

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİNOA UNU İLAVESİYLE ÜRETİLEN BEBEK EK GIDASININ
FİZİKOKİMYASAL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

Mehmet Turan AYSELİ

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ

Ağustos, 2020

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİNOA UNU İLAVESİYLE ÜRETİLEN BEBEK EK GIDASININ
FİZİKOKİMYASAL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİN
BELİRLENMESİ

Mehmet Turan AYSELİ tarafından hazırlanan tez çalışması 13.08.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Programı **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ, Danışman

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ, Üye

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN, Üye

İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Salih KARASU, Üye

Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Halime PEHLİVANOĞLU, Üye

Namık Kemal Üniversitesi

Danışmanım Prof. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Kinoa Unu ilavesiyle bebek ek gıdası üretimi fizikokimyasal teknolojik özelliklerin belirlenmesi başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Mehmet Turan AYSELİ

İmza

Bu alışma, Mersin Küçük ve Orta lekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı'nın 2718-2017 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Aileme

eşime

ve

çocuklarıma

TEŞEKKÜR

Doktora öğrencisi olarak beni kabul eden ve doktora eğitimim boyunca desteğini ve deneyimlerini benden esirgemeyen, değerli danışman hocam Prof. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ'a,

Tez yazım aşamasında bana vaktini ayırıp yapıcı eleştirileri ile tezimi yönlendiren ve derslerine katıldığım değerli hocalarım Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ, Prof. Dr. Muhammet ARICI, Prof. Dr. Esra ÇAPANNOĞLU GÜVEN, Prof. Dr. Serkan SELLİ, Prof. Dr. Haşim KELEBEK, Prof. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER, Doç. Dr. Fatih TÖRNÜK, Doç. Dr. Salih KARASU, Doç. Dr. İbrahim ERDEN, Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ, Dr. Öğr. Üyesi Halime PEHLİVANOĞLU ve Dr. Öğretim Görevlisi Nur ÇEBİ'ye

Bana her türlü yardımlarıyla destek olan başta Arş. Gör. Duygu ÖZMEN ve Gülay ÖZKAN olmak üzere emekleri geçen diğer araştırma görevlilerine, ayrıca aroma konusunda çalışabilmem için laboratuvar imkanı sunan Gaziantep Fıstık Araştırma Enstitüsüne, Shimadzu Mersin bölgesi temsilcilerine ve tezimi yapmam konusunda beni teşvik eden Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU'na;

Ar-Ge çalışmalarında bana destek veren sektör firmaları "Dervişoğlu A.Ş (Mersin), Agroder Ltd. Şti. (Mersin), Apharma Sağlık Ürünleri A.Ş (İstanbul), Ereğli Agrosan A.Ş (Mersin), Sunar Mısır Entegre Tesisleri (Adana), SBS Bilimsel Çözümler San. Tic. A.Ş (İstanbul), Kuantum Araştırma Ltd. Şti. (İstanbul) ve Mersin KOSGEB'e (Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı) çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni destekleyen aileme, zor zamanlarda hep yanımda duran, hayatımı paylaştığım eşim Yasemin İPEK AYSELİ ve tez yazımım süresince benimle daha az vakit geçirmeyi kabul eden çocuklarım Rüzgar AYSELİ ve İpek AYSELİ'ye , son olarak tüm AYSELİ ve İPEK ailesi fertlerine desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mehmet Turan AYSELİ

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	xiii
TABLO LİSTESİ	xiv
ÖZET	xv
ABSTRACT	xvii
1 GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.1.1 Önceki Çalışmalar	3
1.1.1.1 Duyusal Analiz ve Aroma Bileşikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar	5
1.2 Tezin Amacı	9
1.3 Orijinal Katkı.....	9
1.4 Hipotez.....	9
2 KURUMSAL TEMELLER	12
2.1 Kinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Tohumu	12
2.2 Kinoa Besinsel Özellikleri ve Bileşimi.....	12
2.2.1 Protein ve Amino Asit İçeriği	13
2.2.2 Karbonhidrat ve Besinsel Lif İçeriği	14
2.2.3 Lipit ve Yağ İçeriği.....	14
2.2.4 Kullanım Alanları.....	15
2.3 Pirinç Unu.....	15
2.3.1 Kinoa Pirinç Unu Kıyaslaması.....	16
2.4 Çölyak Hastalığı ve Glütensiz Ürünler	17
3 MATERYAL METOT	21
3.1 Materyal	21

3.2	Metot.....	21
3.2.1	Kinoalı Tahıl Bazlı Ek Gıda Formülasyonu ve Üretimi.....	21
3.3	Ek Gıda Örneklerinde, Kinoa ve Pirinç Ununda Yapılan Analizler	24
3.3.1	Fizikokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi	24
3.3.1.1	Nem Miktarının Belirlenmesi.....	24
3.3.1.2	Su aktivitesi (aw) tayini	24
3.3.1.3	Renk Analizi	24
3.3.1.4	Ham Kül Tayini	25
3.3.1.5	Ham Protein Tayini	25
3.3.1.6	Toplam Yağ Tayini.....	25
3.3.1.7	Toplam Lif Tayini.....	26
3.3.1.8	Toplam Şeker Tayini	26
3.3.1.9	Karbonhidrat Tayini	26
3.3.1.10	Enerji Miktarının Hesaplanması.....	26
3.3.1.11	Tanecik Büyüklük Dağılımının Hesaplanması.....	26
3.3.2	Dinamik Reolojik Özelliklerin Belirlenmesi.....	27
3.3.3	Termal Özelliklerin Belirlenmesi	27
3.3.3.1	Diferansiyel Taramalı Kalorimetre Analizi.....	27
3.3.4	Moleküler Özelliklerin Belirlenmesi	28
3.3.4.1	FT-IR Analizleri.....	28
3.3.5	Aroma Maddeleri Analizleri	28
3.3.5.1	Uçucu Bileşenlerin Katı Fazlı Mikroekstraksiyonu (SPME)	28
3.3.5.2	GC-FID, GC-MS, GC-MS Koşulları ve Aroma-Aktif Bileşiklerin Tanımlanması.....	29
3.3.5.3	Aroma Maddelerinin Tanımlanması.....	29
3.3.6	Duyusal Analizler	30

3.3.6.1 Genel Çalışma Dizaynı ve Katılımcı Seçimi.....	30
3.3.6.2 Ürünlerin Sunumu ve Test Planlaması.....	31
3.3.6.3 Bebeklerde Duyusal Tadım Testi Düzenlenmesi.....	31
3.3.6.4 Annelerde Duyusal Tadım Testi Düzenlenmesi.....	32
3.3.7 İstatistiksel Analizler	33
3.3.6 Etik Onay ve Teşvikler	33
4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	34
4.1 Fiziksel Analiz Sonuçları	34
4.2 Kimyasal Analiz Sonuçları	37
4.3 Reoloji Analiz Sonuçları.....	41
4.4 Termal Analiz Sonuçları	45
4.4.1 Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) Analiz Sonuçları.....	45
4.5 Moleküler Özelliklerin Belirlenmesi.....	47
4.5.1 FT-IR'dan Elde Edilen Piklerin Yorumlanması	47
4.6 Aroma ve Aroma-Aktif Bileşikler	49
4.6.1 Örneklerde Tespit Edilen Aroma Bileşikleri	49
4.6.2 Örneklerde Tespit Edilen Aroma-Aktif Bileşikleri	63
4.7 Duyusal Değerlendirme Sonuçları.....	69
4.7.1 Annelerde Yapılan Focus Test Sonuçları	70
4.7.2 Bebeklerde Yapılan Duyusal Değerlendirmeler	70
4.7.3 Annelerde Yapılan Duyusal Değerlendirmeler	72
4.7.3.1 Genel Tat Değerlendirmesi	72
4.7.3.2 Meyve Tadı Değerlendirmesi.....	74
4.7.3.3 Şeker Miktarı Değerlendirmesi.....	75
4.7.3.4 Kıvam ve Renk Değerlendirmesi.....	76
4.7.3.5 Satın Alma ve Tavsiye Etme İsteği	76

5 SONUÇ VE ÖNERİLER	80
KAYNAKÇA	83
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR	92

SİMGE LİSTESİ

a_w	Su Aktivitesi
a	Kırmızılık değeri
b	Sarılık değeri
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat Derece
Ca	Kalsiyum
Fe	Demir
g	Gram
G'	Elastik Modül (storage modulus) (Pa)
G''	Viskoz Modül (loss modulus) (Pa)
K'	Depolama Modülünün Kıvam Katsayısı (Pa)
K''	Kayıp Modülünün Kıvam Katsayısı (Pa)
L	Parlaklık değeri
Mg	Magnezyum
n'	Elastik Modülünün Eğimi
n''	Viskoz Modülünün Eğimi
Pa	Pascal
pH	Hidrojenin gücü
ppm	Milyonda bir birim
ppb	Milyarda bir birim
R^2	Regresyon katsayısı
T_c	En Yüksek Sıcaklık
T_p	Başlangıç Sıcaklığı
T_g	Camsı Geçiş Sıcaklığı
Zn	Çinko
ω	Açısal frekans (rad/sn)
μm	Mikrometre

KISALTMA LİSTESİ

AISI	Amerika Demir ve Çelik Enstitüsü
ANOVA	Varyans Analizi (Analysis of variance)
ATR	Attenuated Total Reflectance
AAP	Amerikan Çocuk Doktorları Derneği
CAR	Carboxen
CCP	Kritik Kontrol Noktası
CF	Complementary Food (Ek Gıda)
ÇH	Çölyak Hastalığı
DVB	Divinylbenzene
DSC	Diferansiyel Taramalı Kalorimetre
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FTR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy
GC	Gaz Kromatografisi
GC-MS	Gaz Kromatografisi- Kütle Spektrometresi
GC-O	Gaz Kromatografisi-Olfaktometri
HDPE	Yüksek Yoğunluklu Polimer
IBM	International Business Machines Corporation
KAD	Koku Aktivite Değeri
KK	Kalite Kontrol
KN	Kritik Nokta
KYS	Koku Yoğunluk Skoru
LVR	Liner Viskoelastik Bölge
MS	Kütle Spektrometresi
NIST	National Institute of Standards and Technology
QF	Quinoa Flour (Kinoa unu)
PDMS	Polydimethylsiloxane
PER	Protein Verimlilik Değeri
SPME	Katı Fazlı Mikro Ekstraksiyonu
TBD	Tanecik Büyüklük Dağılımı
TS	Türk Standartları
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Kinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Bitkisi.....	1
Şekil 2.1 Avrupa Glütensiz Pazarındaki Ürün Çeşitliliği	19
Şekil 3.1 Ek Gıda Üretim Akış Şeması.....	22
Şekil 3.2 Duyusal Test Genel Çalışma Metodolojisi	30
Şekil 4.1 Örneklerin Tanecik Büyüklük Dağılımları (TBD).....	37
Şekil 4.2 Örneklerin Depolama (G') ve kayıp (G'') Modül Davranışları.....	44
Şekil 4.3 Örneklerin DSC grafikleri.....	45
Şekil 4.4 Örneklerin FTIR grafikleri.....	48
Şekil 4.5 0K Örneğinin Aroma Maddelerinin GC-MS Kromatogramı	59
Şekil 4.6 8K Örneğinin Aroma Maddelerinin GC-MS Kromatogramı	60
Şekil 4.7 15K Örneğinin Aroma Maddelerinin GC-MS Kromatogramı	61
Şekil 4.8 100K Örneğinin Aroma Maddelerinin GC-MS Kromatogramı.....	62
Şekil 4.9 Farklı oranlarda kinoa unu katılarak hazırlanmış ek gıda örneklerinin Lezzet profili grafiği.....	73

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1 Bebek ve Küçük Çocuklarda Yapılan Duyusal Testler	8
Tablo 2.1 Kinoa Tohumu, Kinoa ve Pirinç Unu Benel Özellikleri.....	16
Tablo 2.2 Nişasta Polisakkaritlerinin Genel Özellikleri.....	17
Tablo 3.1 Ek Gıda Formülasyonları İçin Denem Tasarımı	22
Tablo 3.2 Duyusal Test Değerlendirme Formu	33
Tablo 4.1 Örneklerin Fiziksel Analiz Sonuçları	35
Tablo 4.2 Örneklerin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	39
Tablo 4.3 Bebek Ek Gıdası ve Un Örneklerine Ait Reolojik Ölçümler	42
Tablo 4.4 Örneklerin Aroma Maddeleri Bileşimi.....	50
Tablo 4.5 Bebek Ek Gıdası Örneklerinin (0K, 8K, 15K) ve Kinoa Ununun (100K) Aroma-Aktif Maddeleri	65
Tablo 4.6 Farklı oranlarda kinoa unu katılarak hazırlanmış ek gıda örneklerinde emziren anneler ve bebekleri tarafından yapılan duyusal analiz panellerinin ortalama puanları.....	71

Kinoa Unu İlavesiyle Üretilen Bebek Ek Gıdasının Fizikokimyasal ve Teknolojik Özelliklerin Belirlenmesi

Mehmet Turan AYSELİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ

Mevcut çalışmanın amacı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) unu ilave edilmiş ek gıda formülasyonlarının (CF) fizikokimyasal, reolojik, moleküler, termal ve duyuşsal özelliklerini değerlendirmektir.

Bu çalışmada, ek gıda (CF) formülasyonuna kinoa unu (QF) ilavesinin, ek gıdanın fizikokimyasal ve reolojik özelliklerini önemli ölçüde etkilediği, ürünlerdeki protein, lif miktarını arttırırken, şeker miktarının algılanmasının azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Kinoa ununun (QF), 15K örneği haricindeki ek gıdalarda partikül boyutunda azalmaya neden olduğu gözlenmiştir.

Kinoa unu (QF) ilavesiyle camsı geçiş sıcaklığı düşmüştür. FT-IR analizlerine ait piklerde aromatik-amino asitler gözlenmiştir. GC, GC-MS ve GC-O analizleri sonucunda önemli bir kısmını aldehit, keton ve alkollerin oluşturduğu 50 adet aroma ve 23 adet aroma-aktif bileşik tespit edilmiştir. Duyusal test sonuçlarına göre en fazla beğeniyi 8K örneği almıştır. Sonuç olarak kinoa unu (QF) ilavesinin bebek ve küçük çocuk ek gıdalarının fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerini olumlu yönde geliştirdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kinoa unu, ek gıda, karakterizasyon, reoloji, aroma-aktif bileşikler

Determination of Physicochemical and Technological Properties of Complementary Baby Food Produced with the Addition of Quinoa Flour

Mehmet Turan AYSELİ

Department of Food Engineering

Doctor of Philosophy Thesis

Advisor: Prof. Dr. Mustafa Tahsin YILMAZ

The aim of the current work was to evaluate the physicochemical, rheological, molecular, thermal and sensory properties of complementary food (CF) formulations with added quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) flour (QF).

It was observed that QF addition significantly affected the physicochemical and rheological properties of CF formulations, resulting in higher protein and crude fiber, but feeling lower total sugar contents. It was also observed that QF addition resulted in a decrease in particle size distribution in CF samples except 15K. The glass transition temperature decreased due to QF addition. The FTIR spectra revealed the presence of aromatic amino acids derived from QF. GC, GC-MS and GC-O analysis revealed the presence of 50 aroma and 23 aroma-active compounds from which aldehydes, alcohols and ketones were the most prevalent group of compounds. The formulation with 8% QF received the highest sensory score. QF could be used to improve the physicochemical and sensory properties of complementary infant food products.

Keywords: Quinoa flour, complementary food, characterization, rheology, aroma-active compounds

1.1 Literatür Özeti

İnka dilinde “Ana Tahıl” anlamına gelen kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.); biyolojik değeri yüksek protein içermesi, düşük glisemik indeksli karbonhidrata sahip olması ve yine yüksek omega-3 ve 6 yağ asitleri içermesi nedeniyle, son dönemlerde tüketiciler tarafından kullanımı gittikçe artan tahıl benzeri bir bitkidir [1].



Şekil 1.1 Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Bitkisi

Kinoa, pirinç gibi ana yemeklerde haşlanmış olarak ve ayrıca tohumları un şeklinde işlenerek makarna, kek, ekmek gibi unlu mamullerde diğer tahıllarla karıştırılarak kullanılabilir [1]. Kinoa Türk damak tadına uygunluğu ile de dikkat çekmektedir ve bu nedenle yakın zamanda ülkemizde yetiştiriciliğine başlanmıştır [2], [3].

Güney Amerika kökenli olan ve M.Ö 1200 yılından önce İnkalar tarafından kullanılmaya başlanan kinoanın (*Chenopodium quinoa* Willd.) en önemli özelliklerinden bir tanesi de gluten içermemesidir[2]. Bilindiği üzere, günümüz beslenme alışkanlıklarında gluten içeren buğday, çavdar, arpa, tritikale ve yulaf gibi tahıllar ile bunların işlenmiş ürünleri önemli bir yer tutmaktadır. Ancak gluten içeren tahılların kullanılması bazı insanlarda Çölyak hastalığına (ÇH) (ya da Glüten Enteropatisi) neden olabilmektedir. ÇH, duyarlı bireylerde diyetle yer alan glütenin neden olduğu ve glütene karşı yaşanan hassasiyet nedeniyle bağırsakta meydana gelen emilim bozukluğunu ifade eden kronik, sindirim sistemi hastalığıdır [4].

Çölyak genetik bir hastalıktır. Bu hastalıkla ilgili tek tedavi yöntemi, hastaların yaşam boyu glütensiz bir diyet uygulamalarıdır[4]. Türkiye'deki çocuklarda ÇH görülme sıklığı %0,3-1 arasında değişmektedir ve 2019 yılı itibarı ile ülkemizdeki ÇH sayısı 68.123'tür. Ülkemizde tanı konulan ÇH sayısının %10 olduğu ve bu sayının 750.000 kişi olduğu tahmin edilmektedir [1].

Son dönemlerde Avrupa'da glütensiz ürünlere yoğun talep bulunmaktadır. Türkiye ve Avrupa'daki regülasyonlara [5] göre "glütensiz" ifadesinin bir üründe yer alabilmesi için 20 ppm 'den az gluten içermesi gerekmektedir. Codex Alimentarius'a göre aynı şekilde glütensiz gıdalardaki gluten seviyesi 20 ppm'i geçmemelidir[6]. Avrupa'da gıda etiketi üzerinde düşük oranda gluten içerir ifadesi için de gıda ürününün 100 ppm 'den az gluten içermesi gerekmektedir[7].

Tüketebileceği ürün sayısı oldukça sınırlı olan Çölyak hastaları için yeni ürünlerin geliştirilmesi ve AR-GE çalışmalarının endüstriyel boyuta taşınması çok önemlidir[6]. Bu anlamda ÇH için glütensiz ürünlerin geliştirilmesinde kinoa unu kullanım olanaklarının araştırılması oldukça önem arz etmektedir[4]. Son dönemlerde kinoa unu ile yapılan çalışmaların daha çok "erişte [8], ekmek[9], tarhana[10], bisküvi[11], makarna ve kahvaltılık gevrek [12] gibi ürünleri kapsadığı, bebek ve küçük çocuk ek gıdası alanında çok az çalışma olduğu görülmektedir [13]. Bugüne kadar yapılan reoloji çalışmalarında genel olarak kinoa ununun doğrusal reolojik özellikleri incelenmiştir. Yaptığımız literatür araştırmasına göre, farklı oranlarda kinoa ve pirinç unu karışımı içeren tahıl bazlı ek gıda formülasyonun reolojik davranışlarını inceleyen bir çalışma henüz yapılmadığı belirlenmiştir. Buna

ilaveten bebek ve küçük çocuk ek gıdalarında düzenlenen duyuşal testlerin sıklıkla uzman panelistler tarafından yapıldığı, 6 ay ve üzeri bebeklerde, küçük çocuklarda ve eş zamanlı olarak ebeveynlerinde oldukça sınırlı sayıda gerçekleştirildiğı tespit edilmiştir. Bu çalışmaların hiçbirinde, duyuşal sonuçları desteklemek için aroma-aktif bileşiklerin analizi yapılmamıştır.

Günümüzde marketlerde yer alan glütensiz ürünler düşük kaliteli, damak tadına hitap etmeyen, zayıf aromaya sahip ürünler olarak dikkat çekmektedir. Bu nedenle, glütensiz ürünlerde viskoelastik ve duyuşal özelliklerinin iyileştirilmesi oldukça önem arz etmektedir [4].

Son yıllarda popüleritesi artan kinoa ile ilgili farklı disiplinlerde yer alan araştırmacılar tarafından farklı amaçlar için pek çok çalışma yürütölmüş ve elde edilen sonuçlar bilim dünyasına önemli katkılar sağlamıştır. Bu çalışmalardan kinoa ile ilgili reoloji, aroma ve duyuşal test alanlarında yürütölmüş araştırma sonuçları aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

1.1 1. Önceki Çalışmalar

Son yıllarda kinoa ile ilgili birçok çalışma yapılmasına rağmen, bebek ve küçük çocuk ek gıdası alanında sınırlı sayıda bilimsel çalışma olduğu görölmektedir. Öncel vd. (2017) erişte üretiminde pseudo-tahılların (amarant, kinoa, karabuğday) kullanımında en uygun kombinasyonları tespit etmek için yaptıkları çalışmada, kinoa ve amarant içerikli erişte örnekleri geliştirmiştir. Bu çalışmada erişte örneklerinde L değerinin azaldığı, a ve b değerlerinin, ham yağ, protein ve kül miktarlarının şahit (%100 buğday unu ile yapılan erişte) erişte örneğine göre arttığı tespit etmiştir. Tüm değerlendirme kriterleri dikkate alındığında %20 amarant + %10 kinoa ikameli erişte kombinasyonunun duyuşal ve fizikokimyasal özellikler bakımından en uygun olduğu sonucuna varılmıştır[8].

Giritlioğlu vd. (2017) kinoa unu ve şeker otu kullanımı ile yeni kek ve bisküvi formölasyonları geliştirmek amacıyla bir çalışma yürötmüşlerdir. Bu çalışmada, buğday unu ile üretilen bisküvi örneklerinin kinoa unu ile üretilen örneklerle göre ağızda daha rahat bir biçimde eridiğini ve yutulduğu tespit edilmiştir. Ek olarak,

yüksek protein içeriği nedeniyle kinoa ununun bisküvi üretiminde indirgen ajanlarla birlikte kullanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, araştırmacılar kinoa ununun buğday ikamesi olarak ÇH için kek ve bisküvi üretiminde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır[11].

Kıtan (2017), tarhana üretiminde buğday unu yerine, kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) unu kullanarak, kinoanın hem yüksek besinsel içeriğinden faydalanmak ve hem de Çölyak hastalarının diyetlerine uygun glütensiz tarhana üretmek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Bu amaçla kinoa taneleri öğütölüp un haline getirilerek farklı oranda un karışımı (kinoa ve mısır unu) içeren ve kinoa katılmadan (kontrol grubu) üretilen farklı tarhana örnekleri üretilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kinoa oranı arttıkça tarhana örneklerinin pH değerinin, protein, yağ ve kül miktarlarının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca kinoa oranı ile örneklerde su tutma kapasitesi azalırken köpüklenme kapasitesinin arttığı görölmüştür. Fermantasyon süresince ise her üç parametrenin de (L, a ve b) azaldığı kaydedilmiştir[10].

Ünlütürk vd. (2017), kinoa ve soya sütü ile hazırlanan kahvaltılık pürenin reolojik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda G' değerinin, G'' değerinden daha yüksek olduğunu ve kinoa içerikli ürünün psödoplastik davranış gösterdiğini tespit etmişlerdir[14].

Kurnaz (2018), kinoa unu ile glütensiz ekmek üretiminde buğday ununun kinoa unuyla ikamesiyle hazırlanan hamurlarda doğrusal olmayan reolojik özellikleri incelemiş ve bu hamurlardan üretilen ekmeklerin teknolojik özelliklerini belirlemiştir. Kinoa unu kullanımının ekmek hacimlerinde azalma meydana getirdiğini ve artan kinoa unu miktarıyla ekmeklerin sertliğinin arttığını tespit etmiştir. Renk analizi değerlerinde, en yüksek L değerinin (en açık ekmek rengi) kinoa içermeyen buğday unu (kontrol) hamurunda olduğu, en düşük L değerinin ise (en koyu renk) %40 kinoa unu içeren ekmekte olduğu gözlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarında ise, en fazla beğenilen ekmek örneğinin %40 kinoa unu içeren ekmek olduğu ve kinoa ununun buğday ununa ikamesinin reolojik ve teknolojik açıdan kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir[9].

1.1.1.1 Duyusal Analiz ve Aroma Bileşikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde kinoa ile ilgili ürünlerde ve bebek/küçük çocuk ek gıdalarında (4-24 ay) yapılan duyusal çalışmalara ait araştırma sonuçları özetlenmeye çalışılmıştır.

Demir (2014), glütensiz tarhana üretmek amacıyla yaptıkları çalışmada farklı oranlarda kinoa unu, pirinç unu ve patates nişastası (40:30:30, 50:25:25 ve 60:20:20%) kullanmışlardır. Tarhanaların duyusal özellikleri 5'li hedonik gösterge çizelgesi ile karşılaştırmış ve %50 oranında kinoa unu kullanılarak üretilmiş tarhananın diğer formülasyonlara göre daha çok beğenildiğini tespit etmişlerdir [15]

Turkut vd. (2016), glütensiz ekmek geliştirmek amacıyla kinoa unu, karabuğday unu, pirinç unu ve patates nişastası kullanmışlardır. Duyusal testlerde %25 kinoa unu içeren ekmek formülasyonu en fazla beğeniyi almıştır [16] .

Kahlon vd. (2018), kinoa unu (%92 unu) ve farklı baharatlarla hazırlanmış zerdeçalı (%86 kinoa unu), kırmızıbiberli (%91,3 kinoa unu), zencefilli (%86 kinoa unu) içeren atıştırmalık ürünlerin duyusal özelliklerini 5'li hedonik gösterge ile karşılaştırmışlardır. Tüm ürünler eşit derece de beğenilmiş olup, kinoa ununun glütensiz atıştırmalık ürün geliştirilmesinde kullanılabileceğini göstermişlerdir [12].

Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları ile ilgili yapılan duyusal çalışmalar direk olarak son tüketicide (bebek veya küçük çocuk) veya ebeveynlerde/bakıcılarda (anne, baba, babaanne, bebek bakıcısı) yapılmaktadır. Son tüketici olarak bebeklerde ve küçük çocuklarda yapılan önceki çalışmaların bazıları Tablo 1.1 ile gösterilmiş olup, yalnızca metot optimizasyonu açısından önemli olan yayınlara değinilmiştir. Bebeklerde ve küçük çocuklarda yapılan duyusal testler genel olarak beğeni üzerinden değerlendirilmektedir. Bu nedenle duyusal değerlendirme testlerinde beğenmeme ifadesinin verilen gıdadan mı yoksa farklı nedenlerle mi meydana geldiğinin tespit edilmesi oldukça önemlidir [17]. Madrelle vd. (2017), 4-7 ay ve 11-15 ay yaş gruplarında yaptıkları çalışmada yeni geliştirdikleri duyusal analiz metodunu optimize etmeye çalışmışlardır. Duyusal analiz değerlendirmelerini yapan annelerin, 9. kaşık sonrası bebeklerinde tespit ettikleri olumlu ve olumsuz özellikleri belirtmeleri istenmiştir. Buna ilaveten annelerin, bebeklerinin her 3.

kaşık tadımı sonrasında duyuşal beğeni durumlarını kendilerine verilen formu doldurarak belirtmeleri istenmiştir[17].

Son tüketiciler olarak bebeklerde ve küçük çocuklarda + ebeveynlerde yapılan önceki çalışmaların bazıları Tablo 1.1 ile gösterilmiştir. Genel olarak bebek ve küçük çocuk ek gıdalarında yapılan duyuşal analizler sıklıkla yetişkinlerde yapılmaktadır. Bebeklerin ve yetişkinlerin tat alma tomurcukları, arasında bir farklılık olup, bu duyuşal analiz sonucunu direk olarak etkilemektedir [18]

Inarejos-García, (2015) meyve püreleri içeren kavanoz mamalarının duyuşal özelliklerini incelemek amacıyla son tüketiciler olarak ürünü değerlendirecek olan bebekleri ve ebeveynlerini kullanmıştır. Araştırmacılar duyuşal değerlendirme sürecinde, ortam şartlarının ve ürüne ait reolojik özelliklerin önemine dikkat çekmişlerdir. Bu çalışmada duyuşal değerlendirme ile reolojik analiz sonuçları arasındaki ilişkiyi incelemek için özel olarak geliştirilen SAIR metodu kullanılmıştır. Duyuşal değerlendirmede düşük kıvam indeksine sahip olan meyve pürelerinin daha çok beğenildiği tespit edilmiştir [19] .

Gıdaların aroması yüzlerce farklı uçucu bileşenin ortak etkisi sonucu oluşmaktadır. Her bir bileşenin aroma profiline katkısı farklı düzeylerde olmaktadır. Düşük konsantrasyonlarda bulunup gıdanın aromasını oluşturan bu uçucu maddelere “aroma aktif bileşenler” denir. Aroma aktif bileşenler, gıdalarda, ppm ve ppb gibi çok düşük konsantrasyonlarda bulunmalarına rağmen insan burnu tarafından algılanabilmektedir. Aroma aktif bileşiklerin koku algılama eşik değeri bulundukları gıda matrisine göre değişmektedir[20].

GC-Olfaktometri (GC-O) analizi insan burnunun duyarlılığı ve seçiciliğiyle gaz kromatografisinin ayırma gücünün birleştigi hassas bir tekniktir. Bu teknik süt, peynir, et, meyve, sebze, meyve suyu, kahve ve tahıllar gibi birçok gıda ürünündeki uçucu aroma bileşenleri içerisinde aroma-aktif olanları belirlemede yoğun bir şekilde kullanılmaktadır[21]. Bu teknikte insan burnu bir detektör olarak kullanılmaktadır. Çünkü insan burnu 10^{19} mol düzeyinde bir aroma belirleme limitine sahipken birçok kimyasal detektör aroma bileşenleri açısından insan burnu kadar hassas olamamaktadır[20].

Son yıllarda tahıl ürünlerinde aroma ve aroma aktif bileşiklerinin tespit edilmesi üzerine çalışmalar yoğunlaşmaktadır. Buna rağmen kinoa da bulunan aroma bileşikleri üzerine yapılmış 1 adet çalışma olup, aroma-aktif bileşiklerle ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır[22], [23].

Tablo 1.1 Bebek ve Küçük Çocuklarda Yapılan Duyusal Testler

Yaş Grupları	Uygulama Şekli	Uygulanan Ürünler
4 ay	Evde uygulanan özel bir duyusal tadım metodu	Taze sebze püreleri (havuç, yeşil bezelye, patates, kabak) ve tavuk eti karışımı [18].
4-7 ay 11-15 ay	Evde uygulanan özel bir duyusal test	Taze sebze püreleri (havuç, kabak, enginar, kabak, yeşil bezelye, domates)[24]. Taze sebze püreleri (havuç, yeşil bezelye)[17].
4-24 ay	7'li hedonik gösterge çizelgesi	Ek gıda (Hidrolize tahıl unları, vitamin-mineral karışımı)[25].
5-8 ay / 4-17 ay	5'li hedonik gösterge çizelgesi	Ek gıda (Liyofilize et ve buğday unu)[26].
6-24 ay / 13-24 ay +Anneler	9'luhedonik gösterge çizelgesi	Pirinç lapası ve pirinç lapası+taburia ile hazırlanmış bebek ek gıdası[27].
4 ay ve aynı yaşta +Anneler	SAIR metodu	Meyve püresi[19].

1.2 Tezin Amacı

Bu tezin amacı, glütensiz tahıl bazlı bebek ve küçük çocuk ek gıdası geliştirmek için farklı oranlarda kinoa ve pirinç unu kullanım oranlarının araştırılması, elde edilen verilere göre geliştirilen yeni ürünün fizikokimyasal reolojik, moleküler, termal ve duyuşal özelliklerinin araştırılmasıdır. Bu amaçla, ilk aşamada farklı oranlarda kinoa ve pirinç unu içeriğı ile üretilen bebek ve küçük çocuk ek gıdalarının yasal mevzuata ve tüketiciye uygunluğunun belirlenmesi amacıyla fizikokimyasal (ham protein, ham yağ, ham kül, ham lif, karbonhidrat, enerji, toplam şeker, nem, su aktivitesi, partikül büyüklüğü dağılımı) analizleri yapılmıştır. Bunu takiben tüm ek gıda örneklerinin ve %100 kinoa ununun reolojik, moleküler ve termal özellikleri karakterize edilmiştir. Duyusal özelliklerin tespit edilmesi amacıyla, bebek ve ebeveynlerinde ürün tadım testleri, aroma ve aroma-aktif analizlerin yapılmıştır.

1.3 Orijinal Katkı

Glütensiz tahıl bazlı bebek ve küçük çocuk ek gıdası geliştirmek için farklı oranlarda kinoa ve pirinç unu kullanımına bağılı olarak, değışen fizikokimyasal, reolojik, termal, moleküler ve duyuşal özellikleri belirlemek için yapılan bu çalışma sektör firmaları “Apharma Sağıık Ürünleri A.Ş (İstanbul), Dervişoğılu Tarım A.Ş (Mersin), Agroder Ltd. Şti (Mersin), Ereğıli Agrosan A.Ş (Mersin), Sunar Mısır Entegre Tesisleri (Adana) ve Kuantum Araştırma firması (İstanbul)” iş birliğı ile gerçekleştirilmiştir. Duyusal özelliklerin araştırılması Kuantum Araştırma Ltd. Şti. ve İstanbul Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliğı Bölümünden Prof. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN ile yürütölmüştür.

1.4 Hipotez

Son dönemlerde Avrupa piyasasında mevcut olan glütensiz ürün sayısında bir artış meydana gelmiş olmasına rağmen, en az büyümenin bebek maması sektöründe gerçekleştiğı görölmüştür. Genel olarak unlu mamuller sektöründe çok sayıda glütensiz ürünler geliştirilmesine yönelik çalışmalar olduğı görölmektedir[28]. Bu

nedenle, bebek ve küçük çocuk ek gıdaları sektöründe glütensiz yeni ürünlerin geliştirilmesi gerekliliği dikkat çekmektedir [7].

Reoloji, uygulanan kuvvet ile katıların deformasyonu ve sıvıların akışı arasındaki ilişkiyi inceleyen bir bilim dalıdır. Bu nedenle reolojik özellikler bebek ve küçük çocuk ek gıdalarının genel kalitesinin belirlenmesi açısından kullanılan önemli parametrelerden biridir. Glütensiz ürünler genel olarak düşük besin değerine sahip olup, glüten elastikiyeti eksikliğinden kaynaklanan zayıf ağız hissi ve yetersiz duysal özelliklerinden dolayı diğer gıda ürünlerine göre kalitesiz kalmaktadır[29]. Buna ilaveten ek gıdaların sıcak su ilavesi ile hazırlanması aşamasında ürünün topaklanmadan kolayca karışması ve bebeğin damağına yapışmaması önemi annelerin en önemli kalite kriterleri arasında yer almaktadır. Önceki çalışmalarda, glütensiz unların hem besin değerini hem de ürünün reolojik özelliklerini iyileştirmesi açısından belirli oranlarda karıştırılmasının gerekli olduğu gösterilmiştir[6], [29]. Son ürün kalitesini korumak ve istenen duysal özellikleri sağlamak amacıyla pirinç unu ile farklı oranlarda karıştırılmıştır. Bu sebeple yapılan bu doktora tezi çalışmasında, kinoa unu, tahıl bazlı bebek ve küçük çocuk ek gıdası örneklerinin reolojik özellikleri incelenmiştir.

Son dönemlerde özellikle Afrika ülkelerinde, yetersiz beslenmenin artması nedeniyle protein kalitesi ve sindirilebilirliği yüksek olan kinoanın bebek ek gıdasında kullanımı da ayrıca önem arz etmektedir. Nitekim kinoa' nın protein sindirilebilirliğinin %95,3 olduğu ve düzenli tüketiminin insülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1) üzerinde olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir[13].

Şimdiye kadar kinoa ile ilgili bebek ve küçük çocuk ek gıdası alanında yeterli düzeyde çalışma yapılmadığı görülmüştür. Bu çalışmada, farklı oranlarda kinoa ve pirinç unu ilavesi ile glütensiz tahıl bazlı bebek ve küçük çocuk ek gıdası üretilmiştir. Bu nedenle, yeni geliştirilen formülasyonların sonuçlarının hem tüketici taleplerini karşılaması hem de yasal mevzuata uyumlu olması için fizikokimyasal, reolojik, termal, moleküler ve duysal özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

(Goyat vd. 2019). Yapılan denemelerde %0, 8 ve 15K oranlarında kinoa unu ilavesi ile zenginleştirilmiş ek gıda örnekleri geliştirilmiş, tüketici beklentilerini karşılayan

en iyi ürünün %8 oranında kinoa içeren 8K örneği olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber geliştirilen tüm ürün formülasyonlar yasal mevzuata uyumludur.

Çalışmamızda viskoelastik yapının ve DSC özelliğinin incelenmesi geliştirilen formülasyonun reolojik özelliklerinin kabul edilmesi açısından önemlidir. Tahıl bazlı ek gıdalarda yapılan çalışmaların genel olarak annelerde veya bebeklerde karışık şekilde yapıldığı ve bu alanda duyuşal metot geliştirme çalışmalarının oldukça sınırlı sayıda yapıldığı görölmüştür. Bu nedenle çalışmamızda, duyuşal analizlere bir katkı sağlamak açısından yapılan çalışmalar detaylı şekilde incelenmiş, uygun bir metot geliştirilmesi amacıyla anne ve bebeklerde tadım testleri uygulanmıştır.

Son ürünün duyuşal kalitesini etkileyen önemli bir kalite kriteri olmasına rağmen kinoanın aroma-aktif aktif bileşiklerinin tespit edilmesi üzerinde bugüne kadar herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Kinoa ununda ve geliştirilen bebek ek gıdası örneklerinde bulunan aroma maddeleri ve aroma-aktif bileşiklerinin ilk kez bu çalışma ile kapsamlı bir şekilde belirlenmiştir. Örneklerde aroma ve aroma-aktif bileşenlerde meydana gelen değişmeler gaz kromatografisi (GC) ve GC-kütle spektrometresi (GC-MS) yardımı ile belirlenmiş ve kinoa ununu karakterize eden aroma-aktif bileşikler GC-MS-Olfaktometri kullanılarak saptanmıştır.

2.1 Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Tohumu

Ana vatanı Güney Amerika'nın And dağları olan kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), deniz seviyesinden 4500 m rakımda bile ekimi yapılabilen ve uygun olmayan iklim ve toprak koşullarına (kuraklık, tuz, soğuk, don) iyi uyum sağlayabilen ıspanakgiller (Amaranthaceae) familyasına ait bir bitkidir[30], [31].

Tarihsel olarak Peru'da M.Ö 7000 yılından beri kullanıldığı bilinen ve İnka dilinde "chisiya mama" yani "ana tahıl" anlamına gelen kinoanın ülkemizde yakın zamanda tarımı yapılmaya başlanmıştır[30]. Son dönemlerde üniversiteler ve araştırma enstitüleri tarafından ortak yürütülen araştırmalar sonucunda ülkemiz iklim koşullarına uygun çeşitlerin ve bunların verimliliği belirlenmiş, 2010 yılı verilerine göre ülkemizde de ekini yapılmaya başlanmıştır. Günümüzde kinoa üretimini en çok yapan başlıca ülkeler; Peru, Ekvator, Şili ve Bolivya olup üretimi son dönemlerde Avrupa ülkelerine de yayılmıştır [30], [31].

Kinoanın ekim alanlarının genişlemesi, artan kuraklık koşullarında üretim yapılabilmesine olanak sağlaması ve protein kaynaklarına erişimin sınırlı olduğu ülkelerde beslenmeye olumlu etkisi nedeniyle Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından oldukça önemli olarak değerlendirilmiş, 2013 yılı Kinoa 'nın Uluslararası Yılı" ilan edilmiştir[30].

2.2 Kinoa Besinsel Özellikleri ve Bileşimi

Kinoa tohumu içeriğindeki kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), çinko (Zn) gibi mineraller, B grubu vitaminler ve protein nedeniyle geleneksel tahıllara göre daha yüksek besin değeriyle dikkat çekmektedir[32]. Ayrıca glütensiz olması nedeniyle de glütene duyarlı olan ÇH için de ayrı bir öneme sahiptir[33].

2.2.1 Protein ve Amino Asit İçeriği

Kinoa tohumlarının kuru maddede protein içeriği %13,8 ile %16,5 arasında değişmektedir[10]. Kinoa proteini daha çok embriyo içerisinde yoğunlaşmış olup, yüksek kalitesinden dolayı potansiyel bir gıda kaynağı olarak kabul edilmektedir[33]. Bu proteinlerinin çoğunluğunu, süt proteini olan kazeindeki gibi dengeli bir amino asit dağılımına sahip olan, albümin (%35) ve globülin (%37) proteinleri oluşturmaktadır[9], [10]. Önceki çalışmalarda albüminlerin ve globülinlerin, kinoa unu içerisindeki toplam proteinlerin %44-77'si olduğu ve prolaminlerin yüzdesinin düşük (%0,5-0,7) olduğu bilinmektedir[10]. İçerisindeki 2S globülin protein, sistein (%15,6), arginin (%15,2) ve histidin (%7,6) oranına sahiptir[32].

Buna ilaveten kinoa proteinindeki yüksek lisin ve lösin seviyesi diğer tahıllara kıyaslandığında oldukça önemlidir ve bu kinoanın FAO'nun çocuk beslenme kriterlerine göre önemli bir hammadde olduğunu göstermektedir[33]. İçerdiği metiyonin ve sistein miktarının 2-12 yaş arası çocuklar ve yetişkinler için yeterli olduğu ifade edilmektedir[2], [32], [33]. Esansiyel aminoasitleri oldukça dengeli bir oranda içeren kinoa, aminoasit içeriği bakımından amarant, soya tohumu ve yağsız süte benzemektedir[31]. Bu nedenle kinoa proteinleri yüksek kaliteli proteinler olarak kabul edilir[32].

Yapılan araştırmalarda protein verimlilik değeri (PER) 1,95-3,1 arasında tespit edilmiş olup, sütteki kazein ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir[2], [31], [32]. Protein sindirilebilirliğinin %84,3 ile kazeinden daha düşük (%88,9) olduğu bildirilmiştir. Rualez vd. (2002) kinoa için PER oranını %95,3 bulmuşlardır. Aminoasitlerden biyoyararlılık ya da protein sindirilebilirliği tüketilen kinoanın türüne, pişirme veya uygulanan üretim prosesine bağlı olarak değişmektedir[13], [32].

Bununla birlikte, gluten benzeri proteinlerin yokluğu, kinoayı glütensiz ürün geliştirme çalışmalarında önemli bir hammadde konumuna getirmesine rağmen[31], bu özellik bazen olumsuz olarak son ürün kalitesine etki edebilmektedir. Örneğin kinoanın glütensiz olması, ekmek gibi bazı ürünlerde (ekmek gibi) direk kullanımını elverişsiz yapmıştır. Bu nedenle kinoa ununun, direk

olarak kullanımı yerine belirli oranlarda ikame ürün olarak kullanılması (buğday ve pirinç gibi tahıllarla karıştırılması) hem besin değerini arttırmakta hem de bazı teknolojik sorunların aşılmasına yardımcı olmaktadır[16].

2.2.2 Karbonhidrat ve besinsel lif içeriği

Kinoanın en önemli bileşenlerinden biri olan nişasta tüm çekirdeğin %58 ile 65'ini oluşturmaktadır[9], [10]. Kinoanın amiloz içeriği %3-22 olup pirinç çeşitlerinden daha yüksek, buğday ve mısırdan ise daha düşüktür. Buğday ve arpa nişastasına kıyasla, kinoa nişastası maksimum viskozite, daha yüksek su emme kapasitesi ve şişme kapasitesine sahiptir. Ayrıca kinoa nişasta granülleri büyüklüğü yaklaşık 1-2 µm olup, pirinç, mısır (23µm) ve buğday nişastasına (40µm) kıyasla daha küçüktür. Bu özelliği kinoanın daha keskin ve yağimsı bir tekstür oluşmasına yardımcı olmaktadır[10].

Önceki çalışmalarda kinoa nişastasının donma ve retrogradasyonda mükemmel bir stabiliteye sahip olduğu, bu nedenle kimyasal olarak modifiye edilmiş nişastaların yerine kullanılabileceği ifade edilmektedir[28]. Kinoa unu dondurma-çözülme stabilitesi ve düşük jelleşme noktası sıcaklıklarına dayanıklılığı nedeniyle unlar, çorbalar ve soslar için ideal bir koyulaştırıcı olarak kullanılabilir[10].

Genel olarak kinoa geleneksel tahıllara göre daha yüksek toplam besinsel lif içermektedir (%7,0-9,7), çözünür besinsel lif içeriği ise %1,3-6,1 arasında değişmektedir[28], [31].

2.2.3 Lipit ve Yağ İçeriği

Kinoa tohumlarının, esansiyel doymamış yağ asitlerince diğer tahıllara göre daha zengin bir içeriğe sahiptir ve bu oran genel olarak %4,4 - %8,8 arasında değişmektedir [13], [32]. Yağ içeriği (%7), mısırdan (%4,7) ve diğer tahıldan daha yüksek, soya fasulyesinden (%19,0) daha düşüktür [10]. Kinoa, özellikle oleik, linoleik (yaklaşık %52) ve linolenik yağ asitleri açısından zengindir [1]. Linoleik asit bakımından zengin olması önemini daha da arttırmaktadır (Keskin ve Kaplan Evlice,

2015). Çünkü linoleik asit Amerikan Çocuk Doktorları Derneği (AAP) tarafından bebek ve çocuk beslenmesi açısından önemli kabul edilmiştir [[13], [32]

2.2.4 Kullanım Alanları

Graminaeae ailesinden olmadığından “yalancı tahıl” olarak kabul edilen kinoa, direk olarak tahıl olarak veya una öğütülerek tahıllar gibi kullanılabilir[28], [32]. Buna ilaveten yaprak gibi diğer kısımları da sağlık alanında [34] veya tüm olarak çiftlik hayvanlarının ve kümes hayvanlarının beslenmesinde kullanılabilmektedir[10]. Saponin içermesinden dolayı özellikle sarı kinoanın, kozmetik, deterjan ve bira endüstrisinde kullanımı mevcuttur[10], [32].

Kinoa tohumlarının genel olarak una öğütülerek, diğer tahıllardan elde edilen unlarla belirli oranlarda karıştırılıp erişte[8], ekmek[16], tarhana[15], yüksek proteinli kek, bisküvi[11], kurabiye[12], tempeh[28], bebek ek gıdası [13], [34], nodul ve kahvaltılık gevrek [2] gibi ürünlerin yapımında kullanıldığı görülmektedir.

Kinoa Türk damak tadına uygunluğu nedeniyle bütün tahıl olarak bulgur, pirinç gibi diğer tahıllar ya da baklagillerle veya ıspanak gibi sebzelerle karıştırılıp yemeklerde kullanılmaktadır[28], yine filizleri ya da pişmiş taneleri salataya eklenerek tüketilebilmektedir[10]. Glütensiz ürünlerde kullanımı sonraki bölümlerde anlatılacaktır.

2.3 Pirinç Unu

Dünya genelinde oldukça geniş bir coğrafyada tüketilin pirinç, kolay sindirilebilir karbonhidratlara sahip olması ve glütensiz olması nedeniyle [35] glütensiz ürünlerin üretiminde yapı ve lezzeti geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır[6]. Hipoalerjen olması nedeniyle [29] annelerin ek gıda döneminde tercih ettikleri ilk ek besin arasında pirinç unu yer almaktadır[36].

Pirinç unu ortalama olarak %83 nişasta, %8 protein ve %1 lipit içerir. Pirinç unu, buğday proteinine kıyasla daha yüksek lizin içeriğine ve daha dengeli aminoasit profiline sahiptir. Kendine özgü besinsel, hipoalerjen özellikleri, ayrıca renksiz ve yavan tada sahip olması nedeniyle de bebek maması, kahvaltılık gevrek, unlu

mamullerin, enerji barlarının ve atıştırılabilir ürünlerin üretiminde tercih edilmektedir[35]. Diğer tahıllara göre glutensiz ürünlerde istenen tat ve rengin oluşmasına yardımcı olmaktadır[6].

Ancak, pirinç unu sayısız avantajlarına rağmen, pirinç proteinleri gluten içermemesi nedeniyle nispeten zayıf fonksiyonel gıda işleme özelliklerine sahiptir. Bu nedenle genel olarak gluten içermeyen diğer unlarla belirli oranlarda karıştırılması önerilmektedir[29]. Tek başına kullanımında önemli ürün problemleri yaşanabilir. Örneğin, hidrofobik doğaları nedeniyle de pirinç proteinleri çözünmez ve ekmek gibi ürünlerin üretimi sırasında oluşan gazın tutulmasını sağlayacak ağ yapısını oluşturamazlar. Bu da son üründe hacim ve kalite kayıplarına neden olabilmektedir[35]. Pirinç unlarındaki düşük prolamin içeriği, un su ile karıştırılırken bir protein ağının oluşmamasına neden olur[37].

2.3.1 Kinoa Pirinç Unu Kıyaslaması

Tablo 2.1’de görüldüğü üzere kinoa tohumları ve unu, %14- %16,5 protein içermekte olup bu oran pirinç ununa göre (%6,3-%7,1) oldukça yüksektir.

Tablo 2.1 Kinoa Tohumu, Kinoa ve Pirinç Unu Bileşimleri[2].

% Bileşen	Kinoa Tohumu	Kinoa Unu	Pirinç Unu
Protein (g/100g)	14-16,5	14,12	6.0-7.0
Karbonhidrat (g/100g)	58- 65	64,16	80-85
Yağ (g/100g)	4,4- 8,8	6,07	0.7-1.0
Ham Lif (g/100g)	11,0	7,0	1.5-2.5
Kül (g/100g)	3,4	2,9	3.0-3.5

Yapılan çalışmalarda kinoanın %58- %65'lik toplam nişasta içerirken bu oran pirinçte daha düşüktür. Tüm nişasta çeşitleri amiloz ve amilopektin molekülleri oluşmaktadır, ancak hangi molekülü ne oranda içerdiği nişastanın kaynağına göre değişmektedir. Nişasta polisakkaritinin genel özellikleri Tablo 2.2'de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda kinoanın amiloz içeriği %12,4 bulunmuştur bu oran pirinçte %17 ve buğdayda %28'tir[2]. Pirinç ve kinoa nişastaları poligonal taneciklerden oluşmaktadır[37]. Kinoa nişasta granülleri büyüklüğü ise yaklaşık 1-2 µm olup, pirinç (5-6 µm), mısır (5-35 µm) ve buğday (25-35µm) gibi diğer tahıl nişastalarına kıyasla daha küçüktür[38]. Bu özelliği daha keskin ve yağimsı bir tekstür oluşmasına yardımcı olmaktadır[39].

Kinoa nişastası, diğer tahıllara göre daha yüksek jelatinleşme sıcaklıklarına ve daha yüksek yapışkanlık viskozitelerine sahiptir. Ayrıca kinoa nişastası, düşük amiloz sayesinde içeriği yüksek su bağlama kapasitesi, yüksek şişme gücü, yüksek enzim duyarlılığı ve mükemmel donma-çözülme ve retrogradasyon stabilitesine sahiptir [37].

Tablo 2.2 Nişasta Polisakkaritinin Genel Özellikleri[38].

Özellik	Amiloz	Amilopektin
Solüsyon stabilitesi	Kararsız	Kararlı
Jel	Yumuşak, geriye dönüşlü akışkan	Jel oluşumu yok
Film	Yapışkan	Film oluşumu yok
Çözünürlük	Değişken	Çözünür

2.4 Çölyak Hastalığı ve Glütensiz Ürünler

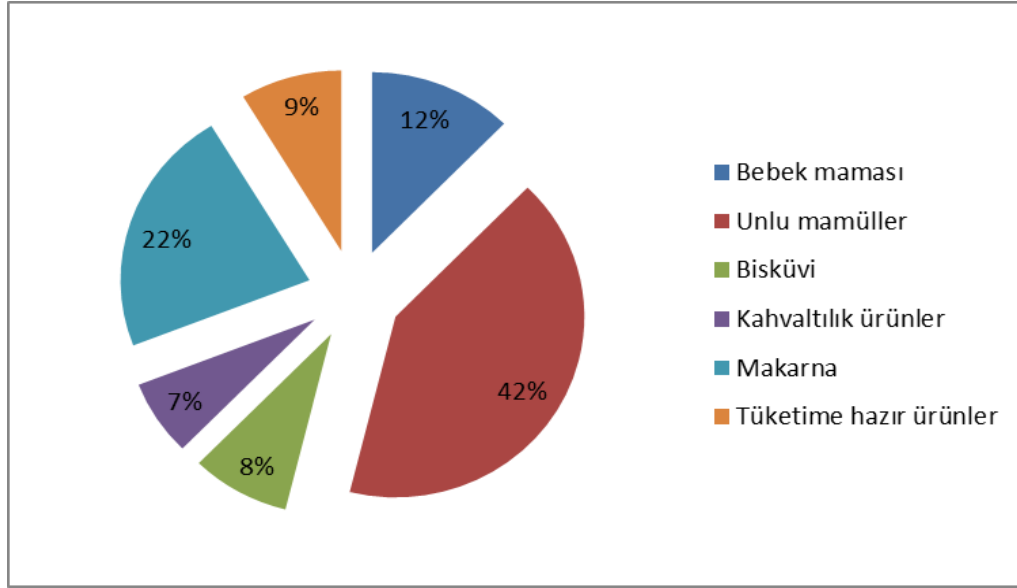
Çölyak hastalığı (ÇH) genetik olarak duyarlı kişilerde başlıca buğdaydaki gluten ve arpa, yulaf, çavdar gibi tahıllardaki gluten benzeri tahıl proteinlerinin tetiklediği kalıcı intolerans ile karakterize edilen bir ince barsak hastalığıdır[40]. Bu hastalık

ile mücadele etmenin en etkin yolu, gluten içeren buğday, çavdar, arpa ve yulaf içeren tüm gıdaların (hububat, makarna ve birçok işlenmiş gıda) diyetten çıkartılmasıdır. Mısır, patates, pirinç, soya unu dışında yalancı tahıl olarak adlandırılan amarant, kinoa ve karabuğday glütensiz olması ile dikkat çekmektedir [28].

Bebeklerin ilk dönemlerinde optimal büyüme ve gelişmenin sağlanması oldukça önemlidir. Tahıl ürünleri pediatristler tarafından içerdikleri yüksek karbonhidrat, protein ve enerji değerleri ile çok sık olarak tavsiye edilmektedir. Son dönemlerdeki Çölyak hastalığının görülme sıklığındaki artış glütensiz ürün kullanma ihtiyacını arttırmıştır [37], [40] Geleneksel bebek beslenmesinde ek gıdaya ilk geçiş aşamasında tavsiye edilen ilk tahıl grubu glütensiz pirinç unudur[36]. Bunun özellikle ailesinde Çölyak geçmişi olan ailelerin bebekler için koruyucu bir önlem olduğu düşünülebilir[40]. Glütensiz unlar genel olarak yüksek oranda rafine edilir ve bu nedenle düşük besin değerine sahiptirler. Glütensiz ürünlerin “besin değerini geliştirmek” için atılması gereken temel adımlardan biri de glütensiz tahıl ürünlerin besinsel değeri yüksek olan diğer yalancı tahıl unları (kinoa, karabuğday, darı unları vb.) ile zenginleştirilmesidir. Örneğin pirinç ununun tek başına kullanılması yerine, protein ve yağ asitleri açısından zengin olan kinoa ile belirli oranlarda karıştırılması önemlidir[37]. Bu özellikle büyüme ve gelişimin çok önemli olduğu yüksek kaliteli, sağlıklı bebek ve bebek maması üretimi için oldukça önemlidir. Glütensiz ürünlerde bileşen seçiminin yanı sıra, bu bileşenlerin işlenmesinin de izlenmesi gerekir, çünkü çalışmalar, yüksek ısı ve enzimatik işlemlerin unların temel bileşenlerinin bazılarını azaltabildiğini rapor etmiştir. Ayrıca glütensiz gıdaların tüketici ihtiyaçlarını karşılayacak miktarda vitamin ve mineral içermesi de önemlidir[37].

Şekil 2.1’de görüldüğü üzere ticari olarak piyasada mevcut olan glütensiz ürünler daha çok bisküviler, kekler, makarnalar, nodul ve pizzalar, Çölyak hastalığı olan hastaların diyetlerine dâhil edilebilen ürünlerdir[7], [28]. Genel olarak bu ürünler içerik açısından nişastaya dayalıdır, beslenme kalitesi yönünden zayıf olup ağızda istenmeyen kumlu bir his bırakmaktadırlar[37]. Kinoa’nın, glütensiz ürün geliştirilme çalışmalarında direk buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmalar

mevcut olup [11] gluten içermemesi nedeniyle ekmek yapımında direk kullanımı sınırlı kaldığı görülmüştür[2].



Şekil 2.1 Avrupa Glütensiz Pazarındaki Ürün Çeşitliliği[7]

Şekil 2.1’de görüldüğü üzere Avrupa’daki glütensiz ürün üretim miktarı 206,9 kilo/ton olup bebek mamaları pazarın %12’sini oluşturmaktadır. Buna ilaveten en az büyümenin olduğu ürün segmenti, %1,4 ile glütensiz bebek mamaları olup, bu alanda yeni ürün geliştirme çalışmalarına ihtiyaç duyulduğu açıkça görülmektedir[7].

Kinoanın bebekler ve hamilelik süresince tüketilen gıda formülasyonlarına dâhil edilmesinin, özellikle beslenme sorunu yaşanan Afrika ülkelerinde ve glütensiz ürün pazarının sınırlı olduğu bebek maması pazarında sürdürülebilir bir yaklaşım olabileceği düşünülmektedir[41]. Bununla birlikte kinoa ununun glütensiz ürünlerde özellikle bebek ek gıdasında, yüksek oranda kullanımı renk ve duyuşal özelliklerde değişime neden olmaktadır ki bu da tüketicinin tercihini direk olarak etkilemektedir[39]. Bu nedenle genel olarak bebek ve küçük çocuk ek gıdalarında kullanım oranı %8-15 oranındadır. Yapılan çalışmalarda kinoa farklı tahıl ve hammaddelele karıştırılıp tahıl bazlı bebek ve küçük çocuk ek gıdası

formölasyonları geliştirilmiştir. Kinoanın besleyicilik ve duyusal özellikler ağısından bebek ek gıdalarında kullanımının yararlı olduğı tespit edilmiştir[13], [39]

3.1 Materyal

Tahıl bazlı bebek ve küçük çocuk ek gıdası örneklerinin hazırlanmasında prejelatinize pirinç ve kinoa unu, süt tozu, rafine şeker, bitkisel yağ tozu, muz tozu, ayçiçek lesitini kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan beyaz kinoa unu, Ecoandino firmasına ait olup Ayacucho (Huanta)/Huancavelica (Pampas)-Perudan yetiştirilen beyaz kinoa alardan elde edilmiştir. Kullanılan Osmancık pirinç unu ise Dervişoğlu Tarım A.Ş ve Agroder Ltd. Şti. (Mersin) firmasından temin edilmiş, bebek ek gıdası üretimine uygun özellikte organik sertifikalı unlardır[42]. Muz tozu, Ereğli Agrosan Ltd. Şti. firması iş birliği ile Mersin bölgesinde yetişen yeri muzlardan Mersin/Tarsus fabrikasında geliştirilmiştir. Toz şeker süpermarketten temin edilmiş olup, diğer hammaddeler Apharma Sağlık Ürünleri AŞ'den alınmıştır. Tüm hammaddeler analiz zamanına kadar güneş ışığından uzak, serin ve kuru yerde muhafaza edilmiştir.

3.2 Metot

3.2.1 Kinoalı Tahıl Bazlı Ek Gıda Formülasyonu ve Üretimi

Kinoalı tahıl bazlı ek gıda üretimi için kullanılan formülasyon optimizasyonu için deneme tasarımı Tablo 3.1'de verilmiştir. Örneklerin hazırlanmasında kinoa unu ve pirinç unları farklı oranlarda kullanılarak, 8 farklı kinoa/pirinç unu kombinasyonu (0/63, 8/55 15/48, 20/43, 25/38, 30/33, 35/28, 40/23) hazırlanmıştır. Formül içerisinde kinoa unu kullanım oranı maliyet ve duyu özellikler dikkate alınarak belirlenmiştir. Tüm örneklerde içeriğin %37'sinde "süt tozu, bitkisel yağ tozu, muz tozu ve rafine şeker" kullanılmıştır. Optimum formülasyon belirlenirken, Türk Gıda Kodeksi Bebek ve Küçük Çocuk Ek Gıdası Tebliğine (2007/50) ve ticari olarak

üretilen 3 farklı ek gıdanın fizikokimyasal, reolojik ve duyusal özellikleri referans alınmıştır.

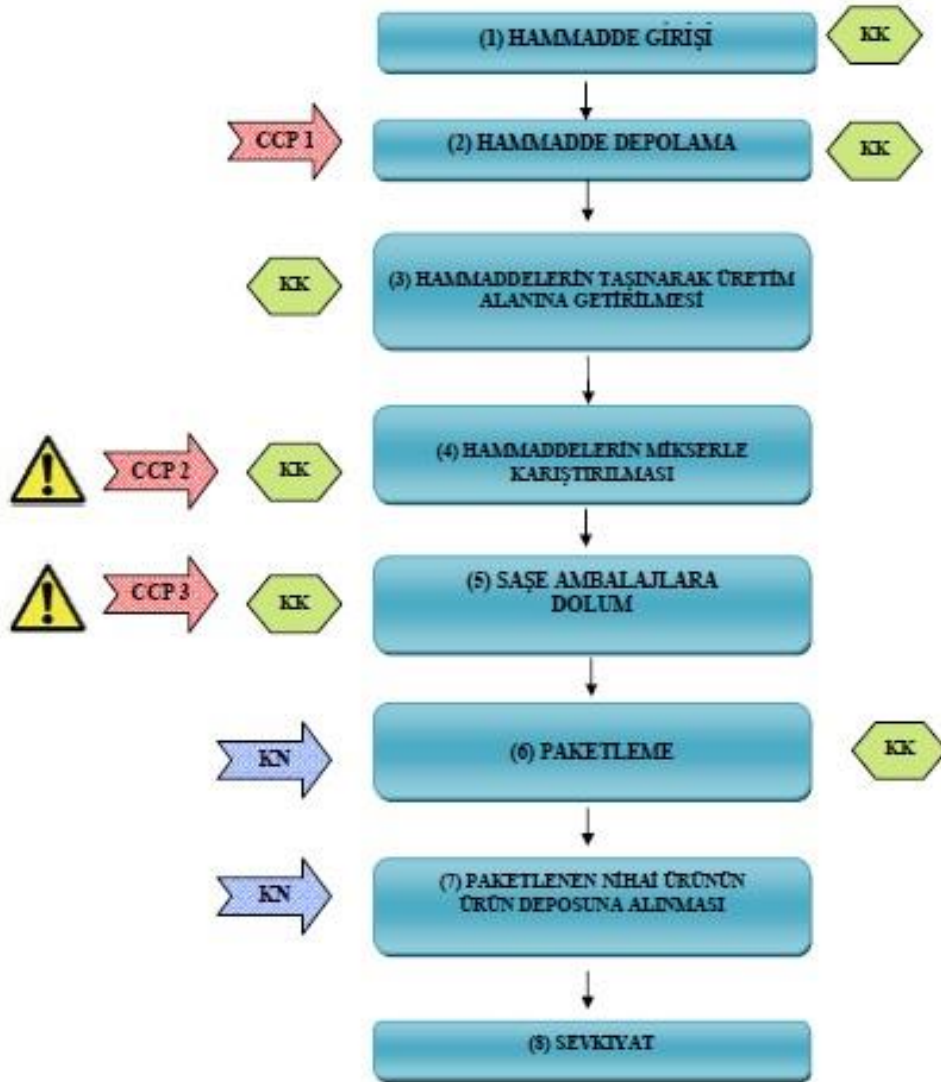
Tablo 3.1 Ek Gıda Formülasyon Optimizasyonu İçin Deneme Tasarımı

Deneme	Kinoalı Ek Gıda Örnekleri*	Kinoa Unu (%)	Pirinç Unu (%)	Diğer Bileşenler** (%)	Toplam (%)
1	OK	0	63	37	100
2	8K	8	55	37	100
3	15K	15	48	37	100
4	20K	20	43	37	100
5	25K	25	38	37	100
6	30K	30	33	37	100
7	35K	35	28	37	100
8	40K	40	23	37	100

*OK, 8K, 15K, 20K, 25K, 30K, 35K, 40K bebek ek gıda örnekleri sırasıyla %0, %8, %15 kinoa unu içermektedir. **Süt tozu, peynir altı suyu tozu, bitkisel yağ tozu, muz tozu, rafine şeker karışımını içermektedir.

Kinoalı bebek ek gıdası örneklerinin üretim akım şeması Şekil 3.1 ile gösterilmiş olup sırasıyla şöyledir; ilk aşamada yasal mevzuata göre formül geliştirme çalışmaları yapılmış ve sonrasında hammaddelerin belirli bir yüzde ile karıştırılması işlemine geçilmiştir. Tüm hammaddeler ilk örnek geliştirme amacıyla özel tasarlanmış 120L hacimli V tipi toz karışım mikseri (Farmakolojik Makine Ltd. Şti, İstanbul) kullanılmıştır. Mikserin gıda ile temas eden yerleri AISI 316 paslanmaz çelikten imal edilmiştir. Karışım belirli bir sıralamaya göre, en yüksek bileşenden en

düşük yüzdeli olana doğru hazırlamıştır, mikser ile en az 30 dakika, her hammadde ilavesinde aşamalı ve farklı karışım devirleri kullanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan formüller oksijen ve diğer etkenlere karşı oda sıcaklığında (24 °C) bariyerli yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) ambalajlara her bir ambalaj 50g olacak şekilde azot altında ambalaj dolum makinesi ile (ECO 35-EGT, Gasingpank, Korea) doldurulmuştur.



Şekil 3.1 Ek gıda üretim akış şeması

(CCP: Kritik Kontrol Noktası, KN: Kritik Nokta, KK:Kalite Kontrol)

3.3 Ek Gıda Örneklerinde, Kinoa ve Pirinç Ununda Yapılan Analizler

Tahıl bazlı ek gıda örneklerinde, renk analizi, nem (su tayini), ham kül, ham protein, toplam diyet lifi, toplam karbonhidrat, ham yağ ve enerji değerinin hesaplanması analizleri yapılmıştır.

3.3.1 Fizikokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

3.3.1.1 Nem Miktarının Belirlenmesi

Su miktarı tayini TS 760'a göre yapılmıştır. Metodun prensibi, ortamda bulunan suyun, daha önceden belirli ağırlıktaki suya göre titre edilerek hazırlanmış ayarlı, piridin-metanol karışımında çözünmüş iyot ve kükürt dioksit çözeltisi (Karl Fischer reaktifi) ile reaksiyonu prensibine dayanmaktadır[43].

3.3.1.2 Su aktivitesi (aw) Tayini

Bebek ek gıdalarının ve un ürünlerin su aktivitelerinin (aw) belirlenmesinde, AquaLab VSA Su Aktivitesi ölçüm cihazı (Decagon Devices, Inc., Pullman, WA, USA) kullanılmıştır. Ölçümler oda sıcaklığında üç tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.3.1.3 Renk Analizi

Renk ölçümlerinde Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Tokyo, Japonya) cihazı kullanılmış ve L, a, b değerleri kaydedilmiştir. 'L' değeri parlaklığı (100=beyaz; 0=siyah), 'a' değeri (+, kırmızı; -, yeşil) ve 'b' (+, sarı; -, mavi) renkleri temsil etmektedir. Ölçümlerden önce cihaz, beyaz plaka ile kalibre edilmiştir. Bütün bebek ek gıdası ve un örnekleri için örneğin 3 farklı noktasından ölçüm yapılmıştır ve bu değerlerin ortalaması alınarak ortalama değerler elde edilmiştir. Renk değişiminin (ΔE) hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır[44].

$$\Delta E = [(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2]$$

3.3.1.4 Ham Kül Tayini

Bir gıdanın külü, organik maddelerin yanmasından sonra kalan inorganik kalıntıların göstergesidir. Örneklerin kül miktarı (AOAC 923.03), buna ilaveten bebek ek ve küçük çocuk ek gıdalarında yapılmış çalışmalar [21], [29] referans alınarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.1.5 Ham Protein Tayini

Örneklerin toplam protein miktarları AOAC 984.13 metodu ile bebek ek ve küçük çocuk ek gıdalarında yapılmış çalışmalar [29], [45] referans alınarak gerçekleştirilmiştir. Protein miktarı aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır[46].

$$\% N = \frac{(V2-V1) \times N \times 0.0014 \times 100}{M}$$

$$\% \text{Protein} = \%N \times 6,25$$

V1: Kör deneme titrasyonunda harcanan HCl sarfiyatı (ml)

V2: Titrasyonda harcanan HCl sarfiyatı (ml)

N: Titrasyonda harcanan HCl çözeltisinin normalitesi (0.1 N)

0.014= Azotun mili ekivalen ağırlığı

m: Alınan gıda örneği miktarı (g)

6.25: Azotu proteine çevirme faktörü

3.3.1.6 Toplam Yağ Tayini

Örneklerin yağ miktarları AOAC metot no. 920.39C'ye göre belirlenmiştir[29]. Yağ miktarının belirlenmesinde soxhlet ekstraksiyon kullanılmıştır.

3.3.1.7 Ham Lif Tayini

Kinoalı ek gıda ve un örneklerinin ham lif miktarları “AOAC Metot No: 991.43 (AOAC 2000)’e göre belirlenmiştir.

3.3.1.8 Toplam Şeker Miktarı

Kinoalı ek gıda ve un örneklerinin toplam şeker miktarı miktarları Luff Schoorl metoduna göre hesaplanmıştır.

3.3.1.9 Toplam Karbonhidrat Tayini

Karbonhidrat, gıdanın şeker, nişasta, oligosakkaritler ve selülozunun toplamıdır. Kinoalı bebek maması örneklerinin toplam karbonhidrat değeri gram cinsinden aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır [45], [47]

$$\text{Karbonhidrat (gr): } 100 \text{ g} - (\text{g. protein} + \text{g. yağ} + \text{g. alkol} + \text{g. kül} + \text{g. su})$$

3.3.1.10 Enerji Miktarının Hesaplanması

Enerji değeri k/kal cinsinden genel Atwater faktörlerini kullanarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır [29].

$$\text{ENERJİ(k/kal): } (4 \text{ kcal/g. Protein} \times \text{g. protein}) + (9 \text{ kcal/g. yağ} \times \text{g. yağ}) + (4 \text{ kcal/g. karbonhidrat} \times \text{g. karbonhidrat}) + (7 \text{ kcal/g. Alkol} \times \text{g. alkol})$$

3.3.1.11 Tanecik Büyüklük Dağılımının Hesaplanması

Parçacık büyüklüğü dağılımı (PSD), Scirocco 2000 kuru dispersiyon ünitesi ile donatılmış bir Mastersizer (Malvern Hydro 2000 MU, Worcestershire, UK) kullanılarak lazer difraksiyonu ile belirlenmiştir. Fraunhofer Difraksiyon tekniği PSD analizi için kullanılmıştır[45].

3.3.2 Dinamik Reolojik Özelliklerin Belirlenmesi

Reolojik ölçümler hava-kontrollü reometre (Anton Paar, MCR-302) ile 50 mm paralel plaka kullanılarak 1 mm boşluk aralığında 25°C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Genlik analizi (Amplitude Sweep) yapılarak lineer viskoelastik bölge 10 rad/s sabit frekansta %0.01 ile %100 arası deformasyon uygulanarak gerçekleştirilmiş ve lineer viskoelastik bölgenin (LVR) sonlandığı nokta %0,5 olarak belirlenmiştir. Mekanik spektrumlar 0,5Pa'da (doğrusal viskoelastik aralığında) 0,1-100 rad/sn frekans (ω) aralığında çizilmiştir. Açısal frekans değerine karşılık depolama modülü (G') ve kayıp modülü (G'') değerleri belirlenmiştir[48]. Doğrusal olmayan regresyon analizleri, ω ve G' / G'' arasındaki ilişki ile ve alıkoyma büyüklükleri (K' ve K''), eğimler (n' ve n'') ve R^2 kullanılarak işlenmemiş verilerden aşağıdaki denklemleri hesaplanmıştır[49].

$$G' = K'(\omega)^{n'} \quad (1)$$

$$G'' = K''(\omega)^{n''} \quad (2)$$

Bu denklemde G' ile G'' sırası ile depo modülüs (storage modulus) ile kayıp modülüs (loss modulus) değerlerini ifade etmektedir. K' depolama modülüsün kıvam katsayısını (Pa), K'' kayıp modülüsün kıvam katsayısını (Pa), n' depolama modülüsün eğimini (birimsiz), n'' kayıp modülüsün eğimini (birimsiz), ω açısal frekans (rad/s) değerlerini belirtmektedir.

3.3.3 Termal Özelliklerin Belirlenmesi

3.3.3.1 Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) Analizi

Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC Tzero Q2000, TA Instruments, New Castle, Del., U.S.A.) ile jelatinizasyon sıcaklığı tayini Wu vd. (2014)'ün metodu esas alınarak gerçekleştirilmiştir. İlk önce 35 gram örnek ve 160ml ılıtılmış su (36°C) ile örnekler (kinoa unu ve ek gıda örnekleri 0K, 8K, 15K) hazırlanmıştır. Sonra her bir numuneden 10 mg örnek 0,1 mg hassasiyetle DSC alüminyum tavacık içerisine ilave edilip tavacıklar hermetik olarak kapatılmıştır. Boş tava referans olarak kullanılmıştır. 10°C dak-1 olmak

üzere tarama sıcaklığı aralığı 25-120°C seçilerek ölçümler yapılmıştır. Jelatinizasyon ve entalpi grafikleri ile belirlenmiştir. Analizler iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir[50].

3.3.4 Moleküler Özelliklerin Belirlenmesi

3.3.4.1 FT-IR Analizleri

FT-IR (Fourier transform infrared spectroscopy) analizleri, FT-IR (Bruker Tensor 27, Bremen, Almanya) ATR (Attenuated Total Reflectance) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde KBr beamsplitter ve DCaTGS detektörü kullanılmıştır. ATR kısmında ise elmas kristal ekipmanı kullanılmıştır. Veri toplama işlemi Bruker GmbH'den Windows için OPUS Sürüm 7.2 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizler 4 cm⁻¹ çözünürlükte gerçekleştirilmiş ve havaya göre background alınmıştır. Her bir spektrum için 16 tarama gerçekleştirilmiş ve 600 ile 4000 cm⁻¹ dalga sayısı aralığı incelenmiştir. Numunelerin spektrum kazanımı üç kez tekrarlanmış ve ortalama spektrumlar elde edilmiştir[51].

3.3.5 Aroma Maddeleri Analizleri

3.3.5.1 Uçucu Bileşenlerin Katı Fazlı Mikro Ekstraksiyonu (SPME)

Bebek ek gıdaları ve kinoa ununda bulunan uçucu bileşiklerin analizlerinde SPME ekstraksiyon yöntemi ile multifonksiyonel otomatik örnekleyici (AOC-6000, Corporation, Tokyo, Japonya) ve GC-MS (Shimadzu Corporation, Tokyo, Japonya) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler (2 gr) 20 ml'lik headspace vialine herhangi bir solvent kullanmadan tartılarak, PTFE/silikon septumunda inkübasyona 30/50 µm ve 2cm'lik divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxane (DVB/ CAR/PDMS) SPME fiber (Supelco, Bellefonte, PA, USA) kullanılarak bırakılmıştır. 80°C'de toplam 60 dakikalık bekleme süresi sonrasında uçucu bileşikler SPME fiber yüzeyinde tutulmuş ve 5 dakikalık bekleme süresinden sonra analizler yapılmıştır[52].

3.3.5.2 GC-FID, GC-MS, GC-O Koşulları ve Aroma-aktif Bileşiklerin Tanımlanması

Aroma maddelerinin miktarı, tanımlanmasında “Shimadzu” marka gaz kromatografisi ve buna bağlı kütle Spektrofotometre (GCMS-QP2020 NX, El Main SPL-2030, Shimadzu, Corporation, Tokyo, Japonya) ile buna bağlı “Phaser” marka (GL Sciences B.V, Eindhoven, The Netherlands) olfaktometri kullanılmıştır. SPME fiber ile tutulan uçucu bileşikler GCMS cihazı ile analiz edilmiştir. Kolon sıcaklığı 40 °C’de 3 dakika beklemeden sonra her bir dakikada 10 °C artırılarak 250 °C’ye ayarlanmıştır. Aroma maddelerinin ayırımı A Rtx-5MS (30 m x 0.25mm i.d x 0.25 µm) silika kapiler kolon (Restek Corporation, Bellefonte, PA, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak Helyum (He) kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 100kPa basınç altında 1.96 ml/dakikadır. Elektron enerjisi 70 Ev ve kütle aralığı da her 0.30s 35-450 m/z aralığında taranarak elde edilmiştir. Sonuçlar kalitatif olarak (% alan) olarak verilmiştir[53].

GC-Olfaktometri analizleri “Shimadzu-QP2020-NX marka gaz kromatografisine bağlı 240 °C’ye ısıtılmış deaktive kapiler kolon (30cmx0.3mm) ve koklama sırasında burun içinin kurumaması için 40 °C’de nemli hava ile desteklenen olfaktometri cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Bu sayede panelistlerin kokulara duyarlılığı artırılmıştır. Koklama işlemleri üç panelist tarafından 5’li skala kullanılarak (1: çok az koku, 5: çok fazla yoğun koku) 30 dakika süre ile gerçekleştirilmiştir.

3.3.5.3 Aroma Maddelerinin Tanımlanması

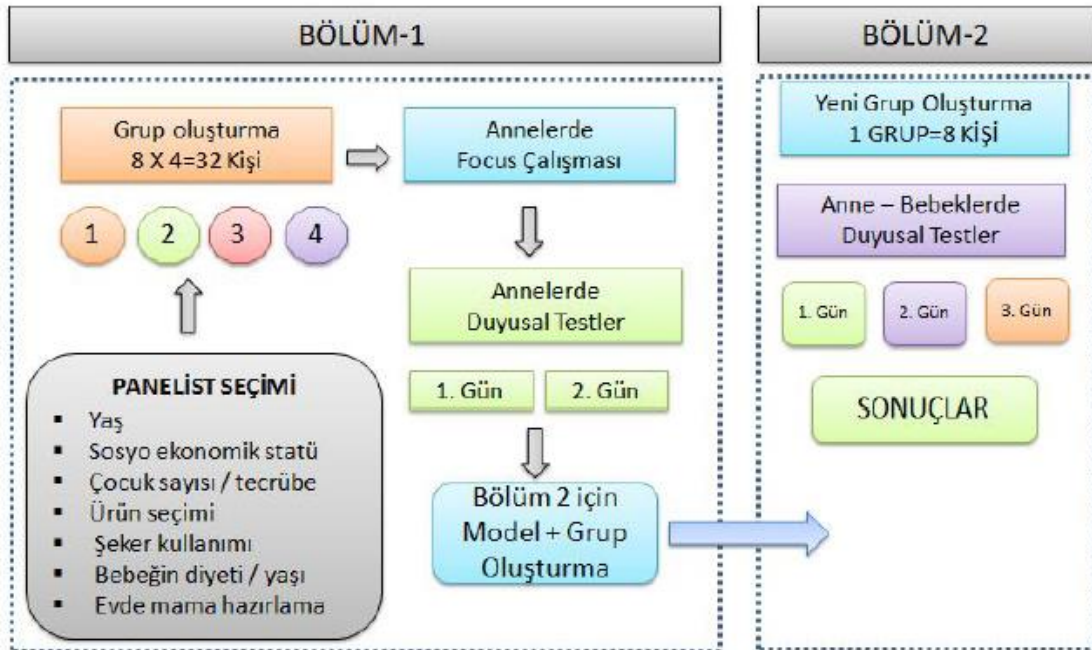
Aroma maddelerinin tanımlanmasında GC-MS’nin hafızasında bulunan Wiley 11/NIST 2014 ve FFNSC 3 (Flavor and Fragrance Natural and Synthetic Compounds) aroma maddeleri kütüphanesi, standart maddeler ve Kovats indeksleri kullanılmıştır[53]. Piklerin tanısı, standardı bulunan bileşikler için standart çözelti enjekte edilerek, standardı olmayan bileşikler için kütle spektrumunun önceki çalışmalarla cihaz hafızasında oluşturulan kütüphanedeki kütle spektrumlarıyla karşılaştırılması yoluyla yapılmıştır[54].

3.3.6 Duyusal Analizler

Duyusal analizler Mersin Üniversitesi Teknopark bünyesinde faaliyet gösteren Genetris Danışmanlık ve Kuantum Araştırma Ltd. Şti. tarafından geliştirilen protokol esas alınmıştır. Duyusal analizlerin geliştirilmesinde İstanbul Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü ile de iş birliği gerçekleştirilmiştir. Buna ilaveten oldukça detaylı bir literatür taraması yapılmış ve ayrıca ASTM E-2299-13 standartı da dikkate alınmıştır [19], [21].

3.3.6.1 Genel Çalışma Dizaynı ve Katılımcıların Seçimi

Duyusal testleri ilk aşamasında focus çalışması ile anneler üzerinde tadım testi yapılarak, bebek maması için önemli olan değerlendirme kriterleri belirlenmiş ayrıca annelerin bebek maması satın alma ve tüketim alışkanlıkları incelenmiştir. Ek gıda örneklerinin (0K, 8K ve 15K) duysal değerlendirmesi 4 farklı grup tarafından toplam 24 kişilik bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2 Duyusal Test Genel Çalışma Metodolojisi

Duyusal tadım testleri 11-13 aylık 8 bebek ve annelerinde (24-28 yaş aralığında, 25.8 yaş ortalaması) olmak üzere iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcı bebekler, Kuantum firmasının (İstanbul, Türkiye) veri tabanından rastgele seçilerek belirlenmiştir. Katılımcılar “prematüre olarak doğmamış, alerjisi ve kronik bir rahatsızlığı olmayan, 4 aydan önce ek besin almaya başlamamış” bebekler arasından seçilmiştir. Ayrıca bebek annelerinin genetik olarak acı tat algılanması ile ilgili bir sorunu olup olmadığı sorulmuştur. Kuantum firması bünyesinde bulunan ve bu testleri daha önce gerçekleştirmiş deneyimli bir moderatör (psikolog) her bir katılımcı bebek annesine özel olarak hazırlanan protokolü anlatmış ve duyusal tadım sırasında bebeğin dikkatini dağıtabilecek faktörlerin neler olabileceğini belirtmiştir.

3.3.6.2 Ürünlerin Sunumu ve Test Planlaması

Focus test tamamlandıktan sonra tüm örnekler önce panelist annelerin bebekleri tarafından değerlendirilmiştir. Örnek hazırlama talimatı ve verme şekli panelistlere özel bir sunum ile anlatılmıştır. Duyusal testlerde 3 gün boyunca öğlen en fazla 2 ürün, akşam ise yine 2 ürün bebekler tarafından tadılmıştır. Tadım testleri öncesinde gıda güvenliği kapsamında tüm örneklerde mikrobiyolojik analizler (Toplam küf-maya, toplam aerob mezofil, *Escherichia coli*, *Salmonella ssp.*, koliform grubu bakteri, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*) gerçekleştirilmiştir.

3.3.6.3 Bebeklerde Duyusal Tadım Testi Düzenlenmesi

İlk aşamada 11-13 aylık 8 bebekte duyusal tadım testleri gerçekleştirilmiştir. Teste katılan her bir bebek kaşıkla beslenmeyi kabul etmiştir. Bebeklerin annelerinden, beslenme alışkanlıklarını ve yemek yeme kapasitelerini dikkate alarak 3 gün boyunca kendilerine verilen program dahilinde 0K, 8K ve 15K ürünlerini bebeklerine vermeleri istenmiştir. Annelerden bebeklerinin, ürünü tüketme miktarına (tabaktaki bebek mamasının en az %70'inin tüketilmesi gerekmektedir) ve yemek sırasındaki davranışlarına göre 5'li skala (1=hiç beğenmedi, 5=çok beğendi) puanlamaları istenmiştir. Önceki çalışmalarda annelerin bebeklerinin

tükettikleri öğün ile doyum doymadıklarını iyi bilmelerine rağmen, tadım testlerinde bir tüketim miktarı belirlemenin yararlı olduğu bildirilmiştir[55].

Bebeklerde ve küçük çocuklarda, ya da emziren annelerde yapılan duysal testler genel olarak beğeni üzerinden farklı gösterge çizelgeleri (5'li, 7'li veya 9'lu) değerlendirilmektedir[55]. Bu nedenle duysal değerlendirme testlerinde beğenmeme ifadesinin verilen gıdadan mı yoksa farklı nedenlerle mi meydana geldiğinin çok iyi tespit edilmesi gerekmektedir[17]. Duysal tadım testlerinde genel olarak değerlendirmeyi yapan anne/farklı bir ebeveyn, akraba veya bakıcı olabilmektedir. Yetişkinlerin bebek ve çocukların beğenilerini değerlendirme şekilleri genel olarak ortam koşullarından ya da ürünlerin farklı reolojik özelliklerinden kolayca etkilenebilmektedir. Bu etkileri optimize etmek amacıyla yapılan çalışma sayısı sınırlıdır. Bu ayrımı detaylı şekilde anlatan özel bir protokol hazırlanmış ve kendi alanında deneyimli moderatör tarafından annelere detaylı şekilde anlatılmıştır.

Duysal test üç aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci ve ikinci aşamada, bebeklerin bebeğin yemeğe olan tepkisi önceden belirlenmiş tanımlayıcı kriterler (kaşığa uzanma, yüz ifadesi, elle kaşığı itme vb.) ile puanlanmıştır. Üçüncü aşamada bebeklerin yemeği tüketme oranları dikkate alınmıştır.

3.3.6.4 Annelerde Duysal Tadım Testi Düzenlenmesi

Bu bölümde duysal testler bebek ve küçük çocuk bakımından sorumlu kişilerde (annelerde) yapılmıştır. Anneler 3. Gün sonunda 0K, 8K ve 15K ürünlerinde kendilerine verilen protokole göre tadım testi gerçekleştirmişlerdir. Tüm ürünler tadım testinden önce ürüne özel hazırlama talimatına uygun şekilde hazırlanmıştır. Panelistlerden, hazırlanan ürünleri aşağıdaki Tablo 3.2'de göre kendilerine verilen tanımlayıcı kriterlere göre (genel tat, meyve tadı yeterliliği, şeker miktarı, renk ve kıvam) 5'li gösterge çizelgesi üzerinden karşılaştırılmaları istenmiştir. Buna ilaveten annelerden ürünü satın alıp almak isteyip istemedikleri ve başkalarına tavsiye etme isteklerini 5'li gösterge çizelgesi üzerinden puanlamaları istenmiştir [56]

3.3.7 İstatistiksel Analizler

Deneyler sonucunda toplanan veriler, SPSS (22. Versiyon, IBM) istatistiksel analiz programı vasıtasıyla gruplar arasında fark olup olmadığı tek faktör ANOVA ile test edilmiş ve %95 güven aralığında ($P < 0.05$) test parametresi kullanılarak belirlenmiştir.

Tablo 3.2 Duyusal Test Değerlendirme Formu

Tanımlayıcı Kriter	0K*	8K*	15K*
Bebeğin duyuusal değerdendirmesi			
Genel beğeni değerdendirmesi			
Annenin duyuusal değerdendirmesi			
Genel tat			
Şeker miktarı			
Meyve tadı yeterliliği			
Kıvam			
Renk			
Ürünü tavsiye etme isteği			
Ürünü satın alma isteği			

* 0K, 8K, 15K bebek ek gıda örnekleri sırasıyla %0, %8 ve %15 kinoa unu içermektedir. 100K ve 100P sırasıyla, %100 kinoa unu ve %100 pirinç ununu ifade etmektedir. Puanlama: 5: Çok beğendi, 1: Hiç beğenmedi

3.3.8 Etik onay ve teşvikler

ASTM E-2299-13 rehberinde tavsiye edildiği üzere duyuusal teste katılan bebeklerin anneleri, çalışmaya katılmadan önce duyuusal testlere onay verdiklerini yazılı olarak beyan etmişlerdir. Katılımcı annelere teşvik olarak alışveriş kuponları da verilmiştir.

4.1 Fiziksel Analiz Sonuçları

Tablo 4,1’de bebek gıdası, kinoa ve pirinç unlarında gerçekleştirilen fizikokimyasal analiz sonuçlarını göstermektedir. Bu çalışmada elde ettiğimiz nem tayin sonuçlarına göre kinoa içermeyen pirinç unu örneğinin % nem değeri en yüksek bulunurken, bu değer kinoa artışıyla birlikte ters orantılı olarak düşmüştür. Örneklerdeki nem içerikleri 0K,8K, 15K,100K ve 100P için sırasıyla 5,99, 5,85, 5,74, 5,22 ve 5,82 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde Turkut vd. (2016) glütensiz ekmek üretiminde kinoa unu miktarının artmasıyla ekmeğin nem oranını azaldığını tespit etmiştir.

Tüketici tercihleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olan renk parametresi bebek ek gıdası kalitesi ile ilişkilendirilmektedir. Dolayısıyla işlenmiş gıdalarda, özellikle bebek ek gıdası üretiminde kullanılan hammaddelerin rengi (özellikle parlaklığı) oldukça önemlidir[17], [29]. Bu çalışmada örneklerde yapılan renk analizine ait sonuçlar Tablo 4,1’den görüldüğü gibi, kinoa unu oranı arttıkça L değerlerinde azalma olduğu, a ve b değerlerinin arttığı görülmüştür. Bu renk değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,005$). Burada verilen $L=100$ değeri beyaz rengi, $L=0$ değeri siyah rengi, $+a$ değeri kırmızı rengi, $-a$ değeri ise yeşil rengi, $+b$ değeri sarı rengi, $-b$ değeri ise mavi rengi ifade etmektedir.

Elde ettiğimiz sonuçlara göre 0K, 8K ve 15K örneklerinin L (parlaklık) değeri 79,60 to 71,68 arasında değişmektedir. Turkut vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada kinoa unu ve buğday unu karışımında kullanılan kinoa unu yüzdesinin artmasıyla, ekmeklerin beyazlık değerinin azaldığı bildirilmiştir. Bu da kısmen kinoa ununun orijinal renginin etkisine bağlanmıştır.

Tablo 4.1 Örneklerin Fiziksel Analiz Sonuçları

Örnekler*	0K	8K	15K	100K	100P
Su aktivitesi (aw)	0.42 ^a	0.44 ^a	0.39 ^b	0.38 ^b	0.45 ^c
L (Parlaklık)	79.60 ^b	72.71 ^c	71.68 ^d	64.33 ^e	94.70 ^a
a (Kırmızılık)	-1.89 ^b	-0.68 ^b	-0.54 ^b	1.56 ^a	-5.28 ^c
b (Sarılık)	6.79 ^e	7.45 ^d	8.47 ^c	16.3 ^a	12.37 ^b
d(0.1) (µm)	29.05 ^c	27.16 ^d	28.67 ^c	49.73 ^a	37.97 ^b
d(0.5)(µm)	242.7 ^b	216.5 ^c	201.8 ^d	153.5 ^e	262.7 ^a
d(0.9)(µm)	656.1 ^a	627.0 ^b	595.4 ^c	349.7 ^d	653.4 ^a
Span	2.58 ^c	2.77 ^b	2.80 ^a	1.95 ^e	2.34 ^d
% Nem	5.99 ^a	5.85 ^{ab}	5.74 ^c	5.22 ^d	5.82 ^c

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar P<0,05 düzeyinde istatistiksel olarak birbirinden farklıdır; L Parlaklık (100)-Koyuluk (0), a Kırmızılık- Yeşillik, b Mavilik- Sarılık; * Örnekler:0K, 8K, 15K bebek ek gıda örnekleri sırasıyla %0, %8 ve %15 kinoa unu içermektedir. 100K ve 100P sırasıyla, %100 kinoa unu ve %100 pirinç ununu ifade etmektedir.

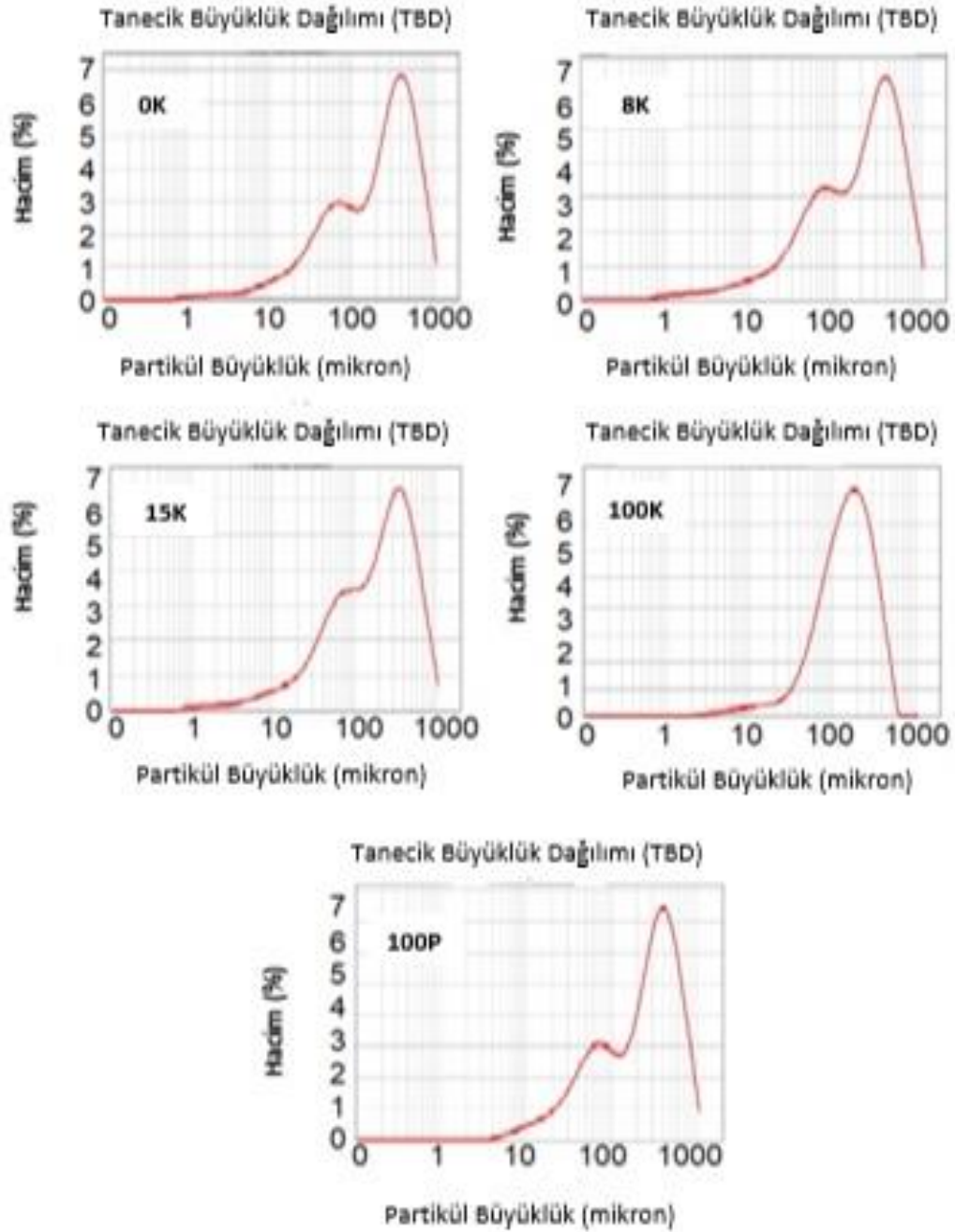
Önceki araştırmacılar kinoa ununun, pirinç ununa göre daha düşük L değerine sahip olup, bunun temel nedeninin kinoa içerisindeki yüksek kül, protein ve fenolik pigmentlerden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir[29]. Buna ilaveten protein değerindeki artışın L değerinde düşmeye neden olduğu Bazaz vd. (2016) tarafından gösterilmiştir[29]. Farklı bir çalışmada ise kinoa ununa uygulanan kavurma işleminin L değerini azalttığı, a ve b değerlerini ise arttırdığı gösterilmiştir. Bu değişimin temel nedeninin kinoa ununa uygulanan ön işlemler sırasında meydana gelen Maillard reaksiyonları olduğu bildirilmiştir[57]. Benzer şekilde Demir (2014), kinoa unu ile üretilen tarhana örneklerinde kinoa unu ilavesi ile ortalama L değerinin azaldığını, b ve a değerlerinin arttığını tespit etmiştir.

Önceki çalışmalarda Jan vd. (2018) kinoa unu kullanarak ürettikleri glütensiz kurabiyede, kinoa ilavesi ile L değerinin azalığını ve bu değişimin de önceki çalışmalarla uyumlu olduğunu bildirmiştir[16]. Benzer şekilde kinoa içerikli kahvaltılık püre üzerinde yapılan çalışmalarda L değeri önceki çalışmalarla uyumlu şekilde 50'den fazla bulunmuştur.

Ünlütürk vd. (2017) kinoa içerisinde yer alan fenolik bileşiklerin, karotenin renk oluşumunda etkili olduğunu ayrıca ürün içerisinde yer alan diğer hammaddelerin kinoa ununa uygulanan pişirme işleminin uzun olması halinde düşük L ve negatif a değerlerine neden olabileceğini belirtmişlerdir[29].

Turkut vd. (2016) yaptıkları glütensiz ekmek üretiminde kinoa unu miktarının artmasıyla ekmeğin, L (100=beyaz, 0=Siyah) değerinin azalırken, a (+kırmızılık, -yeşillik) ve b (+sarılık, -mavilik) değerlerinin arttığını tespit etmiştir. Araştırmacılar ekmek örneklerindeki bu renk değişimin kinoanın tipik sarıya çalan rengi ile yakından ilişkili olduğunu bildirmişlerdir[58]. Benzer bir şekilde farklı çalışmalarda kinoa unu içerisinde bulunan karotenoidlerin b (sarılık) değerinin artmasına neden olduğu belirtilmiştir[59].

Bebek ek gıdası (0K, 8K e 15K) ve un (100K ve 100P) örneklerine ait partikül büyüklüğü dağılımı sonuçları Şekil 4.1 ve Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara göre kinoa unu oranının artması ile 8K örneğinde partikül büyüklüğü azalmaktadır. Bunun nedeni, kinoa ununun partikül boyutlarının (49.73-349.66 μm) pirinç unundan daha küçük (37.97-653.37 μm) olmasıdır. Önceki çalışmalarda, pirinç unu partikül boyutunun, kütle yoğunluğu ile pozitif olarak ilişkili olduğunu gösterilmiştir[14].



Şekil.4.1 Örneklerin tanecik büyüklük dağılımları(TBD); 0K, 8K, 15K bebek ek gıda örnekleri sırasıyla %0, %8 ve %15 kinoa unu içermektedir. 100K ve 100P sırasıyla, %100 kinoa unu ve %100 pirinç ununu ifade etmektedir

4.2 Kimyasal Analiz Sonuçları

Yapılan çalışmada bebek maması örneklerinde kinoa ilavesi arttıkça yağ, protein, kül ve diyet lif miktarı da artmıştır. Tam tersi şekilde kinoa ilavesi ile karbonhidrat ve toplam enerji değeri ise azalmaktadır (Tablo 4.2). Kinoa oranının artması tüm

özelliklerde bebek ek gıdası örneklerinde istatistiksel açıdan önemli değişikliğe yol açmıştır ($p<0.05$). Çizelge 2.1’de görüldüğü gibi kinoa unu, pirinç ununa kıyasla kül, protein ve yağ bakımından daha zengindir[16].

Kinoanın karbonhidrat miktarı ise pirinç ununda daha yüksektir. Bu oranlar üretilen 8K ve 15K örneklerine de yansımıştır[60]. Bu çalışmada bileşen itibariyle ağırlıkta olarak kinoa unu ve pirinç unundan kaynaklanan bitkisel proteinlerin yanı sıra süt tozundan gelen hayvansal kaynaklı proteinlerde vardır. Formülasyonda kullanılan kinoa ununun protein değeri kuru maddede %14.45, iken pirinç ununun % protein değeri kuru maddede 7%,10 olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.2). Literatürdeki bilgilere göre pirinç (%6,81), arpa (%9,91), buğday (%13,68), mısır (%9,42), çavdar (%10,34) ve sorgum (%10,62) oranında protein içermektedir. Bu nedenle kinoa bebek beslenmesi açısından önemli bir protein kaynağı olarak dikkat çekmektedir[61].

Tablo 4.2’de farklı kinoa ve pirinç unu ilavesi ile üretilen ek gıda örneklerinin protein içeriklerine ilişkin sonuçlar verilmiştir. Bu sonuçlara göre örneklerin protein içerikleri %12.39ve %13,67 arasında değişkenlik göstermiştir. Kinoa ilavesiyle, bebek maması örneklerinde protein değeri az da olsa artmıştır. En fazla protein içeriğine sahip örneğin %15 kinoa unu ile hazırlanan örnek olduğu tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarda farklı oranlarda (%60, 80 ve 100) kinoa unu ilavesinin tarhana örneklerinde protein değerini arttırdığını tespit etmiştir. Bu farklılık kinoa oranının protein değerinin, mısır unundan daha yüksek olmasıyla açıklanmıştır[33]. Benzer şekilde Bazaz vd. (2016) hipoalerjen bebek ek gıdası üretiminde pirinç ve nohut ununu karışımının protein miktarını arttırdığını tespit etmişlerdir. Bu nedenle yaptığımız çalışmadaki bebek maması örneklerinin protein miktarındaki değişim, önceki araştırma sonuçlarıyla uyumludur[6].

Bebek ek gıdası ve un örneklerinin yağ içerikleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Çizelgeden elde edilen verilere göre yağ içerikleri %1,00 ile %6,74 arasında değişiklik göstermiştir. Kinoa unu ilavesi istatistiksel olarak 0.05 önem seviyesinde örneklerin yağ içeriklerini etkilemiştir. Bu farklılığın sebebi kullanılan kinoa ununa ait yağ miktarının, pirinç ununa göre daha fazla olmasıyla açıklanabilmektedir[29]. Yalancı

tahıllar (kinoa, amarant, karabuğday), buğdaya göre daha yüksek oranda ham yağ içermektedirler[15].

Tablo 4.2 Örneklerin Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnekler*	0K	8K	15K	100K	100P
Ham protein (g)/100g	12.39 ^d	13.01 ^c	13.67 ^b	14.45 ^a	7.10 ^e
Ham Kül (g/100g)	2.34 ^d	2.59 ^c	2.89 ^b	2.64 ^b	3.40 ^a
Toplam Lif (g/100g)	3.59 ^d	4.36 ^c	4.61 ^b	8.52 ^a	2.20 ^b
Toplam Karbonhidrat (g/100g)	69.81 ^c	67.95 ^d	66.61 ^e	70.67 ^b	83.0 ^a
Toplam Şeker (g/100g)	22.87 ^a	18.26 ^b	15.21 ^c	5.40 ^d	0.19 ^e
Ham Yağ (g/100g)	5.79 ^c	6.32 ^b	6.45 ^b	6.74 ^a	1.00 ^d
Enerji Değeri (kcal/100g)	395.4 ^a	397.7 ^a	397.8 ^a	282.7 ^c	373.0 ^b

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar $P < 0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak birbirinden farklıdır; * Örnekler:0K, 8K, 15K bebek ek gıda örnekleri sırasıyla %0, %8 ve %15 kinoa unu içermektedir. 100K ve 100P sırasıyla, %100 kinoa unu ve %100 pirinç ununu ifade etmektedir.

Kül analizi gıdalarda bulunan toplam mineral içeriğini tespit etmek amacıyla yapılmaktadır. Bu analizin yapılmasıyla organik maddeler yanarken inorganik maddelerden arta kalan oksitlerin oluşturduğu kalıntılar kalmaktadır. Kül, gıdalarda besinsel değerlendirme yapmak için analizlerin bir parçasını oluşturmaktadır[29]. Tablo 4.2’de ek gıdaların kül içeriklerine ilişkin veriler yer almaktadır. Bu verilere göre örneklerin kül içerikleri %2,34 ve %2,89 arasında olduğu tespit edilmiştir. Yakın tarihli yapılan bir çalışmada ise kinoa unundaki kül oranları 2.60 % ve 2.80 % olarak tespit edilmiştir[33]. Kinoa unu ilavesi istatistiksel olarak 0.05 önem seviyesinde örneklerin kül içeriklerini etkilemiştir. Kinoa’nın kül içeriği %1,4-3,8, pirincin ise %0,2-1,0 arasında olduğu önceki çalışmalarda ve TSE 2639’da bildirilmiştir. Bazaz vd. (2016) hipoalerjen bebek ek gıdası üretiminde pirinç ve

nohut ununu karışımının kül miktarını arttırdığını tespit etmişlerdir[32]. Benzer şekilde Demir (2014) glutensiz tarhana formülasyonunda kinoa oranı arttıkça kül miktarının arttığını tespit etmiştir[49].

Oche vd. (2017) soya ve farklı tahılların karışımı ile geliştirdikleri bebek ek gıdasında kül miktarının arttığını, bunun da formülasyon içerisindeki tahıl (soya ve mısır) ilavesi kaynaklı minerallerin artışından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir[62]. Bu nedenle çalışmamız sonucunda elde edilen hammadde verileri de literatür bilgileriyle örtüşmektedir.

Ek gıda örneklerinin ham lif içerikleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Çizelgeden elde edilen verilere göre lif içerikleri %3.59 ile %4,61 arasında değişiklik göstermiştir. En fazla lif içeriği %15 kinoa unu ile hazırlanan örneklerde tespit edilirken en az lif içeriğine ise, yalnızca pirinç unu yani %0 kinoa unu ile hazırlanan örneklerde belirlenmiştir. Kinoa unu ilavesi istatistiksel olarak 0.05 önem seviyesinde örneklerin lif içeriklerini etkilemiştir. Elde edilen bu sonuçlar, kinoa ununun besinsel lif içeriğinin pirinç ununa göre az da olsa yüksek olmasıyla açıklanabilir[29]. Oche vd. (2017) soya ilaveli bebek ek gıdasındaki ham lif miktarındaki artışın barsaklardaki yararlı mikroorganizmaların artışına neden olabileceğini ve mineral emilimini arttırabileceğini belirtmişlerdir[15].

Ek gıda örneklerinin şeker içerikleri Tablo 4.2’de gösterildiği üzere %15,21 ile %22,87 arasında değişiklik göstermiştir. Tüm örnekler arasında şeker miktarları istatistiksel olarak 0.05 önem seviyesinde önemli bulunmuştur[63].

Yaptığımız çalışmada elde edilen verilere göre en yüksek karbonhidrat değeri 0K örneğinde (kontrol grubu) iken, en düşük 15K örneğinde tespit edilmiştir. Bu farklılığın temel nedeni, pirinç ununun, kinoaaya göre daha yüksek oranda karbonhidrat içermesidir[6]. Buna paralel olarak en yüksek enerji değerleri sırasıyla 0K, 8K ve 15K örneklerinde tespit edilmiştir. Sonuç olarak karbonhidrat değerlerindeki farklılık, enerji değerlerinde önemli bir değişim meydana getirmektedir Elde ettiğimiz analiz sonuçları bu bağlamda önceden bildirilmiş değerlerle örtüşmektedir.

4.3 Reoloji Analiz Sonuçları

Reolojik ölçümler sonucunda elastik modül yani G' (depolama modülü-storage modulus) ve viskoz modül yani G'' (kayıp modülü-loss modulus) değerleri elde edilmiştir (Tablo 4.3). G' (elastik modül) bir maddenin katı veya elastik karakterinin bir ölçüsü ve G'' (viskoz modül) ise maddenin sıvı veya viskoz karakterinin bir ölçüsüdür. Madde daha katı bir davranış sergilediğinde (örneğin deformasyon doğrusal aralıkta iken) daha elastik ve geri dönüşümlü olurken, elastik karakter G' , viskoz karakter olan G'' değerini geçmektedir. Diğer yandan madde daha çok sıvı veya viskoz bir sistem gibi davrandığı zaman ise viskoz karakter olan G'' baskın gelmektedir. Bebek ve küçük çocuk ek gıdası formülasyonlarına kinoa ilave edilme oranı arttıkça, kıvam indeksi değerinin (K) de yükseldiği, 8K ve 15K formülasyonları arasındaki K değer artışının istatistiksel olarak $p < 0.05$ önem düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarda, un içerisinde yer alan gluten eksikliğinin unun viskoelastik özelliklerini azalttığı belirtilmiştir[63].

Barışışık vd. (2018) tarafından da kinoa ve mısır unu karışımının (sırasıyla 40:45; 45:40; 50:35 ve 55:30) tempura hamurunun reolojik ve termal özelliklerinin nasıl etkilendiğini incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre elastik modül yani G' değerinin, viskoz modül yani G'' değerinden daha büyük olduğu gözlenmiştir. Tempura hamurunun n değerinin <1 olması nedeniyle shear thinning özellik gösterdiği belirtilmiştir. Yaptığımız çalışmada tüm örneklerde $0 < n < 1$ olarak tespit edildiğinden akış davranış indeksi (n) sonuçlarımız önceki çalışmalar ile uyumludur[33].

Uncu vd. (2017) kinoa ile hazırlanan kahvaltılık pürede yaptıkları çalışmada, elastik modül yani G' değerinin, viskoz modül yani G'' değerinden daha büyük olduğunu göstermişlerdir. $G' > G''$ erken durumda kinoa püresinin iyi yapılandırılmış olduğunu, ayrıca uygulanan stres arttıkça nispeten viskoz duruma geldiğini göstermiştir. Kahvaltılık kinoa püresi non-Newtonyen davranış şekillerinden olan Psödoplastik davranış göstermiştir[29].

Tablo 4.3 Bebek Ek Gıdası Ve Un Örneklerine Ait Reolojik Ölçümler

		0K	8K	15K	100K	100P
	K'	177.1 ^e	353.4 ^c	241.8 ^d	525.1 ^b	572.5 ^a
G'	n'	0.185 ^a	0.133 ^d	0.165 ^{ab}	0.157 ^{bc}	0.148 ^c
	R^2	0.996	0.995	0.998	0.996	0.996
	K''	44.53 ^e	65.07 ^c	52.18 ^d	88.84 ^b	91.39 ^a
G''	n''	0.226 ^c	0.165 ^d	0.225 ^c	0.273 ^b	0.299 ^a
	R^2	0.987	0.957	0.995	0.989	0.997

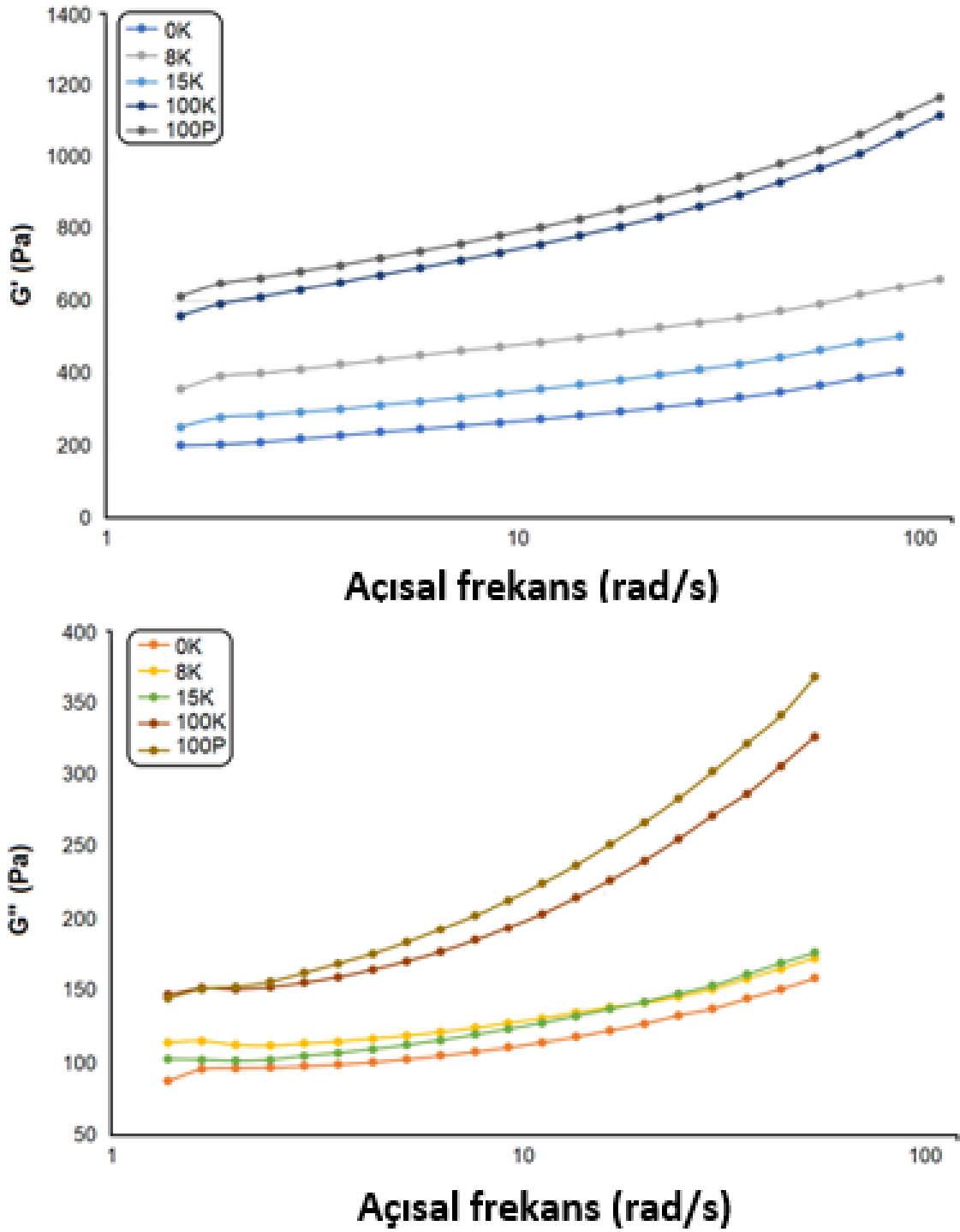
Farklı harflerle gösterilen ortalamalar $P < 0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. K: Kıvam katsayısı, n: Eğim, G' : Elastik modül ve G'' : Viskoz modül. * Örnekler: 0K, 8K, 15K bebek ek gıda örnekleri sırasıyla %0, %8 ve %15 kinoa unu içermektedir. 100K ve 100P sırasıyla, %100 kinoa unu ve %100 pirinç ununu ifade etmektedir.

5 farklı deneme noktasından elde edilen ek gıda ve un örneklerinin dinamik reolojik özelliklerine ait grafikler Şekil 4.3'te verilmiştir. Grafiklere baktığımızda, örneklerinin (0K,8K,15K,100K ve 100P) tümünün elastik modül yani G' değerinin, viskoz modül yani G'' değerinden yüksek olduğunu görmekteyiz[64]. Bu da bebek ve küçük çocuk ek gıdası örneklerimizin katı karakterinin sıvı karakterine göre daha baskın olduğu anlamına gelmektedir. Aynı zamanda açısız frekans değerinin artması ile elastik modül yani G' değerinde de kontrol grubuna (0K) göre azalan bir artış meydana geldiği, bu nedenle ek gıda örneklerinde, viskoelastik katı karakter yapısı daha ağır bastığı görülmektedir. Böylece K' değerinde de bir artış meydana gelmektedir n' değeri ise akış davranış özelliklerinde olduğu gibi K' değerinin artmasıyla beraber azalmaktadır. Bu sonuç kinoa ununun iyi bilinen jel ve katı macunumsu özelliğinden kaynaklanmaktadır[65].

Önceki çalışmalarda Turkut vd. (2016) kinoa unu ilavesinin ekmek üzerindeki reolojik değişimlerini incelemiş, kinoa unu ilavesi ile G' değerinin arttığını tespit etmiştir[14]. Glütensiz bebek ek gıdası örneklerinin reolojik davranışları Alvarez vd. (2005) tarafından incelenmiş ve pirinç unu içeren örnekte sıcaklık artışı ile

yoğunluk ve görünen viskozitenin arttığını gözlemlemiştir. Önceki araştırma çalışmaları bebek gıdalarının non-Newtonyen bir davranışa sahip olduğunu ve sıcaklık arttıkça akış davranış indeksinin arttığını göstermiştir[65]. Bu çalışmada elde edilen grafiklere göre G' (elastik) değerleri G'' değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bundan dolayı örneklerin tümünün elastik özelliklerinin viskoz özelliğinden daha baskın olduğu sonucuna varılmıştır.

Şekil 4.3'te görüldüğü üzere K' , K'' ve n' , n'' değerleri sırasıyla 177.1-572.5, 44.53-91.39, 0.133-0.185, 0.165-0.299 arasında bulunmuştur. Örnekler incelendiğinde her bir K' değeri K'' değerinden yüksek çıkmıştır. Yani ek gıda ve un örneklerinin tümü viskoelastik katı bir karakter sergilemiştir. Ek gıda örneklerinin n' ve n'' değerlerini incelediğimizde ise 0.133-0.165 ve 0.165-0.226 değerleri arasında yer aldığını görmekteyiz. K' , K'' , n' ve n'' değerleri ek gıda ve un örneklerinin viskoelastik katı karakter yapısının önemli derecede göstergesi olmuştur. R^2 değerleri ise 0,98-0,99 aralığında bulunmuş ve bire yakın bu aralık modelin dinamik reolojik özellikleri tahmin etme açısından uygunluğunu ortaya koymuştur [23].



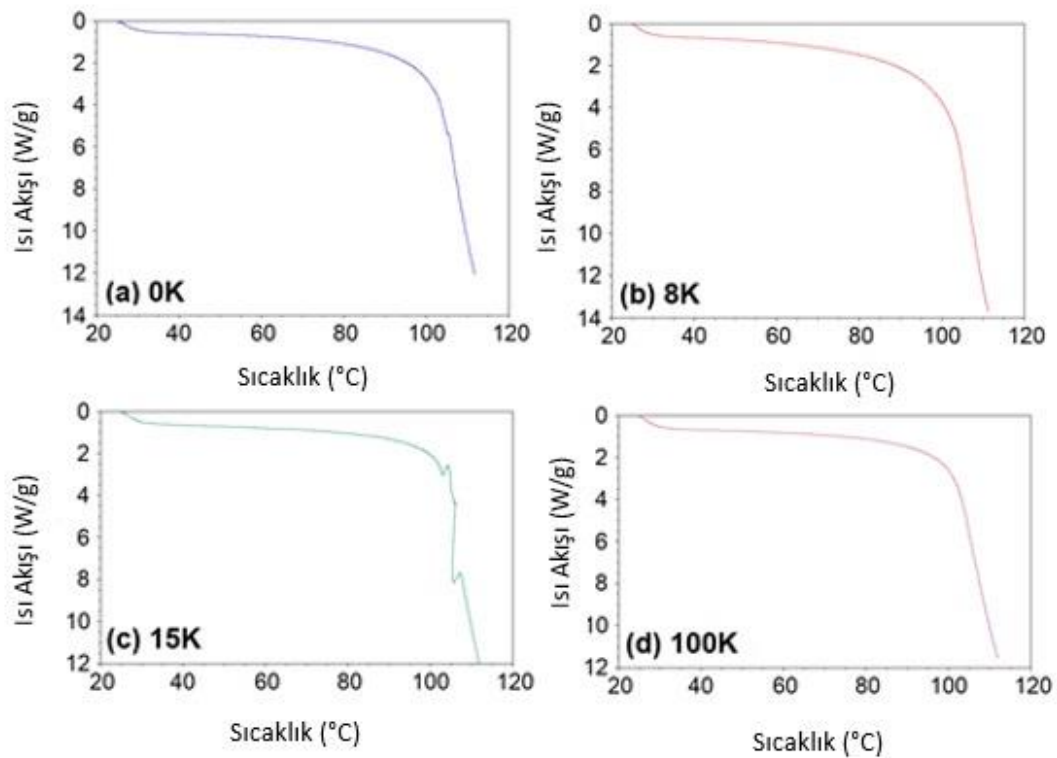
Şekil 4.2 Örneklerin Depolama (G') ve kayıp (G'') modül davranışları; 0K, 8K, 15K bebek ek gıda örnekleri sırasıyla %0, %8 ve %15 kinoa unu içermektedir. 100K ve 100P sırasıyla, %100 kinoa unu ve %100 pirinç ununu ifade etmektedir.

4.4 Termal Analiz Sonuçları

4.4.1 Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) Analiz Sonuçları

Ek gıda örneklerinin ve unların karakterizasyonunu yapabilmek için, reolojik ölçümlerinin farklı araştırma sonuçları ile bağlantılı olması gerekmektedir[14].

Bu nedenle bebek ve küçük çocuk ek gıdası örneklerinin termal özellikleri diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC)' de incelenmiştir. Jelatinleşme sıcaklıkları (Başlangıç sıcaklığı: T_p , en yüksek sıcaklık;



Şekil 4.3 Örneklerin DSC grafikleri. 0K, 8K, 15K bebek ek gıda örnekleri sırasıyla %0, %8 ve %15 kinoa unu içermektedir. 100K ve 100P sırasıyla, %100 kinoa unu ve %100 pirinç ununu ifade etmektedir.

T_c , sonuç sıcaklığı) ve jelatinleşme entalpi sonuçları Şekil 4.3 ile gösterilmektedir. Yapılan çalışmada önceki, çalışmalarla uyumlu olarak %100 kinoaaya ait erime dereceleri tespit edilmiştir. Buna göre kinoa unu ile zenginleştirilmiş ek gıdaların ve %100 kinoa ununun jelatinizasyon derecesi yalnızca pirinç içeren 0K örneğinden daha düşük olup, 70 °C ile 103 °C arasındadır.

Önceki çalışmalarda kinoa ununun jelatinleşme sıcaklığı 55 °C ile 85 °C arasında tespit edilmiş olup, bu oran pirinç unu için 70 °C ile 103 °C arasında değişmektedir. To değeri daha yüksek olan kinoa çeşitleri, daha sıkı, yapışkan ve çiğnenebilen tekstür özellikleri göstermektedir. Yüksek Tp değeri artan yapışkanlık özelliği ile ilişkilendirilebilir. Kinoa ununun entalpi değeri 1.1 ile 1.8 J/g arasında değişmekte olup, pirinç ununa göre 1/10 oranında daha düşük (14.1 ile 15.1 J/g) olması kinoa'nın pirinçten daha kolay pişirilebildiği anlamına gelmektedir[16]. Uncu ve ark. (2017), pişmemiş kinoa için erime noktasını 80 °C ile 120 °C arasında değiştiğini ve düzgün bir erime noktası tespit edilemediğini göstermişlerdir[64].

Kinoa ununun termal özellikleri, unun yapışkanlık özelliği ile ilişkilendirilmektedir. Yüksek To ve Tp değerleri düşük un viskozite piki ile açıklanabilir. Kinoa'nın önemli bir lif ve protein kaynağı olup [66] bu kinoa ununun termal özelliğini etkilemektedir[51]. Bununla birlikte kinoa proteinleri depolama ve nem ile hızlıca değişmektedir. Bu nedenle kinoa ununun çift katmanlı kraft ambalajda 20 °C ile 30 °C arasında saklanmalıdır. Kinoa ununun uygun koşullarda saklanması proses kalitesi açısından da önemlidir. Çünkü kinoa ununun termal özelliği protein içeriği ile yakından ilgilidir ve bu da aynı zamanda uygulanan kurutma yöntemine bağlıdır. Yapılan araştırmada, kinoa ununun protein çözünürlüğünün sıcaklıktan bağımsız olarak zamanla azaldığını ve bunun da istatistiksel olarak 0.05 önem seviyesinde protein kalitesini etkilediği tespit edilmiştir. Bu değişim özellikle 5 aydan sonra birçok farklı sıcaklıkta hızlanmış, kinoa proteinin jelatinizasyon sıcaklığı 63,7 °C ve entalpisi 1.1 J/g olarak tespit edilmiştir[14].

Bu çalışmada elde edilen DSC analizi verilerine göre, kinoa ilavesi bebek ek gıdasının erime derecesini değiştirmemiştir. Farklı bir ifade ile bebek ek gıdasının formülasyonuna belirli oranlarda kinoa unu ilavesi ürün üzerinde istenmeyen değişmelere neden olmamıştır. Yapılan çalışmada 0K (Kontrol Örneği) ile 8K örneği benzer erime derecelerine ve DSC eğrisine sahiptir. Tg, maddenin camsı özelliklerini kaybedip viskoz özellikler kazanmaya başladığı sıcaklık sınırıdır. Ek gıda örnekleri 0K, 8K, 15K ve 100K için Tg (Camsı geçiş

sıcaklığı) değerleri 106,36°C, 105,02°C, 104,60 °C ve 104,18 °C olarak tespit edilmiştir.

4.5 Moleküler Özelliklerinin Belirlenmesi

4.5.1 FTIR'dan Elde Edilen Piklerinin Yorumlanması

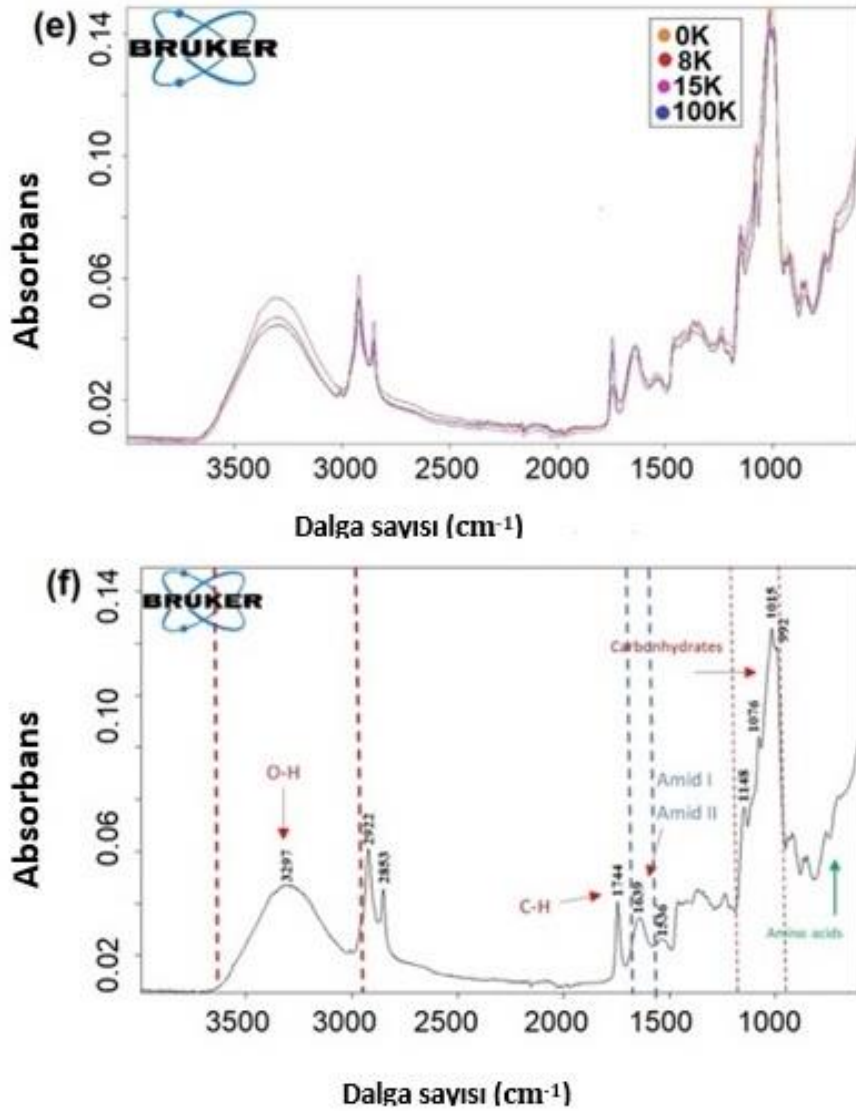
Yeni ve etkili bir teknik olan FT-IR, bu çalışmada bebek ek gıdası ve kinoa unu örneklerinin kimyasal kompozisyonunu belirlemek için kullanılmıştır. Şekil 4.4. ile verilen şekillerde FT-IR analizinden elde edilen pikler verilmiştir.

Formülasyon 8K'nın FTIR spektrumu, Şekil 4.4 ile sunulmuştur. Spektrum, 3297, 2922, 2853, 1744, 1639, 1148, 1076, 1015 ve 992 cm^{-1} 'de önemli titreşim bantlarına sahiptir. Bu bantlar, bebek ve küçük çocuk ek gıda formülasyonunun kimyasal yapısında bulunan kimyasal bileşen grupları ile ilişkilendirilebilir. Formülasyon 8K, esas olarak bileşiminde %8 kinoa unu içerir ve geri kalan pirinç unu, muz tozu, yağsız süt tozu, demineralize peynir altı suyu tozu, maltodekstrin ve toz şeker içerir.

Bebek ek gıdası örnekleri içerisinde yer alan pirinç ve kinoa unu nedeniyle, bu bileşenlerden kaynaklanan spektral özelliklerin FTIR spektrumunda daha yoğun olduğunun sonucuna varılabilir. 3000-3600 cm^{-1} arasındaki bantlar OH germe titreşimlerine karşılık gelmektedir[67].

Genel olarak, 3000-2800 cm^{-1} ile 1744 cm^{-1} pik arasındaki spektral bantlar, -CH₃ ve >CH₂'nin C-H germe titreşimlerinden ve unların bileşimindeki yağ asitlerinin fonksiyonel karboksil ve ester gruplarından kaynaklanır[51]. Analiz edilen 8K ve 0K örneklerinin FT-IR spektrumlarındaki karboksil grupları, iyonlar için bağlanma bölgeleri oluşturmaktadır. Ayrıca bu bağların varlığı örneklerde jel oluşturma yeteneği kazandırmakta ve bu bağlar jel oluşturmak için su ile interaksiyona girmektedirler[67]. 1700-1600 cm^{-1} ile 1565-1520 cm^{-1} arasındaki pikler sırasıyla proteinlerin AmidI ve AmidII bağlarından kaynaklanır[68]. 900-1200 cm^{-1} arasındaki spektral bölge, un bileşimindeki esas olarak karbonhidratlardan kaynaklanan titreşimleri içerir[69]. 900-600 cm^{-1} arasındaki pencereye gerçek parmak izi bölgesi denir ve aromatik amino asitlerin halka titreşimlerinden çok özel desenler içerir[49]. Ek olarak, 8K ve 0K örneklerinin karşılaştırmalı FTIR

spektrumları Şekil 4.4'te mevcuttur. Şekil 4.4 e)'de görüldüğü gibi, 8K numunesi, bütün frekanslarda 0K numunelerine kıyasla daha yüksek spektral yoğunluğa sahiptir. Bu durum, örneklerin quinoa ile zenginleştirilmesiyle ilişkilendirilebilir. FTIR spektrumundan, gıdaların bileşimindeki kimyasal değişikliklerin ve ilavelerin FTIR spektrumundan doğrudan izlenebileceği sonucuna varılabilir, çünkü FTIR tekniği malzemelerin benzersiz parmak izi özelliklerini sağlamaktadır[70].



Şekil.4.4 Örneklerin FTIR grafikleri. 0K, 8K, 15K bebek ek gıda örnekleri sırasıyla %0, %8 ve %15 kinoa unu içermektedir. 100K ve 100P sırasıyla, %100 kinoa unu ve %100 pirinç ununu ifade etmektedir. F) 100K örneğinin FTIR grafiği

4.6. Aroma ve Aroma-Aktif Bileşikler

4.6.1 Örneklerde Tespit Edilen Aroma Bileşikleri

SPME kullanılarak tespit edilen 50 adet aroma maddeleri Tablo 4.4'te verilmiştir. Aroma maddelerinin tanımlanmasında kütle spektroskopisinin kütüphanesi (MS), aroma maddeleri standartları (Std) ve alıkonma indisi (LRI) değerlerinden faydalanılmıştır. Bu bileşiklerin gaz kromatografisinden elde edilen kromatogramları ise Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8 ile verilmiştir. Elde edilen sonuçların önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmüştür [22], [69], [70], [71], [72]

Tahıl ürünleri genel olarak pirazin, furan, aldehit gibi aroma bileşiklerini içermektedir[73]. Tablo 4.4'te görüldüğü gibi kinoa ununda toplam 50 adet aroma maddesi belirlenmiştir. Tespit edilen bileşiklerin 16 tanesi aldehit (%32), 11 tanesi keton (%22), 5 tanesi alkol (%10), 4 tanesi lakton (%8), 4 tanesi asit (%8), 4 tanesi alkan (%8), 2 tanesi terpen (%4), 2 tanesi furan (%4), 1 tanesi de ester (%1) ve 1 tanesi kükürtlü (%1) bileşiktir. Kinoa aroma bileşikleri içerisinde bulunan aldehit, keton ve alkollerin toplam aroma bileşikleri içerisindeki alanı %64'tür.

Tablo 4.4 Örneklerin Aroma Maddeleri Bileşimi (%)

No	LRI ^a	Aroma	100K	0K	8K	15K
		Aldehitler				
1	665	1-Metil bütiraldehit (96-17-3)	S	0,54	0,09	0,08
2	689	Pentanal (110-62-3)	1,50	0,70	0,36	0,58
3	801	Hekzanal (66-25-1)	21,46	9,14	3,66	6,25
4	837	(E,2)-Hekzanal (6728-26-3)	0,45	0,53	0,54	0,08
5	891	Heptanal (111-71-7)	0,66	0,85	0,29	0,39
6	895	3-Metilbütanal (590-86-3)	0,30	S	0,44	0,46
7	949	Benzaldehit (100-52-7)	0,36	1,47	0,40	0,29
8	992	Oktanal (123-13-0)	1,76	1,74	2,82	0,61
9	1047	(E,2)-Oktenal (2363-89-5)	0,48	S	0,17	6,87
10	1094	Nonanal (123-19-6)	3,25	8,20	3,46	4,67
11	1149	(E,2)-Nonenal (124-19-6)	0,22	0,55	0,44	0,41
12	1182	(E,E)-2,4-undekadienal (30361-29-6)	0,09	S	0,52	0,44
13	1194	Dekanal (112-31-2)	0,82	1,04	0,86	0,93
14	1250	(E,2)-Dekanal (3913-81-3)	0,22	0,15	0,14	0,15
15	1263	Geranial (141-27-5)	0,20	S	S	0,17
16	1272	(E,E)-2,4-dekadienal (59376-58-8)	0,34	S	0,05	0,07
		Toplam	32,11	24,37	13,63	21,76
		Alkanlar				

Tablo 4.4 Örneklerin Aroma Maddeleri Bileşimi (%) (devamı)

17	1185	n-Dodekan (112-40-3)	S	2,55	0,68	0,93
18	1310	Pentadekan (629-62-9)	0,06	0,36	0,16	0,23
19	1339	Undekan (1120-21-4)	0,15	0,24	0,29	0,56
20	1387	n-tetradekan (629-59-4)	0,24	1,31	0,41	0,40
		Toplam	0,45	4,46	1,54	2,12
		Asitler				
21	1023	Bütirik asit (107-92-6)	1,81	0,47	0,29	S
22	1004	Heptanoik asit (111-14-8)	0,64	S	7,49	7,50
23	1026	Hekzanoik asit (111-14-8)	3,34	S	3,10	10,4
24	1172	Oktanoik asit (124-07-2)	0,31	S	0,16	0,78
		Toplam	6,10	0,47	11,04	18,68
		Alkoller				
25	716	3-metil-1-bütanol (123-51-3)	0,24	1,89	0,20	0,13
26	754	1-Pentanol (71-41-0)	9,81	2,69	2,39	3,92
27	859	1-Hekzanol (111-27-3)	0,19	1,06	0,24	0,18
28	961	1-Heptanol (111-70-6)	0,78	0,79	0,95	1,00
29	970	1-Okten-3-ol (3391-86-4)	0,91	1,15	0,65	0,58
		Toplam	11,93	7,58	4,43	5,81

Tablo 4.4 Örneklerin Aroma Maddeleri Bileşimi (%) (devamı)

		Ketonlar				
30	615	2-Propanon (67-64-1)	1,86	S	0,33	0,45
31	679	2-Pentanon (107-87-9)	S	3,30	0,26	0,29
32	880	2-Heptanon (110-43-0)	0,64	0,61	0,14	0,27
33	977	6-metilhept-5-en-2-on (110-93-0)	0,38	1,03	0,36	0,08
34	1029	3-Okten-2-on (18402-82-9)	8,35	1,29	2,06	3,95
35	1129	Non-3-en-2-one (14309-57-0)	0,09	S	0,13	0,08
36	1198	Difenil keton (927-49-1)	0,07	0,32	1,27	0,75
37	1228	Mentan-2-on (cis-p)(3901-91-5)	0,23	S	0,70	0,32
38	1234	1-okten-3-on (106-68-3)	0,44	0,33	0,49	0,55
39	1363	2-Etilmenton (169209-96-05)	2,83	S	0,63	1,08
40	1440	(E)-Geranilaseton (3913-81-3)	0,33	0,22	0,28	0,20
		Toplam	15,22	7,10	6,65	8,02
		Esterler				
41		Pentil hekzanoat (540-07-8)	2,48	0,67	1,30	1,87
		Toplam	2,48	0,67	1,30	1,87
		Kükürtlü Bileşikler				
42	619	Etilhidrosülfid (75-08-1)	S	6,08	0,85	0,93
		Toplam	S	6,08	0,85	0,93
		Furanlar				

Tablo 4.4 Örneklerin Aroma Maddeleri Bileşimi (%) (devamı)

43	818	Furfural (98-01-1)	S	0,2	0,07	0,07
44	982	2-Pentilfuran (3777-69-3)	2,95	3,21	1,39	0,80
		Toplam	2,95	3,47	1,46	0,87
		Laktonlar				
45	1042	Gamma hekzalakton (695-06-7)	0,43	0,33	0,55	5,11
46	1247	Gamma-Oktalakton (104-50-7)	0,11	S	0,14	0,17
47	1335	Mentalakton (13341-72-5)	0,74	S	0,39	0,49
48	1351	Gamma-Dodekalakton (2305-05-7)	0,46	S	0,38	0,28
		Toplam	1,74	0,33	1,46	6,05
		Terpenler				
49	1063	(E)-Linalol oksit (5989-33-3)	0,55	0,15	1,70	0,28
50	1472	Alfa kurkumen (644-30-4)	0,22	S	0,06	0,09
		Toplam	0,77	0,15	1,76	0,37

LRI: Liner alıkonma indeksi ZB-5 kapiler kolon üzerinde hesaplanmıştır; S.: Saptanamadı. 0K, 8K, 15K bebek ek gıda örnekleri sırasıyla %0, %8 ve %15 kinoa unu içermektedir. 100K ve 100P sırasıyla, %100 kinoa unu ve %100 pirinç ununu ifade etmektedir.

Aldehitler: Kinoa ununda toplam 16 adet aldehit bileşiği tespit edilmiş olup, toplam aroma bileşiklerinin %32'sini aldehitler oluşturmaktadır. Aldehit bileşiklerinin kapladığı %alan 100K için %31,28 iken, 8K için %13,49'tur. Aldehitler düşük algılanma eşik değerleri ile son ürün aroması üzerinde oldukça etkilidirler[74]. Benzer şekilde pirinç gibi tahıllar içerisinde de aldehitler aroma açısından oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır[75], [76]. Aldehitlerin konsantrasyonu, uygulanan kavurma sıcaklığının yükselmesi ile artmaktadır[77].

Zhang vd. (2019), 30 farklı pişirilmiş kinoa çeşidinde yaptıkları çalışmada 53 adet aroma bileşiği tespit etmişlerdir. Bu bileşiklerden “hekzanal (aldehit, çimensi), 1-okten-3-ol (mantar, metalik, fasulye/yeşil sebze), 2-pentilfuran (furan, yaprağımsı/topraksı), (*E,E*)-2,4-dekadienal (aldehit, yağımsı), heptanal (aldehit, çimensi, yeşil) negatif etkiye sahipken, 6,10-dimetil-5,9-undekadien-2-one (keton, çiçeksi), benzaldehit (aldehit, fındıksı/kavrulmuş), ve dekanal (aldehit, narenciye) olumlu etkiye sahiptir[75], [78]. Bu bileşiklerden aldehit gibi uçucu bileşenlerin öncül bileşilenleri linoleik ve alfa-linolenik asit gibi yağ asitleridir[79], [80]. Kinoa, özellikle oleik, linoleik (yaklaşık %52) ve linolenik yağ asitleri açısından zengindir[22].

Kinoanın başlıca aldehit aroma bileşeni ise 6 karbonlu (C6) aldehitlerden hekzanaldır. Hekzanal, için linoleik ve linolenik yağ asitlerinin lipoksijenaz iz yolu ile oksidasyonu sonucunda da oluşur[81], [82]. Duyusal olarak farklı eşik değerlerinde farklı algılamalar gösterir. Eşik değeri 75 µg/kg yağ olduğunda yeşil ve tatlı, 80 µg/kg yağ iken yeşil elma ve çimensi, 300 µg/kg yağ olduğunda ise yeşil/çimensi duyusal algı oluşturur. Hekzanal düşük 500 µg/kg ya da daha yüksek konsantrasyonlarda, ransit ve yağımsı koku vermektedir[1]. Bu bileşik kinoa da 5 ppb algılanma eşik değerine sahip olup, kinoa aroması açısından önemlidir[83]. Önceki çalışmalarda hekzanal, kinoa[81], amarant[81], pişmiş siyah pirinç[22], pişmiş pirinç[22], [73], yulaf[74], [78], tarhana [75] ve malt [72] içerisinde aroma bileşiği olarak tespit edilmiştir. Zhang vd. (2019) pişmiş kinoa içerisinde en önemli aldehit bileşiklerinin “heptanal, nonanal, dekanal, (*E,2*)-heptanal ve benzaldehit” olduğunu belirtmişlerdir. Benzaldehit aroma açısından pozitif bir etki gösterip, genel olarak kinoa içerisinde bulunan fenilpropanoitler (flavonoitler, izoflavanoitler, kumarin, antosiyaninler, stilbenler, benzoik asit, benzaldehit türevleri, hidroksil-sinamik asit vb.) aracılığıyla meydana gelir. Benzaldehit, bademsi bir koku verip kavrulmuş badem içerisinde aroma bileşiği olarak tespit edilmiştir[84].

Ayseli vd. (2014) tavuk göğüs etinde yaptıkları çalışmada, (*E,2*)-heptanal bileşiğinin et aroması oluşumunda önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bileşik Omega-3 ve Omega-6 yağ asitleri aracılığıyla oluşup, genel olarak yağımsı ve yeşilimsi bir koku

profiline sahiptirler. Algılanma eşik değeri 3 ppb olan bu bileşik, birçok et ürününde aroma açısından önemli bir etkiye sahiptir[53].

3-metilbütanal, lösin aminoasidinin Strecker degradasyonu sonucu oluşmakta ve yulaf, buğday, pirinç, soya ve kakao gibi birçok farklı gıdanın aroması üzerinde olumlu etkiye sahiptir[85]. Pişmiş buğdayın aroma bileşikleri üzerine yapılan bir çalışmada 3-metilbütanal aroma bileşiği olarak tespit edilmiştir[79]. Bu çalışmada ayrıca hekzanal, heptanal, pentanal, oktanal, nonanal ve benzaldehit gibi önemli aldehitler aroma bileşiği olarak tespit edilmiştir[77]. Bu bileşik benzer şekilde soya içerisinde de tespit edilmiş olup, algılanma eşik değeri 1.2 ppb olarak bildirilmiştir[83].

Kanjana vd. 2014 SPME metodu kullanarak farklı çeşit pirinçlerde (basmati, jasmine) hekzanal, oktanal, dekanal, nonanal, Oct-(2E)-enal, (E,2)-Dekanal ve (E,E)-2,4-dekadienal aldehit bileşiklerini tespit etmişlerdir. Bu aldehitler içerisinde (E,E)-2,4-dekadienal[86] suda 0.05 ppb gibi düşük algılanma eşik değerleri ile birçok tahıl ürününde önemli aroma-aktif bileşikler arasında yer almaktadır[86], [87]. Göçmen vd. (2004) SPME metodu kullanarak tarhana içerisinde hekzanal, oktanal, (E,2)-hektanal, (E,E)-2,4-dekadienal ve benzaldehit tespit etmişlerdir.

Cognat vd. (2012) yulaf kekinde SPME metodu ile yaptıkları aroma ekstraksiyonunda 50 tane aroma bileşiği tespit etmişlerdir. Bunlar arasında hekzanal, heptanal, oktanal, dekanal, benzaldehit, 3-metilbütanal ve nonanal bileşiklerini tespit etmişlerdir. Nonanal, oleik asidin dekompozisyonu sonucu oluşan 9-hidroperoksi-oktadekanoik asit tarafından meydana getirilir[22]. Bu bileşik önceki araştırmalarda pişmiş pirinç içerisinde tespit edilmiştir[77], [78].

Guth ve Grosch (1993) kahvaltılık ekstrüde edilmiş yulaf için hekzanal, heptanal ve (E,E)-2,4-Nonadienal bileşiklerinin ransit tat açısından önemli olduğunu belirtmiştir. Buğdayın Soxhlet ile ekstraksiyonu ve bunu takiben GC-O ile analizinde hekzanal (çimen), n-oktanal (yağimsı), oktanal (yağimsı) ve (E, E)-2,4-Nonadienal (yağimsı) bir tespit edilmiştir[83]. Görüldüğü üzere kinoanın içerisinde yer alan yağ asitleri ve aminoasitler aroma bileşiklerinin oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Kinoa tohumlarının hekzadekanoik asit,(Z,Z)-9,12-oktadekadienoik acid and oleik asit açısından zengin olduğu gösterilmiştir[78].

Ketonlar: Keton bileşikleri genel olarak yağların oksidasyonu ve amino asitlerin Maillard reaksiyonuna girmesi sonucu meydana gelmektedirler[75]. Kinoa ununda toplam 11 adet keton bileşiği tespit edilmiş olup, toplam aroma bileşiklerinin %21.47'sini ketonlar oluşturmaktadır. Bu bileşikler içerisinde en önemlisi 3-okten-2-on olup toplam aroma alanının %8,5'ini oluşturmaktadır. 3-okten-2-on kinoa[84], pişmiş siyah pirinç[22], pişmiş pirinç[77], yulaf [22], [74] ve malt [75] içerisinde aroma bileşiği olarak tespit edilmiştir.

Kinoa içerisinde önemli bir diğer metil keton bileşiği olan “6-metilhept-5-en-2-one” fermente pirinç[72], kinoa[84], pişmiş pirinç[85], ve maltın [83] lezzetinde önemlidir. 2-heptanon bileşiği tatlı mısır içerisinde aroma açısından önemli bir etkiye sahiptir[22]. Kinoada yukarıda bahsedilen alkol bileşiklerine ilaveten mentan-2-one (cis-para), mentan-2-one (trans-p) ve 2-Etil-menton ilk defa belirlenmiştir.

Alkoller: Alkollerin, aroma maddelerinin toplam alanı miktarı 100K, 0K, 8K ve 15K için sırasıyla %11,93, 7,58, 4,43, 5,81 olarak tespit edilmiştir. Alkol bileşikleri kinoada bulunan Omega-3 ve Omega-6 yağ asitlerinin oksidatif reaksiyonlara girmesi sonucu meydana gelmektedir[75]. Alkoller kinoa aroması içerisinde fazla miktarda tespit edilmemiş olup, algılanma eşik değerlerinin yüksek olması nedeniyle kinoa aroması üzerinde çok önemli bir etkiye sahip değildir[85].

Kinoa ununda miktar olarak az tespit ettiğimiz 1-okten-3-ol kinoaya mantar benzeri bir koku kazandırmaktadır. Önceki çalışmalarda kinoanın[88] ve pişmiş pirincin [77] önemli aroma bileşiklerinden birinin 1-okten-3-ol olduğu tespit edilmiştir.

Alkanlar: Alkanlar, aroma maddeleri içerisinde oldukça düşük bir yer kaplamakta olup, yalnızca (2Z)-2-dodeken ve n-tetradekan tespit edilmiştir. Alkanlar uzun zincirli yağ asitlerinin kırılması ve dekarboksilasyonu sonucu oluşmaktadırlar. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada kinoa 30 dakika pişirilmiş, sonrasında aroma analizi yapılmış ve aroma bileşikleri arasında tetradekan tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarda tetradekan bileşiğinin tatlı ve samansı bir lezzete sahip olduğu vurgulanmıştır. Bu bileşik buğday ununda HSSE ekstraksiyon yöntemi ile aroma bileşiği olarak tespit edilmiştir[22]. Bununla beraber alkanlar, genel olarak lezzet

karakteristiklerinin çok zayıf olması nedeniyle kinoa aroması üzerinde etkili değildir (Zhang vd. 2019).

Furanlar: Furan bileşikleri kavrulmuş ürünlere verdikleri meyvemsi, kavrulmuş, yanık, acımsı ve tatlı kokular nedeniyle önemli bir aroma grubudur. Furanlar Maillard reaksiyonu ile kahvede bulunan çeşitli bileşiklerin (heksoz ve pentoz gibi polisakkaritler, lipit, terpen, protein, tiamin, nükleotid) parçalanmasıyla oluşmaktadırlar [75]. Önceki araştırmalarda 2-pentilfuran bileşiğinin tahıl ve kinoa ve yulaf aroması açısından önemli olduğu vurgulanmıştır. Oleik asit, 2-pentilfuran oluşumunda öncül aroma bileşiğidir.

Laktonlar: Kinoa unu örneğinde, “gamma hekzalakton, gamma dodekalakton, trans-geranillakton ve mentalakton lakton bileşenleri olarak belirlenmiştir. Mentalakton bileşiği lakton bileşiklerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Önceki çalışmalarda pişmiş pirincin [87] ve çayın önemli aroma bileşikleri arasında trans-geranillakton olduğu tespit edilmiştir. Hamwi vd. (2011) *Micromeria fruticosa* esansiyel yağında yaptıkları çalışmada mentalakton bileşiğini tespit etmişlerdir [89]. Çayda bulunan aroma bileşenlerinin HS-SPME ile ekstraksiyonunda trans-geranillakton önemli aroma bileşiği olarak tespit edilmiştir [77]. Bu çalışmada mentalakton bileşiğinin miktarının temmuz ve ekim ayları arasında arttığı tespit edilmiştir

Önceki çalışmalarda Tuşa vd. (2012) çilek içerisinde yer alan önemli aroma bileşikleri arasında Gamma dodekalakton (2305-05-7)(Meyvemsi) bileşiği olduğunu vurgulamışlardır [75]. Lakton bileşiklerinin oluşumunda kavurma sıcaklığının artmasının lakton bileşiği oluşumunu arttırdığını belirtilmiştir [90].

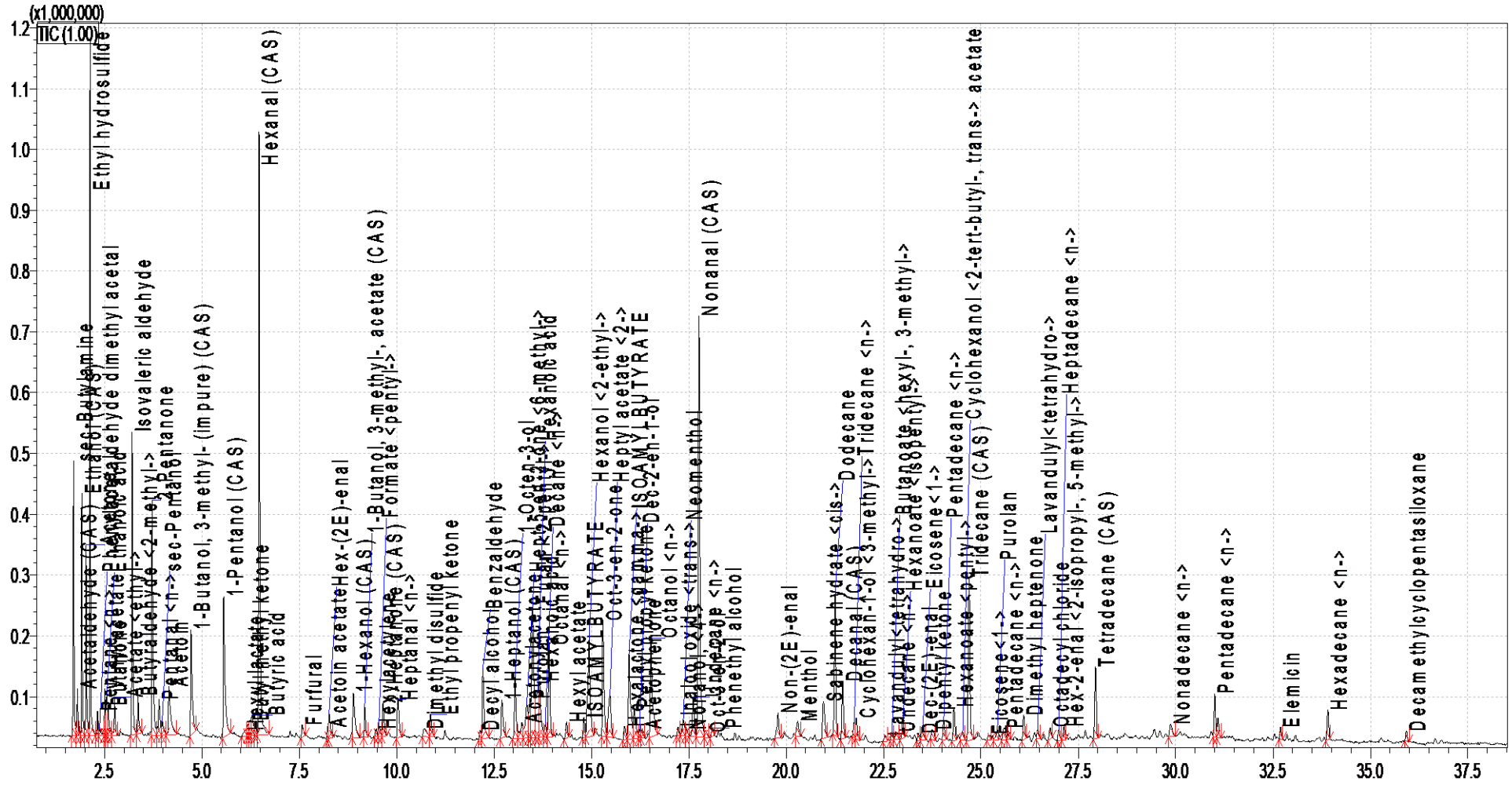
Asitler: Asitler toplam aroma bileşiklerinin alanının %6,2'sini oluşturmaktadır. Bu bileşikler, kinoa aroması üzerinde pek az bir etkiye sahiptirler. Tespit ettiğimiz en önemli asit bileşikleri arasında, hekzanoik asit ve 2-Metilhekzanoik asit yer almaktadır. Önceki çalışmalarda hekzanoik asit pişmiş pirinç [91], buğday unu [92], malt [21] içerisinde tespit edilmiştir.

Esterler: Ester bileşikleri çok çeşitli meyve ve çiçeksi koku verici etkilere sahiptir ve bunların 200'den fazlası gıdalarda kullanımına izin verilen bileşiklerdir. Dahası,

bu bileşikler esansiyel yağlarda ve meyvelerde yaygın şekilde bulunmaktadır[75]. Kinoa unu örneğinde, “pentil format, heptil format, pentil 3-metilbütanoat ve pentil hekzanoat” ester bileşenleri olarak belirlenmiştir. Bu bileşiklerden pentil hekzanoat” ananas aromasının oluşumunda etkilidir.

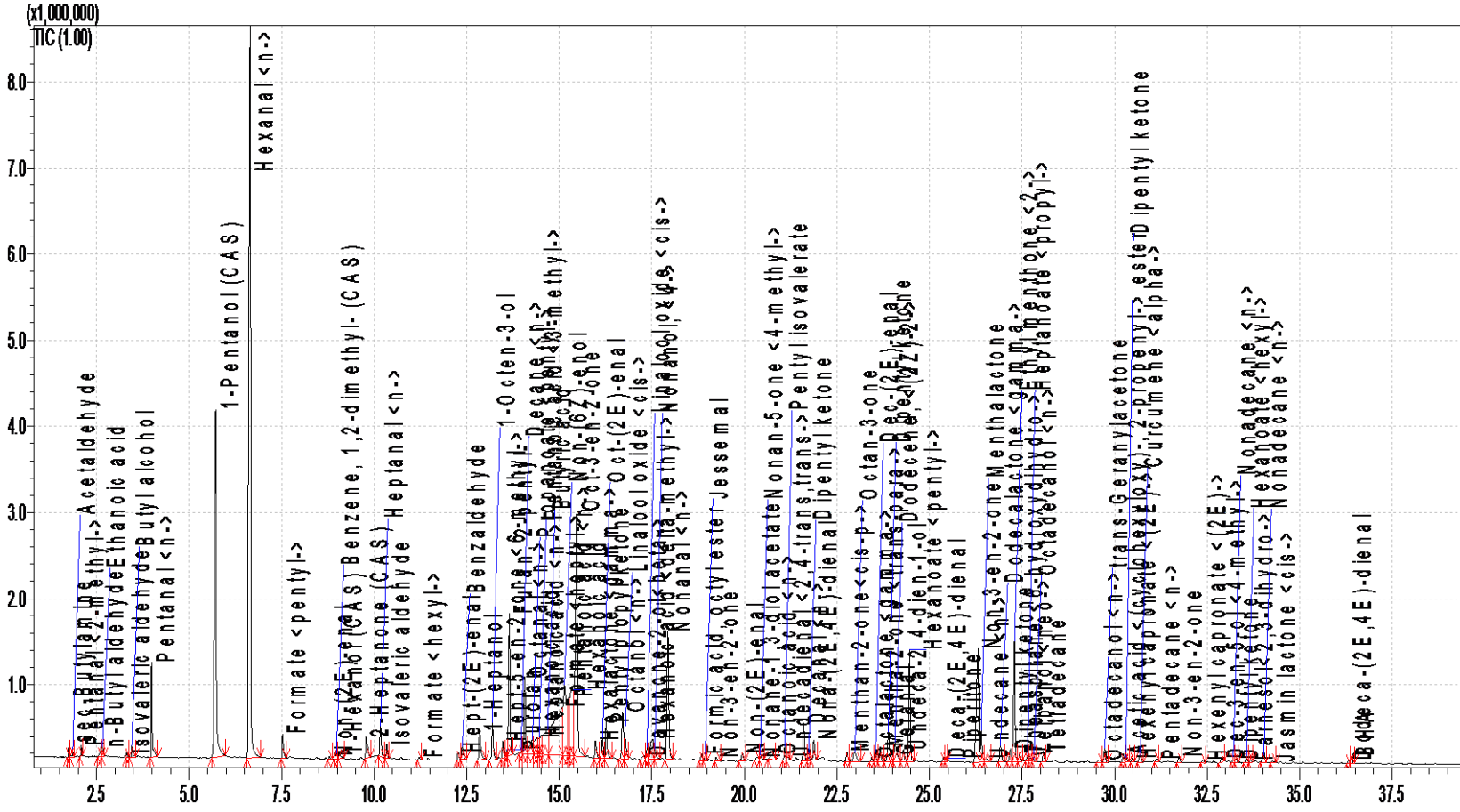
kantalup kavununda (*Cucumis melo* L.) SPME metodu ile yapılan aroma ekstraksiyonda pentil hekzanoat ester bileşiği tespit edilmiştir[89]. Önceki çalışmalarda ester bileşiği olarak ananas, çilek, erik ve çarkıfelek meyvesi içerisinde pentil hekzanoat belirlenmiştir[73]. Benzer şekilde Pino vd. (2007) erik içerisinde yer alan en önemli aroma bileşiklerinin %58,7 ile esterler olduğunu vurgulamıştır. Bu bileşiklerden pentil hekzanoat, 200ppb algılanma eşik değerine sahip olup KAD (Koku Aktivlik Değeri) değeri 1’den küçük bulunmuştur. Bu bileşik erik aroması üzerinde etkili değildir[93]

Terpenler: Bizim incelediğimiz kinoa ununda (Z)-Linalool oksit, (E)-Linalool oksit ve alfa-kurkumen terpen bileşikleri tespit edilmiştir. Bunlardan “(Z)-Linalool oksit ve (E)-Linalool oksit” farklı çay çeşitlerinde (yeşil, fermente, siyah çay, oolong çayı) [94]ve birçok esansiyel yağda [95] tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin verdiği koku çiçeksi, tatlı olarak tanımlanmıştır. Önceki çalışmalarda linalol oksit oluşma mekanizmasının, enzimatik yolla linalol bileşiğinin oksidasyonu olduğu ve bu prosesin karotenoid bileşikleri ile başladığı vurgulanmıştır[96]. Terpenler özellikle çayır ve meralarda yeşil yem yiyen hayvanların sütlerinden üretilen ve birçok farklı yapısal türü olan bileşiklerdir. Bu bileşikler, yeşil yem bitkilerinin yapısında yer almaktadır. Böylece, yeşil yemlerden hayvana, süte ve de en son peynire geçmektedir[97]. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada Lamiaceae familyasına ait kekik, nane ve lavanta esansiyel yağlarında purge trap tekniği ile aroma ekstraksiyonu yapılmış, bunun sonucunda (E)-Linalool oksit aroma bileşiği olarak belirlenmiştir[98]. Bu çalışmada tespit ettiğimiz bir diğer önemli terpen bileşiği ise alfa-kurkumen olup, önceki çalışmalarda kekik yağında [98] ve zerdeçalda[99] tespit edilmiştir.



Şekil 4.5 0K Örneğinin Aroma Maddelerinin GC-MS Kromatogramı

Şekil 4.6. 8K Örneğinin Aroma Maddelerinin GC-MS Kromatogramı



Şekil 4.7 15K Örneğinin Aroma Maddelerinin GC-MS Kromatogramı

4.6.2 Örneklerde Tespit Edilen Aroma-Aktif Bileşikleri

Tanımlanan bileşiklerin konsantrasyonları ve algılama eşik değerleri dikkate alınarak hesaplanan koku aktiflik değerlerine göre ekstrüde edilmiş kinoa ununun aromasında etkili olan bileşikler Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Bu çalışmada 0K, 8K, 15K ve 100K örnekleri için tespit edilen toplam 23 adet aroma-aktif bileşiğin 13 tanesini (%56,52'sini) aldehitler oluşturmaktadır. Bu bileşikler "pentanal (110-62-3) (Fındıksı), hekzanal (66-25-1)(Çimensi), (E,2)-hekzanal (6728-26-3) (Çimensi), heptanal (111-71-7) (Yağimsı, ransit), 3-metilbütanal (590-86-3) (Badem, malt), benzaldehit (100-52-7)(Bademsi), E,2-Heptanal (18829-55-5) (Yağimsı), oktanal (124-13-0)(Narenciye), okt-(2E)-enal (2363-89-5)(Fındıksı), nonanal (124-19-6) (Yağimsı), dekanal (112-31-2)(Narenciye, Yağimsı), (E,2)-Dekanal (3913-81-3) (Meyvemsi, hafif yağimsı), (E,E)-2,4-dekadienal (59376-58-8) (Yağimsı) olarak sıralanmaktadır. Aldehitler kinoa ununa hem istenen hem de istenmeyen kokular katmaları nedeniyle önemli bir aroma grubudur. Önceki çalışmalarda da bu bileşiklerin sahip oldukları düşük algılanma eşik değerlerinden dolayı birçok gıdada önemli aroma maddeleri olduğu bildirilmiştir[93]. Aldehitlerin birçoğunun, (E) -2-decanal ve benzaldehit hariç, koku yoğunluğunda ara maddeden (>3) eşit veya daha büyük olduğu bulunmuştur. Aldehitlerin, esasen lipidlerin oksidasyonu veya ayrışması yoluyla sentezlendiği düşünülmektedir[100].

Çalışmamızda tespit ettiğimiz aldehitler önceki çalışmalarda kinoa maması[101] ve farklı pirinç [21] örneklerinde bulunmuştur. Zhang vd. (2019) kinoa üzerinde yaptıkları çalışmada Hekzanal, nonanal ve (E,E)-2,4-dekadienal bileşiklerinin KAD>1 bulmuşlardır. Koku aktiflik değeri, genel olarak olfaktometri uygulanmayan çalışmalarda aroma-aktif potansiyeli bulunan bileşiklerin tespit edilmesi için kullanılmaktadır. KAD değeri aroma konsantrasyonun algılama eşik değerine bölünmesi ile elde edilmektedir.

Dekanal ve Heptanal bileşikleri için de $0.1 \leq KAD \leq 1$ değeri tespit edilmiş olup, bu bileşiklerin kinoaanın toplam aromasını ayrıca desteklemektedir. Önceki çalışmalarda buğday unu kullanılarak üretilen buharla pişirilmiş Çin ekmeği (CSB: Chinese Steam Bread) gibi ürünlerde de bu bileşikler tespit edilmiş ve bu bileşiklerin buğday ununda bulunan yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu oluştukları

bildirilmiştir[78]. Benzer şekilde Dong vd. (2015) maltın aroma-aktif bileşiklerinin tespit edilmesi üzerinde yaptıkları çalışmada hekzanal, heptanal, nonanal ve Okt-(2E)-enal bileşiklerinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Tüm örneklerde tespit edilen aldehit bileşikleri arasında hekzanal [3,2-4,9], heptanal [2,4-4,3] ve (E,E)-2,4-dekadienal [2,1-4,4] yüksek koku yoğunluğuna sahiptir. Önceki çalışmalarda Cho ve Kays (2013) pişirilmiş yabani pirinçte bu aldehit bileşiklerinin koku yoğunluğunu sırasıyla 4,0 , 3,9 ve 3,8 tespit etmiştir.

C6 aldehitler (hekzanal ve (E,2)-hekzanal), pişirilmiş kinoa ek gıdası[22], pirinç çeşitlerine [74], [102] arpa[22], yulaf ve yulaf ürünlerine [103] taze, yeşil bir karakter kazandırdıkları için “yeşil” bileşikler olarak bilinirler. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarda 100K örneğinde hekzanal %21,46 ile oldukça yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Hekzanal >0,5ppm üstündeki miktarlarda kesilmiş taze çim kokusu vermektedir[78], [85]. (E,2)-hekzenal bileşiği, hekzanal gibi benzer koku özelliklerine sahip olup, koku algılanma eşiği suda 17ppb olarak verilmiştir[72].

(E)-2-Nonenal, pişmiş siyah pirinç [22] ve basmati, Jasmati ve Jasmin pirinç çeşitlerine [81] 0,08 ppb olan algılanma eşi değeri ile karton kokusu kazandırmaktadır. Nonanal bileşiği ürünlere sabunsu, fındıksı ve metalik koku profili kazandırmaktadır. Algılanma eşik değeri suda 1ppb olan nonanal ve (E)-2-Nonenal, pişmiş siyah pirinçte sırasıyla 4,2 ve 4,3 koku yoğunluğu değerlerine sahiptir[74].

Önceki çalışmalarda 3-metilbütanal, malt ve kavrulmuş arpa[74], soya sosu [103] ve yulaf ürününde [74] aroma-aktif bileşik olarak tespit edilmiştir. Ciganek vd. (2017) amarant bitkisinde 3-metilbütanal bileşiğinin önemli olduğunu belirtmiştir[104]. Bu aroma bileşiği Strecker degradasyonu ile lösin nedeniyle meydana gelmektedir. Koku algılanma eşik değeri suda 0.9 ppb olarak verilmiştir[87].

Tablo 4.5 Bebek Ek Gıdası Örneklerinin (0K, 8K, 15K) ve Kinoa Ununun (100K) Aroma-Aktif Maddeleri

LRI ^a	Bileşik	Koku Tanımı	Koku Yoğunluk Skoru (KYS)					% Alan			
	Aldehitler		Önceki Çalışmalar	100K	0K	8K	15K	100K	0K	8K	15K
689	Pentanal (110-62-3)	Fındıksı, tatlı	-	3,1	-	2,2	2,4	1,5	0,7	0,36	0,58
801	Hekzanal (66-25-1)	Çimensi	4,0*	4,9	4,2	3,2	3,8	21,46	9,14	3,66	6,25
837	(E,2)-hekzenal (6728-26-3)	Çimensi, yapraksı	2,7**	3,0	3,2	3,3	2,1	0,45	0,53	0,54	0,08
891	Heptanal (111-71-7)	Fındıksı	3,9*	4,3	4,5	3,8	2,4	0,66	0,85	0,29	0,39
895	3-metilbütanal (590-86-3)	Malt	-	2,2	-	2,3	3,0	0,3	-	0,44	0,46
949	Benzaldehit (100-52-7)	Bademsi	2,2*	1,2	2,0	1,8	1,4	0,36	1,47	0,4	0,29
992	Oktanal (124-13-0)	Çiçeksi	3,8*	4,0	3,8	4,5	3,2	1,76	1,74	2,82	0,61
1047	(E)-2-Oktenal (2363-89-5)	Bezelye	2,8*	3,0	-	2,5	4,4	0,48	-	0,17	6,87
1094	Nonanal (124-19-6)	Fındıksı, sabunsu	4,2*	3,3	4,0	3,5	4,3	3,25	8,2	3,46	4,67
1149	(E)-2-Nonenal (124-19-6)	Karton	2,3*	3,3	4,7	4,0	4,1	0,22	0,55	0,44	0,41

Tablo 4.5 Bebek Ek Gıdası Örneklerinin (0K, 8K, 15K) ve Kinoa Ununun (100K) Aroma-Aktif Maddeleri (devamı)

1194	Dekanal (112-31-2)	Narenciye	2,0*	2,6	3,3	3,0	3,2	0,82	1,04	0,86	0,93
1250	(E,2)-Dekanal (3913-81-3)	Yağımsı, metalik	2,3*	1,8	1,2	1,4	1,5	0,22	0,15	0,14	0,15
1272	(E,E)-2,4-dekadienal (59376-58-8)	Yağımsı	3,8*	4,4	-	2,1	2,6	0,34	-	0,05	0,07
	Toplam							31,82	24,37	13,63	21,76
	Asitler										
1023	Bütirik asit (107-92-6)	Peynirimsi	-	4,9	2,0	1,5	-	1,81	0,47	0,29	-
	Toplam							1,81	0,47	0,29	-
	Alkoller										
754	1-Pentanol (71-41-0)	Tatlı	3,4*	4,4	3,0	3,0	4,0	9,81	2,69	2,39	3,92
859	1-Hekzanol (111-27-3)	Çimensi	-	1,2	3,2	2,7	2,5	0,19	1,06	0,24	0,18
961	1-heptanol (111-70-6)	Çimensi	--	2,3	2,4	2,5	2,9	0,78	0,79	0,95	1,00

Tablo 4.5 Bebek Ek Gıdası Örneklerinin (0K, 8K, 15K) ve Kinoa Ununun (100K) Aroma-Aktif Maddeleri (devamı)

970	1-Okten-3-ol (3391-86-4)	Mantarımsı	-	4,1	4,4	4,0	3,8	0,91	1,15	0,65	0,58
	Toplam							11.69	5.69	4.23	5.68
	Ketonlar										
880	2-Heptanon (110-43-0)	Kükürt	-	2,4	2,2	1,5	1,7	0,64	0,61	0,14	0,27
1029	3-okten-2-on (18402-82-9)	Çiçeksi	4,0*	4,2	2,5	3,0	3,3	8,35	1,29	2,06	3,95
1234	1-okten-3-on (106-68-3)	Mantarımsı	-	3,0	2,2	2,7	3,1	0,44	0,33	0,49	0,55
	Toplam							9,43	2,23	2,69	4,77
	Furanlar										
818	Furfural (98-01-1)	Kavrulmuş	2,8**	-	2,2	1,8	1,8	-	0,26	0,07	0,07
982	2-pentilfuran (3777-69-3)	Bademsi	2,5*	2,8	3,1	3,0	2,5	2,95	3,21	1,39	0,8
	Toplam							2,95	3,47	1,46	0,87

LRI: Liner alıkonma indeksi ZB-5 kapiler kolon üzerinde hesaplanmıştır. 0K, 8K, 15K bebek ek gıda örnekleri sırasıyla %0, %8 ve %15 kinoa unu içermektedir. 100K, %100 kinoa ununu ifade etmektedir.

Bu çalışmada tespit edilen dekanal (Narenciye), nonanal (sabunsu) ve (*E,E*)-2,4-dekadienal (yağımsı) daha önceki çalışmalarda kinoa lapasında[72], farklı pirinç çeşitlerinde [105] ve yulafta[106] tespit edilmiştir. Kinoa unu için bu bileşiklerin panelistler tarafından koku yoğunluk skorları sırasıyla 2,6, 3,3 ve 4,4 bulunmuştur. Yang vd. (2008) SPME tekniği kullanarak pirinçte bu bileşiklerin koku yoğunluk değerlerini dekanal (2,0), nonanal (4,2) ve (*E,E*)-2,4-dekadienal (3,8) tespit etmiştir. Bu bileşiklerden (*E,E*)-2,4-dekadienal yağımsı bir kokuya sahiptir. Önceki çalışmalarda *E,E* izomerlerinin genel olarak sabunsu, kızarmış yağ ve okside olmuş tavuk yağı kokusuna sahip oldukları belirlenmiştir[22]. Pentanal kinoa unu ve bebek ek gıda örneklerine fındıksı bir koku kazandırmaktadır. Bu bileşiğin 12 ppb olan algılanma eşi değeri ile yulaf aroması üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir[103]. Önceki çalışmalarda dekanal ve heptanal bileşikleri için de $0.1 \leq \text{Koku Aktivlik Değeri (KAD)} \leq 1$ değeri tespit edilmiş olup, bu bileşiklerin kinoanın toplam aromasını ayrıca desteklemektedir. KAD, genel olarak olfaktometri uygulanmayan çalışmalarda aroma-aktif potansiyeli bulunan bileşiklerin tespit edilmesi için kullanılmaktadır. KAD değeri aroma konsantrasyonun algılama eşik değerine bölünmesi ile elde edilmektedir.

Tablo 4.5'ten görüldüğü gibi tespit edilen 4 alkol bileşiği içerisinde KYS değeri >4 olanlar, 1-Okten-3-ol (Mantar benzeri) ve 1-Pentanol (Tatlı) olarak belirlenmiştir. Bu bileşiklerden 1-Okten-3-ol 1 ppb algılanma eşik değerine sahiptir[72]. Önceki çalışmalarda pişmiş pirincin [72] ve soyanın [72] önemli aroma bileşiklerinden birinin 1-okten-3-ol olduğu tespit edilmiştir. Zhang vd. (2019) kinoa üzerinde yaptıkları çalışmada bu bileşiğin Koku Aktivlik Değerini (KAD) değerini >1 bulmuşlardır. Tespit ettiğimiz diğer alkol bileşikleri 1-hekzanol ve 1-heptanol, KYS<3 olarak tespit edilmiş ve panelistler tarafından koku tanımlamaları kesilmiş taze çim olarak verilmiştir.

Bu çalışmada en önemli keton bileşiği olarak 1-Oktan-3-on (106-68-3)(mantar benzeri) tespit edilmiştir. 1-Oktan-3-on bileşiği 0.005 ppb algılama eşik değerine sahiptir. Kanjana vd. (2014) 3 çeşit pişirilmiş pirinç (jasmin, basmati ve jasmati)

üzerinde yaptıkları çalışmada pirinçlere ait tipik aroma bileşiklerinin 1-Oktan-3-one, hekzanal, oktanal, dekanal ve Okt-(2E)-enal olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmada tespit edilen en önemli furan bileşiği 2-pentilfuran (3777-69-3) olup, kinoaaya kavrulmuş bir koku vermektedir. Furan bileşikleri Maillard reaksiyonu sonucu lipidlerin oksidasyonu ve şekerlerin termal degradasyonu sonucu oluşmaktadır[87]. Yulaf gibi ürünlerde 2-pentilfuran bileşiği oluşumunda linoleik asidin etkili olduğu belirtilmiştir[75]. Bu bileşik önceki çalışmalarda pişirilmiş kinoa[87], maltta[78], buğday ekmeği ve buharla pişirilmiş Çin ekmeği[72], ürünlerinde aroma-aktif olarak tanımlamıştır. Panelistler 2-pentilfuran bileşiğinin bademsi bir koku verdiğini belirtmişlerdir. Literatürdeki bilgilere göre 2-pentilfuran için algılanma eşik değeri suda 4,8 ppb'dir. Bu nedenle tespit ettiğimiz 2-pentilfuran kinoa unu (100K) ve ek gıda ürünlerinin (0K, 8K ve 15K) aroması açısından önemlidir.

Tablo 4.5'ten görüldüğü gibi tespit edilen 3 adet keton bileşiği tespit edilmiştir. Kinoa unu (100K) içerisinde tespit edilen en önemli keton bileşikler 1-okten-3-on (KYS:2,2) ve 3-okten-2on (KYS:4,2) olarak sıralanmaktadır. Elde ettiğimiz bulgular pişmiş yabani pirinç [22] ve pişmiş siyah pirinç [85] için elde edilen KYS sonuçları ile uyusmaktadır (Tablo 4.5). McGorin (2019) yulaf aroması üzerinde yaptığı bir çalışmada 2-heptanon bileşiğinin aroma-aktif özelliğe sahip olduğunu ve mavi peynir kokusuna sahip olduğunu göstermiştir. Bu bileşik aynı zamanda amarant bitkisinde de tespit edilmiştir[102].

Tespit ettiğimiz asit bileşiklerinden bütirik asit (107-92-6) genel olarak ürüne süt yağı benzeri bir koku kazandırmaktadır [78]. Bu bileşik 0.005ppb algılama eşik değerine sahip olup, önceki çalışmalarda malt içerisinde aroma bileşiği olarak tespit edilmiştir[74].

4.7 Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Çalışmada elde edilen duyusal test sonuçları ilk aşamada bebeklerde ve ikinci aşamada bebek annelerinde olmak üzere iki farklı bölümde değerlendirilmiştir.

4.7.1 Annelerde Yapılan Focus Test Sonuçları

Fokus test çalışmasına katılan panelist anneler %8 kinoa ile zenginleştirilmiş bebek ek gıda örneğini diğer örneklerle (0K ve 15K) daha çok beğenmişlerdir. Anneler, örnek içerisinde %8 kinoa ilavesinin fark edilmediğini ve yalnızca pirinç unu içeren %0 kinoa bebek ek gıdası ile genel tat, beğeni, kıvam ve renk açısından çok farklılık bulunmadığını belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, kinoa unu ilavesinin artması ile annelerin genel beğeni oranı azaltmıştır. 8K ile 15K örneklerinin genel beğeni değerlendirmesi sırasıyla 4.08 ve 3.01 olup, örnekler arasında $p < 0.05$ önem aralığında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

4.7.2 Bebeklerde Yapılan Duyusal Değerlendirmeler

Tablo 4.6 Bebekler ve anneleri için yeni geliştirilen duyusal yöntem ile 3 farklı yeni ek gıda formülünün farklı tanımlayıcı (genel tat, şeker miktarı, meyve tadı yeterliliği, kıvam, renk, satın alma isteği, tavsiye etme isteği, genel beğeni) kriterler kullanarak 5'li skalaya göre değerlendirilmesini göstermektedir.

Bebeklerin yemek yerken davranışlarının incelenmesi sonuçları daha ayrıntılı yorumlamaya yardımcı olmaktadır[73]. Ayrıca, olumlu ve olumsuz davranışların gözlenmesi, annelerin, bebeklerinin yeni duyusal yöntemle beğenilerini değerlendirmelerindeki sürelerini azaltmaktadır. Bu aynı zamanda bebeklerde veya çocuklarda başarılı duyusal testler yapmak için anahtar parametredir.

Bebeklerin bilişsel yeteneklerinin ve motor becerilerinin sınırlı olması nedeniyle, duyusal test değerlendirmelerinin bir gözlemleyici tarafından yapılması gerekmedir[99]. Düzenlenen duyusal testleri süresince bilgiler, bebeklerin davranışlarının yorumlanması ile toplanabildiği gibi, test öncesinde bebek bakımından sorumlu ebeveynleri ve bakıcılarından da detaylı bilgi alınabilir. Testin videoya kaydedilmesi de bebek davranışlarının detaylı yorumlanması açısından daha fazla esneklik sağlar ve gözlemleyiciye test sonrasında ek inceleme için fırsatı sunar. Başarılı bir test için toplanması gereken bebeğin yüz mimikleri, göz hareketleri, davranışları ve çıkarttığı sesler/varsın kelimeler gibi parametrelerin en iyi şekilde yorumlanması gerekmektedir. Duyusal tadım süresince bebek

davranışlarının gözlemlenmesi ve puanlanmasında annelere sözel ve yazılı olarak bir rehber sunulması, annelerin bebeklerinin davranışlarını daha net ve tarafsız şekilde yorumlamasına yardımcı olmuştur. Önceki çalışmalarda bebekler için düzenlenen duyuşal testlerde, gözlemleyiciler bebeğin davranışlarına ve sonrasında ürüne puan vermede kararsız kalmaktadır[107]. Söz konusu çalışmada yeni duyuşal test yönteminde anne, davranış gözlem listesine dayalı olarak bebeklerini kolayca ve hızla gözlemleyerek puan verebilmektedir.

Tablo 4.6 Farklı oranlarda kinoa unu katılarak hazırlanmış ek gıda örneklerinde emziren anneler ve bebekleri tarafından yapılan duyuşal analiz panellerinin ortalama puanları

Grup	Tanımlayıcı Kriter	0K	8K	15K
Bebek Anneleri	Genel tat	3.38 ^b	4.50 ^a	3.88 ^b
	Şeker miktarı	3.25 ^b	4.00 ^a	3.00 ^b
	Meyve tadı yeterliliği	3.63 ^{ab}	4.25 ^a	3.25 ^b
	Kıvam	4.50 ^a	4.88 ^a	3.75 ^a
	Renk	4.63 ^{ab}	4.88 ^b	4.00 ^a
	Tavsiye etme isteği	3.13 ^b	4.50 ^a	2.75 ^b
	Satın alma isteği	3.13 ^b	4.50 ^a	3.00 ^b
Bebekler	Bebğin genel beğeni durumu	3.88 ^b	4.50 ^a	3.00 ^b

1=Çok kötü; 2=Kötü; 3=Normal; 4=İyi; 5=Çok iyi

0K= %0 kinoa içerikli, 8K= %8 kinoa içerikli, 15K=%15 kinoa içerikli ek gıda

Yapılan duyuşal testlerde anneler, bebeklerinin 8K ürünü için ağızını kapatma, yüzünü çevirme, eliyle kaşığı itme gibi negatif davranışların ağızını kaşığıya götürme, gibi pozitif davranışlara göre daha az gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Kinoa unu ilave oranının artması ile bebeklerde ürün tadımı sırasında daha fazla negatif davranış gözlemlenmiştir.

Tablo 4.6'da gösterildiğı gibi, %8 kinoa ile zenginleştirilmiş numune (8K) ile kinoa içermeyen (0K) örnekleri bebekler tarafından daha çok beğenilmiştir. Örnekler için anneler sırasıyla 4.50 ve 3,88 puan vermişlerdir. Bebek anneleri tarafından en düşük puan %15 kinoa unundan üretilen ek gıda örneğine verilmiştir (3,0) bu nedenle hiçbir örnek kabul edilemez değer olarak belirlenen 3 puanın altında puanlanmamıştır. Bebeklerin genel beğeni değerlendirmesi ile negatif/pozitif davranış indeksleri arasında bir uyum gözlemlenmektedir. Buna karşılık, bebeklerin genel beğeni değerlendirmesinde annelerin vermiş oldukları puanlara göre 8K ve 15K formüllerinin puanlaması için istatistiksel olarak anlamlı farklar ($p < 0.05$) vardır. Ek gıdalarda, kinoa unu ilave oranı arttıkça tadım kalitesinin azaldığı görülmüştür. Önceki çalışmalarda kinoa unu ilavesinin formülasyon içerisinde artması ile duyuşal problemlerin yaşandığı belirtilmiştir[17].

4.7.3 Annelerde Yapılan Duyuşal Değerlendirmeler

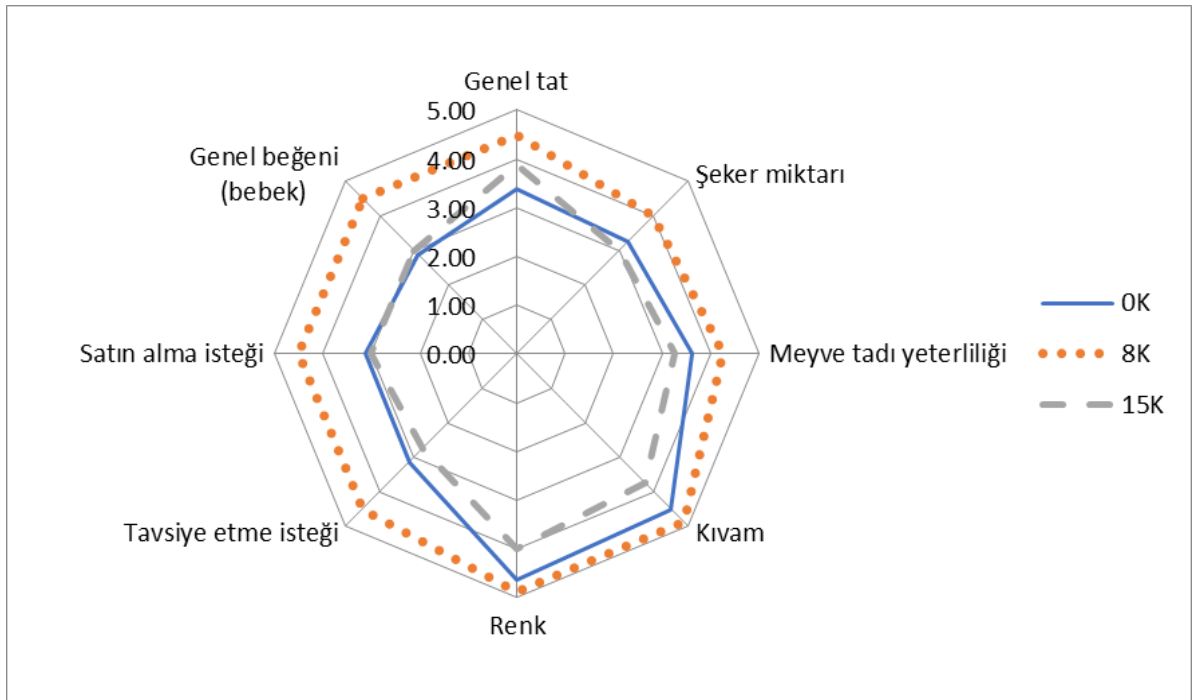
Bebek annelerinden, 3 farklı yeni ek gıda formülünü farklı tanımlayıcı (genel tat, şeker miktarı, meyve tadı yeterliliğı, kıvam, renk, satın alma isteğı, tavsiye etme isteğı, genel beğeni) kriterler kullanarak 5'li skalaya göre değerlendirilmesi istenmiştir.

4.7.3.1 Genel Tat Değerlendirmesi

Tablo 4.6'da verilen değerler incelendiğinde, annelerin en yüksek puanı 8K (4.50), en düşük puanı ise 15K (3,0) örneğine verdiği görülmektedir. Ek gıdalarda, kinoa unu ilave oranı arttıkça tadım kalitesinin azaldığı görülmüştür. Ancak hiçbir örnek kabul edilemez değer olarak belirlenen 3 puanın altında puanlanmamıştır. Tablo 4.6'da gösterildiğı gibi, %8 kinoa ile zenginleştirilmiş numune (8K) ile %0 kinoa

içeren (0K) örnekleri arasında bebek anneleri tarafından elde edilen skorlara paralel olarak renk, tutarlılık ve muz tadı parametreleri açısından anlamlı bir farklılık içermemektedir. 8K ve 0K formüllerinin lezzet tercihleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklar ($p < 0.05$) vardır. Bununla birlikte, 0K ve 15K örneklerinin genel tat değerlendirilmesi sonuçları arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır.

Şekil 4.9'da farklı oranlarda kinoa ve pirinç unu katılarak hazırlanmış ek gıda örneklerinde yapılan duyusal değerlendirmelerin puanlarından oluşturulmuş lezzet profili grafiği görülmektedir.



Şekil 4.9 Farklı oranlarda kinoa unu katılarak hazırlanmış ek gıda örneklerinin Lezzet profili grafiği (Ek gıda için belirlenen duyusal kalite parametrelerinin ortalama değerleri). 0K= %0 kinoa içerikli, 8K= %8 kinoa içerikli, 15K=%15 kinoa içerikli ek gıda

Tablo 4.6. incelendiğinde 0K ve 8K ürünlerinin tüm duyusal kriterlerde kabul edilebilir duyusal analiz puanı olan 3 puan ve üzerinde aldığı görülmektedir. 8K, genel tat, şeker miktarı, meyve tadı yeterliliği, kıvam, renk, tavsiye etme isteği, satın alma isteği kriterlerinde kabul edilebilir duyusal analiz puanı olan 3 puanın altında olup diğer kriterlerde 3 puanın üzerinde puanlanmıştır. 15K örneği tavsiye etme

isteği bakımından kabul edilebilir duyu analizi puanı olan 3 puanın altında, diğer kriterlerde ise 3 puanın üzerinde puanlanmıştır. Bununla birlikte kinoa unu ilavesiyle ürün geliştirme aşamasında, glütensiz ürün tüketen kişilerin ve bebeklerin ürün beklentilerinin de dikkate alınması oldukça önem arz etmektedir. Son ürün formülasyonunda gluten eksikliğinin genel olarak yetersiz besin içeriği ve lezzet açısından önemli sorunlar yaratmaktadır. Önceki çalışmalarda, glütensiz un ile hazırlanmış makarnanın pişme süresince kolayca dağılabildiği belirtilmiştir. Bununla birlikte gluten içermeyen bisküvide tekstür ve protein yapısından çok nişasta kristalizasyonu ve şeker ile ilgili sorunlar görülmektedir. Glütensiz bebek ve küçük çocuk ek gıdalarında yapılmış sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Gluten içermemesi, düşük sodyum miktarı ve kolayca sindirilebilen karbonhidratlarının yüksek olması, pirincin özel diyetler için arzu edilen özellikleridir. Bununla birlikte pirinç ve kinoa unu ile hazırlanmış bebek ve küçük çocuk ek gıdasının glütensiz ürün formülasyonunu zenginleştirici bileşenler vitamin, mineral ve süt tozu ile hazırlanması önem arz etmektedir. Glütensiz fırıncılık ürünlerinde süt proteinleri kullanımının su tutma kapasitesini arttırdığını, raf ömrünü ve tekstürel özellikleri iyileştirdiği belirtilmiştir[55], [108].

Kinoa ununun, direk olarak kullanımı yerine belirli oranlarda ikame ürün olarak kullanılması (buğday ve pirinç gibi tahıllarla karıştırılması) hem besin değerini arttırmakta hem de bazı teknolojik sorunların aşılmasına yardımcı olmaktadır. Yapılan araştırmalarda kinoa ununun ürünler içerisinde genelde %5-40 arasında kullanıldığını görülmüştür. Duyusal testlerde kinoa içerikli 8K ve 15K örneklerinden, 8K daha fazla beğenilmiş olup, bu ürünün kinoa içeriği 15K'ya göre biraz daha düşüktür. Önceki çalışmalarda kinoa ununun yüksek oranda kullanılmasının tüketicilerin duyu beğenisini olumsuz etkilediği belirtilmiştir[55].

4.7.3.2 Meyve Tadı Yeterliliği

Yüksek oranda kinoa unu ilavesinin ürünün meyve tadını ve şeker içeriğini olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle kinoa oranı arttıkça meyve ilave oranının yetersiz kaldığı ve bu nedenle meyve tadının en az beğenildiği ürün 15K olarak tespit

edilmiştir. Kinoa ilavesi ile ek gıda örneklerinde şeker miktarı ve meyve tadı yeterliliği değerlendirme sonuçları arasında istatistiksel olarak ($p<0.05$) anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Anneler 8K örneğine meyve tadı açısından 4,25 puan verirken, 15K örneği 3,00 puan almıştır. Benzer şekilde meyve tadı yeterliliğinde 8K ve 15K örnekleri sırasıyla, 4,25 ve 3,25 puan almıştır. Bu nedenle, yüksek seviyede kinoa unu ile zenginleştirilmiş ürünler hazırlarken formülasyona ilave edilen şeker veya meyve tozu miktarının da artırılması gerekli olabilir. Kinoa oranı artışının, ürün içerisindeki meyve tadı ve şeker oran algılanmasını olumsuz etkilediği görülmüştür. Kinoa ununun doğal tadı, 15K ürünün daha düşük puanlanmasına yol açan ürünün daha düşük alımına yol açmıştır. Benzer sonuçlar fokus çalışmasında da tespit edilmiştir.

Bu sorunun çözümü için kinoa aroma profiline uygun meyvelerin tek başına veya meyve-sebze kombinasyonu ile ilave edilmesinin daha uygun olacağı ön görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalar, çilek gibi meyvelerin önceden pişirilmiş tahıllara eklenmesinin tüketiciler tarafından daha fazla tercih edildiğini göstermiştir[17].

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, morina ilavesi ile geliştirilen ek besinde meydana gelen acılığın tüketiciler olumsuz etkilediği gösterilmiştir. *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae) ilavesi ile meydana gelen acılığın maskelenmesi için meyve ilave edilmesinin faydalı olabileceği gösterilmiştir. EK gıda örneklerinde yapılan duyu değerlendirmesi sonuçları, *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae) ilavesi ile genel beğeni derecesinin azaldığını ve en çok %5 moringa ilaveli ürünün beğenildiği göstermiştir[109].

4.7.3.3 Şeker Miktarının Değerlendirmesi

Yüksek oranda kinoa unu ilavesinin ürünün şeker içeriğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bebek ek gıdaları (0K, 8K ve 15K) şeker miktarı açısından 4.00 ve 3.00 aralığında puanlar almıştır. 8K ve 15K örnekleri arasında $p<0.05$ önem aralığında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Sonuçlara göre ek gıda örnekleri şeker miktarı beğeni sıralaması $8K>0K>15K$ olarak belirlenmiştir.

Örnekler içerisinde şeker miktarı yeterliliği açısından 15K ürünü 3,0 puan ile en az beğeni oranına sahiptir. 0K ile 15K arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Yüksek gelir düzeyinde olan ve çalışan anneler, normal şeker içerikli ürünleri tercih ettiklerini ve sıklıkla ilave şeker yerine ek besinlerine taze meyve püresi eklediklerini belirtmişlerdir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre örneklerin şeker oranı $0K > 8K > 15K$ şeklinde olup, duyusal sonuçlara göre 0K ve 8K örnekleri birbirine yakın puanlar almıştır. En fazla beğeni oranına ise 4.00 ile 8K örneği sahiptir.

4.7.3.4 Kıvam ve Renk Değerlendirmesi

Panelist anneler, tüm ürünlere ait renk değerlendirmesinde benzer puanlar vermiştir. Kıvam değerlendirmesi açısından örnekler arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir ($p < 0.05$). Tablo 4.6'daki sonuçlara göre anneler 0K ve 15K ürünlerinin şeker miktarını beğenmiştir, Bebek ek gıdaları kıvam açısından 4.08 ve 4.33 aralığında puanlar almış, örnekler arasında $p < 0.05$ önem aralığında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Anneler kıvam ve renk açısından en çok 8K ve 0K örneklerini beğenmişlerdir. Sonuçlara göre ek gıda örnekleri için beğeni sıralaması $8K > 0K > 15K$ olarak belirlenmiştir.

4.7.3.5 Satın Alma ve Tavsiye Etme İsteği

Anneler duyusal tadım testi sonrasında yaptıkları değerlendirmede 4,50 puan ile en çok 8K örneğini satın almak istediklerini, bu ürünü başka annelere de tavsiye edebileceklerini bildirmişlerdir. Bununla birlikte annelerin ek gıda seçimini etkileyen bazı önemli faktörler bulunmaktadır. Gelir düzeyi yüksek olan anneler, ek besin kullanımına sağlık çalışanlarının (doktor, ebe ve hemşire) tavsiyesi ile erken başladıklarını ve işe hayatına erken dönmelerinin bu kararı almalarında etkili olduğunu belirtmişlerdir. Şatır vd. (2017) emzirme döneminde olan annelerin beslenme alışkanlıkları ve bunu etkileyen faktörler üzerine yaptıkları çalışmada benzer şekilde yüksek gelir düzeyindeki annelerin %88,9'unun 4. Ayda ek gıda kullanımına başladığını tespit etmiştir. Anneler ilk 3 ayda bebekleri için herhangi bir

ek besin kullanmadıklarını, sağlık personeli tavsiyesi ile 4. ayda yoğurt, glütensiz olması nedeniyle pirinç unu ve organik meyve pürelerine başladıklarını belirtmişlerdir[109]. Bununla birlikte, annelerin %83,3'ü son dönemde özellikle fiyat geçişleri ile ön plana çıkan bebek maması kategorilerinde dijital kanallar aracılığı ile satın alma yaptıklarını belirtmişlerdir. İlaveten, katılımcıların %33,3'ünün kinoa hakkında bilgi sahibi olduğu tespit edilmiştir. Panelist anneler kinoa'nın genel olarak salata ile diyetlerde kullanıldığı bilgisine sahip olduklarını belirtmişlerdir. Katılımcı annelerden yüksek gelir düzeyli olanlar, kinoa'yı içerdiği omega yağ asitleri, glütensiz olması ve yüksek protein kaynağı olması nedeniyle daha önce kullandıklarını belirtmişlerdir.

Kinoa ile ilgili bilgilere ulaşma kaynakları olarak sosyal medyayı, sağlık çalışanlarından ve satın alma alışkanlıklarını göstermişlerdir. Bazı anneler, yüksek sindirilebilir protein içermesi nedeniyle kinoa'yı anne sütünü desteklediğini düşünmektedirler. Tüyben (2018) yaptığı çalışmada kişilerin sosyo-demografik özelliklerinin, etiket okuma alışkanlığını ve herhangi bir gıda ile ilgili görüşlerini etkilediğini göstermiştir. Son dönemlerde, annelerin özellikle bilgi kaynağı olarak sosyal medyayı sıklıkla kullandığı ve satın alma alışkanlıklarının bu nedenle etkilendiği görülmüştür[110].

Yaptığımız çalışmada, sosyoekonomik statüsü C 1 ve C2 olan annelere kinoa'nın sağlık faydası hakkında genel bilgileri verildikten sonra katılımcı anneler, kinoa'lı bebek ek gıdasını sağlık faydası ve glütensiz olması nedeniyle bebekleri için satın alabileceklerini belirtmişlerdir. Anneler, bu bilgilerin ambalaj üzerinde ayrıca belirtilmesi ve glütensiz ifadesinin özellikle ambalajın ön yüzünde yazması gerektiğini söylemişlerdir. Tüyben (2018) yaptığı çalışmada hamileler, emziren anneler ve alerjisi olanlar için etiket bilgilerinin satın almada oldukça önemli olduğunu, bu nedenle etiket bilgilerinin basit ve anlaşılır şekilde verilmesi gerektiğini belirtmiştir[109]. Etiket bilgileri ilk defa satın alınacak bir üründe ortalama 30 saniye okunmaktadır ve bu nedenle bilgilerin ambalaj üzerindeki konumu ve içerik kapsamı (uzunluğu ve kısalığı) oldukça önem arz etmektedir. Pillay vd. (2018), patates ve portakal içerikli bebek maması için yaptıkları fokus test çalışmasında, anneler ürünü daha önce duymamalarına rağmen sağlık faydasını

öğrenmeleri nedeniyle bebekleri için satın alabileceklerin bildirmişlerdir. Günümüzde kinoa gluten içermemesi nedeniyle bebeklerin ek beslenmeye geçiş döneminde kullanılabilmektedir. Buna ilaveten, içerisindeki proteinlerin sindirilebilirliğinin yüksek olması ve omega-3 /omega-6 yağ asitlerince zengin olması sağlık açısından oldukça faydalıdır[111].

Önceki çalışmalarda emziren annelerin tükettikleri ürünlerdeki aroma bileşiklerinin süte geçmesi ile bebeklerinin benzer içerikli ek besinleri kabullenmesi arasında nasıl bir ilişki olduğu araştırılmıştır. Annelerin sebze suyu tüketimleri ile bebeklerinin sebzeli ek gıdaları kabul etmesi arasında olumlu bir ilişki olduğunu belirlenmiştir. Özellikle annelerin havuç suyu tüketim süresi ile bebeklerinin havuçlu ek besinleri beğenmesi arasında önemli bir ilişki bulunmuştur[112].

Önceki çalışmalarda besin tüketiminden iki saat sonra anne sütüne aroma bileşiklerinin geçişinin çok düşük miktarda da olsa gerçekleştiği ve bu aroma bileşiklerinin daha çok lipofilik özellikle olduğu tespit edilmiştir. Havuç ve narenciye ürünlerinde bulunan terpen bileşiklerinin süte geçebildiği belirtilmiştir[113]. Yaptığımız çalışmada annelerin tamamı hamilelik süresince düzenli meyve ve sebze tükettiklerini ve bebekleri için haftada en az 1 kez ek besin aldıklarını belirtmişlerdir. Buna ilaveten annelerin %75'i bebeklerini 12. Aya kadar emzirmeye devam ettiklerini belirtmişlerdir.

Tablo 4.6'da ve Şekil 4.9'da gösterildiği gibi, %8 kinoa ile zenginleştirilmiş numune (8K) ile %0 kinoa içeren (0K) örnekleri hem bebekler hem de anneler tarafından daha çok beğenilmiştir. %15 kinoa unu içeren bebek ek gıdası ise her ki grup tarafından en düşük puanı almıştır. Anneler genel tat değerlendirmelerinin 15K> 0K şeklinde olduğunu belirtmelerine rağmen, bebeklerinin 0K ürününü 15K'dan daha fazla beğendiğini belirtmişlerdir. Bu farklılığın nedeni, annelerin üründeki şeker miktarını daha fazla dikkate alarak değerlendirme yapmasından kaynaklanabilir.

Önceki araştırmalara göre, anne sütü ile beslenen bebeklerin ek besinleri formül mama ile beslenenlere göre daha kolay kabullendiğini göstermiştir[114]. Anne sütü tatlı, metalik, yağmsı, pişmiş süt ve samansı bir aroma profiline sahiptir. Bununla beraber anne sütü içerisinde bulunan en önemli aroma-aktif bileşikler "hekzanal, 1-okten-3-ol, (E,E)-2,4-dekadienal gibi aroma bileşiklerinin varlığı tespit

edilmiştir[114], [115]. Formül mamalarda yapılan araştırmada hekzanal ve (E,E)-2,4-dekadienal bileşikleri tespit edilmiştir[116]. Önceki çalışmalarda anne sütü içerisinde tahıl ürünlerinde bulunan aroma bileşiklerinin olması da bebeklerin tahıl bazlı ek besin alımını kolaylaştırmaktadır. Bunlara ilaveten anne sütünde, %5,2-7.0 oranında laktoz bulunmaktadır[117]. Anne sütü içerisinde bulunan laktoz, yağ ve glutamat miktarının yeni doğanların ek besin dönemindeki tercihlerini de etkilemektedir[118].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 2001 yılından itibaren yeni doğanların en az 6 ay emzirilmesini önermektedir [119]. Gelişmekte olan 135 ülkede yapılan çalışmaların meta analizi sonucunda ilk altı ayda sadece anne sütü ile beslenen bebeklerin %39 olduğu, %5,6 bebeğin ise hiç anne sütü almadığı bildirilmiştir. Ülkemizde ise 2003 Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması verilerine göre ülkemizdeki bebeklerin %96,8'i doğumdan sonra emzirmeye başlandığı ancak dört-beş aylık bebeklerin sadece %10,6'sı tek başına anne sütü ile beslendiği görülmektedir [82].

Yeni duyuşal değeriendirme yönteminin sonuçları, kinoa ununun, doğrudan kullanmak yerine pirinç gibi glütensiz tahıllarla belirli oranlarda ikame ürün olarak kullanılmasının, glütensiz bebek mamasının hem besin değeriini artırıabileceğini hem de bazı reolojik ve duyuşal problemlerin üstesinden gelmeye yardımcı olabileceğini göstermiştir [117].

Ticari olarak temin edilebilen glütensiz ürünlerin kinoa içeriğı incelendiğinde, glütensiz ürünlere kinoa unu ilavesinin genellikle %5-40 arasında olduğu görülmüştür. Kinoa ununun glütensiz ürünlerdeki kullanımı ve kabul edilebilirliğı, ürünü tüketebilecek yaş grubuna ve ürünün sunulacağı coğrafi bölgelere göre değışebilir. Söz konusu araştırma sonuçlarına göre ülkemiz için %15 kinoa içerikli 15K bebek ve küçük çocuk ek gıdasının tüketiciler açısından çok düşük bir kabul edilebilirliğe sahip olduğunu göstermiştir. Bu nedenle annelerin satın alma istekleri ile bebeklerinin beğenisi arasında bir uyum görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen bu çalışmada glütensiz kinoa ve pirinç ununun farklı oranlarda kullanımı ile bebek ve küçük çocuk ek gıdası geliştirilmiş, sonrasında formülasyonların fizikokimyasal, reolojik, moleküler, termal ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Formülasyon geliştirme ve optimizasyon aşamasında %0, %8 ve %15 kinoa unları ile zenginleştirilmiş örneklerde “protein, yağ, şeker, karbonhidrat, enerji analizleri ile diyet lif, kül ve su aktivitesi ve renk analizleri” yapılmıştır.

Ek gıda örneklerinin protein değerleri %12.39-13.67, kül değerleri %2.34-2.89, nem değerleri %5,99-5.74, ham lif değerleri %3.59-4.61, ham yağ miktarı %5,79-6.45, toplam şeker miktarı %15.26-22.87, toplam karbonhidrat 69.81-66.61 ve enerji değeri 395.36-397.81 kcal/100g arasında değişkenlik göstermiştir.

Ek gıda örneklerinin tanecik büyüklük dağılımları 0K, 8K ve 15K için sırasıyla 656.1 μ m, 627 μ m ve 595.4 μ m olarak tespit edilmiştir. Renk analizi sonucuna göre örneklerin renk değerleri L değeri 79.60-64.33, a değeri -1.89-0.54 ve b değeri 6.79-8.47 arasında olduğu belirlenmiş ve örneklerin renk değerleri (L ve b) arasında istatistiksel olarak <0.05 önem düzeyinde bir farka rastlanmıştır.

Bebek ve küçük çocuk ek gıdası formülasyonuna kinoa ilave edilme oranı arttıkça, kıvam indeksi değerinin (K) de yükseldiği, 8K ve 15K formülasyonları arasındaki K değer artışının istatistiksel olarak $p < 0.05$ önem düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Genel reolojik ölçümlere göre, $G' > G''$ olduğundan dolayı örneklerin elastik özellik sergiledikleri belirlenmiştir. DSC analizi verilerine göre, kinoa ilavesi örneklerin erime derecesini değiştirmemiştir. Kinoa unu ile zenginleştirilmiş ek gıdaların ve %100 kinoa ununun jelatinizasyon derecesi yalnızca pirinç içeren 0K örneğinden daha düşük olup, 70 °C ile 103 °C. arasındadır.

Analiz edilen 8K ve 0K örneklerinin FT-IR spektrumlarındaki karboksil grupları, iyonlar için bağlanma bölgelerinin oluşturduğu görülmektedir. FT-IR analizi sonucunda elde edilen piklere göre $1700-1600\text{ cm}^{-1}$ ve $1565-1520\text{ cm}^{-1}$ arasındaki dalga boylarına rastlanmıştır ve bu dalga boyları arasındaki piklerin sırasıyla proteinlerin AmidI ve AmidII bağlarından kaynaklandığı görülmüştür.

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre 8K örneği, 0K ve 15K örneğinden daha fazla beğenilmiştir. Bununla beraber, 15K ve 0K örneği arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Kinoa unu ilavesinin formülasyon içerisinde artması ile duyusal özelliklerini olumsuz etkilemediği fakat kullanım oranının az olmasının daha çok beğenildiği görülmüştür.

Aroma analiz sonuçlarına göre toplam 50 adet aroma bileşiği tespit edilip bunun önemli bir kısmını aldehit bileşiklerinin meydana getirdiği görülmektedir. Bu bileşiklerinin oluşumunda doymamış yağ asitleri oldukça etkilidir ve elde ettiğimiz sonuçlar önceki çalışmalar ile uyumludur. Tespit edilen aroma bileşiklerinin 23 tanesi aroma-aktif olarak tanımlanmıştır. Bu bileşikler son ürünün duyusal değerlendirmesinde negatif ve pozitif etkilere sahiptir. Bu çalışmada 0K, 8K, 15K ve 100K örnekleri için tespit edilen toplam 23 adet aroma-aktif bileşiğin 13 tanesini (%56,52'sini) aldehitler, 4 tanesini alkoller (%17,39), 3 tanesini ketonlar (%13,04), 2 tanesini furanlar (%8,70) ve 1 tanesini asitler (%4,35) oluşturmaktadır.

Diğer tahıl unlarında olduğu gibi kinoa ununa uygulanan proses ve ön işlemlerin, depolama şartlarının kinoa ununun duyusal özelliklerini doğrudan etkilediği görülmektedir. Özellikle içerisindeki aroma öncül bileşiklerinden doymamış yağ asitlerinin depolama ve proses sonrasında istenmeyen özellikteki aroma bileşiklerinin oluşumuna neden olduğu tespit edilmiştir.

Bu nedenle farklı kinoa çeşitleri için aroma-aktif bileşiklerin tespit edilmesi, bunların oluşma mekanizmalarının detaylı olarak tespit edilmesi, ürün karakterizasyonunun yapılmasını sağlayacak yeni analizlerin yapılması glütensiz ürün segmentinin duyusal ve reolojik özelliklerinin geliştirilmesi için oldukça önem arz etmektedir. Buna ilaveten bebek ve küçük çocuklar üzerinde daha fazla duyusal değerlendirme testlerinin yapılması ve sonucu etkileyen negatif faktörlerin

minimize edilerek bebek ürün segmentindeki ürünlerin duysal özelliklerinin iyileştirilmesi de oldukça önemlidir.

Ülkemizde bebek ve küçük çocuk ek gıdasının üretimi oldukça önem arz etmektedir. Üretim öncesinde mevzuatı ve tüketici sağlığını dikkate alarak geniş kapsamlı gıda güvenliği analizlerinin (mikrobiyolojik, pestisit, GDO, ağır metaller, mikotoksinler, alerjenler, PCB-dioksin, besin etiketi analizleri başta olmak üzere üretim sırasında meydana gelen kontaminantların) belirli bir plan dahilinde (üretim öncesinde, esnasında ve sonrasında) yapılması gerekmektedir. Daha da önemlisi üretim için tüketici sağlığını dikkate alarak, bulaşan riskini minimuma indirecek ve üretimin her aşamasında gerekli kalite kontrol çalışmalarını yapabilecek laboratuvar olanaklarına sahip üretim tesisinde, konusunda uzman üretim personeli ile ek gıda üretilmelidir.

Yukarıda dikkat ettiğimiz hususlar kapsamında söz konusu doktora tezinin yalnızca kinoa değil ülkemizde hali hazırda yetişen organik ve konvansiyonel tahılların ek gıda üretimi amacıyla işlenmesinde kaynak olarak kullanılacağını, bu sayede ithal ikamesi tahıl bazlı bebek ve küçük çocuk ek gıdası üretim faaliyetlerinin orta vadede artacağını ön görmekteyiz.

KAYNAKÇA

- [1] M.K Demir ve M. Kılınç, "Kinoa: Besinsel ve Anti besinsel Özellikleri". *Journal of Food and Health Science*, vol. 2, No. 3, pp. 104-111, Apr. 2016.
- [2] Ö.F. Birden, "Harran ovası koşullarında kinoa (*Chenopodium Quinoa* Wild.) bitkisinde ana ve ikinci ürün olarak farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 2018.
- [3] I. Temel ve B. Keskin, "Farklı sıra üzeri ve aralıklarının kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) bitkisinde ot verimi ve kalitesine etkisi", *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi* (UTYHBD), vol. 5, No. 1, pp. 110 - 116, 2019.
- [4] G. Yazar, "Glütensiz yeni ürünlerin geliştirilmesi için hamur reolojisinin doğrusal olmayan yöntemlerle incelenmesi", Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2016.
- [5] Commission Implementing Regulation (EU) No 828/2014 of 30 July 2014 on the requirements for the provision of information to consumers on the absence or reduced presence of gluten in food text with EEA relevance, EU Standard 828-2014, 2014.
- [6] N.B. Tuncel ve M. Özer, "Pirinç ve Pirinç yan ürünlerinin glutensiz tahıl ürünlerinde kullanımı.", *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, pp. 29-44, 2016.
- [7] P. De Albertis. "Current trends in gluten-free foods", Barilla, Roma, 2016.
- [8] E. Öncel, "Erişte üretiminde farklı olan ve kombinasyonlarda karabuğday, amarant ve kinoa unlarının kullanım imkanları", Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2017.
- [9] A.A. Kurnaz, "Kinoa ve Buğday unu karışımından üretilen hamurların doğrusal olmayan bölgedeki reolojik özelliklerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2018.
- [10] S. Kitan, "Glutensiz Tarhana üretiminde kinoa (*Chenopodium quinoa*) kullanımı". Yüksek Lisans Tezi, Samsun 19 Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 2017.
- [11] E. Giritlioğlu, "Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) ve şeker otu (*Stevia rebaudiana* Bertoni) Kullanılarak yeni bisküvi ve kek formülleri geliştirme üzerine bir araştırma", Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmaniye, 2017.
- [12] T.S. Kahlon, R.J. Avena-Bustillos ve M.C. Chiu, "Sensory evaluation of gluten-free quinoa whole grain snacks", *Heliyon*, vol. 2, No. 213, pp. 1-13, Dec. 2016.
- [13] J. Rualez, de Y. Grijalva, P.L. Jaramillo ve B.M. Nair, "The Nutritional Quality of an Infant Food From Quinoa and its Effect on the Plasma Level of Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1) in Undernourished Children", *International Journal of Food Science and Nutrition*, vol. 53, pp. 143-154, Mar. 2002.
- [14] O. Üncü, O.S. Jolayemi ve S. Ünlütürk, "Evaluation of rheological, textural and thermal properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) based breakfast puree", *International Journal*, vol. 4, pp. 22-30, Aug. 2007.
- [15] M.K. Demir, "Use of Quinoa Flour in The Production of Gluten-free Tarhana", *Food Science and Technology Research*, vol. 20, pp. 1087-1092, May 2014.

- [16] G.M. Turkut, H. Çakmak, S. Kumcuoğlu ve Ş. Tavman, "Effect of Quinoa Flour On Gluten free Bread Batter Rheology and Bread Quality", *Journal of Cereal Science*, vol. 69, pp. 174-181, May 2016.
- [17] J. Madrelle, C. Lange, I. Boutrolle, O. Valade, H. Weenen, S. Monnery-Patrice, S. Issanchou ve S. Nicklaus, "Development of a new in-home testing method to assess infant food liking", *Appetite*, vol. 113, pp. 274-283, Mar. 2017.
- [18] G.J. Gerrish ve J.A. Mennella, "Flavor Variety Enhances Food Acceptance in Formula-fed Infants", *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 73, pp. 1080-1085, June 2001.
- [19] A. Inarejos-García, V. Mancebo-Campos, P. Cañizares, J. Lianos ve V. Cañizares Mancebo-Campos, "Physical-Chemical Characterization of Fruit Purees and Relationship with Sensory Analysis Carried Out by Infants (12 to 24 mo)", *Journal of Food Science*, vol. 80, pp. 1005-1011, Mar. 2015.
- [20] O. Güneşer ve Y. Karagül Yüceer, "Gıdalarda aroma maddelerinin belirlenmesinde gaz kromatografisi-olfaktometri (gco) tekniklerinin kullanılması", *Gıda*, cilt. 35, Sayı. 5, s. 371-378, Ekim 2010.
- [21] M.T. Ayseli, "Türk kahvesinin aroma ve aroma-aktif bileşikleri üzerine iki farklı kavurma işleminin etkisi", *Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana*, 2015.
- [22] Y. Zhang, S. Zhang, W. Fan, M. Duan, Y. Han ve L. Hongying, "Identification of volatile compounds and odour activity values in quinoa porridge by gas chromatography-mass spectrometry", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 99, pp. 3957-3966, Mar. 2018.
- [23] M.T. Ayseli, M.T. Yilmaz, N. Cebi, O. Sagdic, D. Ozmen ve E. Capanoglu, "Physicochemical, rheological, molecular, thermal and sensory evaluation of newly developed complementary infant (6-24 months old) foods prepared with quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour", *Food Chemistry*, vol. 315, pp. 126208, Jun. 2020.
- [24] A. Maier, C. Chabanet, B. Schaal, S. Issanchou ve P. Leathwood, "Effects of repeated exposure on acceptance of initially disliked vegetables in 7-month old infants", *food quality and preference*, vol. 18, pp. 1023-1032, Dec. 2007.
- [25] J.F. Haro-Vicente, M.J. Bernal-Cava, A. Lopez-Fernandez, G. Ros-Berruezo, S. Bodenstein ve L.M. Sanchez-Siles, " J.F. Haro-Vicente, M.J. Bernal-Cava, A. Lopez-Fernandez, G. Ros-Berruezo, "Bodenst sensory acceptability of infant cereals with whole grain in infants and young children", *Nutrients*, vol. 9, pp. 65, Jan. 2017.
- [26] H. Pachon, L.R.M. Dominguez, H. Creed-Kanashiro ve J.R. Stoltzfus, "Acceptability and safety of novel infant porridges containing lyophilized meat powder and iron-fortified wheat flour", *Food and Nutrition Bulletin*, vol. 28, pp. 35-47, Mar. 2017.
- [27] A. Sutrisna, M. Vossenaar, D. Izwardy ve A. Tumilowicz, "Sensory evaluation of foods with added micronutrient powder (MNP) "taburia" to assess acceptability among children aged 6-24 months and their caregivers in Indonesia", *Nutrients*, vol. 9, pp. 979, 2017.
- [28] Ş. Keskin ve A. Kaplan Evlice, "Fırın ürünlerinde kinoa kullanımı", *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, cilt. 24, s. 150-156, Ara. 2015.

- [29] R. Bazaz, W.N. Baba ve F.A. Masoodi, "Development and quality evaluation of hypoallergic complementary foods from rice incorporated with sprouted green gram flour", *Cogent Food & Agriculture*, vol. 2, pp. 1154714, Apr. 2016.
- [30] M. Bayram, S. Pekacar ve Deliorman Orhan D., "Kinoa ve sağlık üzerine etkileri", *GÜSBD*, 7: 47-58, 2018.
- [31] V. Verena Nowak, J. Du ve Charrondiere U.R., "Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)", *Food Chemistry*, vol. 193, No. 4, pp. 7-54, Feb. 2016.
- [32] P.S. Belton, ve J.R. Taylor, "Quinoa", *Pseudocereals and less common cereals: grain properties and utilization potential*, Springer Science & Business Media, 2002, pp. 93-119.
- [33] L.E.A. James, "Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties", *Advances in Food and Nutrition Research*, vol. 58, pp. 1-31, Oct. 2009.
- [34] A. Vega-Galvez, M. Miranda, J. Vergara, E. Uribe, L. Puente, ve E.A. Enrique Martinez, "Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an Ancient Andean grain: A Review", *Journal of Food Science and Agriculture*, vol. 90, pp. 2541–2547, Dec. 2010.
- [35] A. Şapaloğlu, "Pirinç tüketim zincirinde pazarlama kanallarının yapısı ve pirinç pazarlama marjları: Edirne ili örneği", *Yüksek Lisans Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdađ, 2015.
- [36] M. Carey, E. Donaldson, A.J. Signes-Pastor ve A.A. Meharg, "Dilution of rice with other gluten free grains to lower inorganic arsenic in foods for young children in response to european union regulations provides impetus to setting stricter standards", *Plos one*, vol. 13, pp. 1-9, March 2018.
- [37] E.K. Arendt ve F. Dal Bello, *Gluten-free cereal products and beverages*, ed. USA, 2018.
- [38] Arduzlar, D, "Salep içeceğinin reolojik özelliklerinin belirlenmesi", *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul 2003.
- [39] V. Zikankuba ve J. Armachius, "Quinoa: a potential crop for food and nutritional security in Tanzania", *American Journal of Research Communication*, vol. 4, pp. 15-28, Jan. 2017.
- [40] F.G. Demirçeken, "Gluten enteropatisi (Çölyak Hastalığı): klasik bir öykü ve güncel gelişmeler, *Güncel Gastroenteroloji*", cilt. 15, s. 58-72, Mart 2011.
- [41] E.G. Bastidas, R. Roura, D.A.D. Rizzolo, T. Massanés ve R. Gomis, "Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), from nutritional value to potential health benefits: an integrative review", *Journal of Nutrition & Food Sciences*, vol. 6, pp. 1-10, Apr. 2016.
- [42] Pirinç unu, TSE standard 2639, 1977.
- [43] Türk gıda kodeksi bebek ve küçük çocuk ek gıdası tebliği, TKG 2007-50, 2007.
- [44] E. Scholz, *Karl Fischer titration: determination of water*: Springer Science & Business Media, 2012.
- [45] F.I. Bassey, K.H. Mcwatters, C.A. Edem ve C.M. Iwegbue, "Formulation and nutritional evaluation of weaning food processed from cooking banana, supplemented with cowpea and peanut", *Food Science and Nutrition*, vol. 5, pp. 384-391, Jul. 2013.

- [46] Official Methods of Analysis: Official Method for Protein, AOAC method 920.87, 2002.
- [47] Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Official Methods of Analysis, 21st Edition, Washington DC, 2019.
- [48] M.E. Idrovo Guzmán, "Evaluation of technical feasibility of dry fractionation as a method to obtain novel protein foods from quinoa", Master's thesis, Wageningen University, Wageningen 2014.
- [49] G. Kutlu, "Misk Adaçayı (*Salvia sclarea*) tohumlarından optimum koşullarda üretilen gamın fizikokimyasal, kompozisyonel, konformasyonel ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi". Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilimdalı, İstanbul, 2015.
- [50] S. Karaman ve M.T. Yılmaz, "Mathematical approach for two component modeling of salep–starch mixtures using central composite rotatable design: Part II. dynamic oscillatory shear properties and applicability of Cox–Merz rule", *Food Hydrocolloids*, vol. 3, pp. 277-288, June 2013.
- [51] G. Wu, C.F. Morris, K.M. Murphy, "G. Wu, ve C.F. Morris, Evaluation of texture differences among varieties of cooked quinoa", *Journal of Food Science*, vol. 79, pp. 2337-2345, Nov. 2014.
- [52] N. Cebi, M.Z. Durak, O.S. Toker, O. Sagdic ve M. Arici, "An evaluation of fourier transforms infrared spectroscopy method for the classification and discrimination of bovine, porcine and fish gelatins", *Food Chemistry*, vol. 190, pp. 1109-1115, Jan. 2016.
- [53] D. Gocmen, O. Gurbuz, R.L. Rouseff, J.M. Smoot ve A.F. Dagdelen, "Gas chromatographic-olfactometric characterization of aroma active compounds in sun-dried and vacuum-dried tarhana", *European Food Research and Technology*, vol. 218, pp. 573-578, Apr. 2004.
- [54] L. Mondello, *Flavors and fragrances of natural and synthetic compounds*, Mass Spectral Database (FFNSC 3): New York, John Wiley & Sons Inc., 2015.
- [55] Standard Guide for Sensory Evaluation of Products by Children and Minors, "ASTM standard E-2299-13, 2010.
- [56] A. Maier, C. Chabanet, B. Schaal, S. Issanchou ve P. Leathwood, "Effects of repeated exposure on acceptance of initially disliked vegetables in 7-month old infants", *Food quality and preference*, vol. 18, pp. 1023-1032, Dec. 2007.
- [57] B.P. Ávila, G.C.M. Braganca, R. Rockenbach, G.D. Alves, J. Monks, M.A. Gularte ve M.C. Elias, "Physical and sensory characteristics of cake prepared with six whole-grain flours", *Journal of Food Measurement and Characterization*, vol. 11, pp. 1486-1492, Apr. 2017.
- [58] J. Goyat, S.G. Rudra, S. Suri, S.J. Passi ve H. Dutta, "Nutritional, functional and sensory properties of ready-to-eat chia and quinoa mix enriched low amylose rice based porridge mixes", *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, vol. 7, pp. 399-414, May 2019.
- [59] K.N. Jan, P.S. Panesar ve S. Singh, "Optimization of antioxidant activity, textural and sensory characteristics of gluten-free cookies made from whole indian quinoa flour", *LWT*, vol. 93, pp. 573-582, 2018.
- [60] J. Ahmed, L. Thomas ve Y.A. Arfat, "Functional, rheological, microstructural and antioxidant properties of quinoa flour in dispersions as influenced by particle size", *Food Research International*, vol. 116, pp. 302-311, Feb. 2019.

- [61] H.N. Ayo-Omogie ve R. Ogunsakin, "Assessment of chemical, rheological and sensory properties of fermented maize-cardaba banana complementary Food", *Food and Nutrition Sciences*, vol. 4, No. 8, pp. 844-850, Aug. 2013.
- [62] E. Pereira, C. Encina-Zelada, L. Barros, U. Gonzales-Barron, V. Cadavez ve I.C. Ferreira, "Chemical and nutritional characterization of chenopodium quinoa Willd (quinoa) grains: a good alternative to nutritious food", *Food chemistry*, vol. 280, pp. 110-114, May 2019.
- [63] C.I. Oche, O.P. Anthony Chudi, U.S. Terver ve A. Samuel, "Proximate analysis and formulation of infant food from soybean and cereals obtained in benue state, Nigeria", *International Journal of Food Science and Biotechnology*, vol. 2, pp. 106-113, August 2017
- [64] E. Alvarez, A. Cancela ve R. Maceiras, "Rheological behavior of powdered baby foods", *International Journal of Food Properties*, vol. 8, pp. 79-88, Feb. 2005.
- [65] D. Barışışık, H. Çakmak, Ş. Tavman. "Rheological and thermal properties of gluten-free tempura batter systems formulated with quinoa and corn flour, Quality Criteria", in the *International Symposium on Food Rheology and Texture*, İstanbul, 2018, pp. 26.
- [66] O. Ciobotaru, C.V. Leeb ve H.P. Schuchmann, "Characterization of rheological properties for extruded instant powder of cereals base (starch), *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: Food Technology*, vol. 10, No. 1, p. 19-28, Oct. 2006.
- [67] L. Abugoch, E. Castro, C. Tapia, M.C. Añón, P. Gajardo ve A. Villarroel, "Stability of quinoa flour proteins (*Chenopodium quinoa* Willd.) during storage", *International journal of food science & technology*, vol. 44, pp. 2013-2020, Sep. 2009.
- [68] H. Fu ve X. Quan, "Complexes of fulvic acid on the surface of hematite, goethite, and akaganeite: FTIR observation", *Chemosphere*, vol. 63, pp. 403-410, Apr. 2006.
- [69] S.D. Rodríguez, G. Rolandelli ve M.P. Buera, "Detection of quinoa flour adulteration by means of FT-MIR spectroscopy combined with chemometric methods", *Food Chemistry*, vol. 274, pp. 392-401, Feb. 2019.
- [70] C. Nur, M.Z Durak, Ö.S. Toker, O. Sağdıç ve M. Arıcı, "An evaluation of fourier transforms infrared spectroscopy method for the classification and discrimination of bovine, porcine and fish gelatins", *Food Chemistry*, vol. 190, pp. 1109-1115, Jun. 2016.
- [71] A.A Ordóñez ve M. Prieto, *Fourier transform infrared spectroscopy in food microbiology*, New York, NY, USA: Springer, 2012.
- [72] R. McGorrin, "Key Aroma Compounds in Oats and Oat Cereals", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 67, No. 50, pp. 13778-13789, April 2019.
- [73] M. Ciganek, B. Pisarikova ve Z. Zraly, "Determination of volatile organic compounds in the crude and heat-treated amaranth samples", *Veterinarni Medicina-Praha*, vol. 3, pp. 111-120, March 2007.
- [74] D.S. Yang, K.S. Lee, O.Y. Jeong, K.J. Kim ve S.J. Kays, "Characterization of volatile aroma compounds in cooked black rice", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 1, pp. 235-240, Dec. 2007.

- [75] T. Fukuda, T. Takeda ve S. Yoshida, "Comparison of volatiles in cooked rice with various amylose contents", Food Science and Technology Research, vol. 20 ,pp. 1251-1259, Nov. 2014.
- [76] J. Pico, J. Tapia, J. Bernal ve M. Gómez,"Comparison of different extraction methodologies for the analysis of volatile compounds in gluten-free flours and corn starch by GC/QTOF", Food Chemistry, vol. 267,pp. 303-312, June 2017.
- [77] M.T. Ayseli, G. Filik ve S. Selli, "Evaluation of volatile compounds in chicken breast meat using simultaneous distillation and extraction with odour activity value", Journal of Food & Nutrition Research, vol. 2, pp. 137-142, Jan. 2014.
- [78] S. Cho ve S.J. Kays, "Aroma-active compounds of wild rice (*Zizania palustris* L.)", Food Research International, vol. 2, pp. 1463-1470, Dec. 2013.
- [79] L. Vázquez-Araújo, L. Enguix, A. Verdú, E. García-García ve A.A. Carbonell-Barrachina, "Investigation of aromatic compounds in toasted almonds used for the manufacture of turrón. European Food Research and Technology, 227(1), 243-254.", European Food Research and Technology, vol 227, pp. 243-254, May 2008.
- [80] O. Lasekan ve A. Lasekan, "Effect of processing and flavour fine-tuning techniques on the volatile flavour constituents of pseudocereals and some minor cereals", Journal of Food, Agriculture & Environment, vol. 10, pp. 73-79, Apr. 2012.
- [81] S. Selli, H. Kelebek, MT. Ayseli ve H. Tokbaş, "Characterization of the most aroma-active compounds in cherry tomato by application of the aroma extract dilution analysis", Food chemistry, vol. 165, pp. 540-546, Dec. 2014.
- [82] R. Contador, F.J. Delgado, J. García-Parra, M. Garrido ve R. Ramírez, "Volatile profile of breast milk subjected to high-pressure processing or thermal treatment", Food Chemistry, vol. 180 ,pp. 17-24, Aug. 2015.
- [83] S.M. Lee, Y.R. Hwang, M.S. Kim, M.S. Chung ve Y.S. Kim, "Comparison of volatile and nonvolatile compounds in rice fermented by different lactic acid bacteria", Molecules, vol. 24, pp. 1183, Mar. 2019.
- [84] M. Zhou, K. Robards, M. Glennie-Holmes ve S. Helliwell, "Analysis of volatile compounds and their contribution to flavor in cereals", Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 47, pp. 3941-3953, Oct. 1999.
- [85] L. Dong, Y. Hou, F. Li, Y. Piao, X. Zhang, X. Zhang ve C. Zhao, "Characterization of volatile aroma compounds in different brewing barley cultivars", Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 95, pp. 915-921, Jun. 2015.
- [86] J.S. Elmore, J.K. Parker, N.G. Halford, N. Muttucumaru & D.S. Mottram, "Effects of plant sulfur nutrition on acrylamide and aroma compounds in cooked wheat", Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 56, pp. 6173-6179, Jul. 2008.
- [87] Y. Feng, G. Su, H. Zhao, Y. Cai, C. Cui, D. Sun-Waterhouse ve M. Zhao, "Characterisation of aroma profiles of commercial soy sauce by odour activity value and omission test", Food Chemistry, vol. 167, pp. 220-228, Jan. 2015.
- [88] R.G. Buttery, D.J. Stern ve L.C. Ling, "Studies on flavor volatiles of some sweet corn products", Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 42, pp. 791-795, Mar. 1994.

- [89] T. Maeda, J.H. Kim, Y. Ubukata ve N. Morita. "Analysis of volatile compounds in Polished-graded wheat flours using headspace sorptive extraction", *European Food Research and Technology*, vol. 4, pp. 1233-1241, Feb. 2008.
- [90] M. Al-Hamwi, Y. Bakkour, M. Abou-Ela, A. El-Lakany, M. Tabcheh ve F. El-Omar, "Chemical composition and seasonal variation of the essential oil of *Micromeria fruticosa*", *Journal of Natural Products*, vol. 4, pp. 147-149, Jan. 2011.
- [91] X.Q. Zheng, Q.S. Li, L.P. Xiang ve Y.R. Liang, "Recent advances in volatiles of teas", *Molecules*, vol. 21, pp. 338, Mar. 2016.
- [92] F.D. Tuşa, Z. Moldovan, G. Schmutzer, D.A. Magdaş, A. Dehelean ve M. Vlassa, "Analysis of flavor compounds by GC/MS after liquid-liquid extraction from fruit juices", in *AIP Conference Proceedings*, vol. 1425, No. 1, pp. 53-57, Feb. 2002,
- [93] A. Sonmezdag, H. Kelebek ve S. Selli, "Identification of aroma compounds of Lamiaceae species in Turkey using the purge and trap technique", *Foods*, vol. 6, pp. 10, pp. 2-9, Feb. 2017.
- [94] J.C. Beaulieu, "Volatile changes in cantaloupe during growth, maturation, and in stored fresh-cuts prepared from fruit harvested at various maturities", *Journal of the American Society for Horticultural Science*, vol. 131, pp. 127-139, Jan. 2006.
- [95] Y.H. Hui, F. Chen, L.M. Nollet, R.P. Guiné, O. Martín-Belloso, M.I. Mínguez-Mosquera ve N. Sinha (Eds.). *Handbook of fruit and vegetable flavors*, Hoboken, NJ: Wiley, 2010.
- [96] J.A. Pino ve C.E. Quijano, "Study of the volatile compounds from plum (*Prunus domestica* L. cv. Horvin) and estimation of their contribution to the fruit aroma", *Food Science and Technology*, vol. 32, pp. 76-83, Jan. 2012.
- [97] D. Wang, K. Ando, K. Morita, K. Kubota ve A. Kobayashi, "Optical isomers of linalool and linalool oxides in tea aroma", *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, vol. 58, pp. 2050-2053, Jun. 1994.
- [98] T. Qin ve S. Yang. "A New and simple synthetic route to furanoid linalool oxide from citral", in *3rd International Conference on Engineering Technology and Application (ICETA)*, Kyoto, Japan, 2016, pp. 1162-1167.
- [99] F.Y. Sezen Demirci ve C.T.D. Koçak, "Beyaz peynirde aroma profilinin karakterizasyonu", *Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı*, Ankara, 2012.
- [100] M. Deleanu, E.E. Popa ve M.E. Popa, "Chemical composition and active properties evaluation of wild oregano (*Origanum Vulgare*) and ginger (*Zingiber Officinale*-Roscoe) essential oils", *Rev Chim Bucharest*, vol. 69, No. 8, pp. 1927-1933, Sep. 2018.
- [101] N.S. Dosoky ve W.N. Setzer, "Chemical composition and biological activities of essential oils of *Curcuma* species", *Nutrients*, vol. 10, pp. 1196, Sep. 2018.
- [102] B. Yan, F.A. Sadiq, Y. Cai, D. Fan, H. Zhang, J. Zhao ve W. Chen, "Identification of key aroma compounds in type I sourdough-based chinese steamed bread: application of untargeted metabolomics analysis", *International journal of molecular*, vol. 20, pp. 818, Feb. 2019.

- [103] K. Mahattatanawee ve R.L. Rouseff, "Comparison of aroma active and sulfur volatiles in three fragrant rice cultivars using GC-Olfactometry and GC-PFPD", *Food Chemistry*, vol. 154, pp. 1-6, Jul. 2014.
- [104] A.C.J. Cramer, D.S. Mattinson, J.K. Fellman ve B.K. Baik, "Analysis of volatile compounds from various types of barley cultivars", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 53, pp. 7526-7531, Sep. 2005.
- [105] B.A. Smit, W.J. Engels ve G. Smit, "Branched chain aldehydes: production and breakdown pathways and relevance for flavor in foods", *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 81, pp. 987-999, Jan. 2009.
- [106] I. Flament ve Y. Bessi re-Thomas, *Coffee flavor chemistry: John Wiley & Sons*, 2002.
- [107] J.A. Maga, "Cereal volatiles, a review", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 26, pp. 175-178, Jan. 1978.
- [108] J.X. Guinard, "Sensory and consumer testing with children", *Trends in Food Science and Technology*, vol. 11, pp. 273-283, Aug. 2000.
- [109] C.A. Curti, P.M. Vidal, R.N. Curti ve A.N. Ramón, "Chemical characterization, texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour", *Food Science and Technology*, vol. 37, pp. 627-631, Oct. 2017.
- [110] H.D.S.  şl ero lu ve F. Ertekin, "Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün form lasyonları ve üretim teknolojileri", *Gıda*, cilt. 34, s. 29-36,  ub. 2009.
- [111] A. Samir Sideek, "Modification of rice flour and its potential use in the food industry, Ph.D. thesis, Department of Food Science, Louisiana State University, Louisiana, USA, 1985.
- [112] S. Ntila, A.R. Ndhlala, U. Kolanisi, H. Abdelgadir ve M. Siwela, "Acceptability of a moringa-added complementary soft porridge to caregivers in Hammanskraal, Gauteng province and Lebowakgomo, Limpopo province, South Africa", *South African Journal of Clinical Nutrition*, vol. 1, pp. 1-7, Mar. 2018.
- [113] G.  atır, M.  elik ve M. Kemhacio lu, "Emzirme döneminde olan annelerin bebek besleme alışkanlıkları ve etkileyen faktörler", *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, cilt. 24, s. 60-66,  ub. 2017.
- [114] E.E. Tüyben, "Tüketicilerin gıda güvenilirliği yönünden etiket okuma alışkanlıkları ve algısının değerlendirmesi", *Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Toplu Beslenme Sistemleri Programı, Ankara*, 2018.
- [115] K. Pillay, N. Khanyile ve M. Siwela, "Acceptance of an orange-fleshed sweet potato complementary food by infant caregivers in KwaZulu-Natal Province--a preliminary study", *South African Journal of Child Health*, vol. 12, No. 3, pp. 100-104, Oct. 2018.
- [116] J.A. Mennella, D.R. Reed, K.M. Roberts, P.S. Mathew ve C.J. Mansfield, "Age-related differences in bitter taste and efficacy of bitter blockers", *PLoS One*, vol. 9, pp. 103-107, Jul. 2014.
- [117] H. Hausner, W.L. Bredie, C. M lgaard, M.A. Petersen ve P. M ller, "Differential transfer of dietary flavour compounds into human breast milk", *Physiology & Behavior*, vol. 95, pp. 118-124, Sep. 2008.

- [118] J.A. Mennella, L.M. Daniels ve A.R. Reiter, "Learning to like vegetables during breastfeeding: a randomized clinical trial of lactating mothers and infants", *The American journal of clinical nutrition*, vol. 106, pp. 67-76, May 2017.
- [119] J. Spitzer ve A. Buettner, "Characterization of aroma changes in human milk during storage at- 19 C", *Food chemistry*, vol. 120, pp. 240-246, May 2010.

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

İletişim Bilgisi: tayseli@hotmail.com

Makaleler

1. M.T. Ayseli, M.T. Yilmaz, N. Cebi, O. Sagdic, D. Ozmen ve E. Capanoglu, "Physicochemical, rheological, molecular, thermal and sensory evaluation of newly developed complementary infant (6-24 months old) foods prepared with quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour", Food Chemistry, vol. 315, pp. 126208, Jun. 2020.

Konferans Bildirileri

1. MT. Ayseli. "Bebek mamalarında ve küçük çocuk ürünlerinde kalite değerlendirme: güncel riskler ve analiz metodu geliştirme," *IV. Uluslararası Akdeniz Eczacılık Kongresi*, Mersin, 2019, s. 43

Ödüller

1. MT. Ayseli, "Bebek mamalarında ve küçük çocuk ürünlerinde kalite değerlendirme: güncel riskler ve analiz metodu geliştirme". *IV. Uluslararası Akdeniz Eczacılık Kongresi*, 27Nisan, Mersin, 2019.