

T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ISIRGAN TOHUM TOZU İLAVESİNİN KEKLERİN KALİTE
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Esra İrem CAN

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kadir ÇEBİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

ERZİNCAN
2024
Her Hakkı Saklıdır.

Kabul ve Onay Sayfası

Dr.Öğr.Üyesi Kadir ÇEBİ danışmanlığında, Esra İrem CAN tarafından hazırlanan bu çalışma 01.10.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Mustafa Fatih ERTUGAY İmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Kadir ÇEBİ İmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi İzzet ÖZHAMAMCI İmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi İzzet ÖZHAMAMCI İmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi İzzet ÖZHAMAMCI İmza:

Yukarıdaki sonuç Enstitü Yönetim Kurulunun / / 20.... tarih ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Kemal Volkan ÖZDOKUR
Enstitü Müdür V.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, şekil ve tabloların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

Bilimsel Etiğe Uygunluk Sayfası

“ISIRGAN TOHUM TOZU İLAVESİNİN KEKLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ ” isimli “Yüksek Lisans/ Doktora” tezim tarafımca intihal tespit programı ile incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığını taahhüt ederim.

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim. 01/10/2024

(İmza)

Esra İrem CAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ISIRGAN TOHUM TOZU İLAVESİNİN KEKLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Esra İrem CAN

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kadir ÇEBİ

Bu çalışmada ısırgan tohumu tozu ilavesiz (IT0), % 1 (IT1), % 3 (IT2) ve % 5 (IT3) ısırgan tohumu tozu ilaveli olmak üzere 4 örnek kek grubunda kabuk ve iç renk, spesifik hacim, mikroyapı, antimikrobiyal etki, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve duyusal analizler yapılmıştır. Keklere ısırgan tohumu tozu ilavesi kabuk (L^* , a^* ve b^*) ve iç renk (L^* ve b^*) değerini önemli ölçüde ($p<0,001$) azaltmıştır. Spesifik hacimde ise istatistiksel olarak önemli bir değişiklik olmamıştır. Kek örneklerinin toplam fenolik madde içeriği 3,58-4,8 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/ g arasında bulunmuş olup ısırgan tohumu tozu ilavesi ile fenolik madde miktarında istatistiksel olarak önemli ölçüde ($p<0,001$) artış olmuştur. Artan ısırgan tohumu konsantrasyona bağlı olarak örneklerin antioksidant aktivitesi yani süperoksit ($O_2^{\bullet-}$), hidroksil (OH^{\bullet}), nitrik oksit (NO^{\bullet}), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) ve 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS) radikallerinin giderilme oranının ve demir indirgeme potansiyelinin arttığı tespit edilmiştir. Kek örneklerinin kabuk ve iç rengi dışındaki duyusal analiz parametreleri (üst yüzey özellikleri, kek yumuşaklığı, aroma ve ağız hissi, kek içi gözenek yapısı, tat ve genel kabul edilebilirlik) ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sonuç olarak IT2 grubu örnekleri kek ürünlerine farklı bir ürün çeşidi olarak önerilebilir.

2024, 51 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Duyusal analiz, Fenolik bileşik, Isırgan, Kek

ABSTRACT

MSc Thesis

EFFECT OF NETTLE SEED POWDER SUPPLEMENTATION ON QUALITY PROPERTIES OF CAKES

Esra İrem CAN

Erzincan Binali Yıldırım University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineer

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Kadir ÇEBİ

In this study, crust and crumb color, specific volume, microstructure, antimicrobial activity, total phenolic substance, antioxidant activity and sensory analyzes were performed in 4 cake groups: without addition of nettle seed powder (IT0), with addition of 1% (IT1), 3% (IT2) and 5% (IT3) nettle seed powder. The addition of nettle seed powder to the cakes significantly ($p<0.001$) reduced the values for crust (L^* , a^* and b^*) and crumb color (L^* and b^*). There was no statistically significant change in specific volume. The total phenolic substance content in the cake samples ranged from 3.58 to 4.8 mg gallic acid equivalent (GAE)/g, and there was a statistically significant ($p<0.001$) increase in the amount of phenolic substance with the addition of nettle seed powder. It was found that the antioxidant activity of the samples, i.e. the elimination rate of superoxide ($O_2^{\bullet-}$), hydroxyl (OH^{\bullet}), nitric oxide (NO^{\bullet}), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS) radicals and iron reduction potential increased with increasing nettle seed concentration. The sensory analysis parameters of the cake samples except for crust and internal color (top surface characteristics, softness of the cake, aroma and mouthfeel, internal pore structure of the cake, taste and overall acceptability) were found to be statistically significant. Therefore, the samples of group IT2 can be recommended as a different product type for cake products.

2024, 51 Pages

Keywords: Antioxidant, Cake, Nettle, Phenolic compound, Sensory analysis

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve bu çalışmamın her basamağında mesleki ve hayati bilgisini, tecrübelerini benimle paylaşmaktan hiçbir zaman çekinmeyen, çalışmamın her aşamasında bana anlayışla yaklaşan, yüksek lisans eğitimim boyunca bana hep yardımcı olan ve bu çalışmayı tamamlamamda çok büyük emeği olan kıymetli ve saygıdeğer tez danışmanım Sn. Dr. Öğr. Üyesi Kadir ÇEBİ'ye saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Desteklerinden dolayı Gıda Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı Başkanı Sn. Prof. Dr. Mustafa Fatih ERTUGAY'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde emekleri çok büyük olan, hayatımda desteklerini hiç eksik etmeyen, maddi manevi her şekilde yanımda olan kıymetli aileme özellikle çok değerli kız kardeşim Ayşe Mine CAN'a sevgi ve teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın her basamağında yanımda olan desteğini hiç eksik etmeyen kıymetli eşim Enes APLAK'a sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Esra İrem CAN

Ekim, 2024

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1. Materyal	13
3.2. Yöntem	13
3.2.1. Kek formülasyonu	13
3.2.2. pH analizi.....	15
3.2.3. Nem tayini	15
3.2.4. Kül tayini	15
3.2.5. Protein tayini.....	16
3.2.6. Yağ tayini	16
3.2.7. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim analizi	16
3.2.8. Morfolojinin belirlenmesi.....	16
3.2.9. Toplam fenolik madde tayini.....	17
3.2.10. Antioksidan aktivite tayini.....	18
3.2.10.1. DPPH radikali giderme potansiyeli	18
3.2.10.2. Süperoxide radikali giderme potansiyeli.....	19
3.2.10.3. ABTS radikali giderme potansiyeli	19
3.2.10.4. Hidroksil radikali giderme potansiyeli.....	20
3.2.10.5. Nitrik oksit radikali giderme potansiyeli	21
3.2.11. Renk tayini.....	21
3.2.12. Antimikrobiyal analizler	21
3.2.13. Duyusal analizler.....	22
3.2.14. İstatistiksel analizler	22

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	23
4.1. pH değerleri.....	23
4.2. Kül, nem, protein ve yağ tayini	24
4.3. Ağırlık, hacim, spesifik hacim değerleri.....	26
4.4. Mikroyapısal analiz	27
4.5. Toplam fenolik madde değerleri	28
4.6. Antioksidant potansiyelinin araştırılması	30
4.7. Renk analiz sonuçları.....	33
4.8. Antimikrobiyal aktivite.....	37
4.9. Duyusal analiz sonuçları.....	37
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	41
KAYNAKLAR.....	44
EKLER.....	49
EK-1. Duyusal Analiz Formu	51

TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Kek Formülasyonu	13
Tablo 4.1. Kek örneklerinin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları	23
Tablo 4.2. Kek örneklerinin pH değerlerine ait ortalama değerler	23
Tablo 4.3. Kek örneklerinin kül, nem, protein ve yağ analiz sonuçlarına ait varyans analizi	24
Tablo 4.4. Kek örneklerinin kül, nem, protein ve yağ analiz sonuçlarına ait ortalama değerler.....	25
Tablo 4.5. Kek örneklerinin ağırlık, hacim, spesifik hacim sonuçlarına ait varyans analizi.....	26
Tablo 4.6. Kek örneklerinin ağırlık, hacim ve spesifik hacime ait ortalama değerler ...	26
Tablo 4.7. Kek örneklerinin toplam fenolik madde analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları	28
Tablo 4.8. Kek örneklerinin toplam fenolik madde içeriğine ait ortalama değerler	29
Tablo 4.9. Kek örneklerinin kabuk ve iç renk (L*, a* ve b*) analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları	33
Tablo 4.10. Kek örneklerinin kabuk ve iç renk (L*, a* ve b*) analizlerine ait ortalama değerler.....	34
Tablo 4.11. Kek örneklerine ait varyans analiz sonuçları	37
Tablo 4.12. Kek örneklerinin duyuşal parametrelere göre Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	38

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Kek üretimi akış diyagramı	14
Şekil 3.2. Gallik asit kalibrasyon eğrisi	18
Şekil 4.1. Kek örneklerine ait pH değeri.....	23
Şekil 4.2. Kek örneklerine ait kül, nem, protein ve yağ değerleri.....	25
Şekil 4.3. Kek örneklerine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri	26
Şekil 4.4. Kek örneklerine ait SEM mikrografları (a:IT0; b:IT1; c:IT2; d:IT3)	28
Şekil 4.5. Kek örneklerine ait toplam fenolik madde içeriği	29
Şekil 4.6. Kek örneklerinin farklı radikallere karşı antioksidant potansiyeli. Süperoksit radikali ($O_2^{\bullet-}$), hidroksil radikali (OH^{\bullet}), nitrik oksit radikali (NO^{\bullet}), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal ve 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS) radikali.	32
Şekil 4.7. Kek örneklerine ait kabuk ve iç renk (L^* , a^* ve b^*) değerleri	35
Şekil 4.8. Kek örneklerine ait kabuk görüntüleri	36
Şekil 4.9. Kek örneklerine ait kek içi görüntüsü	36
Şekil 4.10. Kek örneklerinin besiyerinde antimikrobiyal etkinlikleri	37
Şekil 4.11. Kek örneklerine ait duyu analizi sonuçları.....	38

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

>	Büyük
<	Küçük
°C	Santigrat Derece
%	Yüzde

Kısaltmalar

<i>a</i>	Renk özelliği (yeşillik/kırmızılık)
<i>b</i>	Renk özelliği (mavilik/sarılık)
dk	Dakika
g	Gram
IT0	Kontrol grubu kek
IT1	%1 Isırgan tohumu tozu kullanılan kek
IT2	%3 Isırgan tohumu tozu kullanılan kek
IT3	%5 Isırgan tohumu tozu kullanılan kek
ITT	Isırgan tohumu tozu
KO	Kareler ortalaması
KT	Kareler toplamı
<i>L</i>	Renk özelliği (parlaklık)
mg	Miligram
ml	Mililitre
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonu

1. GİRİŞ

Geçen yüzyılda, gıda ve beslenme konusundaki yanlış düşünceler, görünüş yönünden albenisi yüksek fakat besin değeri açısından düşük ürünlerin üretilmesine sebebiyet vermiştir. Bu sebeple üretim sırasında ön işleme tabii tutulan gıdalar, o sıralarda önemi net olarak kavranmamış olan birtakım önemli niteliklerini kaybetmişlerdir. Bu durum, toplum içerisinde yanlış beslenme alışkanlıklarının gelişmesine sebep olmuş ve eksik beslenmenin sebep olduğu sonuçlar birçok sağlık sorunları meydana getirmiştir (Meral ve Doğan, 2009).

Tüketicilerin daha kaliteli yaşama isteği, daha sağlıklı olma bilincine erişmiş olmaları, daha uzun bir ömür istekleri ve hastalıkların tedavisinin yüksek maliyetler doğurması gibi sebepler tüketicileri daha doğru ve sağlıklı beslenmeye teşvik etmiştir. Bu gibi durumlar “fonksiyonel gıdalar” diye nitelendirilen, beslenme açısından yeterli olmalarının yanı sıra vücutta bir veya birden çok fonksiyon üzerinde yararlı olma halini sağlayan ve/veya hastalıkların oluşma risklerini düşürme gibi pozitif etkilere sahip olduğu belirtilen besinlerin geliştirilmesine neden olmuştur (Sevilmiş vd., 2017).

Tüketicilerin beslenmeyle ilgili hastalıkları önleyen ve fiziksel ve ruhsal refahı iyileştiren daha sağlıklı gıda ürünlerine olan talebi, fonksiyonel gıda pazarının hızla büyümesine yol açmıştır. Günümüzün endüstrisi, bir şekilde daha sağlıklı gıda ürünlerinin oluşmasını sağlayabilecek fonksiyonel bileşenler kullanarak ürünlerinin sağlık özelliklerini iyileştirmeye çalışmaktadır (Pinto vd., 2014).

Önemli sayıda çalışma, gıdaların doğal biyoaktif bileşenleri ile sağlık geliştirme ve hastalık önleme arasında bir ilişki kurmuştur (Dotto ve Chacha, 2020).

Fonksiyonel gıdalar için başlıca geliştirme alanları, gastrointestinal sağlık ve bağışıklık, kardiyovasküler hastalıkların ve kanserin önlenmesi, kilo kontrolü, insülin duyarlılığı ve diyabetin kontrolü ve zihinsel ve fiziksel performans ile ilgilidir. Fonksiyonel gıdalar için beş ana pazardan bahsetmek mümkündür. Bunlar: içecekler, süt ürünleri, şekerleme ürünleri, fırın ürünleri ve kahvaltılık gevreklerdir (Pinto vd., 2014).

Ekmek, bisküvi, kek, kurabiye, atıştırmalık barlar ve kuru krakerler gibi fırınlanmış ürünler yaygın tüketimleri nedeniyle Fonksiyonel gıdalarda inovasyon için popüler kategorilerdir. Tüketiciler yaşam tarzlarına uygun besleyici atıştırmalık ürünlerin rahatlığını aradıkça, bu ürünlerin popülaritesi küresel ölçekte artmaya devam etmektedir. Pazara giren ürün yelpazesi hızla genişlemeye devam etmekte ve tüketicilere hızlı atıştırmalıkların faydalarını sağlık ve toklukla birleştiren bir dizi bileşen ve formül sunmaktadır (Birch ve Bonwick, 2019).

Kek literatürde; %8-9 proteinli yumuşak buğday unundan şeker, yağ ve yumurta ikamesiyle hazırlanmakta olan hamur adı verilen karışımın fırınlanmasıyla oluşan bir gıdadır. Keklerin kategorize edilmesi formülde yer alan unsurlara göre dilim, kalıp, top, pasta altı kekler ve bar kekler şeklinde yapılabilmektedir. Bunun yanında kakaolu, peynirli ve baharatlı olan kekler de vardır. Kekin hacim kazanmasında yani kabarmasına etki eden hava kabarcıkları proteinler tarafından tutularak kek hamurunun hacim kazanmasını sağlar. Böylelikle istendiği gibi dengeli ve fazla hacimli kekler ortaya çıkarılabilir. Kimyasal olarak da mekanik olarak da kabartılabilen kekte, formüldeki unsurların ölçülerinin belirlenmesi, bileşenlerinin fonksiyonlarının bilinmesi çıkacak ürünün kalitesi açısından önem arz etmektedir. Ortaya çıkarılan kek hamurunda gevrekleştirici ve kıvam arttırıcı öğelerin emülsiyonu son üründe arzu edilen tekstür, hacim ve tadın oluşmasını sağlamaktadır (Uçar ve Hayta, 2012).

Bir kek formülündeki malzemeler, iyi kalitede bir ürün elde etmek için tasarlanmış oranlarda bulunur. Her bir malzeme kek kalitesinin belirli bir yönüne katkıda bulunur: yumuşaklık, yapı, nem veya lezzet. Kek için hangi malzeme seçilirse seçilsin, bitmiş ürünün kalitesi birincil amaçtır. Uygun malzemedен, miktarından veya uygun karıştırma yönteminden herhangi bir sapma keki etkileyecektir (Conforti, 2014).

Bir kek formülündeki malzemelere ek olarak farklı unların karışımının kullanılması, fırıncılık ürünlerinin zenginleştirilmesinin bir yoludur. Buğday, yer fıstığı, soya fasulyesi, tatlı patates, maş fasulyesi, yulaf, darı, manyok ve börülce unları içeren un karışımlarıyla fırınlanmış ürünlerin üretimi için kullanılmış ve nihai ürünlerin işlevsel, besinsel ve antioksidan özelliklerini iyileştirdiği görülmüştür (Ayoubi vd., 2022).

Bu besinlere ek olarak meyve ve sebzelere yoğunlaşan çalışmalarda mevcuttur. Son yirmi yıldır, literatürde gıda endüstrisi tarafından üretilen atık sorunu ve bunların yalnızca hayvan yemi veya organik gübreleme için değil, aynı zamanda yeni gıda ürünleri için hammadde olarak yeniden kullanılma olasılığı tartışılmış ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda bu türlerin bütünsel olarak değerlendirilmesi amacıyla meyve ve sebze kullanımının iyileştirilmesine, gıda atığı üretiminin en aza indirilmesine ve yeni gıda kaynaklarının yaratılmasına ihtiyacın var olduğu gözlenmiştir (Zaror, 1992; Laufenberg vd., 2003; Ayala-Zavala vd., 2010; Ferreira vd., 2015).

Tıbbi bitkiler; gıda, baharat ve geleneksel ilaçlar olarak çeşitli kullanımları ve yeni ilaç keşifleri için önemli bir kaynak olmaları yoluyla insan sağlığında önemli bir rol oynadıkları görülmektedir (Kunwar vd., 2008; Atanasov vd., 2015).

Son yıllarda, çeşitli yaşam tarzıyla ilişkili hastalıkların ve iltihaplanma (Paudel vd., 2016a ; Wadhwa vd., 2021), hiperkolesterolemi (Lee vd., 2016), ateroskleroz (Paudel vd., 2016b), endotel disfonksiyonu (Panth vd., 2018), astım (Rehman vd., 2015) ve kanser ilerlemesi (Maiuolo vd., 2021; Devkota vd., 2021; Gacche, 2021; Varzakas vd., 2016; Gul vd., 2016) gibi diğer komplikasyonların önlenmesi için bitki bazlı nutrasötikler ve fonksiyonel gıdalara yönelik ilgi artmakta ve bu tür birçok ürün farklı formülasyonlarda üretilmiştir (Devkota vd., 2022).

Urtica dioica L. (ısırgan otu), Urticaceae familyasına ait olup Avrupa, Asya, Kuzey Afrika ve Amerika'ya özgüdür. Çok yıllık otsu bir çiçekli bitkidir ve bitkisel ilaç ve diyetlere besin takviyesi olarak uzun bir geçmişi vardır. 100 yıldır *Urtica dioica* L., alerjik rinitten hipertansiyona kadar çeşitli rahatsızlıkları tedavi etmek için kullanılmıştır (Thornhill ve Kelly, 2000; Legssyer vd., 2002; Jan vd., 2017).

Urtica dioica L. hem gıda hem de bitkisel ilaç olarak işlev gören bir bitkidir (Jan vd., 2017). Tıbbi uygulamasının yanı sıra, ısırgan otu birçok ülkede gıda olarak kapsamlı bir geçmişe sahiptir. Çorba, omlet, erişte, pilav veya salata gibi pek çok yemeğin hazırlanmasında kullanımıyla yaygın olarak bilinmektedir (Đurović vd., 2020).

Urtica dioica L., kolayca bulunabilen iyi protein ve antioksidanların ucuz bir kaynağı olarak düşünülebilir. Yaprakların yanı sıra kökler ve tohumlar ve tohum yağları, hücre zarlarını oksijen radikallerinin neden olduğu hasara ve dolayısıyla kardiyovasküler hastalıklara ve kansere karşı koruyarak antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri için kullanılır. *Urtica dioica* L.'nin gıda olarak kullanımı, sindirim ve böbrek hastalıkları veya böbrek nakli sonrası yaralanmaları olan hastalara ve ayrıca diyabet veya bir tür mevsimsel alerjisi olanlara fayda sağlayabilir (Jan vd., 2017).

Son zamanlarda bu bitkinin, taze yapraklarının kurutulmuş toz veya diğer formlarda kullanıldığı son derece besleyici bir gıda olarak dikkat çekmektedir. Yapraklar birçok biyoaktif bileşik açısından zengindir (Devkota vd., 2022).

Isırgan otu yaprakları ile ekmek, kek, kurabiye, çikolata, makarna, erişte, içecek, et ürünleri, yenilebilir yağlar ve süt ürünleri gibi farklı gıda formülasyonlarında çok işlevli bir bileşen olarak kullanılmıştır. Araştırmalar, ısırgan otunun gıda ürünlerine antioksidan madde olarak eklenmesinin raf ömrü kalitesini ve sağlık geliştirici özelliklerini önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermiştir (Đurović vd., 2020; Petkova vd., 2020; Krawęcka vd., 2021; Siabi vd., 2023; Özbek vd., 2024; Mohammadian vd., 2024).

Krawęcka vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada ısırgan otunun makarnaların pişirme ve duyu kalitesi de dahil olmak üzere kimyasal bileşim üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Elde edilen sonuçlarda ısırgan otu makarnasının tüketici değerlendirmesi tat açısından irmik kontrol makarnasından biraz daha düşük olarak derecelendirilmiş olsa da, katkı maddesi hem pişmiş hem de pişmemiş örneklerde genel duyu kaliteyi önemli ölçüde bozmamıştır.

Bir başka çalışmada ısırgan otu yaprakları ve özütünün eklenmesiyle 2 farklı yöntemle ekmek üretilmiştir. Hazırlanan ekmek örneklerinin biyolojik aktivitesi önemli antioksidan aktivite göstermiştir. Yüksek sitotoksik aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir. Yapraklar ekmeğin kalitesini düşürürken, özüt kaliteyi artırmıştır. Duyusal olarak doğrulanmıştır. Makale, özütün ekmekteki yaprakları yüksek fayda sağlayan bir ürün olarak ikame ettiği sonucuna varmıştır (Đurović vd.,2020).

Isırgan otu yaprağı ve ekstraktının ürün formülasyonuna dahil edilmesi amacıyla araştırılmış birçok çalışma mevcuttur ancak ısırgan tohumları hakkında yeterli bir veri yoktur (Mitrović vd., 2021).

Tohumu üzerine yapılan bir çalışmada Isırgan tohumu yağı eldesi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda yağın aterojenite ve trombojenite indeksi değerleri önemli ölçüde düşük bulunmuş ve bu da yağın en iyi anti-aterojenik ve anti-trombojenik özelliklerini göstermiştir. Kolesterolümemik indeks ve çoklu doymamış ve doymuş yağ asitlerinin oranı yüksek bulunmuş ve iyi hipokolesterolemik potansiyel ve besin değeri ortaya koymuştur. Isırgan tohumu yağının biyolojik olarak aktif bileşenlerinin içeriği, bunun esansiyel yağ asitleri, steroller ve tokoferoller açısından zengin bir kaynak olduğunu ve bu yağın gıda, kozmetik ve farmasötik ürünlerde kullanılabileceğini göstermiştir (Petkova vd., 2020).

Özbek vd. (2024) yapmış olduğu diğer bir çalışmada da soğuk preslenmiş ısırgan otu tohumu unundan izoelektrik çöktürme tekniği kullanarak ısırgan otu proteini (NSP) tozu elde edilerek bileşimini, fizikokimyasal özelliklerini ve işlevselliğini karakterize etmeyi amaçlamışlardır. Genel elde edilen bulgular ısırgan otu proteinin; soslar, salata sosları, yumurta, peynir veya et analogları gibi yüksek viskoziteli veya jelleşmiş gıdalarda emülgatör olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Benzer bir başka çalışmada Roma ısırgan otu tohumlarından soğuk presleme yoluyla yağ çıkarılmış ve kalitesi oda sıcaklığında 90 güne kadar depolama sırasında değerlendirilmiştir. Genel bileşim ve kalite parametrelerine dayanarak elde edilen sonuçlar diğer çalışmalara benzer olarak potansiyel gıda uygulamalarına sahip olabildiğini göstermiştir (Siabi vd., 2023).

Tüm bu yapılmış çalışmalarla birlikte, ısırgan otu ile zenginleştirilmiş gıda ürünleri yüksek pazar potansiyeline rağmen, şu anda büyük ölçekli endüstriyel üretimden ziyade laboratuvar ölçekli çalışmaların bir sonucudur ve bu durum esas olarak bu bitki için yetersiz çiftçilik ve son işlem yöntemlerine bağlanabilmektedir (Mohammadian vd., 2024).

Bu kapsamda yapmış olduğumuz çalışma ile ısırgan otunun endüstriyel olarak uygulanabilir hammadde ve yardımcı malzeme olabileceğini fonksiyonel olarak

değerlendirmeyi hedeflemektedir. Isırgan tohumu ile zenginleştirilmiş kekin besin özellikleri incelenmiş ve tohumundan elde edilen tozun fonksiyonel ve endüstriyel özellikleri literatüre yeni kaynak olması hedeflenmektedir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Yapılan bir çalışmada, ısırgan otu özütü (NE) yüklü nanolipozomlar (NLP) maltodekstrin ile püskürtülerek kurutulmuş ve kekin raf ömrünü uzatmak için kullanılmıştır. Üretilen NLP örnekleri kek içerisine %0, %5 ve %7,5 ağırlık/ağırlık olmak üzere üç farklı konsantrasyonda eklenmiştir. Keklerin pH ve su aktivitesi, NLP örneklerinin eklenmesiyle önemli ($p > 0.05$) bir değişiklik göstermemiştir. %7,5 sprey ile kurutulmuş NLP' ilave edilen keklerin toplam fenolik içeriğinin ve antioksidan aktivitesinin en yüksek olduğu bildirilmiştir. Dahası, sprey ile kurutulmuş NLP'ler kek örneklerindeki potasyum sorbat ile benzer mikrobiyal aktivite göstermiştir. Bu sonuçlar ışığında, geliştirilen NLP'ler kek ve diğer fırın ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için uygun bir işlem olduğu ifade edilmiştir (Kalajahi vd. 2022).

Koç vd. (2019) yapmış oldukları çalışmada, buğday unu yerine farklı oranlarda ıspanak tozu (SP) ilave ederek kek üretmişler ve çeşitli araştırmalar yapmışlardır. Kek formülasyonuna ıspanak tozunun eklenmesi, hem kek hamurunun hem de kekin nem içeriği ve su aktivitesi değerlerinde önemli bir düşüşe neden olduğunu ifade etmişlerdir. Ispanak tozu miktarının artmasına bağlı olarak kek hamuru ve ekmek içi L^* ve a^* değerleri genel olarak azaldığını hamur ve keklerin C vitamini içeriğinin ise arttığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak %10 ıspanak tozu içeren keklerin en fazla beğenildiğini ifade etmişlerdir.

Doğan vd. (2012) yağı azaltılmış kek üretiminde ekzopolisakkarit (EPS) kullanımını üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Değerlendirilen kek özellikleri incelendiğinde, formüldeki yağın ve EPS çözeltisinin miktarının artmasıyla beğenilme oranı arttığını ve yağ miktarının %30 azaltılıp, %30 oranında EPS çözeltisi kullanılarak standart tam yağlı kek özelliklerine yakın bir kek üretmenin olası olduğunu ifade etmişlerdir.

Palamutoğlu vd. (2018) yapmış oldukları çalışmada, kekleri daha düşük kalorili yapmak için keklere şeker yerine bir miktar stevya özütü ikame etmiş ve meydana gelecek değişiklikler üzerine araştırmalar yapmışlardır. Şeker oranlarının sırasıyla düşürülerek kontrol (şeker 140 g), S1 (şeker 105 g, stevya 3.93 g), S2 (şeker 70 g, stevya 7.87 g) ve S3(şeker 35 g, stevya 11.8 g) olarak 4 grup kek örneği hazırlamıştır. Kek örneklerinde

şeker miktarının azaltılmasıyla beraber kalori değerlerinde de kayda değer düşüş yaşanmıştır. Hacimsel olarak en yüksek değeri kontrol grubu alırken en düşük değeri de S2(şeker 70 g, stevya 7.87 g) grubu almıştır. Genel kabul edilebilirlik bakımından %25 oranında stevya içeren grup en çok beğenilmiş olan grup olurken en çok beğenilen ikinci grup ise %75 oranında stevya içeren kek örneklerin olduğu bildirmişlerdir.

Yapılan başka bir araştırmada, işlem görmemiş kahve çekirdeği zarı ve su ile işlem görmüş kahve çekirdeği zarı %20, %25 ve %30 oranlarında kek formülasyonlarına katılmış ve kahve çekirdeği zarı kullanılmasının kek nitelikleri üzerine olan etkileri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Kahve çekirdeği zarı un yerine kullanıldığı zaman ilave miktarına göre kekin spesifik hacminde ve pişme kaybında azalmalar gözlemlenirken yağ ilavesi olarak kullanıldığı zaman ise spesifik hacminde ve pişme kaybında herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. İşlem görmüş kahve çekirdeği zarı ilavesiyle keklerin nem içeriği artarken kahve çekirdeği zarlı keklerin iç rengi kontrol örneğiyle kıyaslandığında daha koyu, daha kırmızımsı ve daha az sarımsı olduğu belirtilmiştir. Kahve çekirdeği zarlı keklerde kek içi sertlik ve çiğnenebilirlik daha fazla, iç yapışkanlık ise daha az olarak bulunmuştur. Keklerin duyuşal özelliklerine bakıldığında lif ilavesinin, keklerin iç rengini koyulaştırdığı, lifliliği, kahve tadını, sertliği ve acı tadını da arttırdığı belirlenmiştir. İşlem görmüş olan kahve çekirdeği zarlı keklerde fiziksel ve duyuşal kalitenin işlem görmemiş kahve çekirdeği zarlı keklerle kıyaslandığında daha iyi olduğu ve %30 oranında kek formülasyonunda da kullanılabilceği araştırmalar sonucu saptanmıştır (Ateş ve Elmacı, 2018).

Gerçekaslan ve Boz (2018) yapmış olduğu çalışmada kakaolu keklerde kakao yerine belli oranlarda keçiboynuzu unu ilave edilmesiyle kekin duyuşal, tekstürel ve fiziksel özellikleri incelenmiştir. Çalışmada kek içeriğindeki kakao yerine %0, %20, %40, %60 ve %80 oranlarında keçiboynuzu unu ilave edilmiştir. Keçiboynuzu ikamesi kek numunelerinin spesifik hacimlerinde herhangi bir olumsuz etki oluşturmamış bunun yanı sıra kek örneklerinin spesifik hacim miktarlarını önemli seviyede artırdığı saptanmıştır. Keçiboynuzu unu ikame edilerek oluşturulan kek örneklerinin yapılan duyuşal değerlendirmede panelistlerce beğenildiği ancak kek formülasyonlarındaki keçiboynuzu unu miktarındaki artışla beraber panelistlerce beğeni düşmüş, beğenideki bu düşüş % 60 ve %80 keçiboynuzu unu ikamesinde net bir biçimde artmıştır. Kakao yerine keçiboynuzu

ilave edilen keklerde %40 seviyesine kadar olumsuz etkisi yok denecek kadar az olup kabul edilebilirliği yüksek olduğunu yani kakaolu keklerde keğboynuzu ununun %40 oranına kadar katılabileceğini ifade etmişlerdir.

Berktaş ve am (2020) yapmış oldukları çalışmada Nane (*Mentha piperita* L.) distilasyonundan artan hidrosolün kek üretimindeki kullanımını incelenmiştir. Kuru hidrosol ekstraktı (KHE) %0.5, %1 ve %1.5 (g/g) oranlarında kek formülasyonlarına ilave edilerek kek üretimleri gerçekleştirilmiştir. Keklerdeki KHE miktarının artması toplam fenolik ve flavonoid içeriklerini arttırdığını, bu durumun keklerdeki KHE miktarının artmasıyla bağlantılı olarak fenolik içeriğinin de artmasından dolayı olduğu saptanmıştır. Keklerdeki fenolik madde miktarının artmasıyla beraber orantılı biçimde antioksidan aktivite miktarlarının da arttığı tespit edilmiştir. Keklerdeki KHE içeriğindeki artışın duyuasal özellikleri olumsuz etkilediğini ve beğenin azaldığı belirlenmiştir. Lezzet, yapı/tekstür, koku, acılık, genel beğeni ve yumuşaklık bakımından en fazla beğeni alan örneğin kontrol grubu olduğu saptanmıştır. Burukluk ve acılığın hissedilebilirliği kek örneklerindeki KHE oranının artmasıyla artarken lezzet ve kokunun da KHE artmasıyla azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ataman ve Gül (2020) leblebi yapımında yan ürün olarak ortaya çıkan kırık leblebi ununun (KLU) mufin niteliği üzerine etkisini araştırmışlardır. KLU mufin yapımında kek unu yerine ikame edilme ilkesine göre 4 farklı oranda (%0-10-20-30) ikame edilmiştir. Protein içeriği KLU oranı arttıka önemli düzeyde artış göstermiştir. %30 KLU ikamesiyle kontrol örneğine nazaran mufinlerin içerdiği protein miktarı yaklaşık %32,5 oranında artmıştır. Protein içeriklerinde görüldüğu üzere diyet lif değerlerinde de KLU ikamesi artışına paralel bir biçimde bir artma gözlemlenmiştir. %10 ve %20 oranlarında KLU ikamesi mufinlerin kontrol örneğine kıyasla daha yumuşak olmasını sağlamış olmasının yanı sıra %30 ikame miktarına yükseldiği zaman sertliğinin de önemli miktarda arttığı saptanmıştır. Bu durum artan KLU ikamesiyle beraber mufinlerin içerdikleri lif miktarlarının ve protein miktarlarının da artmasıyla beraber ikisinin de serbest suyu tutarak daha sert bir dokuyu ortaya çıkarmasından ve bu sebeple aralarındaki hava boşluklarının azalmasından dolayı olabileceği ifade edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, buğday unu yerine farklı miktarlarda yağı alınmış pirinç kepeği (DRB) kullanılarak kekler geliştirilmiş ve bunların çeşitli özellikleri değerlendirilmiştir. DRB ile formülasyonların geliştirilmesi, farklı miktarlarda buğday unu %20, %30 ve %40 DRB (sırasıyla 20-DRB, 30-DRB ve 40-DRB) ile değiştirilmiştir. Yağı alınmış pirinç kepeğinin keklerde kullanılması, enerji değerini düşürmenin yanı sıra lif içeriği, fenolik bileşikler ve antioksidan kapasitede artışa neden olmuştur. %30 oranında yağı alınmış pirinç kepeği içeren formülasyon yüksek kabul görmüş ve jüri üyelerinin %35'i, ürünü piyasada bulunabilmesi halinde en az haftada bir kez tüketebileceklerini beyan etmiştir. Sonuçlar, yağı alınmış pirinç kepeğinin, tüketici kabul edilebilirliğini etkilemeden besin kalitelerini iyileştirmenin ucuz bir yolu olarak unlu mamullerde kullanılabilecek potansiyel bir hammadde olduğunu göstermiştir (Da Rocha Lemos Mendes vd. 2021).

Türker ve Savlak (2022) pirinç ununu olgunlaşmamış muz kabuğu unu (UBPF) (%0, %5, %10, %15 ve %20) ilave ederek çölyak hastaları için besleyici ve fonksiyonel glutensiz kekler geliştirmeyi ve keklerin bazı kimyasal, dokusal ve duyuşal özelliklerini değerlendirilmiştir. %10'a kadar UBPF ikamesinin, zenginleştirilmiş içeriğe sahip, dokusal ve duyuşal olarak kabul edilebilir glutensiz keklere daha yüksek ikame seviyeleri (%15 ve %20), artan sertlik ve çiğnenebilirlik açısından dokusal özelliklerin bozulmasına ve yapışkanlığın azalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Ayoubi vd. (2022) yapmış oldukları araştırmada, kek formülünde çeşitli düzeylerde (2,5, 5, 7,5 ve %10) nar çekirdeği tozu kullanmışlardır. Kap kek formülüne nar çekirdeği tozu eklenmesi, ürünün protein, yağ ve lif içeriğini önemli ölçüde arttırmıştır. Duyusal değerlendirme sonuçları, kek formülüne %5'e kadar nar çekirdeği tozu ilavesinin ürünün duyuşal özellikleri üzerinde önemli bir olumsuz etkisi olmadığını göstermiştir. Nar çekirdeği tozunun kek kalitesini olumsuz etkilemeden kekin besinsel ve fonksiyonel zenginleştirilmesi için un ikamesi olarak %5'e kadar kek formülasyonunda kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Ukom vd. (2022) yapmış oldukları çalışmada, greyfurt kabuğu tozu (GFPP) ilavesinin (2,5, 3,7 ve 5 g) 0, 7 ve 14. günlerde izlenen keklerin fiziko-kimyasal özellikleri, antioksidan aktivitesi ve duyuşal kabul edilebilirliği üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma, kek örneklerinin fiziksel, kimyasal (FFA) ve antioksidan

özelliklerinin genel olarak depolama günlerinin artmasıyla azaldığını ortaya koymuştur. GFPP oranlarının artırılması, kontrol kekleriyle karşılaştırıldığında maya ve küf büyümesini güçlü bir şekilde inhibe etmiştir. Sonuçlardan, GFPP kekleri, fonksiyonel bileşenler olarak adlandırılacak GFPP'deki antioksidan bileşik nedeniyle kontrol keklerinden daha iyi raf stabilitesini sağlamıştır. Aynı zamanda bu sonuç GFPP'nin kekler üzerindeki koruyucu etkisinin de göstergesi olmuştur. 3,7 ve 5 g GFPP ile üretilen keklerin genel kabul edilebilirliği %72'nin üzerinde olduğu belirtilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada 10, 20, 30 ve 40 mg/ml konsantrasyonların da ısırgan otu infüzyonlu ekmeğin üretilmiş ardından elde edilen ürünlerin doku ve duyu özellikleri araştırılmıştır. Artan ısırgan otu infüzyonu ilavesi, ekmeğin pişme kaybı ve hacminde azalmaya neden olurken diğer yandan da bitkisel kırıntıları vasıtasıyla gözenekli yapının artışına neden olmuştur. Genel yapılan duyu analiz sonuçlarında, 10 mg/ml ve 20 mg/ml ısırgan otu infüzyonu ile zenginleştirilen ekmeğin, kontrol numunesi ile karşılaştırıldığında en yüksek genel kabul edilebilirlik puanlarına ulaştığını göstermiştir. Sonuç olarak, 20 mg/ml seviyesine kadar ısırgan otu infüzyonu ekmeğin üretiminde kullanılabilirliği ifade edilmiştir (Wójcik vd., 2021).

Yapılan bir başka çalışmada ekmeğin hamuru içerisine %2, %4 ve %6 oranlarında ısırgan otu yaprağı tozu (*Urtica dioica* L.) ilave edilmiş ve ekmeğin fiziko-kimyasal ve duyu özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuçlar ekmeğin protein, kül ve lif içeriğinde kayda değer bir artış olduğunu göstermiştir. Ekmeğin özgül hacminin, karışımdaki gluten içeriğinin seyreltilmesi ve lif bileşenleri, su ve gluten arasındaki etkileşimler nedeniyle ısırgan otu yaprağı tozu seviyesi arttıkça azaldığı ifade edilmiştir. Sonuç olarak ekmeğin üretiminde kaliteyi olumsuz etkilemeden %4 ısırgan otu tozunun ilavesinin yapılabileceği bildirilmiştir (Man vd., 2019).

Maietti vd. (2021) ısırgan otu ile zenginleştirilmiş ekmeğin fiziko-kimyasal özelliklerini artırdığını gözlemlemiştir. Ayrıca ısırgan otu ile zenginleştirilmiş ekmeğin daha yüksek toplam fenolik içeriğe ve antioksidan aktivitesine sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada, ısırgan tohumu unu ve ısırgan tohumu fenolik özütü ile zenginleştirilmiş kurabiyelerdeki serbest ve bağlı fenoliklerin içeriği ve antioksidan kapasiteleri, ısıtılma işleminden önce, işlem sırasında ve işleminden sonra incelenmiştir. Elde edilen sonuçlarda ısıtılma işleminin sonunda, ısırgan tohumu unlu kurabiye, kontrolden daha yüksek fenolik içeriğe ve daha büyük antioksidan kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Veriler ışığında ısırgan otu tohumlarının, gıda endüstrisinde kullanılabileceği ifade edilmiştir (Mitrović vd. 2021).



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Kek yapım aşamasında kullanılacak olan ısırgan (*Urtica dioica* L.) tohumu tozu yerli üreticilerden sağlanmıştır.

Kek yapımında kullanılan un, şeker, süt, bitkisel yağ (ayçiçek), yumurta, kabartma tozu ve tuz, Erzincan'da yerel marketlerden sağlanmıştır. Un olarak % 14,5 nem içeriğine sahip, kuru madde esasına göre %0,58 kül ve % 11,5 protein içeren buğday unu kullanılmıştır. Süt olarak da yarım yağlı UHT süt kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

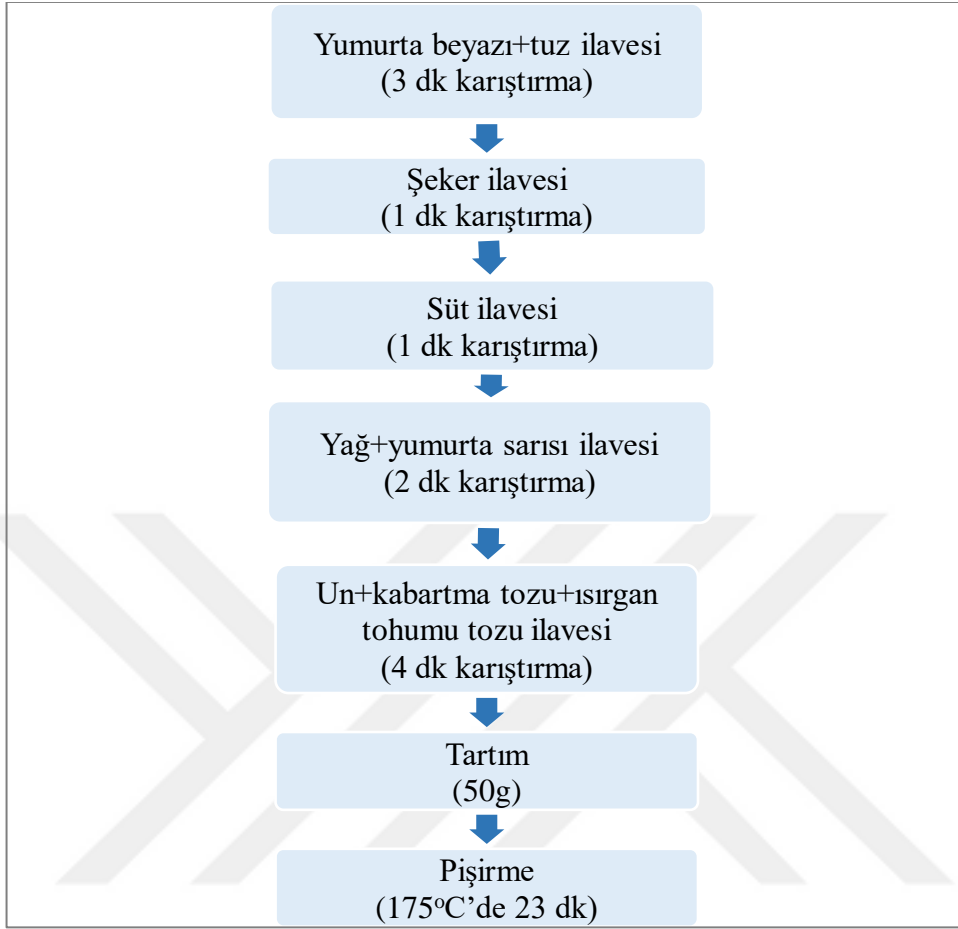
3.2.1. Kek formülasyonu

Seçen ve Gerçekaslan, (2016) metodunun modifiye edilmesiyle IT0 (kontrol %0), IT1 (%1), IT2 (%3) ve IT3 (%5) oranlarında ısırgan tohumu tozu un ile yer değiştirilerek 4 farklı kek üretilmiştir.

Tablo 3.1. Kek Formülasyonu

Bileşenler	%
Un	% 29.42
Şeker	% 26.48
Süt	% 17.65
Yağ	% 11.77
Yumurta beyazı	% 11.77
Yumurta sarısı	% 2.35
Kabartma tozu	% 0.5
Tuz	% 0.06
Isırgan Tohumu tozu*	% 1, %3 ve %5

* Un miktarına göre ilave edilecek Isırgan (*Urtica dioica* L.) Tohumu Tozu



Şekil 3.1. Kek Üretimi Akış Diyagramı

Üretimler Tablo 3.1’de gösterilmiş olan formülasyonlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Isırgan Tohumu tozu formülasyona dahil edilmesi una ikame edilerek sağlanmıştır.

IT0 (kontrol): Isırgan Tohumu tozu ilave edilmeyen kek grubu

IT1: Buğday ununa %1 oranında Isırgan Tohumu tozu ilave edilen kek grubu

IT2: Buğday ununa %3 oranında Isırgan Tohumu tozu ilave edilen kek grubu

IT3: Buğday ununa %5 oranında Isırgan Tohumu tozu ilave edilen kek grubu

Keklerin; sırasıyla yumurta beyazı + tuz mikserde 3 dk karıştırılması, şeker ilave edilerek 1 dk karıştırılmasının ardından süt eklenerek 1 dk karıştırılması, yağ + yumurta sarısı

ilavesinin ardından 2 dk karıştırılması ve son olarak un, kabartma tozu ve ısırgan tohumu tozu eklenerek 4 dk karıştırılma aşamaları uygulanarak üretimi sağlanmıştır. Sıvı hamur halinde olan kek karışımları teflon kalıplarına, her bir kalıba 50 g tartılarak konulmuş ve kekler kalıba koyulmadan önce yapışma ve şekil bozukluklarının önlenmesi için kalıplar yağlanmıştır. Yapılan ön denemeler neticesinde en uygun pişirme sıcaklığı ve süresi belirlenmiş olup kekler bu denemelere göre önceden ısıtılmış fırında 175°C’de 23 dk alt üst fanlı ayarda pişirilmiştir. Üretimler ikişer tekerrür halinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1.).

3.2.2. pH analizi

Kek hamurlarının pH ölçümleri PL-700-pv marka pH metre kullanılarak yapılmıştır. pH metre tampon çözeltilerle standardize edilmiş olup ölçüm sırasında değerler sabitleninceye kadar beklenmiş ve pH değerleri ölçülmüştür.

3.2.3. Nem tayini

Nem tayini AOAC (1990)’ a göre yapılmıştır. Buna göre cam kurutma kapları 105±2°C’de 2 saat sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutma işlemi uygulanmıştır. Parçalanıp homojen hale getirilen kek numuneleri cam kurutma kaplarına mümkün olduğu kadar dağıtılarak koyulmuş ve 105±2°C’de 24 saat kurutulmuştur. Keklerin nem içerikleri uzaklaşan nem miktarının kek örneğinin başlangıçtaki ağırlığına oranlanarak belirlenmiştir.

3.2.4. Kül tayini

Kül tayini AOAC (1990)’a göre yapılmıştır. Bu amaçla örnekler, önceden sabit tartıma getirilmiş olan porselen kroze içerisinde tartılarak, kül fırınında (Elektro-mag M1813, Türkiye) 550±5°C’de kalıntı beyaza yakın renk alınca kadar yakılmıştır. Yakma

işleminin ardından krozelerde kalan örnek kütlesi başlangıçtaki örnek kütlesiyle oranlanarak keklerin % kül miktarı hesaplanmıştır.

3.2.5. Protein tayini

Protein tayini AOAC (1990)'a göre yapılmıştır. Keklerin azot miktarlarını tespit etmek amacıyla mikro-kjeldahl metodu kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda ham protein oranlarını hesaplamak için 5.7 faktörü ile çarpılmıştır.

3.2.6. Yağ tayini

Yağ tayini AOAC (1990)'a göre Soxhelet metodu ile yapılmıştır. Yağ tayini için yaklaşık 4g kek örneği selüloz kartuş içinde tartılıp üzeri pamukla kapatılarak Soxhelet düzeneğine yerleştirilmiştir. Petrol eteri ile gerçekleşen ekstraksiyon sonunda balonlardaki eter uçurularak örnekteki yağ oranı hesaplanmıştır.

3.2.7. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim analizi

Üretilen keklerin, ağırlıkları 0,01 gram hassasiyetli analitik terazide (BEL, S1002- Güney Kore) ölçülmüştür. Hacimleri ise kolza tohumu ile yer değiştirme metoduna göre ölçülmüştür. Spesifik hacim değerleri, elde edilen ağırlık ve hacim sonuçlarına göre cc/gram cinsinden hesaplanmıştır (Malek, 2013).

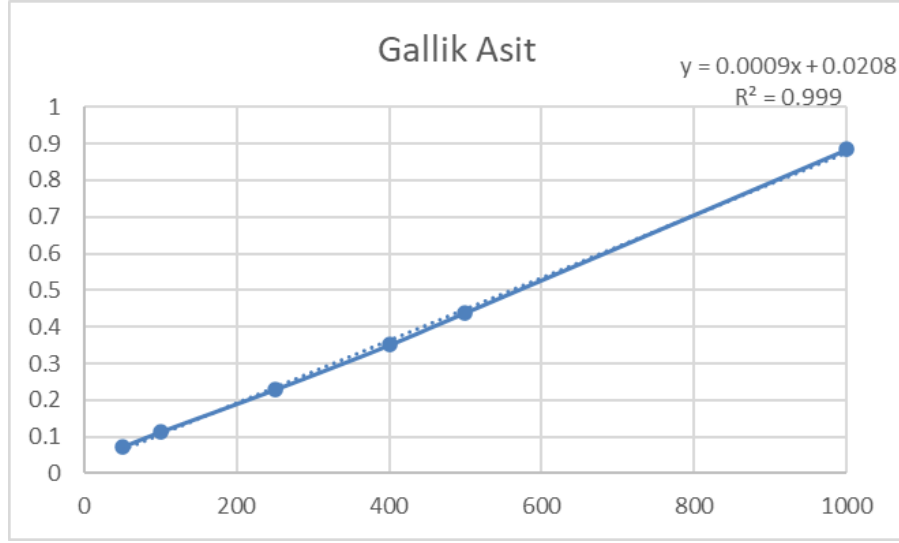
3.2.8. Morfolojinin belirlenmesi

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) kullanılarak filmlerin morfolojisi belirlenmiştir. Analiz için film örnekleri uygun ölçekli kesilip ilk önce 4.03 nm'de altın palatyum ile kaplanarak iletken hale getirilmiş ardından da farklı ölçeklerdeki (x1000) görüntüler kaydedilmiştir.

3.2.9. Toplam fenolik madde tayini

Kek numuneleri 1:10 (w/v) oranında sulu metanolle (%70, v/v) 1dk süreyle homojenizatörde karıştırılmıştır. Elde edilen karışım, 10 dakika ultrasonik su banyosunda (Elma E 60 H), 15 dakika mekanik çalkalayıcıda (WiseShake SHO-1D) oda şartlarında karıştırıldıktan sonra, 4°C’de 8500 rpm değerinde 20 dakika santrifüj (Hettich, Universal 30 RF) edilmiştir. Cam pastör pipetleri ile üstteki berrak supernatant koyu renkli şişelere alınmıştır. Santrifüj tüplerinin en altında kalan çökelti ekstraksiyon prosedürüne göre aynı şekilde bir kez daha ekstraksiyona tabi tutulmuştur.

Kek numunelerinden elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak spektrofotometrik olarak değerlendirildi. İlk olarak, kek örnekleri ve standartların, 1 mg/mL konsantrasyonunda stok çözeltileri hazırlanmıştır. Analiz için, bu stok çözeltilerinden 100 µL alınarak 4,5 mL distile su ile seyreltilmiştir. Reaksiyonun başlatılması amacıyla, 100 µL Folin-Ciocalteu reaktifi eklenmiş ve karışım 10 dakika oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Bu sürenin ardından, reaksiyonun tamamlanması için 300 µL %2’lik Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilerek karışım vortekslenmiştir. Karışımın oda sıcaklığında 120 dakika daha inkübasyonu sağlanmıştır. İnkübasyon süresi sonunda, karışımların 760 nm dalga boyunda absorbans değerleri spektrofotometre ile ölçülmüştür. Gallik Asitin farklı derişimleri (1-1000 µg/mL) ile elde edilen kalibrasyon eğrisi ($y = 0,0009x + 0,0208$) oluşturulmuş ve sonuçlar, mg cinsinden gallik asite eşdeğer fenolik madde/g kek olarak ifade edilmiştir (Akman vd., 2024; Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Gallik asit kalibrasyon eğrisi

3.2.10. Antioksidan aktivite tayini

Antioksidan aktivite tayini için kek örneklerinden alınan 1 gr örnek, 50 ml steril saf su içerisinde iyice parçalanmıştır. Parçalanmayı artırmak ve olası antioksidan bileşiklerin su içerisine geçmesini sağlamak için 2 dk süre ile vorteks işlemine tabi tutulmuştur. Bu sürenin sonunda örnekler santrifüj edilmiş, katı fraksiyon uzaklaştırılmış ve sıvı fraksiyon antioksidan aktivite ölçümünde kullanılmıştır.

3.2.10.1. DPPH radikali giderme potansiyeli

Örneklerin 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikalini temizleme kapasitesi belirlenirken Blois (1957) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Bu amaç içinde, 0,9 ml DPPH çözeltisi (2 mg/ml), 0,3 ml süpernatanta ilave edilmiş ve bu karışım oda sıcaklığı ve karanlık bir ortamda 30 dakika boyunca reaksiyona bırakılmıştır. Karışımların absorbansları 517 nm'de ölçülmüştür. Deneylerde saf su (0,3 mL) kontrol olarak (A_0) kullanılmıştır. DPPH radikali giderme potansiyeli aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ radikal giderme} = \left(1 - \frac{A_1 - A_2}{A_0}\right) \times 100$$

Burada ;

A_0 : Süpernatant yerine saf su ve DPPH ile hazırlanan çözeltinin absorbanası,

A_1 : Saf su içerisinde süpernatant ve DPPH ile hazırlanan çözeltinin absorbanası,

A_2 : DPPH içermeyen fakat diğer bileşenleri içeren çözeltinin absorbanasıdır.

3.2.10.2. Süperoxide radikali giderme potansiyeli

EPS' nin süperoksit ($O_2^{\bullet-}$) radikalini giderme potansiyeli Liu vd. (1997) ve Xu vd. (2009) tarafından önerilen yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Bunun için süpernatantın 0,1 ml' si 78 μ M NADH içeren 1 ml 16 mM Tris-HCl (pH 8,0), 10 μ M phenazine methosulfate (PMS) içeren 1 ml 16 mM Tris-HCl (pH 8,0) ve 1 mL 50 μ M nitrotetrazolium blue chloride (NBT) içeren 16 mM Tris-HCl (pH 8,0) ile karıştırılmıştır. Karışım 25 °C'de 5 dk süreyle inkübe edilmiş ve ardından absorbanası 560 nm'de ölçülmüştür. $O_2^{\bullet-}$ radikali giderme potansiyeli aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ radikal giderme} = \left(1 - \frac{A_1 - A_2}{A_0}\right) \times 100$$

Burada ;

A_0 : Süpernatant yerine saf su ve diğer bileşenler ile hazırlanan çözeltinin absorbanası,

A_1 : Süpernatant ve diğer bileşenler ile hazırlanan çözeltinin absorbanası,

A_2 : NBT içermeyen (yerine PBS) fakat diğer bileşenleri içeren çözeltinin absorbanasıdır.

3.2.10.3. ABTS radikali giderme potansiyeli

Cheng vd. (2021) ve Ji vd. (2022) tarafından geliştirilen yöntemler süpernatantların 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS) radikalini giderme potansiyelinin belirlenmesi amacı ile kullanılmıştır. Bu doğrultuda, ilk adım olarak 9,9 mg potasyum persülfat ABTS sulu çözeltisinin (5,55 mmol/L) 15 ml' si ile karıştırılmış ve karışım mavi-yeşil renk oluşuncaya kadar karanlık bir ortamda 25°C'de 15 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda, karışımın absorbanası değeri 734 nm'de 0,7 ye ayarlanmıştır. Absorbans ayarlanması için PBS (100 μ mol/L,

pH 7,4) ile seyreltilme işlemi yapılmıştır. Ardından, süpernatant (1 ml) ABTS solüsyonu (2 ml) ile 25 dakika reaksiyona sokulmuş ve bu sürenin sonunda karışımın 734 nm'de absorbans ölçümü gerçekleştirilmiştir. Radikal giderme aktivitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ radikal giderme} = \left(1 - \frac{A_1 - A_2}{A_0}\right) \times 100$$

Burada ;

A_0 : Süpernatant yerine saf su ve ABTS ile hazırlanan çözeltinin absorbansı,

A_1 : Saf su ve ABTS ile hazırlanan çözeltinin absorbansı,

A_2 : ABTS içermeyen fakat diğer bileşenleri içeren çözeltinin absorbansıdır.

3.2.10.4. Hidroksil radikali giderme potansiyeli

Örneklerin hidroksil radikalini (OH•) giderme potansiyeli, Qiao vd. (2009) tarafından önerilen yönteme göre analiz edilmiştir. Bu amaçla, süpernatant (0,5 ml), 0,5 ml salisilik asit çözeltisi (9 mmol/L), 0,5 ml FeSO₄ çözeltisi (9 mmol/L) ve 0,5 ml H₂O₂ çözeltisi (9 mmol/L) ile karıştırılmıştır. Bu karışım kısa süre vorteks edildikten sonra 37°C'de 40 dk inkübe edilmiştir ve ardından karışım için 510 nm'de absorbans ölçümü gerçekleştirilmiştir. Radikal giderme potansiyeli aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ radikal giderme} = \left(1 - \frac{A_1 - A_2}{A_0}\right) \times 100$$

Burada ;

A_0 : süpernatant yerine saf su ve diğer bileşenler ile hazırlanan çözeltinin absorbansı,

A_1 : saf su ve diğer bileşenler ile hazırlanan çözeltinin absorbansı,

A_2 : H₂O₂ içermeyen (yerine saf su) fakat diğer bileşenleri içeren çözeltinin absorbansıdır

3.2.10.5. Nitrik oksit radikali giderme potansiyeli

Süpernatantın nitrik oksit (NO•) radikalini giderme potansiyeli Larocca vd., (2018) tarafından önerilen yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Bunun için süpernatantın 0,1 ml' si, 20 mM sodyum nitroprussid çözeltisinin 0,1 ml' si ile karıştırılmış ve 60 dakika süreyle oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda, karışıma 0,1 ml Griess reaktifi ilave edilmiş ve ardından karışım karanlık bir ortamda 10 dakika süreyle tekrar inkübe edilmiştir. En son olarakta karışım için absorbans ölçümü (560 nm) gerçekleştirilmiştir. Radikal giderme potansiyeli aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ radikal giderme} = \left(\frac{A_0 - A_1}{A_0} \right) \times 100$$

Burada ;

A₀ : süpernatant yerine saf su ve diğer bileşenler ile hazırlanan çözeltinin absorbansı,

A₁ : süpernatant ve diğer bileşenler ile hazırlanan çözeltinin absorbansıdır.

3.2.11. Renk tayini

Kek örneklerinin iç ve dış renkleri (Hunter L [0-100= koyuluk-açıklık], a [a+ = kırmızı, a- = yeşil] ve b [b+ = sarı, b- = mavi]), Hunter-Lab Mini Scan XE renk ölçüm cihazı (Reston, VA, USA) ile ölçülmüştür. Dış renk ölçümleri kekler bütün halde iken tepe kısmından yapılan ölçümlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. İç renk ölçümleri için de kekler zemine paralel olarak tam ortadan enine kesilmiş ve ardından alttaki parçanın ölçümlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır (Lee ve Hosney, 1982).

3.2.12. Antimikrobiyal analizler

Kek süpernatantlarının antimikrobiyal aktiviteleri, iki gram negatif (*Escherichia coli* ATCC 43894 ve *Salmonella Typhimurium* ATCC 13883) ve iki gram pozitif bakteriye (*Listeria monocytogenes* ATCC 7644 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 33019) ve bir maya mantarına (*Candida albicans* ATCC 14053) karşı test edildi.

Kek süpernatantlarının bu patojenlere karşı antimikrobiyal aktivitelerini tespit etmek için agar well difüzyon yöntemi kullanıldı (Tagg ve McGiven, 1971). Patojen test bakterilerin ön kültürleri hazırlamak için bu bakteriler tryptic soy broth (TSB) besiyerinde 24 saat süreyle, *C. albicans* mayasının ön kültürü hazırlamak içinse bu maya patates dekstrozu besiyerinde (PDB) 48 saat süreyle geliştirildi. Daha sonra kültürler steril fizyolojik su çözeltisiyle (%0,9) 600 nm'de 0,5 Mc Farland standardına kadar seyreltildi. Daha sonra, 100 µL seyreltme numunesi, bir drigalski spatula kullanılarak tryptic soy agar (TSA) veya patates dekstrozu agar (PDA) içeren Petri kaplarına yayıldı. Test mikroorganizmaları TSA veya PDA içeren petriyerler üzerine yayıldıktan sonra, kek süpernatantlarının 50 µL' si daha önceden bu petriyerler üzerinde açılan 6 mm çapındaki kuyucuklara aktarıldı. En son olarak petriyerler, 24-48 süreyle 37°C' de inkübasyona bırakıldı. Bu sürenin sonunda, petriyerlerde kuyucuklar etrafında açık renkli zonların çapları ölçüldü.

3.2.13. Duyusal analizler

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi öğretim elemanları ve diğer personellerinden seçilmiş 25-60 yaş aralığının da 11 kadın 7 erkek olmak üzere toplam 18 kişilik bir panelist grubu tarafından duyusal analiz gerçekleştirilmiştir.

Panelistlere rastgele numaralar ile kodlanan kek örnekleri içme suyu eşliğinde sunulmuş ve Ek- 1'de verilen değerlendirme formunda belirtilen kriterleri dikkate alarak kek örneklerine 1 (çok kötü) ile 5 (çok iyi) arasında puan vermeleri istenmiştir.

3.2.14. İstatistiksel analizler

Araştırma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulup farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları SPSS 22.0 istatistiksel paket programında Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak karşılaştırıldı (Yıldız, 2003).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. pH değerleri

Farklı oranlarda ısırgan tohumu tozu eklenmesiyle elde edilen kek hamurlarının pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.1’de ve bu değerlere ait ortalamalar Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Kek örneklerinin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

	KT	SD	KO	F	P
pH	0,04	3	0,01	33,23	0,003**

**p<0,01

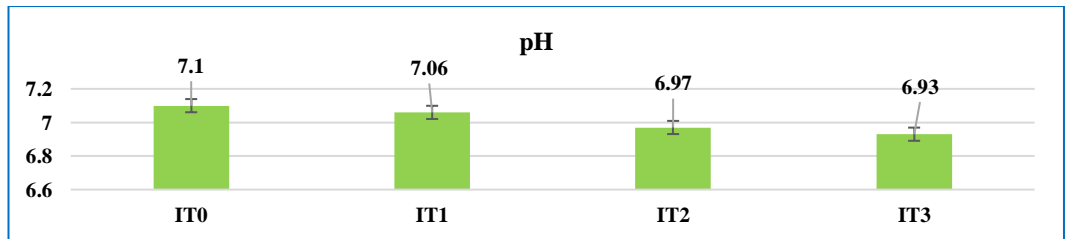
Yapılan varyans analizi sonucunda örnekler arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (p<0,01). Kek hamurlarının pH değerleri 6,93-7,1 arasında değişmektedir (Tablo 4.2.). Örnekler arasında en yüksek pH değerini IT0 grubu alırken en düşük pH değerini IT3 grubu almıştır.

Tablo 4.2. Kek örneklerinin pH değerlerine ait ortalama değerler

Değişkenler	Muamele				Ortalama
	IT0	IT1	IT2	IT3	
pH	7,1±0,01b	7,06±0,01b	6,97±0,01a	6,93±0,01a	7,02

**Farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistiki olarak anlamlı farklılıklara sahiptir (p<0,01).

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi kekler de ısırgan tohumu tozu arttıkça pH değerinde bir azalma söz konusudur. Kalajahi vd. (2022)’de yaptığı çalışma bulgularımızı desteklemektedir. Kek örneklerine ısırgan otu özütü yüklü nanolipozom eklemişler ve bunlarında pH değerlerinde azalmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir.



Şekil 4.1. Kek örneklerine ait pH değeri

4.2. Kül, nem, protein ve yağ tayini

Yapılan çalışmalar sonucunda kül, nem, protein ve yağ oranları bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Kek örneklerinin kül, nem, protein ve yağ analiz sonuçlarına ait varyans analizi

	KT	SD	KO	F	P
Kül	0,005	3	0,002	21,556	0,006**
Nem	0,440	3	0,147	391,333	0,000***
Protein	0,036	3	0,012	10,319	0,024*
Yağ	0,282	3	0,940	45,598	0,001**

*p<0,05, **p<0,01, *** p<0,001

Kül, nem, protein ve yağ oranlarına ait ortalama değerler Tablo 4.4'te sunulmuştur. Kül oranının kontrol grubuna göre ısırgan tohumu tozu uygulamaları sonrasında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.2.a). En düşük kül oranı 1,1 ile IT0 grubundaki örneklerde en yüksek oran ise 1,16'lık değer ile IT3 grubunda belirlenmiştir. Krawęcka vd. (2021) yaptıkları çalışmada makarna üretiminde ısırgan otu ilavesinin mineral içeriğinde, özellikle kalsiyum, demir, potasyum ve magnezyum içeriğinde önemli bir artış sağladığı ifade edilmiştir. Araştırmacıların bulguları çalışmada keklerde kül miktarının artışını açıklar niteliktedir.

Nem oranının örnekler arasında 18,61 ile 19,22 arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek nem içeriği IT3 örneklerinde en düşük ise IT0 grubundaki örneklerde ortaya çıkmıştır (Şekil 4.2.b).

Isırgan tohumu tozu uygulamaları ile keklerin protein içeriği arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Artan ısırgan tohumu tozu ile keklerdeki protein içeriği de artış göstermiştir. En yüksek protein oranı (6,86) IT3 grubunda tespit edilmiştir (Şekil 4.2.c).

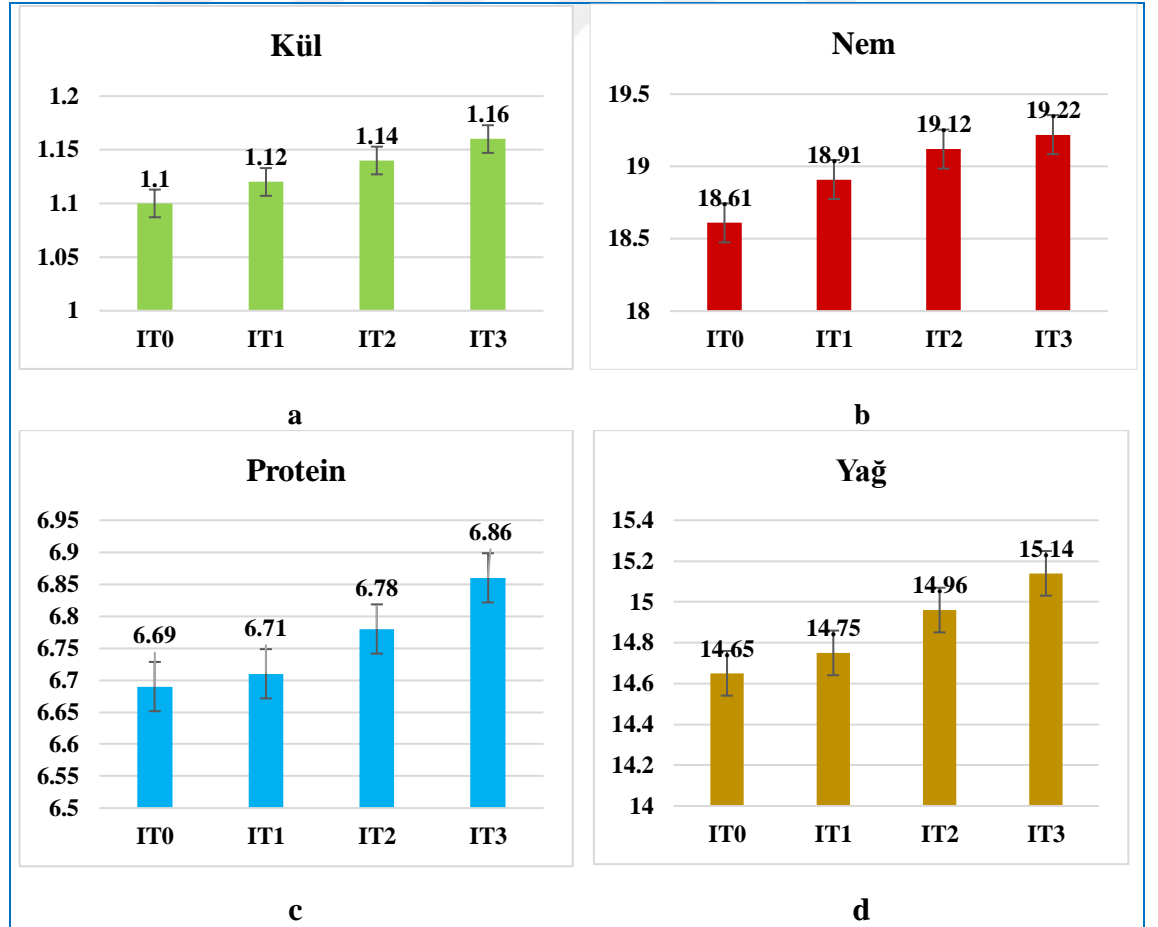
Kontrol grubu ile kıyaslandığında ısırgan tohumu tozu ilave edilen keklerde yağ oranının artış gösterdiği ve en yüksek yağ oranı 15,14'lük oran ile IT3 grubunda belirlenmiştir (Şekil 4.2.d).

Yapılan bir çalışmada ısırgan otu ununun arpa ve buğday unlarına göre daha yüksek protein, yağ, kül, ham lif, demir ve kalsiyum içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Adhikari vd., 2016). Dolayısıyla araştırmacıların elde ettiği sonuçlar, çalışmada ısırgan tohumu tozunun keklere ilavesi sonucunda kül, protein ve yağ oranlarının artmasını desteklemektedir.

Tablo 4.4. Kek örneklerinin kül, nem, protein ve yağ analiz sonuçlarına ait ortalama değerler

Örnekler	Kül	Nem	Protein	Yağ
IT0	1,10 ±0,01 ^a	18,61 ±0,01 ^a	6,69 ±0,02 ^a	14,65 ±0,03 ^a
IT1	1,12 ±0,01 ^a	18,91 ±0,01 ^b	6,71 ±0,02 ^a	14,75 ±0,03 ^a
IT2	1,14 ±0,01 ^b	19,12 ±0,01 ^c	6,78 ±0,02 ^a	14,96 ±0,03 ^b
IT3	1,16 ±0,01 ^b	19,22 ±0,01 ^d	6,86 ±0,02 ^b	15,14 ±0,03 ^c

Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar *p< 0,05, **p< 0,01, *** p< 0,001 değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara sahiptir.



Şekil 4.2. Kek örneklerine ait kül, nem, protein ve yağ değerleri

4.3. Ağırlık, hacim, spesifik hacim değerleri

Kek örneklerine ait ağırlık, hacim, spesifik hacim değerlerinin varyans analizi Tablo 4.5’de ve ortalamaları ise Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.5. Kek örneklerinin ağırlık, hacim, spesifik hacim sonuçlarına ait varyans analizi

	KT	SD	KO	F	P
Ağırlık	1,481	3	0,494	1,279	0,395 ^{ns}
Hacim	9,000	3	3,000	1,333	0,381 ^{ns}
S.Hacim	,012	3	0,004	3,140	0,149 ^{ns}

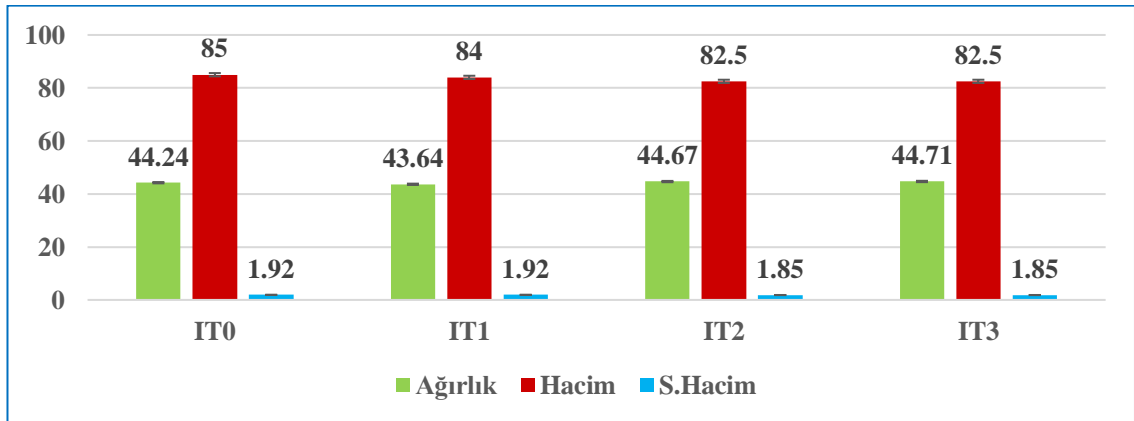
ns: p>0,05

Tablo 4.6’ya bakıldığında kek örneklerinde spesifik hacimleri arasında istatistiksel olarak fark olmasa da spesifik hacim değeri en yüksek IT0 ve IT1 grupların da en düşük değer ise IT2 ve IT3 gruplarında belirlenmiştir. IT1 kek grubu IT0 grubuna göre spesifik hacim değerinde bir değişim olmazken bu değer IT2 ve IT3 örneklerinde azaldığı görülmüştür (Şekil 4.3).

Tablo 4.6. Kek örneklerinin ağırlık, hacim ve spesifik hacime ait ortalama değerler

Değişkenler	Örnek				Ortalama
	IT0	IT1	IT2	IT3	
Ağırlık	44,24±0,43	43,64±0,43	44,67±0,43	44,71±0,43	44,32
Hacim	85,00±1,06	84,00±1,06	82,5±1,06	82,5±1,06	83,50
S.Hacim	1,92±0,02	1,92±0,02	1,85±0,02	1,85±0,02	1,89

ns: p>0,05



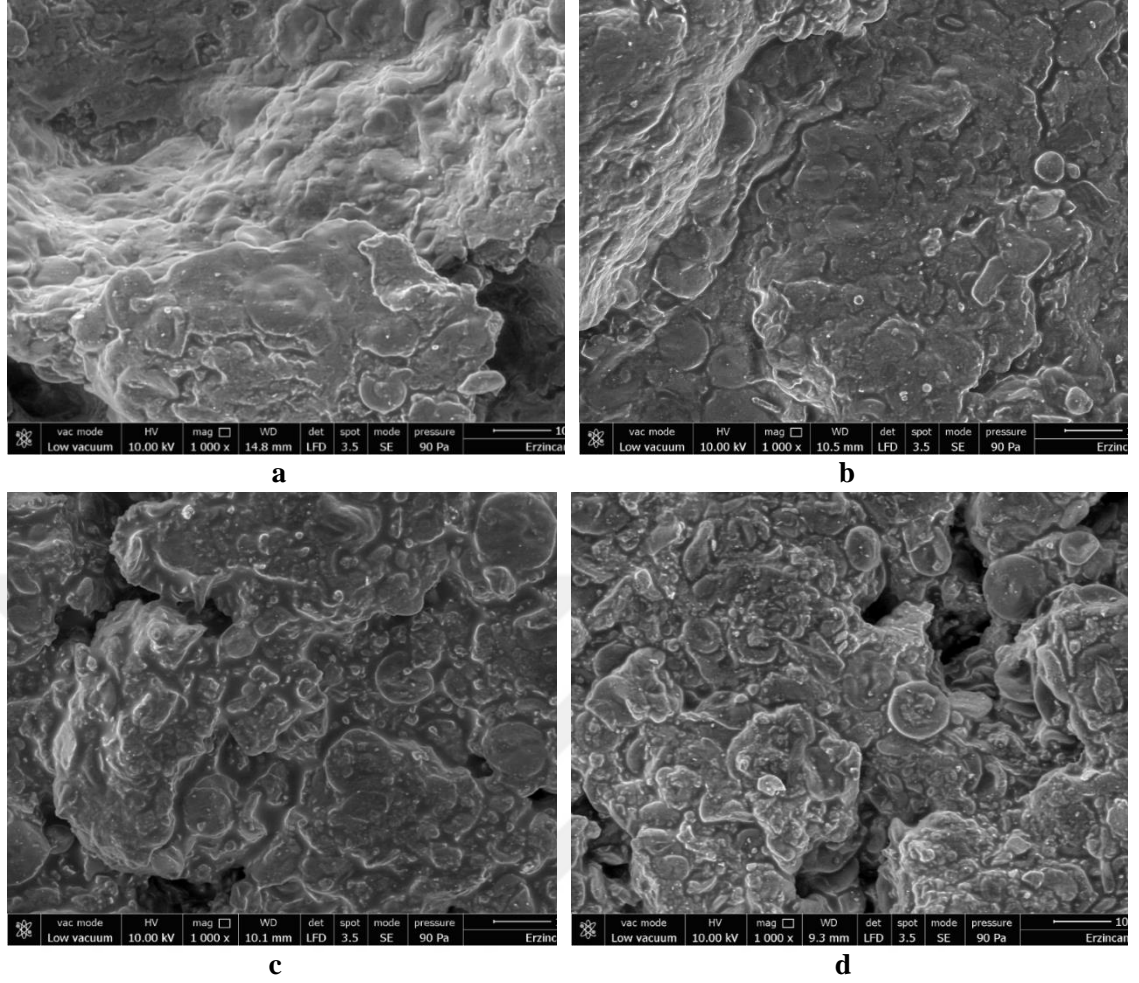
Şekil 4.3. Kek örneklerine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri

Bu azalma ısırgan tohumunun IT2 ve IT3 gruplarında karışımdaki glüten içeriğinin seyreltilmesi ve lif bileşenleri, su ve glüten arasındaki etkileşimlere bağlanabilir (Van Hung vd., 2007). Zayıf bir glüten ağı, karbondioksit ve su buharı gibi gazların kek gözeneklerinden kaçmasına ve sonuç olarak kek hacminin azalmasına neden olabilir (Lu vd., 2010; Kim vd., 2012). Benzer çalışmalarda Masoodi vd. (2002) artan elma posası seviyeleriyle birlikte kek hacminin azaldığını bildirmiştir.

Başka bir çalışmada ısırgan yaprağı ve deve diken tohumu tozları ile yapılan keklerin kontrol numunesine göre hacimlerinin azaldığı ve yoğunluğunun da arttığını ifade etmişlerdir (Ataei Nukabadi vd., 2021). Benzer bir çalışmada, ısırgan otu tozu ilavesinin ekmeklerin hacim değerlerinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Man vd., 2019). Araştırmacıların yaptıkları çalışmalar bulgularımızı desteklemektedir.

4.4. Mikroyapısal analiz

Materyallerin makro ve mikro yapısının yüksek çözünürlükte görüntülenebilmesi için kullanılan taramalı elektron mikroskopisinden (SEM) elde edilen farklı seviyelerde IT0, IT1, IT2 ve IT3 kek gruplarına ait x1000 oranında büyütülmüş mikrograflar Şekil 4.4'de görülmektedir. Isırgan tohumu tozunun kullanılmasıyla örneklerin yapısında değişiklikler olduğu belirlenmiştir. Mikrograflar incelendiğinde kullanılan ısırgan tohumu tozunun miktarının artmasıyla beraber kek örneklerinde meydana gelen parçacıklı yapılarda artış gözlemlenmiştir. Fathima (2023) tarafından keklerde *Nigella sativa* tohumu yağı kullanılmış ve %10 ilaveli *Nigella sativa* tohumu yağı içeren keklerde diğer keklerle göre parçacıklı yapıların artış gösterdiği tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada da *Nigella sativa* L. esansiyel yağının kullanıldığı kekler incelenmiş, esansiyel yağ içeren keklerde pürüzlü ve parçacıklı yapıların daha fazla görüldüğünü ifade etmişlerdir (Abedi vd. 2017). Gholamian vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada, ayva çekirdeği zıkkı ve meyan kökü kullanılarak yapılan kekler kontrol grubu ile kıyaslandığında keklerdeki parçacıklı yapıların artış gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmacıların elde ettiği bulgular çalışmamızdaki bulgular ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.4. Kek örneklerine ait SEM mikrografları (a:IT0; b:IT1; c:IT2; d:IT3)

4.5. Toplam fenolik madde değerleri

Yapılan varyans analizi sonucunda örnekler arasındaki fark toplam fenolik madde miktarı bakımından istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Kontrol grubu keklerine göre ısırgan tohumu tozu kullanılarak üretilen kek örneklerinde toplam fenolik madde miktarı istatistiksel olarak önemli ölçüde artış göstermiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Kek örneklerinin toplam fenolik madde analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları

	KT	SD	KO	F	P
Toplam fenolik	0,00	3	0,00	25,67	0,000***

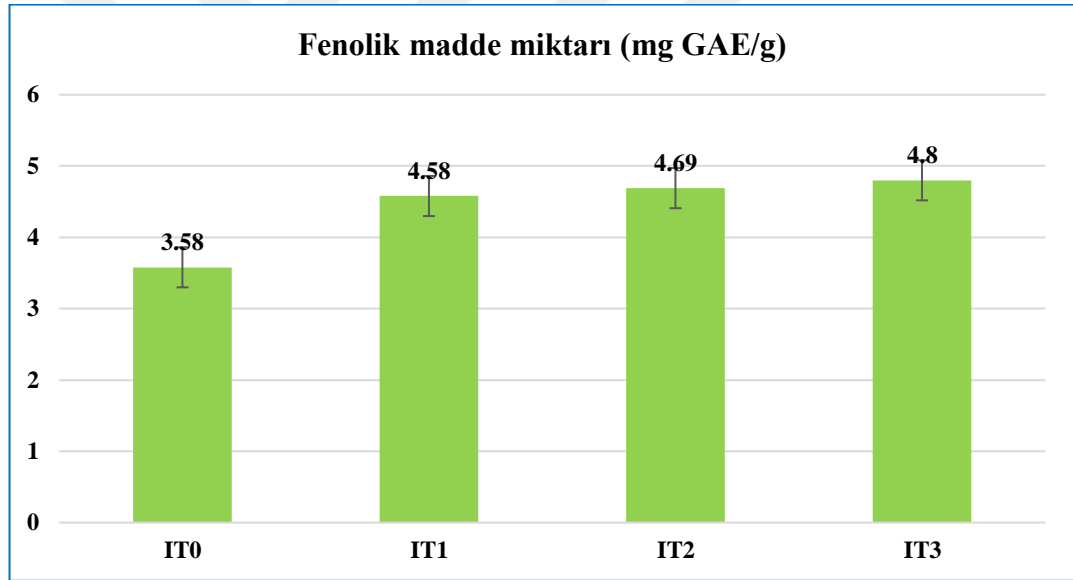
*** p< 0,001

Isırgan tohumu tozu kullanılarak üretilen kek örneklerinin toplam fenolik madde içeriği 3,58-4,80 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g arasında bulunmuştur. En yüksek değer IT3 kek örneğinde, en düşük değer ise IT0 örneğinde belirlenmiştir (Tablo 4.8). Isırgan tohumu tozu miktarı ile fenolik madde arasında doğru orantılı bir artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.5).

Tablo 4.8. Kek örneklerinin toplam fenolik madde içeriğine ait ortalama değerler

Örnekler	Ortalama
IT0	3,58 ± 0.22 ^a
IT1	4,58 ± 0.19 ^b
IT2	4,69 ± 0.22 ^b
IT3	4,80 ± 0.11 ^b

*** Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara sahiptir (p < 0,001).



Şekil 4.5. Kek örneklerine ait toplam fenolik madde içeriği

Kalajahi vd. (2022) yaptığı bir çalışmada toplam fenolik madde içeriği ısırgan otu özütü yüklü nanolipozom kek örneklerinin ve püskürtmeli kurutulmuş ısırgan otu özütü yüklü nanolipozom kek örneklerinde kontrol grubu kek örneklerine göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Isırgan otu özütü yüklü nanolipozom konsantrasyonlarının artırılması kek örneklerindeki toplam fenolik içeriğini artırmış olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmanın sonuçları bulgularımızla uyumludur. Çalışmamızı destekleyen başka bir çalışma Mitrović vd. (2021)' de ısırgan tohumu unu ile zenginleştirilmiş kurabiyelerdeki serbest ve bağlı

fenoliklerin içeriği incelemiş ve ısırgan tohumu unlu kurabiye kontrolden daha yüksek serbest ve bağlı fenolik içeriğine (sırasıyla 2,1 ve 2,5 kat) sahip olduğunu bildirmiştir.

Isırgan otu yaprağı ve özütü ile üretilen ekmeklerde yapılan bir çalışmada ısırgan otu ve özünün miktarının en yüksek olduğu örneklerde toplam fenolik madde miktarında en yüksek olduğu bildirilmiştir (Đurović vd., 2020). Yaptığımız çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yine sonuçlarımızı destekleyen başka bir çalışmada da Isırgan otu ile zenginleştirilmiş ekmeklerin kontrol ekmeğe göre daha yüksek bir toplam fenolik içeriğe sahip olduğunu bildirmiştir (Maietti vd., 2021).

4.6. Antioksidant potansiyelinin araştırılması

Canlılarda serbest radikallerin çoğunluğu oksijenden (reaktif oksijen türleri-ROS) yada nitrojenden (reaktif nitrojen türleri-RNS) üretilmektedir. ROS' ların en önemlilerine süperoksit radikali ($O_2\bullet$), hidroksil radikali ($OH\bullet$), hidrojen peroksit (H_2O_2), singlet oksijen ($1/2O_2$), RNS' lerin en önemlilerine ise nitrik oksit ($NO\bullet$), nitrojen dioksit ($NO_2\bullet$), nitroz asit (HNO_2), nitroksil anyon (NO^-) ve peroksinitrit ($NOOO^-$) örnek verilebilir (Poljsak vd., 2013; Khan vd., 2023). Bu çalışmada da, ısırgan otu ile hazırlanan keklerin antioksidant aktiviteleri test edilmiştir. Bunun içinde, %1, 3% ve %5 oranında ısırgan otu tohumu içeren kek örneklerinden saf su içerisinde su ekstratları hazırlanmış ve ekstratlar santrifüj edildikten sonra elde edilen süpernatantlar antioksidant aktivite tayininde kullanılmıştır. Antioksidant aktivite tayininde 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS), nitrik oksit radikali ($NO\bullet$), hidroksil radikali ($OH\bullet$), ve süperoksit radikali ($O_2\bullet$) giderme ve demir indirgeme (FRAP) yöntemleri test edilmiştir.

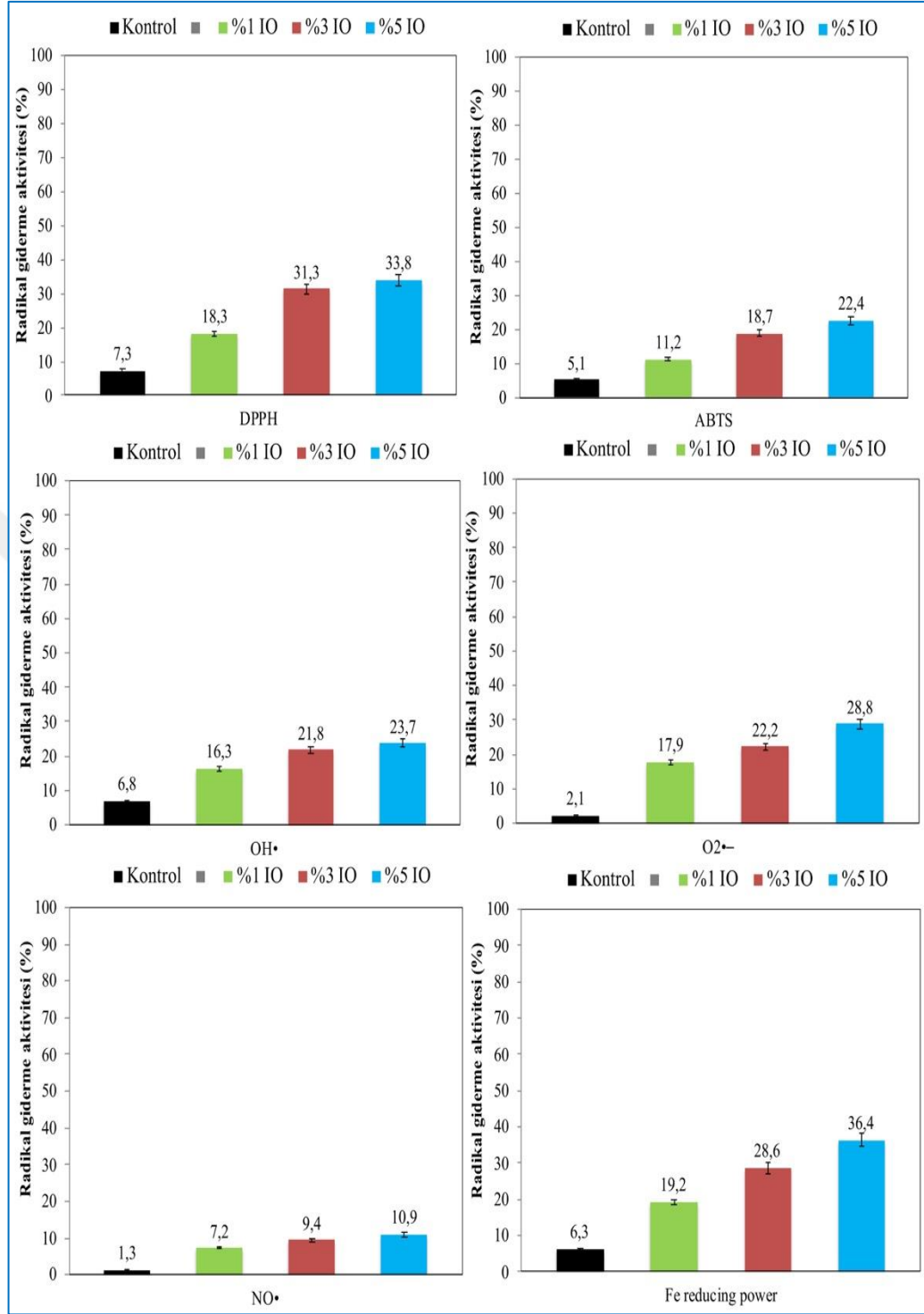
Isırgan otu içeren kek süpernatantlarının bütün radikallere karşı güçlü süpürme ve ayrıca demir indirgeme yeteneği sergilediği tespit edilmiştir. %5 oranında ısırgan otu tohumu içeren kekin demir indirgeme potansiyelinin %36,4, kontrol kekinin ise %6,3 olduğunu göstermiştir. %5' lik ısırgan otlu kekin DPPH radikalini giderme potansiyeli %33,8 iken kontrol keki için bu oran %7,3 olarak belirlenmiştir. %5'lik kekin süpernatantı ABTS radikale karşı %22,4 oranında süpürme potansiyeli gösterirken, bu oran kontrol kekinin süpernatantı için %5,1 olarak belirlenmiştir. %5'lik ısırgan otlu kekin nitrik oksit

radikalini (NO•) giderme potansiyeli %10,9 iken kontrol keki için bu oran %1,3 olarak belirlenmiştir. %5'lik ısırgan otlu kekin hidroksil radikali (OH•), giderme potansiyeli %23,7 iken kontrol keki için bu oran %6,8 olarak belirlenmiştir. %5'lik ısırgan otlu kekin süperoksit radikali (O₂•-) giderme potansiyeli %28,8 iken kontrol keki için bu oran %2,1 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.6).

Sonuç olarak kek örneğindeki ısırgan tohumu konsantrasyonu artıkcça kek süpernatantlarının bütün radikallere karşı daha yüksek antioksidant aktivite gösterdiğini ve demir indirgeme potansiyelininde arttığını göstermiştir. ısırgan otu eklenmeyen keklerde (kontrol), antioksidant aktivitelerin ve demir indirgeme potansiyelinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonuçlarına paralel olarak Kalajahi vd. (2022) yaptığı bir çalışmada ısırgan otu özütü yüklü nanolipozom kek örneklerinin ve püskürtmeli kurutulmuş ısırgan otu özütü yüklü nanolipozom kek örneklerinde kontrol grubu kek örneklerine göre yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu özütlerin miktarı artıkcça antioksidan aktivitede arttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızı destekleyen başka bir çalışmada Drabińska vd. (2018) yaptıkları çalışmada, mısır ve patates nişastasının glutensiz pandispanya üretiminde brokoli yaprağı tozu (BYT) ile ikame edilerek ürün geliştirmesi sağlanmış ve BYT ilavesinin antioksidan kapasitesini artırdığı belirtilmiştir. Mitrović vd. (2021) yapmış olduğu ısırgan tohumu unu ve ısırgan tohumu fenolik özütü ile zenginleştirilmiş kurabiyelerdeki antioksidan kapasiteleri incelemiş ve ısırgan tohumu içeren unlu kurabiyenin, kontrolden daha yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduğunu bildirmiştir.

Hlaváčová vd. (2021) yaptıkları çalışmada %3 ısırgan otu yaprakları eklenerek zenginleştirilen bisküvilerin antioksidan aktivitesinin kontrol örneğine göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Diğer bir araştırmada ısırgan otu ile zenginleştirilmiş ekmeklerin kontrol ekmeğe göre daha yüksek antioksidan aktivitesinin olduğunu bildirilmiştir (Maietti vd., 2021). Yine ekmekte yapılan başka bir çalışmada ısırgan otu ve özünün miktarının en yüksek olduğu örneklerde DPPH radikallerine karşı en yüksek aktivite göstermiştir (Đurović vd., 2020). Yapılan birçok benzer araştırmalar bulgularımızla paralellik göstermiştir.



Şekil 4.6. Kek örneklerinin farklı radikallere karşı antioksidant potansiyeli. Süperoksit radikali ($O_2^{\bullet-}$), hidroksil radikali (OH^{\bullet}), nitrik oksit radikali (NO^{\bullet}), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal ve 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS) radikali.

4.7. Renk analiz sonuçları

Kek örneklerinin kabuk ve iç renk (L*, a* ve b*) analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları Tablo 4.9’da verilmiştir. Farklı oranlarda ısırgan tohumu tozu kullanımını kek örneklerinin kabuk ve iç L*, a* ve b* renk değerlerinde önemli düzeyde (p<0,001) etkili olmuştur.

Tablo 4.9. Kek örneklerinin kabuk ve iç renk (L*, a* ve b*) analizlerine ait değerlerin varyans analiz sonuçları

		KT	SD	KO	F	P
Kabuk	L	142,98	3	47,66	26477,85*	0,000***
	a	51,01	3	17,00	24291,88*	0,000***
	b	187,36	3	62,45	249810,33*	0,000***
İç	L	508,84	3	169,61	141344,04*	0,000***
	a	0,26	3	0,09	95,48*	0,000***
	b	60,55	3	20,19	31064,41*	0,000***

*(p<0,001) düzeyinde önemli

Kolorimetrede yapılan ölçümlerde L değeri 0 (koyuluk) ve 100 (açıklık) arasındaki aydınlık derecesini, (-) a renk değeri yeşilliği, (+) a renk değeri kırmızılığı, (-) b renk değeri maviliği, (+) b renk değeri ise sarılığı ifade etmektedir (Trinderup vd., 2015; Yalçın vd., 2016).

Elde edilen varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre kek formülasyonuna farklı oranlarda (%1, 3 ve 5) ITT eklenmesi kek iç ve kabuk rengi L* değerlerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilemiştir (p <0.01).

Tablo 4.10. ve Şekil 4.7. incelendiğinde en koyu kek iç ve kabuk rengine %5 ısırgan tohumu tozu ile üretilen keklerin (IT3) sahip olduğu, en açık ise kontrol (IT0) grubu keklerin sahip olduğu görülmektedir. Kek iç ve kabuk fark etmeksizin, Isırgan tohumu tozu miktarının artmasıyla, parlaklık değerini (L*) istatistiki anlamda önemli ölçüde azaldığı ve rengi koyulaştığı görülmektedir. Örnekler arasındaki bu renk farklılığı da Şekil 4.8 ve 4.9’da açık bir şekilde görülmektedir.

Bulgular Ataei Nukabadi vd. (2021) tarafından yapılan ısırgan otu yaprakları ile güçlendirilmiş keklerde elde edilen bulgularla uyumludur. Bu çalışmada ısırgan tozu içeren kekler ısırgan otu içermeyen kontrol keklerine göre daha düşük bir L* değerine sahip olduğu bildirilmiştir. Bunun nedenini ısırganın buğday unundan daha koyu renkte

olması ile açıklamışlardır. Benzer bir sonuçta ısırgan otu özütü ilavesiyle yapılan kurabiyelerde (L*) değerinin ısırgan otu özütü miktarının artmasıyla azaldığı bildirilmiştir (Kozłowska vd., 2019).

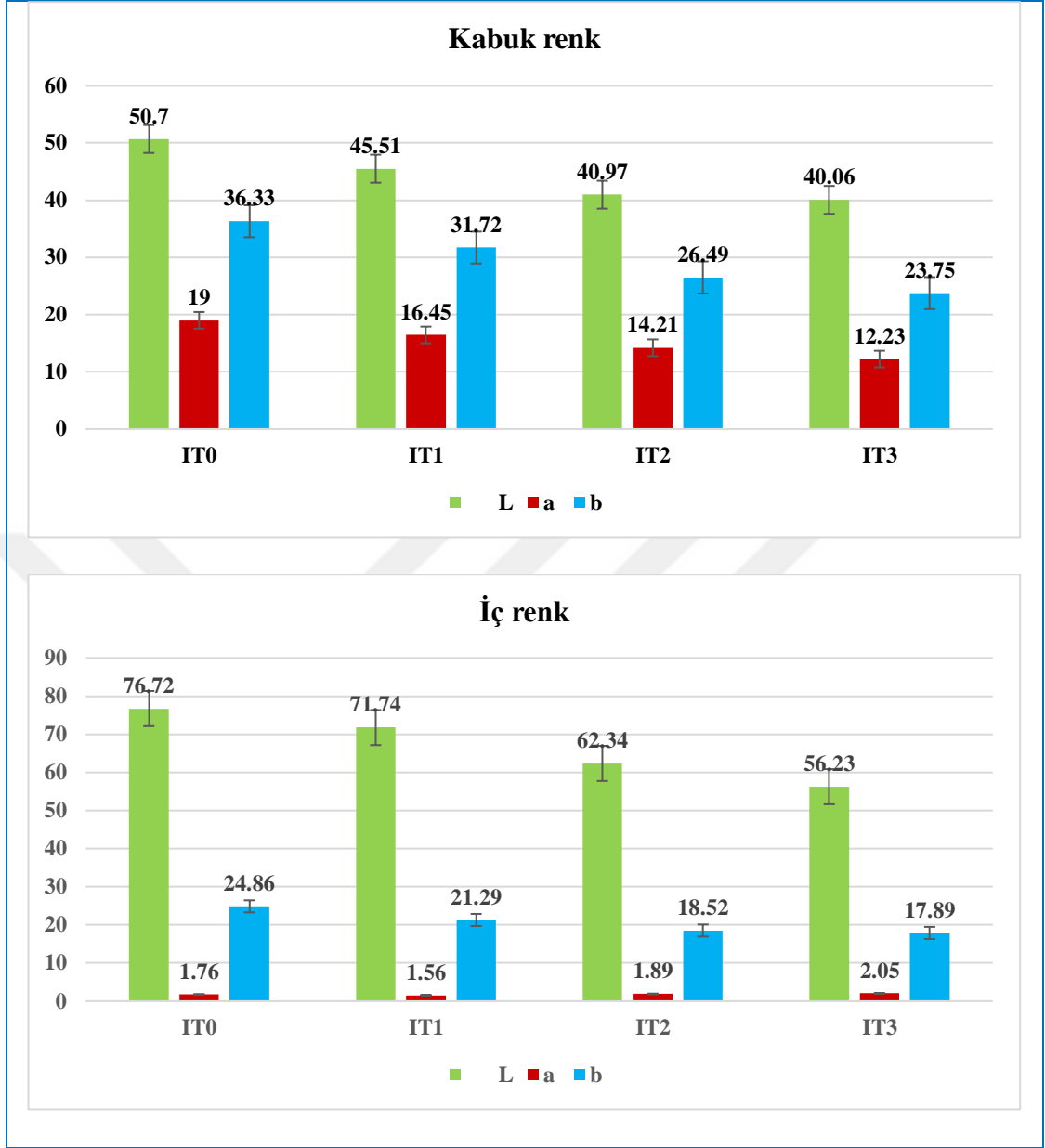
Đurović vd. (2020) ısırgan otu yaprağı ve özütü ile ürettikleri ekmelerde ısırgan otu yaprağı ve özütünün artmasıyla parlaklığın (L*) azaldığını ifade etmişlerdir. Yine yapılan benzer çalışmada ekmelerde ısırgan otu miktarının artmasıyla ekmelerin iç kısmının L* değerinin azaldığını ifade edilmiştir (Wójcik vd., 2021). Elde ettiğimiz bulgular, Đurović, vd. (2020) ve Wójcik vd. (2021) yaptığı çalışmalardaki bulgularla tutarlıdır.

Tablo 4.10. Kek örneklerinin kabuk ve iç renk (L*, a* ve b*) analizlerine ait ortalama değerler

Değişkenler		Örnek				
		Ortalama	IT0	IT1	IT2	IT3
Kabuk	L	44,31	50,70±0,03d	45,51±0,03c	40,97±0,03b	40,06±0,03a
	a	15,47	19,00±0,01d	16,45±0,01c	14,21±0,01b	12,23±0,01a
	b	29,57	36,33±0,01d	31,72±0,01c	26,49±0,01b	23,75±0,01a
İç	L	66,75	76,72±0,02d	71,74±0,02c	62,34±0,02b	56,23±0,02a
	a	1,81	1,76±0,02b	1,56±0,02a	1,89±0,02c	2,05±0,02d
	b	20,64	24,86±0,01d	21,29±0,01c	18,52±0,01b	17,89±0,01a

Her satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara sahiptir (p<0.001)

Kek örneklerinin kabuk rengi a* değerinin 12,23-19,01 aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 4.10; Şekil 4.7.). ısırgan tohumu tozu miktarının artışı kek kabuk renginin a* değerini istatistiksel olarak önemli ölçüde azaltmıştır (p<0,001). Benzer bir sonuç Ataei Nukabadi vd. (2021) tarafından da rapor edilmiştir. ısırgan tozu içeren kekler ısırgan otu içermeyen kontrol keklerine göre daha düşük bir a* değerine sahip olduğu bildirilmiştir. Bulgularımızı destekleyen başka bir sonuçta Wójcik vd. (2021) ısırgan otu özütüyle zenginleştirilmiş kurabiyelerde özütün artmasıyla a* değerinin azaldığı ifade etmişlerdir. Keklerin iç renk a* değerlerine bakıldığında 1,56-2,05 aralığında değiştiği görülmektedir. Kek örneklerinin a* değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p <0.001). En düşük a* IT1 kek örneklerinde en yüksek a* değeri IT3 kek örneklerinde bulunmuştur.



Şekil 4.7. Kek örneklerine ait kabuk ve iç renk (L*, a* ve b*) değerleri

Tablo 4.10. ve Şekil 4.7.'ye baktığımızda kek örneklerinin kabuk rengi b* değerinin 36,33-23,75, iç renk b*değerleri nin 24,86-17,89 aralığında değiştiği görülmektedir. Isırgan tohumu tozu miktarının artışı kabuk ve iç rengi b* değerlerini istatistiksel olarak önemli ölçüde azaltmıştır ($p < 0,001$). Sonuçlar, Ataei Nukabadi vd. (2021)'de ısırgan otu yaprakları ile güçlendirilmiş keklerde yaptığı bulgularla uyumludur. Bu çalışmada Isırgan tozu içeren kekler ısırgan otu içermeyen kontrol keklerine göre daha düşük bir b* değerine sahip olduğu bildirilmiştir. Wójcik vd. (2021) tarafından ısırgan otu özütüyle

zenginleştirilmiş kurabiyelerde özütün artmasıyla b^* değerinin azaldığı ifade etmişlerdir. Sonuçlarımız bu çalışmayla uyumludur.



Şekil 4.8. Kek örneklerine ait kabuk görüntüleri



Şekil 4.9. Kek örneklerine ait kek içi görüntüsü

4.8. Antimikrobiyal aktivite

Tüm kek örneklerinin *Escherichia coli* ATCC 43894, *Salmonella Typhimurium* ATCC 13883), *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Staphylococcus aureus* ATCC 33019 ve *Candida albicans* ATCC 14053 gibi patojen bakteri ve mayalara karşı antimikrobiyal etkinlik göstermediği tespit edilmiştir. Kek örneklerinin *Escherichia coli* ATCC 43894, *Staphylococcus aureus* ATCC 33019'a ait antimikrobiyal etkinlikleri Şekil 4.10.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Kek örneklerinin besiyerinde antimikrobiyal etkinlikleri

4.9. Duyusal analiz sonuçları

Kek örneklerinin kabuk rengi, üst yüzey özellikleri, kek iç renk, kek içi gözenek yapısı, kek yumuşaklığı, tat, aroma, ağız hissi ve genel kabul edilebilirlik parametrelerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.11'de, ortalama değerler ise Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.11. Kek örneklerine ait varyans analiz sonuçları

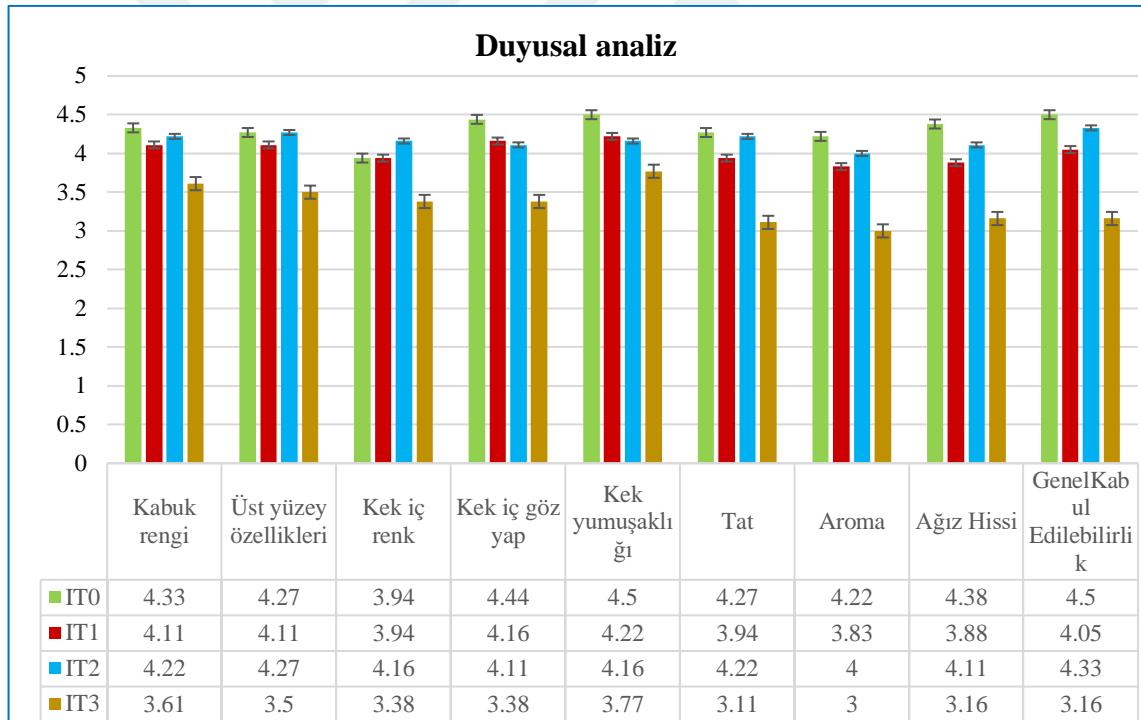
Duyusal Parametre	KT	SD	KO	F	P
Kabuk rengi	5,48	3	1,82	2,52	0,064 ^{ns}
Üst yüzey özellikleri	7,37	3	2,45	3,67	0,016*
Kek iç renk	5,94	3	1,98	2,55	0,062 ^{ns}
Kek iç göz yap	10,94	3	3,64	6,70	0,000***
Kek yumuşaklığı	4,77	3	1,59	3,70	0,016*
Tat	15,66	3	5,22	6,90	0,000***
Aroma	15,37	3	5,12	6,50	0,001**
Ağız Hissi	14,77	3	4,92	6,65	0,001**
Genel Kabul Edilebilirlik	19,04	3	6,34	10,29	0,000***

ns: p>0.05, *p< 0,05, **p< 0,01, *** p< 0,001

Tablo 4.12. Kek örneklerinin duyuşsal parametrelere göre Duncan çoklu karşılaştıırma test sonuçları

Duyusal Parametreler	Örnek			
	IT0	IT1	IT2	IT3
Kabuk rengi	4,33±0,20	4,11±0,20	4,22±0,20	3,61±0,20
Üst yüzey özellikleri	4,27±0,19 ^b	4,11±0,19 ^b	4,27±0,19 ^b	3,5±0,19 ^a
Kek iç renk	3,94±0,20	3,94±0,20	4,16±0,20	3,38±0,20
Kek iç göz yap	4,44±0,17 ^b	4,16±0,17 ^b	4,11±0,17 ^b	3,38±0,17 ^a
Kek yumuşaklığı	4,50±0,15 ^b	4,22±0,15 ^{ab}	4,16±0,15 ^{ab}	3,77±0,15 ^a
Tat	4,27±0,20 ^b	3,94±0,20 ^b	4,22±0,20 ^b	3,11±0,20 ^a
Aroma	4,22±0,20 ^b	3,83±0,20 ^b	4,00±0,20 ^b	3,00±0,20 ^a
Ağız Hissi	4,38±0,20 ^b	3,88±0,20 ^b	4,11±0,20 ^b	3,16±0,20 ^a
GenelKabul Edilebilirlik	4,50±0,18 ^b	4,05±0,18 ^b	4,33±0,18 ^b	3,16±0,18 ^a

Her satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar *p< 0,05, **p< 0,01, *** p< 0,001 değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara sahiptir.



Şekil 4.11. Kek örneklerine ait duyuşsal analiz sonuçları

Tablo 4.11'e bakıldığında kek örneklerinin kabuk ve iç rengi istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($p < 0,05$), üst yüzey özellikleri ve kek yumuşaklığı istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde, aroma ve ağız hissi istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde, kek içi gözenek

yapısı, tat ve genel kabul edilebilirlik değerlerinin ise istatistiksel olarak $p < 0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Şekil 4.11'e bakıldığında keklerin kabuk renginde en yüksek değeri IT0 grubu alırken en düşük değeri ise IT3 grubu almıştır. Üst yüzey özelliklerinde ise en yüksek değer IT0 grubu ve IT2 grubuyken en düşük değer IT3 kek grubunda olmuştur. Kek iç renk parametresinde en yüksek değeri alan grup IT2 grubu olduğu saptanmış olup en düşük değeri IT3 kek grubu almıştır. Kek içi gözenek yapısında ise en yüksek değeri IT0 grubu almıştır. Isırgan tohumu tozu ilavesi arttıkça bu değerde düşüş yaşanmıştır.

Kek yumuşaklığında da kek içi gözenek yapısında olduğu gibi en yüksek değeri IT0 grubu alırken ısırgan tohumu tozu ikamesi arttıkça kekin yumuşaklık değeri düşmüş ve en düşük değeri IT3 grubu almıştır. Tat parametresinde IT2 grubu IT1 grubu takip etmiş ve IT0 grubuyla IT1 grubu arasında da çok fark görülmemiştir. Fakat IT3 grubu tat parametresinde diğer örneklerin çok altında kalmış ve en düşük değeri almıştır. Bunun sebebi ise ısırgan tohumu tozunun keskin bir tadı olmasından kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Benzer bir sonucu Wójcik vd. (2021) yaptığı çalışmada ısırgan otu içeriği yüksek olan ekmeklerde, çok yoğun bir bitkisel aromanın hoş olmayan tadı ile karakterize edildikleri için daha düşük notalar aldıklarını ifade etmişlerdir. Başka bir çalışmada, %5 oranında kurutulmuş ısırgan yaprağı eklenen ekmek, çimen, toprak ve otlara özgü hoş olmayan bir toprak tadı ve kokusu ile karakterize edilmiştir (Đurović vd., 2020).

Kek örneklerinin aroma değerlerine bakılacak olursa panelistlerce en beğenilen grup IT0 grubu olmuştur. IT0 grubunun ardından ikinci sırada IT2 grubu beğenilmiştir. Aroma konusunda ki beğeni IT3 grubunda belirgin olarak düşmüştür. Bunu sebebi ısırgan tohumu tozunun çok keskin bir aromaya sahip oluşu ve belli bir miktardan fazlasının rahatsızlık verdiği düşünülmüştür.

Panelistler tarafından değerlendirilen diğer bir parametre ağız hissidir. Ağız hissinde en çok beğeni IT0 alırken IT2 kek örnekleri IT0'a çok yakın bir değerde beğeni kazanmıştır. Bu değeri IT1 kek grubu takip etmiş olduğu saptanmıştır. Aroma ve tatta olduğu gibi ağız hissinde de IT3 grubu en az beğenilmiştir.

Genel kabul edilebilirliğe bakıldığında ise IT0 grubuna en yakın IT2 örnekleri olmuştur. IT1 ise daha az beğenilmiştir. En düşük puanı IT3 örnekleri almıştır.

Zenginleştirilmiş keklerde, optimum bir zenginleştirme yüzdesi bulmak çok önemlidir. Yüksek bir yüzde, ürünlerin besin değerini artırabilir ancak duysal profilleri olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, tüketici için kabul edilebilir ve aynı zamanda beslenme açısından iyi olan optimum bir değer bulmak önemlidir. %5 ısırgan otu tozu ilave edilen IT3 grubu kül, protein, yağ, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı yüksek olsada duysal profilinin olumsuzluğundan dolayı genel olarak kabul görmezken kül, protein, yağ, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı kontrol grubuna göre yüksek ve duysal profili kontrol grubuna en yakın olan %3'lük ısırgan otu tohumu tozu ile hazırlanmış IT2 grubu örneklerinin genel olarak kabul edilebilirliği ön plana çıkmıştır. Sonuç olarak bu tür keklerin daha yüksek besin değeri ve sağlık yararı nedeniyle %3'e kadar ısırgan otu tozu eklenmesini önermekteyiz. Benzer bir şekilde Ivanišová vd. (2018) biyolojik aktivite %5 yeşil arpa makarnasında en iyi sonuçlar vermiş olsada duysal olarak hoş olmayan koku ve tat etkisi nedeniyle gıda endüstrisi açısından %3 yeşil arpa ilavesiyle zenginleştirilmiş makarnalar önerilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada sunulan bir duysal değerlendirmeye göre, %2'ye kadar ısırgan otu tozu eklenen ekmek en yüksek kabul edilebilirlik puanı almıştır. Bu tür ekmeğin daha yüksek besin değeri ve sağlık yararı nedeniyle %4'e kadar ısırgan otu tozu eklenmesini önermişlerdir (Man vd., 2019).

Başka bir çalışmada ise keklerin hazırlanmasında %30'a kadar keten tohumu ununun kullanılması, fonksiyonel bileşenler açısından zengin gıda tüketimini optimize etmek için yararlı bir strateji olduğunu ifade etmişlerdir (Moraes vd., 2010).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada ısırgan tohumu tozunun keklere ilave edilmesiyle daha besleyici ve sağlıklı bir gıda ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu amaçla kontrol grubu (IT0), %1 ısırgan tohumu tozu ekleyerek IT1 grubu,%3 ısırgan tohumu tozu ekleyerek IT2 grubu ve %5 ısırgan tohumu tozu ekleyerek IT3 grubu örnekleri hazırlanmıştır. Daha sonra üretilen kekler üzerinde çeşitli parametrelere göre analizler yapılmıştır.

Kek hamurları üzerinde yapılan pH analizinde örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. pH değeri 7,1'den 6,93'e düşmüştür. Sonuç olarak ısırgan otu tohumu tozu ilavesi ile pH değeri arasında negatif bir korelasyon ortaya çıkmıştır.

Kek örneklerinde istatistiksel olarak kl ve yağ $p < 0,01$, protein $p < 0,05$ düzeyinde ve nem ise $p < 0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Kek örneklerinde ısırgan tohumu tozu konsatrasyonu artıkça kül, nem, protein ve yağ oranlarında da artma eğilimi tespit edilmiştir.

Kek örneklerinde ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerlerinin istatistiki açıdan önemli bir farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Kek örneklerine ait taramalı elektron mikroskopisine (SEM) bakıldığında ısırgan tohumu tozu kullanımıyla örneklerin mikroyapısal özelliklerinde değişimlerin olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca mikrograflar incelendiğinde ise ısırgan tohumu tozu kullanımının artmasıyla beraber parçacıklı yapılarında arttığı saptanmıştır.

Isırgan tohumu tozu kullanılarak üretilen kek örneklerinin toplam fenolik madde oranları 3,58-4,80 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g arasında değişkenlik göstermiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda örnekler arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p < 0,001$). En yüksek değer IT3 kek örneğinde, en düşük değer IT0 rneğinde belirlenmiştir. Sonuç olarak ısırgan otu tohumu tozu ilavesi ile fenolik madde miktarı arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Isırgan tohumu konsantrasyonunun artışı ile kek örneklerden elde edilen süpernatantların Süperoksit (O₂•-), hidroksil (OH•), nitrik oksit (NO•), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) ve 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS) radikallerine karşı daha yüksek antioksidant aktiviteye sahip olduğu ve demir indirgeme potansiyelinde artış gösterdiği belirlenmiştir.

Kek örneklerine ait varyans analiz sonuçlarına bakıldığında kek örneklerinde kabuk ve iç (L*, a*, b*) renk değerlerinde önemli düzeyde farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir (p <0.001). Isırgan tohumu tozu miktarı artışı ile birlikte kek örneklerindeki kabuk renginde L*, a* ve b* değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca iç renginde ise L* ve b* değerinin azaldığı a değerinin ise gruplara göre değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Antimikrobiyal aktiviteye bakıldığında tüm kek örnekleri *Escherichia coli* ATCC 43894, *Salmonella Typhimurium* ATCC 13883), *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Staphylococcus aureus* ATCC 33019 ve *Candida albicans* ATCC 14053 gibi patojen bakteri ve mayalara karşı etkinlik göstermemiştir.

Kek örneklerine ait duyu analizi sonuçlarına bakıldığında duyu analizi çalışması kabuk rengi, üst yüzey özellikleri, kek içi renk, kek yumuşaklığı, kek içi gözenek yapısı, tat, ağız hissi, aroma ve genel kabul edilebilirlik parametrelerine göre yapılmıştır. İstatistiksel analizlere göre örnekler ısırgan tohumu tozu ilavesinin kabuk ve iç renk parametreleri dışında kekin duyu özellikleri üzerinde belirgin farklılıklar ortaya koyduğu gözlemlenmiştir. Isırgan tohumu tozu ilavesinin bazı parametrelere pozitif, bazı parametrelere ise negatif yönde etki ettiği ve bazı parametrelerde ise farklı dağılımlara neden olduğu tespit edilmiştir. Kek içi renginde en yüksek değeri IT2 kek grubu almıştır. Kek yumuşaklığında ve kek içi gözenek yapısında da gibi en yüksek değeri IT0 grubu alırken ısırgan tohumu tozu ikamesi arttıkça kekin yumuşaklık değeri düşmüş ve en düşük değeri IT3 kek grubunun almış olduğu belirlenmiştir. Isırgan tohumu tozu ikamesi kekin yumuşaklığında da kek içi gözenek yapısında da düşüşlere sebep olmuştur. Tat, aroma ve ağız hissi parametrelerinde benzer sonuçlar ortaya çıkmış hepsinde de IT0 grubuna en yakın değerleri IT2 kek örnekleri almıştır. Genel kabul edilebilirliğe bakıldığında IT2 kek örnekleri IT0 grubuna yakın bir değerde olduğu gözlemlenmiştir. Katılımcılar tarafından tüm parametrelerde en az beğenilen grup ise IT3 kek örnekleri olmuştur. Bunun sebebinin

ise ısırgan tohumu tozunun belli eşik değerin üzerinde keskin ve rahatsızlık verici bir tat ve aroma ortaya çıkarmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak keklerde yapılan kimyasal, biyokimyasal ve mikroyapısal özellikler bakımından gruplar arasında ön plana çıkan grup IT3 olsa da duyu analizler sonucunda IT3 en az beğenilen grup olmuştur. Tüketicinin tercihinde kontrole en yakın puan alan grup ise IT2 olmuştur. Tüm sonuçlara bakıldığında IT2 grubu örneklerin genel olarak kabul edilebilirliği en iyi olduğu ifade edilebilir. Zenginleştirilmiş bir besin olarak geliştirilen ısırgan tohumu tozlu keklerin kontrol keklerine göre iyi bir alternatif olacağı düşünülmektedir. Yenilikçi bir ürün hazırlanmak istenen bu çalışmada örneklere ısırgan tohumu tozu ile birlikte farklı bileşenler veya gıdalar ilave edilerek beğenilme düzeyleri daha da artırılabilir.

KAYNAKLAR

- Abedi, A. S., Rismanchi, M., Shahdoostkhany, M., Mohammadi, A., and Mortazavian, A. M. (2017). Microwave-assisted extraction of *Nigella sativa* L. essential oil and evaluation of its antioxidant activity. *Journal of food science and technology*, 54, 3779-3790.
- Adhikari, B. M., Bajracharya, A., and Shrestha, A. K. (2016). Comparison of nutritional properties of Stinging nettle (*Urtica dioica* L.) flour with wheat and barley flours. *Food Science & Nutrition*, 4(1), 119-124.
- Akman, T. Ç., Şimşek, S., Akşit, Z., Akşit, H., Aydın, A., Tüfekçi, A. R., Adem, S., and Yılmaz, M. A. (2024). Liquid chromatography–tandem mass spectrometry profile and antioxidant, antimicrobial, antiproliferative, and enzyme activities of *Thymus pectinatus* and *Thymus convolutus*: in vitro and in silico approach. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(7), 4039-4049.
- AOAC, (1990). “Official Methods of Analysis”, (15th ed.), Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. aquilinum. *Carbohydrate Research*, 344(2), 217-222.
- Ataei Nukabadi, F., Hojjatoleslami, M., and Abbasi, H. (2021). Optimization of fortified sponge cake by nettle leaves and milk thistle seed powder using mixture design approach. *Food Science and Nutrition*, 9(2), 757-771.
- Ataman, Ç. and Gül, H. (2020) “Leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan kırık leblebi ununun mufin kalitesi üzerine etkisi”, *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(4), 308-316.
- Atanasov, A. G., Waltenberger, B., Pferschy-Wenzig, E. M., Linder, T., Wawrosch, C., Uhrin, P., ... and Stuppner, H. (2015). Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review. *Biotechnology advances*, 33(8), 1582-1614.
- Ateş, G., ve Elmacı, Y. (2018). Kahve çekirdeği zarının diyet lifi kaynağı olarak kek formülasyonunda kullanılması. *Akademik Gıda*, 16(2), 156-167.
- Ayala-Zavala, J. F., Rosas-Domínguez, C., Vega-Vega, V., and González-Aguilar, G. A. (2010). Antioxidant enrichment and antimicrobial protection of fresh-cut fruits using their own byproducts: Looking for integral exploitation. *Journal of food science*, 75(8), R175-R181.
- Ayoubi, A., Balvardi, M., Akhavan, H. R., and Hajimohammadi-Farimani, R. (2022). Fortified cake with pomegranate seed powder as a functional product. *Journal of Food Science and Technology*, 1-9.
- Berktaş, S., ve Çam, M. (2020). Nane (*Mentha piperita* L.) distilasyonundan arta kalan hidrosolün kek üretiminde değerlendirilmesi., *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(1), 17-25.

- Birch, C. S., and Bonwick, G. A. (2019). "Ensuring the future of functional foods", *International Journal of Food Science & Technology*, 54(5), 1467-1485.
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 1957;181:1199–1200.
- Uçar, B. and Hayta, M. (2012) "Kek kalitesinin ve raf ömrünün iyileştirilmesi", *Gıda*, 37(6).
- Cheng, S., He, F., Fu, L., and Zhang, Y. (2021). Polysaccharide from rubescens: Extraction, optimization, characterization and antioxidant activities. *RSC advances*, 11(31), 18974-18983.
- Conforti, F. D. (2014). Cake manufacture. *Bakery products science and technology*, 563-584.
- Da Rocha Lemos Mendes, G., Souto Rodrigues, P., de Las Mercedes Salas-Mellado, M., Fernandes de Medeiros Burkert, J. and Badiale-Furlong, E. (2021) Defatted Rice Bran as a Potential Raw Material to Improve the Nutritional and Functional Quality of Cakes. *Plant Foods for Human Nutrition* (Dordrecht, Netherlands), 76(1), 46–52.
- Devkota, H. P., Adhikari-Devkota, A., Paudel, K. R., Panth, N., Chellappan, D. K., Hansbro, P. M., and Dua, K. (2021). Tea (catechins including (-)-epigallocatechin-3-gallate) and cancer. *Nutraceuticals and Cancer Signaling: Clinical Aspects and Mode of Action*, 451-466.
- Devkota, H. P., Paudel, K. R., Khanal, S., Baral, A., Panth, N., Adhikari-Devkota, A., ... and Hansbro, P. M. (2022). Stinging nettle (*Urtica dioica* L.): Nutritional composition, bioactive compounds, and food functional properties. *Molecules*, 27(16), 5219.
- Doğan, İ. S., Akbaş, Ö., and Tunçtürk, Y. (2012). "Yağı azaltılmış kek üretiminde ekzopolisakkarit kullanımı", *Gıda*, 37(3), 141-148.
- Dotto, J. M., and Chacha, J. S. (2020). The potential of pumpkin seeds as a functional food ingredient: A review. *Scientific African*, 10, e00575.
- Drabińska, N., Ciskaa, E., Szmatowiczb, B., Krupa-Kozaka, U., 2018. Broccoli by-products improve the nutraceutical potential of gluten-free mini sponge cakes. *Food Chemistry*, 267:170-177.
- Đurović, S., Vujanović, M., Radojković, M., Filipović, J., Filipović, V., Gašić, U., ... and Zeković, Z. (2020). The functional food production: Application of stinging nettle leaves and its extracts in the baking of a bread. *Food Chemistry*, 312, 126091.
- Fathima, S. (2023). The Effect of *Nigella Sativa* Oil on Physicochemical, Antioxidant Properties, and Shelf life of Savory Cake. *Journal of Research & Innovation in Food Science & Technology*, 11(4).

- Ferreira, M. S., Santos, M. C., Moro, T. M., Basto, G. J., Andrade, R. M., and Gonçalves, É. C. (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of food science and technology*, 52, 822-830.
- Gacche, R. N. (2021). *Dietary Research and Cancer* (pp. 121-130). Singapore:: Springer.
- Gerçekaslan, K. E., and Boz H, (2018). Keçiyoynuzu unu ilavesinin kakaolu kekin fiziksel, duyuusal ve tekstürel özelliklerine etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8(1), 95-101.
- Gholamian, Z., Salehi, E. A., Mahdian, E., and Sheikholeslami, Z. (2023). Evaluation of the effect of quince seed gum and licorice on the quality properties of batter and cake. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(5), 4541-4550.
- Gul, K., Singh, A. K., and Jabeen, R. (2016). Nutraceuticals and functional foods: the foods for the future world. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(16), 2617-2627.
- Hlaváčová, Z., Ivanišová, E., Harangozo, L., Petrović, A., Kušteková, D., Gálik, B., ... and Vozárová, V. (2021). Physico-chemical and sensory profiles of enriched linz biscuits. *Foods*, 10(4), 771.
- Ivanišová, E., Košec, M., Brindza, J., Grygorieva, O., and Tokár, M. (2018). Green barley as an ingredient in pasta: antioxidant activity and sensory characteristics evaluation. *Contemporary Agriculture*, 67(1), 81-86.
- Jan, K. N., Zarafshan, K. and Singh, S. (2017). Stinging nettle (*Urtica dioica* L.): a reservoir of nutrition and bioactive components with great functional potential. *Journal of food measurement and Characterization*, 11, 423-433.
- Ji, N., Liu, P., Zhang, N., Yang, S., and Zhang, M. (2022). Comparison on Bioactivities and Characteristics of Polysaccharides From Four Varieties of *Gastrodia elata* Blume. *Frontiers in Chemistry*, 10, 956724.
- Kalajahi, S. E. M., Amjadi, S., and Ghandiha, S. (2022). Development of the spray-dried nettle (*Urtica dioica* L.) extract-loaded nanoliposome powder for application as a natural additive in cake. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(12), e17229.
- Khan, M., Ali, S., Al Azzawi, T. N. I., Saqib, S., Ullah, F., Ayaz, A., and Zaman, W. (2023). The key roles of ROS and RNS as a signaling molecule in plant–microbe interactions. *Antioxidants*, 12(2), 268.
- Kim, J. H., Lee, H. J., Lee, H. S., Lim, E. J., Imm, J. Y., and Suh, H. J. (2012). Physical and sensory characteristics of fibre-enriched sponge cakes made with *Opuntia humifusa*. *Lwt*, 47(2), 478-484.

- Koç, G. Ç., Erbakan, T., Arıcı, E., and Dirim, S. N. (2019). Sensory and quality attributes of cake supplemented with spinach powder. *Gıda*, 44(5), 907-918.
- Kozłowska, M., Zbikowska, A., Marciniak-Lukasiak, K., and Kowalska, M. (2019). Herbal extracts incorporated into shortbread cookies: Impact on color and fat quality of the cookies. *Biomolecules*, 9(12), 858.
- Krawęcka, A., Sobota, A., Pankiewicz, U., Zielińska, E., and Zarzycki, P. (2021). Stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a functional component in durum wheat pasta production: Impact on chemical composition, in vitro glycemic index, and quality properties. *Molecules*, 26(22), 6909.
- Kunwar, R. M., and Bussmann, R. W. (2008). Ethnobotany in the nepal himalaya. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 4, 1-8.
- Larocca, M., Di Marsico, M., Riccio, P., and Rossano, R. (2018). The in vitro antioxidant properties of Muscari comosum bulbs and their inhibitory activity on enzymes involved in inflammation, post-prandial hyperglycemia, and cognitive/neuromuscular functions. *Journal of Food Biochemistry*, 42(5), e12580.
- Laufenberg, G., Kunz, B., and Nystroem, M. (2003). Transformation of vegetable waste into value added products:(A) the upgrading concept;(B) practical implementations. *Bioresource technology*, 87(2), 167-198.
- Lee, C. C., and Hoseney RC. (1982). Optimization of the fat-emulsifier system and the gum-egg white-water system for a laboratory-scale single-stage cake mix.
- Lee, H. H., Paudel, K. R., Jeong, J., Wi, A. J., Park, W. S., Kim, D. W., and Oak, M. H. (2016). Antiatherogenic effect of Camellia japonica fruit extract in high fat diet-fed rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016(1), 9679867.
- Legssyer, A., Ziyat, A., Mekhfi, H., Bnouham, M., Tahri, A., Serhrouchni, M., ... and Fischmeister, R. (2002). Cardiovascular effects of *Urtica dioica* L. in isolated rat heart and aorta. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 16(6), 503-507.
- Liu, F., Ooi, V. E. C., and Chang, S. T. (1997). Free radical scavenging activities of mushroom polysaccharide extracts. *Life sciences*, 60(10), 763-771.
- Lu, T. M., Lee, C. C., Mau, J. L., and Lin, S. D. (2010). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food chemistry*, 119(3), 1090-1095.
- Maietti, A., Tedeschi, P., Catani, M., Stevanin, C., Pasti, L., Cavazzini, A., and Marchetti, N. (2021). Nutrient composition and antioxidant performances of bread-making products enriched with stinging nettle (*Urtica dioica*) leaves. *Foods*, 10(5), 938.

- Maiuolo, J., Gliozzi, M., Carresi, C., Musolino, V., Oppedisano, F., Scarano, F., ... and Mollace, V. (2021). Nutraceuticals and cancer: Potential for natural polyphenols. *Nutrients*, 13(11), 3834.
- Malek, S. (2013) "Kavrulmuş buğday ve arpadan elde edilen unların kek kalitesi üzerine etkisi", *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 82.
- Man, S. M., Păucean, A., Chiş, M., Muste, S., Pop, A., Mureşan, A., and Martis, G. (2019). Effect of nettle leaves powder (*Urtica dioica* L.) addition on the quality of bread. *Hop Med. Plants*, 27, 104-112.
- Masoodi, F. A., Sharma, B., and Chauhan, G. S. (2002). Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57, 121-128.
- Meral, R., and Doğan, İ. S. (2009) "Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin unlu mamullerin üretiminde kullanımı", *Gıda*, 34(3), 193-198.
- Mitrović, J., Nikolić, N., Karabegović, I., Lazić, M., Nikolić, L., Savić, S., ... and Stojanović-Krasić, M. (2021). The effect of thermal processing on the content and antioxidant capacity of free and bound phenolics of cookies enriched by nettle (*Urtica dioica* L.) seed flour and extract. *Food Science and Technology*, 42, e62420.
- Mohammadian, M., Biregani, Z. M., Hassanloofard, Z., and Salami, M. (2024). Nettle (*Urtica dioica* L.) as a functional bioactive food ingredient: Applications in food products and edible films, characterization, and encapsulation systems. *Trends in Food Science & Technology*, 104421.
- Moraes, É. A., Dantas, MIDS, Morais, DDC, Silva, COD, Castro, FAFD, Martino, HSD, and Ribeiro, SMR (2010). Tam keten tohumu unu ile hazırlanan keklerin duyuşal değerlendirmesi ve besin değeri. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, 30, 974-979.
- Özbek, Z. A., Kawata, K., Zhou, H., Chung, C., Park, J. H., and McClements, D. J. (2024). Isolation and characterization of nettle (*Urtica dioica* L.) seed proteins: Conversion of underutilized by-products of the edible oil industry into food emulsifiers. *Food Chemistry*, 139878.
- Palamutoğlu, R., Kasnak, C., and Moral, B. (2018). Şeker ikamesi olarak stevya ekstraktı kullanımının keklerin bazı fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 98-108.
- Panth, N., Paudel, K. R., Gong, D. S., and Oak, M. H. (2018). Vascular protection by ethanol extract of *Morus alba* root bark: endothelium-dependent relaxation of rat aorta and decrease of smooth muscle cell migration and proliferation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018(1), 7905763.

- Paudel, K. R., Karki, R., and Kim, D. W. (2016a). Cepharranthine inhibits in vitro VSMC proliferation and migration and vascular inflammatory responses mediated by RAW264. 7. *Toxicology in vitro*, 34, 16-25.
- Paudel, K. R., Lee, U. W., and Kim, D. W. (2016b). Chungtaejeon, a Korean fermented tea, prevents the risk of atherosclerosis in rats fed a high-fat atherogenic diet. *Journal of integrative medicine*, 14(2), 134-142.
- Petkova, Z. Y., Antova, G. A., and Angelova-Romova, M. Y. (2020). Biologically active components and health benefits of nettle seed oil. *Grasas y aceites*, 71(1), e347-e347.
- Pinto, D., Castro, I., Vicente, A., Bourbon, A. I., and Cerqueira, M. Â. (2014). Functional bakery Products: An overview and future perspectives. *Bakery products science and technology*, 431-452.
- Poljsak, B., Šuput, D., and Milisav, I. (2013). Achieving the balance between ROS and antioxidants: when to use the synthetic antioxidants. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2013.
- Qiao, D., Ke, C., Hu, B., Luo, J., Ye, H., Sun, Y., ... and Zeng, X. (2009). Antioxidant activities of polysaccharides from *Hyriopsis cumingii*. *Carbohydrate polymers*, 78(2), 199-204.
- Rehman, A., Mehmood, M. H., Haneef, M., Gilani, A. H., Ilyas, M., Siddiqui, B. S., and Ahmed, M. (2015). Potential of black pepper as a functional food for treatment of airways disorders. *Journal of Functional Foods*, 19, 126-140.
- Seçen, S. M., and Gerçekaslan, K. E. (2016) “Kabak çekirdeği yağının kek üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Nevşehir, 18-100.
- Sevilmiş, G., Olgun, A., & Artukoğlu, M. (2017). Fonksiyonel gıdalarda tüketici kararlarını etkileyen faktörler üzerine bir araştırma: İzmir ili örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(3), 351-360.
- Siabi, S., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., Naebi, M. A., and Savage, G. P. (2023). Extraction of oil from Roman nettle seed by cold press and evaluation of its quality during storage. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 125(1), 2200071.
- Tagg, J., and McGiven, A. (1971). Assay system for bacteriocins. *Applied microbiology*, 21(5), 943-943.
- Thornhill, S. M., and Kelly, A. M. (2000). Natural treatment of perennial allergic rhinitis. *Alternative Medicine Review*, 5(5), 448-454.
- Trinderup, C. H., Dahl, A., Jensen, K., Carstensen, J. M., and Conradsen, K. (2015). Comparison of a multispectral vision system and a colorimeter for the assessment of meat color. *Meat science*, 102, 1-7.

- Türker, B., and Savlak, N. (2022). Gluten-free cake with unripe banana peel flour substitution: impact on nutritional, functional and sensorial properties. *Nutrition & Food Science*, 52(6), 980-995.
- Ukom, A. N., Ezenwigbo, M. C., and Ugwuona, F. U. (2022). Grapefruit peel powder as a functional ingredient in cake production: Effect on the physicochemical properties, antioxidant activity and sensory acceptability of cakes during storage. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 100517.
- Van Hung, P., Maeda, T., and Morita, N. (2007). Dough and bread qualities of flours with whole waxy wheat flour substitution. *Food research international*, 40(2), 273-279.
- Varzakas, T., Zakyntinos, G., and Verpoort, F. (2016). Plant food residues as a source of nutraceuticals and functional foods. *Foods*, 5(4), 88.
- Wadhwa, R., Paudel, K. R., Chin, L. H., Hon, C. M., Madheswaran, T., Gupta, G., ... and Dua, K. (2021). Anti-inflammatory and anticancer activities of Naringenin-loaded liquid crystalline nanoparticles in vitro. *Journal of food biochemistry*, 45(1), e13572.
- Wójcik, M., Różyło, R., Łysiak, G., Kulig, R., and Cacak-Pietrzak, G. (2021). Textural and sensory properties of wheat bread fortified with nettle (*Urtica dioica* L.) produced by the scalded flour method. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(10), e15851.
- Xu, W., Zhang, F., Luo, Y., Ma, L., Kou, X., and Huang, K. (2009). Antioxidant activity of a water-soluble polysaccharide purified from *Pteridium aquilinum*. *Carbohydrate research*, 344(2), 217-222.
- Yalçın, M. Y., Şeker, M., "Effect of salt and moisture content reduction on physical and microbiological properties of salted, pressed and freeze dried turkey meat", *LWT-Food Science and Technology*, 68: s. 153-159,2016.
- Yıldız, N., H. Bircan. (2003). "Araştırma ve Deneme Metotları". *Atatürk Üniversitesi Yayınları*, Erzurum, 907.
- Zaror, C. A. (1992). Controlling the environmental impact of the food industry: an integral approach. *Food Control*, 3(4), 190-199.

EKLER

EK-1. Duyusal Analiz Formu

DUYUSAL ANALİZ FORMU				
PANELİST				
TARİH				
Açıklama: Size sunulan kodlanmış kek örneklerini aşağıda yer alan kalite kriterlerine göre ayrı ayrı 1'den 5'e kadar puan vererek değerlendiriniz.				
1	2	3	4	5
ÇOK KÖTÜ	KÖTÜ	ORTA	İYİ	ÇOK İYİ
KEK ÖZELLİKLERİ	ÖRNEK KODLARI			
	426	351	239	827
Kabuk Rengi				
Üst Yüzey Özellikleri				
Kek İçi Rengi				
Kek İçi Gözenek Yapısı				
Kek Yumuşaklığı (elde ağızda hissedilen)				
Tat				
Aroma				
Ağız Hissi				
Genel Kabuledilebilirlik				