyonel Gıda Bilimi) projesinde karar kılmışlardır [58].

Bir gıda, vücuttaki temel besleyici özelliklerinin yanı sıra vücudun bir veya daha fazla hedef fonksiyonu üzerinde faydalı özelliklere sahip, sağlıklı olma durumunu geliştirmekte ve/veya hastalık risklerini azaltmaktaysa 'fonksiyonel gıda' olarak tanımlanabilmektedir [59]. Fonksiyonel gıdalar temel olarak, hastalıkların önlenmesi ve hatta iyileştirilmesi amacıyla bazı fizyolojik fonksiyonları geliştirmek için kullanılmaktadır [60].

Fonksiyonel gıdaların bir ilaç değil; bir gıda olması gerektiğine dikkat çekmek gerekmektedir. Fonksiyonel gıdaların sağlığa faydalı etkileri "normal" diyetle normal miktarlarda tüketilmeleri sonucu görülmelidir. Gıda alanındaki bilimsel ve sektörel araştırmaların esas hedefi, yaşam kalitesini iyileştirmek için fonksiyonel gıdalar geliştirmek olmalıdır [58], [61].

Son yıllarda yumru köklü bitkiler, gelişmekte olan fonksiyonel gıdalar alanında potansiyel kullanımları sebebiyle önemli bir araştırma konusu olmaktadır. Yumru köklerin fonksiyonel gıdalardaki kullanım alanları şu şekilde sıralanabilir;

- (i) Probiyotik mikroorganizmaların gelişme ve stabiliteleri için fermente edilebilir substratlar
- (ii) Bazı yararlı fizyolojik etkilere sahip besinsel lif
- (iii) Yapılarında sindirilemeyen karbonhidratlar olmasından dolayı prebiyotik
- (iv) Probiyotik bakteriler için enkapsülasyon materyali

Yer bademi (*Cyperus esculentus*) de yumru köklü bitkilerden biri olmaktadır [62].

Fonksiyonel gıdaların sağlık üzerine etkileri Çizelge 3'de listelenmiştir. Bu gıdaların düzenli tüketimi kardiyovasküler hastalık, kanser, diyabet, hipertansiyon ve osteoporoz gibi bazı kronik hastalıkların riskini azaltmaktadır [58].

Çizelge 2.3. Fonksiyonel özelliklere sahip bazı gıda bileşenleri [58]

Gıda bileşenleri	Özellikler	İlgili hastalıklar
Diyet lif	Bakteriyel dengenin düzenlenmesi	Kolorektal kanser
	Bağırsak geçişinin iyileştirilmesi	Kabızlık
	Karsinojenik ajanların seyreltilmesi	Hiperkolesterol
	Safra tuzu atılımının artırılması	Diyabet
	Plazma kolesterolünün azaltılması	Obezite
Antioksidanlar	Serbest radikallerin eliminasyonu	Kardiyovasküler hastalıklar
A, C ve E vitaminleri	Lipit peroksidasyonunun önlenmesi	Kanser
Ksantofiller		
Flavonoidler		
Laktik asit bakterileri	Laktoz sindirilebilirliğinin iyileştirilmesi	Laktoz intoleransı
	Kalsiyum emiliminde artış	Kabızlık / ishal
	Bağıışıklık sisteminin uyarılması	Gastro-enterit
□-3 yağ asitleri	Trigliseritlerin ve LDL-kolesterol düzeylerinin azaltılması	Kardiyovasküler hastalık
	Trombosit agregasyonunun azaltılması	Kanser
Mikrobesinler	Enzim kofaktörleri	Kardiyovasküler hastalıklar
(Se, Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, Folat)	Bağıışıklık sisteminin uyarılması	Kanser
		Osteoporoz
		Anemi

2.4.1 Diyet Lifi

Lif, diyet ve beslenmenin önemli bir bileşenidir. Genel olarak diyet lifi (DF), ince bağırsakta sindirime ve emilmeye dirençli bitkilerin veya karbonhidratların yenilebilir kısımlarıdır. Diyet lifi tüketimini artırmanın insan sağlığı ve vücut fonksiyonları için birçok faydası vardır. Diyet lifi 3 kategoriye ayrılabilir:

- i. Tüketilen gıdada doğal olarak bulunan yenilebilir karbonhidrat polimerler;
- ii. Gıda hammaddesinden fiziksel, enzimatik veya kimyasal yollarla elde edilmiş olan ve sağlığa yararlı fizyolojik etkilere sahip olduğu bilimsel olarak kanıtlanmış ve yetkili makamlarca da kabul edilmiş olan karbonhidrat polimerleri ve
- iii. Bilimsel kanıtlara göre genel kabul görmüş ayrıca yetkili makamlarca kabul edilmiş sentetik karbonhidrat polimerleri [63].

Halk sağlığı seviyesinde, obezite halen dünyanın birçok yerinde önemli bir sorun olmaya devam etmektedir [64]. Kanseri, kardiyovasküler ve metabolik hastalıklarda giderek artan riskler yaşam kalitesinde azalmaya yol açarken aynı zamanda da sağlık harcamalarına ek bir yük getirmektedir [65]. Bu bağlamda, diyet liflerinin gastrointestinal sistem ile karbonhidrat ve lipid metabolizması üzerinde çeşitli metabolik ve fizyolojik etkileri olduğu kanıtlanmıştır [66].

Çözünabilir diyet lifleri, kalp hastaları için bir risk faktörü olan serum kolesterol seviyesini düşürmek ve diyabetli kişiler için kandaki glukoz seviyesini azaltmak suretiyle insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Çözünmeyen diyet lifi ise yüksek bir su bağlama kapasitesine sahiptir. Bu nedenle de dışkı hacmini artırır ve yumuşatır. Aynı zamanda fekal materyalin kalın bağırsaktan geçiş süresini azaltır [67]. 19-50 yaş arası insanlar için önerilen günlük toplam diyet lif alımı erkekler için 38 gr, kadınlar için 25 gr'dır [68].

Diyet lifi izolatları veya lif bakımından zengin gıdaların kilo yönetimi konusunda da faydalı etkileri vardır. Bu etkiyi 4 farklı yolla sağlayabilirler:

- (i) Lifli olmayan alternatiflerle kıyaslandığında enerji alımını azaltmak
- (ii) Sindirilen gıdalardan absorbe edilen enerji miktarını azaltmak
- (iii) Yemek sonrası enerji tüketimini artırmak

- (iv) Safra asitleri ve diğer faktörlerin atılımını arttırmak, böylece vücut yağ depolarının yakılmasını sağlamak [65].

Son zamanlarda diyet lifi ile zenginleştirilmiş ürün geliştirmeye ilgi artmaktadır; bu da beyaz ekmek tüketiminin azalması yönünde bir çözüm olabilmektedir. Yüksek lifli ekmek gibi fonksiyonel gıdalar sadece biyoaktif madde içermemeli, insan vücudu tarafından kolayca sindirilebilmeli ve özümselebilmelidir [69]. Ekmek yaygın şekilde tüketilen bir gıda olduğu için ekmeklerin zenginleştirilmesi beslenme yetersizliklerini önlemek ve diyet antioksidanları ile diyet lif alımını arttırmak için iyi bir alternatiftir [66].

Diyet lifi lignin, fitat ve fenolik bileşenler içerdiği gibi ayrıca Maillard reaksiyonu sonucu oluşan bileşikler (melanoidinler) de içermektedir [66]. Maillard reaksiyonu, genellikle amino asitlerden veya proteinlerden oluşan amin grupları ve fruktoz, glukoz, maltoz veya laktoz gibi indirgeyici şekerler arasında gerçekleşir. Reaksiyon kavurma, pişirme, ekstrüzyon gibi yüksek sıcaklıklarda gerçekleşen gıda prosesleri veya uzun süreli depolamalar sırasında meydana gelir ve renk, aroma, uçucu bileşikler veya kötü tat oluşumuna yol açmaktadır. Maillard reaksiyonu sadece gıdaların fonksiyonel özelliklerini iyileştirmekle kalmaz aynı zamanda antioksidan aktivitesi olan bileşiklerin oluşumunu da zemin hazırlamaktadır [70].

Melanoidinler, Maillard reaksiyonu sırasında oluşan anyonik ve renkli bileşiklerdir [70]. Ayrıca, protein yapısındaki melanoproteinler de oluşmaktadır. Melanoidinler ve melanoproteinler, insanlar tarafından büyük ölçüde sindirilememektedirler; bu nedenle de diyet lifi gibi davrandıkları gözlemlenmiştir [71].

Maillard reaksiyonunun antioksidan aktiviteye sahip hem çözünür ve hem de çözünmeyen melanoidinlerin oluşumuna yol açtığını vurgulamak gerekir. Çözünmeyen ve çözünebilir melanoidinler arasındaki oran, proses koşullarına ve protein molekülünün yapısına bağlıdır. Örneğin, kazein çözünebilir melanoproteinler oluştururken; gluten çoğunlukla çözünmeyen melanoproteinler oluşturur [71].

Birçok epidemiyolojik çalışma, tam tahıllı hububat tüketiminin kronik hastalıkların etkilerinin azaltılmasıyla yüksek oranda ilişkili olduğunu göstermiştir. Çoğu kronik hastalığın başlangıç nedeni olarak biyomoleküller üzerindeki serbest radikal saldırıları gösterilmektedir. Tam tahıllarda bol miktarda bulunan fenolikler gibi biyoaktif bileşenlerin serbest radikalleri temizlemesi kronik hastalıklara karşı bir

koruma mekanizması olarak sayılabilir [72]. Ayrıca, ekmekteki Maillard reaksiyonu ürünleri ve antioksidan aktivitesi ile ilgili yapılmış çalışmalar da bulunmaktadır. Antioksidan aktivitesi ölçümünde ekstraksiyon ve hidrolize dayanan klasik prosedürler, çözünmeyen melanoidinlerin antioksidan kapasitesini uygun şekilde ölçememiş ve bu durum ekmek gibi fırıncılık ürünlerinin toplam antioksidan kapasitesinin neden daha düşük çıktığını açıklamıştır. Quencher metodu ile ekmek vb. ürünlerdeki antioksidan ölçümünde karşılaşılan sorunlar çözüme kavuşmuştur [71].

Quencher prosedürü, gıdaların toplam antioksidan kapasitesinin ölçümü için yeni bir yaklaşımdır. Antioksidan kapasitenin ölçülmesinden önce ekstraksiyon ve hidroliz gerektirmez. Prensipte olarak, kimyasal reaksiyonlar, tepkime maddeleri çarpışabildiği sürece herhangi bir sıcaklıkta gerçekleşmektedir. Bu nedenle, ölçüm yapılacak bileşikler sıvı çözeltilerle reaksiyona sokmak için karıştırmaya gerek yoktur. Bu yöntemle, analizin arkasındaki kimyasal mekanizmalara bakılmaksızın antioksidan aktivitenin ölçümü yapılabilmektedir [71].

Metodun çalışma hipotezine göre, tüm ekstraksiyon adımları atlanarak katı gıda radikal reaktif çözeltisiyle doğrudan temas ettirilir. Bu şekilde, numunenin çözünebilir kısmı, normal sıvı-sıvı tipi reaksiyona göre çözücü içinde mevcut olan radikalleri söndürerek antioksidan kapasitesini kullanır. Aynı anda çözünmeyen kısım ise katı-sıvı ara yüzeyinde meydana gelen yüzey reaksiyonu aracılığıyla antioksidan kapasitesini kullanır. Burada katı faz, çözünmeyen polisakkarit fraksiyonuna bağlanan antioksidan gruplar; sıvı faz ise mevcut serbest radikallerdir [73].

Çok yüksek antioksidan kapasitesine sahip gıdalar için, katı parçacıklar, yöntemin doğrusallık aralığına uyacak şekilde toz haline getirilmiş selüloz ile seyreltilmelidir. Toz haline getirilmiş selüloz tepkimeye girmemekte olup, 1-20 aralığında seyreltme yapılabilmektedir [71].

2.4.2 Antioksidanlar

Kimyasal açıdan oksidasyon, bir moleküle hidrojen veya oksijenin eklenmesi ya da molekülden bir elektronun uzaklaştırılmasıdır. Antioksidan ise DNA, yağ asidi veya protein gibi önemli bir biyomolekülün bir reaktif oksijen (RO) türü ile oksidasyonunu önleyen madde olarak tanımlanabilir. Süperoksit radikali veya hidrojen peroksit gibi bazı reaktif oksijenler bir orbitalinde eşleşmemiş bir elektron içerir ve “serbest radikaller” olarak adlandırılır [74]. Antioksidan tanımı evrenseldir ve antioksidanlar vücuttaki serbest radikallere karşı savaşan bileşenler olup gıda katkı maddesi olarak da kullanılabilirler.

Serbest radikaller zamanında nötralize edilmezlerse alzheimer, parkinson, felç, diyabet, romatoid artrit, hipertansiyon, katarakt, alerjiler, kalp yetmezliği ve astım gibi birçok hastalığa neden olabilmektedirler. Bu hastalıklara karşı koymak için vücudun ilk savunma hattı olarak görev yapan bir dizi endojen antioksidan vardır, ancak bu endojen antioksidanlar yeterli değildir ve bu nedenle insan vücudu meyve, sebze ve et gibi gıdalardan alınacak antioksidanlara da ihtiyaç duymaktadır. Tüm antioksidanlar, oksidanların türüne göre değişkenlik gösteren yedi etki mekanizmasından birine sahip olmaktadır. Bunlar;

- a) ortamdaki serbest radikallerin ayrılması
- b) metalik iyonların şelatlaştırılması
- c) serbest radikal üreten enzimlerin inhibisyonu
- d) endojen antioksidan enzimlerin aktivasyonu
- e) lipid peroksidasyonunun önlenmesi
- f) DNA hasarının önlenmesi
- g) protein modifikasyonunun önlenmesi veya şeker tahribatı.

Bağışıklık sisteminin en iyi fonksiyonunda çalışması, doğru hücre-hücre iletişimine bağlıdır. Söz konusu sinyal sistemlerine herhangi bir hasar, bağışıklık tepkisinde bozulmaya neden olacaktır. Bu bağlamda oksidan kaynaklı doku hasarı, bağışıklık sistemi için özel bir tehlikedir çünkü fagosit hücreleri vücudun enfeksiyona karşı savunmasının bir parçası olarak reaktif oksijen türleri üretir. Dolayısıyla, bağışıklık hücrelerinin kendilerine zarar vermesini önlemek için yeterli miktarda nötralize edici

antioksidan gerekmektedir. Bu antioksidanlar da doğrudan diyetten sağlanabilmektedir [58].

Son zamanlarda yapılan çalışmalarla insan sağlığında antioksidanların önemli rol oynadığı ortaya konulmuş ve böylelikle hem antioksidan içeriğine sahip ürünlere olan ilgi artmış hem de tüketiciler tarafından daha fazla talep görmeye başlamışlardır. Ayrıca fonksiyonel özelliklere sahip farklı bileşikler arasında en çok çalışılanlar antioksidanlardır. Bu bileşikler, lipid peroksidasyonuna karşı önleyici oldukları için gıda teknolojisinde önemli bir rol oynamaktadırlar. Ancak gıda prosesleri ve depolama lipid oksidasyonunu sınırlandıran endojen antioksidanların kayıplarına sebep olabilmektedir [75].

Birçok doğal gıda antioksidanı bulunmakta olup aralarında en önemli gruplardan bazıları polifenoller, annatto, lutein ve karotenoidlerdir [76]. Ayrıca en iyi bilinen antioksidan, C vitaminidir (askorbik asit) [74]. Polifenoller çoğu bitkinin sekonder metabolizması sonucu ortaya çıkar ve sınıflara ayrılırlar: hidrosibenzoik asitler, kumarinler, lignanlar, flavanoidler, ligninler ve ksantinler. Annatto ise bilimsel adı *Bixa orellana* olan tropik küçük bir ağaçtan ekstrakte edilen çok sayıda karotenoidin bir karışımıdır. Gıdalarda bir renklendirici olarak kullanılmasının yanı sıra antioksidan olarak da kullanılabilir. Lutein de birçok biyolojik fonksiyona sahip bir başka karotenoid, yani bir antioksidandır. 700 karotenoid çeşidinin içinde yalnızca lutein ve zeaksantin belirli organları girebilir ve etkileyebilirler. Son olarak karotenoidler izopren birimlerinin bağlanması sonucu oluşan tetraterpenlerdir ve pigmentlere renk verilmesinden sorumludurlar. Gıdada başlıca işlevleri renklendirici olarak kullanılmaları olsa da antioksidan potansiyelleri nedeniyle bu özellikleri için de tercih edilirler. Gıda endüstrisinde kullanılan en yaygın karotenoid likopendir. Meyveler, yağlar, tahıl bazlı ürünler, et, balık, soslar, çorbalar, çeşniler, hamur işleri ve diğer birçok gıdada kullanılırlar [76]. Özetlemek gerekirse bitkilerin yapısında binlerce farklı antioksidan vardır ve farklı çalışma mekanizmasına sahiptirler [74].

Fenolik bileşikler ve özellikle fenolik asitler, tahıllardaki temel antioksidanlardır. Fenolik bileşenler; antioksidan, yaşlanma karşıtı, antikanserojen, anti-inflamasyon, kardiyovasküler koruma etkileri gibi çeşitli biyolojik özelliklere sahiptir. Tahıllardaki fenolik bileşenler serbest ve bağlı fraksiyonlarda olabilirler. Bağlı fenolikler, hücre duvarı bileşenleri gibi makro moleküllere kovalent bağ ile bağlıdır.

Diyet antioksidanları (DA) kavramı ise önemli miktarda fenolik bileşenin hücre duvarı polisakkaritlerine bağlanmış olması durumuyla ortaya çıkmıştır. DA'ya bağlı fenolik asitler, kalın bağırsakta bakteriyel enzimler tarafından serbest bırakılabilir ve serbest kalan DA antioksidan etki göstererek insan vücudunda önemli bir sağlık koruması sağlayabilir. Özetlemek gerekirse, DF ve diğer biyoaktif bileşiklerin içerikleri ekmek gibi tahıl ürünlerinin sağlık üzerine etkileri konusunda önemli faktörler olarak kabul edilirler [66].

Tahıllar; tokoller, ferulik asit esterleri ve karotenoidler gibi yağda çözünebilir antioksidanlar ve fenolik asitler ve flavonoidler gibi suda çözünür antioksidanlar içerir. Tahıllarda hem serbest hem de bağlı formlarda fenolik asitler bulunur. Toplam miktarın %80-95'ini temsil eden bağlı fenolik asitler, hücre duvarı polimerlerine esterlerle bağlıdır ve esas olarak ferulik asitten oluşurlar [77].

Tahılların toplam antioksidan kapasite tayini, kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin geniş polaritesi nedeniyle ve çoğu antioksidanın hücre duvarına kovalent olarak bağlı olması nedeniyle oldukça karmaşık ve zordur. Bununla alakalı olarak birkaç metodoloji önerilmiştir: Bunlar su, etanol, metanol ve aseton gibi çeşitli çözücülerin tek tek veya ekstraksiyon verimini maksimize etmek için kombinasyon halinde kullanılmasıdır [77].

Son zamanlarda yapılan çalışmalar ayrıca tahıl bileşenlerinin çözünmez matrislerine bağlı antioksidanların yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduklarını ve herhangi bir ekstraksiyon olmaksızın, hücre duvarına bağlı oldukları formlarında antioksidan aktivitelerini değerlendirmenin mümkün olduğunu göstermiştir. Öte yandan, ekstraksiyon ve hidroliz aşamalarına dayanan ve gıda antioksidanlarını bağlı moleküllerinden ayırmak için yaygın olarak kullanılan prosedürler ekstraksiyona bazı sınırlamalar da getirmektedir. Bu sınırlamalardan birincisi, tahılların geniş antioksidan çözünürlük aralıklarına bağlı olarak ekstraksiyonun tüm antioksidanlar çözünmeksizin yarım kalmasıdır. İkincisinde ise alkali muamelesi tüm bağlı antioksidanları serbest bırakmaz. Bu durum da tahılın ölçülebilen çözünmeyen antioksidan kapasitesinin %70 ve %90 aralığında azaldığını gösterir [73]. Üçüncü sınırlama da toplam antioksidan kapasite tayini için iki veya daha fazla ekstraksiyon yöntemi uygulandığında antioksidanlar arasındaki sinerjistik etkinin kısmen kaybolmasıdır [77].

2.5 Fiziksel ve Tekstürel Özellikler

Gıdaların fiziksel özellikleri, birçok sebepten dolayı gıda bilimi ve teknolojisi alanında önemlidir. Öncelikle, bir gıda ürününün kalitesini (doku, yapı, görünüm vb.) ve kararlılığını (su aktivitesi vb.) belirleyen özelliklerin çoğu fiziksel özelliklere bağlıdır. Örneğin termal iletkenlik, yoğunluk, viskozite, özgül ısı, entalpi gibi fiziksel özellik bilgileri, gıda proseslerinin işleyişi ile gıdanın dağıtım ve depolama koşullarına tepkisinin tahmini için gereklidir. Ayrıca en son gıda araştırmalarının en aktif alanlarından biri, yeni fiziksel yapılara sahip gıdaların geliştirilmesi ile ilgilidir [78].

Gıdaların fiziksel özelliklerine hacim, özgül hacim, özgül ısı, yoğunluk, viskozite, mekanik özellikler (tekstür, reoloji vb.) ve su aktivitesi örnek verilebilir. Özgül hacim, bir maddenin yoğunluğunun referans olarak kabul edilen başka bir maddenin yoğunluğuna oranıdır. Referans malzeme yoğunlukla sudur. Yoğunluğun aksine, özgül ağırlık boyutsuzdur. Mekanik özellikler ise dışarıdan uygulanan bir kuvvete maruz kaldıklarında gıda maddelerinin davranışını belirleyen özelliklerdir. Malzemeye etki eden dış kuvvetlere 'stres' denir. Tekstür de uygun aletlerin yardımıyla temel mekanik özelliklerin niceliksel olarak belirlenmesidir [78]. Başka bir tanıma göre ise gıdanın yapısal kalitesini ve yapıdaki parçalar arasındaki ilişkileri ifade etmektedir [79].

Tekstürün önemi, gıdanın türüne bağlı olarak değişmektedir. Gıdaları bu bağlamda üç gruba ayrılabiliriz:

1. Kritik: Tekstürün kalite kriterleri üzerinde baskın olduğu gıdalar; örneğin et, patates cipsi, mısır unu ve kereviz.
2. Önemli: Tekstürün genel kalite üzerinde önemli olduğu ama baskın olmadığı bir katkısı olmadığı gıdalar; örneğin meyve ve sebzelerin çoğu, peynir, ekmek, diğer tahıl bazlı gıdalar ve şekerleme.
3. Önemsiz: Tekstürün genel kaliteye katkısının ihmal edilebilir düzeyde olduğu gıdalar; örneğin içecekler ve çorbalar [79].

Tekstür, bir gıdanın kabul edilebilirliği noktasında nasıl olması gerektiğine dair tüketici beklentisi olarak da ifade edilebilmektedir. Buna göre tekstür ürünün beğenilmesi ve tüketici tercihleri açısından önemlidir. Kısacası gıdalarda tekstürün önemi hafife alınmamalıdır [79], [80].

Tekstür genellikle lezzet (tat ve aroma) özellikleriyle birlikte analiz edilmektedir. Çünkü lezzet ve tekstür hem gıda kabulünün itici güçleridir hem de bu ikiliden birinin algılanma biçimi diğerininkini değiştirebilir [80], [81].

Tekstürel özellikleri iki gruba ayırmak mümkündür. Bunlardan ilkini reolojik özellikler oluşturmaktadır. İkinci grupta ise ağız hissi, sertlik, çiğnenebilirlik, yapışkanlık, sakızimsılık, yumuşaklık gibi algısal özellikler bulunmaktadır.

Algısal özelliklerden bazılarını inceleyecek olursak, çiğnenebilirlik gıdanın ağızda çabucak ayrılmadan veya çözünmeden kalmaya eğilimidir. Sertlik, azı dişleri tarafından ilk ısırık sırasında gıdayı birkaç parçaya ayırmak için gerekli olan kuvveti tanımlarken sert olma durumu ise deformasyona veya kırılmaya karşı gösterilen büyük dirençtir. Yumuşaklık da deformasyona karşı gösterilen hafif direnci ifade etmektedir [79].

Özetlenecek olursa tekstür, duyuların (dokunma, görme, duyma, koklama ve tatma) algıladığı fiziksel özelliklerin birleşiminden oluşan bir özelliktir (İngiliz Standartları Örgütü, No: 5098) [79].

2.6 Duyusal Özellikler

Duyusal değerlendirme, gıdaların çeşitli karakteristiklerine karşı görme, koklama, tatma, dokunma veya işitme duyularının oluşturduğu tepkileri ölçen, analiz eden ve yorumlayan bir disiplin dalıdır. Duyusal değerlendirme sırasında örneklerin kontrollü şekilde hazırlanması ve sunulması, test sırasında kabin sisteminin kullanılarak panelistlerin birbirlerinden etkilenmemeleri, örneklerin rasgele sıra ile sunulması gibi durumlara dikkat edilir [82].

Gıda kalite karakteristikleri genelde üç grup altında sınıflandırılmaktadır. Bunlar kantitatif karakteristikler, gizli karakteristikler ve duyusal karakteristiklerdir. Kantitatif karakteristikler ekonomik açıdan önemli kalite karakteristikleri olup gizli karakteristikler gıdanın sağlık açısından güvenilirliğini etkileyen özelliklerdir. Duyusal özellikler ise tüketicilerin duyuları (görme, dokunma, tatma, koklama ve işitme) ile değerlendirebilecekleri kalite özellikleridir.

Duyusal özelliklerin belirlenme amacı, tüketici tercihlerinin saptanması ve söz konusu tercihler doğrultusunda gıdanın üretilmesi olarak ifade edilmektedir [83].

Bir gıda maddesinin tüketici tarafından ilk izlenimini temel duysal özellikler olan görünüş, doku ve lezzet oluşturmaktadır. Ara duysal özellikler olan viskozite-kıvam, ağız hissi ve kusur özellikleri de gıdaların duysal değerlendirmesinde yer alan diğer özelliklerdir. Görünüş özelliklerini üç gruba ayırmak mümkündür:

1. Optik özellikler: Renk, parlaklık, tekdüzelik, yarı geçirgenlik ve görsel lezzet.
2. Fiziksel şekil özellikleri: Boyut ve şekil, yüzey dokusu ve görsel kıvam.
3. Sunuş şekli özellikleri: Ürün tanımı, ambalaj, ışıklandırma ve kontrast.

Bir diğer grup olan doku özellikleri ise parmak hissi dokusal özellikler ve ağız hissi dokusal özellikler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Parmak hissi dokusal özelliklerde sertlik, yumuşaklık ve sululuk gibi karakteristikler yer almaktadır. Ağız hissi dokusal özellikleri ise çiğnenebilirlik, liflilik, unluluk, yağlılık, pütürlülük durumları oluşturmaktadır [82].

Temel duysal özelliklerin sonuncusu olan lezzet, genel olarak tat ve koku algılarının bileşimi olarak ifade edilmektedir. Tat algısı dilin tatlı, tuzlu, ekşi, acı, metalik ve umami tatlara verdiği yanıtların yanı sıra acı verme hissi ve sıcaklık uyarılarını algılamayı da kapsamaktadır. Bunlara ek olarak, doğada binlerce koku maddesi bulunduğu ve koku alma organının tat olma organına kıyasla 10000 kat daha duyarlı olduğu düşünüldüğünde, koku algılama mekanizmasının daha kompleks ve hassas olduğu söylenebilmektedir [82], [83].

Duysal değerlendirmenin gıda sanayinde pek çok kullanım alanı bulunmaktadır. Bunlar;

- ✓ Mevcut olan bir ürünü geliştirme, satışını artırma
- ✓ Günlük üretimde kalitenin korunması
- ✓ Yeni ürün geliştirme
- ✓ Pazarlama analizleri-tüketici panelleri

olarak özetlenebilmektedir [84].

Erdemir'in çalışmasındaki duysal analiz sonuçlarına göre ekmeğe lif kaynağı olarak katılan bakla ezme tozu oranı arttıkça renk puanları azalmış ve koku özelliğinde en yüksek puanı kontrol ekmek almıştır. Tekstür ve çiğnenebilirlik özelliklerindeki puanlar ise katkılı ekmeklerde kontrole göre daha düşük bulunmuştur. Genel beğeni

özellikleri incelendiğinde ise kontrol ekmeği en yüksek puanı alırken ekmekte bakla ezme tozu oranı arttıkça aldıkları puanlarda orantılı bir azalma saptanmıştır [55].

Bu literatür incelemesine göre yer bademinin kimyasal kompozisyonu, mineral madde miktarı ile yer bademi sütü yan ürünlerinin su ve yağ tutma kapasiteleri, toplam diyet lif miktarı, antioksidan kapasite gibi fonksiyonel özelliklerinin araştırıldığı çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Ayrıca yer bademi unu ve yer bademi sütü yan ürünlerinin glutensiz ekmek yapımında kullanıldığı az sayıda çalışmaya da rastlanmıştır. Ancak yer bademi sütü yan ürünlerinin diyet lif kaynağı olarak buğday ekmeğine ilave edildiği bir çalışma bulunamamıştır. Bu nedenle, bu tez çalışmasında yer bademi sütü yan ürünlerinin farklı oranlarda ilave edildiği buğday ekmeklerinin bazı fiziksel, besinsel ve fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda iki farklı çeşit yer bademinden üretilen sütlerden ayrılan yan ürünlerin de bazı kimyasal ve fonksiyonel özellikleri incelenmiştir.

3. MATERYAL METOT

3.1 Materyal

Araştırmada materyal olarak Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde (Adana, Türkiye) üretilen yer bademi (*Cyperus esculentus*, Balyumru ve Sarışeker çeşitleri, 2017) yumrularından elde edilen sütün kurutulmuş yan ürünleri kullanılmıştır. Yer bademi sütü yan ürünleri temin edildikten sonra kahve öğütücüsünde öğütülüp, 0.45 mm'lik eleklerden geçirilmiş ve derin dondurucuda -20°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Ayrıca ekmek yapımında gerekli buğday unu (Emek Un ve İrmik, Türkiye), sofra tuzu (Billur Tuz, Türkiye), şeker (Bal Küpü, Türkiye), yaş maya (Efsane, Türkiye) ve bitkisel margarin (Unipro, İstanbul, Türkiye) yerel marketlerden tedarik edilmiştir.

3.2 Kimyasallar ve Diğer Yardımcı Malzemeler

Spektrofotometrik analizlerde kullanılan kimyasal maddeler; metanol, etanol, Folin-Ciocalteu reaktifi, sodyum karbonat, bakır-II-klorür, Neokuproin, amonyum asetat ve DPPH (1,1-difenil-2-pikril hidrazil) olup DPPH ve Neokuproin kimyasalları Sigma-Aldrich firması diğerleri ise Merck firmasından sağlanmıştır. Standart olarak ise yine Merck firmasından gallik asit ve Sigma-Aldrich'den ise trolox (6-Hidroksi-2,5,7,8-tetrametilroman-2-karboksilik asit) temin edilmiştir. Toplam diyet lif tayininde ise toplam diyet lif kiti (K-TDFR-100 A, Megazyme, Bray, İrlanda) ve kit dahilinde α -amilaz, amiloglukozidaz ve proteaz enzimleri ile sodyum fosfat dibazik, sodyum fosfat monobazik kimyasalları kullanılmıştır. Ayrıca yine toplam diyet lif analizi için gerekli olan hidroklorik asit ve aseton Merck'den (Almanya), petrol eter ise Sigma Aldrich (Almanya) firmasından sağlanmıştır. Mineral tayininde ise Whatman (No 1) filtre kâğıdı (İngiltere), nitrik asit (%65) ve kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, demir, çinko ve mangan standartları (Chem Lab, Belçika) kullanılmıştır.

3.3 Yer Bademi Sütü Yan Ürünlerinin Kimyasal, Fonksiyonel ve Besinsel Özellikleri

3.3.1 Nem Tayini

Yer bademi sütü yan ürünlerinde nem tayini, AACC Metot No 44.01'e göre yapılmış ve numuneler ilk olarak etüvde 105°C sıcaklıkta sabit tartıma gelene kadar bekletilmiştir. Sonrasında numunelerin ilk tartım ağırlığı ve son tartım ağırlığı arasındaki fark belirlenmiştir [85]. Sonuçlar dört tekrar üzerinden ortalama değer alınarak yüzde olarak ifade edilmiştir.

3.3.2 Su ve Yağ Tutma Kapasitesi

Su ve yağ tutma kapasitesini belirlemede, Teixeira ve arkadaşlarının [88] çalışmasındaki yöntem bazı değişiklikler yapılarak uygulanmıştır. İlk olarak numune üzerine 10 ml distile su veya yağ ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. Daha sonra oluşan süspansiyonlar su banyosunda (30°C) 30 dakika süre ile bekletilmiştir. Örnekler su banyosundan alınmaları sonrasında 3000 x g'de 10 dakika süre ile santrifüj (Sigma, 3-18 K, Germany) edilmiş ve süpernatant kısımları süzölmüştür. Son olarak kalan sediment tüple birlikte tartılmıştır. Su ve yağ tutma kapasiteleri Eşitlik 1'e hesaplanmıştır. Analizler iki tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

$$STK / YTK = (m_3 - m_2 - m_1) / m_1 \quad (1)$$

STK= Su Tutma Kapasitesi

YTK= Yağ Tutma Kapasitesi

m_1 = Örnek Miktarı

m_2 = Örnek+ Falcon Tüpü+ Su veya Yağ Ağırlığı

m_3 = Örnek+ Falcon Tüpü+ Sediment Ağırlığı

3.3.3 Emülsiyon Kapasitesi ve Stabilitesi

Emülsiyon kapasitesi (EK) analizinde öncelikle, 98 ml suya 2 g lif numunesi (yer bademi sütü yan ürünü) ilave edilerek %2 (w/v) oranındaki süspansiyon hazırlanmıştır. Homojenizatörde 2000 rpm'de 4 dakika süre ile homojenize edilmiştir. Daha sonra 100 ml süspansiyonun üzerine 100 ml yağ ilave edilmiştir. Örnekler homojenizatörde (Bandelin, UW, 2070, Berlin) 2000 rpm'de 4 dakika tekrar homojenize edilmiş ve sonrasında da 1200 x g'de 5 dakika santrifüj (Sigma, 3-18 K, Germany) edilmiştir. Tüpte kalan emülsiyon hacmi okunarak emülsiyon kapasitesi, ml/ 100 ml emülsiyon olarak belirlenmiştir. Bunun devamında emülsiyonlar 80 °C'lik su banyosunda 30 dakika bekletilmiş ve tekrar 1200 x g'de 5 dakika süre ile santrifüje tabi tutulmuştur. Son olarak tekrar hacim okuması yapılmış ve emülsiyon stabilitesi (ES) (ml/ 100 ml emülsiyon) değeri saptanmıştır [32]. Emülsiyon kapasitesi Eşitlik 2'de, emülsiyon stabilitesi ise Eşitlik 3'de verildiği gibi hesaplanmıştır.

$$EK = [\text{Kalan emülsiyon tabakası hacmi} / \text{Tüm tabakanın hacmi}] \times 100 \quad (2)$$

$$ES = [\text{Kalan emülsifiye olmuş tabaka hacmi} / \text{Orijinal emülsiyon hacmi}] \times 100 \quad (3)$$

3.3.4 Protein Tayini

Ham protein tayininde, AACC Metot No 46.30 yanma yöntemi uygulanmıştır. Toplam ham protein, yer bademi sütü yan ürünlerinin azot içeriğinden hesaplanmıştır [85]. Sonuçlar dört tekrar üzerinden ortalama değer alınarak yüzde olarak ifade edilmiştir.

3.3.5 Yağ Tayini

Yağ tayininde AACC Metot No 30.10 ekmek ve fırıncılık ürünlerinde ham yağ tayini yöntemi kullanılmıştır [85]. Yönteme göre numuneler öncelikle HCl ile hidrolize edilir ve takiben hidrolize olan lipidler eterle ekstrakte edilir. Eter buharlaştırılır ve lipid kalıntısı 100°C'de sabit ağırlığa gelene kadar ısıtılır. Kalıntı miktarı, % ham yağ olarak ifade edilir. Sonuçlar dört tekrar üzerinden ortalama değer alınarak yüzde olarak verilmiştir.

3.3.6 Toplam Kül Tayini

Toplam kül miktarı tayini, AACC Metot No 08.01'e göre yapılmıştır. Öncelikle, porselen krezeler kullanılmadan önce üzerlerinde kalıntı, yabancı madde vb. kalmaması amacıyla içlerine nitrik asit koyularak bekletilmiştir. Ertesi gün krezeler saf sudan geçirilmiş ve kurutulduktan sonra sabit tartıma getirilmiştir. Daha sonra numuneler tartılarak krezeye konulmuş ve kül fırınında yakma işlemine geçmeden ön yakma işlemi uygulanmıştır. Ön yakma işlemi tamamlanınca, örneklerin üzerine daha kolay yanmaları amacıyla etil alkol ilave edilerek kül fırınına konulmuştur. Sonrasında sıcaklık 525 °C'ye ayarlanarak 5 saat süreyle yakma işlemi gerçekleştirilmiştir [85]. Daha sonra krezeler desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiştir.

3.3.7 Karbonhidrat tayini

Yer bademi sütü yan ürünlerinin toplam karbonhidrat miktarları; nem, ham protein, ham yağ ve toplam kül tayini analizlerinden sonra her bir yan ürün için bu değerlerin toplamının 100'den çıkarılması ile belirlenmiştir. Sonuçlar dört tekrar üzerinden ortalama değer alınarak yüzde olarak ifade edilmiştir.

3.3.8 Toplam Diyet Lif Tayini

Toplam diyet lif tayini, test kiti (K-TDFR-100 A, Megazyme, Bray, İrlanda) kullanılarak yapılmıştır. Yer bademi sütü yan ürünlerinde yağ oranı %10 oranından fazla olduğu için öncelikle yağ ayırma işlemi yapılmıştır. Kuru numuneler α -amilaz enzimi ile muamele edilerek yapıdaki nişastanın parçalanması sağlanmıştır. Daha sonra numunelerdeki proteini ve parçalanmamış nişasta kalıntılarını uzaklaştırmak için örneklerle sırasıyla proteaz ve amiloglikosidaz enzimleri ile ilave edilmiştir. Numuneler içerisindeki çözünebilir diyet lifleri çöktürmek için etanol eklenmiş ve oluşan kalıntı Gooch krezelerden vakum pompa yardımı ile filtre edilmiştir. Diyet lif haricinde başka bir kalıntı kalmaması ve güvenilir sonuç elde etmek için Gooch krezeler sırasıyla %78'lik etanol, %95'lik etanol ve asetonla yıkanmıştır. Yıkama işlemi sonrasında toplanan kalıntılar etüvde (Venticell, MMM) kurutulup sonrasında kül analizi yapılmıştır. Krozede toplanan kalıntı ağırlığı ve kül miktarı arasındaki bağıntıdan

toplam diyet lif miktarı Eşitlik 4'e göre yüzde olarak hesaplanmıştır. Analizler iki tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

$$\% \text{ Toplam Diyet Lif} = [(R_{\text{numune}} - P_{\text{numune}} - A_{\text{numune}} - B) / S] \times 100 \quad (4)$$

P= Ortalama Protein Ağırlığı (mg)

R= Ortalama Kalıntı Ağırlığı (mg)

S= Ortalama Numune Ağırlığı (mg)

Kalıntı Ağırlığı= $W_2 - W_1$

Kül Ağırlığı= $W_3 - W_1$

P= $R_{\text{kör}} - P_{\text{kör}} - A_{\text{kör}}$

$W_3 = \text{Kül} + \text{Celite} + \text{Kroze Ağırlığı}$

$W_2 = \text{Kalıntı} + \text{Celite} + \text{Kroze Ağırlığı}$

$W_1 = \text{Celite} + \text{Kroze Ağırlığı}$

3.3.9 Mineral Madde Tayini

Mineral tayini AACC Metot No 32.07'ye [85] göre yapılmıştır. İlk aşama olan yakma işlemi için yer bademi sütü yan ürünlerinden 1'er g numune alınarak 525°C'deki kül fırınında 5 saat yakılmıştır. Elde edilen küller %65'lik derişik nitrik asit ile çözündürölmüş ve deiyonize su ile tüm analizler (Ca, Mg, K, Fe, Mn, Na ve Zn) için 100 ml'ye seyreltilmiştir. Numunelerin mineral miktarları, referans standartlara karşılık olarak Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi (Thermo Fisher Scientific, iCE3000, USA) kullanılarak belirlenmiştir. İki tekrarlı olarak çalışılmış ve sonuçlar ortalama değeri olarak ppm düzeyinde verilmiştir.

3.3.10 Toplam Fenolik Madde (TFM) Tayini

Öncelikle toplam fenolik madde tayini için gereken kimyasal çözeltiler hazırlanmıştır. Analiz için gerekli kimyasallardan ilki Folin-Ciocalteu reaktifidir. 2 M Folin Ciocalteu, saf su ile 0,2 M'a seyreltilmiştir. Kullanılan diğeri kimyasal sodyum karbonat (Na_2CO_3) ise 75 g/L yoğunluktaki bir çözelti olarak hazırlanmıştır.

Toplam fenolik madde analizi, çeşitli değişikliklerle Quencher metoduna uygun hale getirilerek gerçekleştirilmiştir. Analiz için örnekler öncelikle liyofilize edilmiş (24 saat) sonrasında ise öğütülüp 0.45 mm'lik eleklerden geçirilerek boyutları küçültülmüştür. 10 mg katı numune üzerine 2,5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilerek vortekslenmiştir. Karanlıkta 5 dakika bekletilmiştir. Bekletme sonrasında 2 ml Na_2CO_3 çözeltisi de eklenerek çözelti tekrar vortekslenmiştir. Daha sonra örnek, çalkalamalı karıştırıcıda (JepoTech, SK-300, Korea) ve karanlık ortamda 26 dakika süreyle karıştırılmıştır. Karıştırıcıdan alındıktan sonra santrifüj edilip (Sigma, 3-18 K, Germany), oluşan süpernatant UV spektrofotometrede (Thermo Scientific, Genesys 10S UV-Vis, USA) 760 nm'de şahit numuneye (2,5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi + 2 ml Na_2CO_3 çözeltisi) karşı okunmuştur. Fenolik madde miktarı, standard olarak kullanılan gallik asitin 100, 200, 300, 400, 500 ve 600 ppm konsantrasyonlarındaki çözeltileri kullanılarak hazırlanan kalibrasyon grafiğine göre hesaplanmıştır. Söz konusu kalibrasyon eğrisi Ek A'da sunulmuştur. Sonuçlar 1 kg numunedeki gallik asit eşdeğeri olarak (mg gallik asit/ kg örnek) verilmiştir [86], [87].

3.3.11 Toplam Antioksidan Kapasitesi (TAK) Tayini

Toplam antioksidan kapasitesi ölçümünde iki farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler Quencher_{DPPH} ve Quencher_{CUPRAC} metotlarıdır.

Quencher_{DPPH} yönteminde kullanılan DPPH (2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil) kararlı yapıdaki bir organik azot radikalidir. Bu metot, DPPH radikalinin antioksidanlar tarafından bir redoks reaksiyonuna bağlı olarak süpürülmesi temeline dayanmaktadır [89]. Yer bademi sütü yan ürünlerinde yapılan DPPH analizinde öncelikle DPPH radikalinden stok çözeltisi hazırlanmıştır. Stok çözelti hazırlanması için 10 mg DPPH radikali tartılmış ve üzerine 25 ml etanol ile 25 ml su ilave edilmiştir. Hazırlanan bu stok çözelti için absorbans aralığı 0,75-0,80 olarak belirlenmiş ve 525 nm'de ölçüm yapılmıştır. Absorbans değerinin belirlenen aralıkta çıkmasıyla analize stok çözeltilerden çalışma çözeltisi hazırlanarak devam edilmiştir. Çalışma çözeltisi için 50 ml stok çözeltisi üzerine yaklaşık 1:1 oranında etanol+su karışımı ilave edilmiştir. Çözelti hazırlanmasını takiben, öncelikle liyofilize edilmiş (24 saat) sonrasında ise öğütülüp 0.45 mm'lik eleklerden geçirilmiş ve seyreltilmemiş 10 mg katı örnek tartılmış ve üzerine 10 ml DPPH çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra, çalkalamalı karıştırıcıda ve karanlık ortamda 26 dakika süreyle karıştırılmıştır. Numune

kariştırıcıdan (JepoTech, SK-300, Korea) alındıktan sonra santrifüj edilerek (Sigma, 3-18 K, Germany) oluşan süpernatantla 525 nm'de ölçüm yapılmıştır [66]. Standart referans olarak Troloks kullanılmıştır ve numunelerin inhibisyon yüzdesini Troloks eşdeğer antioksidan kapasitesine (TEAK) dönüştürmüştür. Troloks'un standart çözeltileri, metanol içerisinde 0-600 ppm düzeyleri arasındaki konsantrasyonlarda hazırlanmış ve kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Kalibrasyon eğrisi Ek A'da görölmektedir. Antioksidan kapasite değerleri 1 gram örnekte milimol Trolox (mmol Troloks/ kg örnek) olarak ifade edilmiştir.

Quencher_{CUPRAC} yöntemi kullanarak toplam antioksidan kapasitesi belirlenmesi, Apak ve arkadaşlarının hazırladığı uygulama föyüne göre yapılmıştır [90]. Bu yöntem, örnekteki antioksidan bileşenler tarafından Cu (II)'nin Cu (I)'e indirgenmesi temeline dayanmaktadır. İlk olarak analiz için gerekli bakır klorür, neokuproin ve amonyum asetat çözeltileri göre hazırlanmıştır. Bakır klorür (CuCl₂) çözeltisi için 0,036 g CuCl₂ tartılır ve üzerine 25 ml saf su ilave edilerek manyetik kariştırıcıda (Dathan Scientific, MSH 20 A, Korea) çözündürölmüştür. Neokuproin (Nc) çözeltisi için ise 0,039 g Nc tartılarak üzerine %96'lık etanol eklenerek aynı şekilde manyetik kariştırıcıda çözündürölmüştür. Son olarak amonyum asetat çözeltisi için 1,927 g amonyum asetat tartılmış ve 25 ml saf su üzerine ilave edilip aynı çözündürme işlemi uygulanmıştır. Daha sonra, DPPH analizindeki gibi liyofilize edilmiş ve öğütölmüş katı örnek ½ oranında selöloz ile seyreltilmiştir. Analizin devamında 10 mg seyreltilmiş katı örneğe 1 ml bakır klorür, 1 ml neokuproin ve 1 ml amonyum asetat çözeltileri ilave edilmiştir. Devamında örnekler, karanlık ortamda çalkalamalı kariştırıcıda (JepoTech, SK-300, Korea) 26 dakika süreyle kariştırılmıştır. Son aşamada kariştırıcıdan alınan örnekler santrifüj edilmiş (Sigma, 3-18 K, Germany) ve süpernatant kısmı ayrılmıştır. Ayrılan süpernatantlarla spektrofotometrede 450 nm'de ölçüm yapılmıştır. Quencher_{CUPRAC} yöntemine göre toplam antioksidan kapasite hesaplanmasında da standart referans olarak Troloks antioksidanı kullanılmıştır. Farklı hacimlerde (50, 100, 150, 200, 250 µL) Troloks çözeltisi alınarak kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Kalibrasyon eğrisi Ek A, şekil A3'de verilmiştir. Sonuçlar 1 kilogram örnekte milimol Trolox (mmol Troloks/ kg örnek) cinsinden verilmiştir.

3.4 Ekmek Yapımı

Bu çalışmada ekmek formülasyonlarını belirlemek için denemeler yapılmıştır. Yer bademi sütü yan ürünü buğday ununa %20, %15 ve %12 oranlarında ilave edilerek ekmek denemeleri yapılmıştır. Ancak bu oranlardaki yan ürün ilavesiyle gerekli hamur yapısı oluşmamış ve ekmek üretiminin sonraki aşamalarına geçilememiştir. Daha sonra %10 yan ürün katkılı ekmek yapımı denenmiş, punching aşamalarında ekmek hamuru dağılmaya meyilli bir yapıya yönelse de yapısını korumuş ve ekmek üretimi tamamlanabilmiştir. Bu nedenle buğday ekmeğine maksimum %10 oranında yan ürün ilave edilebileceği sonucuna varılmıştır. Tüm bunlara bağlı olarak ekmek formülasyonları %0, %4, %6, %8 ve %10 yan ürün/ buğday unu olarak belirlenmiştir. Ekmek yapımında 'Straight Dough' yöntemi kullanılmıştır (AACC Metot No 10-10B) [91]. Bu yöntemle göre ilk olarak buğday unu, tuz ve şeker çözeltisi, suda çözündürülmüş maya, su ve lifli ekmek formülasyonları için yer bademi sütü yan ürünleri mikserde (Kitchen Aid) hamur olgunluk seviyesine gelene kadar (yaklaşık 90 saniye) karıştırılmıştır. Hamur, fermantasyon aşaması için 30°C sıcaklık ve %80 bağıl nem koşullarındaki fermantasyon kabinine (Şimşek Labortechnik, Türkiye) yerleştirilmiş ve 52±1 dakika süre ile bekletilmiştir. Hamur bekleme süresi sonrasında, ilk punching (yoğurma) işlemi için kabinden çıkarılmış ve 3 inç ölçüsündeki silindirlerin arasından geçirilmiştir. İnceltelen hamur, ikinci fermantasyon süresi olan 25 dakika için tekrar fermantasyon kabinine konulmuştur. Süre sonunda çıkarılarak ikinci punching işlemi uygulanmıştır. Daha sonra hamur, son fermantasyon aşaması için yeniden kabine konulmuş ve 13±1 dakika bekletilmiştir. Fermantasyon aşaması tamamlanınca şekillendiricilerde hamura gerekli şekil verilip tekrar kalıplara konulmuştur. Ekmeğin ulaşabileceği en yüksek hacmin sağlanması için proofing aşamasına geçilmiş ve bu amaçla ekmek hamuru son olarak fermantasyon kabinine konulmuştur. Proofing 33 ±2 dakika sürmüştür ve aynı koşullar (30°C sıcaklık ve %80 bağıl nem) uygulanmıştır. Son olarak pişirme aşamasına geçilmiş ve ekmek hamuru 215°C'deki fırında (Şimşek Labortechnik, DF 150, Türkiye) 24 dakika süre ile pişirilmiştir. Fırından çıkarılan ekmekler 2 saat süre ile soğutulmuş ve ilk olarak fiziksel analizlere geçilmiştir. Daha sonra uygulanacak kimyasal analizler için ise ekmekler öğütülerek 0.45 mm'lik eleklerden geçirilmiştir. Un haline getirilen ekmekler son olarak liyofilize edilerek derin dondurucuda

muhafaza edilmiştir. Her ekmek örneğinin üçer adet olmak üzere 27 adet ekmek üretilmiştir.

3.5 Ekmeklerin Fiziksel, Kimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri

3.5.1 Ağırlık Kaybı

Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerin pişme öncesi ve pişme sonrası ağırlık değerlerine bakılarak değişen yan ürün oranının ekmekte ağırlık kaybı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Ölçümler üç tekrar şeklinde yapılmış ve sonuçlar ortalama değer olarak verilmiştir. Sonuçlar Eşitlik 5’de verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık Kaybı (\%)} = [(W_{\text{hamur}} - W_{\text{ekmek}}) / W_{\text{hamur}}] \times 100 \quad (5)$$

W_{hamur} = Hamur ağırlığı (g)

W_{ekmek} = Ekmek ağırlığı (g)

3.5.2 Hacim

Hacim ölçümü, AACC Metot No: 10-05 kolza tohumu yer değiştirmesi yöntemine göre yapılmıştır. Yöntemde, içinde kolza tohumları bulunan hacim ölçer kullanmıştır. Ölçüm için ilk olarak ekmek örneği hacim ölçerin alt bölmesine yerleştirilmiştir. Daha sonra hacim ölçer üst seviyeye yükseltip alt bölme sabitlenmiştir. Böylelikle kolza tohumlarının sabitlenmiş alt bölmeyi doldurması sağlanmıştır. Hacim değeri sütündeki kolza tohumlarının seviyesine göre cm^3 cinsinden ölçülmüştür [92]. Ölçümler üç tekrar şeklinde yapılmış ve sonuçlar ortalama değer olarak verilmiştir. Hacim değerleriyle yer bademi sütü yan ürünü oranının ekmek hacmini nasıl etkilediği belirlenmiştir.

3.5.3 Özgül Hacim

Ekmeklerde özgül hacim ekmek hacminin ekmek ağırlığına bölünmesiyle hesaplanmış ve ml/g olarak ifade edilmiştir.

3.5.4 Tekstür Profili Analizi

Tekstür profili analizi Rashidi ve arkadaşlarının [93] kullandığı yöntemde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde, tekstür profili analiz cihazı (TA.XT Plus, Stable Micro System, İngiltere) ve 2 cm çapındaki silindir uç (prob) kullanılmıştır. Analiz için öncelikle değişik oranlarda yan ürün içeren ve kabukları ayrılmış ekmekler 20x20x20 mm ölçülerindeki küpler halinde kesilmiştir. Daha sonra, prob ekmek yüksekliğinin %50'sine kadar art arda iki kez bastırarak şekilde ölçüm yapılmıştır. Test hızı 1 mm/s'dir. Ekmeklerde sertlik, çiğnenebilirlik, yapışkanlık, sakızimsılık ve esneklik parametreleri değerlendirilmiştir. Ölçümler beş tekrar olarak gerçekleştirilip sonuçlar ortalama değer olarak verilmiştir.

3.5.5 Renk Analizi

Renk analizi, Minolta CR-10 renk analiz cihazı (Osaka, Japan) kullanılarak hem ekmek kabuğu hem de ekmek içi için yapılmıştır. Kabuk ve ekmek içi numunelerinin üç farklı noktasından alınan ölçümlerle analiz gerçekleştirilmiştir. Renk analizlerinde, L*, a*, b* renk skalası ve referans olarak da ekmek hamuru kullanılmıştır. Renk skalasında L*; 0 (siyah)'tan 100 (beyaz)'a, a*; -100 (yeşil)'den +100 (kırmızı)'ya ve b*; -100 (mavi)'den +100 (sarı)'ya doğru olan değişimi ifade eder. Analizlerde dört paralel şekilde çalışılmış ve sonuçlar ortalama olarak ifade edilmiştir. Sonuçlar Eşitlik 6'ya göre hesaplanmıştır.

$$\Delta E = [(L^* - L_0)^2 + (a^* - a_0)^2 + (b^* - b_0)^2]^{1/2} \quad (6)$$

3.5.6 Toplam Diyet Lif Tayini

Değişik oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerde ve kontrol ekmeğinde yağ oranı %10'u geçmediği için yağ ayırma işlemine gerek duyulmamıştır. Analizde öncelikle 24 saat süre ile liyofilize edilmiş sonrasında ise öğütülüp 0.45 mm'lik eleklerden geçirilmiş örnekler kullanılmıştır. Örnekler daha önce bahsedildiği gibi ilk olarak, α -amilaz enzimi ile muamele edilerek yapıdaki nişasta parçalanmıştır. Daha sonra, proteini ve parçalanmamış nişasta kalıntılarını uzaklaştırmak için

örneklere sırasıyla proteaz ve amiloglikosidaz enzimleri ile ilave edilmiştir. Örnekler içerisindeki çözünabilir diyet lifleri çöktürmek için etanol eklenmiş ve filtrasyon aşamasına geçilmiştir. Filtrasyon sonrasında oluşan kalıntılar etüvde (Venticell, MMM) 105°C'de kurutulup sonrasında kül analizi yapılmıştır. Toplam diyet lif miktarı, önceki bölümlerde verilmiş olan Eşitlik 4'e göre yüzde olarak hesaplanmıştır. Analizler iki tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.5.7 Toplam Fenolik Madde (TFM) Tayini

Ekmeklerde toplam fenolik madde analizi, Quencher metoduna uygun biçimde yapılmıştır. Analiz öncesinde Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ve sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltileri hazırlanmıştır. Analiz için örnekler öncelikle liyofilize edilmiş (24 saat) sonrasında ise öğütülüp 0.45 mm'lik eleklerden geçirilerek boyutları küçültülmüştür. Analize geçildiğinde öncelikle, 10 mg katı numune üzerine 2,5 ml FCR ilave edilerek vorteksle karıştırılmıştır. Karanlıkta 5 dakika bekletilmiştir. Bekletme sonrasında 2 ml Na_2CO_3 çözeltisi de eklenerek çözelti tekrar vortekslenmiştir. Devamında çalkalamalı karıştırıcıya (JepoTech, SK-300, Korea) konulan örnekler, karanlık ortamda 26 dakika boyunca reaksiyona maruz bırakılmıştır. Karıştırıcıdan alınan örnekler 8000 xg'de 2 dakika süre ile santrifüj (Sigma, 3-18 K, Germany) işleminden geçirilmiştir. Santrifüj sonucu oluşan berrak süpernatant küvete alınarak 760 nm dalga boyunda ölçüm yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı, gallik asit çözeltisi kullanılarak hazırlanan kalibrasyon grafiğine göre hesaplanmıştır. Kalibrasyon grafiği Ek A'da verilmiştir. Sonuçlar 1 kg numunedeki gallik asit eşdeğeri olarak (mg gallik asit/ kg örnek) verilmiştir.

3.5.8 Toplam Antioksidan Kapasitesi (TAK) Tayini

Toplam antioksidan kapasitesi ölçümünde Quencher_{DPPH} ve Quencher_{CUPRAC} olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır.

Ekmek örneklerine uygulanan Quencher_{DPPH} analizinde ilk olarak DPPH radikalinden stok çözeltisi ve devamında stok çözeltiden de çalışma çözeltisi hazırlanmıştır. Stok çözelti hazırlanması için 10 mg DPPH radikali tartılmış ve üzerine 25 ml etanol ile 25 ml su ilave edilmiştir. Hazırlanan bu stok çözelti için absorbans aralığı 0,75-0,80 olarak belirlenmiş ve 525 nm'de ölçüm yapılmıştır. Absorbans değerinin belirlenen

aralıkta çıkmasıyla analize stok çözeltiden çalışma çözeltisi hazırlanarak devam edilmiştir. Çalışma çözeltisi için 50 ml stok çözeltisi üzerine yaklaşık 1:1 oranında etanol+su karışımı ilave edilmiştir. Çalışma çözeltisi hazırlanmasını takiben 10 mg liyofilize edilip öğütülmüş ekmek örneği tartılmış ve üzerine 10 ml DPPH (çalışma çözeltisi) eklenmiştir. Daha sonra, hazırlanan karanlık ortam şartlarında çalkalamalı karıştırıcıya (JepoTech, SK-300, Korea) konulan örnekler 26 dakika süreyle karıştırılmıştır. Örnekler karıştırıcıdan alındıktan sonra 8000 xg hızda 2 dakika santrifüj (Sigma, 3-18 K, Germany) edilerek oluşan süpernatantla 525 nm'de ölçüm yapılmıştır [71]. Standart referans olarak Troloks kullanılmıştır ve numunelerin inhibisyon yüzdesini Troloks eşdeğer antioksidan kapasitesine (TEAC) dönüştürmüştür. Quencher_{DPPH} yöntemi için kullanılan kalibrasyon grafiği Ek A'da verilmektedir. Antioksidan kapasite değerleri 1 kilogram örnekte milimol Trolox (mmol Troloks/ kg örnek) olarak ifade edilmiştir.

Quencher_{CUPRAC} yöntemiyle toplam antioksidan kapasitesi ölçümünde ekmek örneklerinde, Apak ve arkadaşlarının [90] hazırladığı CUPRAC uygulama föyü kullanılmış ve Quencher metoduna adapte edilmiştir. İlk olarak analiz için gerekli bakır klorür, neokuproin ve amonyum asetat çözeltileri hazırlanmıştır. Bakır klorür (CuCl₂) çözeltisi için 0,036 g CuCl₂ tartılır ve üzerine 25 ml saf su ilave edilerek manyetik karıştırıcıda (Dathan Scientific, MSH 20 A, Korea) çözündürülmüştür. Neokuproin (Nc) çözeltisi için ise 0,039 g Nc tartılarak üzerine %96'lık etanol eklenerek aynı şekilde manyetik karıştırıcıda çözündürülmüştür. Son olarak amonyum asetat çözeltisi için 1,927 g amonyum asetat tartılmış ve 25 ml saf su üzerine ilave edilip aynı çözündürme işlemi uygulanmıştır. Daha sonra, liyofilize edilip öğütülerek hazırlanmış 10 mg ekmek örneği tartılarak üzerine sırasıyla 1 ml bakır klorür, 1 ml neokuproin ve 1 ml amonyum asetat çözeltileri ilave edilmiştir. Devamında örnekler, karanlık ortamda çalkalamalı karıştırıcıda (JepoTech, SK-300, Korea) 26 dakika süreyle karıştırılmıştır. Son aşamada, yeterli süre karıştırılmış örnekler 8000 xg hızda 2 dakika santrifüj (Sigma, 3-18 K, Germany) edilerek oluşan berrak süpernatantlar ayrılmıştır. Ayrılan süpernatantlarla spektrofotometrede 450 nm'de ölçüm yapılmıştır. Quencher_{CUPRAC} yöntemine göre toplam antioksidan kapasite hesaplanmasında da standart referans olarak Troloks antioksidanı kullanılmıştır. 50, 100, 150, 200 ve 250 µL hacimlerde Troloks çözeltisi alınarak

kalibrasyon eğrisi (Ek A) çizilmiştir. Sonuçlar 1 kilogram örnekte milimol Trolox (mmol Troloks/ kg örnek) cinsinden verilmiştir.

3.5.9 Mineral Madde Tayini

Mineral madde tayininde ilk aşama olan yakma işlemi için liyofilize edilmiş ekmeklerden 1'er g örnek alınarak 525°C sıcaklığındaki kül fırınında 5 saat yakılmıştır. Elde edilen kül örnekleri %65'lik nitrik asit ile çözündürülmüş ve deiyonize su ile tüm analizler (Ca, Mg, K, Fe, Mn, Na ve Zn) için 100 ml'ye seyreltilmiştir. Numunelerin mineral miktarları, referans standartlara karşılık olarak atomik absorpsiyon spektroskopisi (Thermo Fisher Scientific, iCE3000, USA) kullanılarak belirlenmiştir [85]. İki tekrarlı olarak çalışılmış ve sonuçlar ortalama değer olarak ppm düzeyinde verilmiştir.

3.5.10 Duyusal Analiz

Ekmeklerin duyusal analizinde 1-5 puan aralığındaki hedonik skala kullanılmış ve 8 kişiden oluşan panelist grubuyla gerçekleştirilmiştir. Her bir ekmeğin şekil simetrisi, kabuk rengi, iç rengi, gözenek, tekstür, koku, çiğneme, tat, aroma ve genel kabul özellikleri bakımından değerlendirmeleri istenmiştir. Değerlendirmede kullanılan özelliklerin tanımlamaları ve puanları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Sonuçlar ortalama değer olarak verilmiştir.

Çizelge 3.1 Duyusal Değerlendirme Özellikleri ve Puanları

Ekmeğin dış özellikleri

Şekil simetrisi

- 5: Çok düzgün simetriye sahip
- 4: Düzgün simetriye sahip
- 3: Bazı kenar ve yüzey kısımlarında düzensizlik var
- 2: Ortası çukur veya eğimli görünümde
- 1: Kenarları buruşuk ve kabukları patlamış veya basık görünümde

Kabuk rengi

- 5: Kendine has renkte ve parlak, renk dağılımı ve parlaklığı üniform
- 4: Kendine has renkte, renk dağılımı üniform
- 3: Renk dağılımı ve parlaklığı üniform değil
- 2: Rengi çok açık veya çok koyu, parlak değil
- 1: Mat veya çizgili görünümde

Ekmeğin iç özellikleri

İç rengi

- 5: Kendine özgü renkte ve renk homojen dağılmış
- 4: Kendine özgü renkte
- 3: Renk dağılımı yer yer düzensiz
- 2: Koyu krem ve düzensiz renk dağılımı

Gözenek

- 5: Gözenek büyüklüğü üniform, gözenekler dilimin her tarafında eşit
- 4: Gözenek büyüklüğü üniform ama gözenek cidarlarının kalınlığı düzensiz
- 3: Gözeneklerin dağılımında ve büyüklüğünde yer yer tutarsızlıklar var
- 2: Büyük delikler mevcut, gözenek büyüklüğü tutarsız
- 1: Büyük delikler mevcut, gözenekler kaba ve büyüklüğü tutarsız

Koku

- 5: Güçlü, belirgin, keskin ekmek kokusu
- 4: Belirgin ekmek kokusu
- 3: Ekşi ekmek kokusu
- 2: Zayıf ekmek kokusu
- 1: Ekmek kokusu mevcut değil

Çiğneme

- 5: Ağızda sıkıştırdıktan sonra esnek ve elastik, ayrıca nemli
- 4: Biraz esneklik ve elastiklik mevcut
- 3: Biraz esneklik mevcut, elastiklik yok ve dilimde biraz kuruluk mevcut
- 2: Ağızda dolgunluk hissi yok, esneklik yok, dilimdeki kuruluk belirgin
- 1: Dilim sert, çok kuru, yapışkan ve iyice ıslanmış

Tat ve aroma

- 5: Güçlü, belirgin ekmek tat ve aroması
- 4: Belirgin ekmek tat ve aroması
- 3: Ekşi ekmek tat ve aroması
- 2: Zayıf ekmek tat ve aroması
- 1: Ekmek tat ve aroması mevcut değil

Genel kabul

- 5: Çok beğendim
- 4: Beğendim
- 3: Biraz beğendim
- 2: Beğenmedim
- 1: Hiç beğenmedim

3.6 İstatistiksel Analiz

Yer bademi sütü yan ürünleri ve ekmeklerde yapılan analizlerde elde edilen verilerin birbirlerinden anlamlı olarak ($p \leq 0.05$) farklı olup olmadığının anlaşılması için Minitab (Coventry, United Kingdom) istatistik programı kullanılmıştır. Program dahilinde tek yönlü ANOVA analizleri yapılmıştır. Anlamlı farklılıklar saptandığında ayrıca Tukey çoklu karşılaştırma testleri de gerçekleştirilmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Yer Bademi Sütü Yan Ürünlerinin Kimyasal Özellikleri

Yer bademi sütü yan ürünlerinin kimyasal kompozisyonlarının belirlendiği analizlere göre yan ürünlerin içerdiği nem, protein, yağ ve kül değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Yer bademi çeşitleri olan sarı şeker ve bal yumrudan elde edilmiş olan yan ürün liflerinin kimyasal özellikleri arasında belirgin düzeyde bir fark olmayıp sarı şekerden elde edilmiş olan lifin nem, protein, yağ ve kül değerleri bal yumru çeşidinden elde edilene göre daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.1 Yer bademi sütü yan ürünlerinin kimyasal kompozisyonu

Kimyasal Özellik (%)	Yer bademi çeşidi	
	Sarı şeker	Bal yumru
Nem	3,50 ± 0,062	3,30 ± 0,075
Protein	3,86 ± 0,053	3,83 ± 0,100
Yağ	20,24 ± 0,202	19,52 ± 0,338
Kül	1,38 ± 0,027	1,19 ± 0,035
Toplam Karbonhidrat	71,02 ± 0,048	72,16 ± 0,041

*Sonuçlar dört tekrar üzerinden ortalama değer ve standart sapmaları ile verilmiştir.

Diyet liflerin kimyasal özellikleri elde edildiği hammaddenin (yer bademi, nar vb.) kompozisyonu ve ekstraksiyon yöntemi gibi özelliklere bağlı olmaktadır. Yer bademi lifi, yer bademi sütü prosesinden elde edilmektedir [94]. Yer bademi sütü yan ürünlerinin elde edildiği çeşitler olan sarı şeker ve bal yumrunun yağ değerleri sırasıyla %20,24 ve %19,52 olarak belirlenmiştir. Sabikhi ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada yer bademi yağında en yüksek miktarda bulunan doymuş ve doymamış yağ asitleri sırasıyla palmitik, oleik ve linoleik asittir [95]. Yan ürünlerin protein değerleri incelendiğinde sarı şeker çeşidinde %3.86, bal yumru çeşidinde ise %3.83 olarak bulunmuştur. Yer bademi sütünün protein yapısının değerlendirildiği bir çalışmada temel aminoasitin arjinin olduğu ve onu glutamik asit ve aspartik asitin takip ettiği görülmektedir [11]. Yer bademi ve türevi ürünlerin incelendiği bir çalışmaya göre yer bademi sütü yan ürünlerinin protein, yağ ve kül değerleri yer

bademi sütüne kıyasla daha yüksek yer bademinin kompozisyonel değerlerine oranla ise daha düşük bulunmuştur [32].

Yapılan başka bir çalışmada diyet lif olarak kullanılan yer bademi sütü yan ürünlerinin kimyasal kompozisyonu incelenmiş olup nem, protein, yağ ve kül değerleri sırası ile %7.1, %4.75, %9.85 ve %2.99 olarak tespit edilmiştir [94].

4.2 Yer Bademi Sütü Yan Ürünlerinde Mineral Madde Miktarları

Günlük diyetle vücuda alınan mineraller, biyolojik süreçler için gerekli olup metabolik fonksiyonlarda, normal büyüme ve gelişmede hayati rol oynarlar. Fizyolojik olarak en önemli makro mineraller kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum ve potasyumdur. Bu minerallerin ana rolleri; vücutta pH ve ozmotik basıncın ayarlanması, sinir iletimi, kasların kasılması ve enerji üretimi şeklinde sıralanabilir. Ayrıca, minerallerin gıda bileşenleri olarak önemi sadece besinsel ve fizyolojik rollerine bağlı değildir. Aynı zamanda gıdanın aromasına ve tekstürel yapısına katkıda bulunurlar.

Yer bademi sütü yan ürünlerinde yapılan mineral madde analizlerinde kalsiyum, potasyum, sodyum, demir, magnezyum, mangan ve çinko miktarları belirlenmiştir. Belirlenen mineral değerleri (ppm) Çizelge 4.2'de verilmektedir. Sodyum, magnezyum ve potasyum mineralleri diğer minerallere göre her iki yan ürün çeşidinde de daha yüksek bulunmuştur. Literatürde yer bademi, yer bademi unu ve yer bademi sütünün mineral içeriği üzerine yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır [11], [13], [18], [28], [30], [101], [102]. Ancak yer bademi sütü yan ürünlerinin mineral değerlerine yönelik bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır.

Çizelge 4.2 Yer bademi sütü yan ürünlerinin mineral madde miktarları (ppm)

Mineral miktarı (ppm)	Yer bademi çeşidi	
	Sarı şeker	Bal yumru
Ca	5,572 ± 0,0091	6,190 ± 0, 0141
Fe	0,604 ± 0,0106	0,694 ± 0,0127
Na	81,668 ± 0,1195	70,555 ± 0,0919
Mg	29,669 ± 0,0813	36,796 ± 0,0593
K	46,401 ± 0,0791	64,499 ± 0,0346
Zn	0,49 ± 0,009	0,593 ± 0,0169
Mn	0,31 ± 0,005	0,389 ± 0,0127

*Sonuçlar iki tekrar üzerinden ortalama değer ve standart sapmaları ile verilmiştir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalara göre; yer bademi yumrularının yüksek oranda kalsiyum, sodyum ve bakır mineralleri içerirken magnezyum, manganez, fosfor, demir, çinko ve bakır mineralleri yönünden ise zengin olmadıklarını ortaya koymuştur. Yer bademinde bulunan yüksek kalsiyum içeriği, bebeklerde kemik ve diş gelişimi için gerekli miktar için yeterlidir. Demir mineralinin varlığı ise kan oluşumundaki gerekliliği nedeniyle oldukça önemlidir [17], [96]. Adjei-Duodu'nun yaptığı çalışmada ise İspanya orijinli yer bademinin kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, demir, mangan ve çinko değerleri sırasıyla 22.2 mg/100g, 77.9 mg/100g, 18.5 mg/100g, 555 mg/100g, 10.8 mg/100g, 1250.7 µg/100g ve 1.639 µg/100g olarak bulunmuştur [103].

4.3 Yer Bademi Sütü Yan Ürünlerinin Fonksiyonel Özellikleri

4.3.1 Su ve Yağ Tutma Kapasiteleri

Yer bademi çeşitleri olan sarı şeker ve bal yumrudan elde edilen sütlerin yan ürünlerinde gerçekleştirilen analizlerde su tutma (STK) ($\text{ml}_{\text{su}}/\text{g}_{\text{numune}}$) ve yağ tutma kapasitesi (YTK) ($\text{ml}_{\text{yağ}}/\text{g}_{\text{numune}}$) değerleri Çizelge 4.3'de verilmektedir. Sarı şeker ve bal yumru çeşidi yer bademlerinden elde edilen sütün yan ürünlerinin su tutma kapasitesi sırasıyla 6,46 ve 6,54 $\text{ml}_{\text{su}}/\text{g}_{\text{numune}}$, yağ tutma kapasitesi ise 6,53 ve 6,57 $\text{ml}_{\text{yağ}}/\text{g}_{\text{numune}}$ olmak üzere birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.

Su tutma kapasitesi; 1 gram lifin belirli sıcaklık, süre ve santrifüjleme hızı gibi koşullar altında absorbe ettiği su miktarıdır [107]. Absorbe edilen su; bağlı su ve hidrodinamik yani serbest suyun toplamından oluşmaktadır [97]. Su tutma kapasitesi diyet liflerin fiziksel ve kimyasal yapısı ile ayrıca çözünabilir lif miktarı ile ilişkilidir [98]. Yer bademi sütü yan ürünlerinde çözünabilir diyet lif oranı düşük olmasına rağmen aynı zamanda yüksek oranda hemiselüloz ve lignin içerdikleri için su tutma kapasiteleri yüksek çıkmaktadır [32].

Çizelge 4.3 Yer bademi sütü yan ürünlerin su ve yağ tutma kapasitesi değerleri

Yer bademi çeşidi	STK (ml _{su} /g _{numune})	YTK (ml _{yağ} /g _{numune})
Sarı şeker	6,46 ± 0,127	6,53 ± 0,332
Bal yumru	6,54 ± 0,035	6,57 ± 0,410

*Sonuçlar üç tekrar üzerinden ortalama değer ve standart sapmaları ile verilmiştir.

STK: Su tutma kapasitesi

YTK: Yağ tutma kapasitesi

Yağ tutma kapasitesi de su tutma kapasitesi gibi diyet liflerin fiziksel ve kimyasal yapısına bağlıdır. Diğer taraftan, su tutma kapasitesinin aksine çözünmeyen diyet lif miktarı ile ilişkilidir. Çözünmeyen diyet lifler, yapıda bulunan mevcut yağı absorbe eder ve bu absorpsiyon derecesi de yağ tutma kapasitesi olarak ölçülmektedir. Diyet lif yapısındaki yer bademi sütü yan ürünlerinin yağ tutma kapasitesi literatürde bulunan greyfurt kabuğu, hindistan cevizi lifi, elma posası ve limon yan ürünleri gibi birçok sebze endüstrisi atıklarından daha yüksektir. Diyet lif olarak değerlendirilen yer bademi sütü katı atıklarının su tutma kapasitesi 8,01 g/g_{numune} ve yağ tutma kapasitesi 6,92 g/g_{numune} olarak bulunmuştur Ayrıca diyet lifle zenginleştirilmiş ekmek, bisküvi, kek gibi fırıncılık ürünlerinde su tutma kapasitesi hamurun gelişme stabilitesi, gelişme süresi gibi özellikleri etkilemektedir [32].

4.3.2 Emülsiyon Kapasitesi ve Stabilitesi

Farklı yer bademi çeşitlerinden elde edilen sütün yan ürünlerinde yapılan emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi analizlerinin sonuçları Çizelge 4.4'de verilmektedir. Emülsiyon kapasitesi, her bir protein birimi tarafından emülsiyon haline getirilen maksimum yağ miktarı olarak tanımlanmaktadır. Emülsiyon stabilitesi ise normal fiziksel şartlar altında belirli miktardaki su ve yağ bileşiminin emülsiyon oluşturma yeteneğini ifade etmektedir [99].

Çizelge 4.4 Yer bademi sütü yan ürünlerinin emülsiyon kapasite ve stabilite değerleri

Yer bademi çeşidi	EK (ml/100 ml emülsiyon)	ES (ml/100 ml emülsiyon)
Sarı şeker	56,09 ± 0,884	96,5 ± 0,00
Bal yumru	52,17 ± 1,485	96,7 ± 0,00

*Sonuçlar iki tekrar üzerinden ortalama değer ve standart sapmaları ile verilmiştir.

EK: Emülsiyon kapasitesi

ES: Emülsiyon stabilitesi

Yer bademi sütü katı atıklarının emülsiyon özelliklerinin belirlendiği çalışmalarda diyet lif yönünden zengin katı atıkların emülsiyon kapasitesi ve emülsiyon stabilitesi değerlerinin diğer diyet lif kaynaklarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [32], [94]. Aletor ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, diyet lif içeren ve aralarında bir bal kabağı çeşidinin de bulunduğu dört farklı bitki örneğinin emülsiyon özelliklerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre bitki numunelerinin protein konsantrelerine yönelik emülsiyon kapasitesi (EK) ve emülsiyon stabilitesi (ES) değerleri, buğday unu için rapor edilen değerden (EK: %7 ve ES: %11) daha yüksek (EK: %47,8 ve ES: 64,8) bulunmuştur. Sonuç olarak ise söz konusu konsantrelerin emülsiyon değerleri yüksek olduğu için kek, ekmek gibi ürünlerin üretiminde emülsiyonların stabilizasyonu için katkı maddesi olarak kullanılabileceği belirlenmiştir [100].

4.3.3 Toplam Fenolik Madde (TFM)

Fenolik bileşenler meyve ve sebzelere kendine özgü tat, koku ve renk özelliklerini vermekte rol oynamaktadırlar. En önemli biyolojik özellikleri ise antioksidan etkiye sahip olmalarıdır [104]. Bu antioksidan etki sayesinde fenolik maddelerin kan dolaşımı aktivasyonu, kalp hastalıklarının önlenmesi ve kolon kanseri görülme riskinde azalma gibi insan sağlığına yararlı etkileri bulunmaktadır [105]. Yer bademi yumrularının yapısında fenolik bileşenler bulunduğu bildirilmiştir. Yer bademinden ekstrakte edilen fenolik özler sentetik antioksidanlara alternatif olarak kullanılabilir. Yine bu fenolik özler, lipid peroksidasyonunu önleyerek gıdaların stabilitesini arttırmak ve oksidatif hasara karşı gıdaları korumak amacıyla da değerlendirilebilmektedirler [103].

Yer bademi sütü yan ürünlerinin toplam fenolik madde miktarları gallik asit eşdeğeri cinsinden Çizelge 4.5’de verilmektedir. Toplam fenolik madde miktarları yan ürünlerde 20,65 ve 20,48 mg gallik asit/ kg numune olmak üzere birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.

Çizelge 4.5 Yer bademi sütü yan ürünlerinin fenolik madde miktarları (mg gallik asit/ kg numune)

Yer bademi çeşidi	Toplam Fenolik Madde (mg gallik asit/ kg numune)
Sarı şeker	20,65 ± 0,015
Bal yumru	20,48 ± 0,016

*Sonuçlar üç tekrar üzerinden ortalama değer ve standart sapmaları ile verilmiştir.

Rosello-Soto ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada yer bademi sütü yan ürünlerinden elde edilen yağdaki fenolik bileşen profilini incelemişler ve söz konusu yağda fenolik bileşenlerden p-kumarik asit, 4- vinilfenol, p- hidroksibenzoik asit ve ferulik asitin yüksek oranda bulunduğunu belirlemişlerdir [105]. Yapılan bir başka çalışmada ise sarı şeker ve bal yumru yer bademi çeşitlerindeki fenolik bileşen çeşitliliği araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ferulik ve p-hidroksibenzoik asitler (sırasıyla 58,38 mg/ 100 g ve 29,12 mg / 100g) sarı şeker çeşidindeki temel fenolik bileşenler iken vanilin ve p-kumarik asit ise (sırasıyla 15,20 mg/ 100 g ve 17,25 mg / 100g) bal yumru çeşitteki baskın fenolik bileşenlerdir [106].

4.3.4 Toplam Antioksidan Kapasitesi (TAK)

Antioksidanlar insan vücudunda, bitkilerde ve gıda ürünlerinde oksitlenme süreçlerini önleyebilen veya engelleyebilen maddelerdir. Antioksidan kapasite ise sıcaklık, pH, çözücü çeşidi ve oranı gibi birçok faktör tarafından etkilenebilir ve bu sebeple tek bir yöntemle tam olarak açıklanamaz [103]. Çeşitli antioksidan eylem mekanizmalarını dikkate almak amacıyla yer bademi sütü yan ürünlerinin toplam antioksidan kapasitesi de iki farklı yöntemle ($Quencher_{DPPH}$ ve $Quencher_{CUPRAC}$) ölçülmüştür.

Antioksidan kapasitenin değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan DPPH metodunda antioksidanlar DPPH ile reaksiyona girerek 2,2-difenil-1-pikrilhidrazine dönüşmektedirler [107]. Ayrıca DPPH metodunda, sterik erişilebilirlik reaksiyonun esas belirleyicisidir. Bu nedenle, DPPH analizi esas olarak radikal bölgeye erişimi iyi düzeyde olan reaktif küçük moleküller için yeterli iken büyük moleküller için sınırlı etkiye sahiptir [66]. Dolayısıyla DPPH metoduna ek olarak CUPRAC yöntemiyle de yer bademi sütü yan ürünlerinin toplam antioksidan kapasitesi ölçülmüştür. CUPRAC yönteminin avantajları incelendiğinde; diğer toplam antioksidan kapasite reaktiflerine kıyasla, CUPRAC reaktifinin fenolik lipofilite, sterik etkiler, pH, çözünmüş oksijen, nem ve gün ışığı gibi faktörlere çok daha az bağımlı olduğu görülmektedir [72].

Çizelge 4.6 Yer bademi sütü yan ürünlerinin $Quencher_{DPPH}$ ve $Quencher_{CUPRAC}$ metotları ile antioksidan kapasiteleri (mmol TR/ kg numune)

Yer bademi çeşidi	DPPH Metodu (mmol TR/ kg numune)	CUPRAC Metodu (mmol TR/ kg numune)
Sarı şeker	15,55 ± 0,026	52,43 ± 1,103
Bal yumru	15,08 ± 0,036	49,3 ± 1,105

*Sonuçlar üç tekrar üzerinden ortalama değer ve standart sapmaları ile verilmiştir.

TR: Troluks

Yer bademi sütü yan ürünlerinin $Quencher_{DPPH}$ ve $Quencher_{CUPRAC}$ metotları ile belirlenmiş toplam antioksidan kapasitesi değerleri Çizelge 4.6'da verilmektedir. Farklı yer bademi çeşitlerinden elde edilen süttten ayrılan yan ürünlerin aynı metotla yapılmış TAK değerleri arasında önemli düzeyde bir fark belirlenmemiştir. Ancak

Quencher_{CUPRAC} yaklaşımı ile bulunan TAK değerleri Quencher_{DPPH} metodu ile bulunan değerlere göre daha yüksektir. Bu durum iki farklı mekanizmayla açıklanabilir. İlk olarak, redoks potansiyelleri karşılaştırıldığında polifenollerin fizyolojik pH'ta (pH=7) kısmen iyonize olmalarından dolayı Cuprac reaktifinin bu pH'ta oksitlendiği ve antioksidan kapasiteyi yükselttiği belirlenmiştir. İkinci olarak ise CUPRAC reaktifi hızlı kinetiğe sahip ve çözücü madde bağımlılığı az olan bir elektron transfer maddesi iken DPPH radikalleri sterik engellemeye maruz kalmaktadır [72].

Yan ürünler üzerine yapılan bir çalışmada; buriti meyvesi yan ürünlerinden elde edilen un, diyet lif ve doğal antioksidan kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Hem DPPH hem de FRAP yöntemine göre yapılan toplam antioksidan kapasitesi sonuçlarına göre söz konusu unun antioksidan değerleri yüksek bulunmuş ve bu özelliği nedeniyle çeşitli gıdalarda zenginleştirme amacıyla kullanılabileceği belirtilmiştir [108]. Adjei-Duodu'nun yaptığı başka bir çalışmada ise Gana, Kamerun ve İspanya kökenli yer bademi çeşitlerinin DPPH yöntemiyle antioksidan kapasiteleri ölçülmüş ve en yüksek antioksidan kapasitesi 7,89 mmol TR/ kg numune değeriyle Gana orijinli siyah yer bademi çeşidinde bulunmuştur. Ayrıca bu ölçümde %70 etanol/ %30 su oranındaki çözücü kullanılmıştır. En düşük antioksidan kapasite ise 1,01 mmol TR/ kg numune değeriyle Kamerun kökenli yer bademi çeşidinde saptanmış ve ölçümde %95 etanol/ %5 su oranındaki çözücü kullanılmıştır [103].

4.4 Toplam Diyet Lif

Diyet liflerin özellikle çağımızın önemli sağlık problemlerinden, obezite, kalp-damar hastalıkları, diyabet ve bazı kanser türlerinin oluşumunun engellenmesinde önemli rol üstlendiği bilinmektedir [109]. Bu bağlamda, diyet liflerin faydalarını tüketicilere yeterince sunmak için diyet lif açısından zengin ve lezzetli gıda seçeneklerinin gelişimini sağlamak önemlidir [110]. Ayrıca, Thompson'un yaptığı çalışma, glutensiz tahıl ürünlerinin rafine edilmiş ve gluten içeren ürünlerden (tam buğday unu, tam buğday ekmeği, tam buğday makarnasının toplam diyet lif oranları sırasıyla; 12,2 g/100g, 6,9 g/100g, 8,3 g/100g) daha fazla diyet lifi içerdiğini göstermektedir [111].

Sağlık üzerine olumlu etkilerinin ve fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra diyet liflerin önemli teknolojik özellikleri de bulunmaktadır. Su tutma kapasitesi, yağ tutma kapasitesi, viskozite ve jel oluşumu liflerin teknolojik özellikleri arasında sayılabilir. Bunlara ek olarak; diyet lifler ilave edildikleri gıda ürünlerinin tekstürel özelliklerini

modifiye edebilmekte, sineresizi önleyebilmekte ve yüksek yağlı gıda ve emülsiyonları stabilize edebilmektedir [112].

Çizelge 4.7 Yer bademi sütü yan ürünlerinin toplam diyet lif miktarları (%)

Yer bademi çeşidi	Toplam diyet lif (%)
Sarı şeker	46,00 ± 0,707
Bal yumru	44,00 ± 0,791

*Sonuçlar iki tekrar üzerinden ortalama değer ve standart sapmaları ile verilmiştir.

Sarı şeker ve bal yumru yer bademi çeşitlerinden üretilen sütün yan ürünlerinde yapılan toplam diyet lif analizlerinin sonuçları sırasıyla %46,00 ve %44,00 olarak belirlenmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.7’de standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Sanchez-Zapata ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise yer bademi sütü yan ürünlerinin toplam diyet lif oranı %59,71 olarak bulunmuş ve toplam diyet lifin %99,82’sinin çözünmeyen diyet liften oluştuğu belirlenmiştir [32].

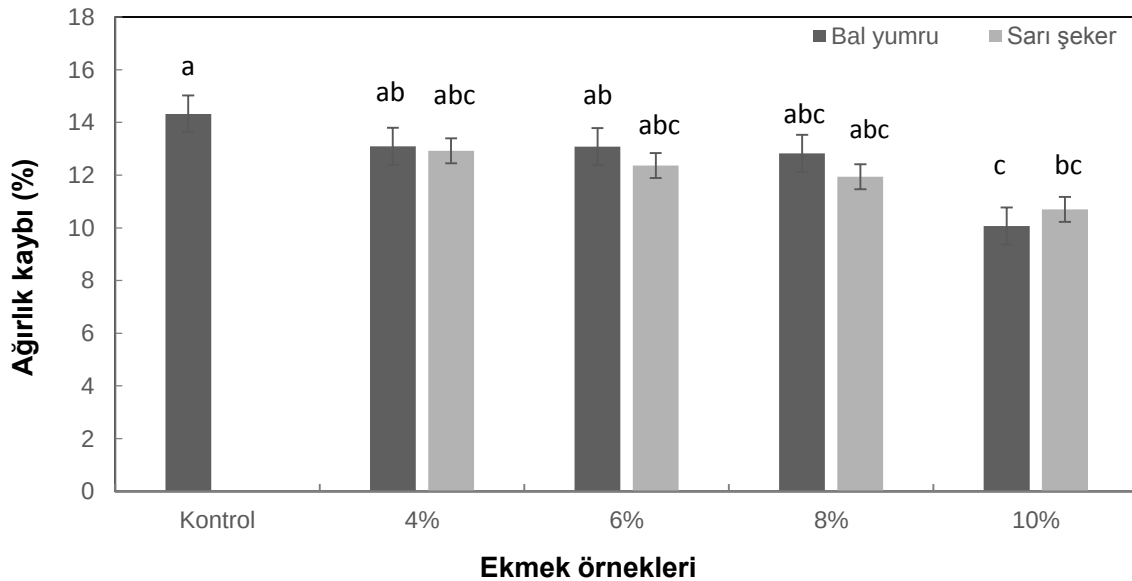
4.5 Farklı Oranlarda Yer Bademi Sütü Yan Ürünleri İçeren Ekmeklerin Fiziksel, Kimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri

Ekmek kalitesini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu kalite faktörleri fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özellikler şeklinde sınıflandırılabilir. Ekmeğin fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde literatürde en fazla kullanılan yöntemler özgül hacim, ağırlık kaybı, renk ve tekstür analizleridir. Ayrıca ekmek yapımında kullanılan malzemeleri karıştırma oranı, sırası ve hızının yanı sıra ekmeği pişirme süresi ve sıcaklığı da önemli kalite parametreleri arasındadır.

Bu bölümde, farklı oranlarda ilave edilen yer bademi sütü yan ürünlerinin ekmeklerin fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Ekmeklerin kimyasal ve fonksiyonel özellikleri kapsamında toplam fenolik madde, toplam antioksidan kapasiteleri, mineral madde ve toplam diyet lif miktarları değerlendirilmiştir. Bunlara ek olarak, ekmekler de duyusal analiz de yapılmıştır.

4.5.1 Ekmeklerde Ağırlık Kaybı

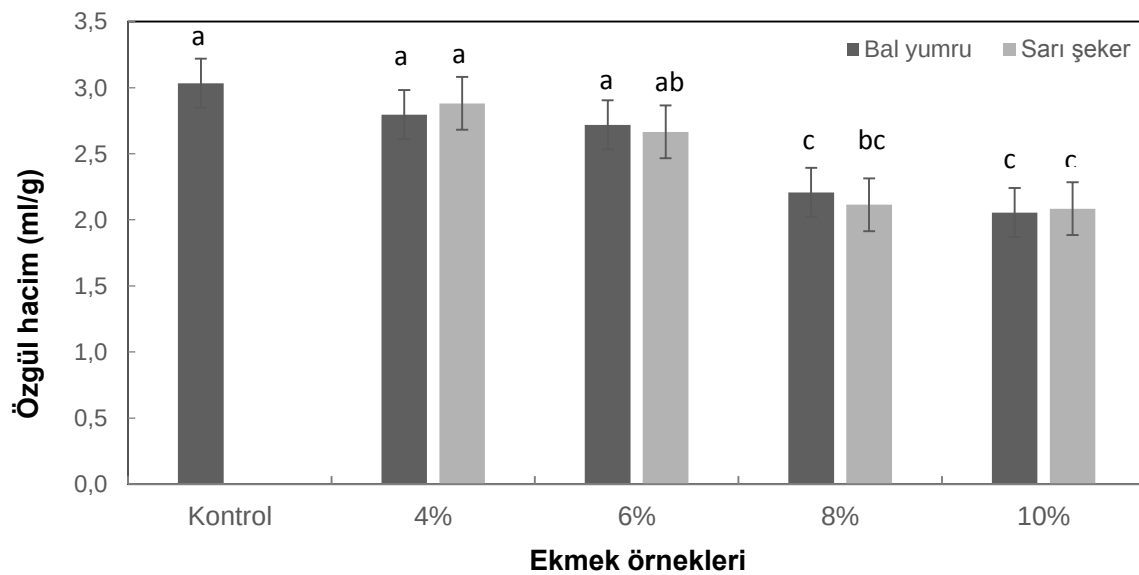
Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmek örneklerinin ağırlık kaybı (%) değerleri Şekil 4.1’de verilmiştir. Veriler incelendiğinde, buğday ununa ilave edilen yer bademi sütü yan ürünü oranı arttıkça ekmeklerde ağırlık kaybı oranının azaldığı ve en fazla ağırlık kaybının kontrol ekmekte olduğu görülmektedir. Yer bademi sütü yan ürünlerinin yüksek su tutma kapasitesine sahip olması bu durumu açıklamaktadır. Yapılan istatistiksel analizlere göre kontrol ekmekle sadece %10 oranında yan ürün içeren ekmekler arasında anlamlı farklılık ($p \leq 0,05$) oluşmuştur. Ayrıca %4 ikameli ekmek grubuyla %6 ve %8 katkılı ekmek grupları arasında istatistiksel yönden benzerlik bulunmaktadır. Yine %4, %6 ve %8 katkılı ekmek gruplarında sarı şeker çeşidi yer bademi sütü yan ürününün ağırlık kaybının bal yumru çeşide göre daha fazla olduğu görülmektedir. Aguilar ve arkadaşları yaptıkları çalışmada glutensiz ekmeklerde, yer bademi sütü ve yer bademi sütü yan ürünlerinin yer bademi unu ve soya ununa göre daha düşük ağırlık kaybı değerleri gösterdiklerini belirlemişlerdir. Yer bademi sütü ve yer bademi sütü yan ürünleri yüksek oranda diyet lif içermekte ve diyet lifler su tutma kapasitesini artırmaktadır. Bu durum ise ekmeklerdeki ağırlık kaybını azaltmaktadır. Ayrıca, ekmek hamurlarının başlangıçtaki su içeriği ağırlık (pişirme) kayıplarını kısmen açıklamaktadır [56]. Ağırlık kaybı ile ilgili yapılan tüm istatistiksel analiz sonuçları EK B1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmekte ağırlık kaybı (%)

4.5.2 Ekmeklerin Özgöl Hacmi

Buğday ununa farklı oranlarda ilave edilen yer bademi liflerinin hamurun yoğrulması ve fermantasyonu sırasında gluten matriksi oluşumu ile etkileşime girdiği gözlemlenmiştir [103]. Bu duruma benzer olarak yer bademi sütü yan ürünleri ve gluten arasında oluşan reaksiyon gaz tutma kabiliyetinin azalmasına neden olup ekmek hacminin azalmasına yol açmıştır. Ayrıca diyet lif kaynağı olan yer bademi sütü yan ürünlerinin su tutma kapasitelerinin yüksek olması nedeniyle hamurun su ihtiyacı artmakta ve ulaşacağı optimum hacim kısıtlanmaktadır. Değişik yüzdelerde (%4, %6, %8 ve %10) yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin özgöl hacim değerleri Şekil 4.2’de verilmiştir. Ekmek hacminin ekmeğin ağırlığına bölünmesiyle elde edilen özgöl hacim oranları da ekmeğe katılan lif yani yer bademi sütü yan ürünü oranı arttıkça azalmıştır. Tek yönlü Anova analizleri sonuçlarına göre ise %4 ve %6 oranlarında yan ürün içeren ekmekler kontrol ekmekle benzerlik gösterirken %8 ve %10 ikameli ekmeklerin özgöl hacim değerleri arasında da anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bunlara ek olarak, yapılan Tukey değerlendirmeleri sonucunda farklı yer bademi çeşitlerinden üretilen sütün yan ürünlerini aynı oranda içeren ekmeklerin özgöl hacimlerinin de birbirleri ile benzer olduğu belirlenmiştir. Ekmeklerin özgöl hacim değerleriyle ilgili yapılan tüm istatistik analiz verileri Ek B2’de verilmektedir.



Şekil 4.2 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmekte özgöl hacim (ml/g)

Buğday ununun arpa, yulaf, çavdar ve tatlı patates unu ile belli oranlarda karıştırıldığı ekmek çalışmalarında da hacim azalması görüldüğü bildirilmiştir [113], [114]. Chen ve arkadaşları yaptıkları çalışmada elma lifi ile buğday ve yulaf kepeğinin pişirme özellikleri karşılaştırılmıştır. Bütün lif kaynakları ile ayrı ayrı yapılan ekmek numunelerinin tümünde hacim azalması gözlenmiş ve en yüksek oranda hacim azalmasının ise elma lifi katılan ekmekte olduğu belirtilmiştir. Hacim azalmasına gluten ağının zayıflaması ve lif kaynağı ile gluten arasındaki etkileşimin sebep olduğu belirlenmiştir [115].

4.5.3 Ekmeklerde Renk Değişimi

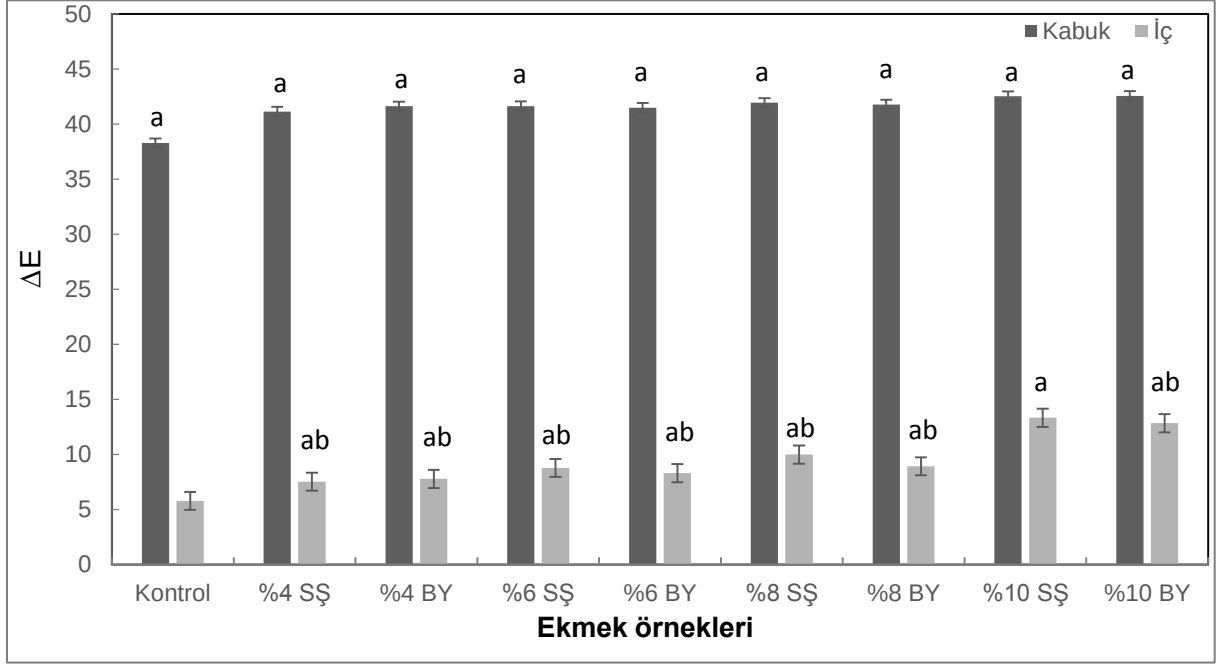
Ekmek kabuğundaki renk değişimi esas olarak Maillard reaksiyonundan etkilenmektedir. Enzimatik olmayan esmerleşme yani Maillard reaksiyonu sonucu kahverengi renkli melanoidler oluşmakta ve kabukta renk koyulaşmasına yol açmaktadırlar. Ekmek içi rengi ise buğday ununa ilave edilen diyet lif çeşidi ve miktarından etkilenmektedir. Maillard reaksiyonu ekmek içindeki renk oluşumunda etkili değildir. Bunun sebebi ekmeğin iç bölgesinin, kabuğun ulaştığı kadar yüksek sıcaklığa çıkamaması yani sıcaklığın Maillard reaksiyonu için sınırlı kalmasıdır.

Ekmekte renk oluşumunda şekerlerin de etkisi bulunmaktadır. Örneğin glikozla yapılan ekmekler diğer şekerlerle yapılanlara göre biraz daha açık tonda kabuk rengi vermiştir çünkü glikoz diğer şeker türleri ile karşılaştırıldığında daha kolay ve tamamen fermente edilebilmektedir. Fermantasyondan sonra geriye kalan indirgen şekerler, kabuk rengine katkıda bulunmaktadır [70].

Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmekte yapılan renk analizi sonuçları L^* , a^* , b^* renk skalası kullanılarak Çizelge 4.8'de verilmiştir. Renk skalasında a^* ; - 100 (yeşil)'den + 100 (kırmızı)'e, b^* ; -100 (mavi)'den +100 (sarı)'e ve L^* ; 0 (siyah)'dan 100 (beyaz)'e doğru olan değişimi ifade etmektedir.

Ekmek gruplarının iç renkleri incelendiğinde yan ürün katkı oranı arttıkça L^* değerinin gri, a^* değerinin kırmızı ve b^* değerinin ise sarı yoğunluğunun arttığı görülmektedir. Ekmekte diyet lif kaynağı olarak fındık kabuğunun kullanıldığı bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir [116]. Kabuk renginde bütün ekmek gruplarının L^* değerleri istatistiki açıdan birbirine yakın bulunmuştur. a^* değeri sonuçları

incelendiğinde ise kontrol ekmek ile yan ürün içeren diğer tüm ekmekler arasında anlamlı farklılık ($p \leq 0,05$) olduğu gözlemlenmiştir. Son olarak, yan ürünleri %4, %6, %8 ve %10 oranlarında içeren ekmeklerin kabuk bölgelerinin b^* değerleri istatistiki yönden birbirine benzerlik göstermektedir. Kontrol grubu ile yalnızca %4, %6 ve %10 oranlarında sarı şeker çeşidi yan ürün içeren ekmekler arasında anlamlı farklılıklar ($p \leq 0,05$) bulunmuştur.



Şekil 4.3 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeklerde toplam renk değişimi (ΔE) (SŞ: Sarı şeker BY: Bal yumru)

Ekmek örneklerinin hem kabuk hem iç bölgelerindeki toplam renk değişimleri (ΔE) Şekil 4.3’de ayrıca görülmektedir. ΔE değerleri incelendiğinde, ekmeklerde yer bademi sütü yan ürünü oranının artmasıyla kabukta renk değişiminin anlamlı düzeyde olmadığı yalnızca ekmek içindeki renk koyulaşmaları arasında anlamlı farklılık bulunduğu belirlenmiştir. Yapılan Tukey değerlendirmelerine göre kabuktaki renk değişimlerinin aynı harfi almış olmasının nedeninin Maillard reaksiyonunun tüm ekmek örneklerinin ilgili bölgesinde aynı düzeyde gerçekleşmesi ve dolayısıyla aynı düzeyde koyulaşma oluşması olduğu düşünülmektedir. Renk analizi verilerinde yapılan tüm istatistiksel analiz verileri Ek B3 ve Ek B4’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerde ve kontrol ekmekte renk değerleri (L*, a*, b*) ve toplam renk değişimi (ΔE)

% Yan Ürün Oranı ve Çeşidi	Kabuk Rengi L*	a*	b*	ΔE	İç Renk L*	a*	b*	ΔE
0 (Kontrol)	47,15 $\pm$ 1,322 ^a	10,72 $\pm$ 0,686 ^c	18,36 $\pm$ 0,021 ^b	38,27 $\pm$ 1,540 ^a	79,61 $\pm$ 1,195 ^a	0,625 $\pm$ 0,516 ^{bc}	17,96 $\pm$ 1,294 ^{ab}	5,78 $\pm$ 1,782 ^b
<u>Sarı Şeker</u>								
4	45,65 $\pm$ 0,537 ^a	15,13 $\pm$ 0,481 ^{ab}	25,60 $\pm$ 0,021 ^a	41,15 $\pm$ 0,802 ^a	78,01 $\pm$ 1,450 ^{ab}	0,21 $\pm$ 0,085 ^c	17,36 $\pm$ 1,428 ^{ab}	7,52 $\pm$ 1,914 ^{ab}
6	45,77 $\pm$ 5,353 ^a	15,44 $\pm$ 0,375 ^{ab}	28,78 $\pm$ 0,290 ^a	41,64 $\pm$ 4,785 ^a	76,92 $\pm$ 0,629 ^{abc}	0,64 $\pm$ 0,148 ^{abc}	16,46 $\pm$ 0,219 ^{ab}	8,77 $\pm$ 0,611 ^{ab}
8	44,36 $\pm$ 1,697 ^a	14,57 $\pm$ 0,672 ^{ab}	22,34 $\pm$ 1,718 ^{ab}	41,94 $\pm$ 1,752 ^a	75,05 $\pm$ 0,184 ^{abc}	1,23 $\pm$ 0,297 ^{abc}	17,25 $\pm$ 1,428 ^{ab}	9,99 $\pm$ 0,378 ^{ab}
10	44,88 $\pm$ 2,015 ^a	16,71 $\pm$ 0,580 ^a	26,84 $\pm$ 1,202 ^a	42,54 $\pm$ 2,054 ^a	69,07 $\pm$ 2,319 ^c	2,06 $\pm$ 0,205 ^a	21,24 $\pm$ 1,294 ^a	15,33 $\pm$ 2,167 ^a
<u>Bal yumru</u>								
4	44,82 $\pm$ 1,577 ^a	14,48 $\pm$ 0,863 ^{ab}	24,65 $\pm$ 3,500 ^{ab}	41,63 $\pm$ 1,062 ^a	79,57 $\pm$ 0,247 ^a	0,38 $\pm$ 0,057 ^c	15,08 $\pm$ 0,106 ^b	7,78 $\pm$ 0,194 ^{ab}
6	44,89 $\pm$ 0,856 ^a	14,43 $\pm$ 0,156 ^b	23,97 $\pm$ 0,028 ^{ab}	41,48 $\pm$ 1,000 ^a	77,34 $\pm$ 1,344 ^{ab}	0,85 $\pm$ 0,057 ^{bc}	16,62 $\pm$ 0,035 ^b	8,30 $\pm$ 1,053 ^{ab}
8	44,65 $\pm$ 0,714 ^a	14,43 $\pm$ 0,318 ^b	24,77 $\pm$ 0,212 ^{ab}	41,79 $\pm$ 0,652 ^a	76,18 $\pm$ 0,431 ^{abc}	1,52 $\pm$ 0,311 ^{ab}	17,28 $\pm$ 0,460 ^{ab}	8,92 $\pm$ 0,195 ^{ab}
10	43,53 $\pm$ 1,803 ^a	13,72 $\pm$ 0,042 ^b	23,7 $\pm$ 1,761 ^{ab}	42,57 $\pm$ 1,467 ^a	72,86 $\pm$ 2,454 ^{bc}	0,94 $\pm$ 0,212 ^{bc}	15,23 $\pm$ 0,403 ^b	12,84 $\pm$ 2,056 ^{ab}

Sonuçlar ortalama değer olarak ve standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Sütunlardaki farklı harfler verilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir ($p \leq 0.05$).

4.5.4 Ekmeklerin Tekstürel Özellikleri

Tekstür profili analizi (TPA), genel olarak gıda dokusunu incelemek için kullanılan en önemli testlerden biridir. Gluten proteinleri ve nişasta ekmek tekstürünü etkileyen önemli bileşenlerdendir [117], [118]. Ayrıca pişirme süresi ve sıcaklığı da ekmek tekstürünün oluşumunda etkilidir [119].

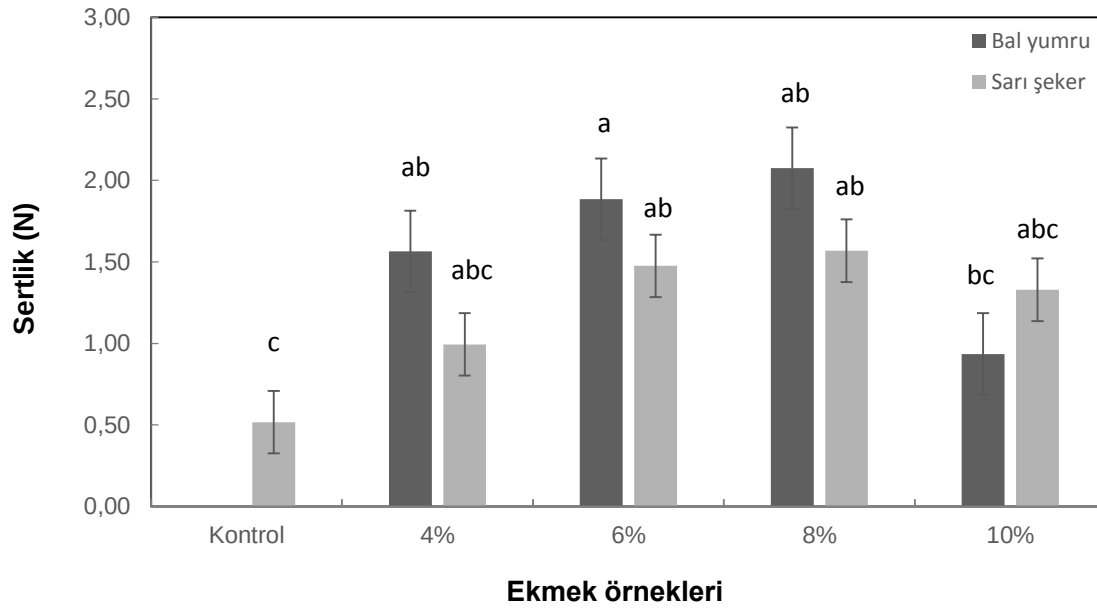
Yer bademi sütü yan ürününün çeşitli oranlarda ilave edildiği ekmeklerin ve kontrol ekmeğin tekstürel özellikleri kapsamında sertlik, iç yapışkanlık, elastiklik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik kriterleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.9'da verilmektedir. Ekmeklerin sertlik değerleri de Şekil 4.4'de ayrıca görülmektedir.

Veriler incelendiğinde sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin yer bademi sütü yan ürünü ilavesiyle doğru orantılı biçimde arttığı farkedilmektedir. %6 ve %8 oranlarında yan ürün içeren ekmekler ve %4 oranında yan ürün içeren ekmeklerin bal yumru grubunun sertlik değerleri kontrol ekmeğe göre anlamlı derecede artış göstermiştir ($p \leq 0,05$). Yan ürün ilavesi ekmek hacmini azaltırken daha yoğun ve sıkı bir iç yapı oluşumuna neden olmuştur. Böylece ekmek içi sertlik değerleri daha yüksek çıkmıştır. Yapılan tek yönlü ANOVA analizlerine göre sakızimsılık değerlerinde, kontrol ekmek %4 ve %6 ikameli ekmek örnekleriyle, sarı şeker çeşidi yan ürünün %8 oranında ilave edildiği ekmek ise %8 ve %10 oranlarında bal yumru çeşit yan ürün içeren ekmeklerle benzerlik göstermektedir. Çiğnenebilirlik değerlerinde ise aynı oranda yan ürün içeren ekmeklerin farklı örnekleri hem kendi aralarında hem de kontrol ekmek grubuyla benzerlik göstermektedir. Buğday ununun farklı diyet lif kaynakları olarak tatlı patates unu ve elma lifi ile zenginleştirildiği ekmek çalışmalarında da, lif oranı artışıyla beraber ekmeklerin sertlik değerleri artmış ancak bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır [120], [121].

Çizelge 4.9 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerin ve kontrol ekmeğin tekstürel değerleri

Yan ürün oranı ve çeşidi	Sertlik (N)	İç Yapışkanlık	Elastiklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)
%0 (Kontrol)	0,517 ± 0,1597 ^c	0,635 ± 0,0335 ^a	10,888 ± 0,0797 ^{abc}	0,278 ± 0,0174 ^{ab}	3,066 ± 0,1982 ^{abc}
Bal yumru					
4%	1,565 ± 0,2080 ^{ab}	0,522 ± 0,0342 ^{ab}	10,630 ± 0,2729 ^a	0,764 ± 0,0085 ^a	7,818 ± 0,7208 ^a
6%	1,885 ± 0,4060 ^a	0,522 ± 0,0125 ^{ab}	10,526 ± 0,1429 ^{abc}	0,844 ± 0,2238 ^{ab}	8,878 ± 0,9264 ^{abc}
8%	2,075 ± 0,4710 ^{ab}	0,415 ± 0,0050 ^{bcd}	10,207 ± 0,1306 ^{cde}	0,959 ± 0,2158 ^{ab}	9,666 ± 1,6797 ^{abc}
10%	0,935 ± 0,3140 ^{bc}	0,562 ± 0,1346 ^{bcd}	10,531 ± 0,8220 ^{de}	0,590 ± 0,3399 ^{ab}	6,246 ± 0,9020 ^{bc}
Sarı şeker					
4%	0,994 ± 0,1475 ^{abc}	0,521 ± 0,0365 ^{ab}	10,562 ± 0,2579 ^{abc}	0,512 ± 0,0446 ^{ab}	5,553 ± 0,2914 ^{ab}
6%	1,476 ± 0,1669 ^{ab}	0,463 ± 0,0315 ^{abc}	10,516 ± 0,4014 ^{abcd}	0,679 ± 0,0653 ^{ab}	7,143 ± 0,4738 ^{abc}
8%	1,569 ± 0,3950 ^{ab}	0,268 ± 0,0163 ^{cd}	9,220 ± 0,2728 ^{de}	0,822 ± 0,1366 ^{ab}	7,779 ± 0,5576 ^{abc}
10%	1,329 ± 0,7630 ^{abc}	0,475 ± 0,0195 ^{ab}	10,013 ± 0,1721 ^{bce}	0,606 ± 0,2237 ^{ab}	4,824 ± 3,3165 ^{bc}

Sonuçlar birbirine en yakın üç değerın ortalaması şeklinde ve standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Sütunlardaki farklı harfler verilen değerler arasında istatıksel olarak anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir (p≤0.05).



Şekil 4.4 Değişik oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin sertlik değerleri (N)

İç yapışkanlık ve elastiklik değerleri ise artan yan ürün oranıyla birlikte azalma göstermiştir. Yapılan istatistiksel analize göre iç yapışkanlık kriterinde sarı şeker çeşit yan ürün içeren ekmeklerde %8 ikameli grupla diğer gruplar arasında, bal yumru yan ürün içeren ekmeklerde ise %8 ve %10 ikameli gruplarla diğer gruplar arasında anlamlı farklılık ($p \leq 0,05$) bulunmuştur. Ekmekte arzu edilen elastiki tekstür, buğday ununda bulunan gluten proteinlerinin varlığıyla ilişkilidir [122]. Yer bademi sütü yan ürünlerinin ilave oranları arttıkça buğday unu miktarının, dolayısıyla gluteninlerin ve globülinlerin azalmasının elastiklik değerlerinin düşmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca ekmeklerin elastiklik değerleri tüm formülasyonlar için 10 ile 11 mm arasında bulunmuştur.

Tüm bunlara ek olarak, %10 yan ürün ilavesi olan her iki ekmek örneğinde de gluten ağı fazla miktardaki diyet lif etkisiyle önemli ölçüde zayıflamıştır. Yani ekmek hamurunda dağılmaya meyilli bir yapı oluşmuş, istenilen ekmek hamuru yapısı tam olarak sağlanamamış ve bunlara bağlı olarak da ekmeklerin sertlik değerleri azalma göstermiştir. Ayrıca tüm tekstür özellikleri bu durumdan etkilenmiş ve %10 yan ürün seviyesindeki değerlerde sapmalar gözlenmiştir. Ekmeklerde tekstür analizinde değerlendirilen sertlik, iç yapışkanlık, elastiklik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik parametrelerinin tümünün istatistik analiz verileri Ek B5'de sunulmuştur.

4.5.5 Ekmeklerde Mineral Madde Miktarı

Bölüm 4.2’de yer bademi sütü yan ürünü çeşitlerinin sodyum, potasyum ve magnezyum mineralleri yönünden daha zengin olduğu belirtilmiştir. Bu sebeple, ekmek gruplarında da yan ürün oranının artışıyla beraber Na, K ve Mg değerleri diğer mineral değerlerine göre daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Yer bademi sütü yan ürünü çeşitlerini (sarı şeker ve bal yumru) farklı oranlarda içeren ekmeklerde yapılan mineral madde miktarı analizleri Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Ekmek gruplarına demir, potasyum ve çinko mineralleri için en az %6, kalsiyum ve sodyum mineralleri için %4 ve magnezyum minerali için ise en az %8 oranında yer bademi sütü yan ürünü ilavesiyle kontrol örneğe göre anlamlı farklılık oluşmuştur ($p \leq 0,05$). Bu durum her iki yan ürün çeşidi için de geçerlidir. Diğer taraftan; Mg, K ve Mn minerallerinde kontrol grupla %4, Ca mineralinde %6 ve %8 ve son olarak Fe mineralinde %8 ve %10 ikameli gruplar arasındaki farklar önemli bulunmamıştır. Ekmek grupları içerdikleri Na miktarı yönünden değerlendirildiğinde ise tüm ekmek örnekleri arasında anlamlı farklılıklar ($p \leq 0,05$) olduğu belirlenmiştir. Tüm mineral çeşitleri için gerçekleştirilen istatistik analiz verileri Ek B6’de verilmektedir.

Çizelge 4.10 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerin ve kontrol ekmeğın mineral madde miktarları (ppm)

Yan ürün oranı (%)	Ca (ppm)	Fe (ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
0 (Kontrol)	2,37 ± 0,042 ^d	1,13 ± 0,017 ^d	204,21 ± 0,127 ^e	54,24 ± 0,339 ^d	29,10 ± 0,297 ^d	0,39 ± 0,017 ^f	0,48± 0,001 ^f
<u>Bal yumru</u>							
4	2,83 ± 0,013 ^c	1,20 ± 0,004 ^{cd}	216,03 ± 0,042 ^{cd}	56,25 ± 0,127 ^{cd}	29,88 ± 1,018 ^d	0,46 ± 0,008 ^{de}	0,48 ± 0,004 ^{ef}
6	3,21 ± 0,042 ^b	1,29 ± 0,042 ^b	217,77 ± 0,042 ^c	57,03 ± 0,042 ^c	39,63 ± 0,042 ^c	0,47 ± 0,004 ^d	0,51 ± 0,004 ^{cd}
8	3,26 ± 0,008 ^b	1,56 ± 0,004 ^a	227,70± 0,424 ^b	60,81 ± 0,127 ^b	48,51 ± 0,042 ^b	0,76 ± 0,004 ^{bc}	0,52 ± 0,008 ^{bc}
10	3,72 ± 0,004 ^a	1,58 ± 0,004 ^a	230,43 ± 0,127 ^a	65,37 ± 0,042 ^a	54,51 ± 0,127 ^a	0,82 ± 0,004 ^a	0,54 ± 0,004 ^a
<u>Sarı şeker</u>							
4	2,79 ± 0,004 ^c	1,16 ± 0,025 ^d	215,10 ± 0,424 ^d	55,83 ± 0,042 ^{cd}	29,31 ± 0,297 ^d	0,42 ± 0,013 ^{ef}	0,48 ± 0,001 ^{ef}
6	3,17 ± 0,013 ^b	1,26 ± 0,013 ^{bc}	217,20 ± 0,170 ^c	56,55 ± 0,127 ^{cd}	38,88 ± 0,170 ^c	0,45 ± 0,004 ^{de}	0,50 ± 0,008 ^{de}
8	3,23 ± 0,008 ^b	1,55 ± 0,021 ^a	225,90 ± 1,273 ^b	60,24 ± 0,255 ^b	47,70 ± 0,255 ^b	0,73 ± 0,008 ^c	0,52 ± 0,001 ^{bc}
10	3,64 ± 0,025 ^a	1,56 ± 0,008 ^a	229,62 ± 0,170 ^a	64,08 ± 0,255 ^a	54,27 ± 0,042 ^a	0,79 ± 0,008 ^{ab}	0,54± 0,004 ^{ab}

Sonuçlar ortalama değeri olarak ve standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Sütunlardaki farklı harfler verilen değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir (p≤0.05).

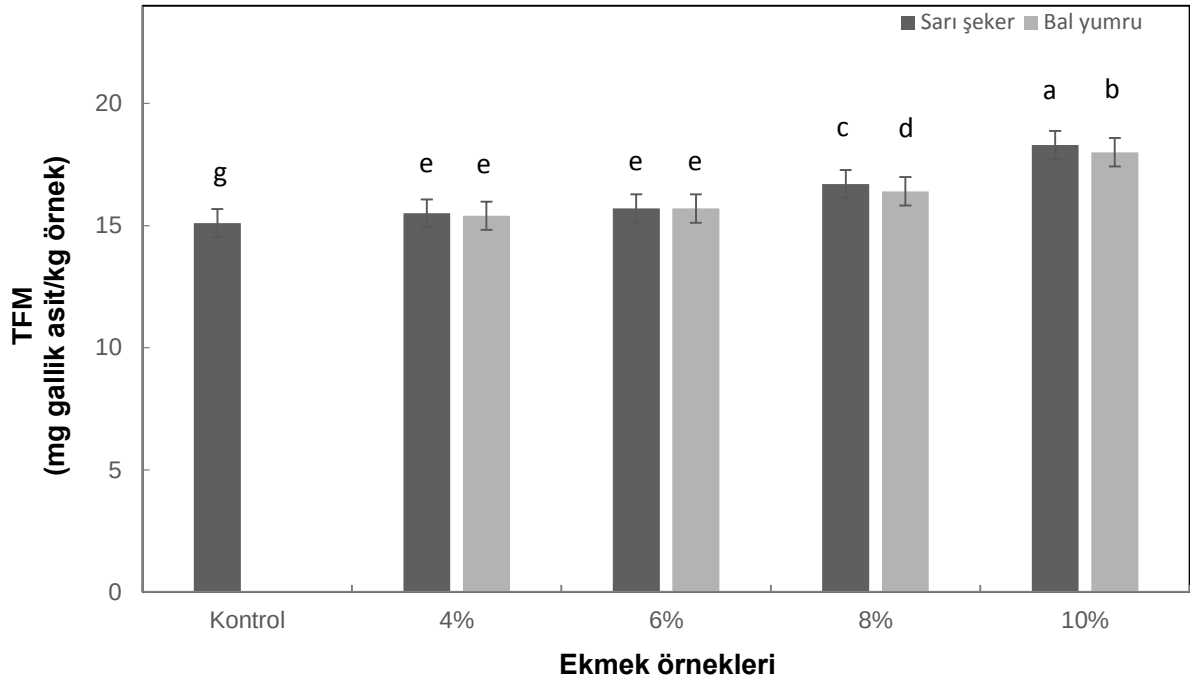
4.5.6 Ekmeklerde Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM)

Fenolik bileşenler özellikle de fenolik asitler tahıllardaki temel antioksidanlardır [66]. Bütün tahıllar belli oranlarda fenolik madde içermelerine rağmen dünya çapında tüketilen ekmek çeşitlerinin çoğu, bu biyoaktif bileşikleri düşük seviyelerde içeren rafine unlar kullanılarak üretilmektedir. Bu nedenle, son zamanlarda ekmekleri fenolik bileşen, antioksidan madde gibi biyoaktif bileşenler ve besleyicilik yönünden zenginleştirmek amacıyla bitkisel kökenli materyaller (diyet lif vb.) kullanılmaktadır [123]. Tahıllarda fenolik bileşenler bağlı ve serbest olmak üzere iki formda bulunurlar.

Ekmek yapımında, karıştırma ve fermentasyon aşamalarının fenolik bileşen profili üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla buğday unu enzimleri ve maya da ekmeğin fenolik madde oluşumunda önemli role sahiptir [123]. Ayrıca yapılan çalışmalarda fenolik madde miktarının pişirme aşamasında artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu artışının sebebi olarak ise ekmek kabuğunda oluşan Maillard reaksiyonu ve karamelizasyon gösterilmiştir. Bu tepkimeler sırasında melanoidin adı verilen yeni antioksidan ve fenolik maddeler meydana gelmektedir [123], [124].

Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin toplam fenolik madde miktarı Şekil 4.5'de verilmiştir. Tahıllarda fenolik bileşenler bağlı ve serbest olmak üzere iki formda bulunmaktadır. Ekmek numunelerindeki bağlı formda bulunan fenolik bileşenlerin de ölçülebilmesi amacıyla TFM analizi Quencher metoduna uyarlanarak yapılmıştır. En düşük TFM miktarı 15,1 mg gallik asit/ kg örnek ile kontrol ekmekte, en yüksek TFM miktarı ise 18,3 mg gallik asit/ kg ile sarı şeker çeşidi yer bademinden elde edilen yer bademi sütünün yan ürünlerini %10 oranında içeren ekmekte bulunmuştur. Bal yumru çeşidinden elde edilen yan ürünü %10 oranında içeren ekmeğin TFM miktarı da 18 mg gallik asit/ kg örnek ile onu takip etmektedir. Yapılan tek yönlü ANOVA'ya göre %8 ve %10 oranında yan ürün içeren ekmeklerin hem farklı örnekleri arasında hem de diğer tüm ekmek örnekleri ile aralarında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunmuştur ($p \leq 0,05$). %4 ve %6 oranında yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerin TFM değerlerinin ise yan ürün ve oranlarının her ikisinde de istatistiksel açıdan birbirlerine benzer oldukları belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). Ayrıca istatistik analizlere göre, yan ürün içeren bütün ekmek grupları ile kontrol ekmek grubu arasında anlamlı farklılıklar bulunmuş ve kontrol ekmeğe göre diğer ekmek türlerinin TFM değerleri belirgin oranda yüksek çıkmıştır. Bu anlamlı artışın sebebi, Bölüm 4.3.3'de belirtildiği üzere yer bademi

sütü yan ürünlerinin önemli oranda diyet life bağlı fenolik maddeye sahip olması ve buna bağlı olarak TFM miktarlarının yüksek oluşudur. Dolayısıyla ekmeklerde yan ürün yüzdesi arttıkça TFM miktarları da doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Ayrıca ekmeklerde pişme aşamasında oluşan Maillard reaksiyonuna bağlı meydana gelen melanoidinler de fenolik bileşen miktarını artırmaktadır [123]. Tüm istatistiksel analiz verileri Ek B7’da verilmiştir.



Şekil 4.5 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin toplam fenolik madde miktarları (mg gallik asit/ kg örnek)

Yapılan benzer bir çalışmada, buğday ununda beş farklı fenolik bileşen bulunduğu saptanmıştır. Bunların içerisinde ferulik asit buğday unundaki esas fenolik bileşendir ve toplam fenolik maddelerin %74’ünü oluşturmaktadır. Ferulik asidin %98’i ise hücre duvarına bağlı formda bulunmaktadır [123]. Başka bir çalışmada ise ekmeğe %3, %6 ve %9 oranlarında enginar sapı tozu ilave edilerek ekmekler polifenoller yönünden zenginleştirilmiştir. Artan enginar sapı yüzdesiyle beraber ekmeklerde hem fenolik madde miktarı hem de diyet lif miktarı artış göstermiştir. Buna ek olarak in vitro çalışmalar da yapılmış ve ekmeklerde enginar sapı tozu oranının artışıyla beraber vücuda alınan polifenollerin bağırsaklardaki salınım oranlarının da arttığı gözlenmiştir. Sonuç olarak ise enginar sapı tozunun ekmek gibi ürünlerde kullanılabilecek alternatif bir fonksiyonel bileşen olduğu belirlenmiştir [125].

4.5.7 Ekmeklerde Toplam Antioksidan Kapasite (TAK)

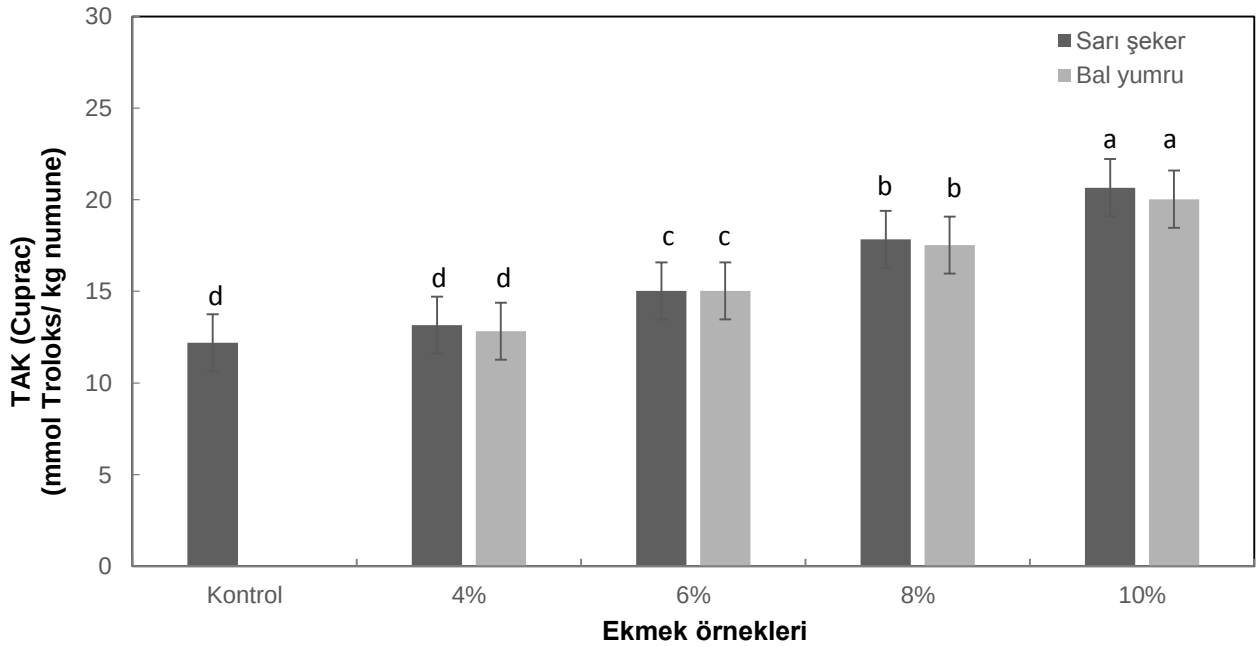
Her bir antioksidan, farklı radikal formlara karşı farklı antioksidan aktivite gösterdiği için antioksidan kapasitenin belirlenmesinde ORAC, DPPH, CUPRAC gibi klasik antioksidan kapasite ölçüm analizlerinin hiçbirisi biri tek başına yeterli olmamaktadır. Bu nedenle araştırmacılar, gıdaların gerçek antioksidan kapasitesini değerlendirmek ve antioksidan aktivite mekanizmasını açıklamak için birden fazla yöntemin gerekli olduğunu belirtmektedir [126]. Sonuç itibarıyla yer bademi sütü yan ürünü katkılı ekmeklerin ve kontrol ekmeğin toplam antioksidan kapasite değerleri DPPH ve CUPRAC olmak üzere iki farklı yöntemle ölçülmüştür.

Antioksidan bileşiklerin ekstraksiyon verimliliğini artırmak için geleneksel kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin yanı sıra mikrodalga, ultrasonik, vurgulu elektrik alan, basınçlı sıvı ekstraksiyonu ve süperkritik sıvı ekstraksiyonu gibi diğer geleneksel olmayan teknikler de geliştirilmeye başlanmıştır. Bununla birlikte, gıda yapısında mevcut olan tüm antioksidan bileşiklerin çözünmesi için benzersiz bir çözücü, karışım ya da özütleme yöntemi bulunmadığı için elde edilen ekstraktlar söz konusu gıdaların toplam antioksidan kapasitesini temsil etmemektedir [126]. Bu sebeplerden ötürü ekmeklerin toplam antioksidan kapasiteleri Quencher metoduna göre ölçülmüştür. Bu metod, gıda örneklerinde ekstraksiyon veya hidrolize gerek olmaksızın antioksidan kapasitesini belirleme fırsatı vermektedir. Ayrıca gıdada bulunan hidrofilik ve lipofilik antioksidanların hem serbest hem de bağlı formlarının tümü bu yöntemle ölçülebilmektedir [71].

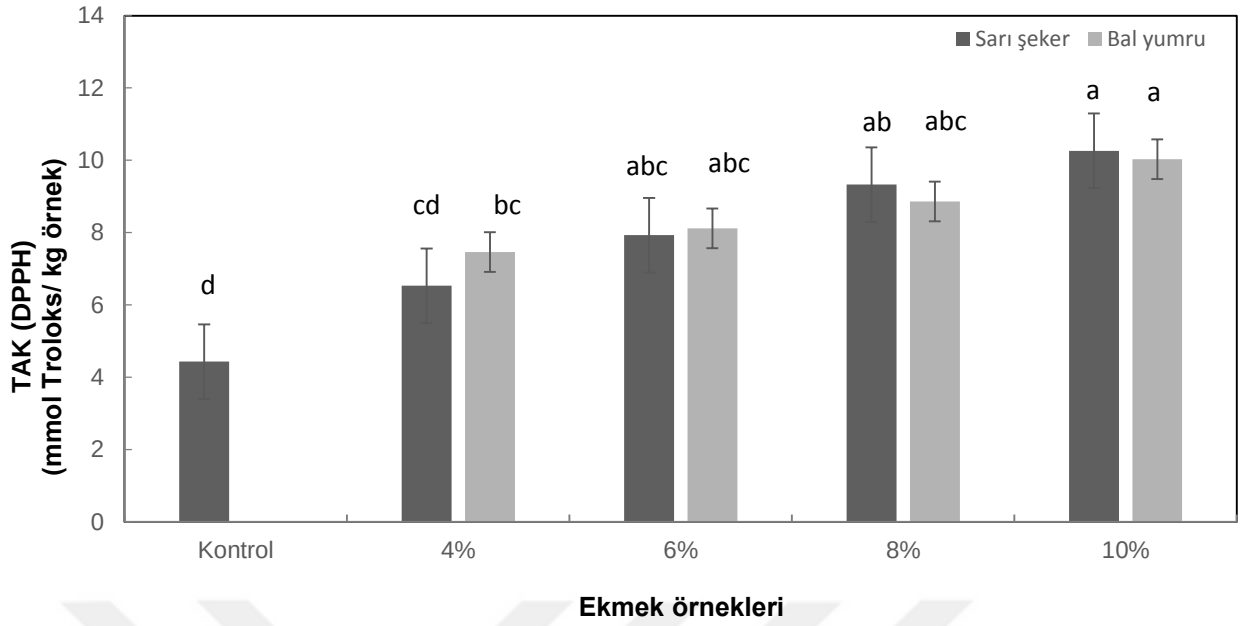
Ekmek formülasyonu, buğday unu çeşidi, pişirme süresi ve sıcaklık gibi ekmek yapım değişkenleri ekmeğin toplam antioksidan kapasitesini etkilemektedir. Ayrıca pişirme sırasındaki sıcaklık artışı ile birlikte Maillard reaksiyonu gerçekleştiği ve bu reaksiyonun ekmek kabuğundaki yüksek molekül ağırlıklı melanoidinlerin oluşumunu stimüle ettiği bildirilmiştir [70].

Değişik oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin Quencher_{CUPRAC} ve Quencher_{DPPH} yöntemleri ile ölçülen TAK değerleri Şekil 4.6 ve 4.7’de verilmiştir. Quencher_{CUPRAC} yöntemi ile yapılan analiz verilerine göre toplam antioksidan kapasitesi değerleri formülasyonda yer bademi sütü yan ürünü miktarı ile doğru orantılı şekilde artış göstermiş ve bu artışlar istatistiksel açıdan önemli düzeyde olmuştur. Ekmek örneklerinin TAK değerlerindeki bu doğru orantılı artış, yer bademi sütü yan ürünlerinin antioksidan madde özellikle de diyet antioksidanları yönünden zengin olmalarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca Quencher metoduna göre yapılan analizde, numunelerin alkol-

su çözeltisi içerisinde ekstraksiyonlarının sağlandığı ve yalnızca çözünebilen antioksidan maddelerin kapasitelerinin belirlenebildiği yöntemlerin aksine bağlı antioksidanların da ölçüme dahil edilmesiyle daha yüksek ve güvenilir TAK sonuçlarına ulaşılmıştır. En yüksek TAK değeri 20,69 mmol TR/ kg numune ile %10 oranında yan ürün içeren ekmeğin sarı şeker çeşidinde, en düşük TAK değeri ise 12,2 mmol TR/ kg numune ile kontrol ekmekte bulunmuştur. Quencher_{CUPRAC} analizleri için yapılan Tukey değerlendirmeleri sonucunda farklı yer bademi çeşitlerinden elde edilen sütün yan ürünlerini aynı oranda içeren ekmeklerin TAK değerleri birbirine yakın bulunmuştur ve istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı değildir ($p \leq 0,05$).



Şekil 4.6 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin toplam antioksidan kapasite değerleri (Quencher_{CUPRAC}) (mmol Trolox/ kg örnek)



Şekil 4.7 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin toplam antioksidan kapasite değerleri (Quencher_{DPPH}) (mmol Trolox/ kg örnek)

Ekmeklerin toplam antioksidan kapasitesi değerlerinin belirlenmesinde kullanılan diğer yöntem olan Quencher_{DPPH} verileri incelendiğinde ise yapılan Tukey harflendirmelerine göre %10, %8 ve %6 oranında yan ürün içeren grupların birbirine benzer olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde % 4 ve %6 oranında yan ürün içeren ekmek gruplarının TAK değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Kontrol grup ise %4 oranında sarı şeker yan ürünü içeren grup haricinde hiçbir grupta benzerlik göstermemiş olup TAK değerleri anlamlı düzeyde ($p \leq 0,05$) düşük bulunmuştur. Ayrıca bu yöntemle göre en yüksek TAK değeri 10,36 mmol TR/ kg numune ile %10 oranında yan ürün içeren ekmeğin sarı şeker grubunda, en düşüğü ise 4,48 mmol TR/ kg numune değeri ile kontrol ekmekte bulunmuştur. TAK ölçüm yöntemleri kendi aralarında değerlendirildiğinde ise Quencher_{CUPRAC} metodunda ekmeklerin TAK değerleri arasında anlamlı düzeyde farklılıklar bulunmuşken Quencher_{DPPH} metodu verilerine göre yukarıda belirtildiği gibi farklı oranlarda yan ürün içeren bazı ekmek grupları arasında benzerlikler bulunmuştur. Bunun sebebinin Cuprac yönteminin DPPH yöntemine göre sıcaklık, sterik etkiler, çözünmüş oksijen, nem ve gün ışığı gibi faktörlere karşı daha az duyarlılık göstermesi olabileceği düşünülmektedir. Kontrol grubu TAK değerleri ise her iki yöntemde de diğer gruplara göre farklılık göstermiştir. Ekmeklerin toplam antioksidan kapasite ölçümlerinin Quencher_{CUPRAC}

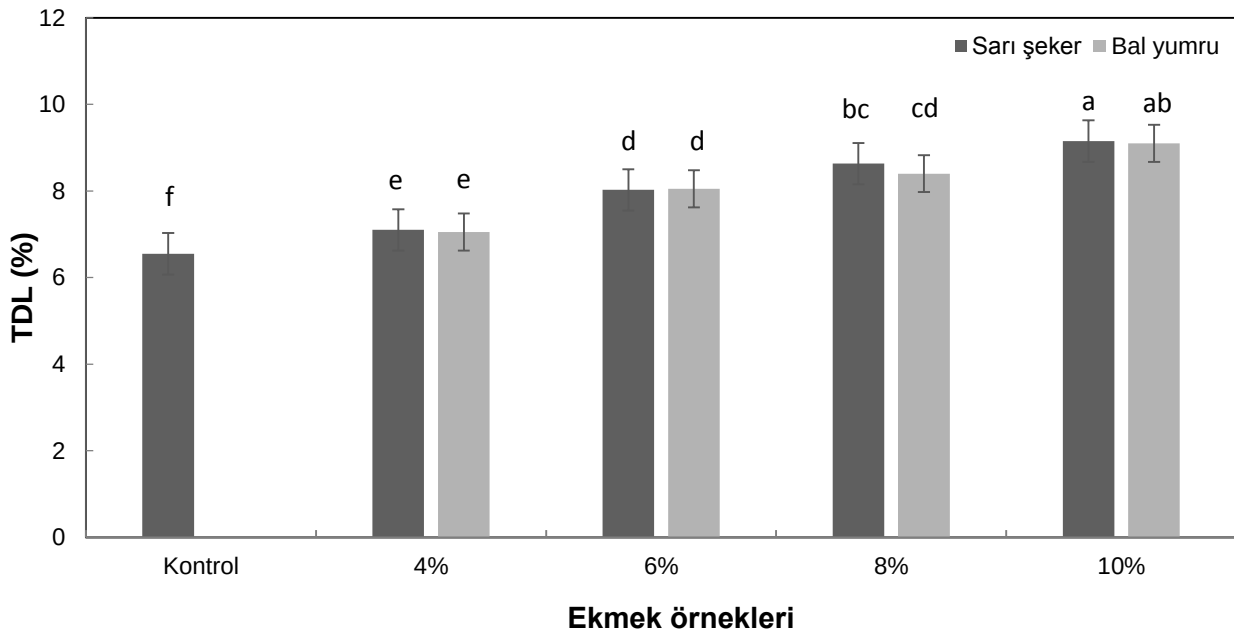
ve Quencher_{DPPH} yöntemlerine göre istatistiksel analiz verileri sırasıyla Ek B8 ve Ek B9'da sunulmuştur.

Başka bir çalışmada, yeşil çay tozunun tam buğday ekmeğinin antioksidan özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak ise yeşil çay tozu katkılı ekmeklerin antioksidan kapasitelerinin bu çalışmaya benzer olarak kontrol ekmeğe göre belirgin düzeyde arttığı ve yeşil çay tozunun ekmekleri fonksiyonel gıda yönünden geliştirdiği belirlenmiştir [127].

4.5.8 Ekmeklerde Toplam Diyet Lif

Diyet lifi, sindirim enzimlerine karşı dirençli oligosakkaritler veya polisakkaritler olup tahıllarda yüksek miktarlarda bulunmaktadır [109], [112]. Selüloz, hemiselüloz, pektik bileşenler, gamlar ve dirençli nişasta diyet lif çeşitlerdendir [112]. Diyet lifler fonksiyonel ve teknolojik özellikleri nedeniyle gıda formülasyonlarında sıklıkla kullanılmakta olup aynı zamanda son yıllarda önemi giderek artan ve düşük enerji değerine sahip diyet ürünlerin de temel bileşenini oluşturmaktadır. Ayrıca sağlık üzerine de çok sayıda olumlu etkileri bulunmaktadır [109].

Diyet lifler gıdalara su tutma kapasitesi, yağ tutma kapasitesi, emülsiyon kapasitesi gibi bazı fonksiyonel/teknolojik özellikler de kazandırmaktadır. Bu özellikler ise sineresizi önlemekte, tekstürel yapıyı düzenlemekte ve raf ömrünü korumaktadır [112].



Şekil 4.8 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmekler ve kontrol ekmeğinin toplam diyet lif oranları (%)

Yer bademi sütü yan ürününü değişik oranlarda içeren ekmekler ve kontrol ekmeğin toplam diyet lif oranları Şekil 4.8’de verilmiştir. En düşük TDF oranı kontrol ekmekte %6.55, en yüksek TDF oranı ise %10 oranında yan ürün içeren ekmeğin sarı şeker grubunda %9.15 olarak bulunmuştur. Yapılan tek yönlü ANOVA’ya göre TDF miktarı, yer bademi sütü yan ürünü içeren tüm ekmeklerde kontrol ekmeğe göre istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir ($p \leq 0,05$). Ayrıca ekmeklerde yan ürünlerin katkı oranı arttıkça TDF oranlarındaki artış da istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$). Diğer taraftan, sarı şeker ve bal yumru olmak üzere iki farklı yan ürün çeşidini aynı oranda içeren ekmekler birbirine benzerlik göstermektedir. Sonuç olarak yer bademi sütü yan ürünlerinin, ekmek ve bisküvi gibi fırıncılık ürünlerinde iyi bir diyet lif kaynağı olarak değerlendirilebileceği belirlenmiştir. Daha önce de hem buğday ekmeğinde hem de glutensiz ekmeklerde toplam diyet lif miktarını artırmayı hedefleyen benzer çalışmalar yapılmıştır [128], [129]. Gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonuçları Ek B10’da verilmiştir.

4.5.9 Ekmeklerin Duyusal Değerlendirmesi

Değişik oranlarda yer bademi sütü yan ürünü ilave edilerek pişirilmiş ekmekler panelistlere sunulmuş ve ekmekleri şekil, renk, koku, gözenek yapısı, çiğnenebilirlik ve genel beğeni özellikleri açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Değerlendirmeler hedonik skalada 5 puan üzerinden yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.10’da verilen duyusal değerlendirme puanlarında Tukey harflendirmesi yapılmış olup farklı harfler ile belirtilen değerler istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir ($p \leq 0.05$). Bu değerlendirmelere göre, şekil simetrisinde en yüksek puanı 4.14’le %10 oranında yan ürün içeren ekmek almıştır. Ayrıca ilave edilen yan ürün oranı arttıkça ekmeklerin almış olduğu puanlar artmış yalnızca %6 oranında yan ürün içeren ekmeğin puanındaki azalmayla bir dalgalanma yaşanmıştır. Yapılan Tukey harflendirmelerine göre ise yalnızca %10 katkılı ekmekle kontrol ekmek arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Kabuk rengi puanları ise kontrol grubundan başlayarak %6 katkı oranına kadar artış gösterip %8 ve %10 katkı oranlarında düşüşe geçmiştir. İç renk kriterinde kontrol ekmek ile %4 ve %6 oranında yan ürün içeren ekmekler aynı puanları (4.43) almışlar ancak kabuk rengiyle benzer şekilde %8 ve %10 katkılı ekmeklerde puanlar azalmıştır. Renk değerlendirmesi özetlenecek olursa, %6 oranının üzerindeki yan ürün ilavesi ekmeklerde hem kabuk rengini hem de iç rengi olumsuz etkilemiştir. Ekmeğin

gözenek yapısı değerlendirildiğinde ise kontrol ekmekle %4 katkılı ekmek birbirine yakın ve yüksek puanlar almış olup devamında artan yan ürün oranı ile ters orantılı olarak alınan puanlar düşmüştür. Buna göre yan ürün katkısının ekmeğin gözenek yapısını zayıflattığı sonucuna varılmıştır. Ekmeklerin koku, çiğnenebilirlik, tat ve aroma özelliklerinde ise en iyi puanı %6 katkılı ekmek almış olup bu oranın aşılması ekmekleri olumsuz yönde etkilemiş ve puanlarda azalma görülmüştür. Muz kabuğunun doğal bir diyet lif kaynağı olarak ekmeğe farklı oranlarda ilave edildiği bir çalışmada da diyet lif katkılı ekmekler çiğneme özellikleri açısından kontrol ekmeğe göre anlamlı bir farklılıkla daha yüksek puanlar almıştır [130]. Ayrıca kabuk rengi, iç renk, gözenek, koku, çiğneme ve tat-aroma kriterlerinde istatistiksel yönden anlamlı farklılık bulunmamıştır. Son olarak ekmek numunelerinin genel beğeni değerlendirmesinde 4.29'la en yüksek puanı %6 oranında yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmek almıştır. Diğer kriterlerde olduğu gibi genel beğeni değerlendirmesinde de ekmek grupları istatistiki açıdan birbirine benzer bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

Tüm bunlara ek olarak, genel beğeni değerlendirmesinde yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerin tümü kontrol grubuna göre daha yüksek puanlar almıştır. Ancak panelistler ekmeklerde yer bademi sütü yan ürünü ilavesini %6 oranına kadar tercih etmiş ve bu katkı oranının üzerindeki ekmeklere daha düşük puanlar almıştır. Yapılan başka bir çalışmada ise limon posasından elde edilen lifler ekmeğe %3, %6 ve %9 oranlarında ilave edilmiş ve benzer şekilde %6 katkı oranının aşılması durumu ekmeğin duyu özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir [131]. Ekmeklerin duyu değerlendirmelerinin istatistiksel analiz sonuçları Ek B11'de sunulmuştur.

Çizelge 4.11 Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerin duyusal değerlendirilmesi

Ekmeğin Dış Özellikleri (0-5 P)		Ekmeğin İç Özellikleri (0-5 P)						Genel kabul (0-5 P)	
Yan ürün oranı (%)	Şekil simetrisi	Kabuk rengi	İç Renk	Gözenek	Koku	Çiğneme	Tat-aroma		
0	2,43 ± 1,282 ^b	3,29 ± 1,116 ^a	4,43 ± 0,756 ^a	3,71 ± 1,069 ^a	3,29 ± 1,069 ^a	3,14 ± 1,996 ^a	2,86 ± 1,246 ^a	3,14 ± 0,916 ^a	
4	3,86 ± 0,678 ^{ab}	3,5 ± 1,39 ^a	4,43 ± 0,756 ^a	4 ± 0,99 ^a	3,29 ± 1,195 ^a	3,57 ± 1,165 ^a	2,71 ± 1,414 ^a	3,29 ± 0,756 ^a	
6	2,86 ± 0,991 ^{ab}	3,86 ± 0,926 ^a	4,43 ± 0,756 ^a	3,43 ± 0,821 ^a	4,57 ± 0,518 ^a	4 ± 1,1 ^a	3,71 ± 0,923 ^a	4,29 ± 0,704 ^a	
8	3,71 ± 0,530 ^{ab}	2,14 ± 0,904 ^a	3,57 ± 1,100 ^a	3,57 ± 1,100 ^a	3,57 ± 1,165 ^a	3,86 ± 0,863 ^a	3,29 ± 1,237 ^a	3,57 ± 0,799 ^a	
10	4,14 ± 0,886 ^a	2,57 ± 1,462 ^a	3,57 ± 1,165 ^a	3,57 ± 0,916 ^a	3,43 ± 1,061 ^a	4 ± 0,9 ^a	2,86 ± 1,148 ^a	3,29 ± 1,116 ^a	

Sonuçlar ortalama değer olarak ve standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Sütunlardaki farklı harfler verilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir ($p \leq 0.05$).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; besleyici yönden zengin ve diyet lif oranı yüksek olan yer bademi sütü yan ürününün buğday ekmeğine farklı oranlarda (%0, 4, 6, 8,10) ilave edilmesi ile fonksiyonel bir özellik kazanmış ekmek üretiminin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Ekmek formülasyonlarında yer bademinin iki farklı çeşidinden (sarı şeker ve bal yumru) elde edilen sütün yan ürünleri kullanılmıştır. Yer bademi sütü yan ürünlerinin buğday ekmeğinin fiziksel, fonksiyonel ve kimyasal özelliklerine olan etkilerinin yanı sıra söz konusu yan ürünlerin de çeşitli özellikleri incelenmiştir.

Çalışma kapsamında öncelikle yan ürünlerin fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özellikleri değerlendirilmiştir. Sarı şeker çeşidin sütünden sağlanan yan ürünün nem, protein, yağ, mineral ve karbonhidrat miktarlarının tümü diğer yan üründen daha yüksek bulunmuştur. Buna göre besleyicilik yönünden, sarı şeker çeşidi yer bademinden üretilen sütün yan ürünü bal yumru çeşitten üretilene kıyasla daha fazla tercih edilebilir düzeydedir. Ayrıca karbonhidrat miktarı her iki yan üründe de kimyasal kompozisyonun en yüksek payını oluşturmuştur.

Ekmek hamurunun olgunlaşması, kuvvetli bir yapı oluşumu ve bunlara bağlı olarak ürün kalitesinin belirlenmesinde önemli rol oynayan su ve yağ tutma kapasiteleri, yan ürünlerde birbirlerine oldukça yakın değerler göstermiştir. Emülsiyon yapısının düzenlenmesinin ölçütleri olan emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi değerleri ekmek gibi fırıncılık ürünlerini olumlu yönde etkilemektedir ve bu değerler yer bademi sütü yan ürünlerinde buğday ununa göre oldukça yüksek bulunmuştur.

Yer bademi sütü yan ürünlerinin mineral madde miktarı değerlendirmesinde sodyum, magnezyum ve potasyum minerallerinin miktarı diğer mineral miktarlarına göre belirgin derecede daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Ayrıca bal yumru yer bademi çeşidinin sütünden elde edilen yan ürünün mineral madde miktarlarının sodyum minerali haricinde diğer yan ürüne göre daha fazla olduğu görülmektedir.

Uluslararası literatürde yer bademi yumrularının yapılarında antioksidatif etki gösteren fenolik bileşenler bulunduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde yer bademi yumrularından elde edilen yer bademi sütünde de belli bir oranda fenolik bileşen

bulunmaktadır. Yer bademi sütü yan ürünlerindeki fenolik madde miktarları da yüksek ve birbirine yakın değerlerde belirlenmiştir.

Yer bademi sütü yan ürünlerinin toplam antioksidan kapasiteleri ise ölçüm reaktifleri farklı etmenlere karşı duyarlılık gösterdiği ve karşılaştırma yoluyla daha doğru bir şekilde ifade edilebilmeleri için iki farklı yöntemle belirlenmiştir. Ayrıca hücre duvarına ve diyet liflere bağlı antioksidanların da ölçülebilmesi amacıyla Quencher metodu tercih edilmiştir. Quencher_{CUPRAC} sonuçları Quencher_{DPPH} sonuçlarına göre daha yüksek bulunmuştur.

Son zamanlarda doğal diyet lif kaynağı olarak kullanılabilecek materyaller önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Yer bademi sütü yan ürünleri de yüksek orandaki diyet lif içerikleriyle ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada kullanılan yan ürünlerin toplam diyet lif miktarları da yüksek bulunmuş ve bu miktarların elde edildikleri yer bademlerinin çeşitlerine göre önemli farklılıklar göstermediği görülmüştür.

Ekmeklerde ağırlık kaybı verileri değerlendirildiğinde, yer bademi sütü yan ürünlerinin yüksek miktarda diyet lif içermesi ve söz konusu diyet liflerin iyi derecedeki su tutma kapasitelerinden dolayı yan ürünlerin ilave edilme oranları arttıkça ekmeklerde ağırlık kaybı azalmıştır. Benzer şekilde yer bademi sütü yan ürünü katkı oranı arttıkça ekmeklerin özgül hacim değerleri de azalmıştır. Bu durum, farklı yer bademi çeşitlerinden üretilen sütün yan ürünlerinin her ikisi için de geçerlidir. Ayrıca yalnızca %8 ve %10 oranında yan ürün içeren ekmeklerle kontrol ekmek arasında anlamlı farklılık oluşmuştur.

Tekstür analizi sonuçlarına göre ekmeklerde artan yer bademi sütü yan ürünü ikamesi sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini artırıcı; iç yapışkanlık ve elastiklik değerlerini ise düşürücü yönde etki göstermiştir. İlaveten, %10 katkılı ekmek örneklerinin her ikisinde de yer bademi sütü yan ürünleri gluten ağını zayıflatmış ve bu durum söz konusu ekmek örneklerinin tüm tekstürel değerlerinde sapmalar yaşanmasına yol açmıştır.

Renk analizlerinde ise ekmek örneklerine değişik yüzde oranlarında katılan yan ürünlerin ekmeklerin hem kabuk hem de iç rengine olan etkileri değerlendirilmiştir. Kabuk rengi verilerine göre ΔE değerlerinin artan katkı oranıyla beraber artış gösterdiği ancak bu değişimin yani renk koyulaşmasının anlamlı düzeyde olmadığı gözlenmiştir. Diğer taraftan yer bademi sütü yan ürünü oranının artmasıyla ekmek

içindeki renk koyulaşmalarının daha belirgin düzeyde olduğu ve artan ΔE değerleri arasında anlamlı farklılık bulunduğu belirlenmiştir.

Farklı oranlarda yer bademi sütü yan ürünü içeren ekmeklerin fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla toplam fenolik madde ve toplam antioksidan kapasite analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre artan yan ürün yüzdesiyle beraber ekmeklerin hem toplam fenolik madde miktarları hem de toplam antioksidan kapasiteleri artış göstermiştir. Ayrıca toplam fenolik madde miktarında yer bademi sütü yan ürünü içeren tüm ekmek grupları, toplam antioksidan kapasite değerlerinde ise %6 ve üstü yan ürün yüzdelerine sahip ekmeklerle kontrol ekmek arasında anlamlı farklılık olduğu gözlemlenmiştir.

Ekmeklerde yapılan mineral madde tayininde sodyum, kalsiyum, demir, potasyum, magnezyum, mangan ve çinko minerallerinin miktarları ölçülmüştür. Yan ürün içeren ekmek örnekleri ve kontrol ekmekte en yüksek miktarda bulunan mineraller sırasıyla sodyum, potasyum ve magnezyum olmuştur. Yer bademi üzerine yapılan diğer çalışmalarda da mineraller yönünden zengin olduğu bildirilmiştir.

Diyet lif kaynağı olarak kullanılan yer bademi sütü yan ürünlerini farklı oranlarda içeren ekmeklerde toplam diyet lif analizi yapılmış ve artan yan ürün yüzdeleriyle doğru orantılı biçimde ekmeklerin toplam diyet lif miktarlarının da artış gösterdiği görülmüştür. Farklı yer bademi çeşitlerinden elde edilen sütün yan ürünlerini aynı oranlarda içeren ekmekler kendi aralarında kıyaslandıklarında ise istatistiki yönden aralarında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir. Ekmeklerde yapılan duyusal analizde ise genel beğeni kriterinde yer bademi sütü yan ürünü katkılı ekmeklerin tümü kontrol grubuna göre daha yüksek puanlar almıştır. Ancak en yüksek puanı %6 ikame oranına sahip ekmek çeşidi almış olup %8 ve %10 oranında yan ürün içeren ekmeklerin aldıkları puanlar azalma göstermiştir.

Tüm bu veriler değerlendirildiğinde, yer bademi sütü yan ürünlerinin hem yüksek diyet lif içeriği hem de antioksidan ve fenolik madde zenginliği yönünden ekmek üretiminde buğday unuyla beraber kullanılabilecek alternatif bir fonksiyonel bileşen olduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca söz konusu yan ürünlerin, ekmek örneklerinin özgül hacim değerlerini azaltıcı yönde etki göstermesine rağmen genel kalite özelliklerinin bu durumdan olumsuz etkilenmediği belirlenmiştir. Yer bademi çeşitleri olan sarı şeker ve bal yumrudan elde edilen sütlerin diyet lif özelliğindeki yan ürünleri

buğday ekmeğinin fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özelliklerini oldukça benzer şekilde etkilemişlerdir.

Yer bademi sütü yan ürünlerinin kullanımı ekmek haricinde farklı unlu gıdalarda da denenebilir ve yan ürünlerin belirlenmiş olan zengin besin içeriği yapılacak gelecek araştırmalarda kaynak olarak kullanılabilir. Buna ek olarak yer bademi sütü yan ürünleri farklı tahıl çeşidi unlarıyla (çavdar, arpa, mısır vb.) beraber kullanılıp diyet lif ve besinsel yönden zengin yeni ürün çalışmaları yapılabilir. Ayrıca bu çalışmanın devamı olarak buğday ununa farklı oranlarda katılan yer bademi sütü yan ürünlerinin hamur yapısına olan etkileri incelenebilir, değişik pişirme özelliklerinin ekmeklere olan etkileri araştırılabilir veya bu ekmek formülasyonlarını optimize etmek için daha ileri çalışmalar yapılabilir.



KAYNAKLAR

- [1] F.S. Reis, A. Martins, M.H. Vasconcelos, P. Morales, I.C.F.R Ferreira, Functional foods based on extracts or compounds derived from mushrooms, *Trends in Food Science and Technology* 66, 48-62, **2017**.
- [2] D. Barauskaite, J. Gineikiene, B.M. Fennis, V. Auruskeviciene, M. Yamaguchi, N. Kondo, Eating healthy to impress: How conspicuous consumption, perceived selfcontrol motivation, and descriptive normative influence determine functional food choices, *Appetite* 131, 59-67, **2018**.
- [3] E.I Bamishaiye and O.M. Bamishaiye, Tiger Nut: As A Plant, Its Derivatives And Benefits, *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 11 (5), 5158-5162, **2011**.
- [4] Anonim, Tigernut and Health, <https://www.tigernuts.com/tigernuts-health/> (Erişim tarihi: **14.09.2018**).
- [5] M.A. Belew and Abodunrin O.A, Preparation of Kunnu from unexploited rich food source: Tiger nut (*Cyperus esculentus*), *World Journal of Dairy and Food Sciences* 1, 19-21, **2006**.
- [6] Djomdi, R. Ejoh, R. Ndjouenkeu, Soaking behaviour and milky extraction performance of tiger nut (*Cyperus esculentus*) tubers, *Journal of Food Engineering* 78, 546-550, **2007**.
- [7] C.E. Chinma, O. Adewuyia, J.O. Abu, Effect of germination on the chemical, functional and pasting properties of flour from brown and yellow varieties of tigernut (*Cyperus esculentus*), *Food Research International* 42, 1004-1009, **2009**.
- [8] P.F. Builders, C.M. Chukwuemeka, K.A. Kenneth, M.A. Momoh, Effect of pH on the physicochemical and binder properties of tigernut starch. *Starch* 66, 281–293, **2014**.
- [9] J.A. Adejuyitan, Tigernut Processing: Its food uses and health benefits. *American Journal of Food Technology* 6 (3), 197-201, **2011**.

- [10] Y. Coşkuner, R. Ercan, E. Karababa, A.N. Nazlıcan, Physical and chemical properties of chufa (*Cyperus esculentus* L) tubers grown in the Çukurova region of Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 82, 625-631, **2002**.
- [11] E. Rosello-Soto, M.M. Poojary, F.J. Barba, M. Koubaa, J.M. Lorenzo, J. Manes, J.C. Molto, Thermal and non-thermal preservation techniques of tiger nuts' beverage "horchata de chufa", Implications for food safety, nutritional and quality properties. *Food Research International* 105, 945-951, **2018**.
- [12] A.A. Badejo, B. Olawoyin, S.O. Salawu, O.S. Fasuhanmi, A.A. Boligon, V.N. Enujiugha, Antioxidative potentials and chromatographic analysis of beverages from blends of gluten-free acha (*Digitaria exilis*) and tigernut (*Cyperus esculentus*) extracts. *Food Measure* 11694-017-9593-3, **2017**.
- [13] E. Sanchez-Zapata, J. Fernandez-Lopez, J.A. Perez-Alvarez, Tiger Nut (*Cyperus esculentus*) Commercialization: Health Aspects, Composition, Properties, and Food Applications, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 11, 366-377, **2012**.
- [14] S.O. Yeboah, Y.C. Mitei, J.C. Ngila, L. Wessjohann, J. Schmidt, Compositional and structural studies of the oils from two edible seeds: Tiger nut, *Cyperus esculentus*, and asiato, *Pachira insignis*, from Ghana, *Food Research International* 47, 259–266, **2012**.
- [15] R.A. Ejoh, D.R. Ndjouenkeu, Characteristics of Tigernut (*Cyperus esculentus*) tubers and their performance in the production of a milky drink, *Journal of Food Processing and Preservation* 30, 145–163, **2006**.
- [16] E. Martin-Esparza, C. Gonzalez-Martinez, Horchata de Chufa: A Traditional Spanish Beverage with Exceptional Organoleptic, Nutritive, and Functional Attributes, *Functional Properties of Traditional Foods* 12, 371-375, **2016**.
- [17] A.K. Oladele, J.O. Aina, Chemical composition and functional properties of flour produced from two varieties of tigernut (*Cyperus esculentus*), *African Journal of Biotechnology* 6 (21), 2473-2476, **2007**.
- [18] B.I.O Ade-Omowaye, B.A. Akinwande, I.F. Bolarinwa, A.O. Adebisi, Evaluation of tigernut (*Cyperus esculentus*) -wheat composite flour and bread, *African Journal of Food Science* 2, 087-091, **2008**.

- [19] R.V. Preedy, R.R Watson, V.B. Patel, Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention, O.A Olaoye, B.I.O., Ade-Omowaye (Eds), *Elsevier*, Chapter 17, **2011**.
- [20] Anonim, Tigernuts, <https://www.tigernuts.com/products/tigernuts-flour/>, (Erişim tarihi: **18.09.2018**).
- [21] M.E. Martin-Esparza, M.D. Raigon, A. Raga, A. Albors, Functional, Thermal and Rheological Properties of High Fibre Fresh Pasta: Effect of Tiger Nut Flour and Xanthan Gum Addition, *Food and Bioprocess Technology* 11, 2131–2141, **2018**.
- [22] A.T. Çınar, Kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırında pişirilmek üzere hazırlanan yer bademi unu içeren glutensiz bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri ve bisküvilerin kalite özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **2018**.
- [23] O. Lasekan, S.M. Abdulkarim, Extraction of oil from tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) with supercritical carbon dioxide (SC-CO₂), *Food Science and Technology* 47 (2), 287-292, **2012**.
- [24] I. Codina-Torrella, B. Guamis, V. Ferragut, A.J. Trujillo, Potential application of ultra-high pressure homogenization in the physico-chemical stabilization of tiger nuts' milk beverage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 40, 42-51, **2017**.
- [25] C. Cortes, M.J. Esteve, A. Frigola, F. Torregrosa, Quality characteristics of horchata (a Spanish vegetable beverage) treated with pulsed electric fields during shelf-life, *Food Chemistry* 91 (2), 319-325, **2005**.
- [26] A.O. Alabi, K.A. Babalola, O.O. Elutilo, O.A. Adeoti, Comparative Evaluation of Properties of Tigernuts and Cocoyam Starches, *Science and Engineering Perspectives* 11,11-13, **2016**.
- [27] M.O. Aremu, İ. Hashim, S.O. Aremu, Lipid Composition of Black Variety of Raw and Boiled Tigernut (*Cyperus Esculentus* L.) Grown in North-East Nigeria, *Pakistan Journal of Nutrition* 15 (5), 427-438, **2016**.
- [28] E.R. Chukwuma, N. Obioma, O.I. Christopher, The Phytochemical Composition and Some Biochemical Effects of Nigerian Tigernut (*Cyperus esculentus* L.) Tuber, *Pakistan Journal of Nutrition* 9 (7), 709-715, **2010**.

- [29] J.A. Adejuyitan, E.T. Otunola, E.A. Akande, I.F. Bolarinwa, F.M. Oladokun, Some physicochemical properties of flour obtained from fermentation of tigernut (*Cyperus esculentus*) sourced from a market in Ogbomoso, Nigeria, *African Journal of Food Science* 3(2), 51-55, **2009**.
- [30] E. Rosello-Soto, M.M. Poojary, F.J. Barba, M. Koubaa, J.M. Lorenzo, J. Manes, J.C. Molto, Tiger nut and its by-products valorization: From extraction of oil and valuable compounds to development of new healthy products, *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 45, 306-312, **2018**.
- [31] N. Raak, C. Symmank, S. Zahn, J. Aschemann-Witzel, H. Rohm, Processing- and product-related causes for food waste and implications for the food supply chain, *Waste Management* 61, 461-472, **2017**.
- [32] E. Sanchez-Zapata, E. Fuentes-Zaragoza, J. Fernandez-Lopez, E. Sendra, E. Sayas, C. Navarro, J.A. Perez-Alvarez, Preparation of Dietary Fiber Powder from Tiger Nut (*Cyperus esculentus*) Milk ("Horchata") Byproducts and Its Physicochemical Properties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57, 7719–7725, **2009**.
- [33] S. Verdu, J.M. Barat, C. Alava, R. Grau, Effect of tiger-nut (*Cyperus esculentus*) milk co-product on the surface and diffusional properties of a wheat-based matrix, *Food Chemistry* 224, 69–77, **2017**.
- [34] I.D. Williams, F. Schneider, F. Syversen, The "food waste challenge" can be solved, *Waste Management* 41, 1-2, **2015**.
- [35] E. Sanchez-Zapata, E. Fuentes-Zaragoza, M. Viuda-Martos, J. Fernandez-Lopez, E. Sendra, E. Sayas, J.E. Perez-Alvarez, Reclaim of the By-Products from "Horchata" Elaboration Process, *Food Bioprocess Technology* 5, 954–963, **2012**.
- [36] E. Sanchez-Zapata, C.M. Munoz, E. Fuentes, J. Fernandez-Lopez, E. Sendra, E. Sayas, C. Navarro, J.A. Perez-Alvarez, Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. *Meat Science* 85, 70–76, **2010**.
- [37] E. Sanchez-Zapata, E. Fuentes-Zaragoza, E. Sayas, E. Sendra, M. Viuda-Martos, J. Fernandez-Lopez, J.A. Perez-Alvarez, Technological characteristics of pork burger as influenced by tiger nut liquid co-product, Proceedings of 58th Reciprocal Meat Conference, **2005**.

- [38] J.W. Anderson, T.J. Hanna, X. Peng, R.J. Kryscio, Whole grain foods and heart disease risk, *Journal of The American College of Nutrition* 19, 291-299, **2000**.
- [39] L. Saulniera, P.E. Sadoa, G. Branlardb, C. Gilles, F. Guillona, Wheat arabinoxylans: Exploiting variation in amount and composition to develop enhanced varieties, *Journal of Cereal Science* 46, 261-281, **2007**.
- [40] N.A.M. Eskin, F. Shahidi, Biochemistry of Foods, K. Zhou, M. Slavin, H. Lutterodt, M. Whent, N.A.M. Eskin, L. Yu (Eds), *Elsevier*, Chapter 1, **2013**.
- [41] J. Montonen, P. Knekt, R. Jarvinen, A. Aromaa, A. Reunanen, Whole-grain and fiber intake and the incidence of type 2 diabetes, *American Journal Clinical Nutrition* 77, 62-92, **2003**.
- [42] S. Dursun, A. Yapar, İ. Çelik, Kadife Balığı (Tinca tinca L., 1758) Etiyle Zenginleştirmenin Hamurun Reolojik Özellikleri ve Ekmeğin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi, *Electronic Journal of Food Technologies* 4, 44-58, **2009**.
- [43] M. Swieca, U. Gawlik-Dzikia, L. Seczyka, D. Dziki, M. Sikora, Interactions of green coffee bean phenolics with wheat bread matrix in a model of simulated in vitro digestion, *Food Chemistry* 258, 301-307, **2018**.
- [44] N.F. Che Pa, N.L. Chin, Y.A. Yusof, N.A. Aziz, Power Ultrasound Assisted Mixing Effects on Bread Physical Properties, *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 2, 60-66, **2014**.
- [45] R.V. Preedy, R.R. Watson, V.B. Patel, Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention, C.M. Rosell (Eds), *Elsevier*, Chapter 1, **2011**.
- [46] H.J.S. Finch, A.M. Samuel, G.P.F. Lane Lockhart & Wiseman's Crop Husbandry Including Grassland, *Elsevier*, Chapter 13, **2014**.
- [47] R.C. Hosney, Principles of cereal science and technology, AACC Inc. 2, 229-261, **1994**.
- [48] L. Tebben, Y. Shen, Y. Li, Improvers and functional ingredients in whole wheat bread: A review of their effects on dough properties and bread quality, *Trends in Food Science & Technology* 81, 10-24, **2018**.
- [49] C.M. Rosell, C. Benedito, Commercial starters in Spain, *Food Science And Technology* 9, 225-243, **2003**.

- [50] N. Dhen, I.B. Rejeb, H. Boukhris, C. Damergi, M. Gargouri, Physicochemical and sensory properties of wheat- Apricot kernels composite bread, *Food Science and Technology* 95, 262-267, **2018**.
- [51] A. Sirbu, C. Arghire, Functional bread: Effect of inulin-type products addition on dough rheology and bread quality, *Journal of Cereal Science* 75, 220-227, **2017**.
- [52] M. Blandino, M. Locatelli, A. Gazzola, J.D. Coisson, S. Giacosa, F. Travaglia, M. Bordiga, A. Reyneri, L. Rolle, M. Arlorio, Hull-less barley pearling fractions: Nutritional properties and their effect on the functional and technological quality in bread-making, *Journal of Cereal Science* 65, 48-56, **2015**.
- [53] Şen, H., Bazı Doğal Bitkisel Katkıların Ekmek Hamurunun Reolojik Özellikleri İle Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, **2013**.
- [54] Erdoğan, S.S., Elma Posası Tozunun Antioksidan Aktivitesi İle Fenolik Bileşenlerinin Belirlenerek Ekmek Yapımında Kullanım Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, **2010**.
- [55] Erdemir, Z.Ş., Isıl İşlem Görmüş Bakla Ezme Tozunun Ekmek Yapımında Kullanımı Ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, **2015**.
- [56] N. Aguilar, E. Albanell, B. Minarro, M. Capellas, Chickpea and tiger nut flours as alternatives to emulsifier and shortening in gluten-free bread, *Food Science and Technology* 62, 225-232, **2015**.
- [57] Bagchi D., Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World, T.Bahorun, V.S. Neergheen-Bhujun, M. Dhunoo, O.I. Aruoma (Eds), *Food Science and Technology* 2, Chapter 23, **2014**.
- [58] S. Lopez-Varela, M. Gonzalez-Gross, A. Marcos, Functional foods and the immune system: A Review, *European Journal of Clinical Nutrition* 56, 29–33, **2002**.
- [59] Q. Ye, N. Georges, C. Selomulya, Microencapsulation of active ingredients in functional foods: From research stage to commercial food products, *Trends in Food Science and Technology* 78, 167-179, **2018**.
- [60] M.B. Roberfroid, Prebiotics and probiotics: are they functional foods?, *American Journal Clinical Nutrition* 71, 1682-1687, **2000**.

- [61] D. Vitapole, Functional Dairy Products, John Libbey Eurotext, **2000**.
- [62] E. Sanchez-Zapata, J. Fernandez-Lopez, J.A. Perez-Alvarez, J. Soares, S. Sousa, M.P. Gomes, M.E. Pintado, In vitro evaluation of “horchata” co-products as carbon source for probiotic bacteria growth, *Food and Bioproducts Processing* 91, 279–286, **2013**.
- [63] E. Almeida Lopes, Y.K. Chang, C. Joy Steel, Dietary fibre sources in bread: Influence on technological quality, *Food Science and Technology* 50, 545-553, **2013**.
- [64] WHO, Report of Commission on ending childhood obesity, Geneva, Switzerland, **2016**.
- [65] I.A. Brownlee, P.I. Chater, J.P. Pearson, M.D. Wilcox, Dietary fibre and weight loss: Where are we now?, *Food Hydrocolloids* 68, 186-191, **2017**.
- [66] V. Benitez, R.M. Esteban, E. Moniz, N. Casado, Y. Aguilera, E. Molla, Breads fortified with wholegrain cereals and seeds as source of antioxidant dietary fibre and other bioactive compounds, *Journal of Cereal Science* 82, 113-120, **2018**.
- [67] E.K. Arendt, F.D. Bello, Gluten-Free Cereal Products and Beverages, H. Goesaert, C.M. Courtin, J.A. Delcour (Eds), *Food Science and Technology*, Chapter 11, **2008**.
- [68] AACC, All dietary fiber is fundamentally functional, AACC Dietary Fiber Technical Committee, **2003**.
- [69] M.A. Kurek, J. Wyrwicz, S. Karp, A. Wierzbicka, Particle size of dietary fiber preparation affects the bioaccessibility of selected vitamin B in fortified wheat bread, *Journal of Cereal Science* 77, 166-171, **2017**.
- [70] Y. Shen, G. Chen, Y. Li, Bread characteristics and antioxidant activities of Maillard reaction products of white pan bread containing various sugars, *Food Science and Technology* 95, 308-315, **2018**.
- [71] V. Gökmen, A. Serpen, V. Fogliano, Direct measurement of the total antioxidant capacity of foods: The ‘QUENCHER’ approach, *Trends in Food Science and Technology* 20, 278-288, **2009**.

- [72] A.N. Tufan, S.E. Çelik, M. Özyürek, K. Güçlü, R. Apak, Direct measurement of total antioxidant capacity of cereals: QUENCHER-CUPRAC Method, *Talanta* 108, 136-142, **2013**.
- [73] A. Serpen, E. Capuano, V. Fogliano, V. Gökmen, A new procedure to measure the antioxidant activity of insoluble food components, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 7676-7681, **2007**.
- [74] I.F.F. Benzie, S.W. Choi, Antioxidants in Food: Content, Measurement, Significance, Action, Cautions, Caveats, and Research Needs, *Advances in Food and Nutrition Research* 71, 1-46, **2014**.
- [75] M. Herrero, A. Cifuentes, E. Ibanez, Sub- and supercritical fluid extraction of functional ingredients from different natural sources: Plants, food-by-products, algae and microalgae: A review, *Food Chemistry* 98, 136-148, **2006**.
- [76] M. Carrocho, P. Morales, I.C.F.R. Ferreira, Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives, *Trends in Food Science and Technology* 71, 107-120, **2018**.
- [77] A. Serpen, V. Gökmen, N. Pellegrini, V. Fogliano, Direct measurement of the total antioxidant capacity of cereal products, *Journal of Cereal Science* 48, 816-820, **2008**.
- [78] Z. Berk, Food Process Engineering and Technology, *Food Science and Technology*, Chapter 1, **2013**.
- [79] M.C. Bourne, Food Texture and Viscosity Concept and Measurement, *Food Science and Technology*, Chapter 1, **2002**.
- [80] M. Jeltema, J. Beckley, J. Vahalik, Food texture assessment and preference based on Mouth Behavior, *Food Quality and Preference* 52, 160-171, **2016**.
- [81] J. Chen, L. Engelen, Food oral processing Fundamentals of eating and sensory perception, *Wiley Blackwell*, West Sussex, 159-176, **2012**.
- [82] T. Altuğ, Y. Elmacı, Gıdalarda Duyusal Değerlendirme, Meta Basım, **2005**.
- [83] E. Yaralı, Gıdalarda Duyusal Analizler, <http://www.akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/gidalarda%20duyusal%20analizler.pdf>, (Erişim tarihi: **12.11.2018**).

- [84] Milli Eğitim Bakanlığı, Duyusal Test Teknikleri, http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Duyusal%20Test%20Teknikleri.pdf, (Erişim tarihi: **12.11.2018**) .
- [85] AACC, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, Method: 08-01.01 (toplam kül), 30-10.01 (yağ), 44-01.01 (nem miktarı), 40-71.01, 32-07.01 (mineral), 46-30.01 (ham protein), 32-07.01 (toplam diyet lif), St Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, **1999**.
- [86] Çilek, B., In partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science in food engineering, The Degree of Master of Science, Middle East Technical University The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, **2012**.
- [87] B. Akdeniz, G. Sumnu, S. Sahin, Microencapsulation of phenolic compounds extracted from onion (*Allium cepa*) skin, *Journal of Food Processing and Preservation* 42, 1-8, **2018**.
- [88] G.L. Teixeira, S. Avila, P.S. Hornung, R.C. Turola Barbi, R. Hoffmann Ribani, Sapucaia nut (*Lecythis pisonis* Cambess.) flour as a new industrial ingredient: Physicochemical, thermal, and functional properties, *Food Research International* 109, 572-582, **2018**.
- [89] Büyüktuncel E., Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler, *Marmara Pharmaceutical Journal* 17, 93-103, **2013**.
- [90] R. Apak, B. Bekdeşer, M. Bener, A.N. Önem, Toplam Antioksidan Kapasite Tayini için CUPRAC Yöntemi Uygulama Föyü, 1-7, **2004**.
- [91] AACC, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, Method: 10-10B. Optimized Straight-Dough Bread Making Method. St Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, **1999**.
- [92] AACC, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, Method: 10-05, Guidelines for Measurement of Volume by Rapeseed Displacement, St Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, **1999**.
- [93] A. Rashidi, M.H. Nezhad, N. Rajabzadeh, M.S. Yarmand, S. Nemati, Frozen baguette bread dough I, Rheological behavior during storage, *Journal of Cereal Science* 72, 24-29, **2016**.

- [94] M.C. Lopez-Marcos, C. Bailina, M. Viuda-Martos, J.A. Perez-Alvarez, J. Fernandez-Lopez, Properties of Dietary Fibers from Agroindustrial Coproducts as Source for Fiber-Enriched Foods, *Food Bioprocess Technology* 8, 2400–2408, **2015**.
- [95] L. Sabikhi, M.H. Sathish Kumar, Fatty Acid Profile of Unconventional Seeds, *Advances in Food and Nutrition Research* 67, 141-177, **2012**.
- [96] S.M. Arafat, A.M. Gaafar, A.M. Basuny, S.L. Nassef, Chufa Tubers (*Cyperus esculentus* L.): As a New Source of Food, *World Applied Sciences Journal* 7 (2), 151-156, **2009**.
- [97] A. Vazquez-Ovando, G. Rosado-Rubio, L. Chel-Guerrero, D. Betancur Ancona, Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.), *Food Sciences and Technology* 42, 168-173, **2009**.
- [98] Y. Lario, E. Sendra, J. Garcia-Perez, C. Fuentes, E. Sayas-Barbera, J. Fernandez-Lopez, J.A. Perez-Alvarez, Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products, *Innovative Food Science Emerging Technology* 5, 113-117, **2004**.
- [99] S. Kurt, O. Zorba, The effects of different levels of non-fat dry milk and whey powder on emulsion capacity and stability of beef, turkey and chicken meats, *International Journal of Food Science and Technology* 40, 509–516, **2005**.
- [100] O. Aletor, A.A. Oshodi, K. Ipinmoroti, Chemical composition of common leafy vegetables and functional properties of their leaf protein concentrates, *Food Chemistry* 78, 63–68, **2002**.
- [101] L.C. Ndubuisi, Evaluation of food potentials of tigernut tubers (*Cyperus esculentus*) and its products (milk, coffee and wine), A Research Project Report, Nsukka, **2009**.
- [102] M. Adjepong, K. Valentini, C.A. Pickens, W. Li, W. Appaw, J. Fenton, Quantification of fatty acid and mineral levels of selected seeds, nuts, and oils in Ghana, *Journal of Food Composition and Analysis* 59, 43-49, **2017**.
- [103] Adjei-Duodu, T., Physical, Chemical and Functional Properties of Tiger Nuts (*Cyperus esculentus*) Selected from Ghana, Cameroon and UK Market (Spain). The Degree of Doctor of Philosophy, University of Plymouth School of Biological Sciences, United Kingdom, **2014**.

- [104] Anonim, Fenolik maddeler, <https://gidabilinci.com/fenolik-maddeler-bilesikler-nedir-faydalari-nelerdir>, (Erişim tarihi: **25 Kasım 2018**).
- [105] E. Rosello-Soto, F.J. Barba, J.M. Lorenzo, P.E.S. Munekata, B. Gomez, J.C. Molto, Phenolic profile of oils obtained from “horchata” by-products assisted by supercritical-CO₂ and its relationship with antioxidant and lipid oxidation parameters: Triple TOF-LC-MS-MS characterization, *Food Chemistry* 274, 865-871, **2019**.
- [106] A.K. Oladele, J.O. Adebawale, O.P. Bamidele, Phenolic profile and antioxidant activity of brown and yellow varieties of tigernut (*Cyperus esculentus* L.), *Nigerian Food Journal* 35 (1), 51-59, **2017**.
- [107] C.M. Ajila, K. Leelavathi, U.J.S. Prasada Rao, Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder, *Journal of Cereal Science* 48 (2), 319-326, **2008**.
- [108] L.M. Resende, A.S. Franca, L.S. Oliveira, Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants, *Food Chemistry* 270, 53-60, **2019**.
- [109] D. Dülger, Y. Şahan, Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri, *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University* 25 (2), 147-157, **2011**.
- [110] B.V. McCleary, The evolution of dietary fiber definitions and methods and the role of AACC International, *Cereal Foods World* 56, 103, **2011**.
- [111] T. Thompson, Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet, *Journal of the American Dietetic Association* 100 (11), 1389-1396, **2000**.
- [112] M. Elleuch, D. Bedigian, O. Roiseux, S. Besbes, C. Blecker, H. Attia, Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review, *Food Chemistry* 124 (2), 411-421, **2011**.
- [113] S. Ragaee, I. Guzar, N. Dhull, K. Seetharaman, Effects of fiber addition on antioxidant capacity and nutritional quality of wheat bread, *Food Science and Technology* 44 (10), 2147-2153, **2011**.

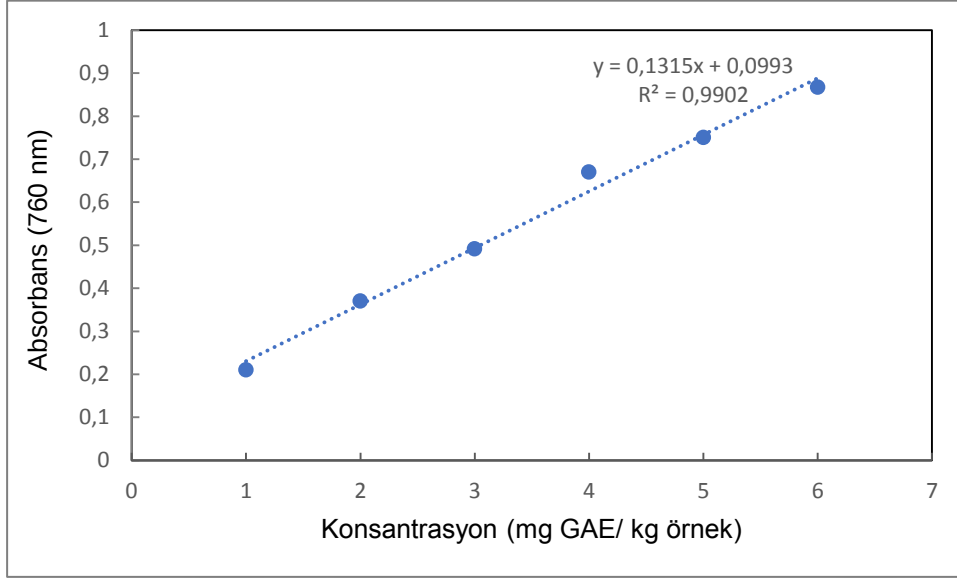
- [114] C.S. Hathorn, M.A. Biswas, P.N. Gichuhi, A.C. Bovell-Benjamin, Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweetpotato flour and high-gluten dough enhancers, *Food Science and Technology* 41 (5), 803-815, **2008**.
- [115] H. Chen, G.L. Rubenthaler, H.K. Leung, J.D. Baranowski, Chemical, Physical, and Baking Properties of Apple Fiber Compared with Wheat and Oat Bran, *Cereal Chemistry* 65 (3), 244-247, **1988**.
- [116] M. Anil, Using of Hazelnut Testa as a Source of Dietary Fiber in Breadmaking, *Journal of Food Engineering* 80, 61-67, **2007**.
- [117] A. Rashidi, M. HadiNezhad, N. Rajabzadeh, M.S. Yarmanda, S. Nemati, Frozen baguette bread dough II Textural and sensory characteristics of baked product, *Journal of Cereal Science* 70, 9-15, **2016**.
- [118] B. Lagrain, E. Wilderjans, C. Glorieux, J.A. Delcour, Importance of Gluten and Starch for Structural and Textural Properties of Crumb from Fresh and Stored Bread, *Food Biophysics* 7, 173–181, **2012**.
- [119] E. Besbes, V. Jury, J.Y. Monteau, A. Le Bail, Effect of baking conditions and storage with crust on the moisture profile, local textural properties and staling kinetics of pan bread, *Food Science and Technology* 58 (2), 658-666, **2014**.
- [120] L. Belghith Fendri, F. Chaari, M. Maaloul, F. Kallel, L. Abdelkafi, S. Ellouz Chaabouni, D. Ghribi-Aydi, Wheat bread enrichment by pea and broad bean pods fibers: Effect on dough rheology and bread quality, *Food Science and Technology* 73, 584-591, **2016**.
- [121] F. Bigne, M.C. Puppo, C. Ferrero, Fibre enrichment of wheat flour with mesquite (*Prosopis* spp.): Effect on breadmaking performance and staling, *Food Science and Technology* 65, 1008-1016, **2016**.
- [122] S. Bhol, S.J.D. Bosco, Influence of malted finger millet and red kidney bean flour on quality characteristics of developed bread, *Food Science and Technology* 55 (1), 294-300, **2014**.
- [123] G. Alves, D. Perrone, Breads enriched with guava flour as a tool for studying the incorporation of phenolic compounds in bread melanoidins, *Food Chemistry* 185, 65-74, **2015**.

- [124] A.K. Holtekjolen, S.H. Knutsen, Antioxidant Activity and Phenolics in Breads with Added Barley Flour, *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention* 32, 355-363, **2011**.
- [125] A. Colantuono, R. Ferracane, P. Vitaglione, Potential bioaccessibility and functionality of polyphenols and cynaropicrin from breads enriched with artichoke stem, *Food Chemistry* 245, 838-844, **2018**.
- [126] E. Cömert Doğan, V. Gökmen, Evolution of food antioxidants as a core topic of food science for a century, *Food Research International* 105, 76-93, **2018**.
- [127] J. Ning, G.G. Hou, J. Sun, X. Wan, A. Dubat, Effect of green tea powder on the quality attributes and antioxidant activity of whole-wheat flour pan bread, *Food Science and Technology* 79, 342-348, **2017**.
- [128] Sabanis D., Lebesi D., Tzia C., Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. *Food Science and Technology* 42 (8), 1380-1389, **2009**.
- [129] V. Turfani, V. Narducci, A. Durazzo, V. Galli, M. Carcea, Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours, *Food Science and Technology* 78, 361-366, **2017**.
- [130] N.S. Eshak, Sensory evaluation and nutritional value of balady flat bread supplemented with banana peels as a natural source of dietary fiber, *Annals of Agricultural Sciences* 61 (2), 229-235, **2016**.
- [131] J.T. Fu, Y.H. Chang, S.Y. Shiau, Rheological, antioxidative and sensory properties of dough and Mantou (steamed bread) enriched with lemon fiber, *Food Science and Technology* 61 (1), 56-62, **2015**.

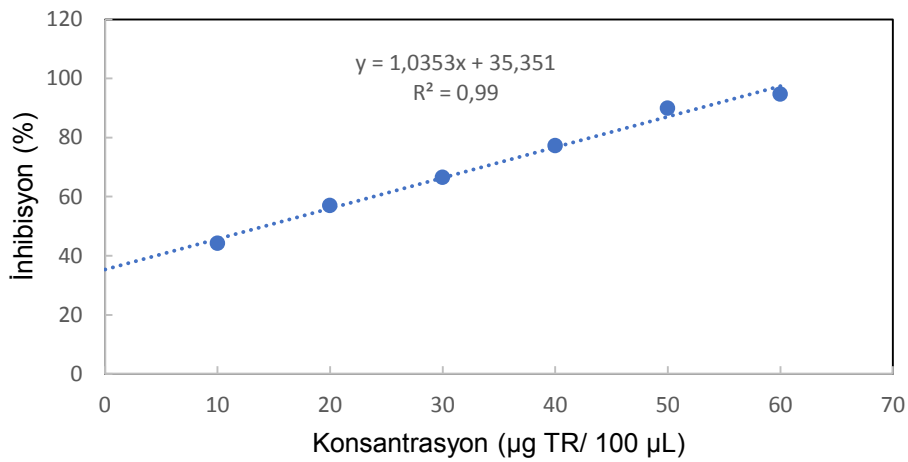
EKLER

EK A

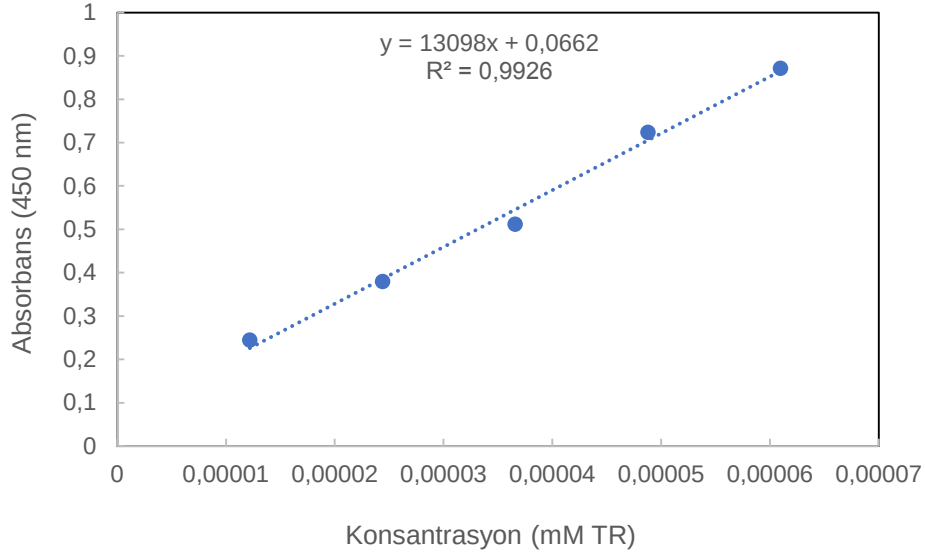
KALİBRASYON EĞRİLERİ



Şekil A.1 QUENCHER yöntemiyle toplam fenolik madde miktarının ölçümü için hazırlanmış Gallik asit kalibrasyon eğrisi



Şekil A.2 QUENCHER_{DPPH} yöntemiyle toplam antioksidan kapasitesi ölçümü için hazırlanmış Troloks kalibrasyon eğrisi



Şekil A.3 Toplam antioksidan kapasitesinin QUENCHER_{CUPRAC} yöntemiyle ölçümü için hazırlanmış Trolox kalibrasyon eğrisi

Alınan Hacim (µL)	Son Konsantrasyon (M)	Absorbans
50	$1,22 \cdot 10^{-5}$	0,244
100	$2,44 \cdot 10^{-5}$	0,379
150	$3,66 \cdot 10^{-5}$	0,511
200	$4,88 \cdot 10^{-5}$	0,723
250	$6,10 \cdot 10^{-5}$	0,871
Doğru Denklemi: $A = 13098 c + 0,0662$ $r = 0,9926$		

Çizelge A.1 Troloksun hacim-konsantrasyon-absorbans değerleri ve doğru denklemi

EK B

İSTATİSTİK ANALİZ SONUÇLARI

EK B.1: Ekmeklerde Ağırlık Kaybı

Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Analizleri

Ağırlık kaybı versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	9	41,05	4,5608	4,78	0,003
Error	17	16,23	0,9548		
Total	26	57,28			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,977155	71,66%	56,66%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%0	3	14,323	A
%4 BY	3	13,090	A B
%6 BY	3	13,070	A B
%4 SŞ	3	12,930	A B C
%8 BY	3	12,827	A B C
%6 SŞ	1	12,62	A B C
%6 SŞ	2	12,2400	A B C
%8 SŞ	3	11,937	A B C
%10 SŞ	3	10,69	B C
%10 BY	3	10,067	C

EK B.2: Ekmeklerin Özgül Hacim Değerleri

Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Analizleri

Özgül hacim versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	9	3,3921	0,37690	20,93	0,000
Error	17	0,3061	0,01801		
Total	26	3,6983			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,134193	91,72%	87,34%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%0	3	3,0333	A
%4 SŞ	3	2,8967	A
%6 SŞ	1	2,890	A
%4 BY	3	2,7967	A
%6 SŞ	2	2,7400	A B
%6 BY	3	2,7167	A
%8 SŞ	3	2,3067	B C
%8 BY	3	2,207	C
%10 SŞ	3	2,097	C
%10 BY	3	2,0567	C

EK B.3: Ekmeklerde Kabuk Bölgesi Renk Analizleri

Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Analizleri

A- L* (Kabuk) versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	9	45,33	5,036	2,52	0,103
Error	8	15,96	1,995		
Total	17	61,28			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,41237	73,96%	44,67%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%6 SŞ	1	49,56	A
%0	2	47,155	A
%4 SŞ	2	45,650	A
%6 BY	2	44,895	A
%10 SŞ	2	44,89	A
%4 BY	2	44,83	A
%8 BY	2	44,655	A
%8 SŞ	2	44,36	A
%10 BY	2	43,53	A
%6 SŞ	1	41,99	A

B- a* (Kabuk) versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	9	42,076	4,6751	15,84	0,000
Error	8	2,361	0,2951		
Total	17	44,437			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,543202	94,69%	88,71%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 SŞ	2	16,710	A
%6 SŞ	1	15,71	A B
%6 SŞ	1	15,18	A B
%4 SŞ	2	15,130	A B
%8 SŞ	2	14,575	A B
%4 BY	2	14,480	A B
%8 BY	2	14,435	B
%6 BY	2	14,430	B
%10 BY	2	13,7200	B
%0	2	10,725	C

C- b* (Kabuk) versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
--------	----	--------	--------	---------	---------

%Yan ürün	9	136,34	15,148	6,12	0,009
Error	8	19,80	2,474		
Total	17	156,13			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,57303	87,32%	73,06%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%6 SŞ	1	28,99	A
%6 SŞ	1	28,58	A
%10 SŞ	2	26,840	A
%4 SŞ	2	25,6050	A
%8 BY	2	24,770	A B
%4 BY	2	24,66	A B
%6 BY	2	23,9700	A B
%10 BY	2	23,70	A B
%8 SŞ	2	22,34	A B
%0	2	18,3650	B

D- ΔE (Kabuk) versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	9	48,97	5,441	2,90	0,074
Error	8	14,99	1,873		
Total	17	63,96			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,36871	76,57%	50,20%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%6 SŞ	1	45,05	A
%10 BY	2	42,50	A
%10 SŞ	2	42,45	A
%8 SŞ	2	41,86	A
%8 BY	2	41,690	A
%4 BY	2	41,600	A

%6 BY	2	41,385	A
%4 SŞ	2	41,045	A
%6 SŞ	1	38,28	A
%0	2	38,20	A

EK B.4: Ekmeklerde İç Bölge Renk Analizleri

Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Analizleri

A- L* (Ekmek içi) versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	9	133,42	14,825	6,97	0,006
Error	8	17,02	2,127		
Total	17	150,44			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,45838	88,69%	75,97%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%0	2	79,615	A
%4 BY	2	79,575	A
%4 SŞ	2	78,00	A B
%6 SŞ	1	77,37	A B C
%6 BY	2	77,340	A B
%6 SŞ	1	76,48	A B C
%8 BY	2	76,185	A B C
%8 SŞ	2	75,180	A B C
%10 BY	2	72,86	B C
%10 SŞ	2	71,07	C

B- a* (Ekmek içi) versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	9	5,4760	0,60844	8,82	0,003
Error	8	0,5521	0,06901		
Total	17	6,0281			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,262702	90,84%	80,54%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 SŞ	2	2,065	A
%8 BY	2	1,520	A B
%8 SŞ	2	1,230	A B C
%10 BY	2	0,940	B C
%6 BY	2	0,8500	B C
%6 SŞ	1	0,7500	A B C
%0	2	0,625	B C
%6 SŞ	1	0,5400	B C
%4 BY	2	0,3800	C
%4 SŞ	2	0,2100	C

C- b* (Ekmek içi) versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	9	52,379	5,820	5,74	0,011
Error	8	8,114	1,014		
Total	17	60,494			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,00712	86,59%	71,50%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 SŞ	2	21,245	A
%0	2	17,965	A B
%4 SŞ	2	17,36	A B
%8 SŞ	2	17,25	A B
%8 BY	2	17,105	A B
%6 BY	2	16,6250	B
%6 SŞ	1	16,62	A B
%6 SŞ	1	16,31	A B
%10 BY	2	15,235	B
%4 BY	2	15,0850	B

D- ΔE (Ekmek İçi) versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	9	97,32	10,813	5,05	0,016
Error	8	17,13	2,141		
Total	17	114,45			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,46322	85,03%	68,20%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 SŞ	2	13,31	A
%10 BY	2	12,85	A
%8 SŞ	2	9,940	A B
%6 SŞ	1	9,200	A B
%8 BY	2	8,910	A B
%6 SŞ	1	8,340	A B
%6 BY	2	8,295	A B
%4 BY	2	7,680	A B
%4 SŞ	2	7,54	A B
%0	2	5,79	B

EK B.5: Ekmeklerde Tekstür Analizleri

Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Analizleri

A- Sertlik versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	8	5,760	0,7200	4,82	0,001
Error	27	4,030	0,1492		
Total	35	9,790			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,386320	58,84%	46,64%	26,83%

Tukey Pairwise Comparisons

% Yan ürün	N	Mean	Grouping
%6 BY	4	1,885	A
%8 BY	4	1,594	A B
%8 SŞ	4	1,569	A B
%4 BY	4	1,565	A B
%6 SŞ	4	1,4759	A B
%10 SŞ	4	1,329	A B C
%4 SŞ	4	0,9938	A B C
%10 BY	4	0,935	B C
%0	4	0,5170	C

B- İç yapışkanlık versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	10	0,23986	0,023986	8,90	0,000
Error	16	0,04313	0,002696		
Total	26	0,28299			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0519193	84,76%	75,23%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%0	1	0,6700	A
%0	2	0,6200	A
%4 SŞ	3	0,53267	A B
%4 BY	3	0,5220	A B
%10 SŞ	3	0,4900	A B
%6 BY	3	0,48933	A B
%6 SŞ	3	0,4627	A B C
%10 BY	3	0,4383	B C D
%8 BY	3	0,41133	B C D
%8 SŞ	2	0,2805	D
%8 SŞ	1	0,2520	C D

C- Elastiklik versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	10	8,986	0,89860	12,37	0,000
Error	16	1,162	0,07265		
Total	26	10,148			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,269537	88,55%	81,39%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%0	2	11,0955	A
%0	1	11,05	A B C
%4 BY	3	10,9683	A
%4 SŞ	3	10,818	A B C
%6 BY	3	10,5820	A B C
%6 SŞ	3	10,5163	A B C D
%8 BY	3	10,0590	C D E
%10 SŞ	3	10,0133	B C D E
%10 BY	3	9,747	D E
%8 SŞ	2	9,365	E
%8 SŞ	1	9,042	E

D- Sakızımsılık versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	10	2,419	0,24192	3,60	0,011
Error	16	1,074	0,06715		
Total	26	3,494			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,259136	69,25%	50,03%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%4 BY	3	1,167	A
%4 SŞ	3	1,120	A B
%6 BY	3	1,002	A B
%6 SŞ	3	0,931	A B
%8 SŞ	2	0,8845	A B
%8 BY	3	0,7403	A B
%8 SŞ	1	0,6950	A B
%10 SŞ	3	0,495	A B
%10 BY	3	0,4270	A B
%0	2	0,2810	B
%0	1	0,2730	A B

E- Çiğnenebilirlik versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%Yan ürün	10	235,64	23,564	4,34	0,005
Error	16	86,91	5,432		
Total	26	322,54			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2,33059	73,06%	56,22%	*

Tukey Pairwise Comparisons

%Yan ürün	N	Mean	Grouping
%4 BY	3	12,53	A
%4 SŞ	3	11,45	A B
%6 BY	3	8,878	A B C
%6 SŞ	3	7,971	A B C
%8 BY	3	7,556	A B C
%8 SŞ	1	7,264	A B C
%8 SŞ	2	7,13	A B C
%10 SŞ	3	4,82	B C
%10 BY	3	4,565	B C
%0	2	3,086	C
%0	1	3,024	A B C

EK B.6: Ekmeklerde Mineral Madde Miktarı Tayini (ppm)

Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Analizleri

A- Ca versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	8	2,86920	0,358650	679,26	0,000
Error	9	0,00475	0,000528		
Total	17	2,87395			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0229783	99,83%	99,69%	99,34%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 BY	2	3,72300	A
%10 SŞ	2	3,6420	A
%8 BY	2	3,25800	B
%8 SŞ	2	3,23400	B
%6 BY	2	3,2100	B
%6 SŞ	2	3,17100	B
%4 BY	2	2,82900	C
%4 SŞ	2	2,78700	C
%0	2	2,3700	D

B- Fe versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	8	0,592552	0,074069	191,89	0,000
Error	9	0,003474	0,000386		
Total	17	0,596026			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0196469	99,42%	98,90%	97,67%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan	N	Mean	Grouping
-----	---	------	----------

ürün				
%10 BY	2	1,57500	A	
%8 BY	2	1,56300	A	
%10 SŞ	2	1,56000	A	
%8 SŞ	2	1,5450	A	
%6 BY	2	1,2900	B	
%6 SŞ	2	1,25700	B	C
%4 BY	2	1,20300	C	D
%4 SŞ	2	1,1580		D
%0	2	1,1280		D

C- Na (ppm) versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	8	1191,19	148,899	646,26	0,000
Error	9	2,07	0,230		
Total	17	1193,26			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,48	99,83%	99,67%	99,30%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 BY	2	230,430	A
%10 SŞ	2	229,620	A
%8 BY	2	227,700	B
%8 SŞ	2	225,900	B
%6 BY	2	217,770	C
%6 SŞ	2	217,200	C
%4 BY	2	216,030	C D
%4 SŞ	2	215,100	D
%0	2	204,210	E

D- Mg (ppm) versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	8	253,930	31,7412	107,44	0,000
Error	9	2,659	0,2954		
Total	17	256,589			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,543528	98,96%	98,04%	95,86%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 BY	2	65,3700	A
%10 SŞ	2	64,080	A
%8 BY	2	60,8100	B
%8 SŞ	2	60,240	B
%6 BY	2	57,0300	C
%4 BY	2	56,2500	C D
%4 SŞ	2	55,8300	C D
%6 SŞ	2	55,55	C D
%0	2	54,240	D

E- K (ppm) versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	8	1734,66	216,832	1374,10	0,000
Error	9	1,42	0,158		
Total	17	1736,08			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,397240	99,92%	99,85%	99,67%

Tukey Pairwise Comparisons

% Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 BY	2	54,5100	A
%10 SŞ	2	54,2700	A
%8 BY	2	48,5100	B

%8 SŞ	2	47,700	B	
%6 BY	2	39,6300	C	
%6 SŞ	2	38,880	C	
%4 BY	2	29,880	D	
%4 SŞ	2	29,310	D	
%0	2	29,100	D	

F- Zn (ppm) versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	8	0,513216	0,064152	782,34	0,000
Error	9	0,000738	0,000082		
Total	17	0,513954			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0090554	99,86%	99,73%	99,43%

Tukey Pairwise Comparisons

% Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 BY	2	0,81900	A
%10 SŞ	2	0,78600	A B
%8 BY	2	0,75900	B C
%8 SŞ	2	0,72600	C
%6 BY	2	0,47100	D
%4 BY	2	0,45600	D E
%6 SŞ	2	0,45300	D E
%4 SŞ	2	0,42300	E F
%0	2	0,3900	F

G- Mn (ppm) versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	8	0,010163	0,001270	51,50	0,000
Error	9	0,000222	0,000025		
Total	17	0,010385			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0049666	97,86%	95,96%	91,45%

Tukey Pairwise Comparisons

% Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 BY	2	0,54300	A
%10 SŞ	2	0,53700	A B
%8 BY	2	0,52200	B C
%8 SŞ	2	0,52100	B C
%6 BY	2	0,50700	C D
%6 SŞ	2	0,49800	D E
%4 BY	2	0,48300	E F
%4 SŞ	2	0,47900	E F
%0	2	0,47500	F

EK B.7: Ekmeklerde Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi (mg GAE/ Kg numune)

Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Analizleri

TFM versus % Yan ürün

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	8	30,8931	3,86164	436,80	0,000
Error	18	0,1591	0,00884		
Total	26	31,0523			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0940252	99,49%	99,26%	98,85%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 SŞ	3	18,2167	A
%10 BY	3	17,8667	B
%8 SŞ	3	16,6233	C
%8 BY	3	16,3000	D
%6 SŞ	3	15,6500	E
%6 BY	3	15,5167	E
%4 SŞ	3	15,4500	E
%4 BY	3	15,3900	E
%0	3	15,0667	F

EK B.8: Ekmeklerde Quencher_{CUPRAC} Yöntemiyle Toplam Antioksidan Kapasite Analizi (mmol TR/ kg numune)

Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Analizleri

Toplam Antioksidan Kapasite (Quencher_{Cuprac}) versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	8	233,732	29,2165	115,80	0,000
Error	18	4,541	0,2523		
Total	26	238,273			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,502298	98,09%	97,25%	95,71%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 SŞ	3	20,6900	A
%10 BY	3	20,187	A
%8 SŞ	3	17,943	B
%8 BY	3	17,107	B
%6 SŞ	3	15,023	C
%6 BY	3	14,920	C
%4 SŞ	3	13,147	D
%4 BY	3	13,043	D
%0	3	12,207	D

EK B.9: Ekmeklerde Quencher_{DPPH} Yöntemiyle Toplam Antioksidan Kapasite Analizi
(mmol TR/ kg numune)

Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Analizleri

Toplam Antioksidan Kapasite (Quencher_{DPPH}) versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	8	82,11	10,2637	15,14	0,000
Error	18	12,20	0,6778		
Total	26	94,31			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,823257	87,06%	81,32%	70,89%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
%10 SŞ	3	10,367	A
%10 BY	3	10,127	A
%8 SŞ	3	9,423	A B
%8 BY	3	8,950	A B C
%6 BY	3	8,200	A B C
%6 SŞ	3	8,010	A B C
%4 BY	3	7,540	B C
%4 SŞ	3	6,597	C D
%0	3	4,477	D

EK B.10: Ekmeklerde Toplam Diyet Lif Miktarı Tayini (%)

Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Analizleri

Toplam Diyet Lif Miktarı versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	9	13,8469	1,53854	120,08	0,000
Error	8	0,1025	0,01281		
Total	17	13,9494			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,113192	99,27%	98,44%	*

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping	
%10 BY	1	9,200	A	B
%10 SŞ	2	9,1500	A	
%10 BY	1	9,000	A	B
%8 SŞ	2	8,6350	B	C
%8 BY	2	8,400		C D
%6 BY	2	8,0500		D
%6 SŞ	2	8,025		D
%4 SŞ	2	7,100		E
%4 BY	2	7,0500		E
%0	2	6,5500		F

EK B.11: Ekmeklerde Duyusal Analiz

Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Analizleri

A- Şekil simetrisi versus %Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	4	12,21	3,0531	3,68	0,013
Error	35	29,06	0,8304		
Total	39	41,27			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,911239	29,59%	21,54%	8,03%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping	
%10	8	4,250	A	
%4	8	3,938	A	B
%8	8	3,813	A	B
%6	8	3,125	A	B
Kontrol	8	2,750		B

B- Kabuk rengi versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	4	13,10	3,275	2,35	0,074
Error	35	48,88	1,396		
Total	39	61,98			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,18171	21,14%	12,12%	0,00%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
%6	8	4,000	A
%4	8	3,688	A
Kontrol	8	3,438	A
%10	8	2,813	A
%8	8	2,438	A

C- İç rengi versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	4	5,400	1,3500	1,63	0,189
Error	35	29,000	0,8286		
Total	39	34,400			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,910259	15,70%	6,06%	0,00%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
Kontrol	8	4,500	A
%6	8	4,500	A
%4	8	4,500	A
%8	8	3,750	A
%10	8	3,750	A

D- Gözenek versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
--------	----	--------	--------	---------	---------

Ekmek örnekleri	4	1,662	0,4156	0,42	0,795
Error	35	34,813	0,9946		
Total	39	36,475			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,997318	4,56%	0,00%	0,00%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
%4	8	4,125	A
Kontrol	8	3,875	A
%8	8	3,688	A
%10	8	3,625	A
%6	8	3,563	A

E- Koku versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	4	7,150	1,787	1,68	0,177
Error	35	37,250	1,064		
Total	39	44,400			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,03164	16,10%	6,52%	0,00%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
%6	8	4,625	A
%8	8	3,750	A
%10	8	3,625	A
Kontrol	8	3,500	A
%4	8	3,500	A

F- Çiğneme versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	4	2,662	0,6656	0,41	0,801
Error	35	57,031	1,6295		

Total 39 59,694

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,27650	4,46%	0,00%	0,00%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
%6	8	4,063	A
%10	8	4,063	A
%8	8	3,938	A
%4	8	3,750	A
Kontrol	8	3,375	A

G- Tat ve Aroma versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	4	3,663	0,9156	0,63	0,644
Error	35	50,781	1,4509		
Total	39	54,444			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,20453	6,73%	0,00%	0,00%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
%6	8	3,813	A
%8	8	3,438	A
Kontrol	8	3,125	A
%10	8	3,063	A
%4	8	3,000	A

H- Genel Kabul versus % Yan ürün

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ekmek örnekleri	4	4,663	1,1656	1,54	0,213
Error	35	26,531	0,7580		
Total	39	31,194			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
---	------	-----------	------------

0,870652 14,95% 5,23% 0,00%

Tukey Pairwise Comparisons

Yan ürün	N	Mean	Grouping
%6	8	4,313	A
%8	8	3,688	A
%4	8	3,500	A
%10	8	3,438	A
Kontrol	8	3,375	A





HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/~~DOKTORA~~ TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 08.02.2019

Tez Başlığı / Konusu: Yer bademi sütün (Horchata) van ürünlerinin etmek
üretiminde değerlendirilmesi üzerine bir çalışma

Yukarıda başlığı / konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 86 sayfalık kısmına ilişkin, 07.02.2019 tarihinde ~~çalışmam~~ tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 6 'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/~~dâhil~~
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

08.02.2019

Y. Yılmaz
Tarih ve imza

Adı Soyadı: Yurdanur YILMAZ
Öğrenci No: N16128503
Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği
Programı: Gıda Mühendisliği
Statüsü: ☒ Y.Lisans ☐ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Elif Yelgöner
Dr. Öğretim Üyesi Elif Yelgöner
(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Yurdanur Yılmaz

Doğum Yeri: Üsküdar

Medeni Hali: Bekar

E-mail: g.mhndsi@outlook.com

Adresi: Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Beytepe Kampüsü,
ANKARA

Eğitim

Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Gıda Mühendisliği Bölümü, 2008-2012

Yüksek Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,

Gıda Mühendisliği Bölümü 2016-2019

Doktora : -

Yabancı Dil Düzeyi

İngilizce, İyi

Bilgisayar Becerileri

Microsoft Ofis (Word, Excel, PowerPoint), etkin kullanma

İş Deneyimi

CCN Holding A.Ş. (Nisan 2016/ Temmuz 2017)

İş Güvenliği Uzmanı (C Sınıfı)

Ankara, Türkiye

Modern Çikolata (Kasım 2015/ Nisan 2016)

Proses Kontrol Mühendisi

Karaman, Türkiye

Meksmar Doğal ve Sağlıklı Ürünler (Eylül 2013/ Nisan 2015)

Kalite Sorumlusu

Ankara, Türkiye

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

-

Tezden Üretilmiş Yayınlar

-

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Sözlü ve Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

2018- **Yılmaz Y.**, Turabi Yolacaner E. “A Study On The Effects of Tigernut Milk By-Products On Physical Properties of Wheat Bread” Oral presentation in 2nd International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies ICAFOF 2018, 02-05 May, Cesme-Izmir/TURKEY

2018- **Yılmaz Y.**, Turabi Yolacaner E. “A Study On The Effects of Tigernut Milk By-Products On Functional and Chemical Properties of Wheat Bread” Poster presentation in 5th International Conference on Food Sciences and Engineering Knowledge ISEKI 2018, 3-5 July, Stuttgart, GERMANY.