

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



**ULTRASON TEKNOLOJİSİNİN EKŞİ HAMURDAN ÜRETİLEN
KEKİN KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

VUSLAT NURSEL ER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi Yavuz YÜKSEL (Tez Danışmanı)**
Doç. Dr. Furkan Türker SARICAOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Fatma KORKMAZ

BALIKESİR, EYLÜL - 2024

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Ultrason Teknolojisinin Ekşi Hamurdan Üretilen Kekin Kalite Parametreleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Vuslat Nursel ER

ÖZET

**ULTRASON TEKNOLOJİSİNİN EKŞİ HAMURDAN ÜRETİLEN KEKİN
KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
VUSLAT NURSEL ER
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞRETİM ÜYESİ YAVUZ YÜKSEL)**

BALIKESİR, EYLÜL - 2024

Bu çalışmada ultrason teknolojisinin ekşi hamurdan üretilen kekin kalite parametreleri üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda literatür incelemeleri ve ön denemeler yapılarak denemede kullanılmak üzere yeni bir ekşi mayalı kek formülasyonu belirlenmiştir. Bu formülasyon, kontrol grubu ve ultrason uygulamalı denemelerde kullanılmıştır. Denemede ekşi mayalı kek hamuruna farklı güç seviyelerinde (%50 ve %100) ultrason işlemi uygulanarak kek üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen ekşi mayalı keklerde kimyasal, fiziksel, tekstürel ve duyusal analizler yapılmıştır. Elde edilen veriler ultrason uygulanmamış (kontrol) ekşi mayalı kekler ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar ultrason uygulamasının, ekşi hamurdan üretilen kekin spesifik hacmini arttırdığını, sertlik değerini azalttığını ve bunun sonucunda daha yumuşak, daha hacimli ve gözenek yapısı daha iyi kekler elde edildiğini göstermiştir. Ultrason işleminin ekşi mayalı keklerde kontrol grubu keklere göre iç renge ait L^* değerlerini artırdığı ve böylece daha parlak/canlı görünüme sahip kekler elde edildiği tespit edilmiştir. Tekstür analizleri elastikiyet, sertlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerlerinin ultrason işlemi uygulanan örneklerde istatistiksel olarak önemli ölçüde ($p<0,05$) değiştiğini ortaya koymuştur. Duyusal analiz sonuçlarında ise gözenek yapısı, kek iç rengi, kek kabuk rengi, hacim ve genel beğeni değerlerinin kontrol örneklerine göre daha yüksek olduğu, panelistlerin %100 ultrason güç seviyesi uygulanmış kek numunesini daha fazla beğendiği gözlemlenmiştir. Ekşi mayalı kek örneklerine uygulanan ultrason işlemi sonucunda, nem, protein, ham yağ, kül, titrasyon asitliği, b^* (iç ve dış renk), yapışkanlık (dış), esneklik, lezzet ve koku değerlerindeki değişimler istatistiksel olarak önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. Bu çalışmanın tüketici taleplerini karşılayan ve üstün kalite kriterlerine sahip ekşi mayalı keklerin üretimi çalışmalarına ışık tutacağı öngörülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Kek, ekşi hamur, ultrason, kek kalitesi

Bilim Kod / Kodları : 90808, 90812.

Sayfa Sayısı : 38

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF ULTRASOUND TECHNOLOGY ON THE QUALITY PARAMETERS OF THE CAKE PRODUCED FROM

SOURDOUGH

MSC THESIS

VUSLAT NURSEL ER

BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: DR. ÖĞRETİM ÜYESİ YAVUZ YÜKSEL)

BALIKESİR, SEPTEMBER - 2024

The aim of this study was to investigate the effects of ultrasound technology on the quality parameters of cake produced from sourdough. For this purpose, a new sourdough cake formulation was determined to be used in the trial by conducting literature reviews and preliminary trials. This formulation was used in control group and ultrasound applied trials. In the experiment, cake production was carried out by applying ultrasound treatment to sourdough cake dough at different amplitude levels (50% and 100%). Physical, chemical, textural and sensory analyses were performed on the produced sourdough cakes. The obtained data were compared with the sourdough cakes without ultrasound (control). The results showed that ultrasound application increased the specific volume of the cake produced from sourdough and decreased the hardness value, resulting in softer, more voluminous cakes with better porosity. It was determined that the ultrasound process increased the L* values of the internal color in sourdough cakes compared to the control group cakes, thus resulting in cakes with a brighter/more vibrant appearance. Texture analyses revealed that resilience, hardness, chewiness and gumminess values changed statistically significantly ($p < 0.05$) in samples subjected to ultrasound treatment. In sensory analyses, it was observed that the pore structure, cake interior color, cake crust color, volume and general liking values were higher than the control samples, and the panelists liked the cake sample with 100% ultrasound power level more. As a result of the ultrasound process applied to sourdough cake samples, changes in moisture, protein, crude fat, ash, titratable acidity, b* (internal and external color), adhesiveness (external), elasticity, flavor and odor values were found to be statistically insignificant ($p > 0.05$). It is anticipated that this study will shed light on the production of sourdough cakes that meet consumer demands and have superior quality criteria.

KEYWORDS: Cake, sourdough, ultrasound, cake quality

Science Code / Codes : 90808, 90812.

Page Number : 38

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1 Kek	3
2.2 Ekşi Hamur	4
2.3 Ekşi Hamurla Üretilmiş Kek ve Benzeri Ürünler	7
2.4 Ultrason Teknolojisi	7
3. MATERYAL VE METOT.....	9
3.1 Materyal.....	9
3.2 Metot	9
3.2.1 Ekşi Hamurun Hazırlanması	9
3.2.2 Kek Örneklerinin Hazırlanması	9
3.2.3 Kek Örneklerinde Yapılan Fiziksel Analizler	10
3.2.3.1 Spesifik Hacim	10
3.2.3.2 Nem Tayini	11
3.2.3.3 Kül Tayini	11
3.2.3.4 Renk Tayini.....	11
3.2.4 Kek Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analizler	11
3.2.4.1 pH Tayini	11
3.2.4.2 Titrasyon Asitliği Tayini.....	12
3.2.4.3 Ham Yağ Tayini	12
3.2.4.4 Ham Protein Tayini	12
3.2.4.5 Ham Selüloz Tayini.....	12
3.2.5 Kek Örneklerinde Yapılan Tekstürel Analizler	12
3.2.6 Kek Örneklerinde Yapılan Duyusal Analizler	12
3.2.7 Kek Örneklerinde Yapılan İstatistik Analiz	13
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	14
4.1 Kek Örneklerinde Yapılan Fiziksel Analizler	14
4.1.1 Spesifik Hacim.....	14
4.1.2 Nem Tayini	15
4.1.3 Kül Tayini	16
4.1.4 Renk Tayini.....	17
4.2 Kek Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analizler	18
4.2.1 Ham Yağ Tayini.....	18
4.2.2 Ham Protein Tayini	19
4.2.3 Ham Selüloz Tayini.....	19
4.2.4 Titrasyon Asitliği Tayini	20

4.2.5 pH Tayini	21
4.3 Kek Örneklerinde Yapılan Tekstürel Analizler	21
4.3.1 Kek Sertliği	21
4.3.2 İç/Dış Yapışkanlık.....	22
4.3.3 Sakızımsılık ve Çiğnenebilirlik.....	23
4.3.4 Esneklik ve Elastikiyet	24
4.4 Kek Örneklerinde Yapılan Duyusal Analizler	24
5. SONUÇLAR.....	28
6. KAYNAKLAR	29
ÖZGEÇMİŞ	38



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1: Kek hamuruna ultrason uygulama	10
Şekil 4.1: Spesifik hacim değişimi	15
Şekil 4.2: Kek hacmindeki değişim	15
Şekil 4.3: İç renk değişimi	18
Şekil 4.4: Dış renk değişimi	18
Şekil 4.5: Kek sertliğindeki değişim	22
Şekil 4.6: Kekin gözenek yapısındaki değişim	25
Şekil 4.7: Duyusal analizdeki değişim	26



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Üretim teknolojilerine göre ekşi hamur sınıflandırması.....	5
Tablo 4.1: Kek örneklerinde spesifik hacim sonuçları.....	14
Tablo 4.2: Kek örneklerinde nem tayini sonuçları.....	16
Tablo 4.3: Kek örneklerinde kül tayini sonuçları	16
Tablo 4.4: Kek örneklerinde iç ve dış renk tayini sonuçları.....	17
Tablo 4.5: Kek örneklerinde ham yağ tayini sonuçları.....	19
Tablo 4.6: Kek örneklerinde ham protein tayini sonuçları.....	19
Tablo 4.7: Kek örneklerinde ham selüloz tayini sonuçları.....	20
Tablo 4.8: Kek örneklerinde titrasyon asitliği tayini sonuçları	20
Tablo 4.9: Kek örneklerinde pH tayini sonuçları	21
Tablo 4.10: Kek örneklerinde sertlik analiz sonuçları.....	22
Tablo 4.11: Kek örneklerinde iç/dış yapışkanlık analiz sonuçları.....	23
Tablo 4.12: Kek örneklerinde sakızlımsılık ve çiğnenebilirlik analiz sonuçları	23
Tablo 4.13: Kek örneklerinde esneklik ve elastikiyet analiz sonuçları.....	24
Tablo 4.14: Kek örneklerinde duyu analizi sonuçları.....	25

SEMBOL LİSTESİ

cm³/g	: Santimetreküp/gram
dk	: Dakika
g	: Gram
kg	: Kilogram
m³	: Metreküp
mm/s	: Milimetre/saniye
mL	: Mililitre
N	: Normalite
s	: Saniye
US	: Ultrason
%	: Yüzde
US-50	: %50 Güç seviyesinde ultrason işlemi
US-100	: %100 Güç seviyesinde ultrason işlemi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitim sürecimde ve tez çalışmamın her aşamasında tüm bilgi ve deneyimini benimle paylaşan, sabır ve hoşgörü ile desteklerini esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Yavuz YÜKSEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın laboratuvar aşamasında desteğini esirgemeyen Balıkesir Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim dalı hocalarından Dr. Öğr. Üyesi Fatma KORKMAZ'a da ayrıca teşekkür ederim.

Tez çalışmamın laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen Bursa Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim dalı hocalarından Doç. Dr. Ayşe Neslihan DÜNDAR'a, Doç. Dr. Furkan Türker SARICAOĞLU'na ve Arş. Gör. Mahmud Ekrem PARLAK'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamın ön denemeleri ve laboratuvar aşamalarında her türlü imkanı sağlayan, hammadde temini noktasında yardımlarını esirgemeyen, Balıkesir Gayrimenkul Yatırım ve Gıda A.Ş. bünyesindeki Fırıntaş fabrikası ekibine, Kula Yağ ve Emek Yem Sanayi Ticaret A.Ş. ekibine, Bandırma Has Un Fabrikası Ltd. Şti. ekibine teşekkürü borç bilirim.

Tüm bu süreçte yanımda olduğunu hissettiren, desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Hayatımın her alanında yanımda olan, sevgi, saygı ve hoşgörü ile beni her zaman destekleyen, sevgili annem, babam ve kardeşlerime en içten teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, her zaman yanımda olan, sevgisini kalpten hissettiren, sevgi, saygı ve hoşgörü ile beni her zaman destekleyen, vazgeçtiğimde yeniden başlayacak cesareti bana veren sevgili eşim Mehmet Talha ER'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Balıkesir, 2024

Vuslat Nursel ER

1. GİRİŞ

İnsanlığın yaşamını devam ettirebilmesi için temel ihtiyaçlarından biri de beslenmedir. Beslenme ihtiyacı gıdalar aracılığıyla sağlanabilmektedir. Artan nüfusla birlikte ihtiyaç duyulan gıdanın ulaşılabilirliği önemli hale gelmiştir. Bu konuda gıda endüstrisi büyük öneme sahiptir.

Gıda endüstrisinde unlu mamullerin önemli bir yeri bulunmaktadır. Oldukça geniş ürün çeşitliliğine sahip unlu mamullerden biri de kektir. Kek, dünyada ve ülkemizde her yaştan insanın severek tükettiği bir üründür [1, 2]. Kekler duysal olarak oldukça lezzetli, kolay üretilebilir, doyurucu ve farklı kompozisyonlarda birçok tüketiciye hitap edebilen özellikleri nedeniyle tüketiciler tarafından çok tercih edilen unlu mamullerden bir tanesidir [3]. İnsanların son yıllarda iş hayatındaki yoğunluğunun artmasının sonucu olarak beslenme alışkanlıkları değişmiş atıştırma yiycek ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bisküvi, kek, kraker gibi ürünlere olan talep artmıştır [4]. Günümüzde farklı formülasyonlara sahip kekler üretilerek çeşitlilik artırılmaktadır ancak tanımını genel olarak ele aldığımızda kek, yumurta ve şekerin çırpılmasıyla elde edilen karışıma su, süt, yağ gibi sıvı bileşenlerle birlikte un ve kabartıcı ajanların ilave edilmesi sunucunda elde edilen hamurun uygun kalıplarda pişirilmesiyle üretilen tatlı bir unlu mamul olarak tanımlanmaktadır [5, 6, 7].

Günümüzde tüketicilerin bilinçlenmesiyle birlikte doğal, katkısız, sağlıklı ürünlere talep her geçen gün daha da artmaktadır. Üreticiler, tüketici taleplerini karşılayabilmek amacıyla ürün bileşimine fonksiyonel bileşenler eklemekte veya ürün prosesine farklı bileşenler ekleyerek çeşitliliği arttırmaktadır [8].

Ekşi hamur, un ve su karışımının uygun koşullarda fermantasyona bırakılması sonucunda elde edilen hamur olarak tanımlanmaktadır [9]. Son yıllarda tüketici tercihindeki değişimle orantılı olarak ekşi hamura verilen değerin de arttığı görülmektedir [10, 11]. Günümüzde ekşi hamurun kekte kullanılmasına yönelik çalışmalar her geçen gün artmaktadır [12, 13, 14].

Ultrason teknolojisinin, gelişen teknolojiyle birlikte günümüzdeki kullanımı her geçen gün daha da artmaktadır. Ultrason teknolojisi gıda işlemede, ekmek mayasının ve yoğurdun fermantasyon süresini kısaltmak, meyve sularında tat kaybını en aza indirmek ve daha

fazla homojenlik sağlamak amacıyla kullanıldığı, yine pandispanya hamurunda da daha hacimli kek elde edilmek amacıyla kullanıldığını yapılan çalışmalarda görmekteyiz [15, 16, 17, 18, 19].

Bu çalışmada, ekşi hamurdan üretilen kekin kek hamuruna ultrason teknolojisi uygulayarak kekin kalite parametrelerindeki değişim incelenmiştir. Bu bağlamda kek örneklerinde fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duysal analizler yapılmıştır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Kek

Kekler, çoğunlukla buğday unu, katı yağ, şeker, yumurta, süt ve az miktarda veya hiç kabartma tozu kullanılmadan yapılan mayasız hamur çeşididir [20].

Kaliteli bir kek elde edilmesi için kek formülasyonundaki bileşenler önem arz etmektedir. Keklerde kullanılacak unun yumuşak buğdaylardan elde edilmiş un olması gerekmektedir. Unun, %7-9 arasında bir değerde protein içermesi gerekmektedir. Buna ek olarak gluten kalitesinin de kek üretimine uygun ve içerisindeki kül miktarının %0,4 değerlerinde olması gerekmektedir [21]. Partikülleri orta irilikte olan unların kullanılmasıyla elde edilen kek kalitesi yüksekken nişastasız zedelenmiş, ince yapıdaki unların kullanılmasıyla elde edilen kek kalitesinin düşük olduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir [22, 23].

Keklerde kullanılacak yağ kek kalitesi için önemli bir etkidir. Kekin daha yumuşak olmasını sağlayarak çiğnenebilirliğinin iyileştirilmesi ve daha iyi bir son ürün elde edilmesi kullanılan yağ ile sağlanabilmektedir [24].

Keklerde kullanılacak şeker, kekin renk ve lezzetinin oluşmasında önemli bir etkidir. Bunun yanında kek hamurunun vizkozitesini artırarak hava tutma kapasitesini iyileştirir. Yine kek hamurunun karıştırılması sırasında gluten ağ oluşumunu geciktirir ve kısıtlar [25]. Pişirme sırasında yüksek şeker içeriğine sahip keklerde nişastanın jelatizasyonu gecikmektedir. Jelatizasyonun gecikmesi hamurdaki hava kabarcıklarının genişlemesine ve böylece daha hacimli bir kek elde edilmesine neden olmaktadır [26].

Kek üretim prosesinde bulunan bileşenlerden biri de yumurtadır. Yumurta, çırpılma aşamasında köpük oluşturarak hamurun havalandırılmasını sağlamaktadır. Yumurta sarısındaki lesitin, kek formülasyonunda doğal emülgatör kaynağıdır. Yumurta, keklerin rengini ve besin değerlerini de etkilemektedir [5, 27].

Kek formülasyonunda kullanılan bir diğer bileşen de süttür. Protein ve laktoz açısından zengin olan süt, kekin besleyiciliğinin artmasını sağlamaktadır. Ayrıca süt sıvı formda olduğu için kekin pişirilmesi aşamasında sıvı form buharlaşarak kullanılan kabartıcı

ajanlardan kaynaklı karbondioksit ile birlikte ürünün kabarmasını da sağlamaktadır [5, 28, 29, 30].

Kek formülasyonunda kabartıcı ajanlar da önemli bir yere sahiptir. Kabartıcı ajanlar kek hamuru içerisinde kimyasal reaksiyonlar gerçekleştirirler. Reaksiyonlar sonucunda karbondioksit açığa çıkar ve bu kek hacminin artmasına neden olur. Hacimsel olarak iyi durumda olan kek hem görsel hem de çiğnenebilirliği açısından tüketici taleplerini karşılayacak bir ürün haline gelir [30, 31, 32, 33].

Günümüzde tüketicilerin bilinçlenmesiyle birlikte doğal, katkısız, sağlıklı ürünlere talep her geçen gün daha da artmaktadır. Üreticiler, tüketici taleplerini karşılayabilmek amacıyla ürün bileşimine fonksiyonel bileşenler eklenmekte veya formülasyondaki bazı bileşenlerin yerine fonksiyonel bileşenler ekleyerek çeşitliliği arttırmaktadır [8]. Kekin besince zenginleştirilmesi ve fonksiyonel olarak değer kazandırılması için birçok çalışma yapılmıştır [34, 35, 36, 37]. Pandispanya kekleri tüketiciler tarafından genel olarak, yüksek kalorili ve besin değeri düşük bir gıda olarak algılandıkları için, kalitelerini iyileştirmek amacıyla farklı modifikasyonlar denenmesi yoluna gidilmiştir. Bu nedenle yüksek proteinli, yüksek lifli, düşük yağlı ve düşük şekerli pandispanya kekler hem sağlığa yararlı hem de daha fonksiyonel nitelikler kazandırmak için geliştirilmişlerdir [38, 39]. Ekşi maya ile yapılan kek çalışmaları da bunlardan biridir [39, 40, 41].

2.2 Ekşi Hamur

Ekşi hamurun tarihine baktığımızda antik Mısır'a kadar dayanmaktadır. Mısırlılar 50'den fazla çeşitte ürün üreterek günümüz ürünlerinin temelini oluşturmuşlardır. Nüfusun artması ve bununla orantılı olarak endüstriyel üretimin artmasıyla birlikte ekşi hamur yerini ekmek mayasına bırakmıştır [42, 43, 44, 45, 46].

Son yıllarda tüketici tercihindeki değişimle orantılı olarak ekşi hamura verilen değerin de arttığı görülmektedir [10, 11]. Günümüzde ekşi hamurun kekte kullanılmasına yönelik çalışmalar her geçen gün artmaktadır [12, 13, 14, 39, 40, 41].

Ekşi hamurlar, üretim teknolojilerine göre üç grup altında sınıflandırılmaktadır. Tablo 2.1'de gösterilmiştir [47, 48, 49, 50, 51].

Tablo 2.1: Üretim teknolojilerine göre ekşi hamurların sınıflandırması.

Üretim Teknolojilerine Göre Ekşi Hamurlar		
Tip I	Tip II	Tip III
Geleneksel yöntemlerle elde edilen ekşi hamurlardır. Bu ekşi hamurların üretimi daha önce fermente edilmiş olgun ekşi hamurun bir kısmının un ve su eklenmesiyle gerçekleştirilmektedir.	Fermentasyon için uygun olanların kullanıldığı endüstriyel ekşi hamurlardır. Bu tip, sıvı formda olabilmektedir. Endüstriyel proseslerde kolaylıkla kullanılabilir. kullanılabilmektedir.	Fermentasyonu gerçekleştirilmiş ekşi hamurların kurutulması ile elde edilmektedir. Bu tip kurutularak elde edildiği için mikrobiyal aktivite engellenmekte böylece standart ürün elde edilebilmektedir. Bu özelliğinden dolayı endüstride bu tip daha çok tercih edilmektedir.

Tip I ekşi hamurun mikrobiyotasını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Kullanılan hammaddelere, ortamın hijyen koşullarına, muhafaza edildiği sıcaklığa, pH ve fermentasyon süresi vb. faktörlere bağlıdır. Tip III ve Tip II ekşi hamur çeşitlerinde ise ticari starter kültürler kullanılmaktadır. Bundan dolayı baskın mikrobiyotayı starter kültürler oluşturmaktadır [52, 53, 54].

Ekşi hamur fermentasyonu gerçekleşirken farklı mikroorganizmalar gelişmektedir. Özellikle laktik asit bakterileri ve mayalarca zengin olan türler bulunmaktadır. Laktik asit bakterilerinin çoğunluğunu *Lactobacillus* türleri oluşturmakta, mayaların çoğunluğunu ise *Saccharomyces* ve *Candida* türleri oluşturmaktadır [14, 43, 55, 56, 57].

Ekşi hamur mayasının faaliyetinden laktik asit bakterileri ve maya popülasyonu sorumludur. İyi kalitede bir ekşi hamur mayasında laktik asit bakterileri ve mayalar fermentasyon ortamında baskın organizmalardır.

Mayanın faaliyetini etkileyen faktörler iç faktörler ve dış faktörler şeklinde iki grupta incelenmektedir. İç faktörler; karbonhidratlar, nitrojen kaynakları, vitaminler, mineraller,

lipitler ve serbest yağ asitleri olmakla birlikte dış faktörler; sıcaklık, hamur verimi, oksijen ve fermentasyon zamanıdır [13, 58].

Laktik asit bakterileri, farklı gıda fermentasyonlarında 4000 yıldan fazla bir süredir kullanılmaktadır. Yoğurt, peynir, sucuk, ekşi hamur vb. buna örnek olarak verilebilmektedir [59, 60]. Fermentasyon sonucunda bazı türler sadece laktik asit üretirler. Bunlara homofermentatif türler denilmektedir. Bazı türler ise laktik asit, CO₂ ve etanol üretmektedir. Bu türlere ise heterofermentatif türler denilmektedir. Homofermentatif laktik asit bakterileri çoğunlukla fermente gıdalarda kullanılırken Heterofermentatif türler daha çok ekşi hamur fermentasyonunda kullanılmaktadır [60, 61].

Ekşi hamurda bulunan heterofermentatif laktik asit bakterileri ve mayalar ürünün kabarmasında ve dolayısıyla hacimsel artışında önemli bir yere sahiptir. Bu noktada yapılan bir çalışmada laktik asit bakterilerinin ekmeğin tekstürel bazı özellikleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir [62].

Yapılan çok sayıda araştırma, ekşi mayalı ekmeklerin minerallerin biyoyararlılığının fazlalığı ve glisemik indeks değerlerini düşürmesi gibi üstün özelliklere sahip bir ekmek olduğunu ortaya çıkarmıştır [63, 64, 65, 66, 67]. Düşük glisemik indekse sahip gıdalar obezite, diyabet vb. olumsuzlukların oluşmasına engel olabilmektedir [68, 69].

Ekşi hamurla üretilen ürünler dünyada ve ülkemizde önemli bir yere sahiptir. Akdeniz ülkelerinde ekşi hamurun üretiminde genellikle buğday kullanılırken Avrupa ve İskandinavya ülkelerinde buğday ve çavdar birlikte kullanılmaktadır. Polonya’da ise ekşi mayadan ekmek üretiminde çavdar ununa yer verilmiştir. İtalya’da ekmekçilik üretimi dışında kek, bisküvi gibi ürünlerde de ekşi hamur kullanımı görülmektedir. ABD’de de San Francisco ekmeğinin yaygın olarak üretildiği görülmektedir [5, 14, 55, 70, 71]. Ülkemizde özellikle Karadeniz Bölgesi’nde üretilen Vakfıkebir ekmeği ekşi hamur ile geleneksel yöntemlerle üretilmektedir [72]. Yine Ülkemizde Aksaray ve Şanlıurfa illerimize özgü Gelveri ve Külünçe ismiyle bilinen ürünler ekşi hamur mayasından yapılmaktadır [73, 74, 75].

2.3 Ekşi Hamurla Üretilmiş Kek ve Benzeri Ürünler

Günümüzde unlu mamuller sektöründe sıklıkla tercih edilen ekşi hamur kek vb. tatlı ürünlerde de kullanılmaktadır. Özellikle İtalya’da Panettone, Pandoro, Colomba gibi tatlı örneklerinin dini günlerde üretildiği bilinmektedir [76].

Panettone İtalya’da Noel bayramı zamanında üretilen bir üründür. Tip I ekşi hamur yöntemiyle üretildiği, yaklaşık altı ay gibi bir sürelik raf ömrüne sahip olduğu bilinmektedir [77].

Pandoro da Panettone gibi Noel zamanlarında ekşi hamurla üretilen başka bir tatlı unlu mamuldür [78].

İtalyan fırıncılık ürünlerinden olan Colomba ise diğerlerinden farklı olarak Paskalya Bayramına özel olarak üretilmektedir. Colomba, görsel olarak incelendiğinde güvercin şekline bezeli bir figürdedir ve üzeri badem, toz şeker vb. süslemeler kullanılarak süslenmektedir [50, 79].

2.4 Ultrason Teknolojisi

Ultrason teknolojinin, gelişen teknolojiyle birlikte günümüzdeki kullanımı her geçen gün daha da artmaktadır. Uygulama maliyetinin diğer metotlara göre daha az olması, çevre dostu bir yöntem olması ve klasik ısı yöntemlere göre gıdaya zararının daha az olması gibi etkenlerden dolayı kullanımı artmaktadır [80, 81, 82, 83, 84].

Ultrason, insanın duyabildiği frekans aralığından çok daha yüksek frekansları katı veya sıvı faz içerisine verilmesiyle oluşturduğu mekanik titreşim enerjisi olarak ifade edilebilir [85].

Ultrason uygulamaları, düşük güçte (10 W'a kadar) yüksek frekansların (2-10 MHz) kullanıldığı ultrasonlar ve yüksek güçte (100 W-10 kW) düşük frekansların (20-100 kHz) kullanıldığı ultrasonlar şeklinde iki grup altında incelenebilmektedir [86].

Ultrason teknolojisi gıda endüstrisinde de sıklıkla kullanılan bir uygulamadır [86]. Ultrason teknolojisi gıda işlemede, ekmek mayasının fermantasyon süresini kısaltmak, yoğurdun fermantasyon süresini kısaltmak, meyve sularında hem tat kaybını en aza

indirmek hem de daha fazla homojenlik sağlamak ve pandispanya hamurunda daha hacimli kek elde etmek amacıyla kullanılmıştır [15, 16, 17, 18, 19].

Yapılan bir çalışmada pandispanya hamurunun karıştırılması sırasında yüksek güçte ultrason işlemi uygulanmış ve sonucunda daha düşük kek sertliği ve daha yüksek kek kalitesine sahip bir kek elde edildiği gözlenmiştir. Ayrıca ultrason gücünün ve süresinin kek hamurundan çok, son üründe elde edilen kekin özellikleri üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir [19].

Tüm bu araştırmalar ve çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda toplumun her geçen gün doğal, sağlıklı gıdaya olan talebinin arttığını gözlemlemekteyiz. Literatürde yapılan ekşi hamurla kek üretilmesi denemeleri de bu talebi karşılamaya yönelik yapılan çalışmalar arasındadır. Çalışmamızda, ekşi hamurla üretilen kek hamuruna karıştırma işlemi sırasında düşük frekansta (20 kHz) farklı güç seviyelerinde, belirli bir süre ultrason işlemi uygulanarak kekin kalite parametrelerine olan etkisi incelenmiştir. Araştırma sonuçları doğrultusunda ekşi hamurlu keklerin tüketici taleplerini karşılayan nitelikte organoleptik özelliklere sahip olarak endüstriye kazandırılması hedeflenmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Çalışmamızda Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği'nde belirtilen özelliklere sahip (Tebliğ No: 2013/9) özel amaçlı buğday unu kullanılmıştır [87]. Bunun için ihtiyaç duyulan un, Bandırma Has Un Fabrikası Ltd. Şti. tarafından temin edilmiştir.

Kullanılan ekşi hamur (Lievito Madre) Balıkesir Gayrimenkul Yatırım ve Gıda A.Ş. bünyesindeki Fırıntaş fabrikası aracılığı ile İREKS A.Ş. tarafından temin edilmiştir. Tip III ekşi hamur mayası kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan diğer hammaddeler (bitkisel sıvı yağ, şeker, süt, yumurta, vanilin, kabartma tozu) ise yerel marketlerden belirli firmalara ait aynı parti numarasına sahip olacak şekilde temin edilmiştir.

Ultrasonik uygulamada kullanılan cihaz BANDELIN 12207/Almanya UW 2200, 200 W, 20 kHz'dir.

3.2 Metot

3.2.1 Ekşi Hamurun Hazırlanması

Kek numunelerinin üretiminde kullanılan ekşi hamur, firmanın tavsiye ettiği kullanım talimatına uygun olacak şekilde hazırlanmıştır. 1 kg un, 1,3 kg su, 25 g Lievito Madre (toz ekşi hamur) el mikseri (Bosch, HB-8001A8, Almanya) yardımıyla karıştırılmış 25-27°C'de 12 saat bekletilerek fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyonu tamamlanan ekşi hamur kullanıma hazır hale gelmiştir.

3.2.2 Kek Örneklerinin Hazırlanması

Kek formülasyonu belirlenirken literatürde yapılan çalışmalar incelenmiş [13, 88], ön denemelerde değişiklikler yapılarak yeni bir formülasyon elde edilmiştir. Elde edilen kek formülasyonu; 250 g ekşi hamur, 110 g un, 180 g şeker, 80 g bitkisel sıvı yağ, 100 g süt, 114±2 g yumurta, 5 g vanilin, 9 g kabartma tozu şeklindedir.

Kontrol grubu kekleri 3 aşamada oluşturulmuştur. Birinci aşamada yumurta ve şeker el mikserinin (Bosch, HB-8001A8, Almanya) en yüksek güç seviyesinde 5 dk karıştırılmıştır.

İkinci aşamada oluşturulan karışıma yağ, süt, ekşi hamur, un, vanilin ve kabartma tozu ilave edilerek yine aynı el mikseriyle 1 dk 30 s daha karıştırılmıştır. Üçüncü aşamada ise başka bir el mikserinin (Blue House, BH537MX, Türkiye) en düşük güç seviyesinde 5 dk karıştırılarak kek hamurları hazır hale gelmiştir. Hazırlanan kek hamurları kek kalıplarına 40 g tartılarak konulmuş ve örnekler 155°C’de 35 dk pişirilmiştir (Simfer, 7032, Türkiye).

Ultrasonun uygulandığı kek örnekleri kontrol kekleriyle aynı proseste üretilmiştir. Bu kek örneklerine üretimin üçüncü aşamasındaki karıştırma işlemi sırasında 5 dk boyunca sırasıyla %50 ve %100 güç seviyelerinde ultrason işlemi uygulanmıştır. Şekil 3.1’de kek hamuruna ultrason işlemi uygulama aşaması gösterilmektedir. Hazırlanan kek hamurları, kek kalıplarına 40 g tartılarak konulmuş ve örnekler 155°C’de 35 dk pişirilmiştir.

Şekil 3.1: Kek hamuruna ultrason uygulama.



Üretilen kekler oda sıcaklığında soğutulduktan sonra fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuusal analizleri yapılmıştır.

3.2.3 Kek Örneklerinde Yapılan Fiziksel Analizler

3.2.3.1 Spesifik Hacim

Keklerin hacmi üretildikleri ilk gün belirlenmiştir. Kekler fırından alındıktan sonra sıcaklıkları oda sıcaklığına düşene kadar bekletilmiştir [89]. Hacmi bilinen bir kap içerisine kolza tohumları tam olarak doldurulmuş ve daha sonrasında keklerle birlikte kolza tohumları aynı kaba tekrar konulduktan sonra fazla gelen kolza tohumlarının toplam

kapladıkları hacim bir ölçü silindiri yardımıyla tespit edilmiştir. Bu sayede ölçülen kek hacimleri kek ağırlıklarına oranlanarak spesifik hacim değerleri elde edilmiştir [90].

3.2.3.2 Nem Tayini

Kekler fırından çıkartılıp oda sıcaklığına düşürülmüştür. İyice ufalandıktan sonra alüminyum plakalara yaklaşık 5 g ağırlıkta tartılıp nem tayin cihazına (AXIS ATS120) yerleştirilerek nem analizleri yapılmıştır. Termogravimetrik analiz cihazının temel teknik parametreleri, %0.01 hassasiyette terazi ölçüm aralığına sahip, 120 g denge kapasiteli ve sıcaklık aralığı ortam sıcaklığı ile 160 °C arasında değişebilen fırın haznesinden meydana gelmektedir [91]. Cihaz, ölçüm haznesine yerleştirilen numuneye kurutma işlemi uygulayıp ağırlık kaybı temeline dayalı olarak % nem miktarını belirlemiştir.

3.2.3.3 Kül Tayini

Kül analizi, AACC Method No: 08-01.01'e göre yapılmıştır [92]. İlk olarak porselen krozeler kül fırınında ısıtılmış, daraları alınarak not edilmiştir. Sonrasında porselen krozelere kek örneklerinden 3 g tartılarak sıcaklığın adım adım artırıldığı kül fırınına yerleştirilmiştir. 550±5°C'de beyaz kül rengini alıncaya kadar kek örnekleri yakılmıştır. Yakma işlemi tamamlanmasının ardından porselen krozeler desikatörde soğutmaya bırakılmıştır. Son olarak krozelerin tartımları yapıp sonuçlar % kuru madde cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.3.4 Renk Tayini

Keklerin renk tayini üretildikleri ilk gün belirlenmiştir. Keklerin iç ve dış yüzeylerine ait L*, a* ve b* değerleri UltraScan VISHunterlab (Japonya) renk tayin cihazı ile iki paralelli iki tekerrür olacak şekilde yapılmıştır [93].

3.2.4 Kek Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analizler

3.2.4.1 pH Tayini

İnce parçalara parçalanmış kek numunelerinden bir erlen içerisine 10 g tartılmıştır. Erlenin içerisine 100 ml saf su ilave edilip homojen hale gelinceye kadar karıştırılmıştır. Sonrasında karışım filtre kağıdı yardımıyla süzölmüştür. Süzütünün pH'sı pH metre ile ölçölmüştür [94].

3.2.4.2 Titrasyon Asitliği Tayini

İnce parçalara parçalanmış kek numunelerinden 10 g bir erlen içerisine tartılıp 100 ml saf su eklenmiştir. Homojen hale gelince karıştırılma işlemi tamamlanmış ve karışım bir saat beklemeye alınmıştır. Bekleyen karışımdan bir pipet yardımıyla 25 ml alınarak bir kaba aktarılmış, üzerine yine bir pipet yardımıyla 25 ml saf su ilave edilmiştir. Oluşan yeni karışıma birkaç damla fenolftalein indikatörü ilave edilmiştir. Pembe renk elde edilinceye kadar 0,1N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Sonuçlar % olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır [95].

$$\% \text{ Asitlik} = A/20$$

Burada A: 100 g örnek için harcanan 0.1N NaOH miktarıdır (ml).

3.2.4.3 Ham Yağ Tayini

Keklerin ham yağ tayini AACC 30-25 yöntemiyle yapılmıştır [96].

3.2.4.4 Ham Protein Tayini

Keklerin ham protein tayini Kjeldahl yöntemiyle yapılmıştır [96].

3.2.4.5 Ham Selüloz Tayini

Keklerin ham selüloz tayini AACC 32-10 yöntemiyle yapılmıştır [96].

3.2.5 Kek Örneklerinde Yapılan Tekstürel Analizler

Tekstür analizleri kekler üretildikten 4 saat içerisinde yapılmıştır. Analizde, Stable Microsystems, Godalming, cihazı kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Analiz sırasında P36R silindir prob kullanılmıştır. Cihazın, ön test hızı 1 mm/s, test hızı 2 mm/s, test sonrası hız 5 mm/s, hedef modu strain %40, zaman 5 s, trigger gücü 5 g olarak ayarlanmıştır. Eşit genişlik derinlik ve yüksekliğe sahip olan keklerin sertlik, iç/dış yapışkanlık, esneklik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik, elastikiyet değerleri ölçülmüştür [7].

3.2.6 Kek Örneklerinde Yapılan Duyusal Analizler

Kekler fırında pişirilip kapalı kaplarda uygun şartlarda oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulduktan sonra duyusal analizler yapılmıştır. Duyusal analizlerde Gül (2018) ve Noğay (2014)'in kullandıkları yöntemler esas alınmıştır. Panalistler, Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi öğretim üyelerinden oluşan 10 kişilik bir ekiple oluşturulmuştur.

Duyusal analiz kriterleri, hacim, koku, lezzet, genel beğeni, dış renk, gözenek yapısı ve iç renk olarak belirlenmiştir. Panalistlerden kek örneklerine 1-5 arasında puan vermeleri istenmiştir.

3.2.7 Kek Örneklerinde Yapılan İstatistik Analizi

Kek örneklerinden elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS (Version 22) programı kullanılmıştır. Programda verilere tek yönlü varyans (One way Anova) ve Duncan testleri uygulanmıştır. Sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma ($p < 0,05$) şeklinde sunulmuştur.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Kek Örneklerinde Yapılan Fiziksel Analizler

Kek numunelerinde spesifik hacim, nem tayini, kuru maddede kül tayini, iç ve dış renk analizleri yapılmıştır. Yapılan fiziksel analizler 2 paralelli 2 tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

4.1.1 Spesifik Hacim

Kek örneklerinde yapılan spesifik hacim analizinin sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Kek örneklerinde spesifik hacim sonuçları¹.

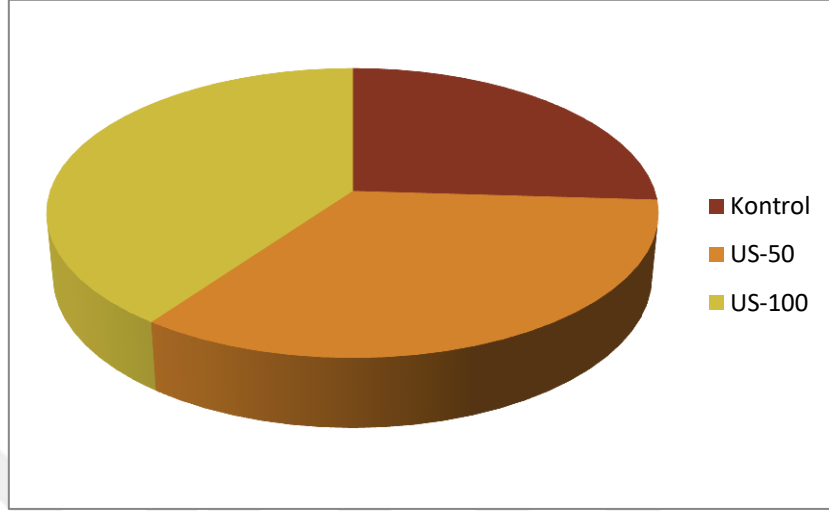
Kek örnekleri	Örnek Sayısı	Spesifik hacim (cm ³ /g)
Kontrol	4	1,14 ^b ± 0,26
US-50	4	1,49 ^{ab} ± 0,24
US-100	4	1,76 ^a ± 0,13

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar ($p > 0,05$) önemsizdir. Sonuçlar 2 tekrarlı 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

Tablo 4.1 incelendiğinde, istatistiksel analiz sonuçları spesifik hacim değerlerinin US etkisiyle önemli düzeyde değiştiği ($p < 0,05$) gözlemlenmiştir. Kontrol keklerine göre ultrason uygulanan keklerde spesifik hacim değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Uygulama şiddetine bakıldığında %50 güç seviyesinde ultrason uygulanan kekin spesifik hacim değeri, %100 güç seviyesinde ultrason uygulanan kekin hacminden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla ultrason seviyesi arttıkça bununla orantılı olarak kek hacminin de arttığı tespit edilmiştir. Demir (2020)’in yaptığı çalışmada ekşi hamur tozu ve kabartma tozu kullanımının kek kalite parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Sonuçlar ekşi hamur miktarı arttıkça spesifik hacmin düştüğü, kabartma tozu ve mayalanma süresi arttıkça spesifik hacmin arttığını göstermiştir [13]. Buradan yola çıkarak US uygulamasının ekşi hamurda gözlemlenen bu olumsuz durumu iyi yönde etkilediği sonucuna varılmaktadır. Şekil 4.1’de US uygulamasının ekşi hamurlu kekde hacim üzerine olumlu etkisinin gözle görünür bir şekilde değiştiği görülmektedir. Yapılan diğer bir çalışmada, ultrason uygulamasının kek pişirme kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir [97]. Çalışma sonucunda ultrason uygulaması hamurun hava kabarcıklarını koruyabilme yeteneğini artırmış, hamurun daha iyi havalanması sağlanmış ve dolayısıyla kekin şekil ve

boyut özelliklerinin iyileştirilmesinde etkili yöntem olduğu ortaya çıkmıştır. Şekil 4.1’de ve Şekil 4.2’de kek örneklerindeki spesifik hacim değişimi görülmektedir.

Şekil 4.1: Spesifik hacim değişimi.



Yaptığımız araştırmamıza ait sonuçlar (Tablo 4.1; Şekil 4.1; Şekil 4.2) literatür bilgilerini doğrulayıcı niteliktedir.

Şekil 4.2: Kek hacmindeki değişim.



4.1.2 Nem Tayini

Nem ve su aktivitesi (a_w) keklerde raf ömrünü ve bayatlamayı etkileyen faktörlerdir. Keklerin raf ömrü, formülasyona, ambalaj çeşidine, su aktivitesine ve depolama sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir [98]. Kekin tekstürel olarak değişmesi, lezzetinin azalması ve kuruma bayatlamasının göstergeleridir [99]. Kek örneklerinde yapılan nem tayini analizinin sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2: Kek örneklerinde nem tayini sonuçları¹.

Kek örnekleri	Örnek Sayısı	Nem oranı (%)
Kontrol	4	27,37 ^a ± 0,49
US-50	4	28,55 ^a ± 0,78
US-100	4	27,95 ^a ± 0,88

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar (p>0,05) önemsizdir. Sonuçlar 2 tekrarlı 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

Yapılan Duncan ve varyans analiz sonuçları ultrason teknolojisinin ekşi hamurdan elde edilen keklerin nem değerlerinde istatistiksel açıdan önem arz eden değişikliklere (p>0,05) sebep olmadığı gözlemlenmiştir. Fırın ürünlerinde bayatlama nemin azalmasına bağlı olarak nişastanın retrogradasyonu, kuruma ve sertlik artışı olarak ortaya çıkmaktadır [100]. Nem analiz sonuçları ultrason uygulamasının neme bağlı sebeplerden dolayı kekin raf ömrünün ve bayatlamasının olumlu ya da olumsuz yönde etkilenmeyeceğinin göstergesidir.

4.1.3 Kül Tayini

Kek üretiminde kullanılan unlar düşük kül içeriğine sahiptir ve oranları %0,5'e kadar düşebilir. Keklerin kül içeriği hammadde olarak kullanılan unlardaki kül oranına göre değişiklik göstermektedir [101, 102]. Yapılan bir çalışmada kek yapımında buğday unu ve değirmencilik yan ürünleri kullanılmıştır. Keklere ait kül oranları %1,72-2,39 arasında değiştiği gösterilmiştir [103]. Bu sonuç, keklerde kül içeriğinin kek kompozisyonuna bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Kek örneklerinde yapılan kül tayini analizinin sonuçları Tablo 4.3'de verilmiştir. Yaptığımız çalışmada farklı kek içerikleri kullanılmadığından dolayı kek denemelerindeki kül değerlerinde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Aynı zamanda uygulanan ultrason işleminin ekşi hamurdan elde edilen keklerin kül değerlerinde istatistiksel (p>0,05) olarak önemli değişikliklere sebep olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.3: Kek örneklerinde kül tayini sonuçları¹.

Kek örnekleri	Örnek Sayısı	KM Kül (%)
Kontrol	4	1,28 ^a ± 0,09
US-50	4	1,25 ^a ± 0,18
US-100	4	1,23 ^a ± 0,03

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar (p>0,05) önemsizdir. Sonuçlar 2 tekrarlı 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

4.1.4 Renk Tayini

Kek örneklerinde yapılan iç ve dış renk tayinlerinin sonuçları Tablo 4.4’de verilmiştir. Renk ölçümünde L* değeri matlık(0)-parlaklık(100), a*/-a* değeri kırmızılık-yeşillik ve b*-/b* değeri sarılık-mavilik ölçülerini göstermektedir [104].

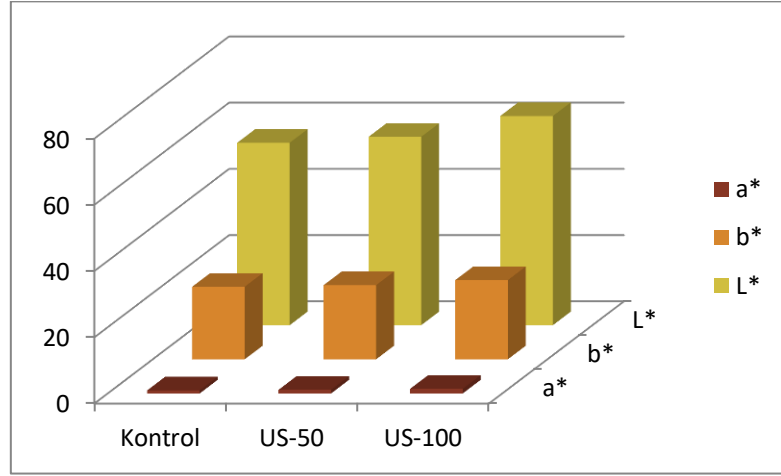
Tablo 4.4: Kek örneklerinde iç ve dış renk tayini sonuçları¹.

Kek örnekleri	Örnek Sayısı	İç renk			Dış renk		
		L* değeri	a* değeri	b* değeri	L* değeri	a* değeri	b* değeri
Kontrol	4	55,06 ^b ±1,68	0,93 ^a ±0,24	21,90 ^a ±0,66	50,03 ^a ±3,93	18,63 ^a ±0,32	36,26 ^a ±4,02
US-50	4	56,86 ^b ±2,24	1,10 ^a ±0,59	22,37 ^a ±2,19	49,54 ^a ±3,76	15,55 ^c ±0,98	33,92 ^a ±3,69
US-100	4	63,16 ^a ±1,26	1,38 ^a ±0,46	23,89 ^a ±1,51	47,39 ^a ±4,51	16,83 ^b ±0,98	31,41 ^a ±4,23

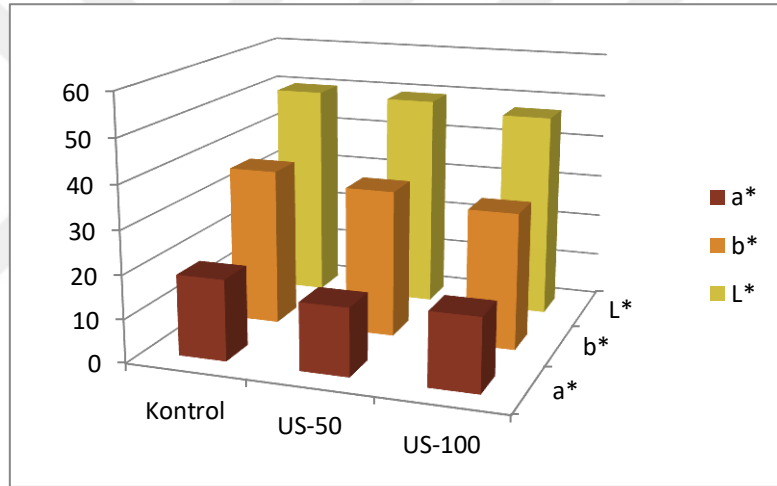
¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar (p>0,05) önemsizdir. Sonuçlar 2 tekrarlı 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

Renk sonuçları incelendiğinde kek iç renge ait L* değerinin ve dış renge ait a* değerinin ultrason uygulaması ile istatistiksel olarak (p<0,05) önemli düzeyde değiştiği tespit edilmiştir. Diğer renk değerlerinde ultrasonun istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı (p>0,05) belirlenmiştir. Kek numunelerinin iç renkleri incelendiğinde %100 güç seviyesinde ultrason uygulaması ekşi hamurlu kekte L* değerini kontrol keklerine göre dikkate değer bir ölçüde artırmıştır. Bu sonuç, US uygulamasının kekte daha canlı parlak bir iç görünüme sebep olduğunu göstermiştir. Kek numunesinin dış renk a* değerinin kontrol kekinde en yüksekken %50 ultrason uygulanan ekşi hamurlu kekte en düşük değerde olduğu gözlenmiştir. Esmaeilzadeh Kenari ve Nemati (2020), yaptıkları çalışmada, keklerde ultrasonik dalgaların daha iyi havalandırma sağladığını, dolayısıyla boyut, gözeneklilik ve duyuşal özellikler gibi parametrelerin iyileştiğini, kekin dokusunun yumuşadığını ve kekin iç ve dış renginin açıldığını gözlemlemişlerdir [97]. Diğer bir çalışmada, ultrason uygulanan farklı içerikli keklerin dış ve iç renklerinin daha parlak olduğu bildirilmiştir [105]. Şekil 4.3’de Kek örneklerinin iç renk değişimine, Şekil 4.4’de Kek örneklerinin dış renk değişimine yer verilmiştir. Yaptığımız çalışma sonuçları, kek iç parlaklığındaki artış ve ayrıca kek yumuşaklığındaki artış ile bu araştırma sonuçlarını destekleyici niteliktedir (Tablo 4.4; Tablo 4.10; Şekil 4.1; Şekil 4.2; Şekil 4.3; Şekil 4.4).

Şekil 4.3: İç renk değişimi.



Şekil 4.4: Dış renk değişimi.



4.2 Kek Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analizler

Kek örneklerinde yapılan kimyasal analizler 2 paralelli 2 tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Kek örneklerinde ham yağ, ham selüloz, ham protein, pH ve titrasyon asitliği analizleri yapılmıştır.

4.2.1 Ham Yağ Tayini

Kek üretiminde kullanılan yağlar kek kalitesini etkileyen bileşenlerdendir. Yapılan bir çalışmada sıvı yağların kullanımı ile keklerde yumuşaklık ve hacim değerlerinde artışlar gözlenmiştir [106]. Kek örneklerine ait varyans ve Duncan analiz sonuçları incelendiğinde (Tablo 4.5) ultrason işleminin ham yağ üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) istatistiksel olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar ultrasonik ses dalgalarının belirlenen güç

seviyelerinde ham yağ içeriğine herhangi bir zarar verici etkisinin olmadığını göstermektedir. Bunun sonucu olarak keklerde ham yağ kaynaklı tekstürel bir risk oluşmadığı sonucuna varılabilmektedir. Kek örneklerinde yapılan ham yağ tayini sonuçları Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5: Kek örneklerinde ham yağ tayini sonuçları¹.

Kek örnekleri	Örnek Sayısı	Ham yağ(%)
Kontrol	4	16,75 ^a ± 0,58
US-50	4	17,25 ^a ± 0,64
US-100	4	16,22 ^a ± 1,70

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar ($p>0,05$) önemsizdir. Sonuçlar 2 tekrarlı 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

4.2.2 Ham Protein Tayini

Kek kalitesi açısından %8-9 protein oranına sahip yumuşak buğday unları tercih edilmektedir. Proteinler kek hamurunda oluşan hava kabarcıklarını sararak kekin kabarmasına ve hacminin korunmasına yardımcı olan önemli bileşenlerdendir. Bu bileşenler sayesinde yüksek hacimli ve daha stabil yapıda kekler üretilabilmektedir [107, 108].

Çalışmamızda kek ham protein içeriklerinin ultrason işlemi ile istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmediği ($p>0,05$) gözlemlenmiştir. Kek örneklerindeki ham protein tayini sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6: Kek örneklerinde ham protein tayini sonuçları¹.

Kek örnekleri	Örnek Sayısı	Ham protein (%)
Kontrol	4	8,26 ^a ± 0,22
US-50	4	7,98 ^a ± 0,09
US-100	4	8,08 ^a ± 0,21

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar ($p>0,05$) önemsizdir. Sonuçlar 2 tekrarlı 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

4.2.3 Ham Selüloz Tayini

Kek unlarında çok düşük oranda selüloz bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada kek üretiminde kullanılacak unların içerisinde ortalama %0,6 oranında ham selüloz olduğu

belirlenmiştir [109]. Diğer bir çalışmada, keklerde selüloz içeriği artışı ile sertliğin ve çiğnenebilirliğin arttığı bildirilmiştir. Ham selüloz miktarı az olmasına rağmen kek tekstürünü etkileyen bir bileşendir [99]. Ham selüloz değerlerine ait varyans ve Duncan test sonuçları ultrason işleminin etkisinin istatistiksel açıdan incelendiğinde önem arz ettiğini ($p<0,05$) göstermiştir (Tablo 4.7). Ultrason güç seviyesindeki artış ile birlikte ham selüloz oranında da artış meydana gelmiştir. Çalışmamızda kullandığımız ultrason parametrelerinin selülozu etkilemediğini gösteren çalışmalar literatürde bulunmuştur. Ham selülozun yapısının değiştiği ultrasonik güç, enerji ve süre parametrelerinin daha yüksek ölçütler olduğu gözlemlenmiştir [110, 111]. Bu sonuçlara bağlı olarak ham selüloz oranındaki artışın kekta kullanılan ekşi hamur veya kek kompozisyonundan kaynaklı bir değişim olduğu düşünülmektedir.

Tablo 4.7: Kek örneklerinde ham selüloz tayini sonuçları¹.

Kek Örnekleri	Örnek Sayısı	Ham Selüloz (%)
Kontrol	4	1,21 ^{ab} ± 0,24
US-50	4	1,04 ^b ± 0,66
US-100	4	1,89 ^a ± 0,74

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar ($p>0,05$) önemsizdir. Sonuçlar 2 tekrarlı 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

4.2.4 Titrasyon Asitliği Tayini

Keklerde asitlik kek kompozisyonuna, kek yapım metoduna ve uygulanan işlemlere bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir. Yapılan bir çalışmada Tip I ve Tip II ekşi maya kullanılmış keklerde titrasyon asitlikleri (laktik asit cinsinden) %0,24-0,50 arasında değişiklik göstermiştir [12]. Kek örneklerine ait titrasyon asitliği sonuçları uygulanan ultrason işleminin etkisinin önemli düzeyde ($p>0,05$) olmadığını göstermiştir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8: Kek örneklerinde titrasyon asitliği tayini sonuçları¹.

Kek örnekleri	Örnek Sayısı	Titrasyon asitliği (%)
Kontrol	4	0,2 ^a ±0,00
US-50	4	0,1 ^a ±0,00
US-100	4	0,1 ^a ±0,00

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar ($p>0,05$) önemsizdir. Sonuçlar 2 tekrarlı 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

4.2.5 pH Tayini

Kek örneklerinde yapılan pH tayini sonuçlarına Tablo 4.9’da yer verilmiştir. Keklerin pH değerleri titrasyon asitliğinde olduğu gibi aynı kriterlere bağlı olarak değişiklikler gösterebilmektedir. Kek kompozisyonunda kullanılan sütün kek pH seviyeleri üzerine etkisi olmaktadır. Nitekim sonuçlar nötr ve nötr pH’ya yakın değerler çıkmaktadır. Gül (2018) yaptığı çalışmada Tip I ve Tip II ekşi hamurdan yapılan kelerde pH değerlerinin 6,08 – 7,03 aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir [12].

Tablo 4.9: Kek örneklerinde pH tayini sonuçları¹.

Kek örnekleri	Örnek Sayısı	pH
Kontrol	4	7,11 ^a ±0,00
US-50	4	7,04 ^b ±0,04
US-100	4	7,04 ^b ±0,04

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar ($p>0,05$) önemsizdir. Sonuçlar 2 tekrarlı 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

Tablo 4.9 incelendiğinde pH değerlerinde ultrasonla birlikte bir düşüşün olduğu ve bu düşüşün istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Ultrason teknolojinin ekşi mayanın aktivitesini arttırdığı bilinmektedir [15]. Bunun sonucu olarak laktik asit bakterileri ve maya faaliyetlerinin fermente olabilir şekerleri kullanarak pH da belli oranda bir düşüş meydana getirdiği düşünülmektedir.

4.3 Kek Örneklerinde Yapılan Tekstürel Analizler

Kek örneklerinde yapılan tekstürel analizler 2 paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Sertlik, iç/dış yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik, esneklik ve elastikiyet özellikleri analiz edilmiştir.

4.3.1 Kek Sertliği

Keklerde sertlik, hamurun su tutma kapasitesi, protein miktarı ve kalitesi, lif içeriği, kek kompozisyonu, pişirme derecesi vb. faktörlerden etkilenmektedir. Sertlik (hardness) değeri tekstür cihazında birinci sıkıştırma aşamasındaki maksimum kuvvettir. Örnek fiziksel görünümünün bozulması için ihtiyaç duyulan kuvvet olarak tanımlanır. Tekstürel analizlerden kek sertliği istatistiksel sonuçları Tablo 4.10’da verilmiştir.

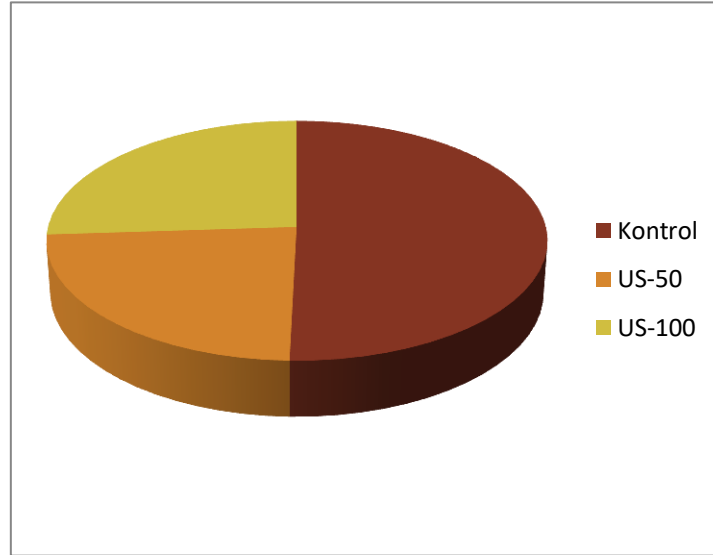
Tablo 4.10: Kek örneklerinde sertlik analiz sonuçları¹.

Kek örnekleri	Örnek Sayısı	Sertlik
Kontrol	2	3742,25 ± 44,0 ^a
US-50	2	1751,21 ± 175,4 ^b
US-100	2	1931,37 ± 33,3 ^b

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar (p>0,05) önemsizdir. Sonuçlar 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

Tablo 4.10’da görüldüğü üzere, yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre ultrason işleminin ekşi hamurlu kekin sertliğini önemli düzeyde (p<0,05) etkilediği tespit edilmiştir. Kontrol kekinin sertliği daha yüksekken ultrason uygulanan keklerin sertliğinde düşüş gözlenmiştir. Ultrason işleminin protein ağ yapısını etkileyerek disülfid bağlarını hasara uğratarak sülfhidril gruplarının oluşmasını sağladığı, bunun da kek sertliğinde düşüşe neden olduğu düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada kek hamurlarına farklı ultrason süre ve enerji seviyeleri uygulanarak kekler yapılmıştır. Keklerde ultrason uygulamasının sertlik değerlerinde düşüşe neden olduğu belirlenmiştir [19]. Şekil 4.5’de Kek sertliğindeki değişim gösterilmiştir.

Şekil 4.5: Kek sertliğindeki değişim.



4.3.2 İç/Dış Yapışkanlık

Kek iç/dış yapışkanlık değerleri istatistiksel sonuçlarına Tablo 4.11’de yer verilmiştir.

Tablo 4.11: Kek örneklerinde iç/dış yapışkanlık analiz sonuçları¹.

Kek örnekleri	Örnek Sayısı	Yapışkanlık (dış)	Yapışkanlık (iç)
Kontrol	2	-25,36 ^a ±23,61	0,76 ^a ±0,00
US-50	2	-10,06 ^a ±8,24	0,76 ^a ±0,00
US-100	2	-3,09 ^a ±1,89	0,71 ^b ±0,00

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar (p>0,05) önemsizdir. Sonuçlar 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

Yapılan tekstürel analizlerin sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde uygulanan ultrason güç seviyelerinin dış yapışkanlık değerinde istatistiksel olarak önemli (p>0,05) bir değişim göstermemiştir. İç yapışkanlık değerindeki değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu (p<0,05) ve %100 güç seviyesinde ultrason uygulanan ekşi hamurlu keklerde iç yapışkanlık değerini düşürdüğü gözlemlenmiştir.

4.3.3 Sakızimsılık ve Çiğnenebilirlik

Çiğnenebilirlik (chewiness) katı parçacıklara sahip yiyeceklerin yutulabilmesi için uygun duruma getirilmesinde harcanan enerji olarak bilinmektedir. Ekşi hamurlu keklerin sakızimsılık değerleri incelendiğinde ultrason uygulanan kek örneklerinde sakızimsılık değerinin önem arz eden bir düzeyde (p<0,05) düştüğü gözlemlenmiştir (Tablo 4.12). Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde kontrol kekinin çiğnenebilirliği daha yüksekken ultrason uygulanan ekşi hamurlu keklerin çiğnenebilirliğinde bir düşüşün olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, ultrason uygulanan keklerde, kontrol örneklerine göre sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin %10 oranında düştüğü belirlenmiştir. Ekşi mayalı kek örneklerimize ait sonuçlar ultrason işleminin bu etkisini doğrular niteliktedir.

Tablo 4.12: Kek örneklerinde sakızimsılık ve çiğnenebilirlik analiz sonuçları¹.

Kek örnekleri	Örnek Sayısı	Sakızimsılık	Çiğnenebilirlik
Kontrol	2	2857,76 ^a ±53,82	2601,25 ^a ±98,27
US-50	2	1341,43 ^b ±119,11	1224,08 ^b ±111,95
US-100	2	1370,84 ^b ±7,56	1229,79 ^b ±10,44

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar (p>0,05) önemsizdir. Sonuçlar 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

4.3.4 Esneklik ve Elastikiyet

Esneklik (resilience) örneğin eski haline dönmesinin bir ölçüsü olarak tanımlanır. Elastikiyet (springiness) yapısı bozulan örneğin ilk haline dönmesi ile ilgili bir kavramdır. Her ikisi birbirine benzer kavramlar olmasına rağmen ölçümleri farklıdır. Esneklik grafik üzerindeki alanların oranı ile elastikiyet ise mesafelerin oranı ile ölçülmektedir. Kek örneklerine ait esneklik ve elastikiyet değerleri incelendiğinde, ultrason işleminin esneklik değerlerinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olmadığı ($p>0,05$), elastikiyet değerlerinde ise önemli düzeyde ($p<0,05$) değişime neden olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.13). Tan ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, ultrason işlemi uygulanan keklerde kontrol örneklerine göre esneklik ve elastikiyet değerlerinin daha yüksek çıktığını belirtmişlerdir [19]. Buradan yola çıkarak yapmış olduğumuz çalışma sonuçları ultrasondan farklı olarak kullanılan ekşi mayanın etkisiyle elastikiyet ve esneklik üzerinde kısmen de olsa azaltan etkisinin olduğu düşünülmektedir. Bu görüşümüzü doğrulayan diğer bir çalışmada Tip II ve Tip I ekşi maya kullanımı ile keklerin kontrol gruplarına göre esneklik ve elastikiyet değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir [12].

Tablo 4.13: Kek örneklerinde esneklik ve elastikiyet analiz sonuçları¹.

Kek örnekleri	Örnek Sayısı	Esneklik	Elastikiyet
Kontrol	2	0,91 ^a ±0,01	0,37 ^b ±0,00
US-50	2	0,91 ^a ±0,00	0,39 ^a ±0,00
US-100	2	0,89 ^a ±0,01	0,34 ^c ±0,00

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar ($p>0,05$) önemsizdir. Sonuçlar 2 paraleldir. (Ortalama ± Standart sapma)

4.4 Kek Örneklerinde Yapılan Duyusal Analizler

Ekşi mayalı kek örneklerine ait duyusal analiz sonuçlarına Tablo 4.14’ de yer verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, dış renk, iç renk, gözenek yapısı, çiğnenebilirlik, hacim ve genel beğeni değerlerinin ultrason uygulanmış keklerde istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0,05$) değişiklik gösterdiği, koku ve lezzet değerlerinde ise istatistiksel olarak önemli bir değişim ($p>0,05$) göstermediği gözlemlenmiştir (Tablo 4.14).

Tablo 4.14: Kek örneklerinde duyu analizi sonuçları¹.

Kek örnekleri	Örnek Sayısı	Dış renk	İç renk	Gözenek yapısı	Çiğnenebilirlik	Lezzet	Hacim	Genel beğeni	Koku
Kontrol	10	3,4 ^b ±0,96	2,7 ^b ±1,05	2,2 ^b ±0,78	3,1 ^b ±0,73	3,5 ^a ±1,08	2,4 ^b ±0,51	3,0 ^b ±0,47	3,9 ^a ±0,73
US-50	10	4,0 ^{ab} ±0,81	3,5 ^a ±0,70	3,6 ^a ±0,96	3,4 ^{ab} ±0,84	3,8 ^a ±0,63	3,7 ^a ±0,82	3,8 ^a ±0,42	3,9 ^a ±0,73
US-100	10	4,4 ^a ±0,51	3,9 ^a ±0,03	3,9 ^a ±0,87	3,8 ^a ±0,42	3,8 ^a ±0,91	4,1 ^a ±0,31	4,2 ^a ±0,42	3,6 ^a ±0,96

¹: Tabloda sütunlarda olan aynı harfli veriler arasındaki farklar (p>0,05) önemsizdir. Sonuçlar 10 tekrarlıdır. (Ortalama ± Standart sapma)

Panelistlerin değerlendirmeleri sonucunda, ekşi hamurlu keklerde %50 ve %100 güç seviyesinde ultrason uygulananlarda iç ve dış rengi beğenme oranlarının daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Keklerin gözenek yapısı incelendiğinde panelistler kontrol kekinin gözenek yapısının beğenisini düşük düzeyde tutarken ultrason uygulanan keklerin gözenek yapısındaki beğenilerini daha yüksek değerlerde puanlamışlardır. Şekil 4.6’da ultrason işlemi ile kekin gözenek yapısındaki değişim gösterilmiştir. Kontrol keki daha basık bir yapı gösterirken ultrason uygulanan keklerde gözle görünür hacim artışı ve gözenek yapısı olduğu gözlemlenmiştir. Bu değişim panelistlerin keklerdeki çiğnenebilirlik özelliklerinin beğenilerine de olumlu yönde yansımıştır. Yapılan bir çalışmada, ultrason banyosu ve prob tipi ultrason modelleri kullanılarak kek hamurlarına ultrason uygulanmıştır. Prob tipi ultrason modelleri ile uygulanan ultrason işleminin keklerde kalite özelliklerini ve gözenek yapısını daha da iyileştirdiği sonucuna varılmıştır [97]. Çalışmamızda kullandığımız prob tipi ultrasondan elde ettiğimiz kalitatif ve duyu analizi sonuçları da bu çalışmayı destekleyici nitelikte olmuştur (Tablo 4.14; Şekil 3.1; Şekil 4.6).

Şekil 4.6: Kekin gözenek yapısındaki değişim.

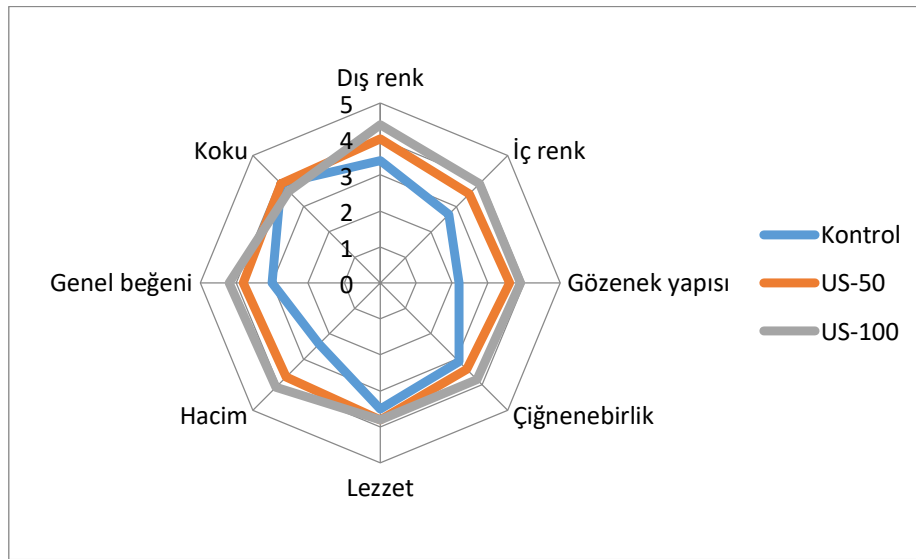


Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde panelistler, kontrol kekinin hacmine 2,4 puan verirken %50 ultrason uygulanan kekin hacmine 3,7 %100 ultrason uygulanan kekin hacmine ise 4,1 değerini vermiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde kontrol kekine kıyasla ultrason uygulanan keklerin hacim beğenisinde önemli düzeyde bir artış olduğu gözlemlenmektedir. Yapılan spesifik hacim değerlerindeki artış (Tablo 4.1) panelistlerin duysal analizlerindeki hacim değerlendirmeleri ile paralellik göstermektedir.

Panelistlerin koku noktasındaki değerlendirmeleri sonucunda ultrason işleminin keklerde herhangi bir koku farklılığına neden olmadığını değerlendirme puanlarına yansımıştır.

Endüstriyel pazarlama ve tüketiciler açısından önemli bir duysal kalite kriteri olan genel beğeni ultrason uygulanan keklerde oldukça olumlu sonuçlar ortaya koymuştur. Genel beğeni noktasında panelistler kontrol kekine 3,0 değerini verirken %50 ultrason uygulanan ekşi hamurlu keke 3,8 %100 ultrason uygulanan ekşi hamurlu keke 4,2 değerini verdiği gözlenmiştir (Tablo 4.4). İstatistiksel olarak genel beğeni noktasında %50 ultrason uygulanan kek ile %100 ultrason uygulanan kek arasında önemli bir değişim gözlenmezken kontrol keki ile ultrason uygulanan kekler arasında önemli bir değişimin olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.7’de duysal analizdeki değişim gösterilmiştir.

Şekil 4.7: Duyusal analizdeki değişim.



Duyusal analizlerin değerlendirildiği benzer çalışmalar ultrason işleminin keklerde olumlu etkilerini doğrulamacı niteliktedir. Hokmabadi ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada farklı içeriklere sahip kekler üzerinde ultrasonun etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlar, ultrasonik dalgaların daha iyi havalandırma sağladığını, dolayısıyla boyut, gözeneklilik ve duysal özellikler gibi parametrelerin iyileştirildiğini, kekin dokusunun yumuşadığını ve kekin renginin içeride ve dışarıda parladığını göstermiştir [105]. Diğer bir çalışmada, ultrason işlemi uygulanan keklerde kek kabuğunun neminin ve özelliklerinin daha iyi olduğu ve tadım panelistlerinden daha yüksek puanlar aldığı gözlemlenmiştir [112].



5. SONUÇLAR

Kek kompozisyonu ve yapım metodları bakımından oldukça zengin çeşitliğe sahip bir unlu mamuldür. Son yıllarda kek üzerine yapılan araştırmalar çoğunlukla fonksiyonel gıda niteliği kazandırmak amacıyla sağlığa faydalı bileşenlerin kek kompozisyonunda kullanılması ve keklerin kalite parametrelerini olumlu yönde düzenleyecek yeni üretim teknikleri geliştirilmesine yönelik çalışmalar şeklindedir. Çalışmamız her ikisini de kapsayacak şekilde oluşturulmuştur. Kek örneklerimizde hem ekşi maya kullanılarak fonksiyonellik kazandırmak hem de yeni bir işleme tekniği olarak ultrason teknolojisini kullanmak amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda ekşi mayalı kek hamurlarına ultrason işlemi uygulanmış ve kontrol örneklerine göre daha olumlu kalite nitelikleri ortaya çıkmıştır. Keklerde yapılan fiziksel analizlerde göze çarpan sonuçlar özellikle spesifik hacim ve L^* (iç) değerinin kontrol keklerine göre önem arz eden bir düzeyde ($p<0,05$) değiştiğidir. Kontrol keklerine nazaran daha parlak, gözenek yapısı daha iyi ve daha hacimli keklerin elde edildiği gözlemlenmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarında ham yağ ve ham protein değerlerinde, ultrason uygulaması, dikkate değer bir farklılık oluşturmamıştır. Tekstürel analizlerde istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) değişim gösteren değerler sertlik, yapışkanlık (iç), sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet değerleridir. Diğer tekstürel özellikler yapışkanlık (dış) ve esneklik istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p>0,05$) değişmemiştir. Duyusal analiz sonuçları, ultrason işlemi uygulanan ekşi mayalı keklerde panelistlerin gözle görünür bir şekilde beğeni puanlarını artırdığını göstermiştir. Panelistler duyusal kriterlerin beğeni değerlerine (koku hariç) kontrol keklerine göre daha fazla puan vermişlerdir.

Sonuç olarak, ultrason işlemi ekşi mayalı keklerde kayda değer ölçüde kalitatif ve duyusal özellikleri iyileştirmiştir. Bundan sonra yapılacak araştırmalarda kalitatif analizlere ilaveten mikrobiyolojik ve raf ömrü analizlerinin de çalışmamıza destek sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın -ileride bu noktada yapılacak çalışmalarla- doğal, katkısız, sağlıklı bir gıda olan ekşi hamurlu keklerin kalite özelliklerinin iyileştirilip tüketici taleplerini karşılayan ürünlerin üretilmesi çalışmalarına ışık tutabileceği öngörülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- [1] K. E. Gerçekaslan ve H. Boz, “Keçiboynuzu unu ilavesinin kakaolu kekin fiziksel, duyuşsal ve tekstürel özelliklerine etkisi”, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, vol. 8, no. 1, pp. 95-101, 2018.
- [2] H. E. Tuna, “Gıda atığı olan vişne, nar, kabak ve kayısı çekirdeklerinin kek üretiminde değerlendirilmesi”, Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2015.
- [3] İ. Ö. Gözükara, “Balkabağı tozunun fizikokimyasal ve sorpsiyon özellikleri üzerine kurutma metotlarının etkisi ve balkabağı tozunun kek üretiminde kullanımı”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-18, 2013.
- [4] K. Ergün, “Dondurularak kurutulmuş kivi püresi tozu kullanılarak hazırlanan keklerde pişirme yöntemi ve formülasyonun kalite kriterlerine etkisinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 7-28, 2012.
- [5] Y. H. Hui, H. Corke, I. De Leyn, W. K. Nip ve N. Cross, “Bakery products science and technology”, Blackwell Publishing, USA, 2006.
- [6] N. Mercan, M. H. Boyacıoğlu ve D. Boyacıoğlu, “Kek kalitesi üzerine bazı emülgatörlerin etkilerinin araştırılması”, Dünya Gıda Dergisi vol. 57 pp. 75-81, 2000.
- [7] C. Baltacıoğlu ve M. Uyar “Kabak (*Cucubita pepo L.*) tozunun kek üretiminde potansiyel kullanımı ve kek kalite parametrelerine etkisi”, Akademik Gıda, vol. 15, no. 3, pp. 274-280, 2017.
- [8] Ö. Akbaş, “Kek üretiminde ekzopolisakkaritlerin kullanımı”, Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 2009.
- [9] M. Venturi, S. Guerrini ve M. Vincenzini, “Stable and non-competitive association of *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida milleri* and *Lactobacillus sanfranciscensis* during manufacture of two traditional sourdough baked goods”, Food Microbiology, vol. 31, pp. 107-115, 2012.
- [10] M. H. Ertop ve M. Hayta, “Ekşi hamur fermantasyonunun ekmeğin biyoaktif bileşenleri ve biyoyararlanımı üzerindeki etkileri”, Gıda, vol. 41, no. 2, pp. 115- 122, 2016.
- [11] M. H. Ertop, “Farklı fermantasyon ve kurutma yöntemleriyle üretilmiş toz ekşi hamurun bazı mikrobiyolojik nitelikleri ve ekmekteki küf gelişimi üzerine etkileri”, Gıda, vol. 42, no. 5, pp. 609-619, 2017.

- [12] F. Gül, “Kek üretiminde ekşi hamur kullanımı”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.
- [13] R. Demir, “Ekşi hamur tozu kullanımının kekin kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2020.
- [14] G. Ottogalli, A. Galli ve R. Foschino, “Italian bakery products obtained with sourdough: characterization of the typical microflora”, *Advances in Food Science*, vol. 18, no. 5/6, pp. 131-144, 1996.
- [15] E. S. Krasnikova, V. A. Babushkin, N. L. Morgunova ve A. V. Krasnikov, “The use of ultrasound for development of baker’s yeast activation technology”, In *Journal of Physics: Conference Series* vol. 1679, no. 2, pp. 022002, IOP Publishing, 2020.
- [16] H. Wu, G. J. Hulbert ve J. R. Mount, “Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter”, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, no. 1(3), pp. 211-218, 2000.
- [17] L. Crosby, “Juices pasteurized ultrasonically” *Food Production/Management*, 16, 1982.
- [18] P. Piyasena, E. Mohareb ve R. C. McKellar, “Inactivation of microbes using ultrasound: a review”, *International journal of food microbiology*, 87(3), 207-216, 2003.
- [19] M. C. Tan, N. L. Chin ve Y. A. Yusof, “Power ultrasound aided batter mixing for sponge cake batter”, *Journal of Food Engineering*, 104(3), 430-437, 2011.
- [20] F. U. Ugwuona, J. F. Ogara ve M. D. Awogbenja, “Chemical and sensory quality of cakes formulated with wheat, soybean and cassava flours”, *Indian J. L. Sci.* 1,1-6, 2012.
- [21] H. M. Al-Dmoor, “Cake flour: functionality and quality”, *European Scientific Journal*, 9(3), 2013.
- [22] B. Özkaya ve Z. Demir, “Yumuşak buğdaylardan yapılan fırın ürünleri,” *Un Mamülleri Dünyası*, vol. 1, pp. 4-8, 1992.
- [23] H. Alp, “Yağsız süt tozu ve soya ürünleri ile zenginleştirilmiş kek özelliklerine transglutaminaz enziminin etkisi üzerine bir araştırma,” Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2006.
- [24] A. Elgün ve Z. Ertugay, “Tahıl işleme teknolojisi”, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 376 s, 1992.
- [25] E. Wilderjans, A. Luyts, K. Brijs ve J. A. Delcour, “Ingredient functionality in batter type cake making”, *Trends in food science and technology*, 30(1), 6-15, 2013.

- [26] N. Mercan ve M. H. Boyacıoğlu, “Kek üretim teknolojisi: kekin tanımı, sınıflandırılması ve üretimi”, Dünya Gıda Dergisi, 45, 36-39, 1999.
- [27] E. B. Bennion ve G. S. T. Bamford, “Chapter 4. Eggs and egg products,” In The Technology of Cake Making, London: Leonard Hill Books, pp. 28, 1973b.
- [28] N. Mercan ve M. H. Boyacıoğlu, “Kek üretiminde yaygın olarak kullanılan bileşenler ve fonksiyonları”, Dünya Gıda Dergisi, vol. 47, pp. 36-42, 1999b.
- [29] R. Yücel, “Glutensiz kek üretiminde kullanılan bazı zamların kalite üzerine etkisi”, 2009.
- [30] E. J. Pyler, “Baking science and technology”, 1998.
- [31] H. Dizlek ve H. Gül, “Kabartma tozları ve unlu mamullerde kullanımları,” Gıda, vol. 34, no. 6, pp. 403-410, 2009.
- [32] J. L. DesRochers, K. D. Seitz, C. E. Walker ve C. Wrigley, “Cakes, Chemistry of Manufacture”, 2004.
- [33] G. N. Yüksel, “Şeker otu (*Stevia rebaudiana*) ve ürünlerinin kek ve kurabiyede şeker yerine kullanılabilirliğinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 2019.
- [34] S. U. Okorie ve E. N. Onyeneke, “Production and quality evaluation of baked cake from blend of sweet potatoes and wheat flour” Academic Research International, 3(2), 171, 2012.
- [35] A. J. Akosua, K. F. M. Kwasi, D. C. Sedem ve M. Christopher, “Development and assessment of conformance of cowpea flour for cake production”, International Journal of Nutrition and Food Sciences, 4(3), 320-325, 2015.
- [36] V. K. Asimah, F. M. Kpodo, O. A. Adzinyo ve C. S. Dzah, “Utilization of brown rice flour and peanut paste in cake production”, American Journal of Food Science and Technology., 4(5), 129-134, 2016.
- [37] F. Salehi ve S. Aghajanzadeh, “Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review. Trends in Food Science and Technology”, 95, 162-172, 2020.
- [38] S. Beikzadeh, S. H. Peighambardoust, M. Beikzadeh, M. A. Javar-Abadi ve A. Homayouni-Rad, “Effect of Psyllium Husk on Physical, Nutritional, Sensory, and Staling Properties of Dietary Prebiotic Sponge Cake. Czech Journal of Food Sciences”, 34(6), 2016.
- [39] J. Zhou, B. Yan, Y. Wu, H. Zhu, H. Lian, J. Zhao ve D. Fan, “Effects of sourdough addition on the textural and physiochemical attributes of microwaved steamed-cake”, Lwt, 146, 111396, 2021.

- [40] N. Maravić, D. Škrobot, T. Dapčević-Hadnađev, B. Pajin, J. Tomić ve M. Hadnađev, “Effect of sourdough and whey protein addition on the technological and nutritive characteristics of sponge cake”, *Foods*, 11(14), 1992.
- [41] A. W. Sahin, T. Rice, E. Zannini, K. M. Lynch, A. Coffey ve E. K. Arendt, “Sourdough technology as a novel approach to overcome quality losses in sugar-reduced cakes”, *Food and Function*, 10(8), 4985-4997, 2019.
- [42] H. E., Jacob, “Six thousand years of bread. Lyons and Burford”, New York, 1997.
- [43] A. Corsetti ve L. Settanni, “Lactobacilli in sourdough fermentation”, *Food Research International*, vol. 40, no. 5, pp. 539-558, 2007.
- [44] R. L. Wirtz, “Grain, Baking, and Sourdough Bread: A Brief Historical Panorama”, In: *Handbook of Dough Fermentations*, K. Kulp and K. Lorenz (Eds.), Marcel Dekker, New York, 2003.
- [45] P. Carnevali, R. Ciati, A. Leporati ve M. Paese, “Liquid sourdough fermentation: Industrial application perspectives”, *Food Microbiology*, vol. 24, pp. 150-154, 2007.
- [46] G. Spicher ve Y. Pomeranz, “Bread and other baked products,” In: *Ulmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry*, vol. 4, Germany, 1985.
- [47] W. Messens ve L. De Vuyst, “Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdoughs a review”, *International journal of food microbiology*, 72(1-2), 31-43, 2002.
- [48] G. Rollan, C. L. Gerez, A. M. Dallagnol, M. I. Torino ve G. Font, “Update in bread fermentation by lactic acid bacteria”, *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*, pp. 1168-1174, 2010.
- [49] C. B. Meroth, J. Walter, C. Hertel, M. J. Brandt ve W. P. Hammes, “Monitoring the bacterial population dynamics in sourdough fermentation processes by using PCR-denaturing gradient gel electrophoresis”, *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 69, pp. 475-482, 2003.
- [50] C. Garofalo, G. Silvestri, L. Aquilanti ve F. Clementi, “PCR-DGGE analysis of lactic acid bacteria and yeast dynamics during the production processes of three varieties of Panettone”, *Journal of Applied Microbiology*, vol. 105, pp. 243-254, 2008.
- [51] W. Messens ve L. De Vuyst, “Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdoughs-A review”, *International Journal of Food Microbiology*, vol. 72, pp. 31-43, 2002.
- [52] K. Katina, “Sourdough: a tool for the improved flavour, texture and shelf-life of wheat bread (Doctoral dissertation, Helsingin yliopisto)”, 2005.

- [53] C. Liang, Z. Sarabadani ve A. Berenjian, “An overview on the health benefits and production of fermented functional foods”, *Journal of Advanced Medical Sciences and Applied Technologies*, 2(2), 224-233, 2016.
- [54] P. Stolz, “Biological fundamentals of yeast and Lactobacilli fermentation in bread dough”, In *Handbook of dough fermentations*, pp. 25-46, 2003.
- [55] L. De Vuyst ve P. Neysens, “The sourdough microflora: Biodiversity and metabolic interactions”, *Trends in Food Science and Technology*, vol. 16, pp. 43-56, 2005.
- [56] A. Paterson ve J. R. Piggott, “Flavour in sourdough breads: a review”, *Trends in Food Science and Technology*, 17(10), 557-566, 2006.
- [57] W. P. Hammes, M.J. Brandt, K. L. Francis, J. Rosenheim, M. F. H. Seitter ve S. A. Vogelmann, “Microbial ecology of cereal fermentations”, *Trends in Food Science and Technology*, vol. 16, pp. 4-11, 2005.
- [58] M. E. Guerzoni, D. I. Serrazanetti, P. Vernocchi ve A. Gianotti, “Physiology and biochemistry of sourdough yeasts”, *Handbook on sourdough biotechnology*, 155-181, 2013.
- [59] A. H. Çon ve H. Y. Gökalp, “Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Metabolitleri ve Etki Şekilleri”, 2000.
- [60] P. Gereková, Z. Petruláková ve E. Sturdik, “Importance of lactobacilli for bread-making industry”, *Acta Chimica Slovaca*, 4(2), 118-135, 2011.
- [61] B. J. Wood ve W. H. N. Holzapfel, “The genera of lactic acid bacteria”, *Springer Science and Business Media*, 1992.
- [62] M. A. Murtaza ve M. S. Ahmad, “Effect of sourdough bacteria on the quality and shelf life of bread”, *Pakistan journal of nutrition*, 6(6), 562-565, 2007.
- [63] M. Gobbetti, M. De Angelis, R. Di Cagno, M. Calasso, G. Archetti ve C. Rizzello, “Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation”, *International Journal of Food Microbiology*, 302(1), 103–113. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.05.018, 2019.
- [64] A. Abedfar, M. Hosseininezhad, A. Sadeghi, M. Raeisi ve J. Feizy, “Investigation on “spontaneous fermentation” and the productivity of microbial exopolysaccharides by *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus* isolated from wheat bran sourdough”, *Food Science and Technology*, 96(1), 686-693, doi: 10.1016/j.lwt.2018.05.071, 2018.
- [65] L. A. A. Menezes, F. Minervini, P. Filannino, M. L. Sardaro ve J. D. D. Lindner, “Effects of Sourdough on FODMAPs in Bread and Potential Outcomes on Irritable

- Bowel Syndrome Patients and Healthy Subjects”, *Frontiers in Microbiology*, 9(1), 1972. doi: 10.3389/fmicb.2018.01972, 2018.
- [66] H. A. Sakandar, R. Hüseyin, S. Kubow, F. A. Sadık, W. Huang ve M. İmran, “Sourdough bread: A contemporary cereal fermented product”, *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(3), e13883. doi: 10.1111/jfpp.13883, 2019.
- [67] M. R. Canesin ve C. B. B. Cazerin, “Nutritional quality and nutrient bioaccessibility in sourdough bread”, *Current Opinion in Food Science*, 40(1), 81-86. doi: 10.1016/j.cofs.2021.02.007, 2021.
- [68] S. Chawla ve S. Nagal, “Sourdough in bread-making: An ancient technology to solve modern issues”, *International Journal of Industrial Biotechnology and Biomaterials*, 1(1), 1-10, 2015.
- [69] K. Poutanen, L. Flander ve K. Katina, “Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective”, *Food microbiology*, 26(7), 693-699, 2009.
- [70] G. Yazar ve Ş. Tavman, “Functional and technological aspects of sourdough fermentation with *Lactobacillus sanfranciscensis*”, *Food Engineering Reviews*, vol. 4, pp. 171-190, 2012.
- [71] L. Simonson, H. Salovaara ve M. Korhola, “Response of wheat sourdough parameters to temperature, NaCl and sucrose variations”, *Food Microbiology*, vol. 20, pp. 193-199, 2003.
- [72] K. E. Gerçekaslan, “Vakıfkebir ekmek hamurundan laktik asit bakterilerinin izolasyonu-identifikasyonu ve ekmek üretiminde kullanılabilme imkanları”, 2012.
- [73] Y. Acar, “Gastronomi turizmi kapsamında Aksaray ili Güzelyurt (Gelveri) yöresel mutfağının unutulmaya yüz tutmuş tatlarının değerlendirilmesi”, *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, vol. 4/1, pp. 81-86, 2016.
- [74] N. Erdem, N. Işık ve S. Gökmen, “Aksaray ili Güzelyurt ilçesi’nin geleneksel bir gıdası Gelveri ekmeği”, *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, vol. 5/4, pp. 534-545, 2017.
- [75] N. Onur, T. Süren ve M. Güllü, “Şanlıurfa yöresine özgü geleneksel bir çörek: Külünçe”, *Sosyal Bilimler Dergisi*, vol. 3, no. 7, pp. 176-183, 2016.
- [76] S. Palomba, “Sourdoughs for sweet baked products: microbiology, characterization, screening and study of exopolysaccharides produced by 62 microbial strains”, *Doctor of Philosophy Thesis, Università Degli Studi Di Napoli Federico II Scienze e Tecnologie delle Produzioni Agro-Alimentari*, 2008.

- [77] Y. Maruyama ve S. Okada, “Microorganisms involved in the fermentation process of panettone sourdough maintaining in Japan”, *Food Preservation Science*, 32(2), 59-66, 2006.
- [78] C. Montanari, E. Bargossi, R. Lanciotti, F. Chinnici, F. Gardini ve G. Tabanelli, “Effects of two different sourdoughs on the characteristics of Pandoro, a typical Italian sweet leavened baked good”, *Food Science and Technology*, vol. 59, pp. 289-299, 2014.
- [79] P. Vernocchi, S. Valmorri, V. Gatto, S. Torriani, A. Gianotti, G. Suzzi, M. E. Guerzoni ve F. Gardini, “A survey on yeast microbiota associated with an Italian traditional sweet-leavened baked good fermentation”, *Food Research International*, vol. 37, pp. 469-476, 2004.
- [80] F. Yüksel, “Gıda teknolojisinde ultrases uygulamaları”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(2), 29-38, 2013.
- [81] H. M. Hernández-Hernández, L. Moreno-Vilet ve S. J. Villanueva-Rodríguez, “Current status of emerging food processing technologies in Latin America: novel non-thermal processing”, *Innov Food Sci Emerg Technol*, 58:102233. doi: 10.1016/j.ifset.2019.102233, 2019.
- [82] R. N. Pereira ve A. A. Vicente, “Environmental impact of novel thermal and non-thermal technologies in food processing”, *Food Res Int*, 43:1936-43. doi: 10.1016/j.foodres.2009.09.013, 2010.
- [83] A. Iqbal, A. Murtaza, W. Hu, I. Ahmad, A. Ahmed ve X. Xu “Activation and inactivation mechanisms of polyphenol oxidase during thermal and non-thermal methods of food processing”, *Food Bioprod Process*, 117:170-82. doi: 10.1016/j.fbp.2019.07.006, 2019.
- [84] H. B. Jadhav, U. S. Annapure ve R. R. Deshmukh, “Non-thermal technologies for food processing”, *Frontiers in Nutrition*, 8, 657090, 2021.
- [85] T. J. Mason ve J. P. Lorimer, J. P. “Applied sonochemistry” (No Title), 1, 2002.
- [86] Ç. Türksönmez ve A. Diler, “Gıda endüstrisinde ultrason uygulamaları”, *Aydın Gastronomy*, 5(2), 177-191, 2021.
- [87] Türk Gıda Kodeksi, “Buğday unu tebliği, Tebliğ no. 2013/9”, *Resmi Gazete*, no. 28606, 02.04.2013.
- [88] H. Levent ve N. Bilgiçli, “Quality evaluation of wheat germ cake prepared with different emulsifiers”, *Journal of food quality*, 36(5), 334-341, 2013.

- [89] H. Özkaya ve B. Kahveci, “Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri”, Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:14, Ankara, 1990.
- [90] AACC, “Guidelines for measurement of volume by rapeseed displacement”, AACC Method 10-05.01, 11th Ed., St. Paul, MN, U.S.A. 2001.
- [91] S. Sadaka ve G. Atungulu, “Grain sorghum drying kinetics under isothermal conditions using thermogravimetric analyzer”, BioResources, 13, 1534-1547, 2018.
- [92] AACC, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, (11th ed.), The Association: St Paul, MN., 2000.
- [93] F. J. Francis, “Colour analysis, (Editor: Nielsen, S.S.), Food Analysis, Springer New York Dordrecht Heidelberg”, London, 1998.
- [94] AACC, Hydrogen-ion activity (pH) - Electrometric method. In: AACC Method 02-52.01, 11th Ed., St. Paul, MN, U.S.A. 1999a.
- [95] AACC, Titratable acidity. In: AACC Method 02-31.01, 11th Ed., St. Paul, MN, U.S.A. 1999b.
- [96] AACC, American Association of Cereal Chemists, U.S.A. 1990.
- [97] R. Esmaeilzadeh Kenari ve A. Nemati, “The effectiveness of ultrasound bath and probe treatments on the quality of baking and shelf life of cupcakes”, Food Science and Nutrition, 8(6), 2929-2939, 2020.
- [98] M. M. Karaoğlu ve Y. Bedir, “Kısmi pişirme yönteminin kek kalitesi üzerine etkisi”, Akademik Gıda, 18(3), 256-263, 2020.
- [99] M. Gómez, E. Ruiz-París, B. Oliete ve V. Pando, “Modeling of texture evolution of cakes during storage”, J. Texture Stud, 41: 17-33, 2010.
- [100] B. Uçar ve M. Hayta, “Kek kalitesinin ve raf ömrünün iyileştirilmesi”, Gıda, 37(6), 2012.
- [101] J. T. Edmund ve K. W. Perry, “Soft Wheat Quality. In: Food Engineering Aspects of Baking Sweet Goods”, Servet G. S. and Serpil S., pp.1-30, CRC Press, 2008.
- [102] H. Al-Dmoor, “Production of cake from hard wheat flour”, Will submit for publishing in, 2012.
- [103] N. Çakır, “Bazı değirmencilik yan ürünlerinin kek üretiminde kullanılması”, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, 2018.
- [104] F. J. Francis, “Colour analysis, (Editor: Nielsen, S.S.)”, Food Analysis, Springer NewYork Dordrecht Heidelberg, London, 1998.
- [105] F. Hokmabadi, A. Arianfar ve Z. Sheikholeslami, “The effect of ultrasonic wave on the qualitative properties of cupcake containing triticale flour and tragacanth

- gum”, Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 4(11), 240-244, 2015.
- [106] J. Zhou, J. M. Faubion ve C. E. Walker, “Evaluation of different types of fats for use in high-ratio layer cakes”, Food Sci Technol, 44, 1802-1808, 2011.
- [107] A. Elgün ve Z. Ertugay, “Tahıl İşleme Teknolojisi”, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 718, 3765, 2002.
- [108] E. B. Bennion ve G. S. T. Bamford, “The Technology of Cake Making, Chapman and Hall”, London, UK, 245p, 1997.
- [109] N. Çakır, “Bazı değirmencilik yan ürünlerinin kek üretiminde kullanılması”, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, 2018.
- [110] W. Lan, C. F. Liu, F. X. Yue, R. C. Sun ve J. F. Kennedy, “Ultrasound-assisted dissolution of cellulose in ionic liquid”, Carbohydrate polymers, 86(2), 672-677, 2011.
- [111] S. S. Wong, S. Kasapis ve D. Huang, “Molecular weight and crystallinity alteration of cellulose via prolonged ultrasound fragmentation”, Food Hydrocolloids, 26(2), 365-369, 2012.
- [112] F. Naghipour, “Application sonication for improvement texture and sensory acceptance of low fat gluten free rice cake”, Journal of Food Science, 75(15), 353-359, 2018.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Vuslat Nursel ER

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Gıda Mühendisliği	2021 - 2024
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Gıda Mühendisliği	2015 - 2019