

**T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAVRULMUŞ AMARANT UNU VE STEVİANIN KEK YAPIMINDA
KULLANIMI**

Orhan ALP

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2022**

**T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAVRULMUŞ AMARANT UNU VE STEVİANIN KEK YAPIMINDA
KULLANIMI**

Orhan ALP

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2022**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	i
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Kek	5
2.1.1. Kek bileşenleri ve işlevleri	5
2.2. Amarant	9
2.3. Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni) (Şeker Otu)	13
2.4. Amarant ve Stevianın Unlu Mamüllerde Kullanımı	16
2.5. Keklere Farklı Özellik Kazandırmak İçin Yapılan Diğer Bazı Çalışmalar	25
3. MATERYAL ve YÖNTEM	30
3.1. Materyal	30
3.2. Yöntem	31
3.2.1. Kek örneklerinin analize hazırlanması	34
3.3. Analizler	34
3.3.1. Kimyasal analizler	34
3.3.1.2. Kül tayini	35
3.3.1.3. Protein tayini	36
3.3.1.4. Yağ tayini	37
3.3.1.5. Enerji değerinin hesaplaması	38
3.3.1.6. Su aktivitesi tayini	38
3.3.2. Fonksiyonel analizler	38
3.3.2.1. Toplam besinsel lif (TBL) miktarı tayini	38
3.3.2.2. Toplam fenolik madde (TFM) içeriği tayini	39
3.3.2.3. Antioksidan aktivite tayini	40
3.3.2.4. Fitik asit tayini	40
3.3.3. Renk analizleri	42
3.3.4. Morfojeometrik analizler	42
3.3.5. Tekstür analizleri	43
3.3.6. Duyusal analiz	43
3.3.7. İstatiksel analizler	44
4. ARAŞTIRMA BULGULAR ve TARTIŞMA	45
4.1. Kimyasal Özellikler	45
4.2. Fonksiyonel Özellikler	48
4.3. Renk Özellikleri	51
4.4. Morfojeometrik Özellikler	52
4.5. Tekstür Özellikleri	55
4.6. Duyusal Özellikler	58
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	61
KAYNAKLAR	63
EKLER	74
EK 1. Duyusal Analiz Formu	74
EK 2. Kek Değerlendirme Skalası	75

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KAVRULMUŞ AMARANT UNU VE STEVİANIN KEK YAPIMINDA KULLANIMI

Orhan ALP

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Sabri ÜNSAL
2. Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KÖTEN
Yıl: 2022, Sayfa: 77

Bu çalışmada, buğday unu yerine farklı oranlarda (100:00, 75:25, 50:50, 25:75 ve 00:100) ham ve kavrulmuş amarant un karışımları kullanılarak besin değeri yüksek, glutensiz yeni fonksiyonel bir kekin üretilmesi amaçlanmıştır. Kek formülasyonunda ham ve kavrulmuş amarant unları birinci değişken bileşenler olarak kullanılırken, kristal toz şeker ve stevia ikinci değişken bileşenler olarak kullanılmıştır. Amarant unu içermeyip sadece buğday unundan yapılan karışım ise kontrol kek üretiminde kullanılmıştır. Farklı oranlarda ham/kavrulmuş amarant ilavesinin ve şeker yerine stevia kullanımının keklerin kimyasal, fonksiyonel, morfojeometrik, tekstürel ve duyuşal özelliklerine etkisi incelenmiştir. Kek yapımında amarant unu kullanımı keklerin nem, kül, protein, yağ, toplam fenolik madde, antioksidan, fitik asit ve toplam besinsel lif içeriklerini artırmıştır. Kek örneklerinin L*(kabuk), a*(kabuk), b*(kabuk), L*(iç), ve b*(iç) renk değerlerinde kontrol örneğine göre düşüş gözlenirken, a*(iç) renk değerlerinde artış gözlenmiştir. Formülasyonda amarant unu kullanımı; kek hacmi, hacim indeksi, toplam hacim indeksi, simetri indeksi ve pişme kaybı değerlerinin belirgin düzeyde ($p \leq 0.05$) azalmasına neden olmuş ancak stevia kullanımı bu özelliklerde bir miktar iyileşme sağlamıştır. Tekstür özelliklerinde kontrol kekine göre dış yapışkanlık ve iç yapışkanlık hariç diğer tüm özelliklere ait değerlerde artış tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede genel kabul edilebilirlik bakımından en yüksek puanı (5.00) kontrol örneği alırken KSA (%100 ham amarant unu içeren stevalı kek), KSD (%25 ham amarant unu+%75 kavrulmuş amarant unu içeren stevalı kek) ve KSE (%100 kavrulmuş amarant unu içeren stevalı kek) örnekleri 3.80 puan ile ikinci sırada yer almışlardır. En düşük puanı ise KB (%75 ham amarant+%25 kavrulmuş amarant unu içeren şekerli kek) örneği almıştır. Elde edilen sonuçlar, ham/kavrulmuş amarant ununun yeni bir glutensiz kek formülasyonu geliştirilmesinde kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca şeker yerine daha düşük kalori sağlamada etkili olan stevianın da ikame olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: kek, amarant, stevia, glutensiz, fonksiyonel

ABSTRACT

MSc Thesis

USING ROASTED AMARANTH FLOUR AND STEVIA IN CAKE MAKING

Orhan ALP

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ahmet Sabri ÜNSAL

2. Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mehmet KÖTEN

Year: 2022, Page: 77

In this study, it was aimed to produce a new functional gluten-free cake with high nutritional value by using raw and roasted amaranth flour mixtures in different ratios (100:00, 75:25, 50:50, 25:75 and 00:100) instead of wheat flour. In the cake formulation, raw and roasted amaranth flours were used as the first variable ingredients, while crystalline granulated sugar and stevia were used as the second variable ingredients. The mixture, which does not contain amaranth flour and is made only from wheat flour, was used in the production of control cake. The effects of the addition of raw/roasted amaranth at different rates and the use of stevia instead of sugar on the chemical, functional, morphogeometric, textural and sensory properties of the cakes were investigated. The use of amaranth flour in cake making increased the moisture, ash, protein, fat, total phenolic substance, antioxidant, phytic acid and total dietary fiber contents of the cakes. While a decrease was observed in the L*(crust), a*(crust), b*(crust), L*(crumb), and b*(crumb) color values of the cake samples compared to the control sample, an increase was observed in the a*(crumb) color values. Use of amaranth flour in formulation; cake volume, volume index, total volume index, symmetry index and baking loss values decreased significantly ($p \leq 0.05$), but some improvement was achieved in these properties in formulation using stevia. In the texture properties, it was determined that the values of all other properties except adhesiveness and chosiveness were increased compared to the control cake. In sensory evaluation, the control sample received the highest score (5.00) in terms of general acceptability, while the KSA (cake with 100% raw amaranth flour and stevia), KSD (cake with 25% raw amaranth + 75% roasted amaranth flour and stevia) and KSE (cake with 100% roasted amaranth flour and stevia) samples ranked second with a score of 3.80. The KB (cake with 75% raw amaranth+25% roasted amaranth flour) sample received the lowest score. The results showed that raw/roasted amaranth flour can be used to develop a new gluten-free cake formulation. In addition, it was concluded that stevia, which is effective in providing lower calories instead of sugar, can be used as a substitute.

KEYWORDS: cake, amaranth, stevia, gluten-free, functional

TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında desteklerini ve deneyimlerini benden esirgemeyen, yakın ilgi ve önerileriyle beni yönlendiren, labartuar alıŐmalarında gerekli sabrı ve desteği sağlayan ok değerli danışman hocalarım sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Sabri ÜNSAL ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KÖTEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. ÇalıŐmam boyunca yardım ve sabrından dolayı sevgili eŐim Alev ALP'e çok teşekkür ederim. Desteklerini hep yanımda hissettiğim aileme en içten duygularıyla teşekkür ederim. Emeği geçen herkese teşekkür ederim.

22024 numaralı projemize sağladığı destekten dolayı Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2. 1. Amaranat bitkisi ve tohumu.....	10
Şekil 2. 2. Stevia bitkisi	14
Şekil 3. 1. Setüstü fırın ve top kek kalıbı	33
Şekil 3. 2. Üretilen kek görselleri	34
Şekil 3. 3. Gallik asit eğrisi	40
Şekil 3. 4. Top keklerin morfojeometrik analizinde kullanılan ölçüm şablonu.....	42



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2. 1. Kek bileşenleri ve işlevleri.....	6
Çizelge 2. 2. Amarantın besin bileşimi	11
Çizelge 2. 3. Amarantın mineral ve vitamin içeriği	13
Çizelge 3. 1. Kek formülasyonundaki ana bileşenlerin özellikleri.....	30
Çizelge 3. 2. Top kek hamuru formülü	32
Çizelge 3. 3. Kek örneklerinin kodlanmış isimleri ve amarant unu karışım oranları	33
Çizelge 4. 1. Keklerin kimyasal özelliklerine ait ortalama değerler.....	45
Çizelge 4. 2. Keklerin fonksiyonel özelliklerine ait ortalama değerler	49
Çizelge 4. 3. Keklerin üst yüzey (kabuk) ve iç rengine ait ortalama değerler	52
Çizelge 4. 4. Keklerin morfojeometrik özelliklerine ait ortalama değerler.....	53
Çizelge 4. 5. Keklerin tekstür özelliklerine ait ortalama değerler	56
Çizelge 4. 6. Keklerin duyuşal özelliklerine ait ortalama değerler	58

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AACC	American Association of Cereal Chemists (Amerikan Hububat Kimyacıları Birliği)
a_w	Su aktivitesi
cm	Santimetre
cm^3	Santimetreküp
$^{\circ}C$	Santigrat derece
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
F	Faktör
g	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğer
kg	Kilogram
Kcal	Kilokalori
mg	Miligram
ml	Mililitre
μg	Mikrogram
N	Newton
USDA	Amerika Tarım Bakanlığı
Kısaltmalar	
KA	%100 ham amarant unu içeren şekerli kek
KB	%75 ham amarant unu + %25 kavrulmuş amarant unu içeren şekerli kek
KC	%50 ham amarant unu + %50 kavrulmuş amarant unu içeren şekerli kek
KD	%25 ham amarant unu + %75 kavrulmuş amarant unu içeren şekerli kek
KE	%100 kavrulmuş amarant unu içeren şekerli kek
KK	Kontrol kek (%100 buğday unu içeren şekerli kek)
KSA	%100 ham amarant unu içeren stevalı kek
KSB	%75 ham amarant unu + %25 kavrulmuş amarant unu içeren stevalı kek
KSC	%50 ham amarant unu + %50 kavrulmuş amarant unu içeren stevalı kek
KSD	%25 ham amarant unu + %75 kavrulmuş amarant unu içeren stevalı kek
KSE	%100 kavrulmuş amarant unu içeren stevalı kek
TBL	Toplam besinsel lif
TFM	Toplam fenolik madde

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yükselen hayat standartları, tüketicilerin bilinçlenmesini sağlamış ve beslenme alışkanlıklarını etkilemiştir. Bu durum, gıdaların beslenme amacının ötesinde, sağlıklı ve kalitesi yüksek, muhafaza süresi uzun, tekstürel ve duyuşal özellikleri iyi çeşitli gıdaların üretilmesine ve bu konuda yapılan çalışmaların artmasına katkı vermiştir. Tahıllar, günlük diyetimizde önemli bir yer tutar. Bunlar arasında lezzeti ve hazırlama kolaylığı nedeniyle kek ve bisküvi gibi ürünler ön plana çıkmaktadır. Bunun sonucu olarak tahıl ürünlerinin çeşitliliği de gittikçe artmaktadır (Köten ve Ünsal, 2021).

Unlu mamuller diyetle önemli bir yer tutması nedeniyle, tahıllar birçok ürünün hammaddesi konumundadır. Kek, kendine özgü tadı, dokusundaki yumuşaklık, yapımındaki kolaylık, çeşitliliği ve ekonomik olması nedeniyle tüm yaş grubu tüketicilerce tercih edilmektedir (Kaur ve Kaur, 2018). Tüketimi gittikçe yükselen ve çoğu ülkede ekmek ve bisküviden sonra gelen bir ürün durumundadır (Baltacıoğlu ve ark., 2020). Kek formülasyonunda yer alan bileşenlerin işlevleri ve oranları, kaliteli bir mamul üretimi için çok önemlidir. Kekte hacmin yüksek, sertliğin düşük, iç yapının üniform, muhafaza süresinin yeterince uzun olması istenir (Karaoğlu ve ark., 2021).

Son yıllarda artan tüketici bilinci ile birlikte gıdaların besleyici değerlerinin yanı sıra yaşam kalitesini arttırıcı özelliklerine de dikkat edilmektedir. Gıda endüstrisi bu nedenlerden dolayı sağlığa katkısı bulunan yeni fonksiyonel gıdaların üretimini desteklemektedir (Perez ve ark., 2012). Fonksiyonel gıdalar günlük diyetle gıda formunda tüketilebilen, sentetik bileşen içermeyen, besleyici değeri ile birlikte sağlığı olumlu yönde iyileştiren gıdalar diye ifade edilmektedir (Hardy, 2000; Roberfroid, 2007; Hasler ve ark.,2004; Noonan ve Noonan, 2004; Stanton ve ark., 2005). Fonksiyonel gıda üretiminde aslolan, olası besin kayıplarını minimum seviyede tutmak ve kaybolanları zenginleştirme çalışmalarıyla yerine koymaktır. Bunun doğal sonucu olarak da beslenme yetersizliğinden kaynaklı sağlık problemlerini olabildiğince engellemektir (Koyuncu ve ark., 2011). Yüksek kalorisi

nedeniyle vitamin, besinsel lif ve mineraller anlamında kek zayıf bir üründür. Sağlıklı beslenmenin ön plana çıkmasıyla birlikte, kek üretiminde de ingredient ve hammadde çeşitliliğindeki artış, fonksiyonel ürünlerle ilgili araştırmaları hızlandırmıştır (Karaoğlu ve ark., 2021).

Amarant (*Amaranthus* spp.), Peru'da "kiwicha" diye bilinen ve Orta Meksika'da "huauhtli" diye ifade edilen, Amerika'ya özgü bir bitkidir. Kolomb öncesinde Amerika kıtasındaki Aztek, Maya ve İnka medeniyetlerinde ana besin maddesi olarak yemişlerdir. Arkeolojik çalışmalar, 5000 ila 7000 sene öncesinden bu yana Mesoamerica'da yetiştirilmekte olduğunu göstermektedir (Velarde-Salcedo ve ark., 2019). Gıda değeri ve fonksiyonel özelliklerinin bilinmesiyle günümüz dünyasında amarantın daha çok gündeme gelmesine karşın, dünya genelinde amarant yetiştiriciliği düşüktür. Nitekim FAO istatistiklerinde amarantın bulunmaması bunun bir göstergesidir (Baykut, 2021). İnsan gıdası olarak kullanılan amarant türlerinin diğer tahıllar, baklagiller ve yağlı tohumlara göre besin dengesi daha yüksektir. Bu durum, diyet ve fiziksel aktiviteyle desteklenen daha sağlıklı bir yaşam için amaranta olan ilgiyi artırmıştır (Velarde-Salcedo ve ark., 2019). Günümüzdeki araştırmalar, kronik hastalık riskini düşürmedeki etkinlikleri nedeniyle, amarantın biyoaktif bileşenleri üzerine odaklanmıştır. Bu anlamda amarant, karotenoidler ve fenolik bileşikler gibi biyoaktif fitokimyasalları bünyesinde barındırmaktadır. (Tang ve Tsao, 2017). Amarantın antibesinsel bileşenlerinin, sağlıkla ilgili sorun oluşturacak seviyelerde olmadığı belirtilmiştir. Amarantta tanen ve fitik asit düzeyleri tahıllara yakın, tripsin ve kimotripsin aktivitesi ise daha düşüktür (Baykut, 2021).

İnsanoğlu var olduğundan beri tatlı tadı çok sevmiş ve bunun sonucu şekerli yiyeceklerin insan beslenmesinde mühim bir payı olmuştur (Weihrauch ve Diehl, 2004). Ancak ileri düzeydeki şeker tüketiminin sağlığı negatif yönde etkilemesi, gıdalardaki şeker içeriğinin azaltılmasını gündeme getirmiştir. Bu yüzden şimdiye kadar suni tatlandırıcılar kullanılarak şekerli ve kalorisi düşük gıdalar üretilmiştir. Ancak suni tatlandırıcıların sağlığa olası olumsuz etkileri nedeniyle doğal tatlandırıcıları tercih edilmeye başlanmıştır (Bulut, 2015). İlk kez 1887 senesinde

Antonio Bertoni'nin keşfettiği *Stevia rebaudiana* bitkisi, Brezilya ve Paraguay 'da yetiştirilen chrysanthemum ailesine ait yabancı küçük bir çalıdır (Cortes ve ark., 2007). Bitkinin yapraklarında diterpen glikozit diye bilinen steviol glikozit bileşikleri vardır (Kuşçu, 2015). Stevia özütünde yüksek miktarda yer alan diterpen steviol glikozit bileşikleri içerisinde tatlılık özelliğine sahip esas bileşenler stevioside ve Rebaudioside A glikozitleridir (Yüksel, 2019). Stevianın, sakkarozdan 250 ile 300 misli daha tatlı olmasının yanında pH stabilitesinin yüksek, alkolde çözünebilirliği, pişirme stabilitesi, ağızda metalik bir tat vermemesi gibi özellikleri de vardır. Ama en mühim özelliği doğal elde edilmesidir (Sarıoğlu, 2015). Stevia günümüzde muhallebi, reçel, komposto vb. gibi kaynatılarak hazırlanan yiyeceklerde, sıcak-soğuk içeceklerde, kek, pasta, kurabiye gibi fırında yüksek sıcaklıkta pişirilen unlu ürünlerde, şekerleme sanayii ve deniz mamüllerinde şekerin yerine kullanılmaktadır. Stevia bununla birlikte soya sosu, dondurma, yoğurt ve suşi gibi birçok gıda üretiminde de kullanılmaktadır (Cortes ve ark., 2007).

Kavurma, tahılların niteliklerini geliştirmek üzere kısa zamanda kuru ısı işleminin tatbik edildiği kolay bir metottur (Sharma ve ark., 2011). Baklagiller, tüm tane tahıllar, sert kabuklu meyveler ve yağlı tohumlar çok sık olarak kavru olarak tüketilmektedir (Köse, 2020). Kavurma işlemi sonucu meydana gelen maillard tipi reaksiyonlar, ürünlerin renk ve aromasına etki etmektedir (Karaoğlu ve ark., 2021). Kavrulmuş tanelerin, şişmeye bağlı olarak tekstür ve hacimlerinde iyileşmeler görülmekte, bunun yanı sıra aroma ve renk müspet etkilenmekte, raf ömrü uzamakta ve antibesinsel özellikler azalmaktadır (Sharma ve ark., 2011). Kavurma işlemiyle oksidatif ve hidrolitik enzimlerin aktivitesini sınırlandırmaktadır. Kavurma işlemiyle gıdanın organoleptik özelliklerinin iyileştirilmesinin yanı sıra tanede nişasta jelatinizasyonu ve protein denatürasyonu ile birlikte sindirilebilirliğin artması da sağlanmaktadır (Köse, 2020).

Kekin yüksek enerji içeriği, son yıllarda yapılan araştırmaların kekin kalori değerinin düşürülmesi ve besin değerinin artırılması üzerine yoğunlaşmıştır. Bu maksatla farklı kaynaklardan lif eklenmesi, tam tahıl unlarının kek yapım aşamalarında ilave edilmesi gibi çeşitli araştırmalar revaç bulmaya başlamıştır. Kek

ürünlerinde aroma ve renk ürünün albenisinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu yüzden, bu mamüllerde aroma ve rengin geliştirilmesinde vanilya ve kakao gibi çeşitli bileşenler sıklıkla kullanılmaktadır (Karaoğlu ve ark., 2021). Yapılan literatür taramalarında, kavrulmuş amarant ununun kek yapımında kullanılmasına yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Amarantın yukarıda ifade edilen önemi ve kavurma işleminin de olumlu etkileri göz önünde bulundurularak planlanan bu tez çalışmasında:

- ✓ Kavrulmuş amarant tohumundan sağlanan tam unun çeşitli oranlarda kek üretiminde faydalanmasıyla kekin besinsel ve bazı kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırmak,
- ✓ Yüksek şeker içerikli gıdaların tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan hastalık risklerini minimuma indirmek ve piyasaya sağlık yönünden (kalorisi düşük) yeni bir gıda sunmak için toz şeker yerine kalorisiz olan steviayı tatlandırıcı olarak kullanmak,
- ✓ Amarant unu kullanılarak çölyak hastalarının da rahatlıkla tüketebileceği yeni bir glutensiz kek formülasyonunun geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Kek

Kekin unlu mamuller içerisinde önemli bir yeri vardır. Gofret ve bisküvi gibi ürünlerden farklı olarak kek, kısa zamanda ve çok farklı çeşitlilikte hazırlanabilen bir gıdadır. Çok farklı formül ve çeşitlilikte üretilen keklerin bu özelliği, tanımının yapılmasını güçleştirmektedir (Pyler, 1988). Genel olarak kekin tarifi; un, şeker, yağ, yumurta, kabartma tozu, su ya da bazen süt ve/ya da süt tozu, lezzet verici bileşen(ler) ve tuz kullanılması ile bu maddelerin karışımıyla yapılan hamurun pişirilmesiyle elde edilen bir gıda ürünüdür (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999a).

Keklerin sınıflandırılmasında genellikle kek formülündeki bileşenler esas alınmaktadır. Baharatlı kekler, peynirli kekler ve çikolatalı kekler örnek olarak verilebilir (Pyler, 1988). Kekleri şekillerine göre de sınıflamak mümkündür. Bu anlamda kekler; baton, bar, kalıp, pasta altı ve top kek olarak altı grupta sınıflandırılmıştır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999a).

Kek türlerine olan ilgi Dünya’da ve Türkiye’de giderek artmakta ve ülkemizde, 2010 yılında 136 bin ton olan kek üretimi, 2014 senesinde 222 bin tona, 2021 yılında ise yaklaşık 230 bin tona ulaşmıştır (TÜİK, 2022).

2.1.1. Kek bileşenleri ve işlevleri

“Kek üretiminde sıklıkla kullanılan bileşenler; un, şeker, yumurta, su, süt, yağ, kabartma tozu, yüzey aktif madde, vanilya ve tuzdur.” Sözkonusu bileşenlerin emülsiyonuyla kekte istenilen tat, tekstür ve hacim oluşmaktadır (Lawson, 1995).

Kek üretiminde kalite parametreleri bakımından genel olarak kek hamuru yapımında kullanılan hammaddelerin kaliteleri ve kullanım oranları, uygulanan teknolojik prosesin büyük etkisi vardır. Genel olarak kek hamurundaki

hammadelerden yumurtanın beyazı, un ve sütün kuru maddesi ürüne sertlik kazandırmakta iken kullanılan yağ ve yumurtanın sarısı kekin yumuşak yapıda olmasına etki etmektedir (Bozdoğan, 2015).

Kek üretiminde hamurda bulunan hammaddelerin kek hamuru ve son ürün üzerine etkileri Çizelge 2.1’de verilmiştir (Köklü, 2007; Dizlek, 2013).

Kekte iç yapının oluşmasında unun çok önemli bir yeri vardır. Un, içerdiği nişastayla serbest suyu tutarak önemli bir görev üstlenir. Kek üretimine uygun bir un, şeker ve diğer bileşenleri kolaylıkla taşıyabilecek kuvvette, sert bir ürün vermeksizin yumuşak bir ağ yapı oluşturacak nitelikte, ince partiküllü, pH değeri 4.5 ile 5.2 aralığında ve % 7-8 protein oranına sahip yumuşak buğday unu olmalıdır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999b).

Çizelge 2.1. Kek bileşenleri ve işlevleri

Hammaddeler	Kek hamuru üzerine etkisi
Un	Yapı düzenleyici
Yumurta	Emülsifiyer özellik gösterme, hamurun kabarması, son ürün tat, renk ve tekstür geliştirme, ürüne besin değerini artırma
Şeker	Tatlılık kazandırma, Raf ömrünü uzatma, Hamura esneklik kazandırma
Yağ	Hacim kazandırma, hamurun yoğunluğunu düşürme, kabuk oluşturma, raf ömrünü uzatma, aromatik özelliği geliştirme
Süt	Tekstürel yapının gelişmesi, nişasta jelleştirilmesine katkı
Su	Nem içeriğini yükseltme
Kabartıcı ajanlar	Son ürün hacmini artırma, gaz oluşumunu sağlama, homojen gözenek yapısı oluşturma
Yüzey aktif maddeler	Hammaddelerin homojen dağılımını sağlama
Tuz	Tat oluşumunu dengeleme, koku özelliğini geliştirme, kek yüzeyinde oluşan çatlama ve yarılmaları azaltma

Taze yumurta akı, %85 dolaylarındaki su içeriği ve bünyesinde bulundurduğu albumin ile yapı oluşumuna katkı verirken, nemlendirici bileşen olarak da işlevi vardır. Yumurta sarısı ise; nemlendirici, yapı oluşturucu ve gevrekleştirici olarak görev üstlenir (Pylar, 1988). Bir bütün olarak yumurta; kekte protein matriksinin teşekkülüne katkı sağlar, hacim artışı gerçekleştirir, keke kırılğan (gevrek) bir yapı verir, besin ögesi, renk ve lezzet artışı sağlar (Maziyadixon ve ark., 1994; Pylar, 1988).

Kek yapımında yer alan şekerin ana görevi, pişirilen ürüne güzel bir aroma kazandırmak, kekin enerji değerini artırmak, muhafaza süresini uzatmak, gözenek yapısını ve tekstürünü geliştirmektir. Şeker, kristal halde katılaştırıcı, şurup olaraksa nemlendirici etki gösterir (Lawson, 1995; Pylar, 1988).

Kekte kokuyu oluşturan bileşikler taşıyan sıvı/katı yağ, bazı kek çeşitlerinde, hava kabarcıklarının etrafını çevreleyerek onların hamurda daha stabil hale gelmesini temin eder ve kekin yenme kalitesini artırır (Bath ve ark., 1992). Bunun yanı sıra, hacmi arttırır, kekte kabuk ve iç yapının oluşmasını tetikler, kek içini yumuşatır, nem kaybını önleyerek ürünün tazeliğini korur, ürünün muhafaza ömrünü uzatır ve lezzeti arttırır (Pylar, 1988).

Süt ve ürünleri unlu mamullerde, ürünün besin değerini ve lezzetini arttırır (Pylar, 1988). Süt sıvı halde kullanılırsa kekin nem içeriği artar. Süt tozu şeklinde kullanılması halindeyse keklerin iç yapısını destekler. Sütün bünyesinde indirgen bir şeker olarak bulunan laktoz, esmerleşme ve kabuk rengi oluşumuna katkı sağlar (Dizlek, 2013).

Kekin formülasyonunda yer alan su, şekerin çözünmesi ve nişastanın jelleşmesini sağlayarak, tüm bileşenlerin homojen bir şekilde dağılmasına katkıda bulunur. Ayrıca, kabartma tozlarına uygun bir ortam hazırlayarak, oluşan reaksiyonla hamur yoğunluğu ve sıcaklığı düzenlemesi sonucu iyi bir tekstür oluşmasına ve gelişmesine yardımcı olur (Dizlek, 2013).

Kabartma tozları hamuru kabartır, hafif ve gözenekli bir yapı oluşmasını sağlar, parlak bir iç renk ve yapısını yumuşatarak ürünün yenme kalitesini artırır ve estetik görünümüne katkı verir (Pyle, 1988).

Kek üretiminde kullanılan yüzey aktif maddeler; kek hamuru yoğunluğunu düşürür, viskoziteyi azaltır, hamurun homojen ve parlak bir görünüme ulaşmasını sağlar, kekin özgül hacmini ve yenme kalitesini artırır, kek içi yapısını geliştirir, muhafaza süresini uzatır ve kek hamurunun köpük yapısının stabil halde muhafazasını temin eder (Dizlek, 2013).

Kek yapımında tuz kullanılmasında temel amaç, tadı geliştirmektir. Tuz, kekin tatlılık derecesini azaltır diğer bileşenlerle beraber tadı dengeler ve kokuya olumlu katkı sağlar (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999b). Tuz, gluten matriksi oluşumuna verdiği destekle, kek yüzeyindeki çatlama ve yarılmaları da azaltmaktadır (Dizlek, 2002).

Kek hamuru içerisinde bulunan katı fazdaki hammaddelerin sıvı faz içerisinde dağıldığı bir emülsiyondan oluşmaktadır. Hamur içerisinde bulunan bu hammaddelerin homojen bir şekilde karışması ve birbirleriyle etkileşimleri iyi kalitede bir kek üretimi için oldukça önemlidir. Pişme sırasında oluşan gaz çıkışı ürünün gözenek yapısının ve kek hacminin oluşmasına büyük katkı sağlamaktadır. Pişme sırasında protein denatürasyonu ve nişasta jelatinizasyonu oluşur, açığa çıkan karbondioksit miktarı gözenek yapısının oluşumunu sağlar, böylece istenilen hacimde ve homojen bir gözenek yapısı oluşur (Alifakı, 2013).

Kek hamuru uygun özellikte hazırlanması sonrasında hamurdaki sıvı-şeker dengesi, hamurun viskozitesi ve pişirilecek olan kek kalıbının büyüklüğü pişirme şartlarını etkilemektedir. Kek hamurunun pişirilmesinde sıcaklık ile pişme süresi arasında ters orantı vardır. İstenilen kekin özelliklerine göre bu oran ayarlanabilir. Büyük kek kalıplarında pişirilen kekler genel olarak daha uzun sürede pişirilmektedir (Ergün, 2012).

2.2. Amaranth

Amarant (*Amaranthus* spp), Amaranthaceae ailesinde aşağı yukarı 60-70 bitki türünü içine alan *Amaranthus* cinsi bitkiler için yaygın olarak kullanılan bir ifadedir. Amaranth, yaklaşık 10 adedi sebze, süs bitkisi veya tahıl şeklinde değerlendirilmektedir. *Amaranth caudatus*, *Amaranth cruentus* ve *Amaranth hypochondriacus* türleri tahıl olarak tüketilen ve en çok bilinen amaranth türleridir (Guardianelli ve ark., 2022; Ergun ve ark., 2014). Amaranth, tahıllarla farklı aileden olmasına karşın benzer besin bileşimi ve benzer kullanım sebepleri olduğu için pseudocereal (tahıl benzeri) olarak gruplandırılmaktadır. (Berghofer ve Schoenlechner, 2002).

Amarant Yunancada “ebedi” demektir ve anavatanı Amerika kıtasıdır. Yetiştiriciliğinin M.Ö. 6700’e kadar dayandığı, Mayalar, Aztekler, İnkalar ve Amerikan halkının temel besin maddelerini oluşturduğu; Aztekler ve Amerikan yerlilerinin dinsel törenlerde kullandıkları bir bitkidir. İspanyollar Amerika devletine yerleşince yerel dinleri ortadan kaldırmak üzere amaranth ekimini Hıristiyanlık inancına uymadığı için yasaklamışlardır; bundan dolayı 1500’lü yıllardan sonra bu türlerin kültürü neredeyse yapılmamıştır (Berghofer ve Schoenlechner, 2002).

Amaranthın dünyada tahıl amaçlı olarak yetiştiriciliğinin yaygın olduğu ülkeler, ABD, Çek Cumhuriyeti, Almanya, Avusturya, Slovakya, Macaristan, Polonya, Rusya, Slovenya ve İtalya’dır (Gönen ve ark., 2018). Her ne kadar besin içeriğindeki zenginlik ve fonksiyonel özelliklerinin bilinmesiyle amaranthta olan alaka artsa da, halen amaranth üretimi düşük seviyelerdedir. FAO istatistiklerinde yer almaması buna bir göstergedir (Baykut, 2021). Ülkemizde bilinçli bir yetiştiriciliği yapılmamaktadır, doğada veya sulanabilen yerlerde kendiliğinden yetişmektedir. (Ergun ve ark., 2014) (Şekil 2.1).

Amaranthın yaprakları salata, kaynatma, haşlama, buğulama, kızartma veya yemeklere tat verme gibi çeşitli şekillerde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra yeşil aksam ve yapraklar çorba, makarna, bebek maması ve lazanya gibi ürünlere

eklenebilmektedir. Amaranat tohumu doğrudan bazı ürünlere ilave edildiği gibi, un olarak ekmekek, bisküvi, erişte, krep, vb. gibi ürünlere eklenmektedir. Amaranat tohumları ayrıca mısır gibi patlatılarak da yenebilmektedir (Mlakar ve ark., 2010; Lee, 2011; Putnam ve ark., 2014).



Şekil 2.1. Amaranat bitkisi ve tohumu (Shodiev ve ark., 2021)

Amarant Amerika’da yoğun biçimde sağlıklı yiyecek ürünlerinde tüketilmektedir. Bilhassa glutene alerjisi olanlara, glutensiz gıda ürünlerinin hazırlanmasında tercih edilmektedir. Ayrıca amaranat tohumu ve unu, glutensiz gıda olarak doğrudan piyasaya arz edilmektedir (Lee, 2011). Yapılan araştırmalarda amaranatın laboratuvar hayvanlarında kolesterol değerlerini azalttığı saptanmıştır (Plate ve Areas, 2002; Akubugwo ve ark., 2007). Son zamanlarda bilimsel çalışmalar, amaranat’ın alerji, kanser ve yüksek tansiyonu önleyici özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir (Boz, 2013). Conforti ve ark. (2005) *A. Caudatus*’un diyabeti engelleyici aktiviteye sahip olduğunu, amaranatın α -amilaz aktivasyonunu inhibe etmesi sebebiyle nişasta sindiriminde azalma ve buna birlikte glikoz emiliminin belirli seviyede kaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, diyabet problemi olan farelerin 3 hafta süreyle amaranat taneleri ve yağı ile beslendiklerinde serum insülin düzeylerinde artış, kan glikoz düzeylerinde ise düşme görüldüğü tesbit edilmiştir (Caselato-Sousa ve Amaya-Farfán, 2012). *Amaranthus gangeticus*’un sudaki özütlerinin meme, karaciğer ve kolon kanseri üzerinde kanser önleyici özelliklere haiz oldukları belirtilmektedir (Silva-Sánchez ve ark., 2008). *Amaranthus mantegazzianus*’un tümör engelleyici kapasitesinin olduğu ve fonksiyonel bir ürün bileşeni olarak kullanılması tavsiye edilmektedir (Barrio ve Añón, 2010).

Amarant içerdiği zengin besin öğeleri sebebiyle son yıllarda tüketicilerin alakasını çekmeye başlamıştır (Putnam ve ark., 2014). Amarantın içerdiği protein, yağ, kül, nişasta ve diyet lifi içeriği Çizelge 2.'de gösterilmiştir.

Amarant, zengin vitamin ve mineral içeriğinin yanısıra birçok biyoaktif bileşeni de bünyesinde bulundurmaktadır (Ayo ve Okoye, 2020).

Çizelge 2.2. Amarantın besin bileşimi (USDA, 2022; Alvarez-Jubete ve ark., 2010)

Bileşen (%)	Amarant
Su	11.29
Protein	16.50
Yağ	5.70
Kül	2.80
Nişasta	61.40
Toplam diyet lif (besinsel lif)	20.60
Enerji (kcal)	371.00

Amarantın bileşiminde aşağı yukarı %65 karbonhidrat vardır. *A. hypochondriacus* türünde %62 ve *A. cruentus* türünde %48 nişasta vardır. Buğday ve mısır ve nişastalarına göre bu türlerin nişastaları daha fazla şişme gücüne, daha az çözünürlük değerine, daha düşük amilaza ve amilaz duyarlılığına (%4.70-12.50) sahiptir (Rastogi ve Shukla, 2013).

Amarantta hemen hemen %13-14 protein bulunmaktadır. Amarantın protein yoğunluğu çoğunlukla tahıllardan fazladır. Bu proteinler; %40 albumin, %20 globulin, %2-3 prolamin ve %25-30 glutelinden ibarettir. Amarant globulinlerinin fonksiyonel özelliklerden emülsifiye etkisine sahip olduğu rapor edilmiştir (Berghofer ve Schoenlechner, 2002). Buğday, mısır ve pirinç gibi tahıllara göre Amarantın lizin içeriği daha fazladır. Ayrıca amaranttaki kükürtlü aminoasit oranı (%2-5), normalde bakliyat ürünlerinde %1.4 seviyelerinde bulunan kükürtlü aminoasitten daha fazladır. Aminoasitçe zengin olan amarantın protein içeriği, yumurta proteini ile benzerdir (Mlakar ve ark., 2009). Alinin, arginin, valin, lösin, metiyoninler, fenilalanin, pralinler, izolösin, α -aminobütirik asit, triptofan ve serin gibi aminoasitler içermektedir, protein deposudur (Rastogi ve Shukla, 2013). FAO/WHO tarafından sağlıklı bir diyet için tavsiye edilen protein miktarı Amarantta

istenen seviyeye yakındır. (Maurya ve Arya, 2018). Amaranın histidin ve arginin gibi esansiyel aminoasitleri içermesi de bebek yiyeceklerinde önemlidir (Berghofer ve Schoenlechner, 2002).

Yağ değeri %7 civarında olan amarant, tahıllarla karşılaştırıldığında amarantın yağ içeriği daha fazladır. Doymuş yağ asitlerinin doymamış yağ asitlerine oranı amarantta 1:4'tür (Maurya ve Arya, 2018). Doymamış yağ asitlerince zengin olan amarantta bunun büyük çoğunluğunu linoleik asit oluşturmaktadır. Toplam yağın %50' linoleik asit, %20' palmitik asit, %20'sini oleik asit, yaklaşık %1'ini linolenik asit ve %5'ini fosfolipidler teşkil etmektedir (Berghofer ve Schoenlechner, 2002; Rastogi ve Shukla, 2013).

Amaranttaki mineral, diğer tahıl türlerine kıyasla neredeyse iki kat fazladır (Çizelge 2.3). Mineral içeriği %66'sı kepek ve embriyo tabakalarında yer almaktadır. Bilhassa çok fazla kalsiyum, magnezyum, çinko, fosfor, demir, potasyum ve sodyum ihtiva etmektedir (Mlakar ve ark., 2009). Amaranın bulunan fitik asit miktarı %0.3-0.6 aralığındadır. Fitik asidin kolesterolü azaltıcı etki yaptığı bildirilmektedir (Rastogi ve Shukla, 2013).

Amarant yüksek oranda vitamin içerip ihtiyacı karşılamaya yönelik iyi bir kaynaktır. Tahıllara göre daha çok riboflavin ve C vitamini vardır. Ayrıca E vitamini ve antioksidan özelliği açısından önemli bir kaynaktır (Berghofer ve Schoenlechner, 2002). Amaranın içerdiği vitaminler Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Amarantın kronik hastalıkları önleyici kapasitesi dolayısıyla son dönemdeki araştırmalar biyoaktif bileşenleri üzerine odaklanmıştır. Amaranın, fenolik bileşikler ve karotenoidler gibi biyoaktif fitokimyasalları içermektedir. Fitokimyasallar temel olarak tohumların dış tabakalarında bulunur (Tang ve Tsao, 2017). Amaranın tanen ve fitik asit miktarları tahıllara yakındır, tripsin ve kimotripsin aktivitesi ise tahıllardan daha azdır (Baykut, 2021).

Çizelge 2.3. Amaranntın mineral ve vitamin içeriği (100 g için) (USDA, 2022)

Mineral ve Vitamin	Amarant
Kalsiyum, Ca (mg)	159.00
Demir, Fe (mg)	7.61
Magnezyum, Mg (mg)	248.00
Fosfor, P (mg)	557.00
Potasyum, K (mg)	508.00
Sodyum, Na (mg)	4.00
Çinko, Zn (mg)	2.87
Bakır, Cu (mg)	0.53
Manganez, Mn (mg)	3.33
Selenyum, Se (µg)	18.70
C vitamini (mg)	4.20
Tiamin, B1 (mg)	0.12
Riboflavin, B2 (mg)	0.20
Niasin, B3 (mg)	0.92
Pantotenik asit, B5 (mg)	1.46
Piridoksin, B6 (mg)	0.60
Folat, B9 (µg)	82.00
Kolin (mg)	69.80
Betain (mg)	67.60
β-karoten (µg)	1.00
Lutein + zeaksanthin (µg)	28.00
E vitamini (α-tokoferol) (mg)	1.19
γ-tokoferol (mg)	0.19

2.3. Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) (Şeker Otu)

Anavatanı Paraguay ve Brezilya olan *Stevia rebaudiana*, 1887 yılında Güney Amerikalı bilim insanı Antonia Bertoni tarafından keşfedilmiştir (Karaman, 2017). Brezilya ve Paraguay'a özgü olan *Stevia rebaudiana* (Bertoni), Asteraceae (Compositae) familyasına ait çok yıllık bir çalı türüdür. Günümüzde ticari olarak birçok ülkede, özellikle Japonya, Tayvan, Kore, Tayland ve Endonezya'da yetiştirilmektedir (Chaturvedula ve ark., 2012). Otsu ve çalimsı olan bu bitki normal şartlarda 60-70 cm boyunda olup 1 metre yükseğe kadar büyüebilmektedir. Gövde üzerindeki yeşil yapraklar 2 ile 5 cm uzunluğa erişebilmektedir (Şekil 2.2) (Mızrak, 2020).

Stevia, sakkarozdan 300-450 kat fazla tatlı olmakla birlikte insan sağlığı için önemli biyolojik etkisi olan doğal bir tatlandırıcı olarak bilinmektedir (Momtazi-Borojeni ve ark., 2017; Samuel ve ark., 2018; Salehi ve ark., 2019).



Şekil 2.2. Stevia bitkisi (Milliyet gazetesi, 2018)

Güney Amerika halklarının, tatlı bitki adını verdikleri amarantın yapraklarını 1500 yıldan uzun süredir yerel çayları ve ilaçları tatlandırmak için veya çiğneyerek kullandıkları bilinmektedir. Bu tatlandırıcı özelliği Şeker otuna (stevia) veren ve ağırlıklı olarak yapraklarında bulunan bileşikler ilk defa 1930'larda iki Fransız kimyager izole etmiş ve "steviol glikozitler" adını vermişlerdir (Mızrak, 2020). Şeker otu yapraklarının değişik oranlarda yaklaşık 10 tatlandırıcı glikozit içerdiği, orijin ülkelerinde geleneksel olarak yaprağı ve bunun işlenmemiş ürünlerinin tüketildiği, işlenmiş ürünlerden steviol glikozitler olarak bilinen, şeker otu yaprağından ekstrakte edilen Reb A (Rebaudioside A), Reb C, Reb F, Reb M, Reb D, Reb X ve Stevioside'nin kullanıldığı; bunlardan üzerinde en fazla araştırma yapılanların Stevioside ve Rebaudioside olduğu rapor edilmiştir (Lemus-Mondaca ve ark., 2012).

Günümüzde stevia bitkisinden; yapraklarının kurutulup öğütülmesi ve ambalajlanarak elde edilen *toz stevia* (şekerden 20-30 kat daha tatlı), kuru yapraklarından ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen *sıvı endüstriyel stevia ekstraktı* (şekerden 200-300 kat daha tatlı), *toz stevia ekstraktı* ve taze veya kuru yapraklarının su içerisinde kaynatılmasıyla koyu renkli *şurup* şeklinde yararlanılmaktadır (Mızrak, 2020; Dinçel ve ark., 2018).

Stevia bitkisinin ekstraktları kalori değeri olmayan, özellikle geleneksel içeceklerde doğal tatlandırıcı olarak yıllardır Brezilya, Çin, Japonya ve Kore’de tüketilmektedir. Herşeyden önce toksik olmaması ve ağızda acı bir tat bırakmamasının yanısıra, ısıya dayanıklı olması ve yüksek lif içeriğiyle Stevia diğer tatlandırıcılardan farklıdır (İnanç ve Çınar, 2009; Gantait ve ark., 2015). Stevia bitkisi ülkemizde ilk defa Antalya’da 2009 yılında üretilmeye başlamıştır. Stevia bitkisi ülkemizde daha çok “şeker otu” olarak bilinmekle birlikte; “tatlı yaprak, şeker yaprağı, bal yaprağı” olarak da bilinmektedir (Karaman, 2017).

Stevia bitkisinin yaprak kısımları diğer çeşitli tatlandırıcılardan daha üstün işlevsel ve duyuşsal özelliklere sahip olmakla birlikte, gelecekte pazar payı yüksek bir tatlandırıcı kaynağı olması düşünülmektedir. Stevia ayrıca, birçok biyoaktif bileşence zengin bir kaynak olup, bu bileşenlerin özellikle yapraklarında olduğu bulunmuştur (Goyal ve ark., 2010).

Stevia'daki başlıca steviol glikozitler olan steviosid ve rebaudiosit A, geniş bir sıcaklık ve pH aralığında sulu çözelti içinde çok kararlı moleküller olup Stevia'nın küresel olarak ticarileştirilmesini teşvik eden yüksek bir termostabiliteye sahiptir (Abou-Arab ve ark., 2010).

Stevia ekstraktlarının sağlık açısından da olumlu etkileri yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Stevia ekstraktlarından steviol glikozitler şükroza ikame olarak obezite, hipertansiyon ve diyabet hastalarının güvenle yararlanabileceğini tespit etmiştir. Yine içeriğinde bulunan steviosidin beraberinde içerdiği Rebaudioside A ve dulcoside’in kanser önleyici, anti-inflamatuar, anti-hiperglisemik, diareyi engelleyici, immünomodülatör ve diüretik etkilerinin olduğu da tesbit edilmiştir (Dinçel ve ark., 2018).

Stevia özellikle birçok hastalığa iyi gelmesi, toksik olmaması, kalorisiz olması ve gıdanın işlenme aşamasında esmerleşme reaksiyonlarına katılmaması gibi özellikleri sebebiyle birçok ülkede yıllardır doğal bir tatlandırıcı olarak faydalanılmaktadır. Stevia flavonoit, klorofil ve ksantofil, aminoasit,

hidroksisinnamik asit, iz elementleri, esansiyel yağlar gibi birçok maddeyi içermekte olup içinde antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip maddelerde bulunmaktadır. Stevia'ya antimikrobiyal ve antioksidan özellik katan en önemli maddeler fenolik bileşikler, tanenler, esansiyel yağlar vb. gibi bileşenlerdir. Steviosit, stevia bitkisine tatlılık veren en önemli maddedir. Stevia bitkisindeki maddelerin bu kadar çeşitli olması stevia bitkisine birçok yönden fonksiyonel özellik kazandırmaktadır (Karagöz ve Demirdöven, 2018).

Stevia özütünün tatlandırıcı olarak gıda katkı maddesi diye kullanımına birçok ülkede müsaade edilmektedir. Steviol glikozitlerin gıda katkı maddesi diye kullanımına ABD'de 2008, Avrupa'da 2011, Türkiye'de ise 2013 yılından beri izin verilmiştir. Stevia, E960 ibaresiyle gıda ambalaj etiketlerinde bulunmaktadır. Stevia, yüksek pH ve ısı ve stabilitesine sahiptir. Onun bu özelliği fırınlama, pişirme ve dondurma gibi teknolojik muameleler esnasında stabilitenin korunmasını sağlamaktadır. Ayrıca, alkol içerisinde çözünmesi, ağızda metalik tat bırakmaması gibi özelliklerinden ötürü reçel, sıcak ve soğuk içecek üretiminde, komposto vb. gibi endüstriyel gıdalar ile kurabiye, pasta ve kek mamüllerinin üretiminde kullanılmaktadır. Stevia'dan gıdaların değerini düşürmek amacıyla da yararlanılmaktadır. Bu bağlamda çeşitli içecek, sakız, şekerleme, pişmiş ürün, çay yoğurta ve dondurma ürünlerinin üretim aşamalarında kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra ağız gargaraları ve diş macunları gibi kişisel bakım ürünlerinin bileşenini oluşturmaktadır (Dinçel ve ark., 2018).

2.4. Amarant ve Stevianın Unlu Mamüllerde Kullanımı

Guardianelli ve ark. (2022), yaptıkları çalışmada çimlenmiş amarant (ÇA) ve çimlenmemiş amarant (A) tohumlarından elde edilen unları farklı oranlarda buğday unu ile karıştırıp ekmek üretmişlerdir. Amarant unu ilavesinin artmasıyla daha sert ancak çignenebilir ekmekler elde edilmiştir. Çimlenmemiş amarant unu ile yapılan ekmeklerde esneklik azalmıştır. Çalışma sonucunda %25 çimlenmiş amarant unu içeren ekmeğin en iyi pişme özelliklerine ve fonksiyonel kaliteye sahip olduğu görülmüştür.

Singh ve Punia (2021), chapatti yapımında %20, 40 ve 60 oranında amarant unu kullanmışlardır. Buğday unu kullanılarak hazırlanan chapatti kontrol örnek olarak kullanılmıştır. Duyusal değerlendirmeler, amarant unu kullanılarak hazırlanan tüm chapatti'lerin kabul edilebilir olduğunu göstermiştir. Kontrol örneğinde protein içeriği %12.42 olarak saptanırken amarant unu eklenmesiyle bu oran %18.23'e kadar önemli ölçüde artmıştır. Amarant unu ayrıca chapatti'lerin lif ve kül içeriğini kontrole göre önemli ölçüde artırmıştır. Toplam diyet lifi içeriği, amarant unu ilaveli chapatti'lerde %11.13 ile %22.06 arasında değişirken, kontrol örneğinde %4.80 olarak tespit edilmiştir. Amarant unununun chapatti'ye eklenmesi demir, çinko ve potasyum içeriğini önemli ölçüde iyileştirmiştir.

Glutensiz lavaş ekmeğinin zenginleştirilmesi için yapılan çalışmada formülasyona amarant unu ilavesi özellikle tapyoka nişastasını içeren ekmek hamurlarının viskozimetrik özellikleri üzerinde olumsuz etkilere yol açarken hamurların dokusal özelliklerini önemli ölçüde geliştirmiştir. Amarant ile zenginleştirilmiş tüm yassı (lavaş) ekmekler daha iyi bir renge ve daha yüksek oranda polifenol içeriğine sahip olurken daha düşük antioksidan aktivite göstermiştir. Üç gün boyunca ekmeğin depolanması sırasında, özellikle tapyoka nişastalı ekmeklerde, nişasta retrogradasyonu, tokluk ve uzayabilirlik özellikleri olumsuz etkilenmiştir. Duyusal test sonuçları, amarant eklenmesinin maya kokusu ve maya aroması algısını arttırdığını ve tapyoka bazlı örneklerde sadece ağızda yumuşaklığı azalttığını göstermiştir (Piga ve ark., 2021).

Sing ve Liu (2021) tarafından ham, kavrulmuş ve buharda pişirilmiş amarant unu kullanılarak yapılan eriştelere doku, renk ve pişirme kalitesi açısından değerlendirilmiştir. Ham ve işlenmiş amarant unlarından yapılan eriştelere, buğday unundan yapılan kontrol eriştesinden daha yumuşak olduğu belirlenmiştir. Kavurma işlemi, amarant unu ilaveli eriştelere sertliğini artırmıştır. Ham ve kavrulmuş amarant unlu eriştelere, buğday unlu erişte (kontrol) ile benzer pişirme verimlerine sahip olurken, pişirilmiş amarant unlu eriştelere daha yüksek pişirme kaybına sahip olmuştur. Çalışma sonucunda kavrulmuş amarant ununun, kabul edilebilir glutensiz,

besleyici eriştelerin hazırlanmasında buğday ununun yerini alma potansiyeline sahip olduğu saptanmıştır.

Öncel ve Demir (2019) yaptıkları bir çalışmada, çeşitli oran ve seçeneklerde karabuğday, amarant ve kinoa unu kullanarak erişte üretmişlerdir. Yalancı tahıl unları değişik oranlarda buğday unu yerine kullanılarak 10 farklı çeşitte erişte üretilmiştir. Eriştelerde bazı duysal ve kimyasal özellikler araştırılmıştır. Yalancı tahıl ikamesinin tüm örneklerde toplam fenolik madde, fitik asit, ham protein, su, kül, ham yağ ve mineral madde miktarlarını kontrol örneğe göre artırttığı belirlenmiştir.

Khormaeepour ve ark. (2019) şeker yerine %25, 50, 75 oranında stevia kullanarak yaptıkları keklerin lezzet, doku ve renk özelliklerini değerlendirmiş ve en iyi ikame seviyesinin %25 olduğunu belirlemişlerdir. Optimum stevia seviyesi seçildikten sonra formülasyona %5 ile %10 oranlarında limon tozu eklenmiş ve keklerin fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Sonuçlar, limon kabuğu tozu ilavesiyle tüm renk parametrelerinin azaldığını ve %10 limon kabuğu tozu içeren işlemden pişirme kaybının daha düşük olduğunu göstermiştir. Ayrıca limon kabuğu tozu ilavesi keklerin sertliğini arttırmıştır. Limon kabuğu tozunun eklenmesi, kontrole kıyasla peroksit miktarını önemli ölçüde azaltmıştır. Duysal değerlendirme sonuçları, %5 oranında limon kabuğu tozu ilavesinin kontrole daha çok benzediğini göstermiştir. Genel olarak limon kabuğu ve stevianın keklerde fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Mutlu ve ark. (2019) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada (çiya, amarant, kinoa ve karabuğday) glutensiz kek üretiminde kullanılabilirliği ve bu ürünlerin keklerin bazı özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu yüzden dört çeşit kek unu karışımı; mısır (%45) ve pirinç (%45) nişastası ve tam tane olarak öğütölmüş tahıl benzeri ürünler (%10) kullanılmıştır. Bu karışımlar ile elde edilen kek örneklerinde; bazı fiziksel, kimyasal ve duysal analizler yapılmıştır. Kek numunelerinin çığnenebilirlik ve sertlik verilerinin 1234.21-1709.50g ve 668.09-996.27 değer aralıklarında değiştiği belirlenmiştir. Tahıl benzeri ürün takviye edilmesiyle elde

edilen keklerin dirençli nişasta içeriklerinin %0.17-0.22 değerlerinde olduğu ve tahmin edilen glisemik indekslerinin ise 55 ten düşük olmaları nedeniyle düşük glisemik indeksli gıda grubu içerisinde olabileceği belirlenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda glüten içermeyen keklere çeşit kazandırmak amacıyla tahıl benzeri ürünlerin kullanılabilmesi sonucuna ulaşılmıştır.

Salazar ve ark. (2018)'nin çalışmaları sonucunda, şeker yerine farklı oranlarda stevianın sulu özütü kullanılarak yulaf ezmesi bisküviler üretilmiştir. Ürünler duyu, biyolojik ve besleyici nitelikleri açısından incelenmiştir. Stevia ilave oranının artışına bağlı olarak bisküvilerin kül, yağ ve protein içeriklerinde artış gözlenirken, lif ve enerji değerinde azalış görülmüştür. Sonuç olarak yulaf ezmesi bisküvilerin metabolik rahatsızlıkların engellenmesinde bir alternatif olarak değerlendirilebileceği kanısına varılmış, ancak, fonksiyonel bir gıda olarak önerilmesi için çeşitli çalışmaların yapılması gerektiği de önerilmiştir.

Bisküvi üretiminde kinoa unu içeren bir çalışmada, sakaroz yerine farklı çeşit ve miktarlarda şeker otunu (*Stevia rebaudiana* Bertoni) tatlandırıcı olarak kullanarak yeni ve farklı bir çeşit bisküvi formülasyonu geliştirilmesi hedeflenmiştir. Şeker otu tozu biçimlerinden en makbulü (stevia ticari preparat [STP] veya saf stevia ekstrakt tozu [SET]) ve içeriği belirlenerek diyabetliler ve çölyak hastalarının tüketebileceği farklı bir seçenekte ürün amaçlanmıştır. Üretilen bisküvi numunelerinin kimyasal fiziksel, tekstürel, renk ve duyu özellikleri incelenmiştir. Araştırma bulgularında; en uygun şeker otunun STP, bunun en iyi kullanım miktarının %40 olduğu belirtilmiştir. Bisküvi imalatında STP'nin sakaroz ikamesi olarak kullanılabilmesi sonucuna ulaşılmıştır. (Giritlioğlu ve Dizlek, 2018).

Antoniewska ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada buğday ununun (BU) kısmen (%17-50) karabuğday gevreği/amarant unu karışımı (K-A) ile değiştirilmesinin depolama sırasında keklerin kalite özellikleri üzerindeki etkileri, özellikle antioksidan, besleyici ve duyu özelliklerine etkisi incelenmiştir. Muffinlerdeki K-A içeriğinin artırılması, artan antioksidan aktivite (%26-51) ile sonuçlanmıştır. Ayrıca K-A ilave oranının artmasıyla birlikte mono- ve çoklu

doymamış yağ asidi (linolenik asit) içeriği de artmıştır. Kontrol örneğinde 0.34 g/100 g olan doymamış yağ içeriği en yüksek BU ikamesine sahip keklerde 0.53 g/100 g olmuştur. K-A ilaveli keklerin lif içeriği, kontrol örneğinden 2.5 kat daha yüksek çıkmıştır. Muffinlerde K-A (%33 ve %50) ilavesi besinsel ve antioksidatif özellikleri iyileştirmiş, hidroperoksit ayrışmasını etkili bir şekilde önleyerek toksik ikincil lipid oksidasyon ürünlerinin oluşumunu engellemiştir.

Keklere farklı oranlarda sıvı stevya özütü ilavesinin bazı kalite kriterlerine etkisinin incelendiği bir çalışmada sırasıyla şeker değerleri azaltılarak 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 11,80 g) olmak üzere 4 çeşit kek üretilmiştir. Örneklerde duyusal, yapısal ve kalite analizleri yapılmıştır. Yapılan duyusal analiz sonucundaki değerlerin ortalaması bakımından en yüksek puanı S1 çeşidi almıştır. Yapısal analizlerde ise ön plana çıkan S2 gurubunun kalori miktarı kontrol çeşidine göre % 11 azalım göstermiştir (Palamutoğlu ve ark., 2018).

Yapılan bir araştırmada, makarna üretimi için bileşenler olarak kurutulmuş amarant yaprakları (KAY) ve amarant tohumunun (AU) etkileri ve bunların antioksidan aktiviteye katkıları değerlendirilmiştir. Bu amaçla makarna örneklerinde pişirme kalitesi, kimyasal ve aroma analizleri, antioksidan kapasite ve duyusal değerlendirmeler yapılmıştır. Amarant içerikli makarnaların irmikten yapılmış kontrol makarnasına kıyasla pişirme süreleri daha düşük bulunurken, pişirme kayıp yüzdeleri artmıştır. Amarant ilavesi makarnaların parlaklık değerlerini düşürmüştür. Hem AU hem de KAY içeren makarnalar en yüksek protein, lif ve kül içeriğine sahip olmuştur. KAY ilavesi, kontrol makarnasına kıyasla makarnalardadaha yüksek demir, çinko, magnezyum ve potasyum içeriği ile sonuçlanmıştır. KAY içeren formüller pişirme sonrasında daha yüksek antioksidan kapasite değerleri göstermiştir. AU ve KAY ilavesinin makarnanın fonksiyonel faydalarını arttırdığı kanıtlanmıştır (Cárdenas-Hernández ve ark., 2016).

Rafine buğday unu içine farklı seviyelerde amarant unu kullanılarak hazırlanan yumurtalı kek çalışmasında amarant tanelerinin fiziksel özellikleri ve amarant ununun

fonksiyonel özellikleri araştırılmıştır. Amaranant tanelerinin küçük ve ağırlıkça daha hafif olması nedeniyle tane ağırlığı ve hacminin diğer tahıllara göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol kekinin hacmi ve özgül hacmi, amarant unu katkılı keklerden daha yüksek bulunmuştur. Hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi açısından kontrol kek ile %40 amarant unlu kek arasında önemli bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Genel kabul edilebilirlik puanı bakımından amarant unlu kekler kontrolden daha yüksek puanlar almış ve en yüksek genel kabul edilebilirlik puanı (8.3) %40 amarant unu ilaveli kekte görülmüştür (Shinde ve Raghuvanshi, 2015).

Ruiz-Ruiz ve ark. (2015) şeker yerine sulu stevia ekstraktını kullanarak ekmek yapmışlardır. Stevia ekstraktı içeren fonksiyonel ekmek, geleneksel buğday ekmeği (kontrol) ile karşılaştırılmıştır. Kontrol ürün ile karşılaştırma yapıldığında stevia ekstraktlı ekmekler daha yumuşak bir yapı göstermiştir. Raf ömrü boyunca mikrobiyal üreme daha düşük gerçekleşmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre %50 stevia ilaveli ekmekler daha kabul edilebilir olmuştur. Stevia ekstraktlı ekmek kontrol ekmeğe göre daha yüksek diyet lif miktarına ve daha düşük karbonhidrat içeriğine sahip olmuştur.

Machado Alencar ve ark. (2015) glutensiz ekmek formülasyonlarında tatlandırıcıların ve yalancı tahılların etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, %0 ve 20 oranlarında tam amarant ve kinoa unu kullanarak glutensiz ekmek üretmişlerdir. Yapılan ekmeklerin spesifik hacim, sertlik ve su aktivitesi özellikleri kontrol ekmek ile benzerlik gösterirken; protein, yağ ve kül değerleri daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonucunda, amarant ve kinoa unu ile nişasta bazlı formülasyonlarla üretilenlere benzer duyusal ve fizikokimyasal özelliklere sahip glutensiz ekmekler geliştirmenin mümkün olduğu görülmüştür.

Chauhan ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada ham ve çimlendirilmiş amarant unundan üretilen glutensiz bisküvilerin kimyasal ve fonksiyonel özellikleri incelenmiştir. Çimlendirme bisküvi örneklerinin yağ ve karbonhidrat içeriklerinde

düşüşe neden olurken protein, toplam besinsel lif ve antioksidan aktivite değerlerinde artışa neden olmuştur. Çimlendirilmiş amarant unlu bisküviler, ham amarant ve buğday unlu bisküvilere kıyasla en yüksek antioksidan aktivite (21.43 g / 100 g) ve toplam besinsel lif (13.97 g / 100 g) değerlerine sahip olmuştur. Tüm sonuçlar, kabul edilebilir kalitede ve iyileştirilmiş besleyici özelliklere sahip bisküvilerin çimlendirilmiş amarant unundan hazırlanabileceğini gösterdi.

Vatankhah ve ark. (2015)'in yapmış oldukları çalışmalarında bisküvi yapımında sakkaroz ikamesi yerine %0, %50 ve %100 oranlarında şeker otu (steviosit) ilave edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre steviosit ile üretilen bisküvilerin protein, kül ve yağ değerleri ile özgül hacim ve hacimsel yönünden önemli bir farkı olmamışken buna karşın nem değerleri ve pH üzerine etkisi olmuştur. Kullanılan steviosit oranı çoğaltıldıkça örnek bisküvilerin yayılma oranı, çapı, sertliği ve a* değerlerinde azalma olurken, L* değerinde artış olmuş, b* değerinde ise değişim gözlemlenmemiştir. Bisküvi formülasyonunda %50 steviosit ve %50 sakkaroz karışımı olan örneklerin duyuşal değerlendirme sonuçlarında genel kabul edilebilirlik ve lezzet özellikleri açısından en uygun sonuçları vermiştir.

Kulthe ve ark. (2014), şeker otu yaprak tozunu kullandıkları çalışmalarında, kullanılan şeker otu yaprak tozunun oranı yükseldikçe bisküvilerin nem miktarında azalma olduğu, kül miktarında değişiklik olmadığı, lif ve karbonhidrat miktarında artış olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, bisküvi formülasyonunda en yüksek genel beğenilirliği içeren örneklerin %20 şeker otu yaprak tozunu kullanan çalışmanın başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Makarna yapımında irmiğin ham:patlamış (90:10) amarant un karışımı (AUK) ile %25, 50, 75 ve 100 seviyelerinde yer değiştirilmesi ile elde edilen makarna örneklerinin pişirme kalitesi ve dokusu üzerindeki etkilerini değerlendirmek için gerçekleştirilen çalışmada makarna örneklerinin pişirme kalite özellikleri ve dokuları üzerinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. AUK seviyesi arttıkça makarnaların pişme kaybı artarken, ağırlık artışı ve sertliği azalmıştır. İrmik makarnası en düşük pişme kaybına (7 g/100 g) ve en yüksek ağırlık artışına (188.3 g/100 g) ve sıklığa

(1.49 N) sahip olurken amarant ilaveli makarnalar daha yumuşak bir yapıya (irmişin sertliğinin yaklaşık yarısı kadar) ve daha yüksek miktarda pişme kaybına (11.5 g/100 g) sahip olmuştur. Çalışma sonunda AUK'un, diyet lifi ve yüksek kaliteli protein yoluyla besin kalitesini artırmak ve hatta kabul edilebilir pişirme kalitesine sahip glutensiz makarna elde etmek için uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Islas-Rubio ve ark., 2014).

Waldron ve ark. (2013), yapmış oldukları çalışmalarında ticari tatlandırıcı preparatı olan splenda ve ekstrakt olarak şeker otu tozu kullanarak ürettikleri krep örneklerinde tekstür, duyu ve renk niteliklerini belirlemişlerdir. Değerlendirme sonuçlarına göre maillard reaksiyonu, bileşiminde sakkaroz bulunan kontrol örneği ile kıyaslandığında splenda içeren formülasyonda daha az iken şeker otu ekstrakt tozu kullanılan formülde daha fazla gerçekleşmiş ve ürünün daha koyu renkli olmasına neden olmuştur. Duyusal testlerde kullanımında splenda olan formülün doku ve tat nitelikleri daha çok rağbet görürken, yapımında şeker otu olan formülün daha az beğeni aldığını belirtmişlerdir. Yapılan analiz sonuçlarına göre tekstür özellikleri bakımından şeker otu kullanılan kreplerin sertlik niteliği yapılan kontrol örneğine kıyasla daha az çıkmış olup formülde splenda olan krepler ise daha sert bir nitelik göstermiştir.

Amaranthus cruentus'un ekmek formülasyonlarında kullanıldığı bir araştırmada amarant unu ilavesinin ekmeklerin protein, yağ, kül, diyet lifi ve mineral içeriğini önemli ölçüde artırdığı bulunmuştur. Çalışmada ayrıca amarant ununun %10-%20 seviyesinde kullanılarak üretilen ekmeklerin mineral, protein ve diyet lifi seviyesinde artış sağlayabileceği fakat (%30-40) gibi daha yüksek oranlarda kullanımının içeriğinde yüksek oranda fitik asit bulunması nedeniyle çinko, demir ve kalsiyum gibi bazı minerallerin emilimini azaltabileceği belirtilmiştir (Sanz-Penella ve ark., 2013).

Geleneksel ve yağı azaltılmış pound keklerde tam amarant ununun %10 ile %30 oranında kullanıldığı çalışmada amarant unu kullanımı ile keklerin daha koyu kabuk ve iç renge sahip oldukları görülmüştür. Ancak taze amarant içeren keklerin

doku özellikleri kontrole benzer bulunmuştur. %30'luk en yüksek ikame dozunun geleneksel keklerin genel kabul edilebilirlik puanlarını (daha düşük özgül hacim ve daha koyu renk) azalttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, yağı azaltılmış keklerin genel kabul edilebilirliği üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Nem kayıpları, tüm kekler için günde yaklaşık %1 olmuştur. Amarant içeren geleneksel ve yağı azaltılmış kekler, 6 günlük depolamadan sonra kontrol keklerinden daha yüksek çığneme ve sertlik değerlerine sahip olmuşlardır (Capriles ve ark., 2008).

Top kek üretiminin yapıldığı çalışmada (Edelstein ve ark., 2007), sakaroz ikamesi yerine %25, %33, %50 ve %100 oranlarında ksilitol, şeker otu, maltitol, izomalt, sukraloz ve mannitol kullanılarak üretilen örneklerin sakkaroz ile kıyaslandığında tekstür, hacim ve duyuşsal nitelikleri açısından daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan bir diğer çalışmada hasta bireyler için (çölyak) üretilen mısır ekmek örneklerinde oran olarak %10 'a kadar amarant eklenerek üretilen ekmeklerin duyuşsal değerlendirmelerinde bozulma olmaksızın hacim ve verim artışına neden olduğu belirtilmiştir. Amarant unu ilavesi ekmeklerin mineral içeriğini oldukça artırmıştır. Ayrıca diyet lifi içeriğinde ortalama %152 ve protein içeriğinde ise %30 oranında bir artış meydana getirdiği bildirilmiştir (Gambus ve ark., 2002).

Değişik oranlarda (%0-%50 aralığında) amarant unu kullanılarak üretilen ekmeklerde hacim, nem ve duyuşsal özelliklerin incelendiği bir çalışmada amarant unu ilave oranındaki artışla ekmek hacim indeksi 3.29'dan 1.9'a düşmüş, nem içeriği ise %22'den %42'ye yükselmiştir. Duyusal özelliklerden aroma, tat, renk ve doku puanları sırasıyla 6.9'dan 4.0'a, 7.1'den 4.8'e, 7.1'den 6.8'e ve 6.9'dan 4.7'ye düşmüştür. Genel olarak %15'in üzerinde amarant unu ilavesi değerlendirilen duyuşsal özelliklerde önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) oluşturmuştur. Ayrıca çalışmada çocukların ve hamile kadınların amarant unu ilave edilmiş ekmekleri tüketmeleri de önerilmiştir (Ayo, 2001).

2.5. Keklere Farklı Özellik Kazandırmak İçin Yapılan Diğer Bazı Çalışmalar

Carmona-Garcia ve ark. (2022) glutensiz kek çalışmalarında yağ ikamesi olarak önceden jelatinleştirilmiş amarant unu (PAU) kullanımını araştırmışlardır. Amarant unu yaklaşık %50 jelatinleşme elde etmek için ekstrüde edilmiş, öğütülmüş ve elenmiştir. PAU, kek formülasyonundaki yağ ile %33, %66 ve %100 seviyelerinde yer değiştirilerek kullanılmıştır. Nişastanın in vitro sindirilebilirliği, PAU ilavesiyle hafif bir artış göstermiştir. PAU ilavesiyle kek sertliğinde önemli bir artış ($p \leq 0.05$) olmuştur. Duyusal analizler, yumuşaklık, tat ve rengin PAU ilavesinden olumsuz etkilendiğini göstermiştir. Genel olarak, duyu analizlerde düşük seviyelerde PAU ilaveli keklerin tüketiciler tarafından kabul edilebilir olabileceğini göstermiştir.

Köten (2021)'in yaptığı çalışmada kek formülasyonuna menengiç (*Pistacia Terebinthus* L.) ilavesi ile besin değeri yüksek yeni fonksiyonel bir kekin üretilmesi amaçlanmıştır. Buğday unu ve ham/kavrulmuş menengiç karışımları (100:00, 90:10, 70:30, 50:50) hazırlanarak pandispanya keki üretiminde kullanılmıştır. Farklı oranlarda ham/kavrulmuş menengiç ilavesinin keklerin fiziksel, tekstürel, kimyasal, besinsel ve duyu özelliklerine etkisi incelenmiştir. Menengiç eklenerek üretilen kek örneklerinin toplam besinsel lif, yağ, kül, antioksidan ve toplam fenolik madde içeriklerinin arttığı, nem ile protein değerlerinin azaldığı görülmüştür. Kek örneklerinde menengiç ilave oranının artması; kek hacmi, hacim indeksi ve simetri indeksi değerlerinin belirgin düzeyde azalmasına, kek yoğunluğunun ve pişme kaybının artmasına sebep olmuştur ($p \leq 0.05$). Menengiç ilavesi, keklerin L^* ve b^* değerleri ile tekstürel özellik değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Duyusal analizler sonucunda genel kabul edilebilirlik yönünden en çok beğeniyi RTP50 (%50 kavrulmuş menengiç püre katkılı kek) örneği alırken en az beğeniyi kontrol örneği almıştır.

Pandispanya tarzındaki keklerin mısır unu katılmasıyla morfojeometrik, fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada mısır unu ile buğday unu karışımları (100:00, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50) hazırlanarak

pandispanya tipi kek üretilmiştir. Çeşitli miktarlarda mısır unu kullanılarak üretilen keklerin kül, nem, yağ değerleri, antioksidan, toplam fenolik madde, toplam besinsel lif, ve fitik asit içeriklerinde artış olduğu, protein miktarında ise düşüş tespit edilmiştir. ‘‘Kek örneklerinde mısır unu ilave oranlarının artması; kek hacmi, hacim indeksi, simetri indeksi ve pişme kaybı değerlerinin belirgin düzeyde azalmasına, kek yoğunluğunun ise artmasına neden olmuştur. Mısır unu ilavesi, keklerin esneklik ve iç yapışkanlık hariç diğer tüm tekstürel değerlerinde düşüşe neden olurken L* ve b* renk değerlerinde artışa neden olmuştur. Duyusal analizler sonucunda genel kabul edilebilirlik açısından en çok beğeniyi %40 mısır unu ilaveli kek örneği alırken en az beğeniyi kontrol örneği almıştır’’ (Köten ve Ünsal, 2021).

Kaur ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada ham ve çimlendirilmiş keten tohumu küspesi %5, 10, 15, 20, 25 ve %30 oranında buğday unuyla yer değiştirilerek muffin kekler hazırlanmıştır. Keten tohumu seviyelerinin artmasıyla, muffinlerin spesifik hacminde ve dokusunda iyileşme olmuştur. Duyusal ve tekstürel özellikler açısından en iyi sonuçlar %15 çimlendirilmemiş ve %10 çimlenmiş keten tohumu küspesi ilaveli keklerde görülmüştür.

Çekici bir besin profiline sahip yağı alınmış ayçiçeği tohumu ununun (ATU), kek formülasyonunda kullanıldığı bir çalışmada, buğday unu yerine keklere %15 ve %30 oranında ATU eklenmesinin etkilerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (KTA) yoluyla yaklaşık bileşim, fiziksel ve duyusal özellikler araştırılmıştır. ATU içermeyen bir kontrol kek ile karşılaştırma yapılmıştır. Keklerdeki ATU, protein ve kül içeriğinin artmasına ve karbonhidrat içeriğinin azalmasına neden olurken, pişme kaybını etkilememiştir. ATU ilavesi muffinlerin yüksekliğini ve gözenek yoğunluğunu arttırmış, esnekliğini azaltmıştır. ATU'nun renk üzerinde etkisi olmuş; kekler kontrole göre daha koyu ve daha az sarı olmuştur. KTA sonuçları, %15 ATU içeren keklerin, %30 içerenlere göre kontrole daha yakın bir profile sahip olduğunu göstermiştir. ATU eklenmesi esas olarak nötr veya pozitif fiziko-kimyasal değişikliklere yol açtığından, keklerde potansiyel bir bileşen olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır (Grasso ve ark., 2019).

Demir ve Kılınç (2019)'ın yaptıkları çalışmada kek üretiminde balın toz formu çeşitli miktarlarda (%25, 50, 75 ve 100) şeker yerine ikame olarak kullanılmıştır. Bal tozunun etkilerini araştırmak için üretilen keklerde; bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikler bakımından incelenmiştir. Şeker yerine bal tozu ikamesi ile genel olarak kek örneklerinin renk değerleri incelendiğinde L* ve b* renk değerlerinde azalma olduğu, a* renk değerlerinde ise artış olduğu bildirilmiştir

Brokoli yaprakları kullanılarak güçlendirilmiş glutensiz (GS) mini pandispanya üretimi yapılan bir çalışmada (Drabińska ve ark., 2018), brokoli yaprağı tozunun (BYT) keklerin biyolojik aktif bileşik içeriğı ve antioksidan kapasitesi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Brokoli yaprağı tozunun, proteinler ve minerallerin yanı sıra glukozinolatlar ve fenolikler gibi biyoaktif bileşikler de dahil olmak üzere iyi bir besin bileşeni kaynağı olabileceğı sonucuna varılan çalışmada keklerin glukozinolat içeriğı beklenenden daha yüksek bulunmuştur. Bunun da biyoaktif bileşikler ile gıda matrisi arasında sinerjik bir etkileşime işaret ettiğı anlamına gelmektedir. BYT'nin GS mini pandispanya keklere dahil edilmesi, antioksidan kapasitesini önemli ölçüde arttırmıştır ($p \leq 0.05$). GS mini pandispanyaların genel duyuşal kabulü, artan BYT içeriğinden etkilenmiştir. Nişasta ikamesi olarak %2.5 oranında BYT eklenmesi, duyuşal kaliteden ödün vermeden GS keklerinin besinsel potansiyelinde optimal bir gelişme sağlamıştır.

Dhen ve ark. (2016), kek formülasyonlarında nişastanın %15 ve %30'unu ikame etmek için üç partikül boyutunda (<132, 132-156 ve >156 μm) soya unu kullanmışlardır. Çalışma kapsamında kek hamurunun mikro yapısı, yoğunluğu, viskozitesi; kekin spesifik hacmi, dokusu ve rengi değerlendirilmiştir. Pandispanyalarda soya unu ilavesi hamur yoğunluğunu arttırmıştır. Hamur viskozitesi sadece %30 soya unu ikamesi durumunda etkilenmiş, ince partiküllü soya unu kullanılmasıyla önemli ölçüde azalmıştır. Katlı keklerin (layer cake) zenginleştirilmesi spesifik hacimlerini etkilememiş ancak daha düz bir şekil elde edilmiştir. Soya unu ilavesi, katlı keklerinin sertliğini azaltmıştır. Buna karşılık, ilave yüzdesi ve parçacık boyutu arttıkça, pandispanyaların özgül hacmini azaltmıştır. Soya unu katkısı, keklerin depolama sırasında bayatlamasını önlemiştir.

Kavrulmamış ve kavrulmuş kinoanın kullanıldığı çalışmada alerjen içermeyen, glutensiz bir kek formülasyonunun tüketici kabulü ve fizikokimyasal özellikleri üzerinde kavrulmuş kinoanın etkisi araştırılmıştır. Keklerde renk, su aktivitesi, nem, sertlik, ağırlık ve yükseklik gibi parametreler analiz edilmiştir. Kontrol kek görünüm, renk ve doku nitelikleri açısından puanları en yüksektir. Lezzet ve genel kabul edilebilirlik yönünden en yüksek puana ticari olarak üretilmiş olan kek sahip olmuştur. Kalite verileri ile ilgili olarak, ticari kek, kavrulmamış kinoa ilaveli kek ve 177 derecede 15 dakika kavrulmuş kinoa ilaveli kek benzer L* değerlerine sahip olurken, ticari kek en düşük a*, b*, aw, nem içeriği ve sertlik değerlerine sahip olmuştur (Rothschild ve ark., 2015).

Çölyak ve otizm hastaları için alternatif bir ürün geliştirme çalışmasında buğday ununa %25, %50, %75 ve %100 değerlerinde kinoa unu eklenerek glutensiz kek ve bisküvi üretilmiştir (Atef ve ark., 2014). Kinoa unu oranı yükseldikçe unun su tutma kapasitesi, hamurun yumuşama derecesi ve gelişme süresi yükselmiş fakat hamurun stabilitesinde azalma gözlemlenmiştir. Bisküvi hamuruna kinoa ununun ilavesi bisküvilerin çap değerlerini arttırırken, kalınlık değerlerinde azalmaya neden olmuştur. Araştırmacılar renk ve duyu analiz sonuçlarına göre kek yapımında buğday unuyla kinoa ununun %100 oranında yer değiştirilebileceğini, bisküvi üretiminde ise %75'den fazla kinoa unu kullanılmasının bisküvi kalitesini negatif yönde etkileyeceğini belirtmişlerdir.

Muffin yapımında çeşitli liflerin şeker otu tatlılık kriteri olan rebaudiosit A ile kombinasyon yapılarak sakaroz yerine kullanıldığı bir üretimde (Zahn ve ark.,2013), rebaudiosit A'nın çeşitli liflerle üretim yapıldığı muffin çeşitlerinin parlaklık, nem ve kek içi sertlik özelliklerinin artışına, hacim özelliklerinin azaldığını ve yapışkanlık, esneklik gibi niteliklerinin ise değişmediği bildirmişlerdir. Yapılan duyu analiz sonuçlarında ise muffin örneklerinde rebaudiosit A'nın kullanılmasının olumlu olabileceğini sonucuna varılmıştır.

Baker ve ark. (2013), %100 pirinç unu kullanılarak yaptıkları kontrol kek ile %30 ve %50 kinoa unu ilaveli glutensiz kekleri kıyaslamışlardır. Kinoa unu

ilavesinin keklerde su aktivitesi ve hacimde herhangi bir değişikliğe sebep olmadığını; tekstürel niteliklerinden sertliği azalttığını, esneklik üzerinde büyük bir farklılık oluşturmadığını belirlemişlerdir. Araştırmacıların yapmış oldukları duyu analizi sonuçlarına göre kontrol örnekleriyle kinoa unu ilaveli keklerin dış görünüş, koku, lezzet ve tat değişimlerinin istatistiksel olarak önemli olmadığını saptamışlardır.

Enerji değeri düşük yoğurt keki üretiminde stevia ekstraktının kullanılmasının ürün etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Abdel-Salam, vd., 2009), normal formülle üretilen yoğurt keki ile stevia ekstraktı kullanılarak şeker hastaları için üretilen yoğurt keki duyu değerlendirme sonucundan yüksek puan almışlardır. Yapılan çalışma sonucunda stevia'nın sıcak su ekstraktı, fonksiyonel yoğurt kekinin şeker hastaları için iyi bir besin olduğu belirtilmiştir.

Gomez ve ark. (2008), tarafından yapılan çalışmada, buğday ununun tamamen veya kısmen nohut unu ile değiştirilmesinin iki çeşit kekin (katlı ve pandispanya) kalite özellikleri üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Nohut çeşidinin ve kullanılan un türünün (beyaz veya tam buğday unu) etkileri de dikkate alınmıştır. Nohut unu miktarı arttıkça keklerde hacim, simetri, kabuk ve iç L* değerleri azalmıştır. Buğday ununun nohut unu ile değiştirilmesi sertlikte bir artışa neden olmuş, ancak yapışkanlık ve esneklik değerleri azalmıştır. Beyaz un ile üretilen kekler, tam buğday unu ile yapılan keklerle göre daha yüksek hacim ve simetriye sahip olmuştur. Beyaz un kullanılan hem katlı hem de pandispanya keklerde, tam buğday unu kullanılan keklerle göre daha düşük sertlik, yapışkanlık ve çiğneme özelliği tespit edilmiştir.

Cho ve ark. (2007), karabuğday ununu normal buğday unu ile karıştırarak ürettikleri keklerin buğday unu ile üretilen kontrol örneğine göre kırmızılık (a) ve sarılık (b) değerlerinin daha yüksek, parlaklık (L) miktarlarının ise daha düşük olduğunu saptamışlardır. Ayrıca karabuğday ilaveli keklerin duyu açıdan kontrol örneğinden daha fazla beğeni aldıklarını bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Kek yapımında kullanılan çok amaçlı buğday unu Mardin ilinde faaliyet gösteren Marka Un fabrikasından temin edilirken, kabartma tozu (Destan marka), margarin (Sole marka), rafine toz şeker (Doğuş marka), yumurta (Bili Bili marka) ve süt (Sütaş marka) Şanlıurfa'da yerel bir marketten satın alınmıştır. Çalışmanın esasını oluşturan ve araştırmada incelenen faktör olan Amarant (Yayla marka) ve stevia toz tatlandırıcı (Sweetera marka) online olarak internet satış mağazalarından temin edilmiştir. Kek üretiminde kullanılan buğday unu, ham ve kavrulmuş amarant unları ve stevianın özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kek formülasyonundaki ana bileşenlerin özellikleri

Özellikler	Buğday unu	Ham amarant unu	Kavrulmuş amarant unu	Stevia
Nem (%)	9.18±0.06	9.37±0.01	1.17±0.09	2.34±0.04
Kül (%)*	0.50±0.02	2.37±0.01	2.39±0.00	0.01±0.02
Protein (%)*	11.40±0.13	14.86±0.17	15.67±0.06	0.00±0.00
Yağ (%)*	1.32±0.10	6.54±0.10	5.99±0.03	0.04±0.01
TFM (mg GAE/100 g)⁽¹⁾	87.91±7.39	115.50±0.32	184.10±1.29	11.45±0.32
Antioksidan aktivite (%inhibisyon)	21.37±0.27	38.98±0.46	40.06±0.13	38.18±0.40
TBL (%)⁽²⁾	5.29±0.20	24.26±0.24	25.38±0.54	2.83±0.48
Fitik asit (mg/g)*	0.09±0.02	9.85±0.48	11.61±0.78	0.00±0.00
L*	91.99±0.47	76.22±0.27	73.01±0.33	94.35±0.41
a*	0.50±0.00	3.89±0.06	5.30±0.12	-0.96±0.17
b*	9.46±0.12	19.54±0.06	22.08±0.27	8.32±0.88

*Kuru maddede hesaplanmıştır, ⁽¹⁾TFM: Toplam fenolik madde, ⁽²⁾TBL: Toplam besinsel lif

Materyal olarak kullanılan malzemelerden kabartma tozu; “nişasta, sodyum pirofosfattan ve sodyum bikarbonattan” oluşmaktadır. Margarin “%75 yağlı, bitkisel

yağlar (Ayçiçek, pamuk, palm, kanola), asitlik düzenleyici, yağsız süttozu, tuz, koruyucu, su, aroma verici, emülgatörler, vitaminler ve renklendirici” den oluşmaktadır. Stevia toz tatlandırıcı içerisinde ise “hacim arttırıcılar (polidekstroz, maltitol, eritritol), inülin, tatlandırıcı (steviol glikozit RebA)” yer almaktadır.

3.2. Yöntem

Kavrulmuş amarant unu eldesi için, amarant taneleri elektrikli bir fırında (Arçelik SUF 4000MEB, Bolu, Türkiye) 250°C’de 5 dakika kavrulduktan sonra 212 mikronluk elekten geçene kadar kahve öğütücüsünde (Kiwi marka, KSPG4812, İstanbul, Türkiye) tam randımanlı olarak öğütülmüştür.

Kek hamurları Çizelge 3.2’de verilen bileşenler kullanılarak hazırlanmıştır. Kek formülasyonunda ham ve kavrulmuş amarant unları birinci değişken bileşenler olarak kullanılırken, kristal toz şeker ve stevia ikinci değişken bileşenler olarak kullanılmıştır. Ham amarant unu kavrulmuş amarant unu ile farklı oranlarda (100:00, 75:25, 50:50, 25:75 ve 00:100) karıştırılarak kullanılmış (glutensiz bir un karışımı elde edilmiştir), diğer bileşenler sabit miktarlarda formülasyona ilave edilmiştir. Amarant unu içermeyip sadece buğday unundan yapılan hamur (toz kristal şeker içeren) kontrol kek üretiminde kullanılmıştır. Toplamda 11 farklı hamur formülasyonu oluşturulmuştur.

Kek üretiminde Gerçekaslan ve Boz (2018) tarafından bildirilen formülasyon ve pişirme işlemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Kek hamuru hazırlamak için laboratuvarında mevcut olan 2 kg hamur kapasiteli ve 10 farklı karıştırma hızına sahip mikser (Kitchen Aid marka, KSM45, Amerika) kullanılmıştır. Pişirme işleminde marketten satın alınan 12’li top kek kalıbı (Kaiser marka, Almanya) ve 3 pişirme bölmeli, üst iç yüzeyinde ısıtıcı rezistansı bulunan Arçelik marka SUF 4000 MEB model set üstü elektrikli fırın (Şekil 3.1) kullanılmıştır. Kek hamuru, kalıbın gözlerine yalın halde konulmamış, bu amaçla yine bir marketten temin edilen top kek pişirme kağıtlarından (Ece marka, Kocaeli, Türkiye) yararlanılmıştır. Kullanılan kek kalıbının her bir gözünün üst çapı 62 mm, alt çapı 48 mm ve yüksekliği 30 mm’dir.

Çizelge 3.2. Top kek hamuru formülü

Bileşenler (g)	Top Kek Örnekleri*												
	Kontro I (KK)	KA	KB	KC	KD	KE	KSA	KSB	KSC	KSD	KSE		
Buğday unu	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ham amarant unu	-	140	105	70	35	-	140	105	70	35	-		
Kavrulmuş amarant unu	-	-	35	70	105	140	-	35	70	105	140		
Stevia	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100	100		
Kristal şeker	150	150	150	150	150	150	-	-	-	-	-		
Margarin	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73		
Yumurta	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120		
Süt	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190		
Kabartma tozu	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Vaniya	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Toplam	683	683	683	683	683	683	683	683	683	683	683		

Kek hamuru hazırlanırken bileşenlerin karıştırılmasında ilk önce yumurta ve şeker/stevia katılarak 4 dk, süt eklenerek 2 dk, yağ ilave edilerek 1 dk mikserin 6 hız ayarında ve en son un/amarant unu ve kabartma tozu ilave edilerek mikserin 5 hız

ayarında 4 dakika boyunca homojen karışımı sağlanmıştır. Karışım sonucunda top kek hamurları 35'er g tartılarak kalıplardaki top kek pişirme kağıtlarına yerleştirilmiştir. Top kek kalıbı fırın ızgarası üzerine ortaya gelecek şekilde konulmuş ve kekler 200°C'de 25 dakika süre ile pişirilmiştir. Pişirme metodu sonunda fırından alınan top kekler 20 dakika süre ile kalıp içerisinde, 40 dakika süre ile tel ızgara üzerinde olmak üzere toplam 1 saat soğuması için bekletilmiştir. Kekler soğuduktan sonra (Şekil 3.2) analizleri yapılmıştır. Tez metninde örnek isimleri Çizelge 3.3'teki gibi kodlanarak kısaltılmıştır.

Çizelge 3.3. Kek örneklerinin kodlanmış isimleri ve amarant unu karışım oranları

Örnek Kodları	Amarant unu karışım oranları
Şeker İlaveli Örnekler	
KK (Kontrol)	%100 Buğday unu
KA	%100 Ham amarant unu
KB	%75 Ham amarant + %25 Kavrulmuş amarant unu
KC	%50 Ham amarant + %50 Kavrulmuş amarant Unu
KD	%25 Ham amarant + %75 Kavrulmuş amarant Unu
KE	%100 Kavrulmuş amarant unu
Stevia İlaveli Örnekler	
KSA	%100 Ham amarant unu
KSB	%75 Ham amarant + %25 Kavrulmuş amarant unu
KSC	%50 Ham amarant + %50 Kavrulmuş amarant unu
KSD	%25 Ham amarant unu + %75 Kavrulmuş amarant unu
KSE	%100 Kavrulmuş amarant unu



Şekil 3.1. Setüstü fırın ve top kek kalıbı



Şekil 3.2. Üretilen kek görselleri

3.2.1. Kek örneklerinin analize hazırlanması

Araştırmada üretilen keklerin fiziksel ve kimyasal analizler için homojen öğütmeleri yapılarak analize hazır hale getirilmiştir. Analiz yapılincaya kadar polietilen kilitli poşetlerde 4°C’de bekletilmiştir.

3.3. Analizler

3.3.1. Kimyasal analizler

3.3.1.1. Nem tayini

Buğday unu, amarant, stevia ve kek örneklerinde AACC Metod No: 44-19.01’e göre etüvde 133°C’de yapılmıştır (AACC, 2010). Nem tayini üretimden 4 gün sonra gerçekleştirilmiştir. Kuru madde kabı çalışma sıcaklığında etüvde 1 saat bekletildikten sonra desikatörde oda sıcaklığına gelinceye kadar yaklaşık 15-20 dk soğutulmuştur ve kurutma kaplarının darası alınıp not edilmiştir. Örneklerden kurutma kabına 5’er g tartılmıştır. Örnekler 133°C’de etüvde sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir. Sonra örnekler etüvden çıkartılıp desikatörde soğuması için

bırakılmıştır. Soğuyan örnekler tekrar tartılarak değerler not alınmıştır. Nem miktarı denklem 3.1 kullanılarak hesaplama işlemi yapılmıştır.

$$\text{Nem (\%)} = \frac{100 \times (E - m)}{E} \quad (3.1)$$

E: Örneğin önceki ağırlığı (g)

m: Örneğin kuru ağırlığı (g)

3.3.1.2. Kül tayini

Buğday unu, amarant, stevia ve kek örneklerinde kül tayini, AACC Metod No: 08-01.01'e göre 900°C'de kül fırınında yakılarak analiz edilmiştir (AACC, 2010). Yakma işlemi yüksek değerlerine ayarlanılabilen elektrikli kül fırınında gerçekleştirilmiştir. Kuru maddesi önceden saptanmış olan kek örneğinden krozeeye yaklaşık 2-3 g (0.1 mg hassasiyetle) tartılmıştır. Örnekler sıcaklığı 900°C'ye getirilmiş kül fırınının kapağı üzerine yerleştirilerek, üzerlerine 1-2 ml etil alkol eklenerek ön yakma işlemi yapılmıştır. Daha sonra krozeeler fırına yerleştirip yakma işlemine geçilmiştir. Külün rengi açık gri veya beyaz oluncaya kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Yakma işleminin sonunda krozeeler desikatöre alınıp soğutulma işleminden sonra tartım işlemi yapılarak % kül miktarı aşağıdaki denklem 3.2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Kül miktarı (K.M.'de \%)} = \frac{100 \times (b - a)}{M} \times \frac{100}{100 - W} \quad (3.2)$$

a: Yakma kabı darası (g)

b: Kül+Yakma kabı (g)

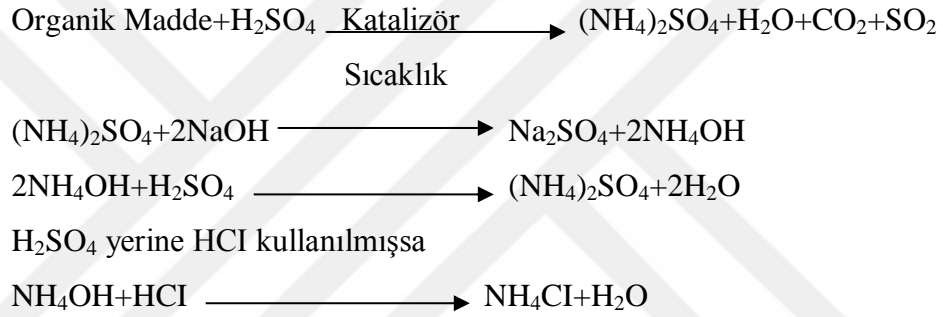
M: Örnek miktarı (g)

W: Örneğin rutubeti (g)

3.3.1.3. Protein tayini

Buğday unu, amarant, stevia ve kek örneklerindeki protein miktarı, AACC Metod No: 46-12.01'e göre yapılmıştır (AACC, 2010).

protein tayinini Kjeldahl yöntemi ile, materyali derişik sülfürik asit ile sıcakta muamele etmek ve içindeki bulunan azotu $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ şeklinde bağladıktan sonra bunu derişik NaOH çözeltisi ile işlem den geçirerek meydana gelen NH_4OH den azotlu maddeler oranını hesaplamaktır. Yöntemin uygulanışı sırasında meydana gelen kimyasal olaylar kısaca aşağıda verilmiştir.



Yakma balonuna 0.25 g örnek tartılmış, üzerine potasyum sülfat ve bakır sülfat karışımından oluşan katalizör (yarım spatül) ve 5 ml derişik sülfürik asit ilave edilmiştir. Balon yakma aletine yerleştirilip köpürme kesilinceye kadar hafif ateşte ısıtılmıştır. Sıcaklık kademeli olarak artırılarak kuvvetli ateşte çözelti berraklaştıktan sonra en az 30 dakika süreyle yakmaya devam edilmiştir. 30 dk içinde balon soğutulduktan sonra destilasyon cihazına yerleştirilmiştir. Daha önce bir erlene metil kırmızısı ve brom kresol yeşil indikatörlerini de içeren 25 ml borik asit çözeltisi konmuş, geri soğutucu çıkış borusunun ucu buna daldırılmıştır. Erlenmayerde en az 150 ml destilat birikinceye kadar ısıtmaya devam edilerek destilasyona başlanmıştır. (Cihazda NaOH miktar ayarı 5-10 sn arası, su alma süresi sıfır, boşaltma süresi 9-11 sn arası ve damıtma süresi ayarı da 160-175 sn arası seçilmiştir). İşlemin sonunda erlen içeriği ayarlı baz çözeltisiyle titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan 0.1 N HCl miktarına (A) göre aşağıdaki denklem 3.3 kullanılarak % Azot (N) hesaplanmıştır. Analiz yaparken örnek içermeyen şahitde de analiz yapılarak

harcanan 0.1 N HCl miktarı da (B) ayrıca bulunmuştur. Protein miktarı ise denklem 3.4 kullanılarak bulunmuştur.

$$\% \text{ Azot (N)} = \frac{1.4 \times (A-B) \times \text{Titrasyon asitinin normalitesi (0.1)}}{\text{Örnek miktarı (g)}} \quad (3.3)$$

$$\% \text{ Protein} = \%N \times \text{Faktör} \quad (3.4)$$

Hesaplanan protein miktarı örneğin nemi esas alınarak denklem 3.5 kullanılarak kuru maddeye çevrilmiştir.

$$\% \text{ Protein (kuru maddede)} = \frac{100 \times \% \text{ Protein miktarı}}{(100 - \text{Örnek nemi})} \quad (3.5)$$

NOT: Faktör buğday unu için 5.7 ve amarant için 6.25 alınmıştır.

3.3.1.4. Yağ tayini

Buğday unu, amarant, stevia ve kek örneklerindeki yağ miktarı (%) tayini AACC Metod No: 30-25.01 (AACC, 2010)'de belirttiği üzere bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Cam beherlerin 1 mg hassasiyetle daraları alınarak içerisine çözücü olarak kullanılan 70 ml n-hekzan konulmuştur. 3.2.2'de anlatıldığı şekilde hazırlanan örnekten 2.5 g tartılarak kartuş içine konulup ekstraksiyon aletinin (VELP marka SER 148 model Solvent Extractor) haznesine yerleştirilmiştir ve 130°C'de 150 dakika ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Çözücünün büyük bir kısmı cihazda otomatik olarak yağdan alınmıştır. Daha sonra içerisinde yağ olan beher 103°C'de etüvde çözücünün geri kalan kısmı da uçurulmuş ve sabit tartıma getirilmesi sağlanmıştır. Beher desikatörde soğutularak hassas terazide tartım yapılmış ve aşağıdaki 6 nolu denklem ile kek örneklerindeki % yağ miktarı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Yağ Miktarı} = [(M2 - M1)/M0] \times 100 \quad (3.6)$$

M₀: Analizde kullanılan madde miktarı (g)

M_1 : Beherin ağırlığı (g)

M_2 : Beherin ve kalıntının ağırlığı (g)

3.3.1.5. Enerji değerinin hesaplaması

Enerji değeri hesaplamasında öncelikle kek örneklerinin her birinin nem, protein, kül, yağ ve toplam lif oranları toplanarak 100'den çıkarılmak suretiyle karbonhidrat değeri hesaplanmıştır (denklem 3.7). Sonra yağ değeri 9 ile bulunan protein ve karbonhidrat değeri 4 ile çarpılarak 100 g kek örneğinin enerji değeri kcal olarak hesaplanmıştır (denklem 3.8) (Elsebaie ve Mostafa, 2018).

$$\text{Karbonhidrat} = [100 - (\text{nem} + \text{yağ} + \text{protein} + \text{kül} + \text{lif})] \quad (3.7)$$

$$\text{Enerji} = (\text{yağ} \times 9) + (\text{protein} \times 4) + (\text{karbonhidrat} \times 4) \quad (3.8)$$

3.3.1.6. Su aktivitesi tayini

Örnek kekler 25°C sıcaklıkta Aqualab Pre marka su aktivitesi cihazında ölçüm yapılarak bulunmuştur. (Mierzwa ve Kowalski, 2016).

3.3.2. Fonksiyonel analizler

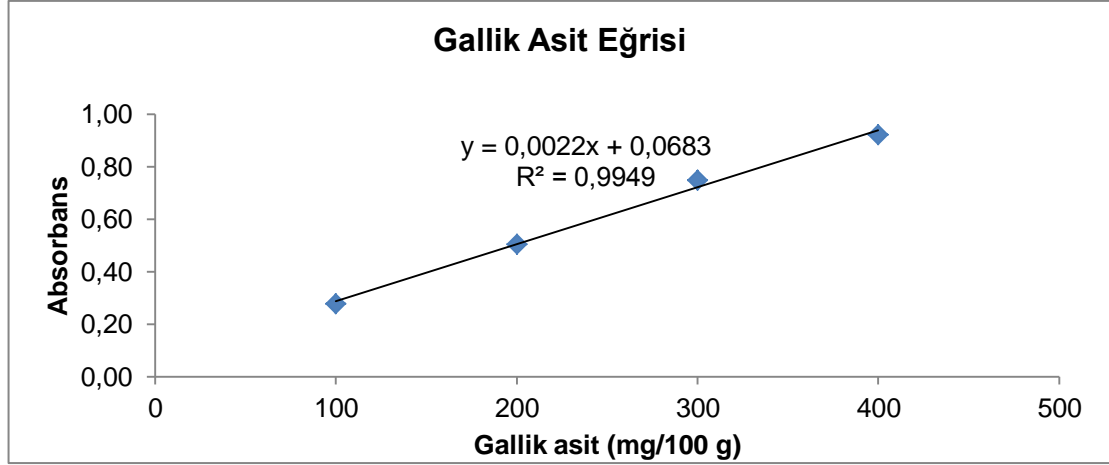
3.3.2.1. Toplam besinsel lif (TBL) miktarı tayini

Araştırmada kullanılan buğday unu, amarant, stevia ve kek örneklerinin toplam besinsel lif (TBL, %) oranı Megazyme Total Dietary Fiber Assay Kit (Megazyme International Ireland Limited, Wicklow, Ireland) analiz kiti kullanılarak sonuçlar belirlenmiştir. Bu analiz kitinde metod Lee ve ark. (1992) ve Prosky ve ark. (1988, 1992) yöntemleri yenileyerek oluşturmuştur. Bu yöntemle örnekler 10 ml MES-Tris tamponunda (pH 8.2) süspansiyon edilerek, nişasta ve proteinleri uzaklaştırmak için sırasıyla termal α -amilaz, proteaz ve amiloglukozidaz enzimleri ile işlem

görmüşlerdir. Termal α -amilaz ile 100°C’de nişasta, proteaz ile 60°C’de proteinler hidrolize edilmiş ve amiloglukozidaz ile 60°C’de nişastanın glukoz birimlerine parçalanması sağlanmıştır. Nişasta olmayan polisakkaritlerin (besinsel liflerin) çöktürülmesi, çözüner protein ve glukoz birimlerinin ortamdaki uzaklaştırılması amacıyla örneklere % 95’lik etil alkol eklenerek 60 dakika çökelmeye oluncaya kadar bekletilmiştir. Darası alınmış Por 2 sinter filtreli cam krozelerde filtrasyon işlemi sağlandıktan sonra erlenlerin içindeki kalıntı % 95’lik etil alkol, % 78’lik etil alkol ve aseton ile yıkanarak tekrar filtre edilmiştir. Besinsel lif miktarının ölçülmesi amacıyla cam krozeler 105°C’de bir gece kurutulmuş ve tartım işlemi yapılmıştır. Cam krozelerdeki içerik 525°C’de yakılarak bulunan kül miktarı önceden belirlenmiş toplam besinsel lif miktarından çıkarılarak kül doğrulaması yapılmıştır. Sonuç olarak toplam besinsel lif miktarı % olarak kuru madde üzerinden hesaplanmıştır (Prosky ve ark., 1988; Lee ve ark., 1992; Prosky ve ark., 1992).

3.3.2.2. Toplam fenolik madde (TFM) içeriği tayini

Köten (2021)’in açıkladığı yöntemine göre Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Buğday unu, amarant, stevia ve kek örneklerinde TFM tayini için öncelikle ekstraksiyon metodu yapılmıştır. 1 gr örnek 10 ml % 80 metanol/su karışımında 2 saat 200 rpm’de 37°C’de çalkalanmıştır. Süre sonunda örnekler 2600 g’de 15 dakika santrifüj edilip filtre kağıdından geçirilen süzütüden analiz yapılmıştır. 100 μ L örnek üzerine 900 μ L su ilave edildikten sonra 1 ml % 10 seyreltilmiş Folin-Ciocalteu ayracı (Merck, Almanya) ve 2 ml % 10’luk sodyum karbonat (Merck, Almanya) solüsyonu ilavesi ile homojen şekilde karışımı sağlanmıştır. Oda sıcaklığında 1 saat inkübasyonda bekletilip 765 nm’de spektrofotometrede (biochrom Libra S60, UK) absorbans değerleri ölçülmüştür. TFM içeriği; ölçülen absorbans miktarları evvelden gallik asit ile meydana gelen absorbans/konsantrasyon standart grafiğinden çıkan sonuçlar denklemde yazılarak hesaplamalar yapılmıştır. 100 gr örnek için mg gallik asit eşdeğer (GAE) miktarı olarak belirlenmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Gallik asit eğrisi (mgGAE/100 g)

3.3.2.3. Antioksidan aktivite tayini

Buğday unu, amarant, stevia ve keklerde antioksidan aktivite tayini için 0.1 g örnek tartıldıktan sonra 3 ml metil alkol eklenerek 1 saat ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. 9000 rpm'de 20 dakika santrifüjlenen tüplerin süpernatant kısmı ayrı bir tüpe alınarak ekstrakt stoğu hazırlanmıştır.

Pembe renkli sabit bir bileşik olan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalinin imhası sonucunda, renkte oluşan azalmanın spektrofotometrik yönden ölçülmesi yöntemine ile yapılmaktadır. 3.9 mL DPPH solüsyonu (0.025 g/L metanol) 0.1 mL ekstrakt ile karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 120 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda örnek absorbansları 515 nm'de ölçülmüştür. DPPH radikalinin inhibisyon oranı aşağıdaki denklem 3.9'a göre hesaplanmıştır. (Köten, 2021)

$$\text{DPPH radikalinin inhibisyon oranı (\%)} = \left[\frac{A_{\text{kör}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kör}}} \right] \times 100 \quad (3.9)$$

3.3.2.4. Fitik asit tayini

fitik asitin Fe^{+3} ile çözünmez formu olan demirfitat şeklinde çöktürülüp Örneklerdeki arta kalan yani çökelmeyen Fe^{+3} miktarının bipyridine ile oluşturduğu rengin spektrofotometrik olarak ölçülmesine dayalı bir yöntem kullanılmıştır. Bu

ölçüm miktarı ile fitik asite bağlanıp çöken Fe^{+3} miktarı da dikkate alınarak fitik asit konsantrasyonu hesaplanmaktadır. Bu analize aslında bir nevi Fe tayini de denebilir. Kurve ters lineer çıktığı için elde edilen sonuç fitat miktarını ifade etmektedir (Haug ve Lantzsch, 1983). Metod aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmektedir.

Ekstraksiyon ve analizin yapılışı

- a. 0.1 gr un inceliğinde (200 mikron elekten geçen) öğütülerek örnek 15 ml'lik falkon tüpüne alınmıştır. Üzerine 10 ml 0.4 M HCl (Merck 100317) içinde çözündürülerek %10'luk Na_2SO_4 (Merck 106649) eklenmiştir.
- b. 175 RPM'de çalkalayıcıda 3 saat çalkalanmıştır.
- c. Çalkalama sonunda 4600 devir/dk da 20 dakika santrifüj edilmiştir.
- d. Santrifüj sonunda süpernatant (süzüntü) kısmından 1 ml alınarak (15 ml'lik falkon tüpüne) üzerine 2 ml ferik solüsyon ilave edilmiş ve sıcaklığı $95^{\circ}C$ 'ye ayarlı su banyosunda 30 dakika bekletilmiştir.
- e. Sıcak su banyosundan alınan örnekler soğuk su banyosunda oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur.
- f. Oda sıcaklığına ulaşan örnekler 10 dakika tekrar 4600 devir/dk da santrifüj edilmiştir (santrifüj sonrası tüplerin alt kısmında fitik asit+ Fe^{+3} kompleksinin oluşturduğu jel bir yapı görülmüştür).
- g. Santrifüj edilen örneklerden cam test tüplerine 1 ml alınmış ve üzerine 3 ml 2,2 bypiridine solüsyonu eklenmiştir (bypiridine eklendikten sonra örnekler pembemsi bir renkte gözükümüştür).
- h. Oluşan pembe renk 519 nm de okunmuştur.

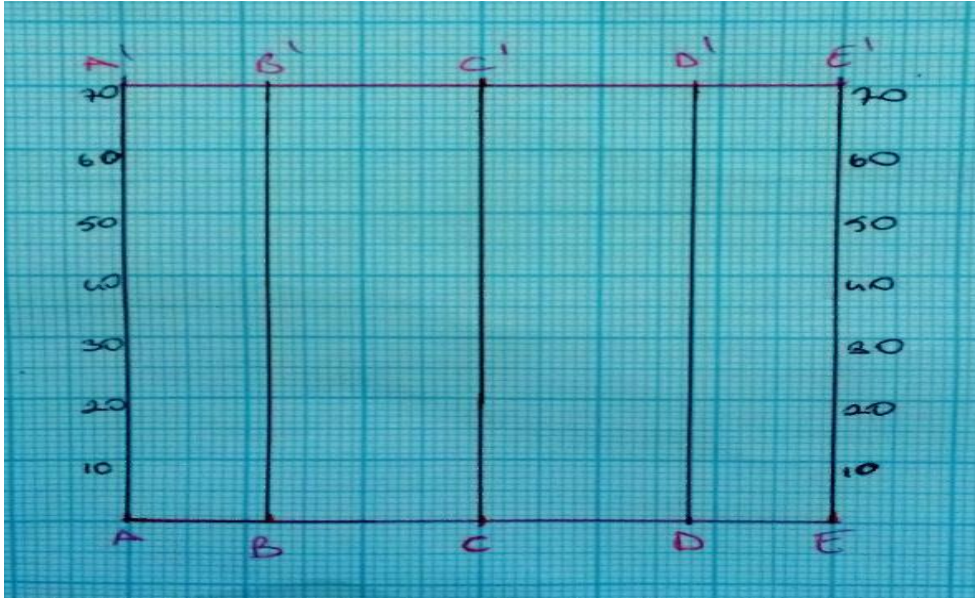
Fitik asitin sodyum tuzundan (Sigma P-8810) hazırlanan standartların 519 nm de okunmasından sonra okunan absorbanslara göre excel programında bir eğri çizilmiştir (eğri x ekseninde absorbans değerleri, y ekseninde standartların ppm olarak konsantrasyonu olacak şekilde). Eğrinin denklemi bulunarak ($y=ax+b$ şeklinde) denklemde x yerine örnekler için okunan absorbans değerleri konularak örneklerin fitik asit miktarı bulunmuştur.

3.3.3. Renk analizleri

Buğday unu, amarant, stevia ve kek örneklerinin (üst yüzey ve iç rengi) renk ölçümleri Hunterlab MiniScan EZ (Reston, Virginia, USA) model renk ölçüm cihazıyla yapılmış ve değerler yine bu cihazda CIALAB ölçüm sistemine göre ifade edilmiştir. Hunterlab renk skalasında $L^*=100$ (beyaz); $L^*=0$ (siyah), $-a^*$ (yeşillik), $+a^*$ (kırmızılık); $-b^*$ (mavilik), $+b^*$ (sarılık) değerleri gün ışığı ($D65/10^\circ$) ayarında okunmuştur. L^* değerinin 100'den sıfıra doğru azalması rengin siyaha yaklaştığını ($0=$ siyah; $100=$ beyaz), b^* değerindeki artış rengin sarılaştığını; azalış ise rengin maviye değişimini ($+$ değer= sarı; $-$ değer= mavi) a^* değerindeki artış rengin kırmızılaştığını; azalışın ise rengin yeşillendiğini ($+$ değer= kırmızı; $-$ değer= yeşil) göstermektedir. Renk ölçümleri 2 paralelli ve 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.4. Morfojeometrik analizler

Araştırmada üretilen top keklerin hacim, simetri, tekdüzelik ve toplam hacim indeksi değerleri İpek ve Dizlek (2018)'in bildirdikleri yönetime göre belirlenmiştir. Kek örneklerinin hacimleri (Uluöz, 1965) belirlediği metoda göre tayin edilmiştir. Ayrıca, keklerin pişme kaybı özellikleri (Dizlek ve Gül, 2009) saptanmıştır.



Şekil 3.4. Top keklerin morfojeometrik analizinde kullanılan ölçüm şablonu

$$\text{Hacim İndeksi (mm)} = |BB'| + |CC'| + |DD'|$$
$$\text{Simetri İndeksi (mm)} = 2 \times |CC'| - |BB'| - |DD'|$$
$$\text{Tekdüzelik İndeksi (mm)} = |BB'| - |DD'|$$
$$\text{Toplam Hacim İndeksi (mm)} = |AA'| + |BB'| + |CC'| + |DD'| + |EE'| + |AE| + |A'E|$$

3.3.5. Tekstür analizleri

Amarant unu eklenerek üretilen keklerde Tekstürel parametreler (sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, elastiklik ve çiğnenebilirlik) TA-XT Plus tekstür analiz cihazında (Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK) P/36R prob ile pişirilip oda sıcaklığında soğutulduktan sonra streç filmle kaplanarak yaklaşık 24 saat bekletildikten sonra keklerden 5 mm çap ve 20 mm yüksekliğinde sonda ile alınan örneklere Tekstür Profil Analizi (TPA) uygulanarak belirlenmiştir. Testin yapıldığı mekaniksel şartlar (test parametreleri) cihazda aşağıdaki gibi ayarlanmıştır: (Gerçekaslan ve Boz, 2018).

Pre-test speed: 1 mm/s

Test speed: 2 mm/s

Post-test speed: 1 mm/s

Test distance: 5 mm

Trigger type: Auto (Force)

Trigger Force: 0.049 N

Compression ratio: %40

3.3.6. Duyusal analiz

Köten (2021)'in bildirdiği metot yenilenerek kullanılmıştır. Duyusal analiz 10 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistlerden kek örneklerinin dış ve iç özellikleri, tekstür özellikleri, tat ve aroma özellikleri ve genel kabul edilebilirlik açısından; 1-5 arasındaki skala (1-çok kötü, 2-kötü, 3-orta, 4-iyi ve 5-çok iyi) kullanılarak duyusal değerlendirme yapılmaları istenmiştir. Duyusal değerlendirme formu EK 1'de ve değerlendirme skalası EK 2'de verilmiştir.

3.3.7. İstatiksel analizler

İki tekerrürlü olarak yapılan çalışmada elde edilen veriler ortalama \pm standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. Kek örnekleri arasındaki varyasyonların önemi, JMP 11.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İstatistiki olarak önemli bulunan varyasyon kaynaklarının ortalamaları $p \leq 0.05$ düzeyinde LSD testi ile karşılaştırılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Kimyasal Özellikler

Kek örneklerinin kimyasal özelliklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Keklerin kimyasal özelliklerine ait ortalama değerler⁽¹⁾

Örnekler ⁽²⁾	Nem (%)	Kül* (%)	Protein* (%)	Yağ* (%)	Enerji (Kcal)	Su aktivitesi (a _w)
KK	21.30±0.02 ⁱ	1.43±0.01 ⁱ	10.29±0.21 ⁱ	18.97±0.02 ⁱ	376.62±0.38 ^a	0.83±0.01 ^g
KA	24.15±0.04 ^e	2.14±0.02 ^e	10.72±0.07 ^e	23.87±0.24 ^a	376.34±1.02 ^a	0.88±0.00 ^d
KB	22.26±0.18 ^g	2.17±0.02 ^e	10.85±0.08 ^e	23.47±0.11 ^{ab}	380.42±2.89 ^a	0.85±0.00 ^e
KC	21.70±0.07 ^h	2.23±0.04 ^d	11.11±0.01 ^d	23.10±0.33 ^{ab}	376.41±2.55 ^a	0.84±0.00 ^f
KD	21.22±0.20 ⁱ	2.24±0.04 ^d	11.15±0.05 ^d	22.32±0.46 ^{bc}	368.17±2.22 ^b	0.84±0.01 ^f
KE	23.77±0.04 ^f	2.27±0.04 ^d	11.22±0.01 ^d	21.60±1.05 ^{cd}	353.55±5.76 ^c	0.84±0.00 ^f
KSA	29.57±0.05 ^a	2.43±0.03 ^c	11.18±0.14 ^d	23.08±0.12 ^{ab}	343.71±1.38 ^d	0.93±0.00 ^a
KSB	29.23±0.10 ^b	2.46±0.02 ^{bc}	11.58±0.02 ^c	21.22±0.09 ^d	331.56±0.76 ^e	0.92±0.01 ^b
KSC	27.56±0.02 ^c	2.48±0.03 ^{abc}	11.75±0.07 ^{bc}	20.31±0.04 ^e	332.08±3.36 ^e	0.91±0.00 ^{bc}
KSD	26.29±0.11 ^d	2.50±0.02 ^{ab}	11.89±0.03 ^{ab}	17.31±0.12 ^g	319.83±0.52 ^f	0.91±0.00 ^{bc}
KSE	26.37±0.04 ^d	2.53±0.02 ^a	11.99±0.06 ^a	17.10±0.15 ^g	316.05±0.71 ^f	0.90±0.00 ^c

⁽¹⁾Çizelgede, her bir özellik için sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0.05); ⁽²⁾KK: kontrol kek (%100 buğday unu katkılı şekerli kek); KA: %100 ham + %0 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KB: %75 ham + %25 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KC: %50 ham+%50 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KD: %25 ham+%75 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KE: %100 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KSA: %100 ham + %0 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSB: %75 ham+%25 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSC: %50 ham+%50 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSD: %25 ham+%75 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSE: %100 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek; *Kuru maddede hesaplanmıştır.

Çizelge'den de görüleceği üzere keklerin nem değerleri %21.22-29.57 arasında değişmiştir. Kek formülasyonunda kavrulmuş amarant unu kullanımı örneklerin nem değerlerini önemli derecede etkilemiştir (p≤0.05). Örneklerin nem değerleri kavrulmuş amarant unu oranının artmasına bağlı olarak azalış göstermiştir. Bu azalışın kavrulmuş amarant ununun su tutma kapasitesinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca formülasyonda stevia kullanımının nem değerlerine etkisi önemli (p≤0.05) bulunmuştur. En düşük nem miktarı (%21.22) kontrol örneğinde bulunurken en yüksek nem miktarı (%29.57) KSA örneğinde bulunmuştur. Stevialı kek örneklerinin nem değerleri hem kontrol örneğinden hem de

şekerli kek örneklerinden daha yüksek çıkmıştır. Palamutoğlu ve ark. (2018), stevia ikamesinin kek örnekleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarında nem içeriğini en yüksek %25.59 olarak tespit etmişlerdir. Örneklerin stevia içeriği arttıkça nem değerinin de arttığını bildirmişlerdir.

Kek örneklerinin kül değerleri %1.43 ile %2.53 arasında değişim göstermiştir. Aynı zamanda istatistiksel bakımından önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). En yüksek kül miktarı %2.53 ile KSE örneğinde görülürken en düşük kül miktarı %1.43 ile KK örneğinde görülmüştür. Kek üretiminde amarant unu kullanımı kontrol kekine göre kül miktarında önemli düzeyde artışa neden olmuştur. Bu durum amarant ununun kül değerinin buğday ununa kıyasla yüksek olmasından kaynaklanabilmektedir. Machado Alencar ve ark. (2015) yapmış oldukları çalışmalarında tam amarant unu kullanılarak üretilen glutensiz ekmek örneklerinde kül içeriklerinin kontrolden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.1' de kek örneklerinin protein değerleri %10.29 (KK örneğinde) ile %11.99 (KSE örneğinde) arasındadır. Kullanılan amarant unlarının ve oranlarının keklerin protein miktarı üzerine etkisi önemli ($p \leq 0.05$) bulunmuştur. Tüm kek örneklerinin protein değerleri beklendiği gibi kontrol örneğinden yüksek bulunmuştur. Çizelge 3.1'den anlaşılacağı üzere amarant ununun protein miktarı kavurmaya da bağlı olarak buğday unundan oldukça yüksek çıkmıştır. Bu durum kek örneklerinde protein miktarının artmasıyla sonuçlanmıştır. Yapılan bir çalışmada yalancı tahıl ikameli erişte örneklerinde amarant unu ilavesinin protein miktarını önemli ($p \leq 0.05$) seviyede artırdığı bildirilmiştir (Öncel ve ark., 2019). Gambus ve ark. (2009) amarant, karabuğday ve keten tohumu unu ile zenginleştirilmiş kek ürettikleri çalışmalarında amarant unu ilavesi ile keklerin protein miktarlarının kontrole göre arttığını bulmuşlardır.

Hamurun amarant unu ile hazırlanması kontrol örneğine göre kek örneklerinin yağ miktarlarında önemli bir değişikliğe yol açmıştır ($p \leq 0.05$, Çizelge 4.1). Kavrulmuş amarant unu düzeyinin hamur bileşimindeki payının artmasına bağlı olarak olarak hem şekerli hem de stevialı top kek örneklerinin yağ miktarlarında

azalış gözlenmiştir. Yağdaki azalmanın nedeni kavurma ve pişme sırasında (kuru ısıda) yağların oksidasyona uğraması olabilir. Sonuçlara göre, en yüksek yağ değeri (%23.87) tamamen ham amarant unu içeren kek örneğinde görülürken en düşük yağ değeri(%17.10) tamamen kavrulmuş amarant unundan üretilen kek örneğinde görülmüştür. Yağ miktarındaki azalış durumu daha önce yapılan prejelatinize amarant unu ilaveli kek çalışmasında (Carmona-Garcia ve ark., 2022) bulunan sonuçla benzer bulunmuştur.

Besin öğelerinin enerji değerlerine bakıldığında örnekler arasındaki farkın önemli olduğu ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir. KB örneğinin en yüksek enerji oranına sahip olduğu ve şekerin yerine stevia kullanılması halinde enerji değerinde önemli ölçüde azalmanın olduğu gözlemlenmiştir. Bahsedilen azalma en yüksek enerji değeri olan 380.42'den 316.02'ye kadar düşme şeklinde olmuştur. Bu da çalışmada hedeflenen düşük kalorili ürün elde edilmesi amacına ulaşıldığını göstermiştir. Zulkifli ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada şeker yerine %0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında stevia, ikame edilerek üretilen keklerde stevia oranının artmasıyla enerji değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, bu tez çalışmasının bulgularıyla uyumludur. Barakat ve Abdulla (2014), tarafından yapılan başka çalışmada ise stevia yaprak tozu şeker yerine kullanılarak düşük kalorili kek üretilmiştir. Yapılan analizler sonucunda stevia yaprak tozu oranının artmasıyla keklerin enerji değerlerinin azaldığı rapor edilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre keklerin su aktivitesi değerlerindeki değişimin istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.1' de keklerin su aktivite değerleri 0.83-0.93 arasında değişim göstermiştir. En düşük su aktivite değeri 0.83 olarak kontrol kekinde belirlenirken, en yüksek su aktivite değeri 0.93 olarak KSA örneğinde belirlenmiştir. Kavrulmuş amarant unu oranının artması ile orantılı olarak su aktivitesi değerlerinin azaldığı ancak kontrol kek örneğine ait değerden yüksek olduğu saptanmıştır. Stevia içeren top kek örneklerinin su aktivite değerleri şekerli kek örneklerinkinden daha yüksek bulunmuştur. Keklerde uygun depolama koşullarında raf ömrü süresince gerçekleşen biyokimyasal tepkimeler sebebiyle kalite kaybı söz konusu olmaktadır. Bu sebeple kekin tat, koku ve

yapısında meydana gelen farklılıkların en aza indirilerek raf ömrü süresinin uzun tutulması konusunda su aktivitesi oldukça önemli bir parametredir. Raf ömrü süresince mikrobiyolojik bozulmalar dikkate alınarak küflenme ve mikrobiyolojik bozulma riskinin en aza indirilmesinde su aktivitesinin ölçülmesi oldukça önem arz etmektedir. Su aktivite değerinin 0.85' in üzerinde olması keklerin raf ömrü ve mikrobiyolojik açıdan riskli gruba girmesi anlamına gelmektedir (Pylar, 1988).

Yapılan bir çalışmada pandispanya yapımında %50 mısır nişastasının amarant unu ile değiştirilmesi, kontrol pandispanyaya kıyasla protein içeriğinin %40 artmasını sağlamıştır (Majzoobi ve ark., 2016).

4.2. Fonksiyonel Özellikler

Kek örneklerinin fonksiyonel özellikler olarak nitelendirilen toplam fenolik madde (TFM), antioksidan, fitik asit ve toplam besinsel lif (TBL) içeriklerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Hem şekerli hem de stevalı kek örneklerinin toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, fitik asit ve toplam besinsel lif değerleri sırasıyla 27.82-40.09 mgGAE/100 g, %36.09-38.27, 0.00-3.99 mg/g ve %6.83-13.47 aralıklarında artan kavrulmuş amarant unu oranı ile artmıştır (Çizelge 4.2). Buğday ununa göre amarant ununda tespit edilen yüksek TFM, antioksidan, fitik asit ve TBL içerikleriyle (Çizelge 3.1) bağlantılı olarak değerlerin yüksek çıkması beklenen bir durum olmuştur. Çizelge incelendiğinde fenolik madde içeriğinin en düşük kontrol örneğinde 20.32 mgGAE/kg, en yüksek KE örneğinde 40.09 mgGAE/100 g olduğu görülmektedir. Kavrulmuş amarant miktarı arttıkça fenolik madde miktarında artış görülmüştür. Fenolik madde miktarındaki artış istatistiksel açıdan da önemli ($p \leq 0.05$) bulunmuştur. Şekerli keklerdeki fenolik madde değerleri stevalı kek örneklerinden daha yüksek saptanmıştır. Bu durum da istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.2. Keklerin fonksiyonel özelliklerine ait ortalama değerler⁽¹⁾

Örnekler ⁽²⁾	TFM* (mg GAE/100 g)	Antioksidan (%inhibisyon)	Fitik Asit* (mg/g)	TBL* (%)
KK	20.32±1.29 ^a	27.52±0.53 ^{bc}	0.00±0.00 ^d	6.83±0.11 ^f
KA	28.95±1.29 ^g	36.09±0.13 ^e	2.96±0.04 ^c	9.47±0.03 ^e
KB	30.55±0.32 ^{ef}	36.54±0.07 ^{de}	2.99±0.08 ^{bc}	9.81±0.70 ^e
KC	33.95±1.29 ^c	36.63±0.33 ^{de}	3.08±0.04 ^{bc}	10.85±0.19 ^d
KD	36.91±0.96 ^b	37.10±0.20 ^{cd}	3.59±0.38 ^{abc}	12.40±0.14 ^{bc}
KE	40.09±0.32 ^a	37.85±0.33 ^{ab}	3.75±0.65 ^{abc}	12.59±0.06 ^{bc}
KSA	27.82±0.96 ^g	36.13±0.86 ^{de}	2.99±0.08 ^{bc}	10.93±0.41 ^d
KSB	28.95±1.29 ^g	36.73±0.33 ^{de}	3.07±0.15 ^{bc}	11.95±0.05 ^c
KSC	30.55±0.32 ^{ef}	36.77±0.66 ^{de}	3.35±0.50 ^{abc}	12.33±0.80 ^{bc}
KSD	31.68±0.64 ^{de}	37.80±0.40 ^{ab}	3.83±0.76 ^{ab}	12.89±0.15 ^{ab}
KSE	32.82±0.96 ^{cd}	38.27±0.40 ^a	3.99±0.02 ^a	13.47±0.31 ^a

⁽¹⁾Çizelgede, her bir özellik için sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farksızdır (p>0.05); ⁽²⁾KK: kontrol kek (%100 buğday unu katkılı şekerli kek); KA: %100 ham + %0 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KB: %75 ham + %25 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KC: %50 ham+%50 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KD: %25 ham+%75 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KE: %100 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KSA: %100 ham + %0 kavrulmuş amarant unu katkılı stevia'lı kek, KSB: %75 ham+%25 kavrulmuş amarant unu katkılı stevia'lı kek, KSC: %50 ham+%50 kavrulmuş amarant unu katkılı stevia'lı kek, KSD: %25 ham+%75 kavrulmuş amarant unu katkılı stevia'lı kek, KSE: %100 kavrulmuş amarant unu katkılı stevia'lı kek; *Kuru maddede hesaplanmıştır.

Kek örneklerinin antioksidan değerleri Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere artan kavrulmuş amarant unu ile birlikte artmıştır. En yüksek antioksidan değeri KSE örneğinde %38.27, en düşük kontrol örneğinde %27.52 olarak tespit edilmiştir. Antioksidan değerleri üzerine stevia/şeker uygulamasının tesiri istatistiksel bakımdan önemsiz (p>0.05) bulunurken, ham/kavrulmuş amarant unu uygulamasının etkisi önemli (p≤0.05) bulunmuştur. Şekerli kek örneklerinin antioksidan değerleri stevia'lı kek örneklerinin antioksidan değerlerine yakın çıkmıştır. Yeşil ve Levent (2022) yaptıkları çalışmalarında iki farklı yöntemle (spontan fermentasyon ve maya fermentasyonu) fermente edilen amarant unlarını kullanarak glutensiz ekmek ürettiklerini ayrıca ekmek örneklerinin antioksidan aktivite miktarlarını arttırdığını bildirmişlerdir. Ham ve çimlendirilmiş amarant unu kullanılarak glutensiz bisküvi üretiliminin yapıldığı bir çalışmada (Chauhan ve ark., 2015) ise çimlendirilmiş amarant ununun kullanıldığı bisküvilerde en yüksek antioksidan aktivite değerini saptamışlardır. Mutlu ve ark. (2019) amarant unu kullanımının glutensiz kek numunelerinin antioksidan aktivite değerleri üzerine etkisinin önemli (p≤0.05) olduğunu bildirmişlerdir.

Amarant unu kullanımı keklerin fitik asit miktarında artışa sebep olmuş ancak bu durum istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. En yüksek fitik asit 3.99 mg/g ile %100 kavrulmuş amarant unundan yapılmış stevialı KSE örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Fitik asit, proteinleri, mineralleri ve nişastayı dolaylı veya doğrudan bağlayabilmesi nedeniyle bir antinutrient olarak kabul edilir. Bu bağlanma, besinlerin sindirilebilirliğini veya biyoyararlanımını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca fitik asidin antikarsinogenik ve antioksidan gibi sağlıklı etkileri birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Ancak, faydalı etkiler ortaya çıkarmak için insanlar için dozaj bilgisi sınırlıdır (Aktaş ve Levent, 2018). Gambus ve ark., (2002) amarant ununu değişik oranlarda kullanarak ekmeğin üretimi yaptıkları çalışmalarında kullanılan amarant içeriğinin artmasından dolayı fitik asit içeriğinin de arttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.2'ye bakıldığında, toplam besinsel lif değerinin en yüksek KSE örneğinde (%13.47), en düşük kontrol örneğinde (%6.83) olduğu görülmektedir. Kek üretiminde amarant kullanımı ve özellikle artan oranlarda kavrulmuş amarant unu kullanımı TBL değerlerinde önemli bir artışa neden olmuştur ($p\leq 0.05$). Amarant unundan yapılmış tüm keklerin TBL değerleri kontrol kekinin TBL değerinden yüksek bulunmuştur. Antoniewska ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada amarant unundan ürettikleri keklerde besinsel lif içeriğini kontrol kek örneğinden 2.5 kat daha fazla, %13.60 olarak rapor etmişlerdir. Sanz-Penella ve ark. (2013) farklı oranlarda tam amarant unu kullanılarak ekmeğin ürettikleri çalışmalarında, amarant miktarının artmasıyla besinsel lif miktarında da artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yine yapılan bir çalışmada amarant unu ilaveli keklerin toplam besinsel lif miktarlarının kontrole göre daha fazla olduğu bildirilmiştir (Gambus ve ark., 2009). Diğer bir çalışmada ise pandispanya yapımında %50 mısır nişastasının amarant unu ile değiştirilmesi, kontrol pandispanyaya kıyasla diyet lifi içeriğinin üç katına çıkmasını sağlamıştır (Majzoobi ve ark., 2016).

4.3. Renk Özellikleri

Kabuk renk değerleri üretilen keklerin albenisini etkilemesi yanında pişirme sürelerinin belirlenmesinde araştırmacılara katkı sağlayan önemli bir kalite parametresidir.

Ham ve kavrulmuş amarant unu içeren glutensiz un karışımından üretilen top keklerin iç renk ve kabuk özelliklerine ilişkin bulgular Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelge'deki veriler incelendiğinde amarant ununun kek örneklerinin kabuk L* ve a* renk değerlerini önemli ($p \leq 0.05$) düzeyde etkilediği görölmektedir. Örneklerin kabuk b* renk değerlerindeki değişim ise istatistiksel açıdan önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Renk analizi sonuçlarına göre kek üretiminde amarant unu kullanımı, keklerin kabuk L*(parlaklık), a*(kırmızılık) ve b*(sarılık) değerlerinin düşmesine neden olmuştur (Çizelge 4.3). Çizelgeden tüm değerlerin kontrol örneğinden düşük olduğu da görölmektedir. Bu durumda kekler kontrol örneğine göre daha az parlak ve daha az sarı görünüm kazanmıştır. Kek üretim formülasyonlarında renk olarak buğday unundan daha esmer (Çizelge 3.1) olan amarant unu kullanıldığından renk değişiminin bu şekilde olması beklenen bir durum olmuştur. Şekerli keklerin kabuk b* renk değerleri stevia'lı keklerden daha yüksek bulunurken, L* renk değerleri daha düşük bulunmuştur. Yani şekerli kekler daha sarı renk, stevia'lı kekler ise daha parlak bir görünüm kazanmıştır. Kabuk renginin aksine kek örneklerinin iç renk L*, a* ve b* değerlerinde artış gözlenmiştir. Bu durum iç yapının pişme sırasında daha az ısıya maruz kalmasından kaynaklanmış olabilir. Kek üretiminde amarant unu kullanılmasının kek içi a* renk değerine etkisi istatistiksel açıdan önemli ($p \leq 0.05$) bulunurken, L* ve b* renk değerlerine etkisi önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Şeker yerine stevia kullanımının ise tüm kek içi renk değerlerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Keklerin kabuk rengi; pH, hamurun su içeriği, indirgen şeker ve aminoasit miktarı, hava hızı, bağıl nemi ve pişirme sıcaklığı, gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Olçay, 2019). Kek kabuklarının renk değerleri arasındaki farklar bu faktörlerdeki değişimler ile ifade edilebilir.

Çizelge 4.3. Keklerin üst yüzey (kabuk) ve iç rengine ait ortalama değerler⁽¹⁾

Örnekler ⁽²⁾	L*(Kabuk)	a*(Kabuk)	b*(Kabuk)	L*(İç)	a*(İç)	b*(İç)
KK	36.47±0.35 ^a	18.93±0.40 ^a	23.67±0.70 ^a	61.77±1.06 ^a	7.81±0.45 ^g	35.09±0.08 ^a
KA	20.52±0.34 ^{fg}	14.38±0.60 ^e	14.09±1.19 ^e	38.35±6.61 ^{ef}	10.54±0.36 ^{cde}	26.10±3.18 ^d
KB	19.92±0.40 ^g	13.10±0.29 ^{fg}	17.03±0.97 ^{cd}	37.38±2.64 ^f	10.75±0.73 ^{cd}	26.82±1.33 ^d
KC	21.21±0.86 ^{ef}	13.67±0.26 ^f	15.76±1.39 ^{de}	39.57±1.90 ^{ef}	11.19±0.31 ^{bc}	27.57±1.16 ^d
KD	21.43±0.99 ^e	12.97±0.28 ^g	17.83±0.93 ^{bc}	42.20±4.25 ^{de}	10.11±0.55 ^{def}	27.09±2.37 ^d
KE	22.83±0.71 ^d	12.95±0.63 ^g	18.93±1.28 ^b	43.61±4.50 ^{cd}	10.02±0.45 ^{ef}	29.87±2.54 ^c
KSA	28.51±0.49 ^b	17.36±0.23 ^b	18.07±1.11 ^{bc}	52.01±1.40 ^b	9.45±0.31 ^f	32.41±0.56 ^b
KSB	25.28±0.23 ^c	15.73±0.47 ^c	16.74±2.41 ^{cd}	47.32±0.71 ^c	10.81±0.52 ^{bcd}	31.98±1.12 ^{bc}
KSC	22.58±0.46 ^d	14.64±0.21 ^{de}	16.72±0.34 ^{cd}	47.57±2.34 ^c	11.47±0.20 ^{ab}	32.73±1.14 ^b
KSD	24.51±0.07 ^c	15.11±0.01 ^{cd}	15.51±0.20 ^{de}	44.74±3.32 ^{cd}	11.13±0.39 ^{bc}	31.06±1.76 ^{bc}
KSE	23.03±1.04 ^d	13.31±0.90 ^{fg}	11.44±1.44 ^f	43.71±1.10 ^{cd}	12.11±0.77 ^a	31.67±0.65 ^{bc}

⁽¹⁾Çizelgede, her bir özellik için sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0.05); ⁽²⁾KK: kontrol kek (%100 buğday unu katkılı şekerli kek); KA: %100 ham + %0 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KB: %75 ham + %25 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KC: %50 ham+%50 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KD: %25 ham+%75 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KE: %100 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KSA: %100 ham + %0 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSB: %75 ham+%25 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSC: %50 ham+%50 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSD: %25 ham+%75 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSE: %100 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek.

Yapılan bir çalışmada farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) amarant unu kullanılarak hazırlanan yağı azaltılmış pound kek örneklerinde renk analizleri yapılmıştır. Artan oranlarda amarant unu ilave edilmesi keklerin hem kabuk hem de iç L* renk değerlerini düşürmüştür. Amarant unu içeren keklerin kabuk a* ve b* renk değerleri kontrol örneğinden daha yüksek bulunmuştur (Capriles ve ark., 2008).

Agrahar-Murugkar ve ark. (2018)'nin amarant ve soya fasülyesi unundan hazırladıkları karışım unundan ürettikleri keklerde tespit ettikleri renk değerleri tez çalışmamızda tespit ettiğimiz renk değerlerine yakın ve benzer bulunmuştur.

4.4. Morfojeometrik Özellikler

Dış görünüş açısından kekin en önemli kriteri hacimdir. Kek üretiminde hacim indeksi değeri, keklerin gerçek hacmini ölçmemekle beraber, keklerin hacimleri hakkında bilgi vermektedir. Simetri indeksi, keklerin üst yüzlerinin yüzey görünümünü belirlemek için kullanılır. Simetri indeksi değerinin negatif (-) olması

kekin çökük (içe doğru bombeli), sifıra yakın olması kekin yüzey kısmının düz (bombesiz), pozitif (+) olması ise kek üst yüzeyinin kabarık (bombeli) olduğunu ifade eder. Tekdüzelik indeksi, keklerin yanal olarak simetrisini belirlemek amacıyla kullanılır ve bu değer in sıfır ya da sifıra olabildiğine yakın olması istenir (İpek ve Dizlek, 2018).

Çizelge 4.4. Keklerin morfojeometrik özelliklerine ait ortalama değerler⁽¹⁾

Örnekler ⁽²⁾	Hacim (cm ³)	Hacim indeksi (mm)	Toplam Hacim indeksi (mm)	Simetri indeksi (mm)	Tekdüzelik indeksi (mm)	Pişme Kaybı (%)
KK	73.00±4.16 ^a	94.50±3.11 ^a	241.00±6.68 ^a	14.25±2.22 ^a	0.75±0.50 ^a	19.44±1.69 ^a
KA	54.25±2.63 ^{efg}	56.25±1.50 ^d	209.50±1.73 ^d	-11.25±2.06 ^c	0.00±2.94 ^a	14.26±1.45 ^{bcd}
KB	52.50±1.73 ^{fg}	50.50±5.20 ^e	201.75±6.24 ^e	-11.50±2.38 ^{cd}	0.25±0.96 ^a	19.99±1.25 ^a
KC	51.00±2.00 ^{gh}	48.25±4.11 ^e	200.00±8.37 ^e	-12.25±1.50 ^{cd}	0.50±1.73 ^a	19.08±1.92 ^a
KD	48.00±1.63 ^{hi}	47.50±2.65 ^e	199.75±2.87 ^e	-13.00±2.45 ^{cd}	0.50±1.73 ^a	16.43±2.94 ^b
KE	45.25±3.20 ⁱ	47.00±2.71 ^e	198.75±4.03 ^e	-15.50±2.08 ^d	0.75±3.30 ^a	14.87±2.69 ^{bcd}
KSA	64.00±3.16 ^b	72.25±1.71 ^b	225.50±3.11 ^b	-0.25±2.63 ^b	0.00±1.41 ^a	16.06±1.14 ^{bcd}
KSB	61.00±1.15 ^{bc}	67.00±2.94 ^c	218.50±4.51 ^c	-1.75±3.59 ^b	0.50±1.73 ^a	14.54±0.71 ^{bcd}
KSC	59.00±1.15 ^{cd}	66.50±1.29 ^c	217.25±1.89 ^c	-2.25±4.27 ^b	0.75±2.06 ^a	13.86±0.94 ^{cd}
KSD	58.00±4.32 ^{cde}	64.75±2.50 ^c	216.75±2.22 ^c	-2.50±3.00 ^b	1.25±1.26 ^a	13.62±0.56 ^d
KSE	56.00±2.31 ^{def}	63.00±2.45 ^c	215.25±1.50 ^{cd}	-3.50±3.70 ^b	2.50±1.00 ^a	12.84±0.49 ^d

⁽¹⁾Çizelgede, her bir özellik için sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0.05); ⁽²⁾KK: kontrol kek (%100 buğday unu katkılı şekerli kek); KA: %100 ham + %0 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KB: %75 ham + %25 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KC: %50 ham+%50 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KD: %25 ham+%75 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KE: %100 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KSA: %100 ham + %0 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSB: %75 ham+%25 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSC: %50 ham+%50 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSD: %25 ham+%75 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSE: %100 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek.

Keklerin morfojeometrik özelliklerinde meydana gelen değişikliklere ilişkin veriler Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Kek formülasyonunda amarant unu kullanımı kek örneklerinin hacim, hacim indeksi, toplam hacim indeksi ve simetri indeksi değerlerinin belirgin düzeyde azalmasına neden olmuştur (p≤0.05). Genel olarak, düşük hacimli kekler düşük simetri indeksi göstermektedir (De la Hera ve ark., 2012). Hacim değerlerindeki düşüşün; amarant unundan kaynaklı kek hamurunda gluten ağının oluşmaması ile birlikte hava kabarcıklarını tutan yapının zayıflamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hacim indeksi değerlerinin hacim değerleriyle uyum içerisinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4). Bu sonuç, keklerin hacim ve hacim indeksleri arasında doğrusal ilişki olduğunu bildiren literatürlerle uyumlu bulunmuştur (Dizlek ve Altan, 2015; Gomez ve ark., 2008). Toplam hacim indeksi değerlerinde de genel olarak benzer bir değişim gözlemlenmiş ve keklerin

toplam hacim indeksi değerleri kontrol kekenden dūşük bulunmuştur. En yüksek toplam hacim indeksi 241.00 mm ile kontrol kek örneğinde tespit edilirken en düşük toplam hacim indeksi değeri 198.75 mm ile KE örneğinde tespit edilmiştir.

Çalışmada üretilen top kek örneklerinin simetri indeks değerleri kontrol örneğinden hem düşük hem de negatif (+) olarak saptanmıştır. Buna göre kek örneklerinin çökük bir yapıda oldukları görülmüştür. Tekdüzelik indeksi, iki eşit parçaya bölünen kekin merkez noktasından sağ ve sol yanlarına eşit uzaklıktaki iki noktanın yüksekliklerinin farkı alınarak ölçülür. Kekin görsel açıdan düzgün olması için bu farkın sıfır olması istenir (İpek ve Dizlek, 2018; Dizlek ve Özer, 2017). Yapılan ölçümler sonucunda ham ve kavrulmuş amarant unu karışımlarından hazırlanan keklerde kavrulmuş amarant unu oranı arttıkça bu farkın kontrol keke yakın değer aldığı hatta KSD ve KSE örneklerinde arttığı görülmüş ancak bu durumun istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).

Keklerin pişme kaybı değerleri kontrol kek örneğine göre daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.4). Karışımdaki kavrulmuş amarant ununun azalmasına koşut olarak pişme kaybı değerlerinde düşüş olmuştur. Pişme kaybı değerleri stevialı kek örneklerinde daha düşük saptanmıştır. Kek örneklerinde pişme kaybı değerlerindeki görülen değişimler istatistiksel açıdan da önemli bulunmuştur ($p\leq 0.05$). Dizlek ve Gül (2009), fırıncılar için önem taşıyan pişme kaybı değerinin, birim miktardaki undan elde edilen hamur ve ekmek miktarının hesaplanmasında ve işletmenin rantabilitesinin belirlenmesinde kullanılan önemli bir kriter olduğunu ve pişme kaybının düşük olmasının istendiğini bildirmişlerdir.

Morfogeometrik özelliklerde bulunan tüm sonuçlar kavun kabuğu tozu (Al-Sayed ve Ahmed, 2013), soya unu (Dhen ve ark., 2016), keten tohumu unu (Kaur ve ark., 2020) ve nohut unu (Gomez ve ark., 2008) ilaveli kek çalışmalarında bildirilen sonuçlarla yakın ve benzer bulunmuştur.

Tosi ve ark. (2002) yaptıkları bir çalışma sonucunda, buğday ununa %4, 8 ve 12 oranında tam amarant unu ve yağı uzaklaştırılmış amarant unu ilavesinin hamur

stabilitesini düşürdüğünü ve üretilen ekmeklerin hacim değerlerinde kısmen azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Aynı durum Venskutonis ve Kraujalis (2013)'ün yaptığı amarant unu ilaveli ekmek çalışmasında da görülmüştür.

Yapılan bir diğer çalışmada yumurtasız pandispanya kek yapımında farklı düzeylerde amarant unu kullanılmıştır. Yapılan morfojeometrik analizlerde keklerin hacim, hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi değerlerinde amarant unu ilavesine bağlı olarak düştüğü tespit edilmiştir (Shyam ve Raghuvanshi, 2013). Benzer sonuçlar Shinde ve Raghuvanshi (2015) tarafından yapılan amarant ilaveli kek çalışmasında da bulunmuştur. Bu çalışmalardaki bulgularla tez çalışmamızda bulunan sonuçlar benzerlik göstermektedir.

4.5. Tekstür Özellikleri

Bu tez çalışmasında insan ağız davranışlarını taklit eden Texture Profile Analysing (TPA) metodu kullanılarak ham/kavrulmuş amarant unu ve stevi/şeker uygulamalarının top keklerin sertlik (hardness), dış yapışkanlık (adhesiveness), iç yapışkanlık (cohesiveness), elastiklik (springiness) ve çiğnenebilirlik (chewiness), özellikleri üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

Kek örneklerine uygulanan tekstür analizinde esneklik, keke uygulanan kuvvet ortadan kaldırıldıktan sonra kekin kuvvet uygulanmadan önceki haline dönme hızı; yapışkanlık, kek ile kekin temas ettiği yüzey arasındaki çekim kuvvetini yenebilmesi için ortaya konulan iş olarak tanımlanmaktadır. Sertlik, kekin sıkıştırılması sırasında ölçülen maksimum kuvveti; çiğnenebilirlik ise kekin yutulmaya hazır hale gelene kadar ağızda parçalanması için gerekli işi ifade etmektedir (İpek ve Dizlek, 2018).

Kek örneklerinin tekstür analizi sonuçlarına ilişkin değerler Çizelge 4.5'te verilmiştir. Hamur formülünün hem ham hem de kavrulmuş formda amarant unu ile hazırlanması keklerin sertliğini kontrol örneğine göre artırmış ama bu durum istatistiksel bakımdan önemsiz ($p>0.05$) olduğu görülmüştür. Sertliğin artması amarant ununda gluten olmayışına bağlı olarak kekte stabil bir yapının

oluşmamasından kaynaklanmış olabilir. Genellikle glutensiz un kullanımının buğday unu içeren benzer keklerden daha sert bir kek yapısıyla sonuçlandığı rapor edilmektedir. Glutensiz unların ürün (ekmek, kek, makarna ve atıştırmalıklar) dokusunu olumsuz etkilediği iyi bilinmesine rağmen, bu ürünler tüketiciler tarafından kabul edilebilmektedir (Carmona-Garcia ve ark., 2022). En düşük sertlik değerinin (103.74 N) kontrol örneğinde gözlemlendiği, en yüksek sertlik değerinin (359.52) ise KE örneğinde olduğu saptanmıştır. Sertlik değerleriyle de uyumlu olarak amarant unu ile üretilen keklerin yutulmaya hazır hale gelene kadar ağızda parçalanmaları için gerekli iş miktarının (çignenebilirlik), bileşiminde amarant içermeyen kontrol örneğinden daha fazla olduğu görülmüştür. Stevia içeren örneklerin sertlik değerlerinin kristal toz şeker içeren örneklere göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Carmona-Garcia ve ark. (2022) prejelatinize amarant ununu (PAU) yağ ile %33, 66 ve 100 oranlarında ikame ederek ürettikleri glutensiz keklerde PAU ilavesiyle kek sertliğinde önemli bir artışın olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.5. Keklerin tekstür özelliklerine ait ortalama değerler⁽¹⁾

Örnekler ⁽²⁾	Sertlik (Hardness)(g)	Dış yapışkanlık (Adhesiveness)	İç yapışkanlık (Cohesiveness)	Elastiklik (Elasticity)	Çignenebilirlik (Chewiness)
KK	103.74±2.97 ^d	-1.34±4.96 ^{ab}	0.81±0.01 ^a	93.41±2.37 ^{ab}	78.03±6.17 ^c
KA	331.92±80.78 ^a	-32.11±38.62 ^{cd}	0.55±0.06 ^{cd}	101.76±33.94 ^{ab}	190.55±93.57 ^{ab}
KB	213.76±139.77 ^{bc}	-66.31±22.77 ^e	0.52±0.07 ^d	80.27±16.27 ^b	102.85±83.81 ^{bc}
KC	301.77±113.74 ^{ab}	-19.61±12.83 ^{abc}	0.57±0.08 ^{bcd}	91.53±22.50 ^{ab}	162.97±90.29 ^{abc}
KD	213.61±11.40 ^{bc}	-59.93±36.34 ^{de}	0.61±0.16 ^{bcd}	92.95±26.15 ^{ab}	118.46±29.80 ^{bc}
KE	359.52±36.80 ^a	-28.02±15.27 ^{bc}	0.61±0.10 ^{bcd}	100.28±8.90 ^{ab}	221.35±47.67 ^a
KSA	196.89±48.70 ^{cd}	2.15±2.60 ^a	0.65±0.15 ^{bc}	118.72±20.72 ^a	150.78±60.56 ^{abc}
KSB	232.16±25.35 ^{bc}	-5.97±9.54 ^{abc}	0.66±0.07 ^{bc}	120.60±28.82 ^a	186.27±50.25 ^{ab}
KSC	294.87±68.48 ^{abc}	-24.82±8.94 ^{abc}	0.60±0.03 ^{bcd}	92.59±6.08 ^{ab}	167.14±46.84 ^{abc}
KSD	273.17±52.12 ^{abc}	-11.25±7.14 ^{abc}	0.66±0.06 ^{bc}	102.95±24.80 ^{ab}	185.87±52.99 ^{ab}
KSE	209.49±28.52 ^{bc}	-28.69±8.35 ^{bc}	0.68±0.10 ^b	92.32±4.81 ^{ab}	133.48±39.39 ^{abc}

⁽¹⁾Çizelgede, her bir özellik için sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0.05); ⁽²⁾KK: kontrol kek (%100 buğday unu katkılı şekerli kek); KA: %100 ham + %0 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KB: %75 ham + %25 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KC: %50 ham+%50 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KD: %25 ham+%75 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KE: %100 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KSA: %100 ham + %0 kavrulmuş amarant unu katkılı stevia kek, KSB: %75 ham+%25 kavrulmuş amarant unu katkılı stevia kek, KSC: %50 ham+%50 kavrulmuş amarant unu katkılı stevia kek, KSD: %25 ham+%75 kavrulmuş amarant unu katkılı stevia kek, KSE: %100 kavrulmuş amarant unu katkılı stevia kek.

Dış yapışkanlık, gıda yüzeyi ile temas eden yüzey (damak, dil ya da dış) arasındaki çekim kuvvetini ortadan kaldıran kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Karahana, 2016). Kek formülasyonunun amarant unu ile oluşturulmasının keklerin hem dış yapışkanlık hem de iç yapışkanlık (bağlılık) değerleri üzerindeki etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuş olup, tüm amarant unlu keklerin kontrol örneğinden daha yapışkan oldukları belirlenmiştir. Bu durumun üretimde un yerine kullanılan amarant ununun kek iç yapısını bozmasına ve keklerin nem içeriğine bağlı olarak meydana geldiği düşünülmektedir. Kavrulmuş amarant unu oranı ile keklerin iç yapışkanlık değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Kavrulmuş amarant unu oranı arttıkça keklerin iç yapışkanlık değerlerinin de arttığı görülmüştür.

Çizelge 4.5 incelendiğinde, amarant unu ile üretilmiş keklerin kontrol kekine göre daha esnek oldukları görülmektedir. Elastiklik bakımından kontrol örneği ile amarant unlu örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Top keklerin elastiklik değerleri 80.27 ile 120.60 arasında değişmiştir. En düşük elastiklik değerine KB keki, en yüksek elastiklik değerine de KSB keki sahip olmuştur.

Çiğnenebilirlik değeri, sertlik x iç yapışkanlık x elastiklik değerleri kullanılarak hesaplanmaktadır (Karahana, 2022). En düşük çiğnenebilirlik değerine (78.03) kontrol örneğinin, en yüksek değere (221.35) de KE örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir. Stevialı keklerin çiğnenebilirlik değerleri şekerli keklerden daha yüksek bulunmuştur. Daha yüksek bir çiğneme değeri, ürünü çiğnemek için daha fazla enerji gerektiren daha sıkı bir iç yapının varlığına işaret etmektedir. Bu ise güçlü bağlı su yapılarındaki artışla ilgili bir durumdur. Güçlü bağlı su, nişasta zincirleri ile daha sıkı yapılar oluşturarak pişirme işlemi sırasında hava difüzyonunu azaltmaktadır (Carmona-Garcia ve ark., 2022).

Pérez-Carrillo ve ark. (2017) yaptıkları çalışmalarında mufin keklerin tekstürel özelliklerinin (sertlik, elastiklik, iç yapışkanlık ve çiğnenebilirlik) amarant unu

ilavesine bağlı olarak kontrole göre olumsuz etkilendiğini rapor etmişlerdir. Rapor edilen bu sonuçlar tez çalışmamızdaki sonuçlarla benzer bulunmuştur.

4.6. Duyusal Özellikler

Top kek örneklerinin duyusal özelliklerine verilen puanlara ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Keklerin duyusal özelliklerine ait ortalama değerler⁽¹⁾

Örnekler ⁽²⁾	Kabuk Rengi	Gözenek	Üst Yüzey Özelliği	Kek iç Rengi	Yumuşaklık	Tat	Ağız Hissi	Genel Beğeni
KK	5.00 ±0.00 ^a	4.60 ±0.52 ^a	5.00 ±0.00 ^a	4.90 ±0.32 ^a	4.50 ±0.85 ^a	4.60 ±0.70 ^a	4.60 ±0.52 ^a	5.00 ±0.00 ^a
KA	2.00 ±0.94 ^e	2.40 ±0.70 ^d	2.70 ±1.70 ^{de}	3.10 ±0.74 ^{cde}	2.90 ±1.20 ^{cde}	2.50 ±1.18 ^f	2.40 ±0.84 ^e	2.50 ±1.18 ^{de}
KB	2.80 ±0.63 ^d	2.10 ±0.88 ^d	2.70 ±0.95 ^{de}	2.90 ±0.74 ^{ef}	2.60 ±1.07 ^{de}	2.70 ±0.95 ^{ef}	2.60 ±0.84 ^{de}	2.30 ±1.06 ^e
KC	2.20 ±0.63 ^e	2.10 ±0.88 ^d	2.10 ±0.74 ^e	2.90 ±0.88 ^{ef}	2.50 ±0.85 ^e	2.80 ±0.92 ^{def}	2.70 ±0.95 ^{cde}	2.40 ±1.07 ^{de}
KD	2.20 ±0.92 ^e	1.80 ±0.92 ^d	2.30 ±0.48 ^{de}	2.60 ±0.84 ^f	2.60 ±0.84 ^{de}	2.90 ±0.88 ^{cdef}	2.80 ±1.03 ^{cde}	2.60 ±1.17 ^{de}
KE	2.80 ±1.14 ^d	2.00 ±0.94 ^d	2.70 ±0.82 ^{de}	3.00 ±0.67 ^{def}	2.80 ±0.79 ^{cde}	3.20 ±0.79 ^{bcde}	2.70 ±1.06 ^{cde}	2.90 ±0.74 ^{cd}
KSA	4.30 ±0.48 ^b	4.20 ±0.79 ^a	3.80 ±0.79 ^b	3.60 ±0.52 ^b	3.80 ±0.92 ^{ab}	3.50 ±0.71 ^{bc}	3.50 ±0.85 ^b	3.80 ±0.92 ^b
KSB	4.10 ±0.57 ^{bc}	4.00 ±0.47 ^{ab}	3.60 ±0.84 ^b	3.40 ±0.52 ^{bcd}	3.20 ±1.03 ^{bcde}	3.20 ±0.79 ^{bcde}	3.30 ±0.48 ^{bc}	3.40 ±0.70 ^{bc}
KSC	4.10 ±0.57 ^{bc}	3.40 ±0.70 ^{bc}	3.50 ±0.71 ^{bc}	3.40 ±0.52 ^{bcd}	3.30 ±0.67 ^{bcd}	3.20 ±0.79 ^{bcde}	3.00 ±0.67 ^{bcde}	3.30 ±0.67 ^{bc}
KSD	3.70 ±0.48 ^c	3.30 ±0.67 ^c	3.40 ±0.70 ^{bc}	3.40 ±0.70 ^{bcd}	3.50 ±1.18 ^{bc}	3.40 ±1.43 ^{bcd}	3.20 ±1.14 ^{bcd}	3.80 ±0.92 ^b
KSE	3.00 ±0.47 ^d	3.20 ±0.63 ^c	2.90 ±0.57 ^{cd}	3.50 ±0.85 ^{bc}	3.50 ±0.97 ^{bc}	3.70 ±1.25 ^b	3.50 ±0.97 ^b	3.80 ±0.79 ^b

⁽¹⁾Çizelgede, her bir özellik için sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farksızdır ($p>0.05$); ⁽²⁾KK: kontrol kek (%100 buğday unu katkılı şekerli kek); KA: %100 ham + %0 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KB: %75 ham + %25 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KC: %50 ham+%50 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KD: %25 ham+%75 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KE: %100 kavrulmuş amarant unu katkılı şekerli kek, KSA: %100 ham + %0 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSB: %75 ham+%25 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSC: %50 ham+%50 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSD: %25 ham+%75 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek, KSE: %100 kavrulmuş amarant unu katkılı stevialı kek.

Stevia/şeker uygulaması örneklerin tüm duyusal özellikleri üzerinde önemli ($p\leq 0.05$) etkide bulunmuştur. Kavurma işlemi gözenek yapısını olumsuz etkilerken, tat üzerinde daha olumlu etki bırakmıştır. Çizelge incelendiğinde keklerin panel üyelerinden aldıkları ortalama kabuk renk değerleri 2.00 ile 5.00 arasında değişmiştir. Kontrol örneği 5 ile en yüksek puanı alırken, stevialı tüm kekler

ortalamanın üzerinde puan almıştır. Stevialı örnekler kendi içerisinde, amarantın tamamının çiğ olarak kullanıldığı KSA örneğinden (4.30), amarantın tamamının kavrulmuş olarak kullanıldığı KSE örneğine (3.00) doğru düzenli bir düşüş göstermiştir. Şekerli örneklerin tamamı ortalamanın altında puan alırken dalgalı bir seyir izlemiş, şekerli örnekler içerisinde en yüksek puanı 2.80 ile KB ve KE örnekleri alırken, KA örneği 2.0 ile en düşük puanı almıştır.

Keklerin gözenek yapısı için aldıkları ortalama puanlar 1.80 ile 4.60 arasında değişmiştir. Çizelge 4.6'ya bakıldığında, kontrol örneği 4.60 ile en yüksek puanı almakla birlikte, tamamının ham amarant unundan üretilen stevialı KSA örneği de 4.20 puan alarak aynı istatistik grubu içerisinde yer almıştır. Stevialı örneklerin tamamı ortalamaların üzerinde yer alırken, şekerli örneklerin tamamı ortalamaların altında yer almıştır. Gerek stevialı ve gerekse şekerli örneklerde kavrulmuş amarant unu miktarı arttıkça gözenek yapısında bir bozulma görülmüştür. Stevialı örneklerde en düşük değer 3.20 ile KSE örneğinde görülmüştür. Şekerli örneklerde en yüksek değer 2.40 ile KA örneğinden elde edilirken en düşük değer ise 1.80 ile KD örneğinden elde edilmiştir.

Panel üyeleri tarafından değerlendirilen keklerin iç renk değerleri incelendiğinde 2.60 ile 4.90 arasında değiştiği ve en yüksek puanı yine kontrol keki örneğinin aldığı görülmüştür. Kek yumuşaklığı puanlarına bakıldığında ise en yüksek puan (4.50) kontrol örneğinde görülmektedir.

Çizelgede, kontrol örneğinin 4.60 ile en yüksek puanı aldığı görülmektedir. Stevialı tüm örnekler tat olarak ortalamaların üzerinde yer alırken, şekerli örnekler içerisinde tamamı kavrulmuş amarant unundan üretilen KE örneği de 3.20 ile ortalamaların üzerinde yer aldığı ve şekerli örnekler içinde en yüksek değeri verdiği belirlenmiştir. Stevialı örnekler içerisinde de en yüksek değer 3.70 ile tamamı kavrulmuş amarant unundan üretilen KSE örneğinden elde edilmiştir. Diğer stevialı örnekler dalgalı bir seyir izlemiş, en düşük değeri 3.20 ile KSC örneği vermiştir. Şekerli örneklerde ise kullanılan çiğ amarant oranı arttıkça tatta düşüş görülmüş, bu anlamda en düşük değer 2.50 ile KA örneğinden alınmıştır. Bunda, şeker yerine

ikame edilen stevia oranının, ön denemeler sonucunda belirlenerek daha düşük tutulmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Duyusal analizle belirlenen ağız hissi bakımından kontrol örneği en yüksek puanı (4.60) alırken, KA örneği ise en düşük puanı (2.40) almıştır. Stevialı örneklerin tamamı ortalamanın üzerinde bulunurken, şekerli örneklerin tamamı ortalamanın altında kalmışlardır. Her iki örnek grubunda da örneklerin beğenilirliği dalgalı bir seyir izlemiş, bu anlamda stevialı örneklerde en yüksek değerleri 3.50 ile KSA ve KSE alırken, en düşük değeri 3.00 ile KSC almıştır. Şekerli örnekler içinde ise en yüksek değeri 2.80 ile KD alırken, en düşük değeri de 2.40 ile KA almıştır. Yani ağız hissi bakımından stevia/şeker uygulaması önemli ($p \leq 0.05$) bulunurken, kavurma işleminin etkisi önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Keklere genel kabul edilebilirlik açısından verilen puanlar 2.30 ile 5.00 değerleri arasında değiştiği görülmektedir. Genel kabul edilebilirliği bakımından kontrol örneği en fazla beğeni alırken, en düşük beğeniye KB örneği almıştır.

Kavrulmuş amarant ununun kek formülasyonuna %5, 10, 15, 20 ve %50 oranında dahil edildiği bir çalışmada keklerin artan amarant unu ilave oranına bağlı olarak genel kabul edilebilirlik puanları sırasıyla 8.6, 8.3, 8.2, 8.2 ve 8.2 şeklinde tespit edilmiştir (Chungkham ve Singh, 2021).

Karkı ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada farklı oranlarda (%0, 20, 30, 40 ve 50) amarant unu ilavesi ile keklerin duysal özelliklerinin kontrol keke göre olumsuz etkilendiğini ancak yine de amarant unundan tüketilebilir bir kek yapılabileceği düşüncesinde olduklarını bildirmişlerdir.

Shyam ve Raghuvanshi (2013), %40 amarant unu içeren kompozit (karışım) undan hazırlanan kekin duysal değerlendirme açısından en iyi olduğunu bildirmişlerdir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında buğday unu yerine farklı oranlarda (100:00, 75:25, 50:50, 25:75 ve 00:100) ham amarant ile kavrulmuş amarant unu karışımları ve şeker yerine stevia kullanılarak top kek üretimleri yapılmıştır. Üretilen keklerin kimyasal, fonksiyonel, morfojeometrik, tekstürel ve duyuşal özellikleri incelenmiş ve analizler sonucunda amarant unu kullanımının keklerin nem, kül, protein, yağ, toplam fenolik madde, antioksidan, fitik asit ve toplam besinsel lif içeriklerini artırdığı saptanmıştır.

Kek örneklerinin L^* (kabuk), a^* (kabuk), b^* (kabuk), L^* (iç), ve b^* (iç) renk değerlerinde kontrol örneğine göre düşüş gözlenirken, a^* (iç) renk değerlerinde artış gözlenmiştir.

Formülasyonda amarant unu kullanımı; kek hacmi, hacim indeksi, toplam hacim indeksi, simetri indeksi ve pişme kaybı değerlerinin belirgin düzeyde ($p \leq 0.05$) azalmasına neden olmuş ancak stevia kullanılan kek örneklerinde bu özelliklerde steviyaya bağlı bir miktar iyileşme sağlanmıştır. Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda özellikle hacim değerlerinde iyileşmeler sağlayacak planlanmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Tekstür özelliklerinde kontrol kekine göre iç yapışkanlık hariç diğer tüm özelliklere ait değerlerde artış tespit edilmiştir. Amarant unu ilaveli hem şekerli hem de stevialı kekler kontrol kekenden daha sert, yapışkan ve elastik bir yapı kazanmıştır.

Duyusal değerlendirmede genel kabul edilebilirliği bakımından en yüksek puanı (5.00) kontrol örneği alırken, KSA, KSD ve KSE örnekleri 3.80 puan ile ikinci sırada yer almışlardır. En düşük puanı ise KB örneği almıştır. Panalistler her ne kadar buğday unundan yapılmış keke yüksek puan vermişler de stevia kullanılarak üretilmiş amarant unlu kekleri de rahatlıkla tüketebileceklerini ayrıca sözlü olarak dile getirmişlerdir.

Kavurma, daha üniform bir ürün elde edilmesini sağlayan bir prosestir. Bu anlamda kavrulmuş amarantın doğrudan tüketim için veya bir bileşen olarak tüm formda veya un olarak mutfak ve endüstriyel kullanımlar için değerli olabileceği düşünülmektedir. Tez çalışmasından elde edilen sonuçlar, ham/kavurulmuş amarant ununun yeni bir glutensiz kek formülasyonu geliştirilmesinde kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca şekere yerine daha düşük kalori sağlamada etkili olan stevianın da ikame olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.



KAYNAKLAR

- ABDEL-SALAM, A.M., AMMAR, A.S., and GALAL, W.K., 2009. Evaluation and Properties of Formulated Low Calories Functional Yoghurt Cake. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(2): 218–221.
- ABOU-ARAB, A., ABOU-ARAB, A., and ABU-SALEM, M.F., 2010. Physico-Chemical Assessment of Natural Sweeteners Steviosides Produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni Plant. *African Journal of Food Science*, 4(5): 269-281.
- ACUN, S., ve GÜL, H., 2021. Mikroenkapsüle Çam Propolisinin Top Kek Üretiminde Kullanılması. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(2): 1205-1217. doi:10.21597/jist.855038
- AGRAHAR-MURUGKAR, D., ZAIDI, A., and DWIVEDI, S. 2018. Development of Gluten Free Eggless Cake Using Gluten Free Composite Flours Made from Sprouted and Malted Ingredients and Its Physical, Nutritional, Textural, Rheological and Sensory Properties Evaluation. *Journal of Food Science and Technology*, 55(7): 2621-2630. doi:10.1007/s13197-018-3183-1
- AKTAŞ, K., and LEVENT, H., 2018. The Effects of Chia (*Salvia hispanica* L.) and Quinoa Flours on the Quality of Rice Flour and Starch Based-Cakes. *Gıda*, 43(4): 644-654 doi:10.15237/gida.GD18042
- AKUBUGWO, I.E., OBASI, N.A., CHINYERE, G.C., and UGBOGU, A.E., 2007. Nutritional and Chemical Value of *Amaranthus hybridus* L. Leaves from Afikpo, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 6(24): 2833-2839.
- ALAŞALVAR, H., ERİNÇ, H., ve ÇOLAKOĞLU, A.S., 2019. Kinoa Kepek Unu Kullanımının Keklerin Fiziksel, Tekstürel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Special Issue*, 139-145. Retrieved from <http://jes.ksu.edu.tr/en/pub/issue/50210/620477>
- ALİFAKI, Y.Ö., 2013. Nohut Unu İlavesinin Kekin Dielektrik Özellikleri ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Ankara, 128s.
- AL-SAYED, H.M.A., and AHMED, A.R. 2013. Utilization of Watermelon Rinds and Sharlyn Melon Peels as a Natural Source of Dietary Fiber and Antioxidants in Cake. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(1): 83-95. doi:10.1016/j.aos.2013.01.012
- ALVAREZ-JUBETEA, L.B., ARENDT, E.K., and GALLAGHER, E., 2010. Nutritive Value of Pseudocereals and Their Increasing Use As Functional Gluten-Free Ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 21(2): 106-113. doi:10.1016/j.tifs.2009.10.014
- AACC, 2010. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of Analysis 11th Edition*, Cereals & Grains Association: St. Paul, MN, U.S.A.
- Cake Formulas. <https://www.slideshare.net/GabrielaBarrionuev/baking-and-baking-science> (Erişim: 29.08.2022).
- ANTONIEWSKA, A., RUTKOWSKA, J., PINEDA, M.M., and ADAMSKA, A., 2018. Antioxidative, Nutritional and Sensory Properties of Muffins with

- Buckwheat Flakes and Amaranth Flour Blend Partially Substituting for Wheat Flour. *LWT-Food Science and Technology*, 89: 217–223. doi:10.1016/j.lwt.2017.10.039
- ATAMAN, Ç. ve 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.
- ATEF, A., ABOU-ZAID, EL-FAHAM, S.Y., WAFAA, and EMAM, H., 2014. Use of Quinoa Meal to Produce Bakery Products to Celiac and Autism Stuffs. *International Journal of Science and Research*, 3(9): 1344-1354.
- AYO, J.A., and OKOYE, E., 2020. Nutrient Composition and Functional Properties of Fonio (*Digetaria exilis*) and Amaranth (*Amaranthus cruentus*) Flour Blends. *Asian Food Science Journal*, 16(3): 53-62. doi: 10.9734/afsj/2020/v16i330175
- AYO, J.A., 2001. The Effect of Amaranth Grain Flour on the Quality of Bread. *International Journal of Food Properties*, 4(2): 341-351. doi:10.1081/JFP-100105198
- BAKER, M.G., HUDSON, H., FLORES, L., BHADURI, S., GHATAK, R., and NAVDER, K.P., 2013. Physical, Textural and Sensory Properties of Gluten-Free Muffins Prepared Using Quinoa Flour as a Replacement for Rice Flour. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(9): A60. doi:10.1016/j.jand.2013.06.210
- BALTACIOĞLU, C., TEMİZSOY, B., KANBUR, M., DOĞAN, M., ve İBİLİ, S., 2020. Hindiba (*Cichorium intybus* L.) Kökü Ekstraktı ve Trabzon Hurması (*Diospyros kaki* L.) Tozunun Kek Üretiminde Kullanılması ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1): 297-307. doi:10.28948/ngumuh.623417
- BARAKAT, A.S., and ABDULLA, G., 2014. Use of Sucralose and Stevia Leaves Extract in Producing Low Calorie Bakery Products. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 41(3): 575-586.
- BARRIO, D.A., and AÑÓN, M.C., 2010. Potential Antitumor Properties of a Protein Isolate Obtained from the Seeds of *Amaranthus mantegazzianus*. *European Journal of Nutrition*, 49(2): 73-82. doi:10.1007/s00394-009-0051-9
- BATH, D.E., SHELKE, K., and HOSENEY, R.C., 1992. Fat Replacers in High-Ratio Layer Cakes. *Cereal Foods World*, 37(7): 495-500.
- BAYKUT, E.D., 2021. Bazı Tahıl Benzeri Ürünlerin Besin İçeriği ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23): 89-98. doi:10.31590/ejosat.789955
- BERGHOFER, E., and SCHOENLECHNER, R., 2002. Grain amaranth. In: *Pseudocereals and Less Common Cereals*, P.S. Belton and J.R.N. Taylor (Eds.), (pp.219-253), Springer, Berlin, Heidelberg.
- BOZ, H., 2013. *Amaranthus* Spp: Kimyasal Bileşimi ve Fırın Ürünlerinde Kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2): 147-153.
- BOZDOĞAN, N., 2015. Glutensiz Kek Formülasyonlarında Hidrokolloid ve Diyet Lifi Kullanımının Hamur Reolojisi ve Kek Kalitesi Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi. *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İzmir, 146s.

- BULUT, A., 2015. Yumuşak Kurabiyelerde Şeker Miktarının Stevia ile Azaltılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 73s.
- CAPRILES, V.D., ALMEIDA, E.L., FERREIRA, R.E., AREAS, J., STEEL, C.J., and CHANG, Y.K., 2008. Physical and Sensory Properties of Regular and Reduced-Fat Pound Cakes with Added Amaranth Flour. *Cereal Chemistry*, 85(5):614–618. doi:10.1094/cchem-85-5-0614
- CÁRDENAS-HERNÁNDEZ, A., BETA, T., LOARCA-PIÑA, G., CASTAÑO-TOSTADO, E., NIETO-BARRERA, J.O., and MENDOZA, S., 2016. Improved Functional Properties of Pasta: Enrichment with Amaranth Seed Flour and Dried Amaranth Leaves. *Journal of Cereal Science*, 72: 84–90. doi:10.1016/j.jcs.2016.09.014
- CARMONA-GARCIA, R., AGAMA-ACEVEDO, E., PACHECO-VARGAS, G., BELLO-PEREZ, L.A., TOVAR, J., and ALVEREZ-RAMIREZ, J. 2022. Pregelatinised Amaranth Flour as an Ingredient for Low-Fat Gluten-Free Cakes. *International Journal of Food Science and Technology*, 57: 2346-2355. doi:10.1111/ijfs.15589
- CASELATO-SOUSA, V. M., and AMAYA-FARFÁN, J., 2012. State of Knowledge on Amaranth Grain: A Comprehensive Review. *Journal of Food Science*, 77(4): R93–R104. doi:10.1111/j.1750-3841.2012.02645.x
- CHATURVEDULA, V.S.P, MUBARAK, C., and PRAKASH, I., 2012. IR Spectral Analysis of Diterpene Glycosides Isolated from *Stevia rebaudiana*. *Food and Nutrition Sciences*, 3: 1467-1471. doi:10.4236/fns.2012.310191
- CHAUHAN, A., SAXENA, D.C., and SINGH, S., 2015. Total Dietary Fibre and Antioxidant Activity of Gluten Free Cookies Made From Raw and Germinated Amaranth (*Amaranthus* spp.) flour. *LWT - Food Science and Technology*, 63(2): 939–945. doi:10.1016/j.lwt.2015.03.115
- CHO, E.J., KIM, W.J., and YANG, M.O., 2007. A Study on Quality Properties of Steamed Cake Added with Common and Tartary Buckwheat Flour. *Journal East Asian Society of Dietary Life*, 17(2): 219-226.
- CHUNGKHAM, N., and SINGH, N. 2021. Utilization of Amaranth Grain Flour at Different Products and Its Acceptability. *The Pharma Innovation Journal*, 10(4): 436-443. doi: 10.22271/tpi.2021.v10.i4g.5973
- CONFORTI, F., GIANCARLO, A., STATTI, A., LOIZZO, M.R., GIANNI, A., SACCHETTI, B., POLI, F., and MENICHINI, F., 2005. In Vitro Antioxidant Effect and Inhibition of α -Amylase of Two Varieties of *Amaranthus Caudatus* Seeds. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 28(6):1098-102. doi:10.1248/bpb.28.1098
- CORTES, R., HERNANDEZ-CERUELOS, A., TORRES-VALENCIA, J.M. , GONZALEZ-AVILA, M., ARRIAGA-ALBA, M., and MMADRIGAL-BUJAJIDAR, E., 2007. Antimutagenicity of *Stevia Pilosa* and *Stevia Eupatoria* Evaluated with the Ames Test. *Toxicology in Vitro*, 21(4): 691-697.
- DE LA HERA, E., RUIZ-PARIS, E., OLIVETE, B., and GÓMEZ, M. 2012. Studies of the Quality of Cakes Made with Wheat-Lentil Composite Flours. *LWT-Food Science and Technology*, 49(1): 48-54. doi:10.1016/j.lwt.2012.05.009
- DEMİR, M.K., ve KILINÇ, M., 2019. Bal Tozu İkamesinin Kek Kalitesi Üzerine Etkisi. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*,

- 1(1): 53-58. Retrieved from
<https://dergipark.org.tr/en/pub/neufmbd/issue/44699/544438>
- DHEN, N., ROMÁN, L., BEN REJEB, I., MARTINEZ, M.M., GAROGOURI, M., and GÓMEZ, M., 2016. Particle Size Distribution of Soy Flour Affecting the Quality of Enriched Gluten-Free Cakes. *LWT-Food Science and Technology*, 66: 179–185. doi:10.1016/j.lwt.2015.10.032
- DİNÇEL, E., ALÇAY, A.Ü., ve BADAYMAN, M., 2018. Bir Biyo-Tatlandırıcı Olarak Stevia. *Aydın Gastronomy*, 2(2): 1-8.
- DİZLEK, H., 2013. Kremalı Kek (Yaş Pasta) Bileşenleri ve Üretimi. *Dünya Gıda Dergisi*, 06: 77-86.
- DİZLEK, H., 2002. Farklı Kabartma Tozlarının Değişik Oranlarda Kullanılmasının ve Kek Hamurunun Pişirme Öncesinde Bekletilmesinin Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana*, 95s.
- DİZLEK, H., and ÖZER, M.S. 2017. The Effects of Various Ratios of Sunflower Oil and Surfactant on Household Type Cake Quality. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(1): 173-181. doi:10.1007/s11694-017-9628-9
- DİZLEK, H., and ALTAN, A. 2015. Determination of Sponge Cake Volume with a Mathematical Method. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 7(4): 551-557. doi:10.3920/qas2014.0463
- DİZLEK, H., and GÜL, H. 2009. Required Criteria for the Definition of Bread Attributes I. *Miller*, 16: 56-65.
- DRABİŃSKA, N., CISKA, E., SZMATOWICZ, B., and KRUPA-KOZAK, U., 2018. Broccoli By-Products Improve the Nutraceutical Potential of Gluten-Free Mini Sponge Cakes. *Food Chemistry*, 267: 170–177. doi:10.1016/j.foodchem.2017.08.119
- EDELSTEIN, S., SMITH, K., WORTHINGTON, A., GILLIS, N., BRUEN, D., KANG, S.H., and GUIDUCCI, G., 2007. Comparisons of Six New Artificial Sweetener Gradation Ratios with Sucrose in Conventional-Method Cupcakes Resulting in Best Percentage Substitution Ratios. *Journal of Culinary Science & Technology*, 5(4): 61-74. doi:10.1300/J385v05n04_05
- ELSEBAIE, E.M., MOSTAFA, S.M.I., 2018. Utilization of Stevia Leaves Powder in Reduced Calorie Cake. *Journal of Food and Dairy Sciences, Mansoura University*, 9(2): 83-86.
- ERGUN, M., ÖZBAY, N., OSMANOĞLU, A., ve ÇALKIR, A., 2014. Sebze ve Tahıl Olarak Amaran (*Amarant spp*) Bitkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(3): 21-28.
- ERGÜN, K., 2012. Dondurularak Kurutulmuş Kivi Püresi Tozu Kullanılarak Hazırlanan Keklerde Pişirme Yöntemi ve Formülasyonun Kalite Kriterlerine Etkisinin İncelenmesi. *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir*, 174s.
- GAMBUS, H., GAMBUS, F., PASTUSZKA, D., WRONA, P., ZIOBRO, R., SABAT, R., ... SIKORA, M. 2009. Quality of Gluten-Free Supplemented Cakes and Biscuits. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(sup4): 31-50. doi:10.1080/09637480802375523

- GAMBUS, H., GAMBUS, F., and SABAT, R., 2002. The Research on Quality Improvement of Gluten-Free Bread by Amaranthus Flour Addition. *Zywnosc*, 2(31): 99-112.
- GANTAIT, S., DAS, A., and MANDAL, N., 2015. Stevia: A Comprehensive Review on Ethnopharmacological Properties and In Vitro Regeneration. *Sugar Technology*, 17(2): 95-106. doi:10.1007/s12355-014-0316-3
- GERÇEKASLAN, K., and BOZ, H., 2020. Effect of Potato Flour Substitute to Wheat Flour on the Physical Quality Properties of Cupcake. *Gıda*, 45(2): 390-396. doi:10.15237/gida.GD20018
- GERÇEKASLAN, K.E., ve BOZ, H., 2018. Keçiboynuzu Unu İlavesinin Kakaolu Kekin Fiziksel, Duyusal ve Tekstürel Özelliklerine Etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1): 95-101. doi:10.21597/jist.407844
- GİRİTLİOĞLU, E., ve DİZLEK, H., 2018. Sakaroz İkamesi Olarak Farklı Tip ve Düzeylerde Şeker Otu (*Stevia Rebaudiana* Bertoni) Bazlı Tatlandırıcı Kullanılmasının Bisküvi Nitelikleri Üzerine Etkileri. *Gıda*, 43(1): 21-33. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/issue/32293/334133>
- GÓMEZ, M., OLLETE, B., ROSELL, C.M., PANDO, V., and FERNÁNDEZ, E., 2008. Studies on Cake Quality Made of Wheat–Chickpea Flour Blends. *LWT - Food Science and Technology*, 41(9): 1701–1709. doi:10.1016/j.lwt.2007.11.024
- GOYAL, S.K., SAMSHER, and GOYAL, R.K., 2010. Stevia (*Stevia rebaudiana*) A Bio-Sweetener: A Review. *International Journal of Food Sciences & Nutrition*, 61(1): 1–10. doi:10.3109/09637480903193049
- GÖNEN, E., ÇOLAK, Y.B., ve YAZAR, A., 2018. Farklı Amarant Çeşitlerinin Çukurova Bölgesine Adaptasyonu. *Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 1(2): 44-49.
- GRASSO, S., LUI, S., and METHVEN, L., 2019. Quality of Muffins Enriched with Upcycled Defatted Sunflower Seed Flour. *LWT-Food Science and Technology*, 119: 108893. doi:10.1016/j.lwt.2019.108893
- GUARDIANELLI, L.M., SALINAS, M.V., and PUPPO, M.C., 2022. Quality of Wheat Breads Enriched with Flour from Germinated Amaranth Seeds. *Food Science and Technology International*, 28(5): 388-396. doi:10.1177/10820132211016577
- HARDY, G., 2000. Nutraceuticals and Functional Foods: Introduction and Meaning. *Nutrition*, 16(7-8): 688–689. doi:10.1016/s0899-9007(00)00332-4
- HASLER, C.M., BLOCH, A.S., THOMSON, C.A., 2004. Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. *Journal of the American Dietetic Association*, 104(5): 814–826. doi:10.1016/j.jada.2004.03.015
- ISLAS-RUBIO, A.R., CALDERÓN DE LA BARCA, A.M., CABRERA-CHÁVEZ, F., COTA-GASTÉLUM, A.G., and BETA, T., 2014. Effect of Semolina Replacement with A Raw:Popped Amaranth Flour Blend on Cooking Quality and Texture of Pasta. *LWT - Food Science and Technology*, 57(1): 217–222. doi:10.1016/j.lwt.2014.01.014
- İNANÇ, A.L., ve ÇINAR, İ., 2009. Alternatif Doğal Tatlandırıcı: Stevya. *Gıda*, 34(6): 411-415.
- İPEK, T., ve DİZLEK, H., 2018. Farklı Form ve Oranlarda Yerfıstığı Ürünleri Kullanılmasının Top Kek Kalitesine Etkisi. *Gıda*, 43(4): 591-604. doi:10.15237/gida.GD18027

- KARAGÖZ, Ş., ve DEMİRDÖVEN, A. 2018. Stevia rebaudiana Bitkisinin Tatlandırıcı, Antioksidan ve Antimikrobiyal Özellikleri. Akademik Gıda 16(4): 431-438. Doi: 10.24323/akademik-gida.505522
- KARAHAN, L.E. 2016. Farklı Oran ve Üretim Aşamalarında Mikrobiyal Transglutaminaz İlavesinin Yarım Yağlı Beyaz Peynirin Özellikleri Üzerine Etkileri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Şanlıurfa, 152s.
- KARAMAN, H., 2017. Şeker otu (*Stevia rebaudiana*) Bitkisinin Morfolojik ve Sitolojik Karakterizasyonu. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 78s.
- KARAOĞLU, M.M., MALEK, S., BEDİR, Y., ve BOZ, H., 2021. Kavrulmuş Buğday ve Arpadan Elde Edilen Unların Keklerin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52 (3): 288-299. doi:10.17097/ataunizfd.933210
- KARKI, R., MISHRA, A., OJHA, P., and SUBEDI, U. 2016. Comparative Study on the Sensory Quality of Prepared Biscuit and Cake from Amaranthus and Sorghum. Journal of Food Science and Technology Nepal, 9: 79-84.
- KAUR, A., KAUR, R., and BHISE, S., 2020. Baking and Sensory Quality of Germinated and Ungerminated Flaxseed Muffins Prepared from Wheat Flour and Wheat Atta. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 19(1): 109–120. doi:10.1016/j.jssas.2018.07.002
- KAUR, R., and KAUR, M., 2018. Microstructural, Physicochemical, Antioxidant, Textural and Quality Characteristics of Wheat Muffins as Influenced by Partial Replacement with Ground Flaxseed. LWT-Food Science and Technology, 91: 278–285. doi:10.1016/j.lwt.2018.01.059
- KHORMAEPOUR, M., VAZIRIZADEH, A., and MOHEBBI, G.H., 2019. Fortification of Sponge Cake by Lemon Peel and Using of Stevia as a Replacement of Sugar. Journal of Food Science and Technology (Iran) (FSCT), 16(88): 135-145.
- KOÇ, G.C., ERBAKAN, T., ARICI, E., and DİRİM, S.N., 2019. Sensory and Quality Attributes of Cake Supplemented with Spinach Powder. Gıda, 44(5): 907-918. doi:10.15237/gida.GD19047
- KOYUNCU, K., TÜRKER, S., ve ERTAŞ N., 2011. Erişte Üretiminde Fonksiyonel Bileşenlerin Kullanımı. 1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, 19-20 Kasım, Ankara, s202.
- KÖKLÜ, G., 2007. Pandispanya Yapımında Bazı Yüzey Aktif Maddelerin Kek Nitelikleri Üzerindeki Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 56s.
- KÖSE, E.Y., 2020. Kavut Ununun Besinsel Bileşimi ve Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi. Journal of the Institute of Science and Technology, 10(4): 2639-2648. doi:10.21597/jist.690222
- KÖTEN, M., 2021. Influence of Raw/Roasted Terebinth (*Pistacia Terebinthus* L.) on the Selected Quality Characteristics of Sponge Cakes. International Journal of Gastronomy and Food Science, 24: 100342. doi:10.1016/j.ijgfs.2021.100342
- KÖTEN, M., ve ÜNSAL, A.S., 2021. Mısır Unu İlavesinin Pandispanya Tipi Keklerin Morfojeometrik, Fonksiyonel ve Tekstürel Özelliklerine Etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2): 172-184. doi:10.29050/harranziraat.850654

- KULTHE, A.A., PAWAR V.D., KOTECHA, P.M., CHAVAN, U.D., and BANSODE, V.V., 2014. Development of High Protein and Low Calorie Cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 51(1): 153-157. doi: 10.1007/s13197-011-0465-2.
- KUŞÇU, H., 2015. Probiyotik Dondurmanın Kalite Özellikleri Üzerine Farklı Oranlarda Prebiyotik Lif İçeren Stevia® Özü İlavesinin Etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 58s.
- LAWSON, H., 1995. *Food Oils and Fats Technology, Utilization, and Nutrition*. Chapman and Hall an International Thomson Publishing Company, USA, 339p.
- LEE, C., 2011. Grain Amaranth. University of Kentucky, College of Agriculture, Cooperative Extension Service, July 2011. <http://www.uky.edu/Ag/CCD/introsheets/amaranth.pdf> (Erişimtarihi: 19.03.2022)
- LEE, S.C., PROSKY, L. AND DEVRIES, J.W., 1992. Determination of Total, Soluble, and Insoluble Dietary Fiber in Foods-Enzymatic-Gravimetric Method, MES-TRIS Buffer: Collaborative Study. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 75: 395–416. ISSN : 1060-3271
- LEMUS-MONDACA, R., VEGA-GÁLVEZ, A., ZURA-BRAVO, L., and AH-HEN, K., 2012. *Stevia rebaudiana* Bertoni, Source of a High-Potency Natural Sweetener: A Comprehensive Review on the Biochemical, Nutritional and Functional Aspects. *Food Chemistry*, 132(3): 1121–1132. Doi: 10.1016/j.foodchem.2011.11.140
- MACHADO ALENCAR, N.M., STEEL, C.J., ALVIM, I.D., DE MORAIS, E.C., and ANDRE BOLINI, H.M., 2015. Addition of Quinoa and Amaranth Flour in Gluten-Free Breads: Temporal Profile and Instrumental Analysis. *LWT - Food Science and Technology*, 62(2): 1011–1018. doi:10.1016/j.lwt.2015.02.029
- MAJZOUBI, M., POOR, Z.V., JAMALIAN, J., and FARAHNAKY, A. 2016. Improvement of the Quality of Gluten-Free Sponge Cake Using Different Levels and Particle Sizes of Carrot Pomace Powder. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(6): 1369-1377. doi: 10.1111/ijfs.13104
- MAURYA, N.K., and ARYA, P., 2018. Amaranthus Grain Nutritional Benefits: A Review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2): 2258-2262.
- MAZIYADIXON, B.B., KLOPFENSTEIN, C.F., and WALKER, C.E., 1994. Freeze-Dried Wheat Water Solubles From A Starch-Gluten Washing Stream: Functionality in Angel Food Cakes and Nutritional Properties Compared with Oat Bran. *Cereal Chemistry*, 71(3): 287-291.
- MERCAN, N., ve BOYACIOĞLU, M.H., 1999a. Kek Üretim Teknolojisi: Kekin Tanımı, Sınıflandırılması ve Üretimi. *Dünya Gıda Dergisi*, 45: 36-39.
- MERCAN, N., ve BOYACIOĞLU, M.H., 1999b. Kek Üretiminde Yaygın Olarak Kullanılan Bileşenler ve Fonksiyonları. *Dünya Gıda Dergisi*. 47: 36-42.
- MIERZWA, D., KOWALSKI, S.J., 2016. Ultrasound-Assisted Osmotic Dehydration and Convective Drying of Apples: Process Kinetics and Quality Issues. *Chemical and Process Engineering*, 37(3): 383-391. doi:10.1515/cpe-2016-0031
- MIZRAK, G., 2020. Şeker Otu (Stevia). Ankara, 63s. ISBN: 978-625-409-018-9
- MİLLİYET GAZETESİ, 2018 <https://www.milliyet.com.tr/gundem/stevia-bitkisi-nedir-faydalari-nelerdir-2655434> Erişim tarihi 18.09.2022

- MLAKAR, S.G., TURINEK, M., JAKOP, M., BAVEC, M., and BAVEC, F., 2010. Grain Amaranth as Alternative and Perspective Crop in Temperate Climate. *Journal of Geography*, 5(1): 135-145.
- MLAKAR, S. G., TURINEK, M., JAKOP, M., BAVEC, M., and BAVEC, F., 2009. Nutrition Value and Use of Grain Amaranth: Potential Future Application in Bread Making. *Agricultura*, 6(2): 43-53.
- MOMTAZI-BOROJENI, A.A.; ESMAEILI, S.A.; ABDOLLAHI, E.; and SAHEBKAR, A., 2017. A Review on the Pharmacology and Toxicology of Steviol Glycosides Extracted from *Stevia rebaudiana*. *Current Pharmaceutical Design*, 23(11): 1616–1622. doi:10.2174/1381612822666161021142835
- MUTLU, C., ARSLAN TONTUL, S., CANDAL, C., ve ERBAŞ, M., 2019. Bazı Tahıl Benzeri Ürünlerin Glutensiz Kek Üretiminde Kullanımı. *Gıda*, 44(5): 770-780. doi:10.15237/gida.GD19073
- NOONAN, W.P, and NOONAN, C., 2004. Legal Requirements for “Functional Food” Claims. *Toxicology Letters*, 150(1): 19–24. doi:10.1016/j.toxlet.2003.05.002
- OLCAY, N. 2019. Farklı Teknikler ile Kurutulmuş Kamkat Meyvesinin, Bisküvi ve Kek Üretiminde Kullanım İmkanları. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 121s.
- ÖNCEL, E., ve DEMİR, M.K., 2019. Farklı Oran ve Kombinasyonlarda Kullanılan Yalancı Tahıl Unlarının Erişte Özelliklerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 17(4): 468-475. doi:10.24323/akademik-gida.667258
- PALAMUTOĞLU, R., KASNAK, C., ve MORAL, B., 2018. Şeker İkamesi Olarak Stevya Ekstraktı Kullanımının Keklerin Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1): 98-108. doi:10.31466/kfbd.392106
- PEREZ, C.D., DENOBILI, M.D., RIZZO, S.A., GERSCHENSON, L.N., DESCALZO, A.M., and ROJAS, A.M., 2012. High Methoxyl Pectin-Methyl Cellulose Films with Antioxidant Activity at A Functional Food Interface. *Journal of Food Engineering*, 116(1); 162-169. doi:10.1016/j.jfoodeng.2012.11.00
- PÉREZ-CARRILLO, E., GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, A.G., MORALES-GARZA, S.M.A., TREVIÑO-GARZA, E.E., GUAJARDO-FLORES, S., SERNA-SALDIVAR, S.O., and SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, D. 2017. Effect of Sodium Stearoyl-2-Lactylate, Carboxymethyl Cellulose and Guar–Xanthan Gums on Muffins Enriched with Soybean Milk Powder and Amaranth Flour. *CyTA - Journal of Food*, 15(4): 538-543. doi:10.1080/19476337.2017.1309684
- PIGA, A., CONTE, P., FOIS, S., CATZEDDU, P., DEL CARO, A., SANGUINETTI, A.M., and FADDA, C., 2021. Technological, Nutritional and Sensory Properties of an Innovative Gluten-Free Double-Layered Flat Bread Enriched with Amaranth Flour. *Foods*, 10(5): 920. doi:10.3390/foods10050920
- PLATE, A.Y.A., and AREAS, J.A.G., 2002. Cholesterol-lowering Effect of Extruded Amaranth (*Amaranthus Caudatus* L.) in Hypercholesterolemic Rabbits. *Food Chemistry*, 76(1): 1-6. doi:10.1016/S0308-8146(01)00238-2
- PROSKY, L., ASP, N.G., SCHWEIZER, T.F., DEVRIES, J.W., and FURDA, I., 1992. Determination of Insoluble and Soluble Dietary Fiber in Foods and Food Products, Collaborative Study. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 75: 360–367.

- PROSKY, L., ASP, N.G., SCHWEIZER, T.F., DEVRIES, J.W., and FURDA, I., 1988. Determination of Insoluble, Soluble and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products, Interlaboratory Study. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 71: 1017–1023.
- PUTNAM, D.H., OPLINGER, E.S., DOLL, J.D., and SCHULTE, E.M., 2014. Amaranth. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/amaranth.html> (Erişim tarihi: 19.03.2022).
- PYLER, E. J., 1988. *Baking Science And Technology*. Sosland Publishing Company, U.S.A., 1345p.
- RASTOGI, A., and SHUKLA, S., 2013. Amaranth: A New Millennium Cop of Nutraceutical Values. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(2): 109-125. doi:10.1080/10408398.2010.517876.
- ROBERFROID, M., 2007. Prebiotics: The Concept Revisited. *The Journal of Nutrition*, 137(3): 830S–837S. doi:10.1093/jn/137.3.830s
- ROTHSCHILD, J., ROSENTRATER, K. A., ONWULATA, C., SINGH, M., MENUTTI, L., JAMBAZIAN, P., and OMARY, M. B. 2015. Influence of Quinoa Roasting on Sensory and Physicochemical Properties of Allergen-Free, Gluten-Free Cakes. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(8): 1873–1881. doi:10.1111/ijfs.12837
- RUIZ-RUIZ, J.C., MOGUEL-ORDOÑEZ, Y.B., MATUS-BASTO, A.J., and SEGURA-CAMPOS, M.R., 2015. Antidiabetic and Antioxidant Activity of Stevia Rebaudiana Extracts (Var. Morita) and Their Incorporation into A Potential Functional Bread. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12): 7894–7903. doi:10.1007/s13197-015-1883-3
- SALAZAR, V.A.G, VÁZQUEZ ENCALADA, S., CORONA CRUZ, A., and SEGURA CAMPOS, M.R., 2018. *Stevia rebaudiana*: A Sweetener and Potential Bioactive Ingredient in the Development of Functional Cookies. *Journal of Functional Foods*, 44: 183–190. doi:10.1016/j.jff.2018.03.007
- SALEHI, B.; LÓPEZ, M.D.; MARTINEZ-LÓPEZ, S.; VICTORIANO, M.; SHARIFI-RAD, J.; MARTORELL, M.; RODRIGUES, C.F.; and MARTINS, N., 2019. Stevia rebaudiana Bertoni Bioactive Effects: From in Vivo to Clinical Trials Towards Future Therapeutic Approaches. *Phytotherapy Research*, 33(11): 2904–2917. doi:10.1002/ptr.6478
- SAMUEL, P.; AYOUB, K.T.; MAGNUSON, B.A.; WOLWER-RIECK, U.; JEPPESEN, P.B.; ROGERS, P.J.; ROWLAND, I.; and MATHEWS, R., 2018. Stevia Leaf to Stevia Sweetener: Exploring Its Science, Benefits, and Future Potential. *Journal of Nutrition*, 148(7): 1186S-1205S. doi:10.1093/jn/nxy102
- SANZ-PENELLA, J.M., WRONKOWSKA, M., SORAL-SMIETANA, M., and HAROS, M., 2013. Effect of Whole Amaranth Flour on Bread Properties and Nutritive Value. *LWT - Food Science and Technology*, 50(2): 679-685. doi:10.1016/j.lwt.2012.07.031
- SARIOĞLU, A., 2015. Düşük Kalorili Dondurma Üretiminde Doğal Tatlandırıcı Olarak Stevia Ekstraktı Kullanımının Ürünün Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 101s.
- SHARMA, P., GUJRAL, H.S., and ROSELL, C.M., 2011. Effects of Roasting on Barley β -Glucan, Thermal, Textural and Pasting Properties. *Journal of Cereal Science*, 53(1): 25–30. doi:10.1016/j.jcs.2010.08.005

- SHINDE, R.S., and RAGHUVANSHI, R.S., 2015. Studies on Standardization and Physico-Chemical Properties of Amaranth Flour Cakes. *Asian Journal of Home Science*, 10(2): 285-289. doi:10.15740/HAS/AJHS/10.2/285-289
- SHODIEV, D., HAQIQATKHON, D., and ZULAYKHO, A., 2021. Useful Properties of the Amaranth Plant. *ResearchJet Journal of Analysis and Inventions*, 2(11): 55-58. doi:10.17605/OSF.IO/ENF3M
- SHYAM, S.R., and RAGHUVANSHI, R.S. 2015. Standardization of Cakes by using Different Levels of Amaranth Flour and Its Acceptability. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4(6): 1859-1861.
- SING, A., and PUNIA, D., 2021. Influence of Addition of Different Levels of Amaranth Grain Flour on Chapatti. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 11: 789.
- SINGH, M., and LIU, S.X., 2021. Evaluation of Amaranth Flour Processing for Noodle Making. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(4); e15270. doi:10.1111/jfpp.15270
- SILVA-SÁNCHEZ, C., BARBA DE LA ROSA, A.P., LEÓN-GALVÁN, M.F., DE LUMEN, B.O., DE LEÓN-RODRÍGUEZ, A., and GONZÁLEZ DE MEJÍA, E., 2008. Bioactive Peptides in Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) Seed. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56(4): 1233-1240. doi:10.1021/jf072911z
- STANTON, C., ROSS, R.P., FITZGERALD, G.F., and SINDEREN, D.V., 2005. Fermented Functional Foods Based on Probiotics and Their Biogenic Metabolites. *Current Opinion in Biotechnology*, 16(2): 198–203. doi:10.1016/j.copbio.2005.02.008
- TANG, Y. and TSAO, R., 2017. Phytochemicals in Quinoa and Amaranth Grains and Their Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Potential Health Beneficial Effects: A Review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(7): 1600767. doi:10.1002/mnfr.201600767
- TORRES, M.D., RAYMUNDO, A., and SOUSA, I., 2013. Effect of Sucrose, Stevia and Xylitol on Rheological Properties of Gels From Blends of Chestnut and Rice Flours. *Carbohydrate Polymers*, 98(1): 249–256. doi:10.1016/j.carbpol.2013.06.018
- TOSI, E. A., RÉ, E.D., MASCIARELLI, R., SÁNCHEZ, H., OSELLA, C., and DE LA TORRE, M.A. 2002. Whole and Defatted Hyperproteic Amaranth Flours Tested as Wheat Flour Supplementation in Mold Breads. *LWT - Food Science and Technology*, 35(5): 472-475. doi:10.1006/fstl.2002.0892
- TÜİK, 2022. Yıllık Sanayi Ürün (PRODCOM) İstatistikleri 2021, Ürün kodu: 10.71.12.00.03 (tatlandırıcı ilave edilmiş kekler), [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Sanayi-Urun-\(PRODCOM\)-Istatistikleri-2021-45835](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Sanayi-Urun-(PRODCOM)-Istatistikleri-2021-45835) (Erişim tarihi: 23.08.2022)
- ULUÖZ, M., 1965. Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metodları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, İzmir, 91s.
- USDA, 2022. FoodData Central. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/?query=> (Erişim tarihi 11.08.2022)
- VATANKHAH, M., GARAVAND, F., ELHAMIRAD, A., and YAGHBANI, M., 2015. Influence of Sugar Replacement by Stevioside on Physicochemical and Sensory Properties of Biscuit. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 7(3): 393-400. doi:10.3920/QAS2014.0396

- VELARDE-SALCEDO, A.J., BOJÓRQUEZ-VELÁZQUEZ, E., and DE LA ROSA, A.P.B., 2019. Amaranth. In: Whole Grains and their Bioactives, J. Johnson, Taylor C. Wallace (Eds.), (First edition, pp. 211–250). Wiley: CPI Group (UK) Ltd, Croydon, CR0 4YY.
- VENSKUTONIS, P.R., and KRAUJALIS, P. 2013. Nutritional Components of Amaranth Seeds and Vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(4): 381-412. doi:10.1111/1541-4337.12021
- WALDRON, J., REYES, R., and REBECCA, L., 2013. The Effect of Substituting Sugar with Artificial Sweeteners on the Texture and Palatability of Pancakes. http://www.cfs.purdue.edu/fn/fn453/Project_Archive/Fall_2013/Substituting_a_rtficial_sweeteners_for_sucrose_in_pancakes.pdf (Erişim tarihi: 18 Ağustos 2022).
- WEIHRAUCH, M.R., and DIEHL, V., 2004. Artificial Sweeteners—Do They Bear A Carcinogenic Risk? *Annals of Oncology*, 15(10): 1460–1465. doi:10.1093/annonc/mdh256
- YEŞİL, S., and LEVENT, H. 2022. The Influence of Fermented Buckwheat, Quinoa and Amaranth Flour on Gluten-Free Bread Quality. *LWT-Food Science and Technology*, 160: 113301. doi:10.1016/j.lwt.2022.113301
- YÜKSEL, G.N., 2019. Şeker otu (*Stevia rebaudiana*) ve Ürünlerinin Kek ve Kurabiyede Şeker Yerine Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 196s.
- ZAHN, S., FORKER, A., KRUGEL, L., and ROHM, H., 2013. Combined Use of Rebaudioside A and Fibres for Partial Sucrose Replacement in Muffins. *LWT - Food Science and Technology*, 50(2): 695–701. doi:10.1016/j.lwt.2012.07.026
- ZULKIFLI, A.H., ISMAİL, W.R.W., BACHOK, S., and BABA, N. 2016. Low Calorie Cake: The Impact of Stevia Application in Baking Product. An International Multi-Disciplinary Graduate Conference of Terengganu (GraCe 2016), 5-6 November, Malaysia, pp.1-6.

EKLER

EK 1. Duyusal Analiz Formu

"TOP KEK" DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU							
Panelistin Adı Soyadı:						Tarih:... / ... / 2022	
Açıklama: Aşağıdaki özellikler açısından sunumu yapılan "Amarant Unu Katkılı Kek" örneklerini ayrı ayrı 5 puan üzerinde değerlendiriniz.							
Özellikler	PUAN	KEK ÖRNEKLERİ					
		A	B	C	D	E	F
KEK DIŞ ÖZELLİKLER							
Kabuk Rengi	1-5						
Üst Yüzey Özellikleri							
KEK İÇ ÖZELLİKLER							
Gözenek Yapısı	1-5						
Kek içi Rengi	1-5						
TEKSTÜR ÖZELLİKLERİ							
Kek Yumuşaklığı (Elde veya ağızda hissedilen)	1-5						
TAT ve AROMA ÖZELLİKLERİ							
Tat ve Aroma	1-5						
Ağız Hissi	1-5						
GENEL KABULEDİLEBİLİRLİK	1-5						

EK 2. Kek Değerlendirme Skalası

1. KEK DIŞ ÖZELLİKLERİ

	PUAN
A. Kabuk Rengi (Homojen Renk Açısından)	
• Çok iyi	5
• İyi	4
• Orta	3
• Kötü	2
• Çok kötü	1
B. Kabuk Özellikleri (Üst Yüzey Özellikleri)	
• Çok İnce	5
• İnce	4
• Kalın	3
• Nemli	2
• Çatlak oluşumu, kabarcıklı	1

2. KEK İÇ ÖZELLİKLERİ

A. Gözenek Yapısı	
• Homojen ve tekdüze	5
• Homojen küçük gözenekli	4
• Hafif düzensiz küçük gözenekli	3
• Düzensiz büyük gözenekli	2
• Çok büyük gözenekli	1
B. Kek İçi Rengi	
• Çok iyi	5
• İyi	4
• Orta	3
• Kötü	2
• Çok kötü	1

3. TEKSTÜR ÖZELLİKLERİ

	PUAN
A. Kek Yumuşaklığı	
• Yumuşak	5
• Az yumuşak	4
• Çok yumuşak	3
• Sert	2
• Çok sert	1

4. TAT ve AROMA ÖZELLİKLERİ

A. Tat ve Aroma

- Çok iyi, tipik kendine özgü tat ve aroma 5
- İyi, kendine özgü tat ve aroma 4
- Kabul edilebilir 3
- Kötü, yabancı tat ve aroma 2
- Çok kötü, çok belirgin yabancı tat ve aroma 1

B. Ağız Hissi

- Yumuşak, ağızda kolay dağılabilen 5
- Yumuşak, ağızda kolay dağılabilen ve ağızda kalıntı bırakıyor 4
- Çiğnenirken az yapışkan veya parçalanması zor ve ağızda kalıntı bırakıyor 3
- Çiğnenirken yapışkan veya kuru ve ağızda kalıntı bırakıyor 2
- Çiğneme esnasında çok yapışkan ve hamurumsu veya çok kuru 1