

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



YERELMASI (*Helianthus tuberosus*) İLAVESİ İLE GLÜTENSİZ EKMEK  
ÜRETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Farnoush AHMETOĞLU

Gıda Güvenliği Anabilim Dalı  
Gıda Güvenliği Programı

Mart, 2020

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



YERELMASI (*Helianthus tuberosus*) İLAVESİ İLE GLÜTENSİZ EKMEK  
ÜRETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Farnoush AHMETOĞLU  
(Y.1613.210013)

Gıda Güvenliği Anabilim Dalı  
Gıda Güvenliği Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ayla ÜNVER ALÇAY

Mart, 2020

## ONAY FORMU



## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yerelması (*Helianthus tuberosus*) İlavesi ile Glütensiz Ekmek Üretimi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (09./03/2020)

**Farnoush AHMETOĞLU**

## **ÖNSÖZ**

Çalışma kapsamında analiz sürecinde yardımlarını sunan kuruluşlara ve yararlandığım, çalışmaya yönelik değerlendirdiğim geliştirilmiş tüm çalışmalara teşekkür ederim. Ayrıca tezin yazım sırasında, çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Ayla ÜNVER ALÇAY, çalışma süresince zorlukların tamamını benimlegöğüsleyen arkadaşlarıma ve hayatımın her evresinde bana destek sağlayan aileme teşekkürlerimi sunarım.

**Mart,2020**

**Farnoush AHMETOĞLU**

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR .....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT .....	xii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GLÜTEN .....</b>	<b>5</b>
2.1 Glüten Proteini ve Özellikleri .....	5
2.2 Glütene Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	6
2.3 Glütene Ürüne Etkisi.....	7
<b>3. ÇÖLYAK HASTALIĞI.....</b>	<b>8</b>
3.1 Çölyakla Yaşam .....	9
3.2 Glütene Karşı Beslenme .....	10
3.3 Glütensiz Ürün Kullanımı ve Etkileri.....	12
<b>4. YERELMASI .....</b>	<b>14</b>
4.1 Yerelmasının Tarihçesi .....	14
4.2 Yerelmasının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	14
4.3 Yerelması Bileşenleri .....	15
4.4 Yerelmasının Antioksidan Etkisi .....	18
<b>5. İNÜLİN VE GLÜTENSİZ EKMEK .....</b>	<b>20</b>
5.1 İnülinin Genel Özellikleri ve Etkisi.....	20
5.2 İnülinin Sağlık Açısından Etkileri.....	21
5.3 İnülinin Fonksiyonel Gıda Olarak İşlevselliği .....	22
5.4 Glütensiz Ekmek ve İnülin İncelemesi .....	23
<b>6. MATERYAL VE GEREÇ .....</b>	<b>25</b>
6.1 Materyal Temini .....	25
6.1.1 Yerelması temini .....	25
6.1.2 Glütensiz un ve diğer malzemelerin temini .....	25
6.2 Kullanılan Cihazlar ve Metotlar .....	25
6.3 Yöntem .....	28
6.3.1 Analizlerin Yapıldığı Yerler ve Uygulamalar Hakkında Genel Bilgi .....	28
6.3.2 Yerelması Tozunun Yapımı .....	28
6.3.3 Yerelması İlaveli Glütensiz Ekmek Yapımı .....	29
6.4 Fiziksel Analizler .....	31
6.4.1 Ekmekte ağırlık kaybının tespit edilmesi.....	31
6.4.2 Ekmek hacminin belirlenmesi .....	31
6.4.3 Ekmeğin iç ve dış renginin belirlenmesi .....	31
6.4.4 Ekmekte tekstürel özelliklerin tespit edilmesi .....	31

6.4.5 Ekmek numunelerde duyuşal özelliklerin tespit edilmesi .....	32
6.4.6 Nem tayini.....	33
6.4.7 Ph tayini .....	33
6.5 Kimyasal Analizler .....	33
6.5.1 Protein tayini .....	33
6.5.2 Yağ tayini.....	36
6.5.3 Şeker ve invert şeker tayini.....	36
6.5.4 Kül tayini .....	38
6.5.5 Mineral tayini .....	39
6.5.6 Diyet Lifi Tayini.....	40
6.6 Mikrobiyolojik Analizler .....	40
6.6.1 Besiyerleri, çözelti ve diğler malzemelerin hazırlanması .....	41
6.6.2 Sabouraud %4 dextrose agarbesiyeri hazırlanması .....	41
6.6.3 Dehidre ve hazırlanmış besiyerlerinin depolanması.....	42
6.6.4 Örnek ve dilüsyon hazırlanması: .....	42
6.6.5 Ekim ve inkübasyon .....	42
6.6.6 Toplam bakteri/küf ve maya sayımı: .....	43
<b>7. BULGULAR.....</b>	<b>44</b>
7.1 Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerde Ağırlık Kaybı.....	44
7.2 Yerelması katkılı glütensiz ekmeklerin spesifik hacmin belirlenmesi .....	45
7.3 Yerelması Katkılı Ekmeklerde Renk .....	46
7.4 Yerelması Katkılı Ekmeklerde Tekstür .....	49
7.5 Duyusal Değlendirme .....	50
7.6 Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları .....	52
7.7 Makro ve Mikro Bileşen Analiz Sonuçları .....	55
<b>8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>61</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>69</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>77</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>79</b>

## KISALTMALAR

<b>a*</b>	: Kırmızılık değeri
<b>AACC</b>	: American Association of Cereal Chemists
<b>ANOVA</b>	: Varyans analizi
<b>b*</b>	: Sarılık değeri
<b>BMD</b>	: Bone Mineral Density
<b>CD</b>	: Celieac Desease
<b>Cm</b>	: Santimetre
<b>cm2</b>	: Santimetre kare
<b>ÇH</b>	: Çölyak Hastalığı
<b>dk</b>	: Dakika
<b>DP</b>	: polimerizasyon derecesi
<b>EFSA</b>	: Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
<b>FAO</b>	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
<b>FOS</b>	: Froktooligosakarid
<b>G</b>	: Gram
<b>GFB</b>	: Gluten Free Bread
<b>GİS</b>	: Gastrointestinal Sistem
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	: Sülfirik asit
<b>HCl</b>	: Hidroklorikasit
<b>İTF</b>	: Inulin Tipi Frukta
<b>Kg</b>	: kilogram
<b>L*</b>	: Beyazlık
<b>ML</b>	: Mililitre
<b>TPA</b>	: Textür Profil Analizi



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 4.1: Yerelması Bileşenleri-1 .....	16
Çizelge 4.2: Yerelması Bileşenleri-1 .....	17
Çizelge 4.3: Yerelması Bileşenleri-1 .....	17
Çizelge 4.4: Yerelması Bileşenleri-1 .....	18
Çizelge 6.1: Ekmek İçeriği. ....	30
Çizelge 6.2: Mikrodalga Fırın Programı.....	39
Çizelge 7.1: Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerde Ağırlık Kaybı Sonuçları .....	44
Çizelge 7.2: Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerin Spesifik Hacim Sonuçları.....	45
Çizelge 7.3: Ekmek numunelerin dış renk değişimi ( $p<0.05$ ) .....	47
Çizelge 7.4 : Ekmek Numunelerinin İç Renk Değişimi( $P<0.05$ ).....	48
Çizelge 7.5 : Ekmek Numunelerinin Tekstürel Özellikleri.....	49
Çizelge 7.6: Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerin Nem ,Ph Ve Kül Analizi .....	53
Çizelge 7.7: Üretilen Ekmeklerin Toplam Bakteri ,Maya Ve Küf.....	53
Çizelge 7.8: Üretilen Ekmeklerin Toplam Bakteri , Maya Ve Küf Ortalama Ve Standart Hata Sonuçları .....	54
Çizelge 7.9: Ekmek Üretiminde Kullanılan Yerelması Ve Glütensiz Un Mikrobiyolojik Analiz Ve Bazı Kimyasal Analiz Sonuçları. ....	54
Çizelge 7.10: Glütensiz Ekmek Analizinde Toplam Şeker Tayini Sonuçları.....	55
Çizelge 7.11: Glütensiz Ekmek Analizinde Enerji Dağılımı Sonuçları. ....	56
Çizelge 7.12: Glütensiz Ekmek Analizinde Yağ Tayini Sonuçları. ....	56
Çizelge 7.13: Glütensiz Ekmek Analizinde Protein Tayini Sonuçları. ....	56
Çizelge 7.14: Glütensiz Ekmek Analizinde Doymuş Yağ Asitleri Sonuçları. ....	57
Çizelge 7.15: Glütensiz Ekmek Analizinde Doymamış Yağ Asitleri Sonuçları.....	57
Çizelge 7.16 : Glütensiz Ekmek Analizinde Diyet Lifi Miktarı Sonuçları.....	57
Çizelge 7.17: Glütensiz Ekmek Analizinde Selenyum Miktarı .....	58
Çizelge 7.18: Glütensiz Ekmek Analizinde Kalsiyum Miktarı Sonuçları. ....	58
Çizelge 7.19: Glütensiz Ekmek Analizinde Magnezyum Miktarı Sonuçları.....	58
Çizelge 7.20: Glütensiz Ekmek Analizinde Potasyum Miktarı Sonuçları.....	59

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1: Buğdaydaki Bileşenlerin Dağılımı .....	5
Şekil 3.1: Glütenele İlişkili Bozuklukların Sınıflandırılması .....	8
Şekil 3.2: Glütensiz Ürün Diyetinde Sık Görülen Beslenme Yetersizlikleri.....	11
Şekil 4.1: Yerelması Yumrusu .....	15
Şekil 6.1: Yerelması Tozu .....	29
Şekil 6.2 : Ekmek Hamuru Yoğurma Makinesi İle Karıştıma .....	30
Şekil 6.3: Protein Ölçme Cihazı.....	35
Şekil 7.1: Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerde Ağırlık Kaybı Sonuç Grafiği ...	45
Şekil 7.2: Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerin Spesifik Hacim Sonuç Grafiği..	46
Şekil 7.3 :Ekmek numunelerinin kabuk rengi değişimi.....	47
Şekil 7.4: Ekmek Numunelerinin İç Renk Değişimi .....	48
Şekil 7.5: Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerin Duyusal Analiz Sonuç Grafiği .	52
Şekil 7.6: Petirlerde Küf Ve Maya Üremesi. ....	55
Şekil 7.7: Farklı Konsantrasyonlarda Yerelması Katılarak Üretilen Ekmeklerin Fotoğrafi. ....	59
Şekil 7.8: Soldaki %0 (Soldaki) Ve %5 (Sağdaki) Yer Elması Eklenmiş Ekmeklerin Enine Kesit Fotoğrafi. ....	60
Şekil 7.9: Soldaki %10 (Soldaki) Ve %15 (Sağdaki) Yer Elması Eklenmiş Ekmeklerin Enine Kesit Fotoğrafi .....	60
Şekil 7.10: Soldaki %20 (Soldaki) Ve %25 (Sağdaki) Yer Elması Eklenmiş Ekmeklerin Enine Kesit Fotoğrafi. ....	60

## YERELMASI (*Helianthus tuberosus*) İLAVESİ İLE GLÜTENSİZ EKMEK ÜRETİMİ

### ÖZET

Glütensiz ekmek üretimi, belirli hastalık gruplarının, glütteni sindirememesi ve glütteni vücuda zarar vermesinden dolayı önem taşır. Ekmek, tüketilen en temel gıdalardan birisidir. Ancak glütteni ekmek yapısında fonksiyonel olarak önemli bir yer tutması, ekmeklerin hem raf ömrüne ve hem tekstürel ve gıdanın tüketilebilirliğini artırma üzerindeki etkisi, glütensiz ekmeklerin iyileştirilmesini önemli kılmaktadır. Diğer yandan bu durum, glütensiz ekmeklerin istenilen özellikleri doğrudan sağlamaması ve çölyak hastalığı gibi glütteni sindiremeyen hastaların belirli gıda bileşenlerinden tam anlamıyla yararlanılamaması, bu duruma ek gıda takviyesini gerektirmektedir. Bu amaçla geliştirilmiş olan çalışma doğrultusunda, yerelması katkılı glütensiz ekmek üretimi hedeflenmiştir.

Bu çalışmada %5, %10, %15, %20 ve %25 düzeylerinde yerelması katkılı ve kontrol olarak yerelması içermeyen glütensiz ekmek üretimleri geliştirilmiştir. Artan yerelması konsantrasyonu bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri araştırılmıştır.

Yerelmasının seçilmesinde temel mekanizma ise, diyet lifi değeri ve inülin miktarının fazla olmasından kaynaklıdır. Yapılan ekmeklerde, %25 yerelması konsantrasyonunun lif miktarı, 2.19 hesaplanmıştır.

Yapılan analizler sonucunda, glütensiz ekmek formülasyonlarında yerelması tozu miktarındaki artış, ekmek özgül hacim ve pişme kaybı, nem ve PH'ı azaltırken, kül ve protein değeri arttırdığını bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Aynı zamanda, ekmek formülasyonlarında yerelması tozu miktarı ve depolama süresi artmasıyla sertlik değeri arttığı gözlemlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Glütensiz yerelması katkılı ekmeklerde ayrıca tekstürel özellikler belirlenmiştir. Tekstürel analiz sonuçlarına göre üretilen yerelması katkısız ekmeğin sertlik değeri 11.94 ve yerelması katkılı olan ekmeklerin ise 14.154 - 21.17 g arasında; yerelması katkısız ekmeğin kohezif yapışkanlık değeri 0,835, yerelması katkılı olan ekmeklerin ise 0.708 - 0.618 arasında; yerelması katkısız ekmeğin elastikiyeti 1,460 ve yerelması katkılı olan ekmeklerin ise 0,872 - 0,671 mJ, esneklik yerelması katkısız ekmeğin 0,541, yerelması katkılı olan ekmeklerin ise 0,400 - 0,318 değeri arasında; çignenebilirlik yerelması katkısız ekmeğin 14,453 mJ ve yerelması katkılı olan ekmeklerin ise 15,992 ile 5,654 mJ, zamksılık yer elması katkısız ekmeğin 19.919 g ve yerelması katkılı olan ekmeklerin ise 19,254 ile 7.824 g arasında tespit edilmiştir.

Yerelması konsantrasyonu arttıkça, üretilen ekmeklerin esneklik, kohezif çignenebilirlik ve elastikiyetin düştüğü, ekmeğin iç ve dış renginin L\* ve b\* değeri azaldığı ve a\* değeri ise arttığını belirlenmiştir. Bu çalışmada çerçevesinde, derişim miktarının artması ile beraber ekmeğin makro ve mikro besin öğelerinden; selenyum, kalsiyum, magnezyum ve potasyum miktarların arttığı görülmüştür. Duyusal analiz sonuçlarına göre en beğenilen ekmeğin %10 yerelması tozu ile yapılan ekmek örneği olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Yerelması katkısız

glütensiz numune ve yerelması katkılı olanlar karşılaştırıldığında; katkılı ekmeklerin beğenilirliği artmakla birlikte, iç ve dış görünüşünde iyileşme gerçekleşmiştir. Bu nedenler dolayı glütensiz ekmek üretiminde hem besin değerini arttırmak hem de bazı kalite kusurlarını gidermek için yerelması eklenmesi, faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Yerelması, glütensiz ekmek, inülin, diyet lifi*



## GLUTEN FREE BREAD PRODUCTION WITH THE ADDITION OF JERUSALEM ARTICHOKE (*Helianthus tuberosus*)

### ABSTRACT

The production of gluten-free bread is important because certain groups of diseases cannot digest gluten and damage the body. Bread is one of the most basic foods consumed. However, the fact that gluten has a functionally important place in the bread structure, the effect of the bread on the shelf life and increasing both the textural and the consumability of the food makes the improvement of gluten-free breads important. On the other hand, the fact that gluten-free breads do not directly provide the desired properties and that patients who cannot digest gluten, such as celiac disease, cannot fully utilize certain food components requires additional supplements to this situation. In line with the study developed for this purpose, it is aimed to create gluten-free bread production with added localization.

In this research, gluten-free bread production with 5%, 10%, 15%, 20% and 25% levels of localization and without control was developed. Some physical, chemical and sensory properties of the increased locus concentration were investigated.

The main mechanism for the selection of its localization is due to the high amount of dietary fiber and the amount of inulin. Fiber amount was calculated with a concentration of 25% localization in the bread made 2.19.

As a result of the analysis, it was found that the increase in the amount of localization powder in gluten-free bread formulations, bread specific volume and loss of baking, while decreasing the moisture and pH, increased the ash and protein values ( $p < 0.05$ ). At the same time, it has been observed that the hardness values increase with the amount of localization powder and storage time in bread formulations ( $p < 0.05$ ). Texturistic features were also determined in bread with gluten-free localization. According to the results of textural analysis, the hardness value of the unadulterated bread is between 11.94 and the bread with ground apple additives is between 14.154 - 21.17 g; The cohesive adhesive value of bread without peanut butter is between 0.835 and 0.708 - 0.618 for bread with peanut additives; elasticity is between 1,460 and 1,872 - 0,671 mJ for bread without peanut additives, 0,541 - 0,671 mJ for bread with peanut additives and 0,400 - 0,318 for bread with peanut additives; The chewiness of ground bread additives was determined between 15,992 - 5,654 mJ of bread with 14,453 mJ of ground apple additives, and 19,194 - 7,824 g of bread with additives of zucchini additives.

As the Jerusalem artichoke concentration increases, the flexibility, cohesive chewability and elasticity of the breads produced decrease; It has been determined that the inner and outer colors of the bread decrease  $L^*$  and  $b^*$  values and the  $a^*$  values increase. In this study, it was observed that the amount of selenium, calcium magnesium and potassium, which are among the macro and micronutrients of bread, increased with the increase in the amount of concentration. According to the results of sensory analysis, it was determined that the most popular bread was a sample of bread made with 10% localization powder ( $p < 0.05$ ). When the gluten-free bread with

the ground apple additive was compared with those with the ground apple additives, the admirability of the doped breads increased, and the interior and exterior appearance improved. For these reasons, it has been concluded that the addition of Jerusalem artichoke will be beneficial both in increasing the nutritional value and eliminating some quality defects in gluten-free bread production.

**Key Words:** *Jerusalem artichoke, gluten-free bread, inulin, dietary fiber*



## 1. GİRİŞ

Tahıllar; temel bir gıda maddesi olarak binlerce yıl süren değişik kültürün ve uygarlığın beslenmesinde önemli bir yer almaktadır. Orta Asya'daki yaşayan Türkler, Anadolu'ya göçmeden önce, buğday ve hububat yetiştirmemişler ve genellikle et ağırlıklı ve ekmeksiz beslenmişlerdir (Özgüdenli ve Uzunağaç, 2014). Ekmeği etmek/ötmek ile isimlendirmişlerdir (Anonim 2007). Anadolu'ya göçleriyle birlikte, beslenme alışkanlıkları, zamanla değişmiş ve ekmeğin neredeyse her tür yemekle birlikte tüketilen önemli bir besin olarak yer almaya başlamıştır. Selçuklular döneminde, ekmeğin çeşitleri içerisinde en beğenilen buğday unundan yapılmış “ak ekmeğin, has ekmeğin” denilen “buğday ekmeği” gelmektedir. Pide ekmeği, tandır ekmeği ,saçta pişirilen ve yağlanarak servis edilen bazlama/bazlamaç; selçuklular döneminde tüketilen bazı ekmeğin türleridir (Özgüdenli ve Uzunağaç, 2014).

Ekmeğin genel olarak ifade edilirse buğday unu, tuz, maya ve suyun belirli oranlarda karıştırılması, yoğurulması ve hamurun fermantasyon sonrasında pişirilmesiyle elde edilen bir gıdadır. Ekmeğin yapısı gereğince kendisine has özellikte ve nötr bir aroma olmasından dolayı önemli bir gıda ürünü olarak görülmektedir. Bu durumdan kaynaklı olarak beslenmede önemli bir yer tutmaktadır. Ancak ekmeğin üzerine geliştirilen değerlendirmeler, ekmeğin formülasyonunu iyileştirme ve hem makro hem de mikro besin öğelerini iyi bir profilde olmasını sağlama açısından bakabilmek, zenginleştirme çalışmaları ile sağlanmaktadır. Bununla birlikte, ekmeğin genel özelliklerinin, ekmeğin formülasyonu açısından en iyi şekilde olması ve yeni bir ürün geliştirme çalışmalarında, bu ürünün özelliklerini korumayı, önemli kılmaktadır. Bu yönde bir durum, ekmeğin özelliklerini bozmadan yada en iyi şekilde karşılayabilecek yapıyı sağlayarak, ürün üretme çalışmalarına yönelmeyi gerektirmektedir. Böyle bir çerçeveye yönelik çalışmalar, ekmeğin genelde belirli hastalık gruplarına yönelik iyileştirici ve kullanıma uygun hale getirme süreçlerine yöneliktir.

Glütensiz ekmek üretim çalışmaları da bu temelde, önemli bir yer tutmaktadır (Dirim ve diğ.,2014).

Ülkelerin sosyal ve ekonomik düzeyleri, kalkınma yapıları ve halkın beslenme alışkanlıkları; her geçen gün değişmekte ve tüm dünyada ve ülkemizde başta buğday olmak üzere, tahıl ürünleri, insanların en önemli gıda kaynağını oluşturmaktadır. Beslenmemizde önemli bir yer tutan tahıl ve ürünleri; bazı insanlarda rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Bu rahatsızlıklara sebebiyet veren tahıllarda mevcut olan glüten adlı bir proteindir. Genel olarak buğday, mısır, pirinç, arpa, yulaf, çavdar, sorgum ve darı gibi tahıl grubu, en fazla insanların beslenmesinde yer almakta ve tüketilmektedir. Ancak son zamanlarda, glütenle ilgili çeşitli klinik bozuklukları; daha fazla karşılaşılmakta ve bu rahatsızlıkların en önemlisi; çölyak hastalığı ve glütene bağlı tahammülsüzlüktür ki, glüten içeren gıdaların alınmasıyla birlikte, bağırsaklardaki doğal yapının bozulması sonucu ortaya çıkan bir takım malabsorpsiyon (emilim bozukluğu) sendromu gelişmektedir (Karaahmet, 2018).

Ekmeğin yapısında bulunan glüten; toplum beslenmesinde en fazla bulunan diyet bileşenleri arasında yer almaktadır. Ancak glütenle ilişkili rahatsızlıklar, glütensiz ürün tüketimini arttırmakta ve özellikle de bu durum, başlıca tüketilen glütensiz ekmeğin üretimini gerekli kılmaktadır. Glütensiz ürünler, uygun duyuşal parametreler aracılığıyla besleyici ve duyuşal özelliklerin artırılmasını ve ürünün özelliklerinin iyileştirilmesini gerekli kılan formülasyonları içermek durumundadır. Glütene duyarlı İnsanların bağırsak sistemlerine, oldukça fazla düzeyde zarar görebileceğinden dolayı, bu kişilerin dikkatli davranmamaları halinde ciddi sağlık sorunları yaşamalarına neden olabilmektedir. Bu nedenle glütensiz ürün tüketimleri ve bu ürünlerin özelliklerinin en iyi şekilde olması amacıyla çalışmaların yapılması önemlidir.

Glütene duyarlı bireylerde, vücudundaki doğal yapıyı bozmadan, glütensiz diyet ürünlerin, kişinin hem makro hem de mikro besin öğelerini sağlayıcı ve dengeleyici ölçüde olmasını gerektirecek şekilde oluşturulması önemli bir husustur. Glütensiz diyete tam olarak uyulması, çölyak hastaları için daha sağlıklı bir yaşam sürdürmesi açısından önemlidir (Kutlu, 2019). Glütensiz diyetin kişi tarafından gerçekleştirilmesine yardımcı olmak, bu yönde



çalışmaların yapılmasına katkı sunmak ile gerçekleştirilmektedir. Öncelikli olarak glutenin genel özellikleri üzerinde durma ve gluten proteinin, ekmeğe kattığı kalite faktörünün en uygun ürünler ile ikame edilme çalışmaları sağlanmalıdır. Glutenin beslenme açısından önemine bakıldığında; geliştirilecek üründe de gluten özelliklerini ortaya koyma eğilimi, özellikle de kalite faktörü yönünden desteklenmelidir.

Gluten; özellikle Avrupa kökenli olanlar için en bol bulunan diyet bileşenlerinden birisidir ve ortalama günlük gluten alımının batı dünyasında günde 5 ile 20 g arasında olduğu düşünülmektedir (Hoppe ve diğ., 2017).

Son yıllarda, glutene bağlı rahatsızlıkların tanısı alan bireylerin sayısının artması ve bu hastaların tek güvenilir tedavi yolu ise yaşam boyu glutensiz beslenme olmasından dolayı, gluten içermeyen ürünlerin tüketiminde ve üretiminde bir artış görülmektedir. Bu rahatsızlıkların en önemlisi; çölyak hastalığı (CD) genetik bir immün hastalıktır. Çölyak hastalığı %1 prevalansıyla bireylerin 6p21 kromozomunda bulunan yaklaşık (%90-95)'i insan lökosit antijeni (HLA)-DQ2 proteinini taşıırken, kalan (%5-%10) hastalarda HLA-DQ8 genini yüklenmektedir (Romanos ve diğ., 2009). Gluten proteini tüketiminden doğan bir kronik enteropati olarak bilinmekte, ince bağırsağın villuslerin yüzeyindeki kripta hücrelerin zarar görmesi ve tahribiyle emilim bozukluklarına sebep olması ve bağışıklık sisteminin inflamatuvar bir yanıt vermesi ile karakterize edilmiştir (Catassi ve diğ., 1999). Çoğunlukla arpa, çavdar, buğday gibi besinlerde ortaya çıkan bu rahatsızlığın, klinik semptomları heterojendir ve ishal, kilo kaybı ve yetersiz beslenmeyle ilişkili “klasik” sendromdan mikro besinlerin selektif emilim bozukluğuna (demir, B<sub>12</sub> vitamini, kalsiyum) kadar değişme gösterir (Olgun ve diğ., 2013). Bu olaylar, bağırsak semptomlarına ve ince bağırsak kanseri, osteoporoz, kısırlık, yorgunluk ve diğer otoimmün hastalıklara (tiroid hastalığı ve diyabet gibi), eklem ağrısına ve kronik hastalık sağlığına duyarlılık gibi uzun vadeli komplikasyonlara etkide bulunur. Gluten içermeyen bir diyet ve ömür boyu sadece glutensiz ürünlerin tüketilmesi; çölyak hastaları için en güvenilir ve temel tedavi yöntemidir.

Tüketebileceği ürün sayısı az olan bu kişiler için, yeni ürünlerin geliştirilmesi ve AR-GE (araştırma-geliştirme) çalışmalarının endüstriyel boyuta taşınması çok önemlidir. Glutensiz hamur üretiminde; üretim süreci, reolojisi ve nihai

ürün düşük kaliteli ve tatminkâr olmaması gibi nedenlerden dolayı, hamur hazırlama sırasında glutenin görevi başka malzemeler tarafından üstlenmelidir (Schober, 2009).

Halkın beslenmesinde önemli yer tutan tahıl ürünleri; ekmek, bisküvi, kek, makarna gibi genellikle buğday esaslı olup dolayısıyla gluten bu ürünlerin kalitesini etkileyen temel bileşendir. Yeni gıda maddeleri ve modern teknolojilerin geliştirilmesi, geleneksel ekmek üretimi ve unlu mamuller için alternatifler bulma yönünde çalışmalar devam etmektedir. Glütensiz un, nişasta, gıda proteinleri, enzim kullanılması ve doğal sentetik ve biyoteknolojik hidrokolloidler ikame edilmesi, bu ürünlerin yüksek su ve gaz bağlama kapasitesini, yapı oluşturma kalitesini nişasta jelinin pişirme sırasında stabilizasyonu, raf ömrünü uzatmak ve hamurun işlevselliğini yükseltmek için yardımcı olmakta ve bu zorluklarını üstesinden gelmeye imkan sunmaktadır (Cauvain, 2015; Gallagher ve diğ.,2004).

Glütensiz ürünün; düşük duyu kalitesine ek olarak, çoğu üründe besin değeri oldukça düşüktür (Lionetti ve Catassi, 2011). Glütensiz ürünleri, genellikle takviye edilmemiş/zenginleştirilmemiş rafine unlardan yapılmış olması nedeniyle, gluten içeren ürünlerle aynı düzeyde mineraller, vitaminler ve diyet lifi içermeyebilirler (Wierdsma ve diğ., 2013) . Bu nedenle, glütensiz pişmiş ürünlerin diyet lifleriyle zenginleştirilmesi, çeşitli teknoloji ekipleri için, bir araştırma konusu olmuştur (Codex Alimentarius Commission, 2000).

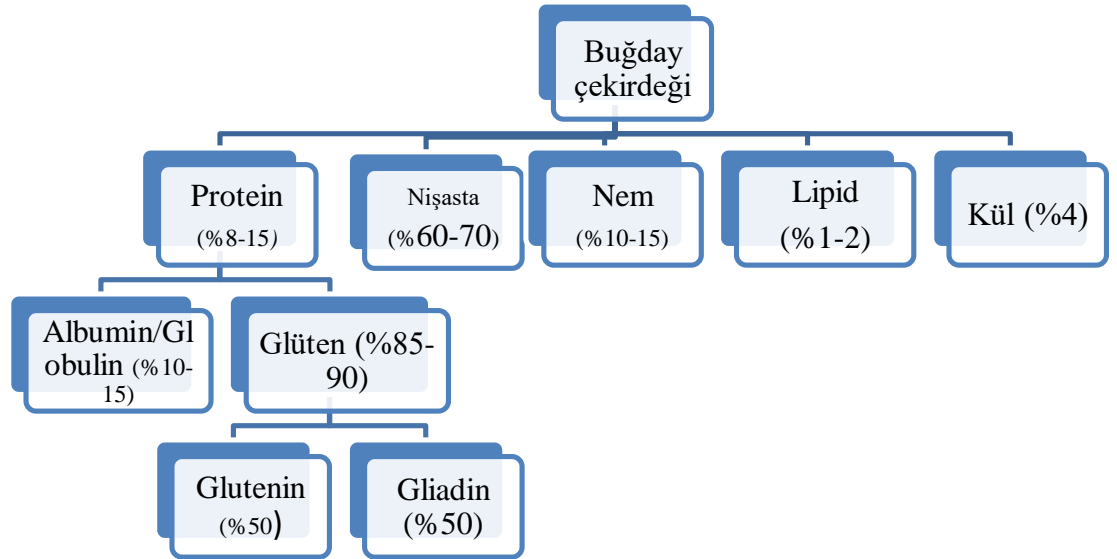
İfade edilen bilgiler ışığında, bu çalışma, glütensiz ekmek üretimi sonucunda besin değerinin artırılması amacıyla yerelmasının kullanılması amacını taşımaktadır. Son zamanlarda, ürünlerde doğal katkı bileşenlerin kullanılmasına yönelik talep artmıştır. Yerelması, hem makro hem de mikro öğeleri taşımasından kaynaklı olarak önemli ve değerli bir besindir. Ayrıca yerelması; inülin bakımından çok zengindir, diyet lifi yüksektir ve jelleşme kabiliyeti bulunmaktadır, anti mikrobiyal ve antiviral etkisi olduğuna dair araştırmalar bulunmaktadır.

Araştırmada glütensiz ekmek yapımında yerelması yumrusunu kurutulularak, toz haline getirilmiş, ardından %5, %10, %15, %20 ve %25 oranında nişasta karışımına eklenmiştir.

## 2. GLÜTEN

### 2.1 Glüten Proteini ve Özellikleri

Glüten proteini, hamurun elastikiyet, görünüş, uzayabilirlik özelliklerinden sorumlu olan, kaliteli ekmek üretimi için gerekli olan başlıca besin öğelerinden birisidir. Buğday unu ve sudan yapılan bir hamur, aşırı miktarda su veya seyreltilmiş tuz çözeltisinde hafifçe yıkandığında, nişastanın ve çözünür malzemesinin (Fermin ve diğ., 2005) çıkarılması durumunda, kalan maddenin “kauçuk” olarak tanımlanan, proteinli küttür. Kuru madde bazında yaklaşık %75-80 oranında protein içerir. Bu proteinler genellikle albüminler (suda çözünür), globülinler (seyreltik tuz içinde çözünür), prolaminler (%60-70 alkolde çözünür) ve glüteninler (diğer çözücülerde çözünmez ancak alkali olarak çıkarılabilir) olarak belirtilebilmektedir. Glüten; bir seri farklı proteinlerin karışımıdır ve bu proteinler iki grupta sınıflandırılır: Prolaminler (gliadin) ve glütenin. Buğday çekirdeğinde bu önemli proteinler, Şekil 1.1’de gösterildiği üzeredir:



Şekil 1.1: Buğdaydaki Bileşenlerin Dağılımı

**Kaynak:** (“Chemistry of Gluten Proteins”, *Food Microbiology*, Wieser, 2007)

Şekil üzerinde ifade edilen proteinler, tahılların tohum kısmındaki endosperm bölümünde nişasta ile beraber bulunmaktadır. Buğday içerisinde 30 çeşit protein bulunur ve bu proteinlerinden sadece ikisi; glütenin ve gliadin, su ile etkileştiğinde glüten adı verilen esnek maddeyi oluştururlar. Prolaminler buğday da gliadinler, çavdarda sekalinler, arpada hordeinler, yulaf ta aveninler ve çölyak hastaları için toksik olmayan mısırd a zeinler olarak adlandırılmaktadırlar. Buğdayda depo proteinlerinin büyük bir kısmını gluten proteinleri (toplam proteinin (%80 - %85'i) oluşturmaktadır. Glüten proteinleri ise tahıl tanesindeki depo proteinlerinin prolaminler alt sınıfına dahildir.

## 2.2 Glütenin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Glüten, başta buğday olmak üzere arpa, çavdar, yulaf gibi tahıllar içerisinde bulunur ve hakkında olumlu olumsuz çeşitli spekülasyonlar bulunan bir maddedir. Hamurun kabarmasını sağlayan, raf ömrünü uzatan, hamurun güçlü yapısından sorumlu ve elde edilen ürünün kalitesine önemli düzeyde etkisi olan bir tür proteindir (Peña ve diğ., 2004).

Endospermde bulunan glüten proteinleri, nişasta granüllerinin etrafında sürekli bir matriks oluşturmaktadır. Glüten proteinleri su veya tuzlu suda çözünmez nitelikte olup, monomerik gliadinler ve polimerik glüteninler olmak üzere iki fraksiyondan oluşmaktadır. Bu iki fraksiyon, tanede hemen hemen eşit oranlarda bulunmaktadır (Melek ve diğ., 1984). Ayrıca gliadinler;  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ve  $\omega$  olarak alt fraksiyonlara da ayrılmaktadır.

Yapılan çalışmalar sonucunda gliadin fraksiyonunun çölyak hastaları için toksik, glütenin fraksiyonunun ise daha az toksik olduğu belirlenmiştir. Gliadinlerden  $\alpha$ -gliadinler en toksik olanıdır.  $\beta$ - ve  $\gamma$ - gliadinler biraz daha düşük toksisiteye sahip iken,  $\omega$ - gliadinler en düşük toksisiteye sahip gliadin fraksiyonudur (Seiler ve Brothers, 1999).

Prolaminler buğday, arpa, çavdar veya yulaf unlarından hazırlanan ekmek, bisküvi, kek, pasta gibi fırıncılık ürünlerinin yanı sıra et, sosis, çorba gibi hazır gıdalarda da bulunmaktadır. Bu tarz ürünlerde glüten; inceltici, tekstür geliştirici, su veya yağ tutucu olarak görev yapmaktadır. Ayrıca buğday

nişastası ve glüten, bazı ilaçların yapısında da yer alabilmektedir (Melek ve diğ., 1984; Seiler ve Brothers, 1999).

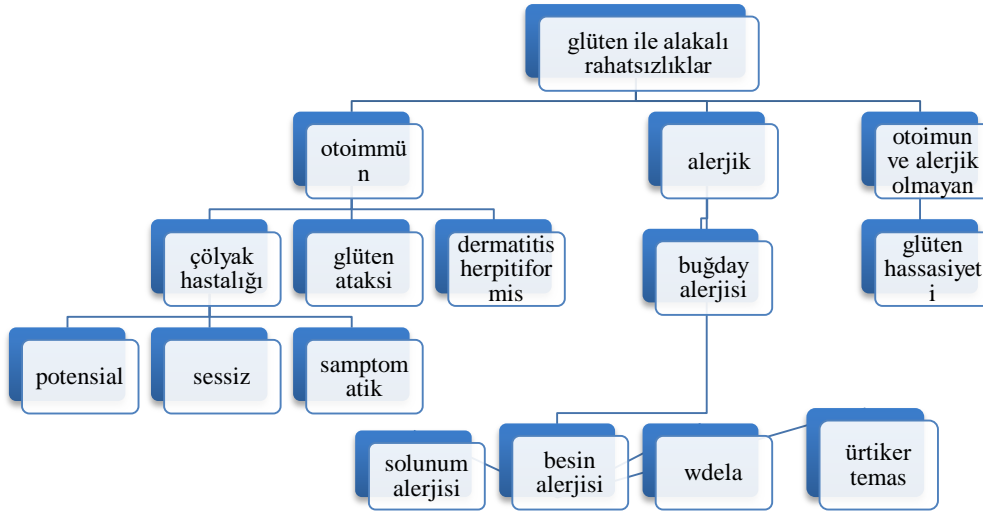
### **2.3 Glütenin Ürüne Etkisi**

Glüten proteinleri, ekmek yapımı esnasında oluşan ağsı yapıdan sorumludur. Yükselme devresinde, glüten olmadan istenilen yapı oluşamaz ve ekmek mayalanamaz. Hamurun viskoelastik ve tutuculuk özelliklerini oluşturmasıyla birlikte fermantasyon esnasında, hamurda CO<sub>2</sub> gazının ağlar arasında tutulmasını sağlar.

Hamurun reolojik ve pişme özelliklerinin gelişmesinde ve yapının stabilizasyonunda önemli bir role sahiptir. Hamurun yoğrulma aşamasında, oluşan glüten ağ yapısının, nasıl meydana geldiğini ve bunun oluşumunu sınırlayan ve engelleyen etmenlerin iyi bilinmesi durumunda son ürün kalitesine doğrudan etki eden temel bir etmen (glüten miktarı ve kalitesi) ve bu etmenin etkilediği diğer bazı hususlar açığa kavuşturulmuş olacaktır. Çünkü glüten, ara ürün olan, hamurun sahip olduğu temel karakteristiklerin (uzama, elastikiyet, direnç, şekil, kıvam) yanı sıra mamul ürünün niteliklerini (hacim, gözenek yapısı, yumuşaklık, tekstür gibi) de doğrudan etkileyen ve unlu mamullerin kalitesini tayin eden en temel ögesidir.

### 3. ÇÖLYAK HASTALIĞI

Glüten, bir çok insan için mide - bağırsak kanalı yoluyla kolaylıkla sindirilebilen normal bir proteindir. Fakat bazı kişiler, gluteni sindiremez ve glutene karşı özel bir hassasiyeti vardır. Glütendeki proteinlerden birine ya da gliadini oluşturan on iki küçük birimden herhangi birine karşı hassasiyet gösterebilir yada hassasiyetten kaynaklanan bir enflamasyona neden olabilir. Yulaf prolaminlerinin toksisitesi, halen tartışma konusu olmakla birlikte glutensiz diyetle yulafın rolü hakkında henüz bir fikir birliği bulunmamaktadır. Ancak prolaminlerin yulaftaki toplam proteinin %10'nu oluştururken, buğdayda %70'ini oluşturması bazı hassas bireylerde, yulafı daha fazla tolere edebildiklerini açıklamaktadır (Youn ve diğ., 2017). Glütene karşı tahammülsüzlük gün geçtikçe daha fazla karşımıza çıkmakta ve bu kişilerin sayısı artmaktadır. Bu rahatsızlığının, en yaygın olanları ise, Şekil 3.1'de gösterildiği üzeredir:



Şekil 3.1: Glütene İlişkili Bozuklukların Sınıflandırılması

**Kaynak:** (Prevalence of gluten-related disorders in Asia-Pacific region: a systematic review. *Journal of Gastrointestinal & Liver Diseases*, ashtari ve diğ., 2019)

Çölyak hastalığı olan kişiler, glütensiz ürünleri tüketerek hayatını geçirmek mecburiyetindedir. Aslında bir anlamıyla glutenin etkisi, hassas bağırsak sisteminin bir sonucu olarak etkisini göstermektedir. Diğer bir unsur ise glutenin bir alt fraksiyonu olan gliadinin, bu tür rahatsızlığa neden olmasıdır. Bu nedende, sadece buğday tüketiminden uzak kalmayıp, gliadinin homoloğu olan prolaminler de, bu tür bir rahatsızlığın gelişmesine zemin hazırlamaktadır. Çölyak hastalığında, glutenin genel etkisi, ince bağırsak üzerinedir. İshal, kusma, karın şişliği, iştahsızlık gibi bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Fazla alımların söz konusu olması ise özellikle de çocuklarda, etkisini belirgin bir düzeyde yansıtan bir sonuç meydana getirmektedir. Bu nedenden dolayı, çölyak hastalığının önlenmesi üzerine diyetik gıda ürünlerinin geliştirilmesi gerektiği ortadadır (Türksoy ve Özkaya, 2006).

Glütenele ilgili rahatsızlıklar sadece çölyak hastalığı gelişmemektedir. Şekil 1.2'de belirtildiği üzere farklı hastalık gruplarından söz edilebilmektedir. Ancak en önemli grup olarak çölyak hastalığı belirtilebilmektedir. En etkili tedavi yöntemi ise glütensiz ürün tüketiminin sağlanması üzerinedir. Bu durum ise özel ürünlerin tüketimini ve diğer bir ifadeyle, glütensiz ürün tüketilmesi gerekliliğini önemli bir profile taşımaktadır. Ancak glütensiz fırıncılık üzerine geliştirilen çalışmalarda, hastanın ihtiyaçlarının tam olarak karşılanacağı ürünlerin üretilmesi önemli bir husustur (İşleroğlu ve diğ., 2009).

### **3.1 Çölyakla Yaşam**

Glütensiz yiyecek ile bir ömür tüketiminin zorunluluğundan bahsedildiğinde, en önemli gösterge, gıdaların yalnızca glütensiz olmasından kaynaklı olarak meydana gelen besin öğelerinden yeterli düzeyde alımın olmamasına yöneliktir. Bu temelde bir sorunsallık, gıdalarda glutene hassasiyet durumunun, besin değeri yüksek başka gıdalar ile geliştirilmesini önemli kılmaktadır (Türksoy ve Özkaya,2006).

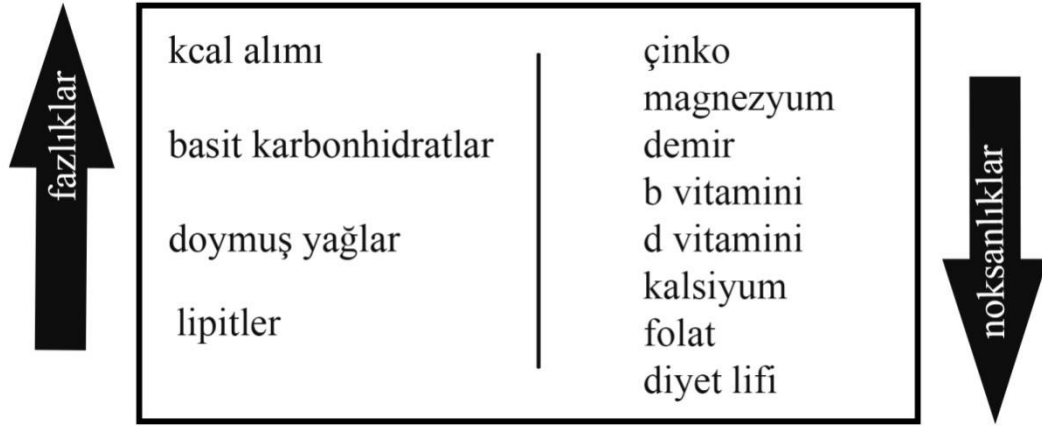
Diğer bir ifade ise çölyak hastalarının gluteni aynı derecede tolere olmamasıyla alakalıdır. Buna göre, bazı kişiler glutenden iz miktarda etkilenirken, bazı kişiler daha fazla düzeyde gluten alımından etkilenmemektedir. Böyle bir etki ise çölyakla yaşamı, daha farklı bir boyutta etkilemektedir. Bu nedenle besin içeriği arttırılmış ürün olarak glutenin yarı yarıya kullanımlarına da yönelim

gösterilebilir. Glütensiz ürün tüketimleri ile yarı yarıya indirgenmiş ürün geliştirmesinden de bahsedilebilmektedir. Bu çerçevede ürün geliştirme çalışmalarında glütenle ilgili farklı durumların varlığından söz edilebilir ve çölyakla yaşam üzerine, daha geliştirici bir profil oluşturulması sağlanabilmektedir (Ciclitira ve diğ., 2005). Diğer yandan ürünlerin temel mekanizması, kahvaltılık ürünlerden başlayan ve çerezlik ürün kullanımlarına kadar devam eden bir süreç olarak değerlendirilmelidir. Aksi halde ürünlere yönelik gerekli besin öğelerinin karşılanması durumu da söz konusu olmaktadır (İşleroğlu ve diğ., 2009).

### **3.2 Glütene Karşı Beslenme**

Glütensiz ürünleri tüketmek zorunda kalan kişiler, genellikle zenginleştirilmedikten dolayı ve yalnızca arıtılmış undan ve nişastadan yapılan ürünleri kullanmak zorunda kaldıkları için, bazı vitamin grupları (B vitaminleri gibi), demir, kalsiyum, diyet lifi ve diğer fırıncılık ürünlerine kıyasen daha düşük oranlarda alabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı glütensiz gıda çalışmalarında; besin değerleri, tekstür, lezzet ve raf ömrünü uzatması ve iyileştirmek adına bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların ve denemelerin yapılması ise süt, gumlar, hidrokolloidler, glüten olmayan nişasta ve proteinler içeren farklı ikamelerle kabul edilebilir seviyeye ulaştırılması hedefinde yapılmıştır. Genellikle düşük içeriğiyle kullanılan nişastalar ve/veya rafine unlar ile yapılan glütensiz ürünler, lif ve mineraller bakımından zayıf düzeydedir. Bu nedenle, glütensiz bir diyetle bağlı olan hastalarda dengeli bir şekilde beslenip beslenmediğinden hâlâ belirsizlikler vardır. Ayrıca mikrobeyinler bakımından, D ve B<sub>12</sub> vitamini, folat, demir, çinko, magnezyum ve kalsiyum gibi bazı mineraller, makro besinler ve proteinde yetersizlik söz konusudur. Spesifik olarak, doymuş ve hidrojenize yağ asitlerinin içeriği daha yüksek ve öğünün glisemik indeksi ve glisemik yükü artış göstermektedir (Vici ve diğ., 2016). Glütensiz ürün diyelerinde sık görülen beslenme yetersizlikleri ise Şekil 3.2'de gösterildiği üzeredir:





**Şekil 3.2:** Glütensiz Ürün Diyetinde Sık Görülen Beslenme Yetersizlikleri

**Kaynak:** (“Gluten Free Diet and Nutrient Deficiencies: A Review”, *Clinical Nutrition*, Vici ve diğ., 2016).

Glütensiz diyetle ifade edilen eksikleri ortadan kaldırmak adına ürünlerde teknolojik yöntemler geliştirmek gerekmektedir. Hamur ve ekmek kalitesi özellikleri (gaz tutma, karışım toleransı, gerilme, viskozite ve kırılma yapısı gibi) çoğunlukla glutenin varlığına bağlıdır. Son zamanlarda, glütensiz ekmeklerin kalitesinin artmasına rağmen, piyasadaki çoğu ürün hâlâ yetersiz kalite olarak tanımlanmaktadır. Glütensiz unlu gıda maddeleri, formülasyonlarında kullanılan alternatif bileşenlerin zayıf fonksiyonel ve besinsel özelliklere sahip olması sonucunda, düşük yapısı ve reolojisine ek olarak, besin değerleri de oldukça düşük ve yetersizdir.

Çölyak hastalığı gibi belirli sorunlar yaratan rahatsızlıkların tek tedavi yöntemi olan glütensiz diyet yani buğday, çavdar, arpa ve yulaf içeren tüm gıdalardan (hububat, makarna ve kek ve işlenmiş çok sayıda besinler) tüketmemek anlamına gelmektedir. Yulaf konusunda ise hâlâ soru işaretleri olabilir. En çok yulafın kontamine olma riskinden dolayı diyetten çıkartılması gerektiği söylenmektedir (Ulusoy ve Rakıcıoğlu, 2019).

Mısır, patates, pirinç, soya unu ve fasulyesi, et ve süt ürünleri, meyve ve sebze çeşitleri gluten içermez. Yapılan çalışmalar, günlük 50 mg kadar gluten alımının bağırsak mukozası, villus yükseklik / kript derinliği oranında önemli azalmaya neden olduğu ve bu nedenle çok düşük düzeyde gluten alımının bile çölyak

hastalarında immunojenik yanıtı neden olduğunu bildirmiştir (Catassi ve diğ., 2007).

En iyi glütensiz diyet, 20 ppm'den daha az glüten içermesiyle yapılabilir. Bir ince dilim ekmeğın yaklaşık 1,6 g glüten ihtiva eder.

Bu nedenle tüm yiyecekler, içecekler, ilaçlar ve kozmetik ürünler gibi tüm tüketilen mamullerden glütenin çıkarılması zorunludur. Codex Alimentarius'da; düşük glütenli gıdalar 200 mg /kg, glütensiz gıdalar ise 20 mg/kg'dan daha az olarak tanımlanmaktadır.

Türk Gıda Kodeksi'nde glütensiz besinler iki bölümde tanımlanmaktadır: "glütteni azaltılmış" (glüten içeriği 200 mg/kg kuru maddeden fazla olmamalıdır) ve "glütensiz hale getirilmiş" besinler (glüten içeriği 20 mg/kg kuru maddenin üzerinde olmamalıdır). Ayrıca un ya da ekmeğ gibi önemli temel gıdaların yerine geçen glütensiz gıdalar yerine ikame ettikleri gıdalarla aynı oranda vitamin ve mineral içermelidirler (Catassi ve diğ., 2007; Makharia, GKD, 2014; Fassano ve Catassi,2012).

Glütensiz yemeklerin hazırlandığı mutfaklarda da bazı konulara özen göstermek gerekir; özellikle çapraz kontaminasyondan sakınılmalıdır. Yiyeceklerin yanında sigara kâğıdı ve filtreleri, kâğıt tabaklar, poşet çaylar, ruj, nemlendirici, şampuan, diş macunu gibi ürünler de glüten içerebilir. Bu nedenle, ürünleri kullanılmadan önce etiket okunmalı ve bu bir alışkanlık hale getirilmelidir.

### **3.3 Glütensiz Ürün Kullanımı ve Etkileri**

Glütensiz ürünler, glüten içeren eşdeğerlerin sergilediği dokusal, besleyici ve duyuşal özelliklerden yoksundur. Özellikle doğal zengin besinleri olan çeşitli benzer gıda türleri ile karşılaştırdığında, diyetsel eksikleri tespit edilmiştir.

Glütensiz ekmeğ hamuru, normal ekmeğ hamuru kıyaslandığı zaman, pişirmeden önce, dokusal olarak zayıf, daha sıvı ve akışkan bir yapıya sahip, kolaylıkla parçalanan ve renk bakımından daha zayıf olmakla birlikte, fırından çıkarıldıktan sonra kalite kusurları ile karşılaşmaktadır.

Bu çerçevede glütensiz ekmeğ üretiminin zorlukları ve bu yolda karşılanabilecek olumsuzlukları, glütensiz ekmeğlerin kusurlarını ortadan

kaldırması, doğru nişasta karışımları ve yardımcı geliştiriciler (hidrokolloitler, protein, enzimler gibi) ile glütensiz ekmeklerin üretiminde kullanması, kalite faktörünün yükseltmesi ve diyetel eksiklerini telafi etmek adına öneriler, bu kapsamda yer almaktadır (Sciarini ve diğ., 2012).

Fırıncılık ürünlerinde, glüten eksikliğinin sebep olduğu hamurun gaz tutabilme özelliklerinin azalması ve elastikiyet gibi kalite kusurlarının ortadan kaldırılması amacıyla, özellikle ekmekçilik ile ilgili yapılan çalışmalarda, hamurun gaz tutabilme özelliğinin glüten içermeyen ekmeklerde ancak başka bir jelin glüten ile yer değiştirmesi ile sağlanabilmektedir. Yeni glütensiz formülasyonlarda, inülin bir fonksiyonel gıda olarak ürüne dahil edilmesi, kalite faktörünü yükseltilmesi ve zengin diyet lifi kaynağı olarak, besinsel değerlerinin artırılmasına ortam hazırlamıştır. Diyetel lifler, kabızlığın önlenmesi, kolon kanseri riskini azaltması, bağırsak geçiş süresini hızlanması, kan kolesterol seviyesini düşürmesi, yararlı bağırsak mikroflorasının gelişmesini, kısa zincirli yağ asitleri üretimi ve içeren sağlık faydalarıyla diyabet 2 riskini azaltması açısından, insan beslenmesindeki önemli bileşenlerdendir (Shoaib ve diğ.,2016 ).

Glütensiz ürünlerin formülasyonlarda, glüten proteini dâhil edilmediğinden dolayı, ürünlerinin kalitesi; başta tekstür ve hacim olmak üzere, lezzet, renk ve görünüş gibi kalite problemleri ve son ürün niteliklerini de olumsuz yönde etkilendiğini ortaya koymuştur. Glütensiz unlu gıda maddeleri formülasyonlarda, kullanılan alternatif bileşenlerin zayıf fonksiyonel ve besinsel özellikleri ve yetersiz olması durumunda, düşük yapısı ve reolojisine ek olarak, besin değerleri de oldukça düşük ve kusurludur.

Glütensiz ekmeğin dezavantajlarından bazıları, zayıf aromaları, açık renkleri, düşük hacimleri, kısa raf ömrü, kaba kırıntılı, ufalanan kabukları, zayıf ekmek iç yapısı ve tüketim esnasında ağızda partikül tespiti sayılmaktadır (Arendt, 2009).

Genellikle saf nişasta esaslı olmalarından kaynaklanan kumlu, kuru ve tatminkâr olmayan bir ağız hissi bırakılan (Gallagher, 2008), kalite sorunları arasında yer almaktadır.

## 4. YERELMASI

### 4.1 Yerelmasının Tarihçesi

Yerelması tarihçesi, Avrupa'ya getirilmesi ile temel alındığında, öncelikli olarak saray ve kilise bahçelerinde süs bitkisi olarak yetiştirilmiş olmasından bahsedilebilmektedir. Esnek bir ekolojiye sahip olan yerelması, farklı iklim şartlarında, büyük bir yetiştirme kapsamına sahiptir. Yerelması Fransa'dan sonra İngiltere, Almanya ve İtalya'ya götürülmüş ve oralarda da süs bitkisi olarak değerlendirilmiştir. İsminin Kudüs enginarı olması önceleri bitkinin Asya ve Avrupa orijinli olduğu fikrini uyandırmış, hatta 18. ve 19. yüz yılda Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ıslah çalışmaları için Avrupa'dan yerelması materyali olarak toplanmış ve götürülmüştür (Tosun ve Özkal, 2000). Türkiye'de ise Ankara, Sinop, Zonguldak, İzmir ve Kayseri'de yetiştirilmektedir. Ancak en büyük dikim alanı Ankara iline aittir (İşleroğlu ve diğ., 2009).

### 4.2 Yerelmasının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Yerelması, *Compositae* (merkezi çiçekliler) ailesinden, Latince adı "*Helianthus tuberosus*", İngilizce adı ise "Jerusalem Arthicoke" olup, Kudüs enginarı olarak da bilinir. Yerelması 3-4 m yüksekliğe kadar dik, rizomatoz bir bitkidir. Çok yıllık olmasına rağmen, çoğunlukla yıllık olarak tarımı yapılır. Kudüs enginarı büyüklüğü ve şekli farklı olan, yenilebilir yumruları için yetiştirilir. Bazıları patates gibi küçük, yuvarlak ve topuz, bazıları uzun, ince ve pürüzsüzdür (Heuzé ve diğ., 2015). Yumrular, enginar tadındadır (bu nedenle ortak addır), çiğ olarak tüketilir veya patatesle aynı şekilde pişirilmektedir.

Çok değişken bir bitki olan yerelması, büyüklüğü (2-4 m), yumru rengi (yeşil veya menekşe), gövde sayısı ve gövde başına dal sayısı gibi bir çok genetik özelliğe sahip olan ve çevresel koşullara bağlı bir bitkidir. Sapları genellikle alt kısımlarında tüylü ve dallıdır. Kök sistemi lifli dir ve 1 m'den daha uzun erişebilen kord benzeri rizomlar geliştirir. Sapın kökünün apical kısmı şişmiş ve

etli yumru oluşturmuştur. Yumrular uzamış veya oval, açık kahverengi, kırmızı veya boncuklu beyazdır (Hamlyn, 1969).

şıfalı bitkiler, hastalıksız ve sağlıklı bir yaşam sürdürmeye yardımcı olmak için doğanın insana armağanıdır. Bitkiler, çok eski zamandan beri insanlar tarafından tedavi amaçlı olarak kullanılmaktadır. Farmakolojik araştırmalar, ‘‘*Helianthus tuberosus*’un antioksidan, antikanser, antidiyabetik, antifungal, antiromatizmal ve a-Glukozidaz inhibe edici aktivite gösterdiğini, bunun yanı sıra fonksiyonel besin olarak kullanılan ve birçok tıbbi faydaya sahip olan inülin içerdiğini ortaya çıkarmıştır (Gibson ve Roberfroid, 1995). Yerelması yumrusunun gösterimi ise, Şekil 4.1’de belirtildiği üzeredir:



**Şekil 4.1:**Yerelması Yumrusu

### 4.3 Yerelması Bileşenleri

Yüksek enerjili bir bitki olarak, Kudüs enginarı biyoyakıt üretiminde kullanılmıştır. Kudüs enginar yumruları %20 karbonhidrat ihtiva eder ki %70 ve %90’ı inülin maddesinden oluşmaktadır (Abou-arab ve diğ., 2011). Patatesin aksine, *Helianthus tuberosus* yumruları, nişasta formunda değil, sağlıklı gıdalarda (zellikle Şeker hastaları için) ve endüstriyel ürünlerde, kullanılan bir fruktoz polimeri olan; inülin formunda enerjiyi depolar (Lachman,ve diğ., 2008). Genel olarak yumruların ağırlığın %7 - %30’u oranında inülin içermektedir (Heuz ve diğ., 2015) ve taze ağırlıkta %17 - %20,5 düzeyinde inülin tipik olduğu kabul edilir (Gürsoy, ve diğ., 2005; Mustalahti, 2006). Taze Kudüs enginar yumruların kimyasal bileşiminde yaklaşık %80 düzeyinde su ve %1 - %2 düzeyinde protein içerir (Kocsis ve diğ., 2008). Ayrıca yumrular önemli miktarda mineral ve özellikle de demir (0,4 - 3,7 mg arasında), kalsiyum (14 - 37 mg arasında), potasyum (420 - 657 mg) ve sodyum (1,8 - 4,0 mg arasında) içermektedir (Kocsis ve diğ., 2008).

Ayrıca yerelması yumruları, düşük kalorili ürünlerdir. İnülinden zengin olmakla birlikte, yumrular bir diyet lifi kaynağı olarak düşünülebilir. Toplam fenolik madde miktarı 336,67 mg gallik asit eşdeğeri/100 g taze ve 272,12 mg gallik asit eşdeğeri/100 g kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Kurutma işlemi sırasında toplam fenolik madde miktarı ve benzer şekilde toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesinde azalma meydana gelmektedir (Pulkrabová, 2012).

Yumruların fizyolojik özellikleri dikkate alındığında yaklaşık olarak %80 su, %15 karbonhidrat ve %1 - %2 protein içermesinden bahsedilebilmektedir (Aziz ve diğ., 2007; Barada ve diğ., 2012; Sood ve diğ., 2006). Yumrular çok az nişasta veya hiç nişasta içermemektedir. Diğer yandan az miktarda yağ içerir özelliğindedir. Ayrıca eser miktarda tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri içermekte olup, doymuş yağ asidi bulunmamaktadır. Çoklu doymamış yağ asitleri linoleik (24 mg/100g çiğ yumru) ve a-linoleik asit (36 mg/100g çiğ yumru) bulunmaktadır (Cummins ve Thomson, 2009; Lionettive diğ., 2015). Yerelması kimyasal bileşiminde fruktoz miktarı %91,9, glikoz miktarı %8,1 ve eser miktarda B vitamini, C vitamini ve purin, arginin, histidin, betain, kolin ve hemaglutinin içermektedir. Glukoz ve levülozun yanı sıra glukoz, früktoz ve sakkaroz içerir (Youn ve diğ., 2017). İfade edilenler doğrultusunda yerelmasının bileşenleri Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’de gösterildiği üzeredir:

**Çizelge 4.1:** Yerelması Bileşenleri-1

Su	117.02 g	N / D
Enerji	110 Kcal	N / D
Enerji	456 kJ	N / D
Protein	3 g	% 6.00
Toplam Yağ (lipit)	0,02 g	% 0.06
Kül	3.81 g	N / D
Karbonhidrat	26,16 g	20.12%
Toplam diyet lifi	2,4 g	6.32%
Toplam Şeker	14,4 g	N / D

**Kaynak:** Inulin Rich Carbohydrates Extraction From Jerusalem Artichoke (Helianthus tuberosus L.) Tubers and Application of Different Drying Methods”, *Food Research International*, rubel ve diğ., 2018; takeuchi ve nagashima, 2011

**Çizelge4.2: Yerelması Bileşenleri-1**

<b>Mineraller</b>	<b>Miktar</b>	<b>% DV</b>
Kalsiyum, Ca	21 mg	% 2.10
Demir, Fe	5,1 mg	63.75%
Magnezyum, Mg	26 mg	% 6.19
Fosfor, P	117 mg	16.71%
Potasyum, K	644 mg	% 13.70
Sodyum, Na	6 mg	% 0.40
Çinko, Zn	0.18 mg	% 1,64
Bakır, Cu	0,21 mg	% 23.33
Manganez, Mn	0,09 mg	% 3.91
Selenyum, Se	1 µg	1.82%

**Kaynak:** “Inulin Rich Carbohydrates Extraction From Jerusalem Artichoke (Helianthus tuberosus L.) Tubers and Application of Different Drying Methods”, *Food Research International*, rubel ve diğ., 2018; takeuchi ve nagashima, 2011

**Çizelge 4.3: Yerelması Bileşenleri-1**

<b>Vitaminler</b>	<b>Miktar</b>	<b>% DV</b>
Suda çözüdür Vitaminler		
B1 Vitamini (Thiamin)	0.3 mg	25.00%
B2 Vitamini (Riboflavin)	0,09 mg	% 6.92
B3 Vitamini (Niasin)	1.95 mg	% 12.19
B5 Vitamini (Pantotenik asit)	0.596 mg	11.92%
B6 Vitamini (Piridoksin)	0.116 mg	% 8.92
B9 Vitamini (Folat)	20 µg	% 5.00
Folik asit	0 µg	N / D
Folat, yemek	20 µg	N / D
Folat, DEF	20 µg	N / D
kolin	45 mg	% 8.18
C vitamini (Askorbik asit)	6 mg	% 6,67
Yağda çözünen vitaminler		
A vitamini, RAE	2 µg	% 0.29
A vitamini, IU	30 IU	N / D
Beta karoten	18 µg	N / D
E Vitamini (alfa-tokoferol)	0,28 mg	% 1.87
K Vitamini (filokinon)	0.2 µg	% 0.17

**Kaynak:** “Inulin Rich Carbohydrates Extraction From Jerusalem Artichoke (Helianthus tuberosus L.) Tubers and Application of Different Drying

Methods”, *Food Research International*, rubel ve diğ., 2018; takeuchi ve nagashima, 2011

**Çizelge 4.4:** Yerelması Bileşenleri-1

Lipidler	Miktar	% DV
Yağ asitleri, toplam tekli doymamış	0,006 g	N / D
Oleik asit 18: 1 (oktadekenoik asit)	0,006 g	N / D
Yağ asitleri, toplam çoklu doymamış	0,002 g	N / D
Linoleik asit 18: 2 (oktadecadienoik asit)	0,002 g	N / D

**Kaynak:** Inulin Rich Carbohydrates Extraction From Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers and Application of Different Drying Methods”, *Food Research International*, rubel ve diğ., 2018; takeuchi ve nagashima, 2011

#### 4.4 Yerelmasının Antioksidan Etkisi

Yerelması yumruları, doğal olarak ortaya çıkan Kafeoilkuinik asit izomerleri, yani neoklorojenik asit, klorojenik asit ve kriptoklorojenik asit gibi biyolojik olarak aktif maddelerin zenginkaynağıdır (Hamlyn, 1969). Kafeoilkuinikasit polifenol grubunun bir üyesidir ve türevleri kanser, HIV enfeksiyonu, hepatotoksisite, alerji, yaşlanma, koroner kalp hastalığı ve kardiyovasküler hastalık gibi bazı insan koşullarının önlenmesinde değere sahip olabilecek antimutajenik ve antioksidan özellikler sergiler (Yuan ve diğ., 2012).

Yerelması çiçeklerinin methanolekstraktının, klorojenik asit türevleri, flavonoidler ve fenoller dâhil olmak üzere fenolik bileşenlerine atfedilebilecek antioksidan ve a-glukosidazinhibe edici aktiviteler sergilediğini göstermiştir (Hamlyn, 1969). Yerelması (*Helianthus tuberosus*) yapraklarının radikal temizleyici aktiviteleri, invitro olarak incelenmiştir. Sonuçlar, etil asetat fraksiyonunun, en güçlü serbest radikal temizleme yetenekleriyle birlikte en yüksek değeri toplam fenolik (266,69 ± 2,51 mg GAE / g kuru ekstrakt) içerdiğini göstermiştir.



Toplam fruktanlar, fenolik içerik ve radikal ekstraktların süpürücü aktiviteleri araştırılmıştır. ABTS ve CUPRAC yöntemlerini kullanarak %70 etanol ekstreleri, en yüksek düzeyde toplam fenolik içeriğe sahiptir (6-17 mg GAE / g kuru ağırlık).

Scorospelcu çeşidinin yumrularından ve *Helianthus tuberosus*'un vahşi popülasyonundan elde edilen un, zengin fruktan içeriği nedeniyle toplam polifenollerin ve çözünebilir diyet liflerinin, değerli bir kaynağı olarak değerlendirilmiştir.



## 5. İNÜLİN VE GLÜTENSİZ EKMEK

### 5.1 İnülinin Genel Özellikleri ve Etkisi

İnülin; fruktan adı verilen sindirilmeyen bir grup karbonhidrat grubuna ait olan, suda çözünür bir depolama polisakarittir ve birçok bitkide bulunan bir rezerve karbonhidrattır. İşlenmiş gıdalarda genel olarak GİS (Gastrointestinal Sistem) sağlığındaki faydalı rolü nedeniyle gıdaların fonksiyonel geliştirilmesi için prebiyotik, şeker replasmanı, yağ replasmanı ve doku değiştirici olarak kullanılır (Giarnettive diğ., 2015). Bir prebiyotik diyet lifi olan inülin; potansiyel antikanser aktivitesi olan, bazı bitkiler tarafından üretilen ve doğal olarak oluşan, sindirilmeyen ve emilmeyen bir oligosakkarit sayılmaktadır (Seiler ve diğ., 1999). Üretilen enerji, sindirilebilir karbonhidratlara kıyasen, sadece %25 ila %35 arasında olup, tatlılık seviyesi sükrozun yaklaşık %10'u kadardır (Shoaibve diğ., 2016). İnülin, temel olarak fruktoz birimlerinden [ $\beta$  (2  $\rightarrow$  1) bağlantı] oluşan lineer bir fruktandır (doğada polisakarit) ve genellikle molekül başına bir terminal glikoz kısmı [ $\alpha$  (1  $\rightarrow$  2 bağlantı)] içerir (Kays ve Nottingham, 2007).

Bu konfigurasyon, insan gastrointestinal enzimleri tarafından hidrolizeye karşı direnç gösterir. Bu nedenle, inülin tipi fruktanlar sindirilmeyen karbonhidratların altına yerleştirilmiştir (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies, 2016). Düzenleme açısından, bir İTF (İnülin Tipi Fruktan)'nin omurgası 2 ila yaklaşık 60 fruktoz birimi sayabilir; ve polimerizasyon derecesine (DP) göre sınıflandırılabilir (Drabińska ve diğ., 2017). Ortalama DP'nin 10 üniteden düşük olduğu İTF'ler; fruktooligosakaritler (FOS) olarak adlandırılırken, 10'un üzerinde ise inülin olarak adlandırılır (Drabińska ve diğ., 2017). Özellikle GF (Gluten Free) ekmeğin %6'sı İTF'lerle (FOS veya inülin) zenginleştirilerek insan kalın bağırsağında prebiyotik bir aktiviteyi kolaylaştırmanın mümkün olduğu öne sürülmüştür (Capriles ve Arêas, 2013). Farklı inülin tipi fruktanlar muhtemelen değişik bir etkinliğe sahiptir ve

oligofruktoz bakımından zenginleştirilmiş inülinler (günlük etkin dozda), en aktif ürünüdür.

İnülinaz enzimlerine sahip olmayan insanlar, özellikle a (2-1) glikosidik bağları sindirememektedir. Bununla birlikte inülin, inülinaz aktivitesine sahip olan ve bağırsakta yaşayan bazı mikroorganizmalar (laktobasil ve bifidobakter) tarafından sindirilebilir ve mayalanabilir. Bu durum, inülini değerli bir prebiyotik diyet lifi yapar (Stevens ve diğ.,2001; Matusek ve diğ., 2009;Dan ve diğ., 2009;Coussement, 1999; Vandamme, ve diğ., 2002). İTF (İnülin Tipi Fruktan)'lerin prebiyotik diyet lifi olarak sınıflandırılmasını sağlar (Roberfroid, 2007). Prebiyotikler; gastrointestinal mikrobiyota aktivitesi ve/veya kompozisyonunda belirli değişikliklere izin veren, sağlığa fayda sağlamak için selektör olarak fermente edilmiş bileşenlerdir (Nyman, 2002).

## 5.2 İnülinin Sağlık Açısından Etkileri

İnülin, sağlığı teşvik eden ve teknolojik özellikleriyle dünya genelinde fonksiyonel gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Kudüs enginarı çevre koruma için Çin'in kuzey kesiminde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Kudüs enginarın yumruları, %14 - %19 oranında inülin ile değerli bir inülin kaynağıdır. Ayrıca geneksel ekstraksiyon, direkt sonikasyon ekstraksiyonu ve dolaylı sonikasyon ekstraksiyonu karşılaştırması, dolaylı sonikasyon ekstraksiyonunun inülin ekstraksiyonu için uygun bir yöntem olduğunu göstermiştir (Seiler ve diğ., 1999).

İnülin, *Bifidobacteria* ve *Lactobacilli* dahil olmak üzere kolondaki yararlı bakterilerin büyümesini uyarır, böylece mikrofloranın kompozisyonunu modüle eder, inflamasyona ve kansere neden olabilen patojenlere, toksinlere ve karsinojenlere karşı koruma sağlayan bir ortam yaratır. Ek olarak inülin fermentasyonu, kısa zincirli yağ asitleri ve laktik asit üretiminde bir artışa yol açar (Petrov ve diğ., 2017) ve böylece patojenik bakteri büyümesini daha fazla kontrol edebilen ve inülinin kanser koruyucu özelliklerine katkıda bulunabilen kolonik pH'yı azaltır. İmmünoglobülin miktarı ve bifidobakterilelerin oranı arasında, kalın bağırsakta pozitif bir ilişki görünmektedir. İmmünoglobülin aktivitesinin artmasını sağlamak, bifidobakterilerin üremesini arttırmak, inülin ve oligosakkaritin, diğer işlevleri arasındadır. Anne sütünün, bebek sağlığı

üzerine birçok olumlu etkisi vardır ve oligosakkarit bakımından zengin bir besindir. Bu nedenden bebek mamalarında oligofruktozların kullanılmaktadır (Kocsis, 2008).

Minerallerin ve vitaminlerin emilimi, vücudun bakteri translokasyonuna karşı korunması, vücudun patojenlerin çoğalmasına karşı korunması, bağırsak epitel hücrelerinin büyümesi ve düzenlenmesi, bağışıklık fonksiyonları, irritabl barsak sendromu, enflamatuvar barsak problemleri ve kanser gibi kronik hastalıkları, inülin tipi fruktanlar, bir çoğunun riskini azaltma potansiyeline sahiptir (Cummings ve Macfarlane, 1997).

### **5.3 İnülinin Fonksiyonel Gıda Olarak İşlevselliği**

İnülin; bir fonksiyonel gıda olarak kabul edilmekte olan, insan sağlığına faydalı bir üründür. Ayrıca bazı hastalıkların riskini de azaltmaktadır (Roberfroid, 2002). CD (Celiac Disease)'li hastalarda belirgin derecede Kemik Mineral Yoğunluğunda (BMD) tutarlı bir azalma bulunmuştur. Bu sorun muhtemelen, çölyak hastaların ince bağırsaklarında önemsiz sayılabilecek düzeyde kalsiyum bağlayıcı proteinlerin (calbindin-D9k) var olmasından kaynaklıdır. Kalsiyum emilimini ve BMD'yi artırma potansiyeli olan bir prebiyotik diyet lifi olarak; inulin tipi fruktanların (İTF ler) tüketimi, yeni terapötik yaklaşımlar bu tür hastalıklar için test edilmelidir (Capriles ve diğ., 2009).

Ayrıca insülin sekresyonu ve iştah kesici olarak önemli bir endojen uyarıcı, glukagon hormonu benzeri bir peptit oluşturmasını sağlar (Delzenne ve diğ., 2007; Reimer ve McBurney, 1996). İnülinin düşük bir gıda enerjisine sahip olduğu yumuşak ve tatlı lezzetiyle birleştirildiği zaman gıdalarda düşük kalorili, hacimli bir madde olarak şeker, un ve yağın yerine ikame edilebilir (Silva, vediğ., 2004; Stevens, vediğ., 2001; Vandamme, vediğ., 2002). İnülin, bazı sürfaktanlar karakterine sahip olmasından dolayı su ile 13 - 50'lik konsantrasyonlarda stabil jeller oluşturabilir. Bu jeller, yağa benzer dokusal özelliklerle birlikte, yağın yerine kullanılmasına izin verir. Bu durum da ise az yağlı yiyecekler aynı zamanda lezzetli ve iyi ağız dolgusu olarak sonuçlanır (Roberfroid, 2005; Stevens vediğ., 2001; Vandamme vediğ., 2002).

#### 5.4 Glütensiz Ekmek ve İnülin İncelemesi

Glütensiz ekmek yapımında, diyet lifleri, ITF (İnülin Tipi Fruktan)'ler gibi bazı teknolojik avantajlara yol açabilmektedir. Önceki çalışmalara göre inülinin dâhil edilmesinin, glütensiz ekmeğinin, somun hacmini nasıl artırabileceği, su tutma ve kırıntı sertliğini nasıl azaltabileceğini belirlenmiştir (Morreale, vediğ., 2019; Ziobro ve diğ., 2013). Öte yandan hazırlandığı diyet lifi ile zenginleştirilmiş GF (Gluten Free) hamurlarda bazı teknik problemler çıkabilmektedir. Örneğin, yüksek miktarda ITF (İnülin Tipi Fruktan) konsantrasyonu (una dayalı inülinin %9'u), iyi bir besin elde etmek veya prebiyotik aktiviteyi yükseltmek ile birlikte diğer önemli doku parametreleri, kırıntı, yapışkanlığının ve yaylılığının azalmasına neden olabilmektedir. Glütensiz ekmeklerin, ITF (İnülin Tipi Fruktan) ile zenginleştirilmiş olması, başlangıçta ürüne girilmesi (teorik) ile son çıkan mamulun içerikleri arasındaki tutarsızlıklar, endişe edilen başka bir durumdur (Korus vediğ.,2006; Morreale,ve diğ.,2019). Örneğin, glütensiz ekmek yapımında inülinin yaklaşık üçte birinin kaybolması (Capriles ve Arêas, 2013), buğday unu endojen fruktanlarının, maya invertazının enzimatik aktivitesine bağlı olarak hidrolize uğradığını varsaymışlardır. Varsayımlar, mayaların metabolik işlemleri için ihtiyacı olan glikoz ve früktozları, mevcut fruktanları hidrolize etme kabiliyetine dayanmaktadır (Nilssonve diğ., 1987). Genel olarak invertaz aktivitesi düşük olan mayalar tavsiye edilmektedir (Morreale vediğ.,2019). Glütensiz ekmek ürünlerinin ITF (İnülin Tipi Fruktan)'lerle zenginleştirilmesi, bu mamullerin besleyici bakımdan geliştirilmesi için iyi bir strateji olarak önerilmiştir (Taranta ve diğ., 2004). Özellikle, glütensiz ekmeğini %6 ITF(FOS veya inülin) ile zenginleştirerek insan kalın bağırsağında prebiyotik bir aktiviteyi kolaylaştırmanın mümkün olduğu öne sürülmüştür (Morreale vediğ., 2019).

İnülinin fitokimyasal analizinde kumarinler, doymamış yağ asitleri, poliasetlenik türevleri, fenoller, flavonoidleri, seskiterpenleri, protein, amino asit, indirgen şekerler, organik asitler, laktonlar ve kardiyak glikozit içerdiği gösterilmiştir. Ancak inülinin genel fonksiyonuna bekletme süreci baz alınarak bakıldığında, istenilen verimin alması da azalabilmektedir. Bu duruma en temel örnek yerelması örneği üzerinden verilebilir. Yerelması hafif tatlı bir tada

sahiptir ve sıradan patatesler gibidir, pişirilmesi hızlıdır ve yumrular 10 - 15 dakika kaynar suda pişirilir. Özellikle taze yumrularda, neredeyse hiç şeker olmadığı için, diyabet hastası olanlar için yerelması iyibir alternatiftir.

Yerelması taze kullanılmalıdır, çünkü bir süre bekletilirse, inülin şeker haline gelir ve diyet özelliğini kaybedebilir (Youn ve diğ., 2017). Tüm bu değerlendirmeler baz alındığında, inülinin önemi yadsınamaz bir düzeydedir. Ancak gerekli özelliklerin etkin bir şekilde ürüne yönelik elde edilmesini sağlama durumu, taze kullanımların sağlanması açısından önemlidir.



## **6. MATERYAL VE GEREÇ**

### **6.1 Materyal Temini**

#### **6.1.1 Yerelması temini**

Çalışma kapsamında kullanılan yerelması, İstanbul Küçükçekmece semt pazarından, 2018 Aralık ayında temin edilmiştir. Analizlerin yapıldığı süreçte ve ekmekler üretiminde kullanılıncaya kadar buzdolabında +4°C - 10°C'de muhafaza edilmiştir.

#### **6.1.2 Glütensiz un ve diğer malzemelerin temini**

Ekmek yapımında kullanılan glütensiz un (Sinsangil Glütensiz Un), tuz (Billur sofratuzu, şeker (Doğan toz şeker) ve Ayçiçek yağı (Yudum ayçiçek yağı) yerel marketten temin edilmiştir.

### **6.2 Kullanılan Cihazlar ve Metotlar**

Tekstür belirleme cihazı olarak TAXT Plus (Stable Microsystems, Godalming, Surrey, İngiltere)

Öğütme makinesi (Moulinex AR1105,Fransa),

Fırın (Bosch HBF514BSOT, Almanya)

Hunter kolorimetresi (Minolta CR400),

Neuman ölçme cihazı,

Dilimleme makinesi (Tefalslicer MB7535,Fransa),

Ekmek yoğurma makinesi (Moulinex QA502G, Fransa),

ICP-MS (multi element tayini),

GC-FID (doymuş ve doymamış yağ asidi),

ICP (demir ve çinko tayini),

Atwater (enerji ve karbonhidrat değeri hesaplanması),

Spektrofotometre (diyet lifi tayini),  
Megazyme (Megazyme International Ireland Ltd, Wicklow, Ireland)  
Kül fırını (Protherm 19439),  
Nem tayin cihazı (And MX-50 Moisture Analyzer)  
Protein tayini için Kjeldahl cihazı (Labomar Kjeldahl Azot protein tayincihazı),  
Vorteks (Stuart, Vortex Mixer, R800002263),  
Renk ölçüm cihazı (Minolta, CR400),  
Benmari cihazı (Nüve Bath, 7269),  
İnkubatör(Nüve Incubator, EN 055),  
Koloni Sayıcı (Stuart Scientific Colony Counter),  
Otoklav (Nüve, OT46), hassas terazi (And HR-250AZ-4),  
Stomacher cihazı (Interscience Jumbomix 3500VP),  
PH Metre (HANNA 211),  
Toplam Diyet Fiber Test Kiti (K-TDFR-100A), Etüv (Binder, ED 240),  
Steril tek kullanımlık petri kapları (9x2 cm),  
Deney tüpleri (10x2 cm),  
Dereceli pipetler,  
Porselen kroze,  
Desikatör,  
Taşıro indikatörü,  
Sabourated Dextrose Agar (SDA, Merck 1.05438),  
Plate Count Agar ( PCA, Merck 1.05463),  
Sülfirik Asit-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (susuz) (Merck, 100731),  
Carrez 1 (Solution, Norateks),  
Carrez II (Solution, Norateks),  
Fehling A Çözeltisi ( Norateks),



Fehling B Çözeltisi (Norateks ),  
Metilen Mavisi Çözeltisi %1 (Gündüz Kimya),  
Fenolftaleyn Çözeltisi %1 (MERCK),  
MRD (Merck 1.12535),  
Sodium Hidroksit NaOH (Merck 106462),  
NH<sub>3</sub> (Merck, 105432),  
H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (Merck , 100162),  
NaCL (Merck, 106404),  
Bakır Sülfat CuSO<sub>4</sub> (Merck, 102791),  
K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Merck, 105153),  
HCl (Merck, 100317),  
Hidrojenperoksit (As Kimya ),  
Kaynamataşı (Merck, M104014.0500),  
Distile su,  
İçme Suyu (Pınar kaynak suyu),  
Stomacher poşet,  
Drigalski spatülü,  
Toz şeker (Doğan),  
Ayçiçek yağı (Yudum),  
Sofra Tuzu (Billur),  
Fehling A çözeltisi (Merck, 021-109-250)  
Fehling B çözeltisi (BeyanLab, 021-109-250)  
Fenolftaleyn çözeltisi (MERCK, 1072330025)

### **6.3 Yöntem**

Karşılaştırma için varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Veriler SPSS programı kullanılarak analiz edilmiştir. Numuneler arası farkın önemli olduğu durumlarda ortalamalar arası farkı belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır. İstatistiksel olarak numuneler arası farklılıklar  $P<0,05$  alınarak hesaplanmıştır.

#### **6.3.1 Analizlerin Yapıldığı Yerler ve Uygulamalar Hakkında Genel Bilgi**

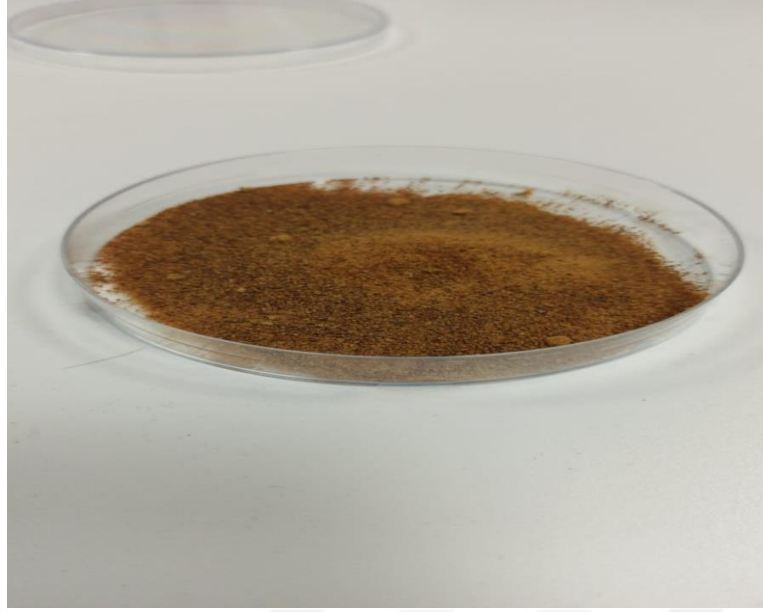
Toplam şekeri belirtmek için Lane Eynon metodu, NANOLAB laboratuvarında yapılmıştır. Ekmek hacminin analizi, ekmek numunelerinin renk analizi, tekstürel analizi ve ağırlık kaybı tespiti, Yıldız Teknik Üniversitesi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Nem tayini, kül tayini, pH tayini ve mikrobiyoloji analizleri ise İstanbul Aydın Üniversitesi ABMYO, Gıda İşleme laboratuvarında yapılmıştır.

NMKL 186 (multi mineral tayini mg/kg) metodu ile selenyum, kalsiyum, magnezyum, NANOLAB laboratuvarında, ISO 4833 ve FDA Form 2400a 3/01 Toplam Mezofilik Bakteri İçin ve 1871 (protein tayini) Kjeldahl metodu NANOLAB laboratuvarından destek alındı. NMKL 160 (yağ tayini, %) NANOLAB laboratuvarında, TGK 2014/53 (doymuş ve doymamış yağ asitleri %) Türk Gıda Kodeksi metodu ANALYZER laboratuvarında, Toplam çözünebilir ve çözünmeyen diyet lifin belirlenmesi için AOAC 991.43 metodu (diyet lifi tayini) kullanılarak NANOLAB laboratuvarında yapılmıştır.

#### **6.3.2 Yerleşmesi Tozunun Yapımı**

Yerleşmesi tozu (JAP) taze ve hasarsız yumrulardan üretilmiştir. Yumrular Ankara iline aittir, ancak İstanbul semt pazarından alınmıştır. Musluk suyu ile yıkanarak yumrular bir dilimleme makinesi (Tefalslicer, Fransa) ile 0.2 mm kalınlığında dilimlenmiştir. Dilimler endüstriyel kurutma fırınında (Bosch, HBF514BSOT Almanya) 8 saat  $60\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulmuştur. Kurutulan dilimler ise bir öğütme makinesi (Moulinex FP546810, Fransa) ile 2 dakika orta ayarında öğütülerek toz haline getirilmiştir (şekil 6.1). Çalışma için kullanılacak miktar ayırılarak geri kalanı karanlık bir ortamda, oda sıcaklığında ağzı sıkıca kapalı cam kavanozda saklanmıştır.



**Şekil 6.1:Yerelması Tozu**

### **6.3.3 Yerelması İlaveli Glütensiz Ekmek Yapımı**

Glütensiz una %0, %5,%10, %15, %20 ve %25 oranlarla kurutulmuş ve toz haline getirilmiş yerelması tozu eklenerek, ekmek yapılmıştır. Kullanılan ticari pet şişede satılan içme suyu (Pınar kaynak suyu) 30°C'ye ısıtılmıştır. Çizelge 5 'de görüldüğü şekilde glütensiz una, tuz, maya, şeker, kabartma tozu ve sıvı yağ koyularak hamur hazırlanmıştır. Daha sonra ise profesyonel yoğurma makinesi (Moulinex QA502G, Fransa) ile orta derecede 15 dakika süre ile karıştırılmıştır (şekil 6.2).



Şekil 6.2 : Ekmek Hamuru Yoğurma Makinesi Ile Karıştırma

Çizelge6.1:Ekmek İçeriği.

Örnek No	Ja* %	Glutensiz Un (gram)	Eklenecek Ja (gram)	Maya (gram)	Tuz (gram)	Şeker (gram)	Yağ (gram)	Eklenen Su(ml)
1	%0	200	0	6	3	3.6	4	110
2	%5	190	10	6	3	3.6	4	100
3	%10	180	20	6	3	3.6	4	92.8
4	%15	170	30	6	3	3.6	4	86
5	%20	160	40	6	3	3.6	4	80
6	%25	150	50	6	3	3.6	4	78

\* jerusalem artichoke

Ekmek numuneleri, 45 dakika boyunca 55°C'ye ayarlanmış sıcak etüvde fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon süresi sonunda hamur 100 gramlık parçalara bölünmüştür. Yoğurulup şekil verilen ekmekler, tepsilere koyularak 200°C'ye önceden ısıtılmış fırında (Bosch HBF514BSOT, Almanya) 30 dakika pişirilmiştir.

## **6.4 Fiziksel Analizler**

### **6.4.1 Ekmekte ağırlık kaybının tespit edilmesi**

Fermantasyon sonrası, terazi (And HR-250AZ-4) ile tartılarak ağırlığı saptanan ekmek hamurların, fırından çıktıktan sonra tekrar ağırlığı ölçülmüş ve aradaki ağırlık farkı, yüzde olarak belirlenmiştir.

### **6.4.2 Ekmek hacminin belirlenmesi**

Ekmek örnekleri hacmini belirlemek için ekmek hacim ölçer cihazı (Neuman ,13300) aleti kullanılmıştır. Ekmek numuneleri oda sıcaklığına geldikten sonra gramajları (g) ölçülmüş, daha sonra hacmi bilinen bir kaba kuş yemi tanelerine doldurulmuştur. Daha sonra ekmekle birlikte, taneleri aynı kaba koyarak, ekmek hacminden dolayı artan kuş yemleri hesaplanmış ve hacim belirlenmiştir. Spesifik hakim için, ekmeklerin hacminin değerleri, ekmeklerin ağırlığa oranlanmasıyla puanlandırılmıştır.

### **6.4.3 Ekmeğin iç ve dış renginin belirlenmesi**

Ekmeklerin iç ve dış rengi için renk ölçüm cihazı (Hunter kolorimetresi,AOB 551) kullanılmıştır. Bu metotta üç renk değer bulunmaktadır:

a değeri (+a) kırmızı veya (-a) yeşil,

b değeri (+b) sarılık veya (-b) mavilik

l değeri 0 (siyah) ve beyaz (100) arasındaki aydınlık değerini ölçer.

### **6.4.4 Ekmekte tekstürel özelliklerin tespit edilmesi**

Tekstür; bir ürünün tüketimden sonar ağız ve dilile algılanabilen bir husustur ve yoğunluk, viskozite, yüzey gerilimi ve diğer fiziksel özelliklerle yakından ilgilidir. Tekstürel özellikler genellikle sertlik, adezif ve kohezif yapışkanlık,

zamksılık, kırılgenlık, çiğnenebilirlık, viskozite, elastikiyet, esneklik gibi ifadelerle anlatılır. Ekmeklerin tekstürel özelliklerinin tesbiti için, tekstürel profilinin analizi (TPA), en sık kullanılan nesnel bir yöntemdir (Živančev ve diğ., 2016). Aşağıda bazı tekstürel nesnelere sunulmuştur:

Sertlik; birinci sıkıştırma anında elde edilen maksimum kuvvet değerini ifade eder.

Kohezif yapışkanlık; ürünün ikinci deformasyona ne kadar iyi dayanabildiğinin bir ölçüsüdür.

Elastikiyet; ürünün ilk sıkıştırma esnasında deforme olduktan sonra geri dönüşünün ne kadar iyi olduğuyula ilgili bir değerdir.

Zamksılık; sadece yarı katı gıdalara uygulanabilir ve sertlik x kohezif yapışkanlık olarak hesaplanır.

Çiğnenebilirlık; yalnızca katı gıdalar için uygulanabilen ve zamksılık (gumminess) x elastikiyet (uzunluk 1/uzunluk 2) olarak hesaplanan bir değerdir.

Adezif yapışkanlık; gıda ile prob yüzeyi arasındaki çekim kuvvetinin üstesinden gelebilmek için yapılması gereken iş olarak tanımlanır .

Esneklik; ürünün eski halini almak için gösterdiği dirençtir.

Numune ekmeklerden 1.2 cm kesilmiş ve iç kısımlarından 3x3 cm ebatında 2 parça üst üste gelecek şekilde alınmıştır ve TA.XT Plus tekstür belirleme cihazı (Stable Microsystems, Godalming, Surrey, İngiltere) ile 1 mm'lik silindir prob kullanılarak tespit edilmiştir. 5 mm/s hız, 10 mm dalma derinliği ve 5 g algılam a kuvveti kullanılarak ölçümler yapılmıştır.

#### **6.4.5 Ekmek numunelerde duysal özelliklerin tespit edilmesi**

Ekmeklerin tekstür, dış kabuk, iç rengi, koku, gözenek yapısı, çiğnenebilirlık, lezzet ve genel beğeni bakımından değerlendirilebilmeleri için duysal özelliklerinin analizi yapılmıştır. İstanbul Aydın Üniversitesi öğrencileri ve öğretim elemanları arasından 20 eğitilmemiş panelist seçilmiştir. Ekmekler, elektrikli bıçak ile kesilerek enine dilimlere alınmış ve iki rakamlı sayılarla rastgele kodlanmıştır. Duysal özelliklerin belirlenmesinde 1 (aşırı kötü) -5

(çok iyi) kutucuklarından oluşan hedonik skala kullanılmıştır. Duyusal analiz özellikleri testi için kullanılan form EK 1’de sunulmuştur (Altuğ ve diğ, 2011).

#### **6.4.6 Nem tayini**

Besinlerde nem miktarı, genelde etüvde kurutma yöntemi ile yapılmaktadır. Önceden belirlenmiş 160°C sıcaklık etüvün altında altında örnekten 5g numune alınarak 12 dakika bekletip, suyun uçurulması ve ağırlık kaybının nem miktarının bulunması ilkesine dayanır. Örnekteki rutubet uçurulduktan sonra, geriye kalan kuru maddedir. Kuru madde ve rutubet arasındaki bağıntı denklemi ise, aşağıda ifade edildiği şekildedir (Öncül ve Ensoy, 2010):

$$\% \text{nem} = 100 - \% \text{kuru madde}$$

$$\% \text{Nem} = [(M_1 - M_2) / m] \times 100$$

$M_1$  = Alınan numune ağırlığı + sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı

$M_2$  = Kurutulmuş numune + sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı

$m$  = Alınan numunenin ağırlığı

#### **6.4.7 Ph tayini**

Yöntemin prensibi; ölçülecek örneği batırılan iki elektrot arasındaki potansiyelin ölçülmesine dayanmaktadır. İlk önce Ph Metre kalibre edilmiştir. Kalibrasyon işlemi sonrasında elektrot distile su ile yıkanıp tayini yapılacak olan numuneye batırılmıştır. Ekranda okunan değer sabitlenene kadar beklenmiş ve denge anındaki değer kaydedilmiştir.

### **6.5 Kimyasal Analizler**

#### **6.5.1 Protein tayini**

Gıda maddelerinin analizinde Kjeldahl metodu; azot miktarının tespiti için kullanılır. Karıştırmak veya öğütülüp işlemlerle homojen hale getirilmiş besin örnekleri, uygun katalizörler yardımı ile 25mL derişik  $H_2SO_4$  ile 100 dereceden 380 °C - 400 °C civarında ısı verilerek, organik numunenin parçalanması, proteini oluşturan aminoasitlerin dizilişini, amin grubundaki (ve protein kaynaklı olmayan diğ er azot kaynaklarındaki)  $NH_2$  formunda bulunan azotun amonyumazotuna yükseltgenmesi, amonyum azotunun da derişik NaOH ile

ortamın kuvvetli alkalileştirilmesi sonucunda NH<sub>3</sub> halinde su buharı ile birlikte distile edilerek, toplama kabındaki çözelti tarafından (borik asit veya ayarlı bir asit çözeltisi) tutulması ve tutucu olarak 50 mL borik asit kullanıldığında ayarlı bir asit çözeltisi ile, tutucu olarak, ayarlı bir asit çözeltisi kullanıldığında ayarlı bir NaOH çözeltisi ile titre edilerek, azot miktarının hesaplanması ve uygun kat sayılarla çarpılarak protein olarak ifade edilmesi ilkesine dayanır. Bu işlemler ise 4 aşamadan oluşur (Öncül ve Ensoy, 2010). Şeki 16.3 de cihazın fotoğrafı gösterilmiştir.

- Yaş yakma: Homojenize edilmiş 2 g numune tartılır. Üzerine katalizör olarak 4,0012 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (susuz) ve 450 mikrolitre CuSO<sub>4</sub> eklenir. Yakma işlemini hızlandırmak için bakır sülfat ve potasyum sülfat katalizör olarak kullanılır. Kaynama taşı atıldıktan sonra 10 mL derişik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklenir. Isı ayarı yapılarak (380°C’de 3 h) yakılır.
- Nötralizasyon: Meydana gelen amonyum sülfattan [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] amonyağı (NH<sub>3</sub>) serbest hale getirmek için ortama kuvvetli bir baz (NaOH) ilave edilir.

Destilasyon: Yaklaşık 40°C ye kadar soğutulan balona 50 mL destile su konulur. Karıştırılıp soğumaya bırakılır. 1 mL’lik erlen içine 50 mL %4’lük H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> çözeltisi konulur, üzerine 3-4 damla taşıroindikatör eklenerek karıştırılır (mor renk elde edilir) ve balon adaptörün ağzı sıvıya batacak şekilde yoğunlaştırıcının altına yerleştirilir.

- Titrasyon: Erlen içindekiler N/10 HCl ile titre edilir.

Ham protein formülü (Öncül ve Ensoy, 2010):

$$\% \text{ Azot} = (V_1 - V_0) \times N \times 0,014 \times 100 \text{ (100 g)}$$

$$V_1 = \text{Titrasyonda harcanan H}_2\text{SO}_4 \text{ çözeltisi (mL)}$$

$$V_0 = \text{Kör deneme titrasyonunda harcanan H}_2\text{SO}_4 \text{ çözeltisi (mL)}$$

$$N = \text{Titrasyonda kullanılan H}_2\text{SO}_4 \text{ çözeltisi}$$

$$0,014 = \text{Azotun mili ekivalen ağırlığı}$$

$$m: \text{Alınan gıda örneği miktarı (g)}$$

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ Azot} \times F \text{ (3.4)}$$





**Şekil 6.3:Protein Ölçme Cihazı**

### 6.5.2 Yağ tayini

Yağ tayin işlemlerinin yapılma aşamalarında öncelikli olarak numune uygun bir cihazla (Shimadzu marka GC-2010 model GC-FID) homojenize edilmiştir, Bu işlemi yaparken numune sıcaklığının 25 °C'nin üzerine çıkmamasına özen gösterilmiştir. Hazırlanan numunelerden yaklaşık olarak 2 g, 0,001 g hassasiyet ile erlene tartılmıştır. Yaklaşık olarak %75 düzeyinden az su ihtiva eden örnekler için 50 mL 4 mol/L hidroklorik asit; örneklerin %75'den fazla olması halinde ise 33,5 mL %20 hidroklorik asit ilave edilmiştir. Erlenin bir saat cam ile kapatılması ve yaklaşık bir saat süresince kaynamaya bırakılması sağlanmıştır. Karışım oda sıcaklığında soğutularak süzgeç kâğıdından süzölmüştür. Erende 50 mL suyun (yaklaşık 50 °C) çalkalanması ve süzölmesi sağlanmış ve bu işlem iki defa tekrarlanmıştır. Süzöntünün AgNO<sub>3</sub> ile kontrol edilmesi gerçekleştirilmiş ve nötr olana kadar soğuk su ile yıkama yapılmıştır. Süzgeç kâğıdı, 102±2 °C'de 90 dakika süreyle kurutulmuş, ekstraksiyon kartuşuna koyulmuş ve üstü pamuk ile örtölmüştür. Yaklaşık 150-200 mL çözücü ile 6 saat ekstraksiyon işlemi yapılmış, ekstraksiyon işleminden sonra balonun düzenekten ayrılmış ve çözücünün etüvde 102±2 °C'de uçurulmuştur. Ekstraksiyon balonu desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartım işlemi gerçekleştirilmiştir. Isıtma, soğutma ve tartma işlemleri, birer saatlik ısıtma aracılığıyla bir biri ardından gerçekleştirilen iki tartım arasındaki farka istinaden, deney numunesi kütleinde %0,1 değerinden fazla olmayıncaya değin sürdürölmüştür. Hesaplama ise kütlece yüzde olarak aşağıda ifade edilen formü gereğince yapılmıştır;

Toplam yağ formülü:

$$\% W_f = [(m_2 - m_1) / m_0] \times 100$$

$m_1$  = Kaynama taşları ile birlikte balonunun kütlesi (g)

$m_0$  = Deney numunesinin kütlesi (g)

$m_2$  = Ekstraksiyondan sonra balon, kaynama taşları ve yağın kütlesi (g)

### 6.5.3 Şeker ve invert şeker tayini

Şeker ve invert şeker tayininde, gıdaların tamamında tercih edilen Lane Eynon yöntemi kullanılmıştır (Gandhi ve diğ., 2017). Analizin yapılma sürecinde ilk

olarak deney numunesi hazırlanmıştır. Bu amaçla, öncelikle numuneler çok iyi homojenize edilmiştir. Numune havan, bıçaklı öğütücü, ultra turraks gibi homojenizatörler ile un kıvamına getirilmiştir. Homojenize edilen analiz numunesinden içerdiği şeker miktarına göre 0-15 g kadar 0,001 g yaklaşımla tartılmış, damıtık su ile çözülüp 250 mL'lik bir balon jojeye aktarılmıştır. Daha sonra deney çözeltisi hazırlanmıştır. Bu şekilde, deney numunesi üzerine 80-100 mL su konulmuş, iyice karıştırılıp çözdürülmüştür. Karışım üzerine, 1 mL Carrez I ve Carrez II çözeltileri ilave edilip çalkalanmıştır. Hacim, su ile 250 mL'ye tamamlanarak balon alt üst edilip tam homojenlik sağlanmıştır. Carrez çözeltileri ilave edildiğinde oluşan çökelmeler, kaba gözenekli süzgeç kâğıdından süzölmüş; süzöntüden, 50şer mL'lik iki ayrı kısım alınarak, biri invert şeker sakaroz tayininde kullanılmak üzere 100 mL'lik ölçölü iki balona konmuştur. Bir sonarki aşama, invert şeker tayini yöntemidir. Bu odakta; 150 mL'lik bir erlene, 5 mL Fehling A çözeltisi 5 mL Fehling B çözeltisi 10 mL su ve büretteki deney çözeltisinden 5 mL konulup karıştırılmıştır. Karışım, ısıtma tablası üzerinde magnetik karıştırıcı ile karıştırılarak kaynama gözleninceye kadar ısıtılmıştır. Kaynatma işlemine başladığı andan itibaren 2 dakika daha devam edilmiş ve 2 dakikanın sonunda ısıtmaya son verilmiştir. Karışıma, 10-12 damla metilen mavisi çözeltisi eklenek, kaynamanın başladığı andan itibaren geçen3 dakikalık sürede titrasyon sonuna ulaşılacak şekilde (renk maviden kiremit kırmızıya dönönceye kadar) titre edilmiştir. Titrasyon sonunu tespit etmek için, karışımın üstteki berrak kısmının rengine bakılmış, bu kısmın renginin maviden kırmızıya döndöğü an, eşdeğerlik noktası olarak alınmıştır. Ön titrasyonda harcanan toplam numune çözeltisi hacmi, baştan konulan 5 mL ile büretten sonradan akıtılan hacmin toplamıdır. Daha sonra ise son titrasyon işlemi yapılmış; 150 mL'lik bir erlene, 5 mL Fehling A çözeltisi, 5 mL Fehling B çözeltisi 10 mL su ve sınama titrasyonunda sarf edilen numune çözeltisi hacmi ( $V_s$ ) nin yerine, onun 2-3 mL eksigi alınarak aynı titrasyon bir defa daha tekrarlanmış ve bu son titrasyondaki toplam numune çözeltisi sarfiyatı ( $V_n$ ) bulunmuştur.

Toplam şeker tayini ise invert şeker cinsinden gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, ilk olarak deney çözeltisi hazırlanmış ve hazırlanan deney numunesinden 50 mL alınarak 100 mL'lik ölçölü balona koyulmuştur. Bu çözelti üzerine, 5 mL derişik

hidroklorik asit çözeltisi eklenmiş ve karışım 65 - 67 °C'de çalışan su banyosu içinde, kendi sıcaklığı banyonun sıcaklığına ulaşınca kadar, arada bir karıştırılarak bekletilmiştir. Çözelti karışımın sıcaklığı banyonun sıcaklığına ulaştıktan sonra, ısıtma işlemine 5 dakika daha devam edilmiş ve bu sürenin sonunda, karışım hızla soğutulmuştur. Fenolftaleyn çözeltisinden 5-6 damla damlatıldıktan sonra, balondaki karışım, bir büretten akıtılan sodyum hidroksit çözeltisi ile pembe renkli hafif bazik hale getirilmiştir. Hacim su ile 100mL'ye tamamlanmıştır. Ön titrasyon işlemi ise 150 mL'lik bir erlene, 5 ml Fehling A çözeltisi, 5 mL Fehling B çözeltisi, 10 mL su ve 5 mL deney çözeltisi konularak işlemlerin aynısı gerçekleştirilmiştir. Böylece 5 mL Fehling A çözeltisinin eşdeğeri olan deney çözeltisinin yaklaşık hacmi ( $V_0$ ) hesaplanmıştır. En son işlem ise son titrasyondur. Bu amaçla; 150 mL'lik bir erlene, 5 mL Fehling A çözeltisi, 5 mL Fehling B çözeltisi 10 mL su ve sına titrasyonun da sarf edilen numune çözeltisi hacmi ( $V_0$ ) nin yerine, onun 2-3 Ml eksigi alınarak ve aynı işlemler tekrarlanarak bir titrasyon daha yapılmıştır. Böylece tam 5 mL Fehling A çözeltisinin titrasyonu için gereken toplam numune çözeltisi hacmi ( $V_t$ ) bulunmuştur.

$F=6,25$  alınmıştır.

#### **6.5.4 Kül tayini**

Bir materyalin külü, organik maddelerin yanmasından sonra geriye kalan inorganik tortudur. Gıdalar 500 - 600°C'de yakıldığında su ve uçucu bileşikler buharlaşarak uçar, materyalin organik bileşikleri yanar.

Kül analizi işleminde ilk olarak mikrobiyal stabilite, beslenme açısından gıdanın tat ve tekstürü elde edildiği kaynaktan herhangi bir anormallığın olup olmadığı için önemlidir. Kül tayin ilkesinde, örnek yakılıp kül haline geldikten sonra, kül miktarının saptanmasına dayanmaktadır. Porselen krezeler önceden nitrik asit konulmuş ve bir gece bekletildikten sonra saf su ile yıkanmış ve sabit tartımda darası alınmıştır. Sonra örnekten 3 g krezeye tartılarak alınmıştır. Daha sonra krezeler 500°C'de kül fırınına koyularak 6 saat yakılmıştır.

Bu süreden sonra karbonlaşmış kısmı varsa bir süre daha tutulmuş ve fırından çıkarıldıktan sonra desikatöre alınmıştır. Soğuduktan sonra krezelere tartılmış ve kül miktarı hesaplanmıştır (Özkaya ve Kahveci, 1990).

$$\%K\ddot{u}l = [(m_2 - m_1) / m] \times 100$$

$m_2$ = Yakmadan sonraki kroze + k\ddot{u}l ağırlığı

$m_1$ = Sabit tartıma getirilen krozenin ağırlığı

$m$  = Alınan \ddot{u}rnek ağırlığı

### 6.5.5 Mineral tayini

Mineral tayini NMKL 186 ICP-MS metodu Nanolab laboratuvarında yapılmıştır.

Yerelması katkılı ekmeklerde, selenyum, potasyum, magnezyum ve kalsiyum mg/kg miktarı tayin edilmiştir. Bu işlemlerin yapılması sırasında öncelikli olarak numune ve standart hazırlama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bunlar ise mikrodalga ile yakma işlemi ve kalibrasyon işlemleridir. Mikrodalga ile yakma işleminde parçalama kabı içine 0,2-0,5 g kuru maddeye eşdeğer miktarda numune tartılmıştır. Böylece su içeriği örneğin %50 olan numuneden alınan deney parçası en fazla 1 g'dır (= 0,5 g kuru madde); su içeriği %95 olan bir maddenin deney parçası 2 g (<0,5 g kuru madde) olabilir. İçerisinde numunenin olmadığı bir adet parçalama kabı ve numunelerin bulunduğu kaplara 8 mL nitrik asit, 2 mL hidrojen peroksit ilave edilmiştir. Asitlendirilmiş numuneler bu şekilde 10 dakika reaksiyon gözlenmesi için bekletilmiştir. Daha sonra kapların kapakları iyice sıkıştırılarak kapatılmış ve uygun şekilde cihaza yerleştirilmiştir. Mikrodalga yakma programı parametreleri aşağıdaki gibi ayarlanmış ve yakma işlemi başlatılmıştır. Mikrodalga fırın programları ise Çizelge 6.2'de gösterildiği üzeredir.

**Çizelge 6.2:** Mikrodalga Fırın Programı

T (min)	W	T(°C)
15	850	130
20	1000	180
10	Soğutma	

Parçalama kapları oda sıcaklığına soğuduktan sonra, çeker ocak altında kapakları açılmıştır. Numunedeki tahmini metal konsantrasyonuna ve tartıldığı miktara bağlı olarak, numuneler 10 mL, 25 mL ya da 50 L'lik balonlara saf suyla iyice yıkatarak aktarılmış ve hacim çizgilerine tamamlanmıştır. Parçalama kapları oda sıcaklığına soğuduktan sonra, çeker ocak altında kapakları açılmıştır. Numune 25 mL'lik balon jöjeye aktarılırak ve çizgiye kadar saf su ile tamamlanıp cihaza verilmiştir.

Kalibrasyon işlemi için, Kalibrasyon çözeltileri, 1000 mg/L'lik ana stok çözeltilerden aşama aşama seyreltilerek üç ayrı grupta miks hazırlanmıştır. Örneğin kalay için; kalay 1000 mg/L ana stok çözeltisinden otomatik pipet yardımıyla 0,5 ml çekilerek, 50 ml'lik balon jöjede hacim çizgisine %1'lik nitrik asitle tamamlanmıştır. Hazırlanan 10 mg/L'lik çözeltiden 5 ml çekilerek 50 ml'lik balon jöjede %1'lik nitrik asit çözeltisiyle tamamlanmıştır. 1 mg/L'lik ara stoktan çizelgede belirtilen konsantrasyonlarda kalibrasyon çözeltileri hazırlanmıştır.

#### **6.5.6 Diyet Lifi Tayini**

Diyet lifi; bitkisel besinlerin sindirilmesi mümkün olmayan ve gastrointestinal sisteminden geçerken suyu absorbe ederek dışkı oluşumunu kolaylaştıran kısımlarıdır. Diyet lifleri suda eriyebilmeleri açısından, ikiye ayrılırlar. Bunlardan ilki, suda erimeyen diyet lifleridir. Dışkının yumuşamasında ve bağırsaklardan daha çabuk bir şekilde geçmesinde etkendirler. İkincisi ise suda eriyen diyet lifleri dir. Temel görevi ise vücutta fermantasyona uğrayarak vücut için çok faydalı maddelere dönüşmektedirler. Diyet lifi analizi AOAC 991.43 metoduna göre yapılmıştır. Metoda uygun olarak,  $\alpha$ -amilaz, proteaz ve amiloglikozidaz enzimlerini içeren Megazyme (Megazyme, İnternational, Wicklow, İrland) toplamdiyet lifi tayin kiti kullanılarak belirlenmiştir (Işık, 2013).

#### **6.6 Mikrobiyolojik Analizler**

Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) sayılması için Plate Count Agar (Merck 1.05463) Besiyeri, toplam küf ve mayaların sayılması için Sabouraud %4 Dextrose Agar (Merck 1.05438) besiyeri kullanılmıştır.

### **6.6.1 Besiyerleri, çözelti ve diğer malzemelerin hazırlanması**

#### Fizyolojik Tuzlu Su (FTS) Hazırlanması

##### Çözelti İçeriği:

NaCl..... 9 gram

Distile Su.....1000 mL

##### Hazırlanması:

9 g NaCl, 1000 mL distile suya aktarılmış ve karıştırılarak çözülmüş, sonra otoklavda 121 °C', 15 dakika, 1.2 atm'de sterilize edilmiş ve 3 ayrı tüpe 9'er mL miktarında aktarılmıştır.

#### Plate Count Agar(PCA) Besiyeri Hazırlanması

##### Besiyeri içeriği:

Peptone from casein .....5,0 g/L

Yeast extract..... 2,5 g/L

D(+) Glucose..... 1,0 g/L;

Agar-agar.....14,0 g/L

##### Hazırlanması:

PCA hazırlanması için, 22,5 g PCA dehidre besiyeri 1000 mL distile suya aktarılmış ve karıştırılmıştır. Berraklaşana kadar benmari cihazında kaynatılmıştır. Oda sıcaklığında 40-45 °C'ye soğutulduktan sonra pH 7,0±0,2 olarak ayarlanmıştır. Otoklavda 121 °C'de 15 dakika, 1.2 atm basınçta sterilize edilmiştir. Otoklavdan çıktıktan sonra steril petri kaplarına 12,5'er mL dökülmüş ve oda sıcaklığında katılaşıncaya kadar bekletilmiştir. Final pH'ı 7,0±0,2'dir.

### **6.6.2 Sabouraud %4 dextrose agarbesiyeri hazırlanması**

##### Besiyeri İçeriği

Peptone..... 10,0 g/L;

D(+) Glucose..... 40,0 g/L;

Agar-agar..... 15,0 g/L

Hazırlanması:

Terazide Sabouraud%4 Dextrose Agar Dehidre besiyeri 65,0 g/L olacak şekilde tartılmış ve distile su içinde benmaride ısıtılarak çözülmüştür. Otoklavda 121 °C'da 15 dakika, 1.2 atm basınçta sterilize edilip, steril petri kutularına 12,5'er mL olacak şekilde dökülmüştür. Hazırlanmış besiyerinin final pH'ı 25 °C 'da  $5,6 \pm 0,2$ 'dir.

### **6.6.3 Dehidre ve hazırlanmış besiyerlerinin depolanması**

Dehidre besiyerleri, açıldıktan sonra, kapakları sıkıca kapalı şekilde, üretici firma talimatına göre oda sıcaklığında (15-25°C'da) son kullanma tarihine kadar saklanmıştır. Hazırlanmış besiyerleri parafilm ile sarılarak, kullanılabildiği kadar buzdolabında +4°C'de muhafaza edilmiştir.

### **6.6.4 Örnek ve dilüsyon hazırlanması:**

Yerelmasının antimikrobiyal etkisini test etmek için, yerelması katkıli ekmeklerden örnek alınarak, 10 katlı dilüsyonlar hazırlanmıştır. Her grup ekmekten, 5'er ekmek ve her ekmekten 100 g alınarak şekil verilmiş ve 4 ayrı gün içerisinde analizlerini yapma amacıyla (1. gün, 3. gün, 5.gün, 7. gün) ayrılması sağlanmıştır. Ekmekler fırından çıkarıldıktan sonra, aseptik şartlarda kontamine etmeden soğutularak steril fırın poşetlerine koyulmuş ve analize kadar 25°C ayarlı etüvde saklanmıştır.

Ekmek numunelerinden, 10 g tartılmış ve stomacher poşetlerine konduktan sonra 90 mL steril FTS aktarılmıştır. Daha sonra stomacher cihazı (Interscience Jumbomix 3500VP) ile homojenizasyonu yapılmıştır.

Homojenize olmuş örnekten steril pipet ile 1 mL materyal 1. tüpe aktarılmış ve karıştırılmıştır. Birinci tüpten seyreltilmiş materyalden steril pipet ile 1 mL alınarak 2. tüpe, 2. tüpten 1 mL 3. tüpe, olacak şekilde  $10^{-4}$ 'e kadar seyreltme yapılmıştır.

### **6.6.5 Ekim ve inkübasyon**

Katı agarlı besiyerinde sayım, aktif hücrelerin koloni oluşturması ve bu toplulukların sayılarak (her koloni bir hücre teşekkül eder) ilkesi ile materyaldeki canlı hücre sayısının hesaplanması esasına dayanır. Böylece sayım



yapılması gereken numuneden belirli bir miktar alınmış ve besiyerine aktarılmıştır.

#### **6.6.6 Toplam bakteri/küf ve maya sayımı:**

Her dilüsyondan iki paralel olacak şekilde, steril bir pipet ile 0,5 mL alınmış, aseptik şartlarda, daha önceden hazırlanmış besiyerleri olan petrilere aktarılmış ve steril drigalski spatülü ile yayılmıştır. Toplam bakteri sayımı için PCA, küf ve maya sayımı için SDA besiyerleri kullanılmıştır. PCA besiyerleri 35-37°C'de, 3 gün boyunca inkübatöre (etüve) konulmuştur. SDA besiyerleri ise 20-22°C'de, 7 gün süre ile aerobik inkübasyona bırakılmıştır (Aslantaş ve Yıldız,2008). Bütün işlemler 3 kere tekrarlanmıştır.

## 7. BULGULAR

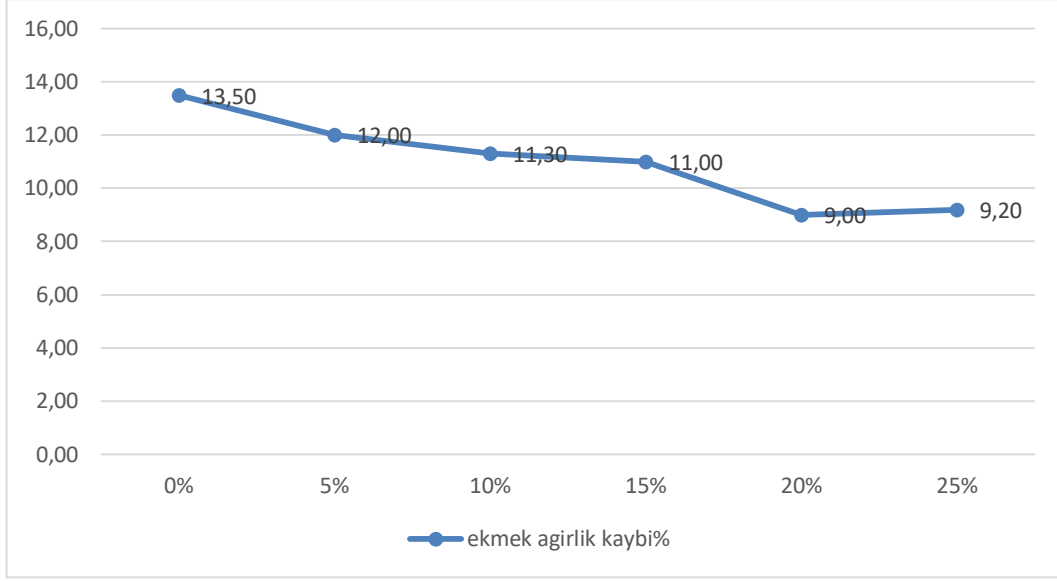
### 7.1 Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerde Ağırlık Kaybı

Yerelması katkılı ekmeklerde ağırlık kaybı, Çizelge 7.1 ve şekil 7.1’de gösterildiği üzeredir.

**Çizelge 7.1:** Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerde Ağırlık Kaybı Sonuçları

<b>JA konsantrasyonu</b>	<b>Ekmekte ağırlık kaybı %</b>
%0	% 13,50
%5	% 12
%10	% 11,30
%15	% 11
%20	% 9
%25	% 9,20

Yerelması katkılı ekmeklerde ağırlık kaybı sonuçları Çizelge 7.1’de verilmiştir. En yüksek ağırlık kaybı, yerelması eklenmemiş kontrol ekmeği hariç tutulursa %5 yerelması katılmış ekmekte olup, kontrol ekmeğe (%0) en yakın değer olarak belirlenmiş ve %20 ve %25 konsantrasyonlarda en düşük ağırlık kaybı gözlemlenmiştir.



**Şekil 7.1:** Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerde Ağırılık Kaybı Sonuç Grafiği

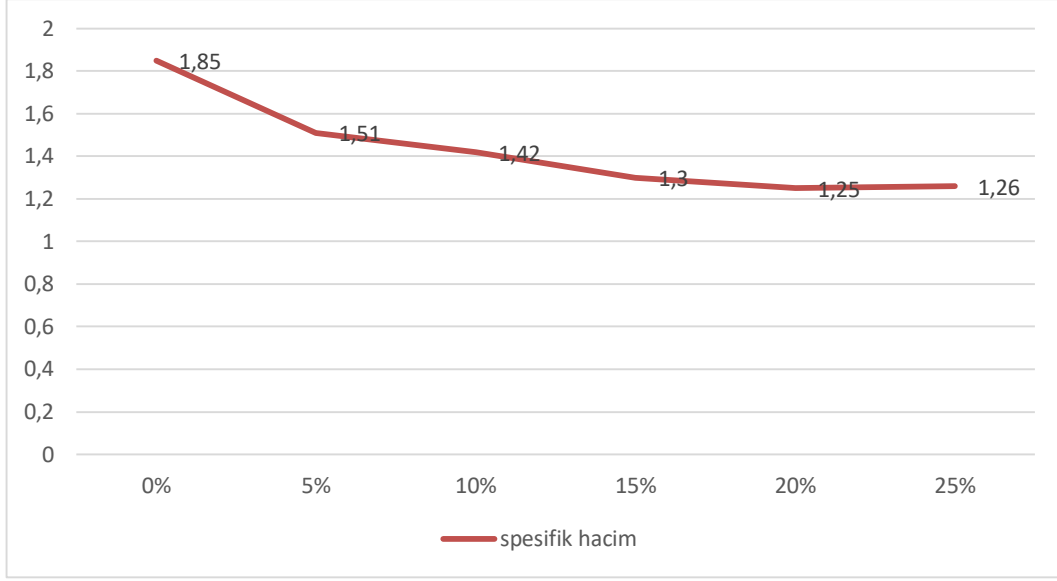
## 7.2 Yerelması katkılı glütensiz ekmeklerin spesifik hacmin belirlenmesi

Ekmek numuneleri oda sıcaklığına geldikten sonra ağırlık ölçümü yapılmıştır ve Neuman cihazında kuş yemi ile yer değiştirme esasına dayandırılarak hacim (mL) değerleri bulunmuştur. Spesifik hacim değerlerin sonucu, bulunan hacim değerlerin ağırlığa oranlanmasıyla tespit edilmiştir. Yapılan analizlerin sonucunda, glütensiz nişastalı karışımından elde edilen kontrol ekmek (%0), spesifik hacminin diğer numunelere göre, daha yüksek olduğunu ve konsantrasyon artıkça spesifik hacim, düşüş göstermiştir.

Spesifik hacmin belirlenmesi çizelge 7.2 ve şekil 7.2 de gösterilmiştir.

**Çizelge 7.2:** Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerin Spesifik Hacim Sonuçları

JA konsantrasyonu	Spesifik Hacim (mL/g)
%0	1.85
%5	1.51
%10	1.42
%15	1.30
%20	1.25
%25	1.26



**Şekil 7.2:** Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerin Spesifik Hacim Sonuç Grafiği

### 7.3 Yerelması Katkılı Ekmeklerde Renk

Ekmeklerin dış renginde meydana gelen değişimlere yönelik bulgular, Çizelge 7.3’de gösterildiği üzeredir.

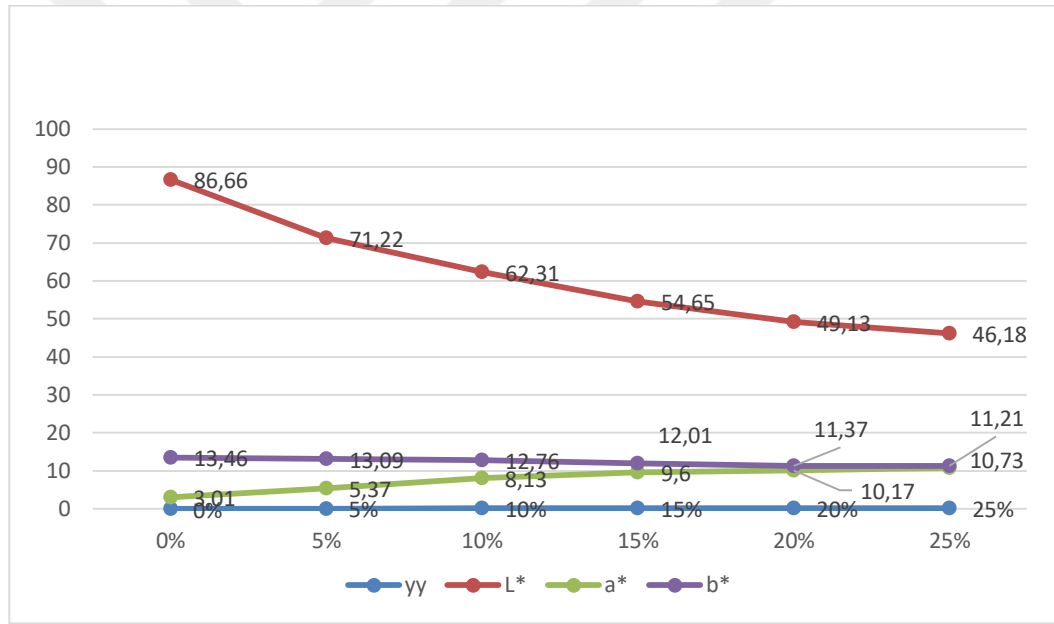
Sonuç incelendiğinde; yerelması konsantrasyonu arttıkça, ekmek kabuk rengi;  $L^*$  değerinde azalma görülmektedir.  $L^*$  değerindeki azalma ekmek kabuğu renginde beyazlığın azaldığını ifade etmektedir. Dış kabuk renginde yerelması konsantrasyonu arttıkça,  $a^*$  değerinin arttığı ve  $b^*$  değerinin ise azaldığı gözlenmiştir. Yerelması konsantrasyonu arttıkça  $a^*$  değerindeki artış kabuki rengindeki kırmızılığın kontrol ekmeğinden (%0) daha uzaklaştığı göstermektedir.

Kontrol örneğin  $a^*$  değeri, diğer yerelması konsantrasyonları için istatistiksel açıdan farklılık göstermiştir. Yerelması konsantrasyonu arttıkça,  $b^*$  değeri azalmış olup ve kontrol ekmeğinden (%0) daha uzaklaştığı gözlenmiştir.

Ekmeklerin iç renginde meydana gelen değişimlere yönelik bulgular, Çizelge 7.3’de gösterilmektedir.

**Çizelge 7.3:**Ekmek numunelerinin dış renk değişimi ( $p<0.05$ )

JA konsantrasyonu	L*	a*	b*
0%	86.65±1.926	3.01±1.399	13.46±12.903
5%	71.72±0.971	5.37±0.167	13.09±0.449
10%	62.31±2.875	8.13±1.312	12.76±0.664
15%	54.65±3.418	9.55±0.258	12.01±0.782
20%	49.13±11.159	10.17±0.565	11.37±1.333
25%	46.18±3.344	11.65±21.357	11.21±1.094



**Şekil 7.3 :**Ekmek numunelerinin kabuk rengi değişimi.

Ekmeklerin iç rengine meydana gelen değişimlere yönelik bulgular, Çizelge 7.4 ve Şekil 7.4' gösterilmektedir.

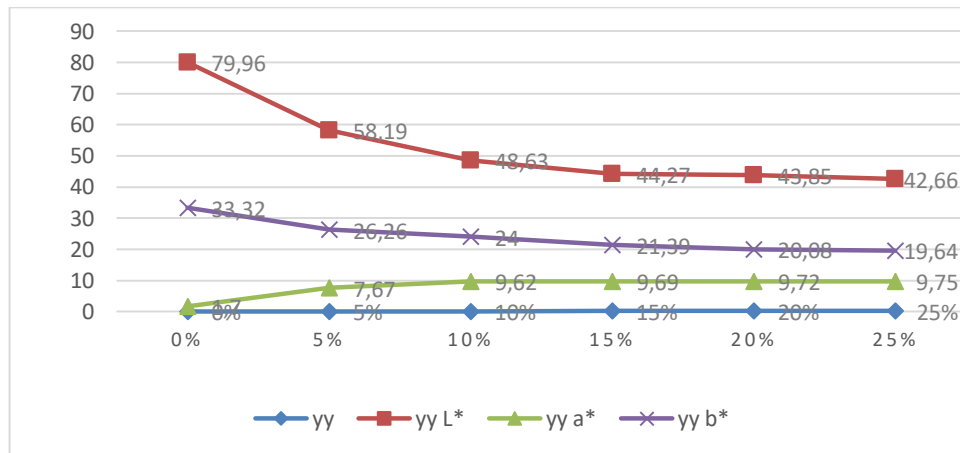
Sonuçlara göre yerelması konsantrasyonu arttıkça, L\* ve b\* değerlerinin azaldığı görülmektedir. Kontrol ekmeğinin (%0) L\* değeri, %5, %10, %15, %20 ve %25 yerelması ihtiva eden ekmekler ile istatistiksel açıdan farklılık göstermiştir. İstatistiksel bakımından ekmek içi rengi a\* değerinin, kontrol ekmeğinde, (%0) diğer ekmeklere göre daha çok farklılık göstermektedir ve

artan konsantrasyon ile birlikte a\* değeri artmıştır. Buna karşın, %5, %10, %15, %20 ve %25 konsantrasyonlarda fazla farklılık belirlenmemiştir.

Ekmek içi b\* değerleri incelendiğinde, %5, %10, %15, %20, %25 ihtiva eden ekmeklerde, kontrol ekmeğe (%0) göre farklılık göstermektedirler. Yerelması konsantrasyonundaki artış, glutensiz ekmeklerin iç renginin beyazlığı ve sarılığı azalmış ve kırmızılığı artmıştır. Genel olarak yerelması ihtiva eden ekmekler, kontrol ekmeğe (%0) göre renk kalite kusurlarını ortadan kaldırdığı belirlenmiştir.

**Çizelge 7.4 :** Ekmek Numunelerinin İç Renk Değişimi(P<0.05).

	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
0%	79.95±0.763	0±0.002	33.38±0.056
5%	58.19±0.957	7.67±0.08	26.26±0.274
10%	48.63±0.577	9.62±0.028	24±0.091
15%	44.27±0.813	9.69±0.102	21.39±0.206
20%	43.85±3.075	9.72±0.116	20.08±1.415
25%	42.66±0.556	9.36±0.098	19.64±0.055



**Şekil 7.4:**Ekmek Numunelerinin İç Renk Değişimi

#### 7.4 Yerelması Katkılı Ekmeklerde Tekstür

Ekmeklerde sertlik genellikle ekmek içinin yumuşaklığında meydana gelen bir azalma ile ifade edilir (Gallagher, Gormley ve Arendt, 2004). Çizelge 11’de tekstürel özelliklere ait değerler incelendiğinde, yerelması katkılı ekmekler önce %5 konsantrasyonda, kontrol ekmeğine (%0) göre bir artış gösterdiği ve diğer konsantrasyonlarda düşüş sergilemiştir ve %5 oran istatistiksel bakımından farklılık göstermiştir. Kontrol ekmeğinin sertlik değerine (11,944) en yakın, glutensiz yerelması katkılı ekmek sertlik değeri %5 konsantrasyonu olan (141,154) g değeri ile belirlenmiştir.

**Çizelge 7.5 :** Ekmek Numunelerinin Tekstürel Özellikleri.

Yerelması Yüzdesi	Sertlik	Elastikiyet (yaylanma) (mj)	Yapışkanlık (kohezif)	Zamksılık (g)	Çiğnenebilirlik (mj)	Esneklik
%0	11,944	1,460	0,835	9,919	14,453	0,541
%5	14,154	0,872	0,708	19,254	15,992	0,399
%10	15,323	0,841	0,717	13,692	11,486	0,430
%15	17,436	0,818	0,747	12,980	10,499	0,455
%20	20,923	0,694	0,620	8,051	5,805	0,321
%25	21,170	0,671	0,618	7,824	5,654	0,318

Fiziksel anlamda çiğnenebilirlik katı bir gıda maddesini parçalamak ve yutmaya hazır hale getirmek için gerekli enerji, duyuusal bakımda ise saniyede bir çiğneme şeklinde ve maddenin çiğnenebilmesi için gerekli çiğneme sayısı ve gıdayı çiğnemeye uygun bir kıvama getirebilmek için uygulanan sabit orandaki kuvvet anlamına gelir (Capriles vediğ., 2009). Çizelge 7.5 ’de görüldüğü üzere, yerelması konsantrasyonu (%5 konsantrasyonu dışında) arttıkça çiğneme kuvvetinin azaldığı gözlenmiştir. En düşük çiğnenebilirlik kuvveti, %20 ve %25 konsantrasyonlarla 5,654 mj ve 5,805 mj kuvveti ile belirlenmiş ve %5 ve kontrol ekmeği ile kuvvetinden istatistiksel açıdan diğer konsantrasyonlarla farklılık belirlenmiştir. Kontrol ekmeğe (%0) en yakın, %5 konsantrasyon ile yapılan yerelması katkılı ekmek olduğu gözlemlenmiştir.

Fiziksel anlamda iç bağların gücü ve duyuusal bakımından ürünün deformasyon miktarı hakkında bilgi veren kohezif yapışkanlık (Capriles vediğ., 2009), tekstür

analiz cihazında, ikinci sıkıştırma anında elde edilen pozitif güç alanının, birinci sıkıştırmada elde edilen pozitif güç alanına kıyaslanması ile elde edilen bir değer olması nedeniyle, birimsizdir. Çizelge 7.5'e göre yerelması konsantrasyonu arttıkça önce bir artış gösterdiği (%10 ve %15) ama %20 ve %25 konsantrasyonlarda düşüş sergilediği göstermiştir. Kontrol ekmeğe 0,835 ile en yakın ekmek, %15 konsantrasyon 0,747 ile yapılan ekmek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 7.5'e göre zamksılık değerinin yerelması konsantrasyonu ile birlikte azaldığı gözlenmiş, %5 yerelması içeren glütensiz ekmeğin 19.254 g ile control ekmeğine (19,919), en yakın zamksılık değerine sahip olduğu belirlenmiştir. %5 konsantrasyonu ile yapılan ekmek diğer konsantrasyonlardan istatistiksel açıdan büyük fark sergilenmiştir (19,254). %10 ve %15 yerelması ihtiva eden ekmeklerin zamksılık değerleri (13,692 ve 12,980) ile %20 ve %25 konsantrasyonu ile yapılan ekmeklerde de istatistiksel açıdan farkı bulgulamıştır.

Ürünün eski halini almak için gösterdiği direnç, esneklik denilen bir kavramdır (Giarnetti ve diğ., 2015). Yerelması katkılı glütensiz ekmeklerde, konsantrasyon arttıkça esneklik azalma gösterdiği ve kontrol ekmeğine (0,541) en yakın esneklik değeri, %5 konsantrasyonu ile 0,400 değer ile belirlenmiştir.

Yerelması konsantrasyonu arttıkça, elastikiyet değerlerinin değişiklik gösterdiği Çizelge 7.5 'e belirlenmiştir. Kontrol ekmeği (%0), elastikiyet değeri 1,460 mj ve diğer konsantrasyonlarla yapılan ekmekler arasında farklı görünmekte ve kontrol ekmeğe en yakın %5 yerelması katkılı ekmek olduğu belirlenmiştir.

Glütenin viskoelastik özelliklerinin taklidi, önemli bir teknolojik zorluktur ve bu sorunun üstesinden gelmek için çok sayıda araştırma yapılmıştır. Lifler, GFB'de fiziksel ve duyuşal niteliklerini faydalı bir şekilde etkileyen ve GFB'nin raf ömrünü uzatan en yaygın olarak incelenen fonksiyonel bileşenlerdir (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies, 2016).

## **7.5 Duyusal Değerlendirme**

Deneysel sonuçlara ve elde edilen ekmeklerin genel kalitesine dayanarak, duyuşal değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya eğitimli ve eğitimsiz (kadın ve erkek) panelist katılmıştır. Her panelciye kodlanmış ve sırayla altı



dilim ekmek (her bir örnekten biri) servis edilmiştir. Panelistler her örnek tadımından sonra, içme suyu ile damaklarını temizlemişlerdir. Panelistlerden kalite kriterleri açısından örneklerin değerlendirmeleri istenmiştir; gözenek yapısı, tekstür, kabuk rengi, iç rengi, tat ve aroma, yabancı tat ve koku, genel beğeni. Her bir özellik ile 5 puanlık Hedonik ölçekte puan vermeleri istenmiştir (1. çok kötü, 2. kötü, 3. orta, 4. iyi, 5. çok iyi). Her panelistin bir blok olduğu düşünülen duyuşal sonuçları analiz etmek için kullanılan istatistiksel tasarımlar belirlenmiştir.

Yerelması katkılı glütensiz ekmeklerin duyuşal analiz sonuçları incelendiğinde genel beğeni konusunda en çok %10 konsantrasyonla yerelması katkılı glütensiz ekmek beğenildi. Gözenek yapısı %5 konsantrasyonda bir artış ve derişik arttıkça genel bir düşüş bulgulanmıştır.

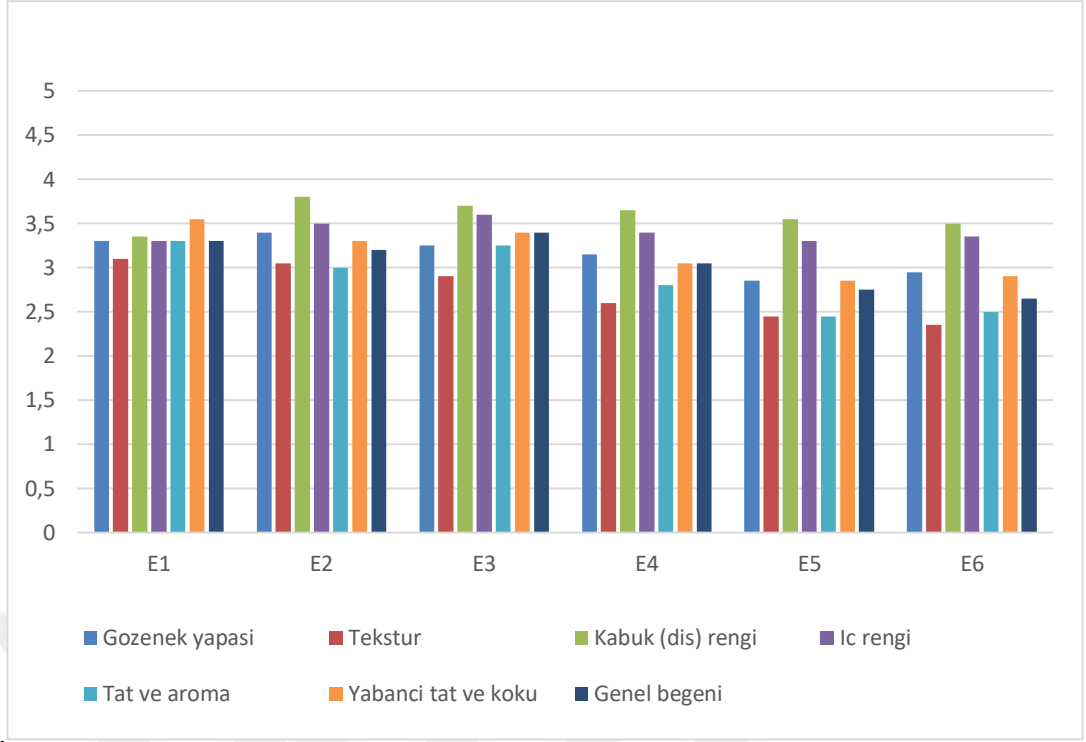
Tekstürel açıdan duyuşal değerlendirme incelendiğinde tekstürel beğenin %5 konsantrasyonla numune ekmeğın, en yakın değere sahip olduğunu ve konsantrasyon arttıkça beğenilmediğini görölmüştür.

Ekmek dış kabuğı rengi, glütensiz ekmeklerin %5 yerelması konsantrasyonu ile en beğenilen ekmek olduğunu ve derişik arttıkça hafif bir düşüş tesbit edildi. Yerelması içermeyen ekmek, en az beğenilen numune belirlenmiştir.

Ekmek iç rengi için konsantrasyon arttıkça iç rengi beğeni arttığı ve %10 konsantrasyonu en çok beğenilen numune tespit edilmiştir. Derişik artışı ile birlikte hafif düşüş tespit edilmiştir (şekil 7.5).

Tat ve aroma açısından duyuşal analiz sonuçları incelendiğinde %5 konsantrasyonda, bir düşüş ve sonra %10 derişikte arttığı görölmekte ve yerelması içermeyen ekmeğe en yakın ekmek tespit edildi. Ardından konsantrasyon arttıkça beğeni azalmıştır.

Yabancı tat ve koku konusunda yerelması katkılı glütensiz ekmeklerde duyuşal analiz sonuçlarına göre, yabancı tat ve koku algılandığı ve %10 derişikte, numune ekmeğe yakınlık ve en beğenilen ekmek olduğunu göstermiştir.



V

E1: %0, E2:%5, E3: %10, E4:%15, E5:%20, E6:%25

**Şekil 7.5:**Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerin Duyusal Analiz Sonuç Grafiği

## 7.6 Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Mikrobiyolojik analiz değerlendirmeleri kapsamında, çalışmanın işlem basamakları değerlendirildiğinde ve analiz sonuçları irdelendiğinde, çizelge 7.6 ve çizelge 7.7 ve çizelge 7.8’de belirtildiği üzere:

Ekmek yapımına yönelik incelenen analiz sonuçları %0, %5, %10, %15, %20 ve %25 düzeylerinde, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerin değerlendirmesini kapsamaktadır. Bu doğrultuda çalışmalarda gözlemlenen şudur; nem oranlarının her bir derişim için, 1. günden başlayıp 7. güne kadar devam eden süreçte azalma gösterdiğini gözlemlenmiştir. Ph değerinde ise yerelması konsantrasyon arttıkça kontrol ekmeğine göre, düşüşte olduğu ama doğrusal bir değişiklik olmadığını sergilemiştir. Kül değerine bakıldığında, artan yerelması konsantrasyonla birlikte artış gösterdiği ve bu değer inorganik maddelerin fazla olmasından kaynaklanmaktadır ve 7. güne kadar önemli bir değişiklik göstermemektedir.

**Çizelge 7.6:** Yerelması Katkılı Glütensiz Ekmeklerin Nem ,Ph Ve Kül Analizi

Yer elması konsantrasyonu	Nem	pH	Kül
0%	28.63±2.95	5.872±0.045	1.998±0.001
5%	27.49±5.14	5.713±0.02	2.093±0.005
10%	27.49±7.26	5.654±0.015	2.309±0.015
15%	26.57±6.93	5.613±0.02 <sup>c</sup>	2.403±0.014
20%	24.99±10.18	5.568±0.023	2.512±0.016
25%	23.98±8.71	5.574±0.024	2.751±0.029

(P<0.05) Sonuçları.

Glütensiz ekmek yapımında kullanılan glütensiz un (Sinangil) ve yer elması tozu, mikrobiyolojik analiz sonuçları çizelge 7.9'de gösterilmiştir. Ekim yapılan petrilerin görüntüsü Şekil 7.6'de görülmektedir.

**Çizelge 7.7:** Üretilen Ekmeklerin Toplam Bakteri ,Maya Ve Küf.

Yerelması Yüzdesi	Numune No	Toplam Bakteri (log <sub>10</sub> )	Toplam Küf ve Maya (log <sub>10</sub> )
%0	1	1.40	1
	2	2.69	4.23
	3	1.81	5.17
%5	1	5.69	5.81
	2	4.90	5.54
	3	2.48	4.60
%10	1	5.69	5.10
	2	6.54	3.70
	3	3.23	3.47
%15	1	2.77	3.30
	2	2.33	3.19
	3	5.17	3.69
%20	1	1.47	0.69
	2	1.48	1.70
	3	3.69	3.47
%25	1	4.02	4.24
	2	4.51	4
	3	3.60	3

**Çizelge 7.8:** Üretilen Ekmeklerin Toplam Bakteri , Maya ve Küf Ortalama ve Standart Hata Sonuçları

<b>YERELMASI YÜZDESİ</b>	<b>Toplam Bakteri (log10) <math>\bar{x}\pm S\bar{x}</math></b>	<b>Maya (log10) <math>\bar{x}\pm Sx</math></b>
0%	1,36±1,81	3,13±7,584
5%	4,36±2,797	5,32±0,403
10%	5,15±2,955	4,09±0,778
15%	3,42±2,337	3,39±0,069
20%	2,21±1,635	1,95±1,98
25%	4,04±0,207	2,75±1,953

**Çizelge 7.9:** Ekmek Üretiminde Kullanılan Yerelması ve Glütensiz Un Mikrobiyolojik Analiz ve Bazı Kimyasal Analiz Sonuçları.

<b>Numune Adı</b>	<b>Kül</b>	<b>Ph</b>	<b>Nem</b>	<b>Protein</b>	<b>Toplam Bakteri (log<sub>10</sub>)</b>	<b>Toplam Küf ve Maya (log<sub>10</sub>)</b>
Yerelması tozu	8.17	4.90	%4.00	11.29	2.27	2.30 küf 3maya
Glütensiz un	1.08	4.98	%11.83	8.33	1.69	1 küf 3 maya



**Şekil 7.6:** Petrilerde Küf Ve Maya Üremesi.

### 7.7 Makro ve Mikro Bileşen Analiz Sonuçları

Araştırma çerçevesinde; glütensiz ekmeğe yönelik değerlendirmelerin, mineral maddeler kapsamında da yapılması sağlanmıştır. Buna bağlı olarak ilkin yerelması içermeyen glütensiz ekmeğin mineral madde miktarı, daha sonra ise %5, %10, %15, %20 ve %25 yerelması tozu içeren numunelerin makro ve mikro besin öğelerine yönelik analizler ise Çizelge 7.9, Çizelge 7.10, Çizelge 7.11, Çizelge 7.12, Çizelge 7.13, Çizelge 7.14, Çizelge 7.15, Çizelge 7.16, Çizelge 7.17, Çizelge 7.18, Çizelge 7.19’de gösterildiği üzeredir:

**Çizelge 7.10:**Glütensiz Ekmek Analizinde Toplam Şeker Tayini Sonuçları.

Yerelması yüzdesi	Toplam şeker tayini (%)
%0	Tespit edilemedi
%5	4,25
%10	5,92
%15	11,4
%20	15,18
%25	16,74

**Çizelge 7.11:**Glütensiz Ekmek Analizinde Enerji Dağılımı Sonuçları.

<b>Yerelması yüzdesi</b>	<b>Enerji dağılımı (kcal/100 g - kj/100 g)</b>
%0	276,5 - 1155,8
%5	285,9 - 1195,2
%10	277,1 - 1160,3
%15	281,4-1176,1
%20	280,2 - 1171,4
%25	279,1 - 1166,4

**Çizelge 7.12:** Glütensiz Ekmek Analizinde Yağ Tayini Sonuçları.

<b>Yerelması yüzdesi</b>	<b>Yağ Tayini (%)</b>
%0	1,56
%5	6,33
%10	3,29
%15	1,38
%20	1.38
%25	1,01

**Çizelge 7.13:** Glütensiz Ekmek Analizinde Protein Tayini Sonuçları.

<b>Yerelması yüzdesi</b>	<b>Protein Tayini (%)</b>
%0	2,47
%5	2,62
%10	3,19
%15	3.87
%20	4.09
%25	4,82

**Çizelge 7.14:** Glütensiz Ekmek Analizinde Doymuş Yağ Asitleri Sonuçları.

<b>Yerelmesi yüzdesi</b>	<b>Doymuş yağ asitleri değeri (%)</b>
%0	7,49
%5	7,48
%10	7,44
%15	6,55
%20	6,53
%25	6,32

**Çizelge 7.15:** Glütensiz Ekmek Analizinde Doymamış Yağ Asitleri Sonuçları.

<b>Yerelmesi yüzdesi</b>	<b>Tekli Doymamış yağ asitleri değeri (%)</b>	<b>Çoklu Doymamış yağ asitleri değeri (%)</b>
%0	38,05	54,46
%5	38,03	54,49
%10	38,01	54,55
%15	37,75	55,70
%20	36,95	56,92
%25	36,82	56,96

**Çizelge 7.16 :** Glütensiz Ekmek Analizinde Diyet Lifi Miktarı Sonuçları.

<b>Yerelması yüzdesi</b>	<b>Diyet lifi miktarı (%)</b>
%0	1,90
%5	1,96
%10	1,98
%15	2,06
%20	2,11
%25	2,19

**Çizelge 7.17:** Glütensiz Ekmek Analizinde Selenyum Miktarı

<b>Yerelması yüzdesi</b>	<b>Selenyum miktarı (mg/kg)</b>
%0	0,017
%5	0,018
%10	0,019
%15	0,021
%20	0,021
%25	0,024

**Çizelge 7.18:** Glütensiz Ekmek Analizinde Kalsiyum Miktarı Sonuçları.

<b>Yerelması yüzdesi</b>	<b>Kalsiyummiktarı (mg/kg)</b>
%0	452.618
%5	454.748
%10	482.696
%15	538.508
%20	539.707
%25	614.013

**Çizelge 7.19:** Glütensiz Ekmek Analizinde Magnezyum Miktarı Sonuçları.

<b>yerelması yüzdesi</b>	<b>magnezyummiktarı (mg/kg)</b>
%0	113.899
%5	138.237
%10	167.928
%15	237.045
%20	237.768
%25	280.760



**Çizelge 7.20:** Glütensiz Ekmek Analizinde Potasyum Miktarı Sonuçları.

Yerelması yüzdesi	potasyummiktarı (mg/kg)
%0	778.220
%5	1.734,313
%10	3.009.609
%15	5.292,842
%20	5.298.903
%25	6.926,842



**Şekil 7.7:** Farklı Konsantrasyonlarda Yerelması Katılarak Üretilen Ekmeklerin Fotoğrafi.



**Şekil 7.8:** Soldaki %0 (Soldaki)Ve %5 (Sağdaki) Yer Elması Eklenmiş EkmeklerinEnine Kesit Fotoğrafi.



**Şekil 7.9:** Soldaki %10 (Soldaki)Ve %15 (Sağdaki) Yer Elması Eklenmiş EkmeklerinEnine Kesit Fotoğrafi



**Şekil7.10:** Soldaki %20 (Soldaki) Ve %25 (Sağdaki) Yer Elması Eklenmiş EkmeklerinEnine Kesit Fotoğrafi.

## 8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Mevcut çalışmada; laboratuvar şartlarında üretilen yerelması yumrusunun tozu ile belirli oranlarda glütensiz un karışımına katılanmasıyla, glütensiz ekmeğin besin değerinin arttırılması, fonksiyonel bir özellik kazanması ve mamul kalitesini iyileştirilmiş glütensiz ekmeğin üretiminin gerçekleştirilmesi ve glütensiz bir diyet tabii tutan bireyler için alternatif bir ekmeğin formülasyonu oluşturulması hedeflenmiştir. Bir çok farklı çalışmada glütene alternatif olarak ve kalite arttırması için, değişik hammaddeler kullanılmıştır. Pirinç, mısır, soya fasulyesi, yer fıstığı nişasta ve unları, hidrokolloidler, enzimler, soya fasulyesi proteinleri, yumurta beyazı gibi farklı hammaddeler buğday ununda kullanılmıştır (Ribotta et al., 2004). Yer elması katılarak yapılan bu araştırma çerçevesinde de gözlemlenen durumlar, üç ayrı çerçevede belirtilebilmektedir. Buna göre fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler, dikkate alınan ölçütler olarak belirlenmiştir. Çünkü ürüne yönelik çalışmaların, Ar-Ge odaklı bir yapıda en yetkin şekilde başarıyı temsil etmesi yönü, tüm özelliklerin beraber değerlendirilmesini, önemli bir duruma ulaştırmaktadır.

Gıdaların fonksiyonel yapılarına yönelik en temel bilgi, içeriğe konulan maddelere bağlı olarak, ürün yapısının değişim göstermesidir. Buna göre eklenen bileşenler, gıda açısından önemli bir tekstürel, kimyasal ve mikrobiyolojik etki oluşturabileceği gibi, olumsuz etkilerin de meydana gelmesi söz konusu olabilmektedir.

Yerelmasının diyet lifi özelliğinin fazla olmasından dolayı, bu duruma bağlı olarak değerlendirmelerin yapılmasını önemli bir hale getirmiştir. İnsan sağlığı üzerinde diyet lifin etkileri, diyet lifin kan şekerini düzenlemesi, kolesterol seviyesini düşürmesi, bağırsak kanseri ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu olması, sağlık üzerine olumlu etkileri arasında sayılmaktadır (Kandıralı, 2014).

Hamurun özellikleri de, bu durum araştırma çerçevesinde değerlendirilmeye çalışılmış ve yerelması katkılı ürünün ne tür bir etki mekanizması oluşturacağı üzerine durulmuştur.

Yerelması bu duruma bağlı temel değerlendirme ise Kalkan ve Özark (2017) tarafından geliştirilen çalışmalarında, ekmek yapımı sırasında prebiyotik açıdan zenginleştirici ürün katkısının yapılması, bazı durumlardan kaynaklı olarak çekici olabilmektedir. Ancak ürüne yönelik teknik açıdan zorluk da belirtilmiştir. Ayrıca ITF (İnulin Tipi Fruktan)'ler ile pişirme sırasında önemli kazanımları da sağladığı durumundan bahsedilmiştir.

Korus ve diğ (2006) inulin (çözünür lif) içeren bir GF ekmeğinin somun hacminde bir artış ve daha düşük kırıntı sertliği rapor etmiştir. Ayrıca başka bir çalışmada, Martínez ve diğ (2014) çözünür liflerin fermantasyon sırasında hacim artışını desteklediği ve daha yüksek spesifik hacimlere ve hücre yoğunluğuna sebep olduğu bildirilmiştir. Hamur kıvamını, sertliğini ve kabuk berraklığını da düşürmüştür. Bu değişiklikler çözünür lifler ile ve kullanılan su ve hidrokoloid ile homojen bir karışımın oluşması nedeniyle, meydana gelir. Ayrıca lif ilavesinin, hamur sıkılığını arttırdığı gözlenmiştir. Bu durum ise yapısal ve gaz tutumundan kaynaklı olarak değerlendirilmiştir. Böyle bir sonuç genel bağlamda daha etkin spesifik hacim, daha yumuşak ölçüde kırıntı, daha iyi kabuk özelliği ve iyileştirilmiş duyusal kabulun elde edilmesi ve kırıntı kızarmasının da sağlanarak, glütensiz ekmek kalitesinin artırımından bahsedilmiştir.

Araştırma genelinde temel durumda ilk adım; hamurun özelliklerine bağlı yapılarıdır. Söz konusu katkılı ürünler ise belirli özellikleri ilk olarak tekstürel daha sonar, ürüne yönelik dayanıklılık ve ürün fonksiyonlarının iyi bir düzeye ulaştırılması temelli olmalıdır. Glüten varlığında, bu yönde bir pişirme ve ekmek yapısının pişirme esnasında, son aşamaya kadar etkin bir yapıyı temsil etmesinden söz edilebilmektedir.

Glüten eksikliğinin sonucu, kabul edilebilir bir dokuyu elde etmede zorlaştırıcı bir durum olarak etkisini yansıtmaktadır. Drabińska ve diğ (2016) tarafından geliştirilen bir çalışmada, bu duruma bağlı gözlemlenen temel neden ise, karbondioksiti tutmanın zorluğundan kaynaklı bir durum olarak belirtilmiştir.

Yerelması konsantrasyonu arttıkça, hem ekmek içi hem de ekmek kabuğu renk değerlerini etkilemektedir. Kabuk ve dış rengi, artan yerelması konsantrasyonu ile birlikte,  $L^*$  ve  $b^*$  değerleri azalma ve  $a^*$  değeri artış göstermiştir. Sonuçlar, sarılığı ve beyazlığı azaldığını ve kırmızılık arttığını göstermiştir. Yüksek inulin varlığı, enzimatik olmayan esmerleşmeden sorumlu olan Maillardreaksiyonunu desteklediğini bildirilmiştir (Türksoy ve Özkaya, 2006).

Bu durum, ekmek kabuğunun rengine daha beğenilebilirlik katmaktadır. Salinas ve Puppò (2015) çalışmasında inülin takviyeli buğday ekmeğinin yapımında parlaklık ( $L^*$ ) azaldığı ve  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri artış göstermiştir. Frutos ve diğ., (2008) lif enginarının ekmek kalitesi üzerinde bir çalışmada lifte bir artışın, kabuk rengini arttırdığından söz etmişlerdir.

Yerelması katkılı glütensiz ekmeğin iç renk durumuna yönelik analizlerde,  $r$  konsantrasyon arttıkça kırmızılığının arttığı,  $L^*$  ve  $b^*$  değeri, konsantrasyon arttıkça azalışta olduğunu göstermiştir. Artan yerelması konsantrasyonu ile birlikte  $a^*$  değeri artışta olduğunu, beyazlık ve sarılık azalmıştır.

Ekmeğin dış ve iç renk tekstürel özelliği, bu şekilde daha canlı ve normal bir ekmek görüntüsüne ulaşan bir yapıya gelmiştir. Ekmeklerin renk değerine yönelik olarak geliştirilen bir çalışma yönünden de bu duruma değinilebilir. Yer elması katkısı ile yapılmış glütensiz ekmeğin, tekstürel özellikleriyle ilgili yapılmış bir araştırma ve yayın bulunmamaktadır. Yerelması çalışma örneğinden farklı olarak Hayıt (2018) tarafından geliştirilen glütensiz ekmek üretimi, pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası çerçevesinde yapılmıştır. Buna göre yine aynı şekilde ekmeğin renginde daha kararlı bir yapının tekstürel olarak iyileştiği sonucuna ulaşılmıştır. Barişik ve Tavman (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada, nohut unu ve pirinç unu ile yapılan glütensiz ekmeklerde ekmek içi ve kabuğunda rengi değişkenlik gösterdiği, ekmek içi rengi  $a^*$  ve  $L^*$  değerler artmakta ve kabuk renginde  $L^*$  değeri düşüğünü,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri doğrusal ilerlememektedir.

Ekmeğin reoloji yapısına yönelik en önemli unsurlardan, ekmeklerin hacim ve ağırlık kaybı sonuçlarından söz edilebilir.

Glütenin oluşturduğu güçlü ağ yapısıyla, mayaların oluşturduğu  $CO_2$  gazını ve hamura katılan havayı nişasta ile matriks oluşturur ve kabarık, gözenekli,

yumuşak ve hacimli mamul üretimi gerçekleştir ve fazla suyu absorbe etmesiyle ekmeğin bayatlama hızını yavaşlatır (Hayıt ve Hülya, 2017).

Glütensiz ekmeklerde yerelması ikamesindeki artış ile birlikte, spesifik hacimde azalma görülmüştür. Yapılan analizler sonucu, glütensiz nişastalı karışımdan elde edilen kontrol örneğin, spesifik hacminin diğer numunelere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni karışımın içerisindeki katkı maddelerin (gumlar ve sodyum bi karbonat) bulundurmasından kaynaklı olabilir. Yerelması tozu, nişasta karışımına ikame edildikçe emülgatörler azaltıldığı gibi, hacim de düşüş görünmektedir.

Pehlivan (2016) tarafından yapılan gölevezi glütensiz ekmeklerde de, gölevezi konsantrasyonu arttıkça ekmek spesifik hacmi azalış göstermiştir. Çalışmalarında, glütensiz ekmek üretiminde, alternatif olarak nohut unu ve yerfıstığı unu kullanan Aguilar ve diğ (2015) bu unun spesifik ekmek hacmini arttırdığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada, Hatta ve diğ (2015) glütensiz ekmeklerde formülasyona %5 kinoa unu ilave edilmesi hacim üzerinde, önemli bir etki göstermezken; %10 ve daha fazla oranlarda kinoa unu ilavesi ekmek hacminin önemli derecede azalmasına sebep olmuştur.

Ağırlık kaybının yerelması konsantrasyonu arttıkça, azalma sergilemiştir ki nedeni yerelmasının su tutma kapasitesi ile ilişkili olabilmektedir. Yerelması yüksek inülin ve lif içeriği hidroksil gruplarının su ile daha fazla hidrojen bağı kurması ile su tutma kapasitesinde de artış gösterebilir (Shoaib ve diğ., 2016).

Bu duruma bağılı olarak, %5, %10, %15, %20 ve %25 konsantrasyon miktarları arttıkça, ağırlık kaybında azalma sonucu elde edilmiştir. Başka bir çalışmaya göre inülin, nişasta granüllerin etrafında koruyucubir tabaka oluşturabilir ki bunun sonucu, şişlik ve amilaz salınımı sınırlamak olabilir (Vazquez ve diğ., 2016). Pehlivan (2016) tarafından yürütölen gölevezi katkılı glütensiz ekmek yapımında ağırlık kaybı, buğday ekmeğine (%12.68), en yakın değer %15 katkılı gölevezi ekmek (%12.06) iken, (%12) değer ile %5 konsantrasyonu ile yapılmış yerelması katkılı glütensiz ekmek en yakın değer olmuştur.

Çalışma kapsamında tekstürel özelliklere yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Buna göre çiğnenebilirlik, sertlik, elastikiyet, zamksılık, esneklik ve yapışkanlık değerlendirmeleri yapılmıştır.

Yerelmalı glütensiz ekmeklerde artan konsantrasyonla, çignenebilirlik düzeyinde azalma görülmüştür, ancak %15 derişikten fazla numunelerde, konsantrasyon etkisini, olumsuz bir şekilde yansıtmıştır ve %5 konsantrasyon ise en iyi düzeyde etkisini göstermiştir.

Barişik ve Tavman (2018) nohut unu ve pirinç unu ile yaptığı glütensiz ekmekte; çignenebilirlik, derişik arttıkça olumlu yönde etkisini göstermiştir. Zamksılık özelliği de, yine artan yerelması konsantrasyonu düşürücü yönde etki göstermiştir. Bu durumda %5 konsantrasyonda en yüksek değere sahip ve kontrol ekmeğe en yakın derişim olarak tespit edilmiştir. Esneklik ve elastikiyet yapılarında, yine aynı şekilde konsantrasyon arttıkça, değerlerin düştüğünü sergilemektedir. Ancak bu temelde, kontrol ekmeğe en yakın durumlar %5 konsantrasyonu esneklik (0.499) değer ve elastikiyet (0.872) değer ile gözlenmiştir. Paciulli ve diğ (2016) tarafından yürütölen çalışmada; iki farklı ticari glütensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu eklenerek, glütensiz ekmek üretilmiştir. Ekmeklerin esneklik değerleri sırayla 0.40- 0.45 olarak belirlenmiştir. kohezif ve yapışkanlığı konusunda yerelması yüzdesi arttıkça, %15 kadar artış ve %20 den sonra düştüğünü göstermiştir. Buğday ekmeğın kohezif ve yapışkanlığı; Erdemir (2015) tarafından yapılan bir çalışmada 0.77 olarak bulundu ve bu değer 0.74 ile %15 yerelması konsantrasyonu ile glütensiz ekmeklerde en yakın değer belirlenmiştir.

Bu yönde Pehlivan (2016) tarafından yapılan gölevezli glütensiz ekmekte çignenebilirlik, sertlik, elastikiyet, zamksılık ve yapışkanlık durumunun gölevez yumrusu katkılı ürünlerinden %15 düzeyinde olanın en iyi şekilde tekstürel özellikleri sağladığı belirlenmiştir. Mevcut çalışmada, glütensiz ekmeklerde yerelması konsantrasyonu artması ile birlikte kontrol ekmeğine en yakın, %10 derişik olarak gözlemlenmiştir.

Sertlik ve ufalanma derecesi genellikle ekmeğın bayatlamasını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Pek çok glütensiz üründe bayatlama eğilimi daha fazladır. Bayatlama ve zayıf duyuşal niteliklerin, glütensiz ekmeklerde daha yaygın olduğu bildirilmiştir ve bayatlamayı önlemek için de düzenli protein fazına ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (Ahlbom ve diğ., 2005). Glütensiz formölasyonların protein içeriğinin artırılması ve hidrokolloid, emülgatör, amilolitik enzimlerin kullanımı glütensiz ekmeklerin raf ömrünü uzatmaktadır (Hatıpoğlu, 2016).

Yerelması katkılı glütensiz ekmek üretiminde kimyasal analizlerden; kül tayini, Ph tayini ve nem tayini yapılmıştır. Ekmek numuneleri alınarak 1., 3., 5 ve 7. günlerde, tayini sağlanmıştır. Bu tayinlerin genel sonuçları ise, yerelması konsantrasyonu arttıkça, nem düzeyi azalma göstermiştir.

Dirim ve diğ (2014) barbunya unu, buğday unu ile ikame edilmesinde yapılan ekmekler de barbunya unu yüzdesi arttıkça nem oranı düştüğünü belirlemiştir. Başka bir çalışmada Abdel-Kader (2001) buğday unu ve bakla unu kullanılan ekmek üretiminde, bakla unu yüzdesi arttıkça, ekmeklerin nem içeriğinin arttığını göstermiştir. Capriles ve Arêas (2013) yapılan bir çalışmada artan ITF seviyeleri, glütensiz ekmeklerde, nemini orantılı olarak azaltabildiğini göstermiştir.

Sonuçlara bakıldığında yerelması derişigi arttıkça, Ph`da düşüş görünmüştür.

Yerelması katkılı ekmeklerde artan yerelması konsantrasyon ile birlikte, kül oranı da artış görünmektedir. Mevcut çalışmada, yerelması inorganik minereller bakımından zengin olması, kül miktarını artmıştır. Toz yerelmasında ki kül miktarı, 8,17 ve Sinangil glütensiz un 1,08 değere tespit edilmiştir. Ekmek yapımında En yüksek kül miktarı, 2,80 oran ile %25 yerelması konsantrasyonu ile belirlenmiştir. Bu yönde yapılan çalışmalara yönelik değinildiğinde, Hayıt (2018) tarafından yapılan çalışmada kinoa derişim oranı arttıkça ekmekte kül oranının da arttığı belirlenmişti ve en yüksek kül miktarı, 1,64 oran ile %30 kinoa glütensiz ekmekte bildirirmiştir belirlenmiştir.

Yerelması katkılı ekmeklerin nem miktarına yönelik azalışın etkisi değerlendirildiğinde ise bu tür bir etki, ekmekte bozulmanın meydana gelmesini azaltıcı olması temelinde önemlidir.

Araştırma kapsamında mikrobiyolojik analizler olarak ise Toplam Bakteri ve Toplam Küf ve Maya analizleri yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizin önemi, glütensiz ürünlerin raf ömrüne değinme üzerinedir. Çünkü en önemli sorunlardan birisi olarak etkisini gösteren raf ömrü, bayatlama ve nem oranı ile ilişkili bir durumdur. Ekmek numunelerin besiyerlerinde gelişme gösteren mikrobiyolojik analizler, nem değerleri ile ilişkili olarak ya da ürünün genel özellikleri ile bağlantılı olarak belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle Ph ve nem değerlerindeki değişimler, mikrobiyolojik faaliyetlerin gelişmesini önleyici



doğrultuda azaltılmasından kaynaklıdır (pala,2012). Bu durum belirgin bir yapının oluşmasına da ortam hazırlamaktadır. Bu çerçevede glütensiz ekmek üretimleri ile beraber raf ömrünü özellikle de mikrobiyal açıdan artırma eğilimli çalışmalar, Özüğür ve Hayta (2011) tarafından geliştirilen bir çalışmada ifade edildiği üzere, katkılı ekmek üretimlerinin daha önemli bir koruma mekanizmasını oluşturma temeline değinilmiştir. Buna göre, ürünün genel özelliklerinin arttırılması odaklı geliştirilen bu çalışmada, numunelere (belirli derişimlerde) yönelik sonuçlar, konsantrasyon değeri arttıkça mikrobiyolojik bozulmaların da artış gösterdiğine yöneliktir. Buna göre, yüksek derişimler her ne kadar ürünün besin değeri artışı oluşturan bir düzeyde de olsa, ürünün mikrobiyolojik yapısı açısından doğrudan uygun bir sonuç olarak etkisini yansıtmamaktadır. Bu araştırmaların çerçevesinde yerelması tozu katkılı ekmeklerde orantısız sonuçlar elde edildiği için anlamlı bir sonuçta varamamıştır.

Araştırma çerçevesinde gerçekleştirilen analizlerden birisi ise, mikro ve makro besin öğelerini belirleme üzerinedir. Bu temelde toplam şeker, yağ, protein, diyet lifi, çinko, magnezyum, doymuş ve doymamış yağ asidi, kalsiyum, potasyum ve selenyum tartyinleri yapılmıştır. Glütensiz ekmeklerde ilk olarak derişimlere yönelik değerlendirme yapıldığında, konsantrasyon miktarı arttıkça toplam diyet lifi, protein, kalsiyum, magnezyum ve potasyum değeri artış göstermektedir. Paciulli ve diğ (2016) tarafından yapılan çalışmada; iki farklı glütensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ikame edilmiş ve glütensiz ekmek üretilmiştir. Ekmeklerin protein değeri %5,4 - 5,8 olarak belirlenmiştir ki mevcut çalışmada bu oranlara en yakın değeri, %25 yerelması konsantrasyonu ile 4.82 olarak hesaplanmıştır.

Yerelması katkılı ekmeklerde enerji değeri 286 -279 kcal/100 değeri arasında belirlenmiştir.

Diyet özelliğinin artması ve mineral madde miktarının yükselmesi ise yerelmasının bu besin öğelerini bünyesinde fazlasıyla beklemesinden kaynaklıdır. Yerelması içermeyen glütensiz ekmeklerde ise bu değeri, fazla düzeyde değildir. Yerelması katkısı, önemli bir etkiyi ürüne yansıtmıştır. Doymuş yağ asitleri ve tekil doymamış yağ asitleri değeri azalmakta ve çoklu doymamış yağ asitleri ise artış belirledi.

Mikro besin ögelerine yönelik analizlerde, en önemli bilgilerden birisi ise diyet lifidir. Yerelmasının yüksek lif içeriği hidroksil gruplarının su ile daha fazla hidrojen bağı kurması ile su tutma kapasitesinde artış sağlar.

Yerelmasının diyet lifi özelliğinin fazla olması sonucu, bu duruma bağlı olarak değerlendirmelerin yapılmasını, önemli bir hale getirmiştir. İnsan sağlığı üzerinde diyet lifinin etkileri, diyet lifinin kan şekeri düzenlemesi, kolesterol seviyesini düşürmesi, bağırsak kanseri ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu olması, sağlık üzerine olumlu etkileri arasında sayılmaktadır. İnulinin açıklamasında, diyet lifi özelliği ile değinildiğinde, prebiyotik özelliğini göstermesinden dolayı, glütensiz ekmeklerde önemli bir kalite fonksiyonudur.

Panelistlerden gelen duyuşsal analiz sonuçlarına göre en çok beğenilen yerelması katkılı ekmek, %10 derişimle yapılan ekmek olmakla birlikte değerleri kontrol ekmeğe en yakın konsantrasyon olarak belirlenmiştir.

Bu araştırma çerçevesinde yer elması miktarının artması ile beraber ekmeğın makro ve mikro besin ögelerinin (selenyum, kalsiyum magnezyum ve potasyum miktarları), duyuşsal beğenilirliğinin arttığı, yer elması katkılı glütensiz ekmeklerin iç ve dış görünüşünde iyileşme olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmada glütensiz ekmek üretiminde hem besin değerini arttırmak, hem de bazı kalite kusurlarını gidermek için yer elması katkısının faydalı olacağı sonucuna varılmıştır

## KAYNAKLAR

- Abdel-Kader, Z. M.** (2001). Enrichment of Egyptian ‘Balady’ bread. Part 2. Nutritional values and biological evaluation of enrichment with decorticated cracked broadbeans flour (Vicia faba L.). *Food/Nahrung*, 45(1), 31-34.
- Abou-Arab, A.A., Talaat, H.A. and Abu-Salem, F. M.** (2011). “Physico-Chemical Properties of Inulin Produced From Jerusalem Artichoke Tubers on Bench and Pilot Plant Scale”, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(5), pp. 1297-1309.
- Ahlborn, G. J., Pike, O. A., Hendrix, S. B., Hess, W. M., & Huber, C. S.** (2005). Sensory, mechanical, and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. *Cereal chemistry*, 82(3), 328-335.
- Altuğ Onoğur, T. ve Elmacı, T.** (2011). *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*, İzmir: Sidas Medya Ltd. Şti.
- Anonim, D. K. P.** (2007). Ormançılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- Arendt, E.** (2009). “Development of Gluten-Free Cereal Products”, *Gluten-Free*, pp. 38-40.
- Ashtari, S., Pourhoseingholi, M. A., Rostami, K., Aghdaei, H. A., Rostami-Nejad, M., Busani, L., ... & Zali, M. R.** (2019). Prevalence of gluten-related disorders in Asia-Pacific region: a systematic review. *Journal of Gastrointestinal & Liver Diseases*, 28(1).
- Aslantaş, O., & Yıldız, S.** (2008). Türkiye’de Kullanılan Enteral Beslenme Ürünlerinin Mikrobiyolojik Açıdan İncelenmesi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 36(1-2), 23-30.
- Atlıhan, N.** (2011). “Yerelmasından İzole Edilen Bir *Clostridium* Türünün İnülinazının Bazı Özellikleri”, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aziz, S., Muzaffar, R., Zafar, M.N., Mehnaz, A., Mubarak, M., Abbas, Z., et al.** (2007). “Celiac Disease in Children With Persistent Diarrhea And Failure to Thrive”, *J Coll Physicians Surg Pak*, 17(9), pp. 554–557.
- Barada, K., Abu Daya, H., Rostami, K., Catassi, C.** (2012). Celiac Disease in the Developing World”, *Gastrointest Endosc Clin N Am*, 22(4), pp. 773–96.
- Barişık, D., & Tavman, Ş.** (2018). Glütensiz Ekmek Formülasyonlarında Nohut Unu Kullanımının Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 16(1), 33-41.
- Capriles, V.D. and Arêas, J.A.** (2013). “Effects of Prebiotic Inulin-Type Fructans on Structure, Quality, Sensory Acceptance and Glycemic Response of Gluten-Free Breads”, *Food & Function*, 4(1), pp. 104-110.

- Capriles, V.D., Martini, L.A. and Arêas, J.A.G.** (2009). "Metabolic Osteopathy in Celiac Disease: Importance of a Gluten-Free Diet", *Nutrition Reviews*, 67(10), pp. 599-606.
- Catassi, C., Fabiani, E., Iacono, G., D'Agate, C., Francavilla, R., Biagi, F., ... ve Pianelli, G.** (2007). Çölyak hastalığı olan hastalar için güvenli bir gluten eşiği oluşturmak amacıyla prospektif, çift kör, plasebo kontrollü bir çalışma. *Amerikan klinik beslenme dergisi* , 85 (1), 160-166.
- Catassi, C., Ratsch, I. M., Gandolfi, L., Pratesi, R., Fabiani, E., El Asmar, R., ... and Vizzoni, L.** (1999). "Why is Coeliac Disease Endemic in the People of the Sahara?", *The Lancet*, 354(9179), pp. 647-648.
- Cauvain, S.** (2015). Other cereals in breadmaking. In *Technology of breadmaking* (pp. 377-397). Springer, Cham.
- Ciclitira, P.J., Ellis, H.J. and Lundin, K.E.A.** (2005). "Gluten-Free Diet-What is Toxic?", *Practice & Research Clinical Gastroenterology*, Volume: 19, Number: 3, pp. 359-371.
- Codex Alimentarius Commission**, 2000.
- Codex alimentarius commission.** Draft revised codex standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten. 2008;42-64
- Coussement, P.** (1999). "Inulin and Oligofructose as Dietary Fiber: Analytical, Nutritional and Legal Aspects", *Food Science and Technology-New York-Marcel Dekker-*, pp. 203-212.
- Cummings, J.H. and Macfarlane, G.T.** (1997). "Colonic Microflora: Nutrition and Health", *Nutrition*, 13(5), pp. 476-478.
- Cummins, A.G. and Thomson, I.C.**, (2009). "Prevalence of Celiac Disease in the Asia-Pacific Region", *Journal Gastroenterol Hepatol*, 24, pp. 1347-1351.
- Dan, A., Ghosh, S. and Moulik, S.P.** (2009). "Physicochemical Studies on the Biopolymer Inulin: A Critical Evaluation of Its Self-Aggregation, Aggregate-Morphology, Interaction With Water, and Thermal Stability", *Biopolymers: Original Research on Biomolecules*, 91(9), pp. 687-699.
- Delzenne, N.M., Cani, P.D. and Neyrinck, A.M.** (2007). "Modulation of Glucagon-Like Peptide 1 and Energy Metabolism By Inulin and Oligofructose: Experimental Data", *The Journal of Nutrition*, 137(11), pp. 2547S-2551S.
- Dirim, S.N., Ergün, K., Çalşkan, G., Özalp, H. ve Balkesen, N.** (2014). "Farklı Unların Ekmeğin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi", *Akademik Gıda*, Cilt: 12, Sayı: 4, ss. 27-35.
- Drabińska, N., Rosell, C. M. and Krupa-Kozak, U.** (2017). Inulin-Type Fructans Application in Gluten-Free Products: Functionality and Health Benefits", *Bioactive Molecules in Food*, pp. 1-40.
- Drabińska, N., Zieliński, H. and Krupa-Kozak, U.** (2016). "Technological Benefits of Inulin-Type Fructans Application in Gluten-Free Products—A Review", *Trends in Food Science & Technology*, Volume: 56, pp. 149-157.
- Dülger, D. ve Şahan, Y.** (2011). "Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri", *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt: 25, Sayı: 2, ss. 147-157.

- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA).** (2011). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to chitosan and reduction in body weight (ID 679, 1499), maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 4663), reduction of intestinal transit time (ID 4664) and reduction of inflammation (ID 1985) pursuant to Article 13 (1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA Journal*, 9(6), 2214.
- Erdemir, Z. Ş.** (2015). *Isil İşlem Görmüş Bakla Ezme Tozunun Ekmek Yapımında Kullanımı Ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi* (Master's Thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Fassano, A., & Catassi, C.** (2012). Celiac disease. *N Engl J Med*, 367, 2419-26.
- Fermin, B. C., Hahm, T. S., Radinsky, J. A., Kratochvil, R. J., Hall, J. E., & Lo, Y. M.** (2005). Effect of proline and glutamine on the functional properties of wheat dough in winter wheat varieties. *Journal of Food Science*, 70(4), E273-E278.
- Frutos, M. J., Guilabert-Antón, L., Tomás-Bellido, A., & Hernández-Herrero, J. A.** (2008). Effect of artichoke (*Cynara scolymus* L.) fiber on textural and sensory qualities of wheat bread. *Food Science and Technology International*, 14(5\_suppl), 49-55.
- Gallagher, E.** (2008). "Formulation and Nutritional Aspects of Gluten-Free Cereal Products and Infant Foods", *In Gluten-Free Cereal Products and Beverages*, pp. 321-346.
- Gallagher, E., Gormley, T.R. and Arendt, E.K.** (2004). Recent Advances in the Formulation of Gluten-Free Cereal-Based Products", *Trends in Food Science & Technology*, 15(3-4), pp. 143-152.
- Gandhi, Y. S., Bankar, V. H., Vishwakarma, R. P., Satpute, S. R., & Upkare, M. M.** (2017). Reducing Sugar Determination of Jaggery by Classical Lane and Eynon Method & 3, 5-Dinitrosalicylic Acid Method. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, 3(6), 602-606.
- Giarnetti, M., Paradiso, V. M., Caponio, F., Summo, C. and Pasqualone, A.** (2015). "Fat Replacement in Shortbread Cookies Using An Emulsion Filled Gel Based on Inulin and Extra Virgin Olive Oil", *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), pp. 339-345.
- Gürsoy, S., Güven, K. ve Şimsek, T.** (2005). "The Prevalence of Unrecognized Adult Celiac Disease in Central Anatolia", *Journal of Clinical Gastroenterology*, 39(6), pp. 508-511.
- Hamlyn, P.** (1969). "The Marshal Cavendish Encyclopedia of Gardening", *Garrod & Lofthouse International LTD*, 8, pp. 872-873.
- Hatipoğlu, S.** (2016). *Patates unu Ve Gam ilavesinin Glutensiz Ekmek Kalitesi Üzerine Etkileri* (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Hatta, E., Matsumoto, K., & Honda, Y.** (2015). Bacillolysine, papain, and subtilisin improve the quality of gluten-free rice bread. *Journal of Cereal Science*, 61, 41-47.
- Hayit, F.** (2018). "Çölyak Hastalarına Yönelik Kısmi Pişirilerek Dondurma Yöntemi İle Glutensiz Ekmek Üretimi ve Kalitesinin Araştırılması",

*Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

- Hayit, F., & Hülya, G.** (2017). Çölyak ve Çölyak Hastaları İçin Üretilen Ekmeklerin Kalite Özellikleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 163-169.
- Hoppe, C., Göbel, R., Kristensen, M., Lind, M. V., Matthiessen, J., Christensen, T., ... and Husby, S.** (2017). "Intake and Sources of Gluten in 20-To 75-Year-Old Danish Adults: A National Dietary Survey", *European journal of nutrition*, 56(1), pp. 107-117.
- Işık, F.** (2013). "Salça Üretim Atıklarının Tarhana Üretiminde Kullanımı", *Doktora Tezi*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- İşleroğlu, H., Dirim, S.N. ve Kaymak Ertekin, F.** (2009). "Gluten İçermeyen, Hububat Esaslı Alternatif Ürün Formülasyonları ve Üretim Teknolojileri", *Gıda*, Cilt: 34, Sayı: 1, ss. 29-36.
- Kalkan, İ., & Özarık, B.** (2017). Tam Buğday Ekmeği ve Sağlık Üzerine Etkisi. *Aydın Gastronomy*, 1(1), 37-46.
- Kandıralı, Ş.** (2014). Özel Bir Sağlıklı Beslenme ve Diyet Danışmanlığı'na Başvuran Danışanların Fonksiyonel Besinlere Yönelik Farkındalığı, Bilgi Düzeyleri ve Tüketim Sıklıklarının Araştırılması. Master's thesis, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Karahmet, F.** (2018). Çölyak hastalığı'nda teşhis süresi. *Ege Tıp Dergisi*, 57(4), 228-231.
- Kays, S.J. and Nottingham, S.F.** (2007). *Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke: Helianthus tuberosus L.* CRC Press.
- King, A.D., Hocking, A.D., Pitt, J.I.** (1979). Dichloran-rose bengal medium for enumeration and isolation of molds from foods. *Applied and Environmental Microbiology*, 37(5), 959-964.
- Kocsis, L., Kaul, H. P., Praznik, W. and Liebhard, P.** (2008). Influence of Harvest Date on Tuber Growth, Tuber Dry Matter Content, Inulin and Sugar Yield of Different Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Cultivars in the Semiarid Production area of Austria", *Ger J Agron*, 12, pp. 8-21.
- Korus, J., Grzelak, K., Achremowicz, K. and Sabat, R.** (2006). "Influence of Prebiotic Additions on The Quality of Gluten-Free Bread and on The Content of Inulin and Fructooligosaccharides", *Food Science and Technology International*, 12(6), pp. 489-495.
- Kutlu, T.** (2019). "Glutensiz Diyet: Gerçekten Her Zaman Yararlı mı?", *Türk Pediatri Ars*, 54(2), ss. 73-75.
- Lachman, J., Kays, S.J., Nottingham, S.F.** (2008). "Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke *Helianthus tuberosus* L.", *Biologia Plantarum*, 52(3), pp. 492-492.
- Lionetti, E. and Catassi, C.** (2011). "New Clues in Celiac Disease Epidemiology, Pathogenesis, Clinical Manifestations, and Treatment", *International Reviews of Immunology*, 30(4), pp. 219-231.
- Lionetti, E., Gatti, S., Pulvirenti, A., Catassi, C.** (2015). Celiac Disease From A Global Perspective", *Best Pract Res Clin Gastroenterol*, 29(3), pp. 365-379.

- Lobo, A. R., Cocato, M. L., Jorgetti, V., de Sá, L. R., Nakano, E. Y., & Colli, C.** (2009). Changes in bone mass, biomechanical properties, and microarchitecture of calcium-and iron-deficient rats fed diets supplemented with inulin-type fructans. *Nutrition Research*, 29(12), 873-881.
- Makharria, GKD** (2014). Çölyak hastalığı için güncel ve ortaya çıkan tedavi. *Tipta Sınırlar*
- Martínez, M. M., Díaz, Á., & Gómez, M.** (2014). Effect of different microstructural features of soluble and insoluble fibres on gluten-free dough rheology and bread-making. *Journal of Food Engineering*, 142, 49-56.
- Matusek, A., Merész, P., Le, T.K.D. and Örsi, F.** (2009). “Effect of Temperature and pH on the Degradation of Fructo-Oligosaccharides”, *European Food Research and Technology*, 228(3), 355-365.
- Melek, F.R., Gershenzon, J., Lee, E. and Mabry, T. J.** (1984). “Sesquiterpene Lactones of *Helianthus gracilentus*”, *Phytochemistry*, 23(10), ss. 2277-2279.
- Miñarro, B., Albanell, E., Aguilar, N., Guamis, B., & Capellas, M.** (2012). Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. *Journal of Cereal Science*, 56(2), 476-481.
- Morreale, F., Benavent-Gil, Y. and Rosell, C.M.** (2019). “Inulin Enrichment of Gluten Free Breads: Interaction Between Inulin and Yeast”, *Food Chemistry*, 278, pp. 545-551.
- Mustalahti, K.** (2006). “Unusual Manifestations of Celiac Disease”, *Indian Journal of Pediatrics*, 73, pp. 711-716.
- NIH Consens State Sci Statements.** (2004). “NIH Consensus Development Conference on Celiac Disease”, 21, pp. 1-23.
- Nilsson, U., Öste, R. and Jägerstad, M.** (1987). “Cereal Fructans: Hydrolysis By Yeast Invertase, in Vitro and During Fermentation”, *Journal of Cereal Science*, 6(1), pp. 53-60.
- Nyman, M.** (2002). Fermentation and Bulking Capacity of Indigestible Carbohydrates: The Case of Inulin and Oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87(S2), S163-S168.
- Olgun, M., Başçiftçi, Z.B., Ayter, N.G., Kutlu, İ., Akın, A. ve Karaduman, Y.** (2013). “Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinde Protein Oranının Üç Farklı Analiz Yöntemine Göre Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma”, *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2), ss. 80-87.
- Öncül, N. ve Ensoy, Ü.** (2010). “Kjeldahl Yöntemiyle Ham Protein Tayini”, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü*, Tokat, ss. 10-12.
- Örnebro, J., Nylander, T., Eliasson, A. C., Shewry, P. R., Tatham, A. S., & Gilbert, S. M.** (2001). Adsorption of the high molecular weight glutenin subunit 1Dx5 compared to the 58-kDa central repetitive domain and  $\alpha$ -gliadins. *Journal of Cereal Science*, 34(2), 141-150.
- Özgüdenli, O., & Uzunağaç, Ö.** (2014). Selçuklu Anadolu'su'nda Ekmek. *Marmara Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 43-72.
- Özkaya, H. ve Kahveci, B.** (1990). *Tahıl Ürünleri ve Analiz Yöntemleri*, Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği.

- Özüğür, G. ve Hayta, M.** (2011). “Tahıl Esaslı Glutensiz Ürünlerin Besinsel ve Teknolojik Özelliklerinin İyileştirilmesi”, *Gıda*, Cilt: 36, Sayı: 5, ss. 287-294.
- Paciulli, M., Rinaldi, M., Cirlini, M., Scazzina, F., & Chiavaro, E.** (2016). Chestnut flour addition in commercial gluten-free bread: A shelf-life study. *LWT*, 70, 88-95.
- Pala, A.** (2012). Farklı yöntemlerle kurutulmuş elde edilen boza tozunun hamur reolojik ve ekmek kalitesi üzerine etkisi. Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pehlivan, C.** (2016). “Çölyak Hastaları İçin Ekmek Yapımında Gölevez (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Yumrusunun Kullanımı”, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Peña, R. J., Gonzalez-Santoyo, H., & Cervantes, F.** (2004). Bread-Making Quality-Related Parameters Commonly Used in Wheat Breeding. *The Gluten Proteins*, 295, 156.
- Petrov, K., Popova, L., & Petrova, P.** (2017). High lactic acid and fructose production via Mn<sup>2+</sup>-mediated conversion of inulin by *Lactobacillus paracasei*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101(11), 4433-4445.
- Praznik, W., Cieşlik, E., & Filipiak-Florkiewicz, A.** (2002). Soluble dietary fibres in Jerusalem artichoke powders: Composition and application in bread. *Food/Nahrung*, 46(3), 151-157.
- Pruska-Kedzior A, Kedzior Z, Goracy M, Pietrowska K, Przybylska A, Spsychalska K.** 2008. Comparison of rheological, fermentative and baking properties of gluten-free dough formulations. *Eur Food Res Technol*, 227: 1523–1536).
- Pulkrabová, J., Tomaniová, M., Godulová, V., Cejpek, K. and Hajřlová, J.** (2012). “Chemical Reactions in Foods VII(I). Prague, Czech Republic. ISBN 978-80-7080-836-8.
- Reimer, R.A. and McBurney, M.I.** (1996). “Dietary Fiber Modulates Intestinal Proglucagon Messenger Ribonucleic Acid and Postprandial Secretion of Glucagon-Like Peptide-1 and Insulin in Rats”, *Endocrinology*, 137(9), pp. 3948-3956.
- Ribotta, P. D., Ausar, S. F., Morcillo, M. H., Pérez, G. T., Beltramo, D. M., & León, A. E.** (2004). Production of gluten-free bread using soybean flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(14), 1969-1974.
- Roberfroid, M.B.** (2002). “Functional Foods: Concepts and Application to Inulin and Oligofructose”, *British Journal of Nutrition*, 87(S2), pp. S139-S143.
- Roberfroid, M.B.** (2005). Introducing Inulin-Type Fructans”, *British Journal of Nutrition*, 93(S1), pp. S13-S25.
- Romanos, J., Van Diemen, C. C., Nolte, I. M., Trynka, G., Zhernakova, A., Fu, J., ... and Wijmenga, C.** (2009). “Analysis of HLA and Non-HLA Alleles can Identify Individuals at High Risk for Celiac Disease”, *Gastroenterology*, 137(3), pp. 834-840.
- Rubel, I.A., Iraporda, C., Novosad, R., Cabrera, F.A., Genovese, D.B. and Manrique, G.D.** (2018). “Inulin Rich Carbohydrates Extraction From Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers and



- Application of Different Drying Methods”, *Food Research International*, 103, pp. 226-233.
- Salinas, M. V., & Puppo, M. C.** (2015). Optimization of the formulation of nutritional breads based on calcium carbonate and inulin. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1), 95-101.
- Schober, T. J.** (2009). Manufacture of gluten-free specialty breads and confectionery products. *Gluten-free Food Science and Technology*, 130-180.
- Seiler, G.J. and Brothers, M.E.** (1999). “Oil Concentration and Fatty Acid Composition of Achenes of Helianthus Species (*Asteraceae*) from Canada”, *Economic Botany*, 53(3), pp. 273-280.
- Shoab, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H. R. and Niazi, S.** (2016). “Inulin: Properties, Health Benefits and Food Applications”, *Carbohydrate Polymers*, 147, pp. 444-454.
- Silva, D.G., Cooper, P.D. and Petrovsky, N.** (2004). “Inulin-Derived Adjuvants Efficiently Promote Both Th1 and Th2 Immune Responses”, *Immunology and cell biology*, 82(6), pp. 611-616.
- Singh, P., Arora, A., Strand, T.A., Leffler, D.A., Catassi, C., Green, P.H., Kelly, C.P., Ahuja, V. and Makharia, G.K.** (2018). “Global Prevalence of Celiac Disease: Systematic Review and Meta-Analysis”, *Clin Gastroenterol Hepatol*, 16(6), pp. 823-836.
- Sood, A., Midha, V., Sood, N., Avasthi, G. and Sehgal, A.** (2006). Prevalence of Celiac Disease Among School Children in Punjab, North India”, *J Gastroenterol Hepatol*, 21(10), pp. 1622–1625.
- Stevens, C.V., Meriggi, A. and Booten, K.** (2001). “Chemical Modification of Inulin, a Valuable Renewable Resource, and Its Industrial Applications”, *Biomacromolecules*, 2(1), pp. 1-16.
- Takeuchi, J. ve Nagashima, T.** (2011). “Kudüs Enginarından (*Helianthus tuberosus*) Yumrularından Kuru Yongaların Hazırlanması ve Fonksiyonel Özelliklerinin Analizi”, *Gıda Kimyası*, 126(3), ss. 922-926.
- Taranta, A., Fortunati, D., Longo, M., Rucci, N., Iacomino, E., Aliberti, F., ... and Borghi, M.O.** (2004). “Imbalance of Osteoclastogenesis-Regulating Factors in Patients With Celiac Disease”, *Journal of Bone and Mineral Research*, 19(7), pp. 1112-1121.
- Tosun, A., & Özkal, N.** (2000). Helianthus Türleri-nin Kimyasal İçeriği ve Biyolojik Etkileri. *Ankara Ecz Fak Der*, 29(2), 49-74.
- Türksoy, S. ve Özkaya, B.** (2006). “Gluten ve Çölyak Hastalığı”, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu, ss. 807-810.
- Ulusoy, H. G., & Rakıcioğlu, N.** (2019). Glutensiz Diyetin Sağlık Üzerine Etkileri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 1-6.
- V., Tran, G., Chapoutot, P., Bastianelli, D. and Lebas, F.** (2015). “Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*)”. <https://agritrop.cirad.fr/582540/1/ID582540.pdf>, Erişim tarihi: 03.02.2020.
- Vandamme, E.J., De Baets, S. and Steinbüchel, A.** (2002). “Biopolymers, Polysaccharides II: Polysaccharides from Eukaryotes”, *Wiley-Blackwell*, 6.

- Vazquez, H., Smecuol, E., Flores, D., Mazure, R., Pedreira, S., Niveloni, S., ... & Bai, J. C.** (2001). Relation between cigarette smoking and celiac disease: evidence from a case-control study. *The American Journal of Gastroenterology*, 96(3), 798-802.
- Vázquez-Gutiérrez, J.L., Johansson, D. and Langton, M.** (2016). “Effects of Added Inulin and Wheat Gluten on Structure of Rye Porridge”, *LWT-Food Science and Technology*, 66, pp. 211-216.
- Vici, G., Belli, L., Biondi, M. and Polzonetti, V.** (2016). “Gluten Free Diet and Nutrient Deficiencies: A Review”, *Clinical Nutrition*, 35(6), pp. 1236-1241.
- Weaver, C. M.** (2005). Inulin, oligofructose and bone health: experimental approaches and mechanisms. *British journal of Nutrition*, 93(S1), S99-S103.
- Wierdsma, N. J.** (2013). van Bokhorst-de van der Schueren MA, Berkenpas M, Mulder CJ, van Bodegraven AA. *Vitamin and mineral deficiencies are highly prevalent in newly diagnosed celiac disease patients. Nutrients*, 5(10), 3975-3992.
- Wieser, H.** (2007). “Chemistry of Gluten Proteins”, *Food Microbiology*, 24(2), pp. 115-119.
- Youn, J., Ok-Hwan, L.E.E. and Won, B.Y.** (2017). “Effect of Inulin in Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Flour on the Viscoelastic Behavior of Cookie Dough and Quality of Cookies”, *Proceedings of the International Food Operations and Processing Simulation Workshop*, 7, pp. 35-44.
- Yuan, X, Gao, M., Xiao, H., Tan, C. ve Du, Y.** (2012). Kudüs enginarının (*Helianthus tuberosus* L.) serbest radikal süpürme aktiviteleri ve biyoaktif maddeleri bırakır. *Besin Kimyası* , 133 (1), 10-14.
- Ziobro, R., Korus, J., Juszczak, L. and Witczak, T.** (2013). “Influence of Inulin on Physical Characteristics and Staling Rate of Gluten-Free Bread”, *Journal of Food Engineering*, 116(1), pp. 21-27.
- Živančev, D., Torbica, A., Tomić, J., & Janić-Hajnal, E.** (2016). Possibility of utilization alternative cereals (millet and barley) for improvement technological properties of bread gained from flour of poor technological quality. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 20(4), 165-169.

## **EKLER**

**Ek 1 : Ürün İncelemesi**



## Ek 1 : Ürün İncelemesi

PENELİSTİN ADI SOYADI.....

TARİH:..... SAAT:.....

Aşağıda verilmiş olan ürünleri 5 üzerinden değerlendirin

1: çok kötü 2: Kötü 3:Orta 4: iyi 5:Çok iyi

KALİTE KRİTERLERİ	ÖRNEK KODLARI					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
GÖZENEK YAPISI						
TEKSTÜR						
KABUK (DIŞ) RENGİ						
İÇ RENGİ						
TAT VE AROMA						
YABANCI TAT VE KOKU						
GENEL BEĞENİ						

E1:%0 E2:%5 E3:%10 E4:%15 E5:%20 E6:%25

## **ÖZGEÇMİŞ**

### **KİŞİSEL BİLGİLER**

**İsim:** Farnoush AHMETOĞLU

**Doğum Yeri:** Tahran/İran

**Doğum Tarihi:** 31 / 01 / 1966

**Uyruğu:** İran



### **ÖĞRENİM DURUMU**

#### **Yüksek Lisans**

İstanbul Aydın Üniversitesi - (Örgün Öğretim)

Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Güvenliği Anabilim Dalı (Türkçe) (02.2016-09.2019)

#### **Üniversite (Lisans)**

Ulum Pezeshki İran Üniversitesi - (Örgün Öğretim)

Ebelik (Farsça) (02.1986-09.1990)