

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI**

**İRMİK VE BUĞDAY UNU PAÇALLARI İLE ÜRETİLEN**  
**MAKARNA ÜRÜNLERİNE GLİKOZ OKSİDAZ**  
**UYGULAMALARININ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Merve Nur SATAN**

**İstanbul**

**Ocak- 2025**

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI**

**İRMİK VE BUĞDAY UNU PAÇALLARI İLE ÜRETİLEN**  
**MAKARNA ÜRÜNLERİNE GLİKOZ OKSİDAZ**  
**UYGULAMALARININ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Merve Nur SATAN**

**Tez Danışmanı**

**Doç. Dr. İbrahim GÜLSEREN**

**İstanbul**

**Ocak- 2025**

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Doç. Dr. İbrahim GÜLSEREN

Üye Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YILDIZ

Üye Doç. Dr. Banu METİN

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Erhan İÇENER

Enstitü Müdürü

## **BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ**

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**İrmik ve Buğday Unu Paçalları ile Üretilen Makarna Ürünlerine Glikoz Oksidaz Uygulamalarının Etkisinin İncelenmesi**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Merve Nur SATAN

## ÖN SÖZ

Tez çalışmamda desteğini, bilgisini, ilgisini ve sevgisini esirgemeyen çok değerli hocam Sayın Doç. Dr. İbrahim GÜLSEREN'e ve desteğini esirgemeyen hocam Arş. Gör. Hatice Ebrar KIRTIL'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Eğitim hayatım boyunca bana her zaman desteğini, bilgisini ve sevgisini esirgemeyen, motivasyon veren ve bu mesleği sevmemde en büyük etkisi olan sevgili hocam Sayın Prof. Dr. Bülent NAZLI'ya hayatıma kattıkları için çok teşekkür ederim.

Maddi manevi tüm destekleriyle her zaman yanımda olan, karşıma çıkabilecek tüm sorunları çözebilecek güçlerini ve kuvvetlerini her zaman arkamda hissettiğim, varlıklarıyla beni güçlü bir kadına dönüştüren canım annem Ayşe SATAN ve canım babam Murat SATAN'a beni bu günlere getirdikleri ve benim için yaptıkları her şey için teşekkürü borç bilirim.

Beraber büyüdüğüm, düştüğümde beni elimden tutup kaldıran, mutsuz olduğumda beni güldürmek için her şeyi yapan, varlığıyla bana güç veren, motivasyon kaynağım, canımdan çok sevdiğim her şeyim, kardeşim Mert Necati SATAN'a teşekkür ederim.

Küçüklükten bu yana bana her zaman destek olan canım babaannem Necmiye SATAN'a, büyürken yanımda olup bana ilgisini, sevgisini ve desteğini esirgemediği için teşekkür ederim.

Tez sürecim boyunca bana desteklerini esirgemeyen Mirpain Gıda Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Genel Müdürü Sayın Faruk HACIBAYRAMOĞLU'na, sevgisini, desteğini ve ilgisini esirgemeyen Sayın AR-GE Müdürümüz Pınar ERDAL'a teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarım boyunca bana tüm desteğini, bilgisini sağlayan, beni her koşulda cesaretlendiren sevgili ekip arkadaşım Hüseyin YÜCEL'e, sevgili meslektaşım İrem ÖZDEMİR'e ve tüm Mirpain Gıda Ar-Ge ekibine teşekkür ederim.

Eğitim hayatımdan bu yana bana desteğini ve sevgisini esirgemeyen canım arkadaşım, meslektaşım Nilay Şevval GÜNEŞ'e, başarıma her zaman güvenen ve bilgisini, sevgisini esirgemeyen canım arkadaşım meslektaşım Yüksek Müh. Hümeysra ODABAŞ'a teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca yanımda olan aileme, arkadaşlarıma, sevdiğime ve beni destekleyen herkese teşekkür ederim.

**Merve Nur SATAN**

**İstanbul- 2025**



**ÖZET**

**İRMİK VE BUĞDAY UNU PAÇALLARI İLE ÜRETİLEN  
MAKARNA ÜRÜNLERİNE GLİKOZ OKSİDAZ  
UYGULAMALARININ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Merve Nur SATAN**

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İbrahim GÜLSEREN

Ocak, 2025- 103 Sayfa

Bu çalışmada, fırıncılık sektöründe hamur stabilitesinin artırılması, hamurun işlenebilirliğinin kolaylaştırılması, ekmeğin duyuusal ve görsel özelliklerinin iyileştirilmesinde sıklıkla kullanılan glikoz oksidaz enziminin makarna paçalarında kullanımını incelenmiştir. Bu bağlamda farklı oranlarda buğday unu ve irmikle paçal yapılmasıyla üretilen makarna ürünlerine, glikoz oksidaz farklı konsantrasyonlarda eklenerek enzimin makarna üzerindeki etkisi araştırılmıştır. İrmığe farklı oranlarda (%0, 20, 30, 40 ve 50) buğday unu katılmasıyla spagetti tipinde makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Makarna ürünleri üretilirken karışıma farklı konsantrasyonlarda (10, 15 ve 20 ppm) glikoz oksidaz eklenmiştir. Spagetti örneklerine renk, tekstür (sertlik ve yapışkanlık), pişirme kaybı ve duyuusal analizler uygulanmıştır. Sonuçlar %100 durum buğdayından elde edilen irmik ile üretilen makarna (kontrol) numunesinin sonuçları ile kıyaslanmıştır. Sadece irmik ile üretilen makarnalar bir makarna ürününde olması gereken tekstürel ve renk özelliklerine sahip ürünler olduğundan, irmığe buğday unu ilavesinin makarnanın sahip olduğu özellikler üzerinde oluşturduğu tahribatı, glikoz oksidaz katkısının iyileştirip iyileştirmediği incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; glikoz oksidazın bazı konsantrasyonlarda ilavesinin makarna üretiminde tekstürel (sertlik ve yapışkanlık) özellikleri iyileştirdiği görülmüştür. Glikoz oksidazın 10 ve 15 ppm konsantrasyonlardaki katkısının makarna numunelerindeki yapışkanlık değerini düşürdüğü ve 20 ppm enzim ilavesinin yapışkanlığı tekrar yükselttiği gözlemlenmiştir. Glikoz oksidaz katkılı tüm makarna numunelerinde, katkı eklenmeden üretilen makarna numuneleri ve kontrol numunesiyle kıyaslandığında düşük yapışkanlık değeri görülmüştür. Sertlik analizinde ise, 10 ve 15 ppm glikoz oksidaz irmığe %20 buğday unu ve %30 buğday unu

ilavesiyle üretilen paçalarında, enzim eklenmemiş makarna numunelerinden daha yüksek sonuç almış olup, konsantrasyon 20 ppm'e yükseldiğinde sertlik değeri düşmeye başlamıştır. Pişmiş makarna numunelerinin renk değerlerinde tüm grupları kontrol ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir ( $p < 0,05$ ). Kuru makarna örneklerinin renk değerleri kontrol makarna ile karşılaştırıldığında, bazı gruplarda  $L^*$  ve  $a^*$  parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunurken ( $p > 0,05$ ),  $b^*$  parametresinde anlamlı fark bulunamamıştır ( $p < 0,05$ ). Makarnaların sertlik değerinde, tamamen buğday unuyla üretilen makarna örneği hariç, diğer gruplarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ( $p > 0,05$ ), tüm makarna gruplarında yapışkanlık değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlenmiştir ( $p > 0,05$ ). Pişirme kaybı ve duyu analizi değerleri kontrol numunesi ile kıyaslandığında istatistiksel anlamlı farklılıklar görülmüştür ( $p > 0,05$ ). Renk ve pişirme kaybı analizlerinde glikoz oksidaz uygulamalarıyla belirleyici bir etki elde edilmemiştir. Oluşan farklılıkların irmiğin buğday unu ile paçal yapılması kaynaklı olduğu değerlendirilmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarında %80 İrmik +%20 Buğday Unu+ 10 ppm glikoz oksidaz içeren makarna numunesi panelistler tarafından 6 parametrenin 4'ünde (yapışkanlık, çiğnenebilirlik, tat ve aroma ve genel kabul edilebilirlik) en yüksek skorları almış ve 5 numune içerisinde en az yapışkanlık gösteren, en yüksek çiğnenebilirlik, tat ve aromaya sahip, genel kabul edilebilirliği en yüksek makarna olduğundan tercih edilecek numune olarak belirlenmiştir.

Tekstür analizleri sonucunda %80 irmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz makarna numunesi en yüksek değerlendirmeye sahip olmuştur. Sertlik değeri kontrol numunesiyle kıyaslandığında  $218,4 \pm 12,4$ 'ten,  $241 \pm 3,1$ 'e yükselmiş, yapışkanlık değeri ise  $13,0 \pm 1,8$ 'den,  $9,4 \pm 1,3$ 'e düşmüştür. Pişirme kayıplarının  $14,5 \pm 10,5$ 'ten,  $14 \pm 6,0$  'a düştüğü görülmüştür. Renk değerlerinde pişmiş makarna numunelerinin  $L^*$  değerinde yaklaşık %4 düşüş,  $a^*$  değerinde yaklaşık %45 yükseldiği ve  $b^*$  değerinde yaklaşık %40 düşüş olduğu gözlemlenirken, kuru makarna numunelerinde ise,  $L^*$  değerinde yaklaşık %7 düşüş,  $a^*$  değerinde yaklaşık %15 yükseldiği ve  $b^*$  değerinde yaklaşık %30 düşüş olduğu gözlemlenmiş ve kontrol makarna numunesi ile kıyaslandığında elde edilen olumsuz sonuçların buğday unu kaynaklı olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda glikoz oksidazın buğday unu ile paçal yapılarak üretilen makarna ürünlerinde tekstürel değerleri iyileştirme amacıyla kullanılabilceği değerdendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Makarna, Glikoz Oksidaz, İrmik, Buğday Unu, Enzim



**ABSTRACT**

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF GLUCOSE OXIDASE  
TREATMENTS ON PASTA PRODUCTS PRODUCED WITH  
SEMOLINA AND WHEAT FLOUR BLENDS**

**Merve Nur SATAN**

Master, Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İbrahim GULSEREN

January, 2025 – 103 Pages

In this study, the use of glucose oxidase enzyme, which is frequently used in the bakery sector to increase dough stability, facilitate dough workability, and improve sensory and visual properties of bread, in pasta blends was investigated. In this context, the effect of the enzyme on pasta was investigated by adding glucose oxidase enzyme at different concentrations to pasta produced by blending wheat flour and semolina at different rates was investigated by adding glucose oxidase to pasta products. Spaghetti type pasta was produced by adding wheat flour to semolina at varying concentrations (0, 20, 30, 40 and 50%). Glucose oxidase was added to the mixture at varying concentrations (10, 15 and 20 ppm) as well. Color, texture (firmness and stickiness), cooking loss and sensory analyses were applied to spaghetti samples. The results were compared with the control sample produced with 100% semolina obtained from durum wheat. Whether glucose oxidase contribution improved the damage caused by the addition of wheat flour to semolina on the properties of the pasta was evaluated based on the characteristics of the control sample. The addition of glucose oxidase at certain concentrations improved the textural (firmness and stickiness) properties in pasta production. Glucose oxidase at 10 and 15 ppm decreased the stickiness value in pasta samples and the addition of 20 ppm glucose oxidase once again increased the stickiness values. However, when the samples were compared to the controls, low stickiness values were observed in all cases with glucose oxidase. In the firmness analysis, 10 and 15 ppm glucose oxidase lead to higher firmness in blends produced by adding 20% wheat flour and 30% wheat flour to semolina when the enzyme concentration increased to 20 ppm, the firmness value started to decrease. When all groups were compared in terms of color attributes of cooked pasta samples, it was

shown that there were no statistically significant differences ( $p < 0.05$ ). When the color values of dry pasta samples were compared with the control pasta, statistically significant differences were found in  $L^*$  and  $a^*$  parameters in some groups ( $p > 0.05$ ), while no significant differences were found in the  $b^*$  parameter ( $p < 0.05$ ). In terms of firmness values, except for the pasta sample produced entirely with wheat flour, statistically significant differences were found ( $p > 0.05$ ) in other groups, while statistically significant differences were observed in stickiness values in all pasta groups ( $p > 0.05$ ). When cooking loss and sensory analysis data were compared with the control sample, statistically significant differences were observed ( $p > 0.05$ ). In color and cooking loss analyses, no decisive effect was obtained with the glucose oxidase enzyme treatments. The majority of differences were proposed to be due to the blending of semolina with wheat flour.

In the sensory analysis, the pasta sample containing 80% semolina + 20% wheat flour + 10 ppm glucose oxidase received the highest scores by the panelists in 4 out of 6 parameters (stickiness, chewiness, taste and aroma and general acceptability) and was determined as the preferred sample because it showed the least stickiness, had the highest chewiness, taste and aroma and had the highest general acceptability among the 5 samples.

As a result of the texture analyses, the pasta sample containing 80% semolina + 20% wheat flour + 10 ppm glucose oxidase had the best evaluation. The firmness value increased from  $218.4 \pm 12.4$  to  $241 \pm 3.1$  when compared to the control sample, and the adhesiveness value decreased from  $13.0 \pm 1.8$  to  $9.4 \pm 1.3$ . It was observed that cooking losses decreased from  $14.5 \pm 10.5\%$  to  $14 \pm 6.0\%$ . In terms of color values, it was observed that there was a decrease of approximately 4% in the  $L^*$  value, an increase of approximately 45% in the  $a^*$  value and a decrease of approximately 40% in the  $b^*$  value of the cooked pasta samples, while in the dry pasta samples, there was a decrease of approximately 7% in the  $L^*$  value, an increase of approximately 15% in the  $a^*$  value and a decrease of approximately 30% in the  $b^*$  value, and it was determined that the negative results obtained when compared to the control pasta sample were due to wheat flour. As a result of the analyses, glucose oxidase may be considered as an agent that can be used to improve the textural values in pasta products produced by blending semolina with wheat flour.

**Keywords:** Pasta, Glucose Oxidase, Semolina, Wheat Flour, Enzyme



# İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI .....	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET.....	v
ABSTRACT .....	viii
İÇİNDEKİLER .....	xi
TABLO LİSTESİ .....	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvii
SEMBOLLER LİSTESİ.....	xx
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xxi
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
GİRİŞ .....	1
İKİNCİ BÖLÜM .....	4
LİTERATÜR BİLGİSİ.....	4
2.1 Makarna.....	4
2.2 Makarna Üretiminde Yer Alan Hammaddeler.....	6
2.2.1 Makarnalık Buğday ve İrmiğin Temel Özellikleri.....	7
2.2.2 Ekmeklik Buğday Ununun Temel Özellikleri.....	9
2.3 Makarna Bileşenlerine Uygulanan Enzimatik Muameleler .....	11
2.3.1 Glikoz Oksidaz Muameleleri .....	13
2.4 Gıdalarda Tekstürel Analizler.....	15
2.4.1 Makarnada Yapışkanlık Analizi.....	17
2.4.2 Makarnada Sertlik Analizi .....	18
2.5 Makarnada Renk Analizleri .....	18

2.6 Makarna Pişirme Kayıpları .....	19
2.7 Makarnada Duyusal Analizler .....	20
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>21</b>
<b>MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>21</b>
3.1 Makarna Numunelerinin Üretiminde Kullanılan Hammaddeler.....	21
3.2 Makarna Numunelerinin Üretimi.....	21
3.3 Kuru ve Pişmiş Makarna Numunelerinde Renk Analizinin Yürütülmesi.....	23
3.3.1 Pişmiş Makarna Numunelerinde Renk Analizleri .....	24
3.3.2 Kuru Makarna Numunelerinde Renk Analizleri.....	25
3.4 Makarna Numunelerinde Tekstür Analizi.....	25
3.4.1 Makarna Numunelerinde Yapışkanlık Analizleri .....	25
3.4.2 Makarna Numunelerinde Sertlik Analizleri .....	26
3.5 Makarna Numunelerinde Pişirme Kaybı Analizleri.....	27
3.6 Makarna Numunelerinde Duyusal Analizler .....	28
3.7 İstatistiksel Analizler.....	31
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>32</b>
<b>BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>32</b>
4.1 Pişmiş Makarna Numunelerinin Renk Değerleri .....	32
4.2 Kuru Makarna Numunelerinin Renk Değerleri.....	43
4.3 Pişmiş Makarna Numunelerinin Tekstür Değerleri .....	56
4.3.1 Sertlik Değerleri.....	62
4.3.2 Yapışkanlık Değerleri .....	67
4.4 Pişmiş Makarna Numunelerinin Pişirme Kaybı Değerleri.....	72
4.5 Pişmiş Makarna Numunelerinin Duyusal Analiz Değerleri.....	83
<b>BEŞİNCİ BÖLÜM .....</b>	<b>89</b>
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>89</b>

<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>94</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>100</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>102</b>



## TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1: Çalışma kapsamında üretilen makarna numuneleri.....	22
Tablo 3.2: Pişmiş makarna numunelerinin duyu analizi değerlendirme parametreleri ve açıklamaları.....	30
Tablo 4.1: Pişmiş makarna numunelerinin L* değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std.}$ ).....	33
Tablo 4.2: Pişmiş makarna numunelerinin a* değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std.}$ ).....	37
Tablo 4.3: Pişmiş makarna numunelerinin b* değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std.}$ ).....	41
Tablo 4.4: Kuru makarna numunelerinin L* değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std.}$ ).....	45
Tablo 4.5: Kuru makarna numunelerinin a* değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std.}$ ).....	48
Tablo 4.6: Kuru makarna numunelerinin b* değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std.}$ ).....	51
Tablo 4.7: Makarna numunelerinin sertlik değerleri (g)( $\bar{x} \pm \text{std.}$ ).....	57
Tablo 4.8: Makarna numunelerinin yapışkanlık değerleri (g)( $\bar{x} \pm \text{std.}$ ).....	60
Tablo 4.9: Katkısız makarna numunelerinin pişirme kaybı ilk analiz sıralaması.....	76
Tablo 4.10: Katkılı (10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş) makarna numunelerinin pişirme kaybı ilk analiz sıralaması.....	77
Tablo 4.11: Katkılı (15 ppm glikoz oksidaz eklenmiş) makarna numunelerinin pişirme kaybı ilk analizi sıralaması.....	78
Tablo 4.12: Katkılı (20 ppm glikoz oksidaz eklenmiş) makarna numunelerinin pişirme kaybı ilk analiz sıralaması.....	79
Tablo 4.13: Katkısız makarna numunelerinin pişirme kaybı ikinci analiz sıralaması.....	80
Tablo 4.14: Katkılı (10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş) makarna numunelerinin pişirme kaybı ikinci analiz sıralaması.....	81

Tablo 4.15: Katkılı (15 ppm glikoz oksidaz eklenmiş) makarna numunelerinin pişirme kaybı ikinci analiz sıralaması.....	82
Tablo 4.16: Katkılı (20 ppm glikoz oksidaz eklenmiş) makarna numunelerinin pişirme kaybı ilk analiz sıralaması.....	83
Tablo 4.17: Makarna numunelerinin duysal analiz sıralaması.....	84
Tablo 4.18: Makarna numunelerinin duysal analiz değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std}$ ).....	86
Tablo 4.19: Pişmiş makarna numunelerinin L* değerlerine ait t-test değerlendirmesi.....	36
Tablo 4.20: Pişmiş makarna numunelerinin a* değerlerine ait t-test değerlendirmesi.....	39
Tablo 4.21: Pişmiş makarna numunelerinin b* değerlerine ait t-test değerlendirmesi.....	43
Tablo 4.22: Kuru makarna numunelerinin L* değerlerine ait t-test değerlendirmesi.....	47
Tablo 4.23: Kuru makarna numunelerinin a* değerlerine ait t-test değerlendirmesi.....	50
Tablo 4.24: Kuru makarna numunelerinin b* değerlerine ait t-test değerlendirmesi.....	53
Tablo 4.25: Makarna numunelerinin sertlik değerlerine ait t-test değerlendirmesi.....	59
Tablo 4.26: Makarna numunelerinin yapışkanlık değerlerine ait t-test değerlendirmesi.....	62
Tablo 4.27: Makarna numunelerinin pişirme kaybı değerlerine ait t-test değerlendirmesi.....	74

Tablo 4.28: Makarna numunelerinin duyusal analiz değerlerine ait t-test değerlendirmesi.....	87
Tablo E4.1: Makarna numunelerinin duyusal değerlendirme formu.....	100
Tablo E4.2: Makarna numunelerinin duyusal analiz değerleri.....	100



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Tekstür cihazı (Stable Micro Systems -TA.Xtplus).....	16
Şekil 3.1: Makarna üretim akış şeması.....	22
Şekil 3.2: Kolorimetre cihazı.....	24
Şekil 3.3: Tekstür analizinde yapışkanlık parametresinin ölçümü.....	26
Şekil 3.4: Tekstür analizinde sertlik parametresinin ölçümü.....	27
Şekil 3.5: Santrifüj cihazı.....	28
Şekil 3.6: Duyusal analiz yapılan makarna numuneleri.....	31
Şekil 4.1: Pişmiş makarna numunelerinin L* değerleri.....	35
Şekil 4.2: Pişmiş makarna numunelerinin a* değerleri.....	37
Şekil 4.3: Pişmiş makarna numunelerinin b* değerleri.....	41
Şekil 4.4: Kuru makarna numunelerinin L* değerleri.....	45
Şekil 4.5: Kuru makarna numunelerinin a* değerleri.....	48
Şekil 4.6: Kuru makarna numunelerinin b* değerleri.....	51
Şekil 4.7: Kontrol ve enzim katkısız makarna numuneleri.....	54
Şekil 4.8: Kontrol ve 10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numuneleri.....	54
Şekil 4.9: Kontrol ve 15 ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numuneleri.....	55
Şekil 4.10: Kontrol ve 20 ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numuneleri.....	55

Şekil 4.11: Glikoz oksidazın %100 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki sertlik değerine etkisi.....	63
Şekil 4.12: Glikoz oksidazın %80 ırmik-%20 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki sertlik değerine etkisi.....	64
Şekil 4.13: Glikoz oksidazın %70 ırmik-%30 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki sertlik değerine etkisi.....	65
Şekil 4.14: Glikoz oksidazın %60 ırmik-%40 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki sertlik değerine etkisi.....	66
Şekil 4.15: Glikoz oksidazın %50 ırmik-%50 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki sertlik değerine etkisi.....	67
Şekil 4.16: Glikoz oksidazın %100 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki yapışkanlık değerine etkisi.....	68
Şekil 4.17: Glikoz oksidazın %80 ırmik-%20 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki yapışkanlık değerine etkisi.....	69
Şekil 4.18: Glikoz oksidazın %70 ırmik-%30 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki yapışkanlık değerine etkisi.....	70
Şekil 4.19: Glikoz oksidazın %60 ırmik-%40 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki yapışkanlık değerine etkisi.....	71
Şekil 4.20: Glikoz oksidazın %50 ırmik-%50 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki yapışkanlık değerine etkisi.....	72
Şekil 4.21: Makarna numunelerinin pişirme kaybı değerleri.....	75
Şekil 4.22: Katkısız makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ilk analiz).....	76
Şekil 4.23: Glikoz oksidaz (10 ppm) eklenmiş makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ilk analiz).....	77

Şekil 4.24: Glikoz oksidaz (15 ppm) eklenmiş makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ilk analiz).....	78
Şekil 4.25: Glikoz oksidaz (20 ppm) eklenmiş makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ilk analiz).....	79
Şekil 4.26: Katkısız makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ikinci analiz).....	80
Şekil 4.27: Glikoz oksidaz (10 ppm) eklenmiş makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ikinci analiz).....	81
Şekil 4.28: Glikoz oksidaz (15 ppm) eklenmiş makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ikinci analiz).....	82
Şekil 4.29: Glikoz oksidaz (20 ppm) eklenmiş makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ilk analiz).....	83
Şekil 4.30: Duyusal analiz yapılan makarna numuneleri.....	84
Şekil 4.31: Makarna numunelerinin duyusal analiz verileri.....	85

## SEMBOLLER LİSTESİ

B	: Beta
°C	: Derece
%	: Yüzde
$\bar{x}$	: Ortalama
&	: ve
±	: Artı veya eksi



## KISALTMALAR LİSTESİ

g	: Gram
kg	: Kilogram
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	: Hidrojen Peroksit
pH	: Power Of Hydrogen
dk	: Dakika
ppm	: Milyonda Bir Birim (Parts Per Million)
ml	: Mililitre
L	: Litre
vd.	: Ve diğerleri
Ar-Ge	: Araştırma ve Geliştirme
ort.	: Ortalama
std.	: Standart Sapma
DATEM	: Monogliseritlerin Diasetil Tartarik Esterleri
SSL	: Sodyum Stearoyl Laktilat
u/g	: units/gram (birim/gram)
UNAFPA	: AB Makarna Ürünleri Üreticileri Örgütleri Birliği (Union of Organisations of Manufacturers of Pasta Products of the EU)
GDO	: Genetiği Değiştirilmiş Organizma
IUB	: Uluslararası Biyokimya Birliği (International Union of Biochemistry)
µg	: Mikrogram
kcal	: Kilokalori
mg	: Miligram
TürKamp	: Türk Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
n.d.	: Tarih Yok (No Date)

NIR : Yakın Kızılötesi Yansıtma (Near Infrared Reflectance)



# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

Makarna dünyada ve ülkemizde, muhafaza süresinin uzunluğu, çeşitliliği, kolay hazırlanabilirliği, lezzetli ve ekonomik bir ürün olması nedeniyle yaygın olarak tercih edilmekte olan bir gıdadır (Köten ve Atlı, 2021). Son dönemlerde makarna, tahıl ürünleri arasında en çok tüketilen gıda olan ekmekten daha fazla tercih edilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu ve İçişleri Bakanlığının yayınladığı verilerden yararlanarak Makarna Üreticileri ve Sanayicileri Derneği'nin oluşturduğu grafiklerde yer alan verilerde 2023 yılında yaklaşık kişi başına 2000 ton makarna üretimi gerçekleştiği tespit edilmiş (MÜSAD, 2023, [05.12.2024]). Makarna üretiminin yaklaşık 53 tonu ithalat, 1345 tonu ihracat ile karşılık bulurken, 630 tonu tüketilen makarnadır (MÜSAD, 2023, [05.12.2024]). Dünyada kişi başına yılda 199,6 kg ekmek tüketimi ile ülkemiz birinci sırada yer almaktadır (Öztürk ve Onurlubaş, 2023). UNAFPA'nın verdiği değerlerde, dünya makarna tüketiminde kişi başına 23,2 kg ile ilk sırada İtalya, 2. sırada 17,0 kg ile Tunus ve 3. sırada 13,6 kg ile Venezuela alırken, kişi başına tüketimi 7,5 kg ile Türkiye 11. Sırada yer almaktadır (UNAFPA, 2023, [03.02.2025]). Duyusal özellikleri ve besleyiciliği yüksek bir makarna üretimi için, uygun hammadde, üretim ve işleme teknolojisinin seçilmesi önemlidir (Yüksel vd., 2011). Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği'ne göre "*Triticum durum*" buğdayından elde edilen irmiğin, belli oranlarda suyla karıştırılıp doğru teknik ile üretilip kurutulmasıyla yarı hazır ürün olarak, elde edilmektedir (Dedeoğlu, 2020).

Türkiye'de makarna ve irmik üretiminde mutlaka durum buğdayı kullanılması zorunludur (Türk Gıda Kodeksi Makarna 2002/20 ve İrmik Yönetmeliği 2002/21, [04.12.2024]). Ancak bu durum, özellikle Afrika ve bazı Orta Doğu ülkelerinde farklılık göstermektedir. Satın alım gücünün düşük olduğu ülkelerde %100 durum buğdayı ile makarna üretimi yapılamamaktadır. Buğday unu ve irmik ile farklı oranlarda paçal yapılmakta ya da %100 buğday unundan makarna üretimi yapılmaktadır. Bunun sonucunda buğday + irmik paçalı veya %100 buğday unu ile üretilen makarnalar tekstürel ve duyusal olarak tamamı irmik ile üretilen makarnalara kıyasla düşük kalite makarnalardır.

Durum buğdayının ekmeklik buğdaylara göre tane boyutu, homojenliği, sertliği ve camsılığı makarnalık kriterlerine uygun ve protein içerikleri daha yüksektir (Yüksel

vd., 2011). Bir makarnanın yüksek kalite olabilmesi için; pişirilirken dağılmaması ve yapışmaması, suya geçen kuru madde miktarının düşük, ancak pişirmeden sonra ağırlık ve hacim artışının yüksek olması, ısırıldığında iyi sertlikte bir tekstürü olması gerekmektedir (Yüksel vd., 2011). Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği'nde yer alan bilgilere göre; makarnanın kendine has tat ve kokusu olmalı, rutubet miktarı en çok %13, tam buğday makarnasının protein miktarı kuru maddede en az %11 ve kül miktarı kuru maddede en çok %2, sade makarnanın protein miktarı kuru maddede en az %10,5 olur ve kül miktarı ise kuru maddede en çok %1, sade makarnada suya geçen madde miktarı kuru madde esasına göre en çok %10 olmalı ve güçlendirilmiş makarnanın protein miktarı kuru maddede en az %15.5 olmalıdır (Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği 2002/20, [04.12.2024]). Makarna nemi dışında su aktivitesi de makarnanın muhafazası için önemli bir parametredir ve su aktivitesi nemden farklı olarak gıda kalitesi için fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kararlılığı belirlemektedir (Özay vd., 1993). Mikrobiyal gelişmeler ya da bozulma süreci gıdalarda bulunan su içeriğiyle ilişkilidir (Certel ve Ertugay, 1996). Kurutma işlemi ile su oranı azaltılır, muhafaza süresini uzatır ve bunun sonucunda gıdanın su aktivitesi kurutulmuş gıdanın stabilitesini etkilemektedir sonucuna varılır (Certel ve Ertugay, 1996). Gıdanın buhar basıncının, saf su buhar basıncına oranı su aktivitesinin tanımıdır ve 0 ile 1 arası değişmekte olup, 1 saf suyu temsil etmekte buna göre yorumlama yapılmaktadır (Özay vd., 1993). Makarna düşük nemli gıdalar grubuna girer ve ortalama 0,57 su aktivitesine sahiptir (Özay vd., 1993). Dolgulu yaş makarnalarda durum farklı olup hem hamurun hem de dolgu malzemesinin yüksek su aktivitesine sahip olmasıyla kolaylıkla mikroorganizma gelişimi sağlanmakta ve raf ömrü kısalmaktadır (Cankurtaran, 2016).

Durum buğdayından elde edilen irmik ile üretilen makarnaların tekstürel özelliklerinin kabul edilebilirliği yüksektir. Bu ürünlerin yapışkanlığı az, sertliği ve pişirme kalitesi yüksektir. Sarı amber renkte ve parlaklardır. Pişmiş makarna suları berraktır. Tamamen irmik ile üretilen iyi kalite makarnalar; düzgün yüzeye sahip, nokta benek ve çatlaklar içermeyen ürünlerdir. Pişirdiğimizde, parlak sarı renkte ve iyi tekstüre sahip makarnalar elde edilmektedir (Köten vd., 2014). İrmiğin sahip olduğu minimum %13 olan protein miktar ve kalitesi, makarna kalitesini etkilemektedir (Hayıt vd., 2023). Durum buğdayının sahip olduğu bazı gliadin ve glutenin proteinleriyle gluten kuvveti yüksek olmakta ve makarnanın pişme kalitesi artmaktadır (Yüksel vd., 2011).

Buğday unu ile üretilen makarnalar, yapışkanlığı yüksek, sertliği ve elastikiyeti düşük, renk olarak mat ve beyaz renkte, pişirme suyuna geçen kuru madde miktarı fazla ürünlerdir. Pişmiş makarna suları bulanık ve düşük kalitededir. Pişmiş makarnaların yüzeyi yapışkandır, tekstür değerleri düşüktür. Buğday unu ile üretilen makarnaların tekstür analizinde yapışkanlık değeri yaklaşık 19-24 g aralığında, sertlik değerleri 175-190 g aralığındadır.

Enzimler, kimyasal reaksiyonları destekleyen ya da hızlandıran proteinler olup, kendilerine uygun substratlarıyla reaksiyona girerek spesifik reaksiyonları katalize etmektedirler (Erdal, 2021).

Glikoz oksidaz enzimi, *Aspergillus niger* başta olmak üzere *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerinin farklı mantar suşlarından elde edilmektedir ve glikozu oksijen varlığında glukonik asite ve  $H_2O_2$ 'ye indirgeyen bir enzimdir (Erdal,2021). Glikoz oksidaz, yiyecek ve içeceklerin raf ömrünü uzatmak amacıyla ürünlerde kalan glikoz ve oksijeni etkili bir şekilde uzaklaştırdığı bilinmekte olup aynı zamanda bu enzim tarafından üretilen  $H_2O_2$ 'nin antimikrobiyal özellik sunduğu ve katalaz kullanımı ile hidrojen peroksitin oksijene ve suya dönüşümünü katalize edilmesiyle kolayca uzaklaştığı bilinmektedir (Erdal, 2021). Bununla birlikte glikoz oksidaz; *Aspergillus oryzae* ve *Penicillium notatum* gibi küflerden de elde edilmektedir (Abasız, 2004). Glikoz oksidaz, hamur reolojisini iyileştirmeye, ekmek kalitesinde pozitif etkilere ve hasarlı glutenin ekmek yapma kabiliyetini geri kazanmasına yardımcı olmaktadır (Erdal, 2021; Bonet vd., 2007).

Bu tez kapsamında makarna üretiminde irmik + buğday unu paçalı kullanıldığında, üründe oluşacak negatif kalite özelliklerinin, ekmekçilikte gösterdiği pozitif etkilerden yola çıkarak glikoz oksidaz enzimi ile iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Farklı oranlarda paçal yapılarak üretilen makarna numunelerine, üç farklı konsantrasyonda glikoz oksidaz ilave edilerek üretim sağlanmıştır. Makarna numuneleri tamamı irmik ile üretilen makarna ile kıyaslanarak enzimin etkisi değerlendirilmiştir.

# İKİNCİ BÖLÜM

## LİTERATÜR BİLGİSİ

### 2.1 Makarna

Ülkemizde tüketimi ekmekten sonra gelen ve gün geçtikçe artmakta olan makarna, sert buğday *Triticum durum* irmiğine tekniğine göre su eklenerek karışımın yoğurularak hamur haline getirilmesi ve istenilen şekillerde kesilip kurutulmasıyla elde edilen gıda ürünüdür (Tuncer ve Ercan, 1990). M.Ö. 1700'lerde Çinliler tarafından keşfedildiği bilinen makarnanın, Marco Polo'nun 1292'de Çin'den dönerken İtalya'ya spagetti türünde makarna getirdiği ve bu nedenle makarnanın anavatanının İtalya olarak kabul edildiği öne sürülmüşse de İtalyan tarihçiler İtalya'da makarnanın Marco Polo'dan önce de bilindiğini iddia etmektedir (Köten, 2010).

Türkiye'de makarna ve irmik üretiminde mutlaka durum buğdayı kullanılması zorunludur (Türk Gıda Kodeksi Makarna 2002/20 ve İrmik Yönetmeliği 2002/21, [04.12.2024]). Ancak Afrika ülkelerine yapılan ihracatlarda talep edilirse irmik, %30'a kadar ekmeçlik buğday unu ile paçal yapılarak makarna üretiminde kullanılmasına izin verilmiş, bu sayede de makarna ihracatındaki rekabeti arttırmak hedeflenmiştir (Pehlivan ve İkincikarakaya, 2017; Anonim 2016c). İç piyasada Türk Gıda Kodeksine göre makarna üretiminde ekmeçlik buğday unu kullanılması yasaktır (Pehlivan ve İkincikarakaya, 2017).

Durum buğdayından yapılan makarnalar parlak sarı renkte olup, piştikten sonra sert yapısını koruyup, yüzey parçalanması ve yapışkanlığa karşı direnç göstermektedir (Tazart vd., 2019; D'Egidio, Mariani, Nardi, Novaro & Cubadda, 1990).

Yüksek besleyici değerleri ve kolay pişirilme özellikleri nedeniyle birçok ülkede yaygın olarak tüketilen gıdadır. Makarnanın sahip olduğu karbonhidratların yüksek enerji değeri, B12 hariç tüm vitaminleri kapsaması ve mineral açısından zengin olması makarnanın yüksek besleyici değere sahip olmasına neden olmaktadır (Onurlubaş ve Öztürk, 2023; Demirkol ve İçöz, 2002). Makarna, ekonomik fiyatı, pratik hazırlanabilirliği, uzun raf ömrü ve besleyici özellikleri, düşük glisemik indeksi (GI) nedeniyle her yaş grubundan insanlar tarafından tercih edilen bir karbonhidrat kaynağıdır (Altınar ve Hallaç, 2020). Çatak (2019) tarafından yapılan bir çalışmada bazı gıda ürünleri ile bisküvileri glisemik indeksilerini *in vitro* yöntemlerle belirmiş ve içerisinde makarnanın bulunduğu bir grupta, kırmızı mercimek, spagetti ve pirinç

unundan oluşan 3 ayrı gıda örneğinin sonuçlarını referans olan beyaz ekmeklerin glisemik indeksiyle kıyaslamış ve spagettinin glisemik indeksi 48,3 çıkarken, referans ekmek 66,2 değerini almış, buna göre spagettinin düşük glisemik indeks değerine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Makarna, %11-15 oranında protein içerirken, düşük lizin ve treonin seviyelerine sahip olup, nişasta açısından yüksek, ancak diyet lifi, mineraller, vitaminler (genellikle B12 dışındaki B Vitaminleri) ve fenolik bileşikler açısından düşüktür (Altınar ve Hallaç, 2020). Durum buğdayı, yüksek sarı pigment içeriği, düşük lipoksigenaz aktivitesi ve yüksek protein içeriği ile özellik göstermektedir (Köten, 2010; Aalami vd., 2007). Makarna pişirilirken, makarna sahip olduğu bazı bileşenleri suya geçirir. Makarnanın pişirilmesinin ardından, %60-70 oranında su içeren bir bitkisel besin kaynağı haline gelir (Köten, 2010). Türkiye'de makarnanın sahip olması gereken nitelikler, Türk Gıda Kodeksi Tebliği'nde belirlenmiş olup, *Triticum durum* buğdayından elde edilen irmikten üretilmiş sade makarna, çeşnili, tam buğday, güçlendirilmiş, zenginleştirilmiş ve vitamin ve mineral eklenmiş makarna şeklinde sınıflandırılmıştır (Hallaç, 2016; Anonim, 2002). Birçok çeşidi bulunan makarna ürünleri benzer kompozisyon ve teknoloji ile üretilmektedir (Dedeoğlu, 2020).

Kaliteli bir makarnayı tespit etmek için pişirme işleminin ardından renk analizleri yapılmaktadır, uygun analiz metotlarıyla saf su ile pişirme sağlanarak tekstürel analizler, pişirme kaybı analizleri yapılır ve pişirme sonucunda yarı şeffaf, parlak sarı renkli, nokta benek ve çatlama, düzgün yüzeye sahip, yapışkan olmayan, güçlü yapıda aynı zamanda elastik ürün elde etmek istenir (Köten, 2010; Dick ve Matsuo, 1988). Tüketicinin beklediği sarı rengi irmikteki karotenoid pigmentleri ve lipoksidad aktivitesi sağlamaktadır (Köten, 2010; Borrelli vd., 1999). Oksijen varlığında lipoksidad enzimi karotenoid pigmentlerinin oksidasyonunu gerçekleştirerek istenilen sarı rengin elde edilmesini zorlaştıracığından, makarna üretiminden düşük lipoksidad enzim aktivitesine sahip durum buğday irmiği kullanılması tercih edilmektedir ve bununla birlikte ekstrüderden makarna çıkarılması prosesi sırasında vakum uygulanması, sistemdeki havanın alınmasını sağlayarak enzim aktivasyonunu engellemektedir (Dedeoğlu, 2020). Makarnanın sahip olduğu parlak sarı renk, üretimde kullanılan durum buğdayı kalitesi ve öğütme teknolojisi, makarnanın üretim proseslerinden etkilenmektedir (Dedeoğlu, 2020; Dick ve Matsuo 1988; Feillet ve Dexter, 1996). Tüketiciler kalite kriterleri olarak pişmemiş makarnada; parlak altın

sarısı renk, homojen ve pürüzsüz bir şekil, mikrobiyal gelişimi olmayan, fiziksel olarak güçlü ve dayanıklı olmasını beklerken, pişmiş makarnada; makarnaya özgü tat, lezzet ve koku, pişirirken sahip olduğu şekli koruyan, elastik yapıda ve yapışkan olmayan yüzeye sahip makarna elde etmek isterler (Dedeoğlu, 2020). Makarna pişme kalitesini suya geçen kuru madde ve toplam organik madde miktarı da etkilemektedir (Dedeoğlu, 2020). Pişirme kalitesini etkileyen faktörlerden biri de makarnadaki gluten kalitesinin yüksek ve irmiğin proteinin oranının en az %11 olmasıdır (Köten, 2010). Tüketiciler pişirilmeden önce parlak sarı renkli ve pişirildiğinde de benzer rengi koruyan sert ve yapışmayan makarnayı tercih etmektedirler (Bozkurt, 2012). Makarna yüzeyinde oluşan benekler ve çatlaklar tüketiciler tarafından makarnanın talep görmemesine neden olmaktadır (Dedeoğlu, 2020).

Makarnadaki protein oranının artmasıyla makarna ürünlerinin sahip olduğu özellikler iyileşmektedir. Yapılan çalışmalarda gözlemler neticesinde protein miktarı ve gluten kalitesinin makarna kalitesini en çok etkilen parametreler olduğu bilinmektedir (Durak ve Köse, 2003). Bu durumlarda pişirilen makarna örneklerinde suya geçen madde miktarı ve yapışkanlık düşerken, sertlik ve pişirmeye karşı direnç artmaktadır (Dedeoğlu, 2020; Grzybowski ve Donnelly, 1979; Dexter vd., 1983b; Autran vd., 1986).

Makarnanın pişme kalitesini büyük ölçüde etkileyen, bununla birlikte tekstürel ve duyuşal özelliklerini de doğrudan etkilediği bilinen pişirme süresi; makarnanın merkez noktasındaki nişastanın jelatinize olması için geçen süre optimum pişirme süresi olarak ifade edilip (Dedeoğlu, 2020; Manthey ve Schorno, 2002) yaklaşık olarak 12 - 13 dk olarak kabul edilir, ancak bu süre  $\pm 1 - 3$  dakika ölçüsünde olabilmektedir (Dedeoğlu, 2020; D'Egidio ve Nardi, 1996).

Sert buğday irmiğinden yapılan makarna iyi bir tekstüre sahip, yüzey parçalanmasına karşı kuvvetli, pişirme suyundaki organik madde miktarı az, sert ve yüzey yapışkanlığı göstermeyen yapıda olup diğer tüm endüstriler gibi müşteri taleplerine hitap etmektedir (Larrosa vd., 2016; Liu, Shepherd, & Rathjen, 1996).

## **2.2 Makarna Üretiminde Yer Alan Hammaddeler**

Makarna üretiminde makarnalık buğday kullanılmaktadır ve amacına uygun olarak Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde üretilmektedir (Hallaç, 2016). Türkiye dahil

olmakla birlikte Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde ise makarna dışında kuskus, bulgur ve farklı ekmek çeşitlerinin üretiminde makarnalık buğday kullanılabilir (Hallaç, 2016; Liu vd., 1996). Kullanım amaçlarına ve kalitelerine göre buğdaylar ekmeklik, makarnalık ve bisküvilik olmak üzere 3 türdedir ve buğday kalitesinin belirlenmesindeki en önemli faktörü buğday tanesinin sahip olduğu protein miktarı ve protein yapısıdır (Aydoğan vd., 2019). Ekmeklik buğdaylara kıyasla makarnalık buğdayların protein oranı daha yüksek ve endosperm yapısı serttir (Aydoğan vd., 2019).

### **2.2.1 Makarnalık Buğday ve İrmik'in Temel Özellikleri**

Buğday, insan gıdası olarak ekmek üretiminde kullanımından sonra, makarna üretiminde kullanımı ikinci sıradadır ve dünya genelinde yıllık 550 milyon ton buğday üretiminin 34 milyon tonu makarnalık buğdaydır (Karaduman vd., 2011). Bu buğdaylar, ekmeklik buğdaya göre daha yüksek fiyatlarla satılmaktadır (Karaduman vd., 2011). Durum buğdayının endospermi, öğütme sırasında bir arada kalacak kadar dayanıklıdır; bu nedenle, makarna üretiminde kullanılan taneli irmik ortaya çıkmaktadır (Bozkurt, 2012). Buğday tanesinin endospermi öğütüldüğünde ince tozuna dönüşmemektedir (Bozkurt, 2012). Makarna, kuskus, bulgur ve irmik üretiminde makarnalık buğdaylar kullanılmaktadır (Aydoğan vd., 2019). İngilizcede "semolina" olarak geçen irmik terimi ise Latince un anlamına gelen "simila" kelimesinden türeyen "semola" kelimesinden türemiştir ve makarna üretiminin hammaddesi olup durum buğdayının endosperminden öğütülerek kepek ve embriyo kısımlarının ayrılmasıyla elde edilmektedir (Bozkurt, 2012). Makarnalık buğdayların dane boyutu diğer buğdaylarla kıyaslandığında yaklaşık iki kat daha büyüktür ve endospermde bulunan kül miktarı daha yüksek, bin dane ağırlık ve hektolitresi diğerlerinden daha fazladır (Hallaç, 2016). Bu buğdaylar sert endosperme sahiptirler ve elde edilen verim daha yüksek olmaktadır (Hallaç, 2016; Finney vd., 1987; Morris, 2004; Sissons, 2004). Aynı zamanda yüksek oranda sarı pigment içerirler (Hallaç, 2016; Finney vd., 1987; Morris, 2004; Sissons, 2004). Bu sayede buğday tanesinde daha homojen bir görüntü oluşmaktadır (Hallaç, 2016; Finney vd., 1987; Morris, 2004; Sissons, 2004). Durum buğdayının az miktarda lipoksijenaz içermesi de kararmayı veya renk ağarmasını engellemektedir (Hallaç, 2016; Finney vd., 1987; Morris, 2004; Sissons, 2004). Bazı ülkelerde ekmek yapımında makarnalık buğday kullanılmakta olup, buğday unu ile

üretilen ekmelele kıyaslandığında düşük tekstür ve hacim gösterdiği görülmektedir (Aydoğan vd., 2019). Makarnalık buğdaydan yapılan ekmeğin boyutu ekmelele buğday ile yapılan ekmeğe göre daha küçük hacimli ve daha sarı renkte, kendine özgü tat ve kokuya sahiptir ve ekmelelerin raf ömrü daha uzundur (Pehlivan ve İkincikarakaya, 2017). Ekmeğin çeşidine göre paçal yapılarak da kullanılmaktadır (Pehlivan ve İkincikarakaya, 2017).

Ülkemiz makarnalık buğday yetiştirmeye uygun ekolojik etmenlere sahip bir ülke olup (Yüksel vd., 2011), dünyada makarnalık buğday üreticisi olarak 4. sırada yer almakta ve ülkemizde yer alan makarna fabrikalarının ihtiyacı olan miktarda makarnalık buğdayı karşılamaktadır (Karaduman vd., 2011; Anonim, 2007). Üretilen makarnalık buğdayların makarna üretimi için yeterli kaliteye sahip olmaması olumsuz sonuçlara yol açmakta olup, bu sorunun çözülmesi için üretim ve işleme süreçleri dikkate alınarak gerekli ıslah çalışmaları yapılmalıdır (Yüksel vd., 2011). Durum buğdaylarının fiyatları diğer buğdaylardan %10-20 oranında daha yüksektir (Yüksel vd., 2011).

Durum buğdaylarının hektolitre ağırlığı ve bin tane ağırlığı ile irmik verimi arasında olumlu bir bağlantı olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Bilgiçli ve Soylu, 2016; Pomeranz, 1998). Buğday tanesinin camsılık özelliği irmik verimini etkilemektedir ve camsılık arttıkça irmik parlaklığı ve pigmenti yükselmektedir (Bilgiçli ve Soylu, 2016). Hektolitre ağırlığı buğdayın yoğunluğu hakkında bilgi vermekte, hektolitre ağırlığı arttıkça öğütme veriminin de arttığı bilinmektedir (Durak ve Köse, 2003; Menger, 1973). Bin tane ağırlığının düşük olması irmik veriminin düşmesine neden olmaktadır (Durak ve Köse, 2003). Camsı taneler daha iri partiküllü, sert ve irmik verimi daha yüksek iken (Durak ve Köse, 2003), camsı olmayan taneler ise mat görünümlü ve yumuşaktır (Babalık ve Botsalı, 2010). Camsılık oranı yükseldikçe daha fazla iri irmik elde edilmektedir (Aktan ve Atlı, 1993). Durum buğdayının camsılığını belirlemede görsel yöntemlerin kişisel farklılıklara bağlı olarak değişkenlik göstermesi nedeniyle, insan faktörünü en aza indirmek ve daha doğru sonuçlar elde etmek amacıyla NIR spektrum analizi gibi objektif teknikler kullanılmaktadır (Babalık ve Botsalı, 2010).

Makarnalık buğdaydan üretilen makarnanın temel kalite kriterlerinden birisi parlak sarı renkte makarna elde edilmesi olup (Karaduman vd., 2011), bu renk irmikte yaklaşık %1 oranda bulunmakta olan karoten renk maddesinden sağlanmaktadır

(Karaduman vd., 2011; Laignelet 1983, Dalçam 1993). Makarnalık buğdayın çeşidine göre içerdiği karotenoid miktarı değişmekte ve çevre şartlarından etkilendikleri bilinmektedir (Karaduman vd., 2011; Braaten vd., 1962, Matsuo 1982, Özkaya ve Özkaya 1993, Borelli vd., 1998).

Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanına göre Türkomp gıda kodu 06.02.0025 olan irmiğin yenilebilir 100 g'ı için bileşenleri; 344 kcal enerji, 13,05 g su, 0,77 g kül, 8,66 g protein, 1,52 g azot, 1,71 g toplam yağ, 71,24 g karbonhidrat, 4,57 g lif, 69,90 g nişasta, 15 mg tuz, 94 mg fosfor, 20 mg kalsiyum, 33 mg magnezyum, 205 mg potasyum, 6 mg sodyum, 0,01 mg çinko, 0,412 mg tiamin, 0,047 mg riboflavin, 2,426 mg niasin, 0,124 mg B-6 vitamini, 40 µg folat gıda, 161 mg triptofan, 160 mg treonin, 225 mg izolosin, 526 mg lösin, 226 mg lizin, 136 mg metiyonin, 115 mg sistin, 415 mg fenilalanin, 244 mg tirozin, 269 mg valin, 224 mg arjinin, 199 mg histidin, 252 mg alanin, 309 mg aspartik asit, 2607 mg glutamik asit, 279 mg glisin, 1047 mg prolin ve 371 mg serindir (Tarım ve Orman Bakanlığı , n.d , [08.02.2025]).

### **2.2.2 Ekmeklik Buğday Ununun Temel Özellikleri**

Ekmeğin temel hammaddesi tarladan gelen buğdaydır. Ekmek ve fırın ürünlerinin yapımında genellikle *Triticum aestivum* buğdayından elde edilen ekmeklik unlar kullanılmaktadır (Bilgiçli ve Soylu, 2016). Buğday unu içeren gıdalar, ekmek çeşitleri, kahvaltılık tahıllar, makarna ürünleri, kekler, krakerler, bisküviler, börekler, baklava ve lokma gibi tatlılar şeklinde gruplandırılabilir ve bu ürünlerin kalitesi unun kalitesine bağlıdır (Yılmaz ve Meral, 2019). Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği'ne göre, buğday unu yabancı tat ve koku içermemeli, içerisinde yabancı maddeler bulunmamalı ve buğday unları kendine özgü renk ve görünüme sahip olmalıdır (Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği, 2013/9, [04.12.2024]). Tanenin bileşimi standart olmadığından, kepeğe ve una geçen bileşenler öğütme sırasında farklılık göstermekte ve bu durum, farklı özellikte ve kalitede unların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Yılmaz ve Meral, 2019; Özkaya, 1986). Türkiye'de kişi başı yıllık 104 kg ve günlük yaklaşık 300 g ekmek tüketimi vardır (Yılmaz ve Meral, 2019; Anonim, 2013a). Buğday tanesi çok katmanlı bir yapıdan oluşmakta ve tanenin öğütülmesiyle kepek ve buğday unu olmak üzere iki temel ürün elde edilmektedir (Şahin vd., 2016).

Buğday tanesi, embriyo, endosperm, aleuron tabakası, tane iç kabuğu (perikarp) ve tohum kabuğundan oluşurken, kepek ise aleuron tabakası, iç kabuk (perikarp) ve dış kabuktan (testa) meydana gelmekte ve bu yapıya sahip buğday tanesi genellikle %14,5 kepek, %83 endosperm ve %2,5 embriyo kısmını içermektedir (Şahin vd., 2016; Hemery vd., 2007). Buğday tanesi ve buğday ununun ticari değerini belirlemedeki en önemli kriter buğday tanesinin protein oranıdır (Bulut, 2012; Kihlberg vd., 2004; Mader vd., 2007). Buğdayda bulunan proteinlerin kuru madde bileşiminin yaklaşık %4 gliadin, %4 glutenin, %0,7 globulin, %0,4 albumin ve %0,3 proteozdan oluşmaktadır (Dizlek, 2013). Globulin, unların pişme yeteneğinin oluşumundan sorumlu bileşen olmasına rağmen ekmek yapımında rol oynamamakta olup, proteinlerin hava kabacıklarını stabilize etmeye katkı sağlamaktadır (Dizlek, 2013). Buğday unu, tahıl unları arasında en kuvvetli yapıya sahip olup, gaz tutma özelliği sayesinde havalanmış ürünlerin üretimini mümkün kılan hamurun oluşumunda buğday proteinlerinin, özellikle de gluten proteininin etkisi büyüktür (Dizlek, 2013). Glutenin kuru ağırlığının %75'i proteinlerden, geri kalan kısmını ise nişasta ve lipitlerden oluşmaktadır (Shewry vd., 2002). Gluten, hamurun iskeletini oluşturarak yoğurma sırasında hamura dahil olan hava ve mayalar tarafından üretilen karbondioksiti hamur içinde tutar, bu da ekmeğin kabarmasını ve gözenekli bir yapıya sahip olmasını sağlar (Dizlek, 2013). Hamur oluşumunda, protein moleküllerinin ve gluten kompleksinin içerisinde yer alan kovalent S-S bağları, iyonik bağlar, hidrojen bağları ve Van der Waals etkileşimleri önemli rol oynamaktadır (Dizlek, 2011). Kovalent bağlar iki atomun ortak bir elektron çiftiyle bağlanması, iyon bağları zıt yüklü iyonlar arasında oluşan elektriksel çekim, hidrojen bağları hidrojen atomunun kuvvetli elektronegatif atomlarla ilişkisi, Van der Waals bağları polar olmayan ve en az ardışık 4 karbon atomu içeren gruplarla karşılıklı etkileşimi ile hamur oluşumunda yer alan bağların açıklaması yapılmaktadır (Dizlek, 2011). Glutenin yapısının, hamur yoğurma sürecinde glutenin molekülleri arasına gliadin moleküllerinin girerek gluten kompleksinin oluşumunu sağladığı bildirilmektedir (Dizlek, 2011).

Buğdayın nemi, depolama ve değirmencilik açısından önemli bir faktör olup, Türkiye'de yetişen buğday tanelerindeki nem oranının %8-14 aralığında olduğu bilinmektedir (Bulut, 2012; Ünal, 2002). Tarım ve Orman Bakanlığının yayınladığı bir dokümanda; buğday tanesinin nem oranı %13,5 olduğunda hasat için uygun zamanlar

olduğu ve depolanacak buğdayın nem oranının %13'den fazla olmaması gerektiğini belirtmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016, [04.12.2024]).

Buğday kalitesini belirlemede, hektolitreye ağırlığı, bin tane ağırlığı, tane sertliği, tane iriliği, tane rengi, yabancı tane miktarı ve un verimi önemli parametrelerdir (Bilgiçli ve Soylu, 2016). Aynı zamanda, buğday ununda bulunan kimyasal bileşenlerden nişasta ve protein önemli kalite kriterleri arasında yer alırken, buğdayda daha düşük düzeyde bulunan lipit, mineral, vitamin ve selülozik maddeler ise daha az öneme sahip kalite kriterleridir (Bilgiçli ve Soylu, 2016).

Süne ve kıymıl tarla zararlıları buğdayın süt olum döneminde tahribatına sebep olarak tanenin protein oranına zarar ve bu durumda gluten oluşumunun olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Dizlek, 2011). Gluten proteinlerinin parçalanması, yani hidrolize olması sonucunda hamur, işleme sırasında zorlaşmakta, fermantasyon sırasında gaz tutma kapasitesini düşürerek ekmeğin kabarmasını engellemekte ve hamurun yumuşaklığını ile yoğurma ve şekil verme proseslerinde elastikiyetinin azalmasına neden olmaktadır (Dizlek, 2011). Bu gibi durumlarda, ekmekçilikte katkı maddelerine ihtiyaç duyulmakta ve enzimler sayesinde hasar gören glutenin yapısı yeniden güçlendirilerek hamurun işlenebilirliği ve ekmeğin kalitesi artırılmaktadır (Levent vd., 2020). Örneğin glikoz oksidaz, gluten proteinlerindeki SH gruplarının S-S köprülerine okside olmasına neden olur ve bu da hamurun kuvvetlenmesine, fermantasyon sırasında oluşan gazın iyi tutulmasına ve ekmek hacminin artmasına neden olur (Erdal, 2021).

### **2.3 Makarna Bileşenlerine Uygulanan Enzimatik Muameleler**

Enzimler, doğal ve toksik özellikte olmayan, gıda ürünlerinin tekstürel özelliklerini iyileştirmek ve ürün kalitesini arttırmak amacıyla kullanılan gıda bileşenleridir (Ertop vd., 2012). Her enzim substratı için seçicilik gösterdiği için birçok olasılık içinden sadece bazı reaksiyonları katalize etmekte olduğu bilinen protein yapıda ürünlerdir (Erdal, 2021).

Sıcaklık, enzim ve substrat konsantrasyonu, pH değişimi enzimatik reaksiyonlarını hızını etkilemektedir (Erdal, 2021). Kimyasal oksidanlar yerine ekmek yapımında enzimlerin kullanılmasına yönelik birçok çalışma yapılmıştır ve genellikle bu

çalışmalarda transglutaminaz, ksilanaz, lipaz ve glikoz oksidaz enzimlerinin kullanıldığı görölmektedir (Ertop vd., 2012).

Enzim kullanarak üretilen ekmeklerde, enzimler ekmek kalitesini artırmakla birlikte, aynı zamanda iş gücü, zaman ve enerjiden tasarruf sağlamaya da yardımcı olmaktadır (Ertaş vd., 2006). Ekmekçilik sektöründe alfa amilaz enzimleri, düşük moleküllü şekerlerin oluşumunda görev almaktadır (Erdal, 2021).

Alfa amilaz enzimleri tahıl, mantar ve bakteri kaynaklı olmaktadır (Erdal, 2021). Fungal ve malt alfa amilazlar fırıncılık sektöründe yaygın olarak kullanılmakta olup, genellikle unun amilaz aktivitesini optimize etmek amacıyla eklenmektedir (Erdal, 2021). Bakteriyel amilazların kullanımı, inaktivasyon sıcaklıklarının nişasta jelatinizasyonundan daha yüksek olmasından dolayı ekmek pişirme sırasında da aktif kalmakta ve bu durum ekmeğin iç yapısının yapışkan ve sakızimsı olmasına yol açarak risk oluşturabilmektedir (Erdal, 2021; Özer, 2019).

Ekmek yapımında ksilanaz enzimi kullanımıyla, daha stabil, esnek ve işlenmesi kolay bir hamur elde edilir ve bunun sonucunda; iyileştirilmiş fırın sıçraması, daha büyük somun hacmi ve daha yumuşak bir ekmek içi elde edilir (Erdal, 2021).

Lipaz enzimi, hamur reolojisini iyileştirir, hamur gücünü ve stabilitesini arttırarak işlenebilirliği geliştirir (Erdal, 2021). Yapılan çalışmalarda monogliseritlerin diasetil tartarik esterleri (DATEM) yerine lipaz enzimi kullanılabileceği görölmüştür (Erdal, 2021). Özellikle yoğurma sürecinin uzun olduğu durumlarda, lipaz enzim türevleri DATEM ve sodyum sterol laktilat (SSL) gibi emülgatörler yerine kullanılabilir (Erdal, 2021).

Transglutaminaz enzimi, proteinler arasında disülfid olmayan kovalent çapraz bağlar oluşturmakta ve bu sayede gluten proteinlerinin yapısını güçlendirmektedir (Levent vd., 2020; Basman vd., 2002; Bellido ve Hatcher, 2010). Wang vd., (2011). Pasta ve ekmek hamurlarında, hamur dayanıklılığını ve ekmek hacmini arttırırken, hamur uzayabilirliğini ve yapışkanlığı azaltır (Erdal, 2021). Yapılan bir çalışmada transglutaminaz enzimini yulaf unundan hazırlanan makarnada kullanımı ve bu enzimin makarnada elastikiyeti arttırdığı, pişirme kaybını azalttığı sonucuna varmıştır (Levent vd., 2020). Bellido ve Hatcer (2011) ise transglutaminaz enzimini eriştede denemiş ve sonucunda protein ağını polimerize ettiğini, elastikiyet ve sertlik değerlerini arttırdığı sonucunu elde etmişlerdir (Levent vd., 2020). Eriştede bu

bulguların elde edilmesiyle transglutaminaz enziminin erişte üretiminde kullanılabilceği sonucuna varılmıştır (Levent vd., 2020).

Ksilanaz enzimi, hemiselölaz olarak da bilinir ve hamur stabilitesini ve işlenebilirliğini artırmak amacıyla kullanılan bir enzimdir (Levent vd., 2020; Si ve Drost-Lustenberger, 2002). Jyotsna vd., (2004), tarafından yapılan bir çalışmada tel şehriye üretiminde hemiselölaz ve bazı katkıların etkisini araştırmış ve çalışmanın sonunda hemiselölazın (%0.012) pişmiş tel şehriyenin ağırlık ve hacim artışına, yapışkanlığını azaltıp, sertliğini arttırdığı sonucuna varmıştır (Levent vd., 2020). Susanna ve Prabhasankar (2015) tarafından yapılan çalışmada ise glutensiz makarna numunelerine hemiselölaz enzimi eklenmiş ve çalışma sonucunda pişirme kaybı değerinde azalmaya neden olduğu verilerini elde etmiştir (Levent vd., 2020). Levent vd., (2020) makarna üretiminde tahıl kepekleri (pirinç, avdar, buğday ve yulaf) iki farklı yöntemle (fitaz enzimi ve malt unu) defitinize ederek ve farklı enzim uygulamaları (ksilanaz ve transglutaminaz) ile makarna formölasyonunda (%20 oranında) kullanarak bir çalışma yapmıştır. Tahıl kepeklerinin makarnanın parlaklık ve sertlik değerini düşürdüğu, transglutaminaz + ksilanaz enzimi ile en yüksek ağırlık, hacim artışı ve en düşük pişirme kaybı değerlerini elde ettiği görölmüştür.

### **2.3.1 Glikoz Oksidaz Muameleleri**

Glikoz oksidaz, glikoz ve oksijeni uzaklaştırma ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve glukonik asit oluşturma yeteneğine sahiptir; ayrıca glikoz ve oksijenin serbest hale geçmesiyle gıdalarda raf ömrünü uzatmanın yanı sıra birçok endüstriyel uygulamaya da sahiptir (Altınkaynak ve Özcan, 2021). Örnek olarak bazı çalışmalarda mayonez benzeri ürünlerde istenmeyen tat ve lipit oksidasyonu oluşumunu engellemek amacıyla (Altınkaynak ve Özcan, 2021; Isaksen ve Adler-Nissen,1997; Cruz vd.,2010a) glikoz oksidaz kullanılmıştır. Başka bir çalışmada üzüm sularının stabil renkte kalması için (Altınkaynak ve Özcan, 2021; Castellari vd., 2000), enzimatik esmerleşmeye uğrayan meyve suları, püreleri ve konservelerinde esmerleşme kontrolü sağlamak amacıyla (Altınkaynak ve Özcan, 2021; Parpinello vd.,2002) kullanılmıştır. Hidrojen peroksit üretimiyle antifungal ve antibakteriyel etki yaratılması, glikoz oksidazın en temel işlevlerinden biri olduğu bilinmektedir (Altınkaynak ve Özcan, 2021).

Glikoz oksidaz, glikozu oksijen varlığında glukonik asite ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'ye indirgeyerek ekmek yapımında hamurun gelişimini destekler, hamurun stabilitesini artırır, işlenebilirliği kolaylaştırır, duyu özelliklerini, görselini ve gluten ağını güçlendirir (Ertaş vd., 2006). Açığa çıkan hidrojen peroksit gluten proteinlerindeki SH gruplarının S-S köprülerine okside olmasına neden olur ve bu da hamurun kuvvetlenmesine, fermantasyon sırasında oluşan gazın iyi tutulmasına ve ekmek hacminin artmasına neden olur (Erdal, 2021). Buğday ununda bulunan peroksidaz tarafından açığa çıkan hidrojen peroksit substrat olarak kullanılır (Erdal, 2021). Glikoz oksidaz hamurda oluşan elastikiyeti artırırken, yapışkanlığı ve hamurun uzayabilirliğini azaltmaktadır (Ertop vd., 2012). Ekmek geliştiricilerde kullanımı en yaygın olan *Aspergillus niger*'den elde edilen glikoz oksidaz; ilk olarak 1928 yılında Muller tarafından bildirilmiştir (Hanft ve Koehler, 2006). Aynı zamanda glikoz oksidaz; *Aspergillus oryzae* ve *Penicillium notatum* gibi küflerden de elde edilmektedir ve glikozun oksijen varlığında geçirdiği reaksiyon sonunda elde edilen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> adı geçen küflerde bulunan katalaz enzimi ile su ve oksijene yıkılmaktadır (Abasız, 2004). *Aspergillus oryzae* pirinçten izole edilmekte olan, güvenli statüde kabul görülen bir mikroorganizmadır (Gomi, 2014). *Aspergillus oryzae* fermente ürünlerin yapımında kullanılmakta olup, aynı zamanda bu ürünlerin renk, lezzet ve aromasına da katkı sağlamaktadır (Gomi, 2014). *Aspergillus niger* grubu aksine, *Aspergillus oryzae* nişastaya absorbe olmaz veya onu sindirmez (Gomi, 2014). Bol miktarda yararlı enzim üretmesi, *Aspergillus oryzae*'nin önemli bir özelliği olsada, gıda fermantasyonundaki güvenliği en önemli husus olarak öne çıkmaktadır (Gomi, 2014). Şimdiye kadar aflatoksin üretimi için incelenen *Aspergillus oryzae* izolatlarında, aflatoksin olmadığı kanıtlanmıştır (Gomi, 2014). Bir diğer *Aspergillus* grubundan *Aspergillus flavus*, genetik olarak *Aspergillus oryzae* ile benzer olmasına rağmen, aflatoksin üretme kabiliyeti nedeniyle ticari uygulamalarda kullanılmamaktadır (Chang ve Ehrlich, 2010).

Glikoz oksidazın, yiyecek ve içeceklerin raf ömrünü uzatmak amacıyla ürünlerde kalan glikoz ve oksijeni etkili bir şekilde uzaklaştırdığı bilinmektedir (Erdal, 2021).

Ekmek yapımında oksitleyici ajan olarak kullanılmakta olan potasyum bromat; kanserojen olarak kabul edilip birçok ülkede kullanımı yasaklanan bir üründür ve bu ürün yerine ekmekte benzer etkiyi göstermesi nedeniyle glikoz oksidaz kullanılabilir (Erdal, 2021; Moore ve Chen, 2006; International Agency for Research on Cancer, 2012). Kataliz sırasında oluşan hidrojen peroksitin, gluten ağında

protein yapısını stabilize eden disülfid bağları veya ditirozin çapraz bağlarının dolaylı olarak oluşumunu desteklemesi glikoz oksidazın işlevsel yapısının korunmasına yardımcı olmakta ve bu durumda glikoz oksidazın etki mekanizmasının olası bir açıklaması olarak kabul edilmektedir (Erdal, 2021; Tilley vd., 2001; Bonet vd., 2006; Rasiah vd., 2005). Glikoz oksidaz, hamur reolojisini iyileştirmeye, ekme kalitesinde pozitif etkilere ve hasarlı glutenin ekme yapma kabiliyetini geri kazanmasına yardımcı olmaktadır (Erdal, 2021; Bonet vd., 2007).

#### **2.4 Gıdalarda Tekstürel Analizler**

Gıdalarda tekstür analizleri; gıdanın duyuşal ya da fiziksel ölçülebilir parametreleridir ve yapısının anlaşılmasında önemli rol oynamaktadır (Aday ve Caner, 2006). Tekstür ile ürünün sahip olduğu kalite seviyesi ve ürün tipi belirlenmektedir (Ertaş ve Doğruer, 2010). Tekstür analizleri uygulanırken uygulanan metotlarda sıkıştırma, kesme, gerilme ya da kırılma gibi durumlardan yararlanılarak sonuçlandırılmaktadır (Aday ve Caner, 2006). Tekstür cihazları örneğin “Stable Micro Systems-TA.Xt plus” yardımı ile farklı boyutlardaki gıdaların tekstürel değerlerine ulaşılabilir (Şekil 2.1).



**Şekil 2.1:** Tekstür cihazı (Stable Micro Systems -TA.Xtplus)

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Her gıda ürünü için tekstürel değerlendirmenin önemi eşdeğer değildir; örneğin, et ve kereviz gibi besinler için tekstür oldukça önemliyken, meşrubat ve içkilerde tekstürün etkisi benzer ölçüde önemli değildir (Ertaş ve Doğruer, 2010).

Tekstür analizi yapılma amaçları gıdalara göre değişmektedir. Tekstür cihazı ile sertlik parametresi incelendiğinde, gıdaya uygulanan etkiye karşı koyma gücü ile istenen değer elde edilir ve bu, sıklık ile ilişkili bir kalite kriteridir (Ertaş ve Doğruer, 2010). Yapışkanlık parametresi incelenirken, gıdanın yüzeyi ile gıdanın temas ettiği dil ve damak gibi yüzeyler arasındaki temas sırasında ortaya çıkan çekim kuvvetine karşı gıdanın gösterebileceği güç hesaplanmaktadır (Ertaş ve Doğruer, 2010). Bağlılık, elastikiyet, kıvam, vizkozite, konsistens, çiğnenebilirlik, yumuşaklık ve gevreklik, diğer önemli tekstürel karakterler arasında yer almaktadır (Ertaş ve Doğruer, 2010).

Lee vd., (1987) yaptığı bir çalışmada; sosisin sahip olduğu yağ içeriğinin artmasıyla sosisin yumuşaklığının arttığı ancak elastikiyet, çiğnenebilirlik ve sertliğinin arttığını bildirmişlerdir (Ertaş ve Doğruer, 2010).

Peynir ve peynir ürünlerinin kalitesinin belirleyen en önemli tekstürel parametrelerin peynirin sertliği, yumuşaklığı ve elastikiyeti olduğu bilinmektedir (Ertaş ve Doğruer,

2010). Peynir ürünlerinin çeşitliliği nedeniyle, bazı peynirlerin sert olması istenirken bazı peynirlerin yumuşak olması istenmektedir. Bu doğrultuda tekstürel analizler analizi yapılan peynir çeşidinin sertlik ya da yumuşaklığının doğruluğunu belirlemede kullanılmaktadır (Foegeding vd., 2003).

Meyve ve sebzelerde tekstürel olarak sertlik parametresi önemli kalite kriterlerinden biridir (Ertaş ve Doğruer, 2010).

Tekstür makarna kalitesi için önemli bir parametredir. Tüketiciler makarna yediklerinde makarnanın ağızda da bıraktığı hissiyatın veya dokunuş kabul edilebilir olup olmadığını kontrol ederler ve sertliği düşük ve yapışkanlığı yüksek makarnalar olumsuz değerlendirmekte ve bu tarz makarnaların tüketiminin azaldığı görülmektedir (Agama-Acevedo vd.,2009).

Makarnanın tekstürel özelliklerine bakılırken esas değerlendirme pişmiş makarna üzerinden yapılmakta olup (Dedeoğlu, 2020; Dexter vd., 1985; Edwards vd., 1993; D'Egidio ve Nardi, 1996), sertlik, elastikiyet, yapışkanlık ve kıvam birinci derece, bloklaşma ve çiğnenebilirlik parametreleri ise ikinci derece öneme sahip parametreler olduğu bilinmektedir (Dedeoğlu, 2020; Köten, 2010). Yapışkanlık yüzey yapısıyla, sertlik, kıvam ve elastikiyet makarna yapısındaki bileşenler ile ilgilidir (Dedeoğlu, 2020; D'Egidio ve Nardi, 1996). Makarnanın başlıca temel hammaddesi olan irmik; protein miktarı, kül oranı, gluten yapısı ve benzeri kalite özellikleriyle makarnanın sertliğine ve elastikiyetine doğrudan etki etmekte olduğundan, sertlik, kıvam ve elastikiyet makarna yapısıyla ilgilidir.

#### **2.4.1 Makarnada Yapışkanlık Analizi**

Makarnada yapışkanlık analizi; tekstür cihazının yapışkanlık başlığı yardımı ile yapılmaktadır. Bu analiz, makarna numunelerinin plakaya yerleştirilip, numune yüzeyinden plakayı ayırmak için gereken maksimum kuvvetin belirlenmesi esasına dayanmaktadır (Dedeoğlu, 2020). Uygulanan kuvvet gram cinsindedir. Bu nedenle yapışkanlık analizinde elde edilen değerlerin birimi g'dır. Makarna yapışkanlığını, hammadde özellikleri, protein içeriği ve analiz süresi, pişme sırasında kullanılan suyun sertliği ve analiz ortamının bağıl neminden vs. etkilemektedir (Dedeoğlu, 2020).

#### **2.4.2 Makarnada Sertlik Analizi**

Makarnada sertlik analizi, tekstür cihazıyla ısırma hareketinin taklit edilmesi esasına dayanarak, ince bir bıçak görüntüsünde sertlik başlığı yardımıyla yapılmakta ve birim alana uygulanan maksimum kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır (Dedeoğlu, 2020; Anonymous, 1992a). Sertlik analizi uygulanırken cihaz kalibrasyonu sırasında 1000 g 'lık ağırlık ile ağırlık kalibrasyonu yapılmaktadır. Bu doğrultuda makarnanın 1000 g ağırlık uygulanarak kesme işlemine gösterdiği direnç, maksimum kesme kuvvetini göstermektedir. Bu analiz, protein içeriğiyle doğrudan ilişkili olup, pişirme süresi ve sonrasındaki bekletme süresinden de etkilenmektedir (Dedeoğlu, 2020).

Makarnada sertlik analizi, analizi yapılacak makarna numuneleri arasında karşılaştırma yapılarak sonuca varma esasına dayanır. Analizi yapılan makarna numunelerinden, sertlik değeri en yüksek olan tercih edilir ve bu değer %100 irmik ile üretilen makarnanın sertlik değerine yakın olması istenir. Bir makarnanın yüksek kaliteli olduğuna karar vermek için yalnızca sertlik değerine bakmak yeterli değildir; aynı zamanda hedeflenen diğer tekstür değerlerine de göz atmak gereklidir. Uygulanan kuvvet gram cinsinden ölçülür, bu nedenle sertlik analizinde elde edilen veriler gram (g) birimiyle ifade edilir.

#### **2.5 Makarnada Renk Analizleri**

Tüketiciler için bir gıdanın yemeğe uygunluğu ya da kalitesi ilk bakışta renk kriteri ile anlaşıldığı bilinmektedir, bu kriter doğrultusunda gıdanın kabulüne karar verilmektedir (Alfin ve Çakıroğlu, 2019). Sadece son ürünlerde değil gıda endüstrisinde hammadde ve ara ürünlerde de renk önemli bir kriterdir ve bu doğrultuda makarna üretiminde kullanılan unun rengi, o unun kalite kriteri olarak kabul edilir (Alfin ve Çakıroğlu, 2019). Makarnanın rengi analiz edilirken duyu değerlendirmesi yapıldığı gibi enstrümantal cihazlar yardımı ile da rengin değerlendirilmesi olanaktır (Dedeoğlu, 2020; Koca ve Anıl, 2007). Tüketiciler pişirmeden önce parlak sarı renkli, pişirdikten sonra da benzer rengi koruyan makarna ürünlerini tercih etmektedirler (Bozkurt, 2012). İnsan gözünün renk farklılıklarını gözlemlemesi sınırlı olduğundan yapılan analizlerde kolorimetre cihazı kullanılmaktadır. Renk analizlerinde L\* değeri parlaklık, açıklık değerini verir, a\* değeri kırmızı/yeşil renk değerlerini ve b\* değeri ise sarılık rengini temsil etmektedir (Saraç vd., 2006).

Makarna rengi, istenilen sarı (b), istenilen parlaklık-beyazlık (L\*) ve kurutma sürecine bağlı olarak gelişen kırmızı (a\*) pigmentlerinden oluşmaktadır (Dedeoğlu, 2020). Durum buğdayı pigmentleri karotenoid grubu bileşiklerden serbest lutein, mono ve di esterlerden oluşmaktadır (Durak ve Köse, 2003).

## **2.6 Makarnada Pişirme Kayıpları**

Makarnada bir diğer kalite kriteri, makarnanın pişme kalitesidir. Tüketici taleplerine uygun bir makarna için protein fraksiyonlarının, nişastanın tam olarak şişmesinden önce suyu emerek hidrasyona uğraması kritik bir öneme sahiptir (Dedeoğlu,2020). Makarnadaki protein fraksiyonları, nişasta granülleri de dahil olmak üzere diğer tüm organik maddeleri tutan örgülü bir ağ yapısına sahip olduğundan, bu fraksiyonların pişme kalitesi açısından önemi büyüktür (Dedeoğlu,2020). Yapıda bulunan bu ağ sayesinde makarna yüzeyinin dağılmasına izin verilmediği için pişme suyuna geçen madde kaybı da önlenmektedir (Dedeoğlu,2020; Cubadda, 1988; Malcolmson vd., 1993). Bu yapı oluşmak yerine kümeleşme eğilimi gösterdiğinde, nişasta granülleri pişirme işlemi sırasında yapıya tutunamayarak suya geçebilir ve bu durumda nişasta makarna yüzeyinde birikerek yapışkanlığın artmasına yol açabilir (Dedeoğlu,2020; Feillet, 1988; Smewing, 1997). Protein matriksi arasında tutulamayan yüksek nişastasının çözünürlüğü pişme kaybı olarak tanımlanmaktadır (Akın, 2017).

Makarna kalitesinde, makarnanın protein miktarının yanı sıra, protein kalitesinin de önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Buğday proteinleri genel olarak albumin, globulin, gliadin ve glutenin fraksiyonlarından oluşmaktadır (Akın, 2017; Wasık, 1978). Gluten içerisinde bulunan glutenin oranı yüksek çeşitlerde pişme kaybı azdır (Akın, 2017). Gliadin oranı yüksek buğday çeşitlerinde pişmiş makarnalarda istenen sertlik ve dirilik az olmaktadır (Akın, 2017). Protein miktarı ve camsılık oranı yüksek buğdaylardan elde edilen irmik ile üretilen makarnaların üretimi sırasında; irmik eşit şekilde su alıp, elastik yapıda makarna eldesine neden olur, bu da makarnaların pişme sırasında yeterince şişip, pişme suyuna geçen madde miktarının az olmasına ve diriliğin korunmasına neden olmaktadır (Akın, 2017).

Pişirme sonrası suya geçen madde miktarı makarna kalitesi için önemli bir parametredir. Pişirme sırasında makarnanın yapısı dağıldığından, kuru maddeler pişme suyuna geçer (Dedeoğlu, 2020; D'Egidio ve Nardi, 1996). Makarna örneğinin

yüzey yapışkanlığı ile suya geçen madde miktarı arasında bir ilişki bulunmakta olup, suya geçen madde miktarının artması, protein fraksiyonlarının örgülü ağ yapısının zayıflamasına ve nişastasının suda çözünürlüğünün artmasına yol açarak, pişme toleransının zayıflaması ve istenmeyen bir makarna örneğinin oluşmasına sebep olmaktadır (Dedeoğlu,2020; Dexter vd., 1985; Sözer ve Kaya, 2002).

## **2.7 Makarnada Duyusal Analizler**

Gıdalarda enstrümantal olarak belirlenebilen tekstürel kalite parametreleri, duysal olarak da belirlenebilmektedir. Makarna ürünlerinde de bu durum geçerlidir. Makarnanın tekstürel özelliklerinin duysal olarak belirlenmesi, elde edilen sonuçların tüketici tercihlerine yakın olması ve pişmiş makarnada tekstürel özelliklerin değerlendirilmesine kolaylık sağladığı için makarna analizlerinde kullanılmakta olan bir metottur (Dedeoğlu, 2020). Analiz, ürünün yapısal ve duysal özelliklerinin duysal organlarla değerlendirilerek sonuca varılması esasına dayanmaktadır (Dedeoğlu, 2020). İtalya’da bulunan araştırma ve makarna üretim laboratuvarları tarafından belirlenen parametreler; ağırlıklı olarak sertlik, yapışkanlık ve kümeleşme parametreleridir (Dedeoğlu, 2020; D’Egidio ve Nardi, 1996). Duyusal analiz uygulanırken makarnada dişler yardımı ile sertlik özelliği incelenirken, gözler ve temas yardımı ile yapışkanlık ve kümeleşme parametreleri incelenmektedir (Dedeoğlu, 2020; D’Egidio ve Nardi, 1996).

Bu analizlerin sonucunda, %100 durum buğdayı irmiğinden üretilen makarna numunelerine buğday unu ile paçal yapıldığında oluşacak negatif özelliklerin, glikoz oksidaz ile iyileştirilip iyileştirilemeyeceği belirlenmek istenmiştir.

# ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

## MATERYAL VE METOT

### 3.1 Makarna Numunelerinin Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Makarna numunelerinin üretilmesinde İstanbul da yer alan Mirpain firmasından tedarik edilen katkısız ekmeklik buğday unu, Metro marketten tedarik edilen Pasta D'Alfredo Semolina Makarnalık İrmik ve su olarak şebeke suyu kullanılmıştır.

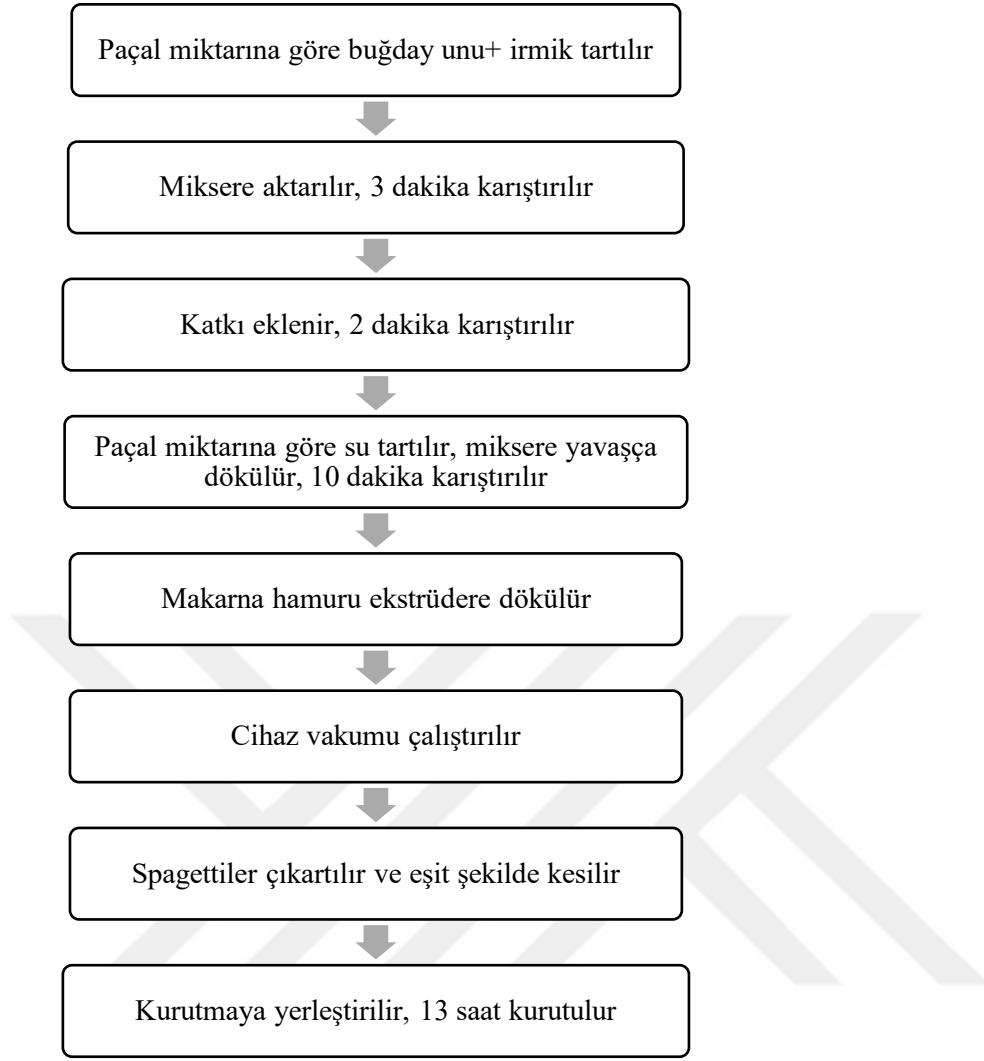
Enzim ilavesi uygulanırken Mirpain firmasından tedarik edilen 20.000 u/g aktiviteye sahip *Aspergillus oryzae* mikroorganizmasından elde edilen, GDO'suz (mikroorganizma genetiği değiştirilmemiş) ve E.C.1.1.3.4 enzim sınıflandırma numarasında glikoz oksidaz 10 ppm, 15 ppm ve 20 ppm olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda kullanılmıştır.

Makarna numuneleri İstanbul da yer alan Mirpain firmasının makarna demo üretim tesisinde üretilmiştir. Üretilirken Italtast marka makarna ekstrüder, Leybold marka vakum ve La Monferrina marka kurutma makinesi kullanılmıştır.

### 3.2 Makarna Numunelerinin Üretimi

Makarna numuneleri, irmiğe %0, %20, %30, %40, %50 oranlarında buğday unu ilavesiyle Mirpain Gıda'nın içsel üretim prosesince üretim sağlanmıştır. Her numune grubuna 10, 15 ve 20 ppm (20.000 u/g) glikoz oksidaz katkısı eklenmiştir. Kontrol, %100 irmik ile üretilen makarna numunesi olarak kabul edilmiştir. Glikoz oksidazın etkisini kıyaslamak amacıyla bir grup makarna numuneleri de katkısız üretilmiştir.

Makarna üretim akış şeması Şekil 3.1'de verilmiştir. Tablo 3.1'de yer alan 21 makarna numunesi benzer koşullar altında üretilmiştir. Makarna numunelerinin üretimi çift tekrarlı olarak yapılmıştır.



**Şekil 3.1:** Makarna üretim akış şeması

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 3.1:** Çalışma kapsamında üretilen makarna numuneleri

1	%100 irmik (kontrol)
2	%100 buğday unu
3	%80 irmik + %20 buğday unu
4	%70 irmik + %30 buğday unu
5	%60 irmik + %40 buğday unu
6	%50 irmik + %50 buğday unu

7	%100 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
8	%80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
9	%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
10	%60 ırmik + %40 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
11	%50 ırmik + %50 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
12	%100 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
13	%80 ırmik + %20 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
14	%70 ırmik + %30 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
15	%60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
16	%50 ırmik + %50 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
17	%100 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz
18	%80 ırmik + %20 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz
19	%70 ırmik + %30 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz
20	%60 ırmik + %40 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz
21	%50 ırmik + %50 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

### 3.3 Kuru ve Pişmiş Makarna Numunelerinde Renk Analizinin Yürütülmesi

Makarna numunelerinin renk değerleri Minolta CR-410 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. L\* (parlaklık), a\* (kırmızı ve yeşil) ve b\* (sarı ve mavi) değerleri hesaplanmıştır. Renk analizi Mirpain Gıda iç prosedürlerine uygun olarak yapılmıştır.

### 3.3.1 Pişmiş Makarna Numunelerinde Renk Analizleri

Pişmiş makarna numunelerine renk analizi uygulanırken; 25 g makarna numunesi kesilmiş, 300 ml şebeke suyu ile birlikte tencereye dökülmüştür. Ocağın altı açılmış ve tenceredeki su yaklaşık 2 dakika sonra 100 C°'ye ulaşmış ve makarna numuneleri tencere içerisine atılarak su içerisinde 8 dakika pişirilmiştir. Su derecesi dijital saplamalı termometre yardımıyla ölçülmüştür. Pişirme sonunda tenceredeki makarna numuneleri Bühner hunisi yardımı ile süzülmüştür. Süzme işlemi sonunda makarnalar ölçüm için ayrı bir kaba alınmıştır. Düz bir zemin üzerinde birbirlerine yapışık olacak şekilde önce yatay olarak 30 adet makarna dizilir, sonra dikeyde benzer şekilde 30 makarna dizilmiş, bu sayede renk ölçümünün zeminden etkilenmemesi sağlanmıştır. Dizme işlemi sonunda makarna numuneleri Şekil 3.2'de yer alan Konica Minolta CR-410 Kolorimetre yardımı ile ölçülmüştür.



Şekil 3.2: Kolorimetre cihazı

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

### **3.3.2 Kuru Makarna Numunelerinde Renk Analizleri**

Kuru makarna numunelerine renk analizi uygulanırken, kuru makarna numuneleri düz bir zemin üzerinde birbirlerine yapışık ve sık şekilde dizilerek, Konica Minolta CR-410 Kolorimetre yardımı ile yürütülmüştür.

### **3.4 Makarna Numunelerinde Tekstür Analizi**

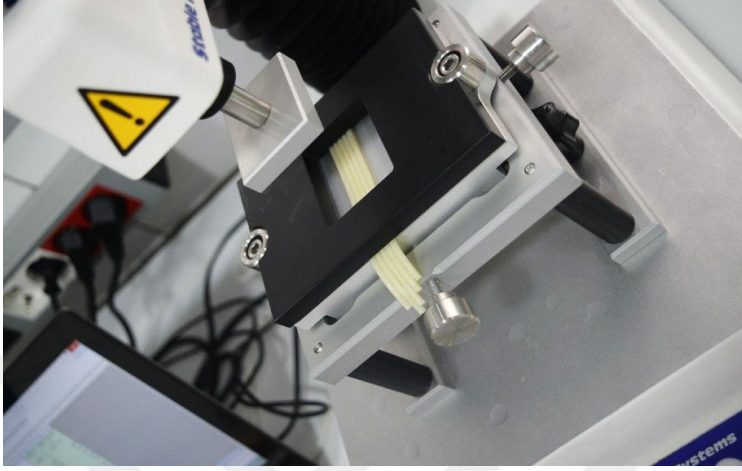
Makarna numunelerine tekstür analizi, Stable Micro Systems -TA.Xtplus tekstür cihazı ile yapışkanlık ve sertlik analizleri yapılmıştır. Bu bağlamda Mirpain Gıda iç prosedür analizi esas alınarak 2 tekrar ile analiz yapılmıştır.

#### **3.4.1 Makarna Numunelerinde Yapışkanlık Analizleri**

Makarna numunelerine yapışkanlık analizi uygulanırken; 25 g benzer boyutlarda olacak şekilde makarna numuneleri kesilmiş, 300 ml Millipore Direct-Q 3 Ultra Saf Su cihazı ile distile edilmiş saf su tencereye dökülmüştür. Ocağın altı açılmış ve tenceredeki su yaklaşık 2 dakika sonra 100 C°'ye ulaşmış ve makarna numuneleri tencere içerisine atılarak su içerisinde 10 dakika pişirilmiştir. Su derecesi dijital saplamalı termometre yardımıyla ölçülmüştür. Pişirme işlemi sırasında tencerenin kapağının açılmamasına dikkat edilmiştir. İşlem sonunda makarna numuneleri Bühner hunisine dökülüp 1 dakika süzme işleminin tamamlanması için beklenmiş, sonrasında 250 ml saf su ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Yıkama işlemi sonunda makarna numuneleri behere alınıp numunelerin dış etkenlerden etkilenmemesi amacıyla üzerini kapatacak kadar saf su eklenerek makarna numuneleri analize hazır hale getirilmiştir.

Yapışkanlık analizi için tekstür cihazına “Spaghetti Stickiness Rig” başlığı takılmıştır. Analiz öncesi cihaza ağırlık kalibrasyonu yapılmıştır. Kalibrasyon uygulanırken; 1000 g ağırlığında blok cihazda bulunan kalibrasyon alanına yerleştirilerek işlem tamamlanmıştır. Analiz uygulanırken, Şekil 3.3’de görüldüğü gibi 5 parça makarna numunesi yan yana dizilmiş ve üzerine makarnaları sıkıştırılması amacıyla siyah blok koyulmuştur, analiz başlatılmıştır. Analiz; makarna numunesini plaka arasında sıkıştıran başlığı, numunenin yüzeyinden ayırmak için gereken maksimum kuvvet esasına dayanmaktadır (Köten, 2010). Kuvvetin değeri gram cinsinden verilmektedir ve 5 tekrar sonunda ortalama kuvvet değeri hesaplanmıştır. Analiz sırasında kullanılan

gri yapışkanlık başlığı, siyah blok arasında sıkıştırılan makarna numunelerini ezer ve gri başlık tekrar yukarı çıkarken makarna yüzeyinden ayrılması için gereken maksimum kuvvet ortaya çıkmakta ve gram cinsinden hesaplanmaktadır.



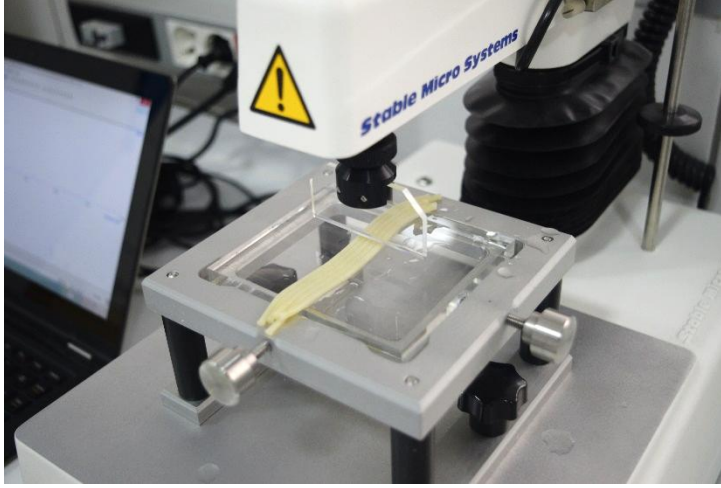
**Şekil 3.3:** Tekstür analizinde yapışkanlık parametresinin ölçümü

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

### 3.4.2 Makarna Numunelerinde Sertlik Analizleri

Sertlik analizinde 2 analiz için benzer makarna numuneleri kullanılmıştır.

Sertlik analizi için tekstür cihazına 'Pasta Firmness-Quality Rig / Light Knife Blade' başlığı takılmıştır. Kalibrasyon işlemi yapmak için; 1000 g ağırlığında blok cihazda bulunan kalibrasyon alanına yerleştirilerek işlem tamamlanmıştır. Şekil 3.4'de görüldüğü gibi, 5 parça makarna numunesi yan yana dizilmiştir ve analiz başlatılmıştır. Sertlik analizi; birim alana uygulanan maksimum kesme kuvvetidir (Dedeoğlu, 2020). Analiz sonucunda uygulanan kuvvetin gram cinsinden değeri verilmiş ve 5 tekrar sonunda ortalama değer hesaplanmıştır. Analiz sırasında kullanılan sertlik başlığı, makarna numunelerini ilk kestiği anda yukarı çıkmakta ve kesme işlemi için uyguladığı maksimum kuvveti hesaplamaktadır.



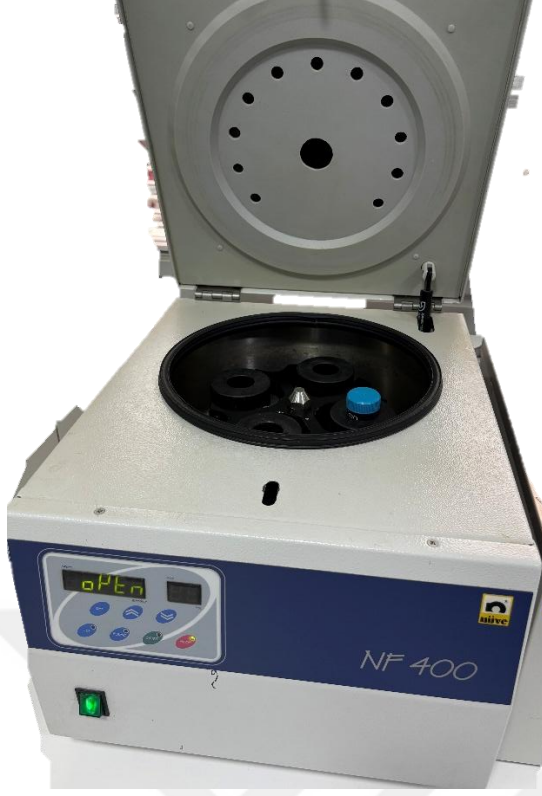
**Şekil 3.4:** Tekstür analizinde sertlik parametresinin ölçümü

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

### **3.5 Makarna Numunelerinde Pişirme Kaybı Analizleri**

Pişirme kaybı testlerinde 25 g makarna numunesi tartılmış ve 300 ml saf su tencereye dökülmüştür. Ocağın altı açılmış ve tenceredeki su yaklaşık 2 dakika sonra 100 C°'ye ulaşmış ve makarna numuneleri tencere içerisine atılarak su içerisinde 8 dakika pişirilmiştir. Su derecesi dijital saplamalı termometre yardımıyla ölçülmüştür. Süre sonunda Bühner hunisi yardımı ile süzölmüş ve makarna suyu behere alınarak 5 dakika soğutulmuştur. Soğutulma işlemi sonunda 4 dakika Velp Scientifica MST Magnetic Stirrer marka manyetik karıştırıcı yardımı ile 6. devirde karıştırılmış, sonrasında üzerinde biriken köpük spatül yardımı ile alınmış ve kalan numune 50 ml'lik santrifüj tüpüne boşaltılmıştır. Santrifüj işlemi 4000 XG'de 15 dakika Nüve Nf 400 marka santrifüj cihazıyla (Şekil 3.5) gerçekleştirilmiş ve süre sonunda tüpler stantlara yerleştirilerek 72 saat çökmeye bırakılmıştır. Süre sonunda 50 ml'deki çökme miktarı incelenmiş, yüzdeler olarak hesaplanmıştır.

Hesaplama şu şekilde gerçekleştirilmiştir: 50 ml'lik örnekte X ml çökelti meydana gelmişse, 100 ml'lik örnekte çökeltme miktarının 2X ml olacağı kabul edilmiştir. Bu doğrultuda, pişirme kaybı % 2X olarak belirlenmiştir.



**Şekil 3.5:** Santrifüj cihazı

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

### 3.6 Makarna Numunelerinde Duyusal Analizler

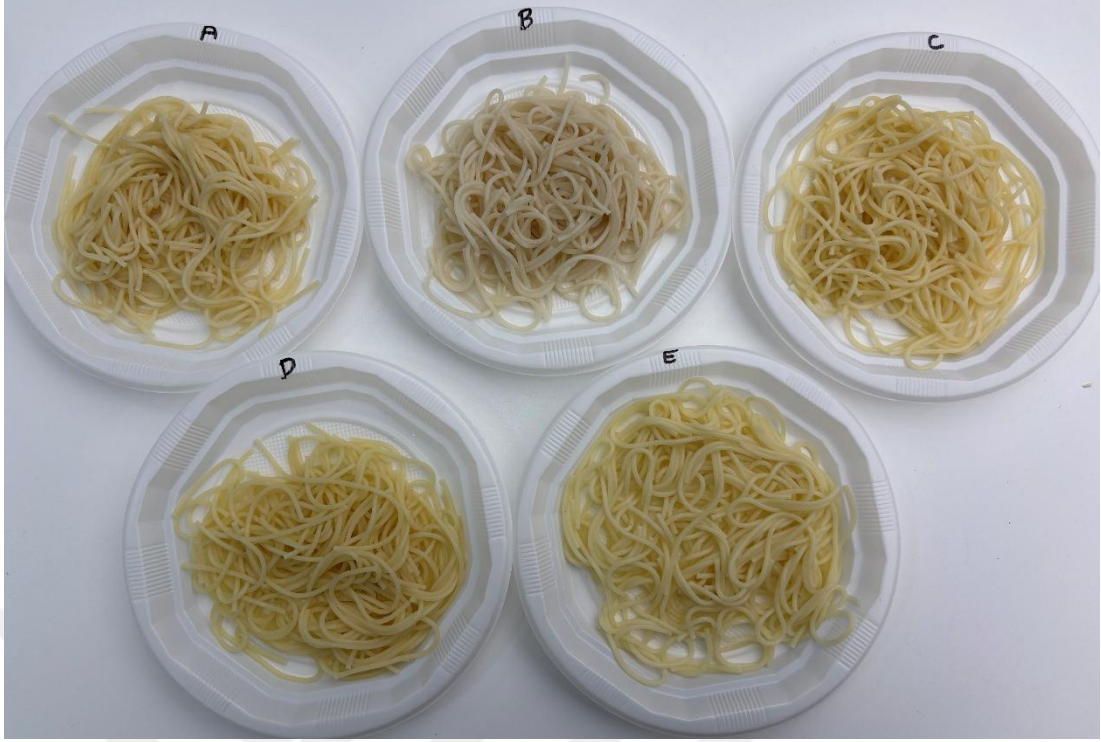
Makarna numunelerinden 3 makarna, %100 irmik (kontrol) ve %100 buğday unu ile üretilen makarna numuneleri seçilmiş ve numuneler A, B, C, D, E harfleriyle kodlandıktan sonra 10 panelist katılımıyla duyusal analizine tabi tutulmuştur. Örneklerin duyusal analizi (Köten, 2010; Köksal vd., 1992) tarafından geliştirilen metot ile yapılmıştır. İlk olarak makarna numunelerinde 100'er g tartılmıştır. 1 lt su tartılarak tencere içerisinde koyulmuş ve ocağın altı açılmıştır. Tenceredeki su yaklaşık 4 dakika sonra 100 C°'ye ulaşmış ve makarna numuneleri tencere içerisine atılarak su içerisinde 13 dakika pişirilmiştir. Su derecesi dijital saplamalı termometre yardımıyla ölçülmüştür. Makarna numuneleri 4 dk'da bir karıştırılmıştır ve kırılmamasına dikkat edilmiştir. Süre sonunda makarnalar plastik bir elekte 15 saniye yavaşça sallanarak süzölmüştür. Süzölen makarnalar porselen bir tabak içine alınmış, 6. dakikada yüzeyin nişastalı olup olmadığı parmaklarla dokunarak incelenmiş, dışlar

yardımıyla ısırılarak sertliği ve pişmemiş kısım olup olmadığı kontrol edilmiş, 9. dakikada ise makarna elle kaldırılarak birbirlerine yapışıp yapışmadığı değerlendirilmiştir (Köten, 2010). Kaliteli makarnada yapışkanlık olmamalı, makarna sertliğini ve başlangıç şeklini ve rengini korumalıdır. Duyusal analizi değerlendirmede (Dedeoğlu, 2020) tarafından kullanılan form ve puanlama tablosu modifiye edilerek analiz gerçekleştirilmiştir. Form ekler listesinde Ek-1’de yer almaktadır (Tablo E4.1). Analiz sırasında tüketicilerin bir makarnayı tercih etmeleri için gerekli skalaları göz önüne alarak; makarna numunelerinin rengine, tat ve aromasına, yapışkanlık, sertlik, çiğnenebilirlik ve genel kabul edilebilirlik parametrelerine 5 çok iyi, 1 çok kötü olarak şekilde 1’den 5’e kadar puanlama yapılmıştır. Puanların ortalama değerleri hesaplanarak sonuca varılmıştır. Tablo 3.2’de pişmiş makarna numunelerinin duyusal analiz değerlendirme parametreleri ve açıklamaları verilmiştir. Şekil 3.6’da duyusal analiz yapılan makarna numuneleri görselleri yer almaktadır.

**Tablo 3.2:** Pişmiş makarna numunelerinin duyusal analiz değerlendirme parametreleri ve açıklamaları

<b>Değerlendirme Parametresi</b>	<b>Açıklama</b>
Renk	Makarna örneklerinin dış görşelini temsil etmektedir (Dedeoğlu, 2020).
Tat ve Aroma	Makarna örneklerinin ağızda bıraktığı lezzet ve yaydığı kokuyu temsil etmektedir (Dedeoğlu, 2020).
Yapışkanlık	Pişmiş makarnanın herhangi bir duyu organına yapışması olarak tanımlanır (Dedeoğlu, 2020).
Sertlik	Pişmiş makarna örneklerinin ağza aldıktan sonra dişler arasında sıkıştırılarak deformasyona uğratmak için gerekli olan kuvveti temsil etmektedir (Dedeoğlu, 2020).
Çiğnenebilirlik	Pişmiş makarna örneklerinin yutabilecek kıvama getirilebilmesi için 1/sn hızında çiğnemek için gerekli olan süredir (Dedeoğlu, 2020).
Genel Kabul Edilebilirlik	Tüm parametrelerin duyusal değerlendirmeleri sonucunda, makarna numunelerinin panelistler tarafından oluşan tercih derecesini ifade etmektedir (Dedeoğlu, 2020).

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



**Şekil 3.6:** Duyusal analiz yapılan makarna numuneleri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 3.6’da yer alan makarna numunelerinde bulunan A, B, C, D ve E harflerinin açıklamaları Tablo 4.17’de verilmiştir.

### **3.7 İstatistiksel Analiz**

İstatistiksel analizler, paçal yapılarak üretilen makarna numunelerine yapılan analizlerin sonuçları ile %100 irmik (kontrol) makarna numunesinin analiz sonucu arasındaki farkların belirlenmesi için t-testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir analiz, %95 güven aralığında değerlendirilmiş ve anlamlılık sınırları  $p < 0,05$  olarak belirlenmiştir.

# DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Pişmiş Makarna Numunelerinin Renk Değerleri

Makarna numunelerinin renk değerleri kalite kriterlerinden biridir. Durum buğdayından elde edilen irmiğin sahip olduğu renk pigmentleri makarnaya istenen sarı rengi vermektedir ve pigmentler karotenoid grubu bileşiklerden serbest lutein, mono ve di esterlerden oluşmaktadır (Durak ve Köse, 2003). Buğday unu ile paçal yapılan makarnalarda, buğday ununun sahip olduğu beyaz renk makarnanın rengini olumsuz etkilemektedir.

Bu bölümde pişmiş makarna numunelerinin kolorimetre ile rengi ölçülerek L\*(parlaklık), a\*(kırmızılık) ve b\*(sarılık) değerleri incelenmiş ve glikoz oksidazın makarnaya ilavesinin makarna rengine etkisi olup olmadığı incelenmiştir.

Şekil 4.1’de yer alan verilere göre en yüksek parlaklık değerine 88,31 ile kontrol numunesi sahip olup, kontrole yakın en yüksek parlaklık değerini 87,75 ile 20 ppm glikoz oksidaz eklenmiş %50 irmik + %50 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunesi alırken, en düşük sonucu 20 ppm glikoz oksidaz katkılı %70 irmik + %30 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunesi almıştır.

Makarna numunelerinin parlaklık değerine bakıldığında, %100 buğday unu ve %60 irmik + %40 buğday unu paçalıyla üretilen numunelerde parlaklık değerinin 10 ppm glikoz oksidaz ilavesinde düştüğü, sonrasında 15 ppm’de artıp, 20 ppm’de tekrar düştüğü, %80 irmik + %20 buğday unu ve %70 irmik + %30 buğday unu paçalarında bu değer 10 ppm’de arttığı, diğer konsantrasyonlarda azaldığı, %50 irmik + %50 buğday unu paçalında ise parlaklık değerinin sadece 20 ppm’de arttığı, diğer konsantrasyonlarda azaldığı belirlenmiştir.

Tablo 4.1’de L\* değerlerinin ortalama ve standart sapmaları verilmiş ve bu sonuçlar incelendiğinde makarna numunelerinin parlaklık değerlerinin birbirlerine yakın olduğu görülmüştür. Tüm bu sonuçlar doğrultusunda glikoz oksidazın parlaklık değerine belirleyici bir etkisi olmadığı söylenebilir. Tablo 4.19’de yer alan pişmiş makarnaların L\* değerlerinin t-test sonuçlarına göre, tüm gruplar kontrol grubu ile

kıyaslandığında  $p < 0,05$  olarak bulunmuş ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir.

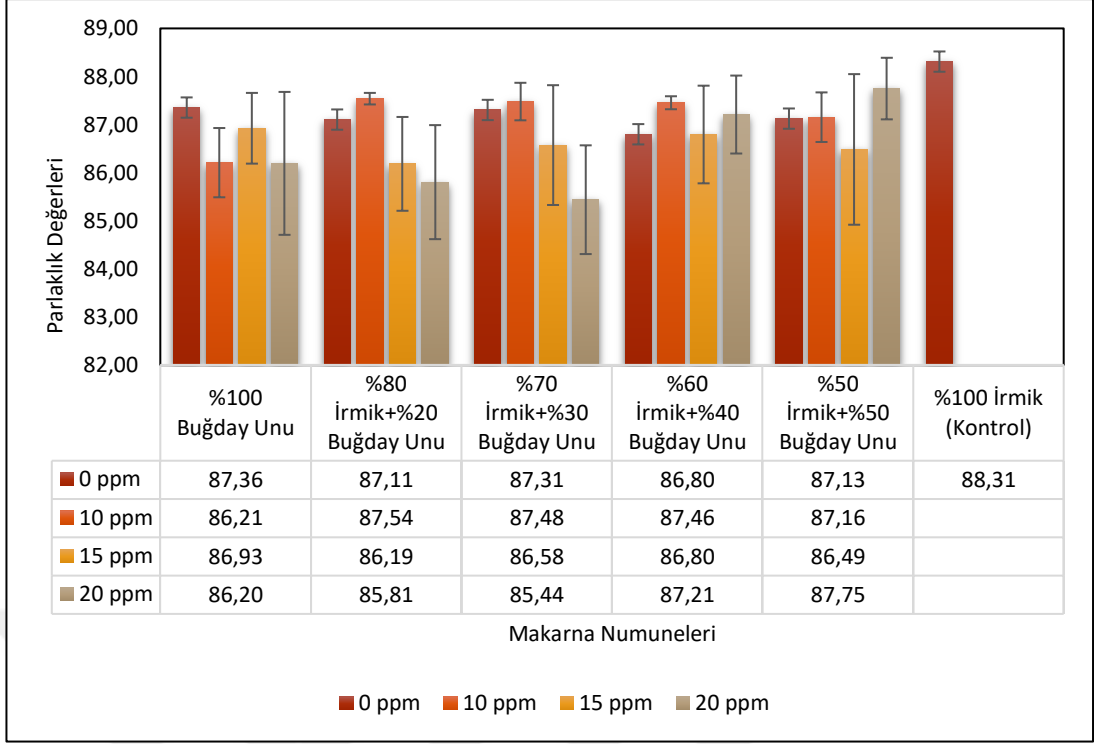
Altiner ve Hallaç (2020) tarafından yapılan çalışmada, soya unu ve keçiyoynuzu unu farklı oranlarda buğday unu yerine makarna formülasyonlarına eklenerek kalite ve duyu özellikleri üzerine etkisi araştırılmış ve keçiyoynuzu ununun artışıyla makarnanın  $L^*$  değerinde önemli bir azalma görülürken,  $b^*$  değerinde soya unu ilavesiyle artış gözlemlenmiştir. Çevik (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, gıda endüstrisi yan ürünleri ve atıklarının ekmek ve makarnanın fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde kullanımı araştırılmış ve en yüksek  $L^*$  ve  $b^*$  değeri portakal yan ürün eklenmiş örneklerde görülürken, en düşük renk değerleri muz yan ürünü eklenmiş makarna örneklerinde görülmüştür.

**Tablo 4.1:** Pişmiş makarna numunelerinin  $L^*$  değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std.}$ )

Ürün Adı	$L^*$ Değeri (1.Üretim)	$L^*$ Değeri (2.Üretim)	( $\bar{x} \pm \text{std}$ )
%100 irmik (kontrol)	88,50	88,12	88,31 $\pm$ 0,2
%100 buğday unu	87,51	87,20	87,36 $\pm$ 0,2
%80 irmik + %20 buğday unu	87,20	87,01	87,11 $\pm$ 0,1
%70 irmik + %30 buğday unu	87,38	87,23	87,31 $\pm$ 0,1
%60 irmik + %40 buğday unu	86,89	86,71	86,80 $\pm$ 0,1
%50 irmik + %50 buğday unu	87,27	86,98	87,13 $\pm$ 0,1
%100 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	86,93	85,49	86,21 $\pm$ 0,7
%80 irmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	87,42	87,66	87,54 $\pm$ 0,1
%70 irmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	87,87	87,09	87,48 $\pm$ 0,4
%60 irmik + %40 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	87,59	87,32	87,46 $\pm$ 0,1

%50 ırmik + %50 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	87,67	86,64	87,16±0,5
%100 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	87,66	86,19	86,93±0,7
%80 ırmik + %20 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	87,16	85,21	86,19±1,0
%70 ırmik + %30 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	87,82	85,33	86,58±1,2
%60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	87,81	85,78	86,80±1,0
%50 ırmik + %50 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	88,05	84,92	86,49±1,6
%100 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz	87,68	84,71	86,20±1,5
%80 ırmik + %20 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	86,99	84,62	85,81±1,2
%70 ırmik + %30 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	86,57	84,31	85,44±1,1
%60 ırmik + %40 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	88,02	86,40	87,21±0,8
%50 ırmik + %50 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	88,39	87,11	87,75±0,6

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



**Şekil 4.1:** Pişmiş makarna numunelerinin L\* değerleri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.19:** Pişmiş makarna numunelerinin L\* değerlerine ait t-test değerlendirmesi

Grup 1	Grup 2 (kontrol)	p-değeri	Anlamlı Fark
%100 buğday unu grubu	%100 ırmik (kontrol)	0,01	Yok
%80 ırmik + %20 buğday unu grubu	%100 ırmik (kontrol)	0,03	Yok
%70 ırmik + %30 buğday unu grubu	%100 ırmik (kontrol)	0,03	Yok
%60 ırmik + %40 buğday unu grubu	%100 ırmik (kontrol)	0,00	Yok
%50 ırmik + %50 buğday unu grubu	%100 ırmik (kontrol)	0,02	Yok

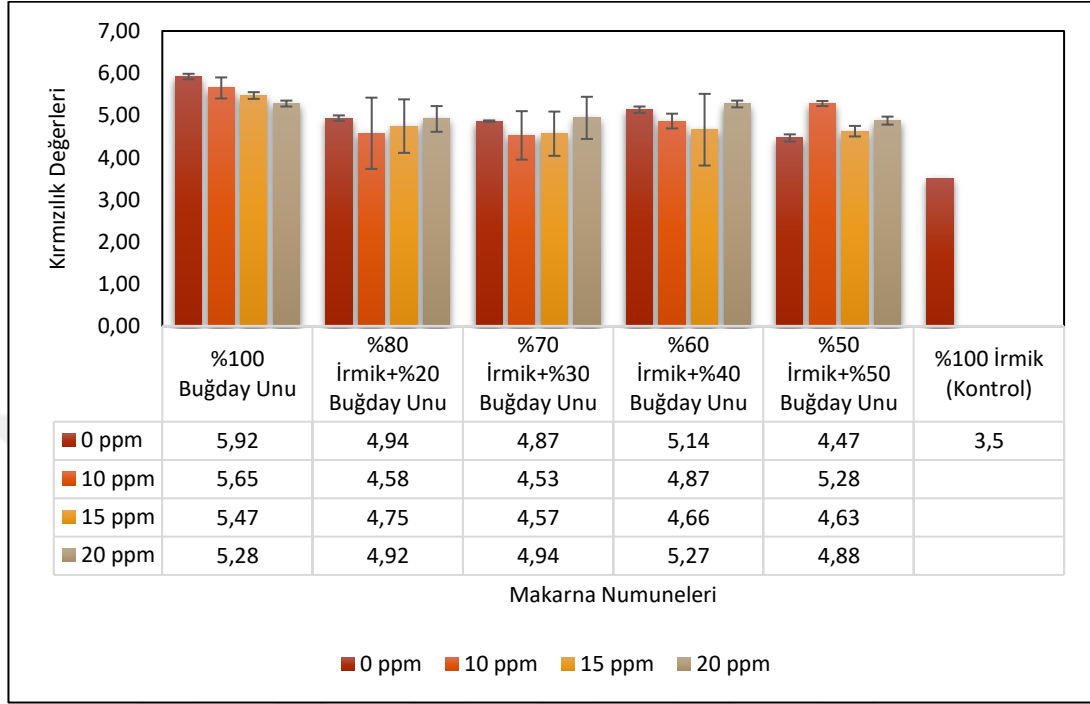
**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Pişmiş makarna numunelerinin kırmızılık değerleri incelendiğinde, kontrol numunesi 3,5 değeriyle en düşük kırmızılık değerine sahip makarna numunesi olup, Şekil 4.2’de yer alan verilere göre kontrolden sonra en düşük sonucu 4,47 değeriyle %50 ırmik + %50 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunesinde görülürken, en yüksek kırmızılık değerini 5,97 değeriyle %100 buğday unuyla üretilen makarna numunesi almıştır. Diğer makarna numunelerinin a\* değerleri birbirlerine yakın bulunmuştur.

Numuneleri kendi içerisinde kıyaslandığında ise Tablo 4.2’de ortalamaları ve standart sapma değerleri verilen makarnaların a\* değerleri birbirlerine yakın olduğunda görülmekte olup, bu sonuçlar doğrultusunda glikoz oksidazın kırmızılık değerine belirleyici bir etkisi olmadığı söylenmektedir. Tablo 4.20’de yer alan pişmiş makarnaların a\* değerlerinin t-test sonuçlarına göre, tüm gruplar kontrol grubu ile kıyaslandığında  $p < 0,05$  bulunmuş ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Çekim (2024) tarafından yapılan çalışmada, siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilmiş makarnanın kalite parametrelerinin araştırılması yapılmış ve makarna örneklerine siyah havuç ve yaban mersini ilavesinin L\* değerini önemli

ölçüde ( $p<0,01$ ) düşürdüğü, pişme öncesi ve sonrasında  $a^*$  değerinin arttığı ve  $b^*$  değerinin katkı oranı arttıkça düştüğü gözlemlenmiştir.



**Şekil 4.2:** Pişmiş makarna numunelerinin  $a^*$  değerleri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.2:** Pişmiş makarna numunelerinin  $a^*$  değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std.}$ )

Ürün Adı	$a^*$ Değeri (1.Üretim)	$a^*$ Değeri (2.Üretim)	( $\bar{x} \pm \text{std}$ )
% 100 irmik (kontrol)	3,39	3,61	3,50 $\pm$ 0,1
%100 buğday unu	5,85	5,98	5,92 $\pm$ 0,1
%80 irmik + %20 buğday unu	4,87	5,0	4,94 $\pm$ 0,1
%70 irmik + %30 buğday unu	4,85	4,88	4,87 $\pm$ 0,0
%60 irmik + %40 buğday unu	5,06	5,21	5,14 $\pm$ 0,1

%50 ırmik + %50 buğday unu	4,38	4,55	4,47 ± 0,1
%100 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	5,40	5,90	5,65 ± 0,3
%80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	5,42	3,73	4,58 ± 0,8
%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	5,10	3,95	4,53±0,6
%60 ırmik + %40 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	5,04	4,69	4,87±0,2
%50 ırmik + %50 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	5,34	5,22	5,28±0,1
%100 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	5,39	5,55	5,47±0,1
%80 ırmik + %20 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	5,38	4,11	4,75±0,6
%70 ırmik + %30 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	5,09	4,04	4,57±0,5
%60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	5,51	3,81	4,66±0,8
%50 ırmik + %50 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	4,75	4,50	4,63±0,1
%100 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz	5,35	5,21	5,28±0,1
%80 ırmik + %20 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	5,22	4,61	4,92±0,3
%70 ırmik + %30 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	5,44	4,44	4,94±0,5
%60 ırmik + %40 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	5,35	5,19	5,27±0,1
%50 ırmik + %50 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	4,97	4,78	4,88±0,1

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.20:** Pişmiş makarna numunelerinin a\* değerlerine ait t-test değerlendirmesi

Grup 1	Grup 2 (kontrol)	p-değeri	Anlamlı Fark
%100 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,00	Yok
%80 irmik + %20 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,00	Yok
%70 irmik + %30 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,00	Yok
%60 irmik + %40 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,00	Yok
%50 irmik + %50 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,01	Yok

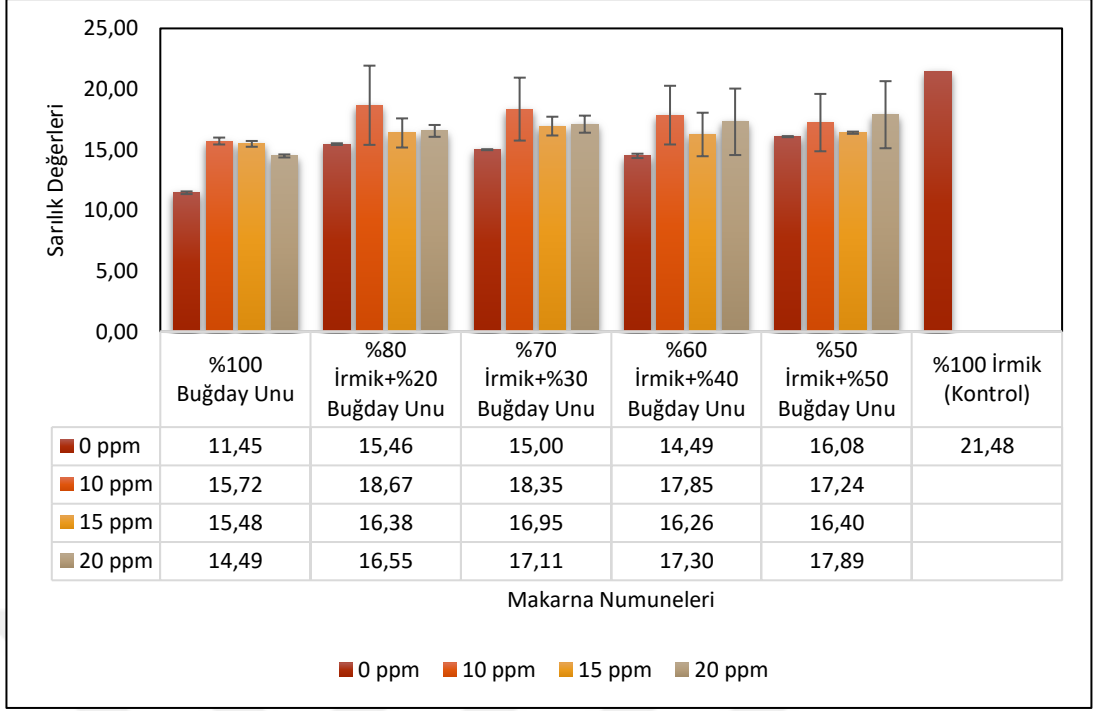
**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 4.3’de yer alan verilere göre, kontrol numunesi 21,48 ile en yüksek b\* değerine sahip makarna numunesi olmuştur. Kontrol numunesinden sonra en yüksek sarılık değerini 18,67 ile 10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş %80 irmik + %20 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunesi alırken, en düşük sonucu 11,45 değeriyle %100 buğday unu ile üretilen makarna numunesi belirtmiştir.

İrmiğin sahip olduğu sarı renk makarna numunelerinin b\* değerini etkilemektedir. Paçal yapılarak üretilen makarna numunelerinde, irmik değerinin yüksek olduğu makarnaların b\* değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Genel olarak, Tablo 4.3’te yer alan ölçüm sonuçlarının ortalama ve standart sapma değerlerine bakıldığında, glikoz oksidaz katkısının eşdeğer konsantrasyonlarda makarna numunelerine benzer etkiler gösterdiği, Şekil 4.3’te gözlemlenmektedir. Ancak bu etki istatistiksel olarak belirgin olmadığından, glikoz oksidazın makarna numunelerinin b\* değeri üzerinde belirleyici bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Tablo 4.21’de yer alan pişmiş makarnaların b\* değerlerinin t-test sonuçlarına göre, tüm gruplar kontrol grubu ile kıyaslandığında  $p < 0,05$  bulunmuş ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Yaver ve Bilinçli (2021) tarafından yapılan çalışmada, Lüpen unu katkısıyla zenginleştirilmiş makarnanın kalite özellikleri, vital gluten ve/veya transglutaminazın etkileri araştırılmış ve %100 irmikle kıyaslandığında; lüpen unu ilavesinin b\* değerini yükselttiği görülmüştür. Transglutaminaz enzimi proteinlerin yapısını güçlendirmektedir (Levent vd., 2020). Düşük kalite unlarla yapılan gıda ürünlerinde ortaya çıkan tekstürel bozuklukların giderilmesinde transglutaminaz enzimi kullanılmaktadır (Erdal, 2021). Bu özelliği sayesinde de makarnanın tekstürel özelliklerini iyileştirmesi beklenen bir durumdur. Transglutaminaz enzimi düşük kalite unlarla yapılan makarna ve eriştede pişirme sonrası meydana gelen bozulmaları engelleyerek ürün dayanıklılığı arttırdığı bilinmektedir (Erdal, 2021; Motoki ve Seguro, 1998). Glikoz oksidaz ise hamur reolojisini iyileştirmekte, ekmek hacminin artmasına ve hasarlı glutenin yapısını iyileştirerek ekmek yapma kabiliyetini geri kazanmasına yardımcı olmaktadır (Erdal, 2021). Bu özellikleri sayesinde makarna tekstürüne de olumlu özellikler gösterebileceği tespit edilmiştir. Transglutaminaz enziminden farkı ise; glikoz oksidaz reaksiyon sırasında glikoz ve oksijeni uzaklaştırarak gıdaların raf ömrünü uzatmaktadır (Erdal, 2021). Reaksiyon sırasında ortaya çıkan hidrojen peroksit antimikrobiyal özelliği nedeniyle de raf ömrünü uzattığı bilinmektedir (Erdal, 2021).



**Şekil 4.3:** Pişmiş makarna numunelerinin b\* değerleri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.3:** Pişmiş makarna numunelerinin b\* değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std.}$ )

Ürün Adı	b* Değeri (1.Üretim)	b* Değeri (2.Üretim)	( $\bar{x} \pm \text{std.}$ )
% 100 irmik (kontrol)	21,55	21,41	21,48 $\pm$ 0,1
%100 buğday unu	11,56	11,34	11,45 $\pm$ 0,1
%80 irmik + %20 buğday unu	15,39	15,53	15,46 $\pm$ 0,1
%70 irmik + %30 buğday unu	15,04	14,96	15,00 $\pm$ 0,0
%60 irmik + %40 buğday unu	14,67	14,31	14,49 $\pm$ 0,2
%50 irmik + %50 buğday unu	16,12	16,03	16,08 $\pm$ 0,0
%100 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	16,00	15,43	15,72 $\pm$ 0,3

%80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	15,40	21,93	18,67 ±3,3
%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	15,75	20,94	18,35±2,6
%60 ırmik + %40 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	15,43	20,27	17,85 ±2,4
%50 ırmik + %50 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	14,87	19,60	17,24 ±2,4
%100 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	15,24	15,72	15,48±0,2
%80 ırmik + %20 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	15,18	17,58	16,38±1,2
%70 ırmik + %30 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	16,17	17,72	16,95±0,8
%60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	14,46	18,05	16,26±1,8
%50 ırmik + %50 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	16,31	16,49	16,40±0,1
%100 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz	14,61	14,36	14,49±0,1
%80 ırmik + %20 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	17,04	16,06	16,55±0,5
%70 ırmik + %30 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	16,40	17,81	17,11±0,7
%60 ırmik + %40 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	14,56	20,04	17,30±2,7
%50 ırmik + %50 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	15,12	20,65	17,89±2,8

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.21:** Pişmiş makarna numunelerinin b\* değerlerine ait t-test değerlendirmesi

<b>Grup 1</b>	<b>Grup 2 (kontrol)</b>	<b>p-değeri</b>	<b>Anlamlı Fark</b>
%100 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,01	Yok
%80 irmik + %20 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,01	Yok
%70 irmik + %30 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,01	Yok
%60 irmik + %40 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,01	Yok
%50 irmik + %50 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,00	Yok

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

#### 4.2 Kuru Makarna Numunelerinin Renk Değerleri

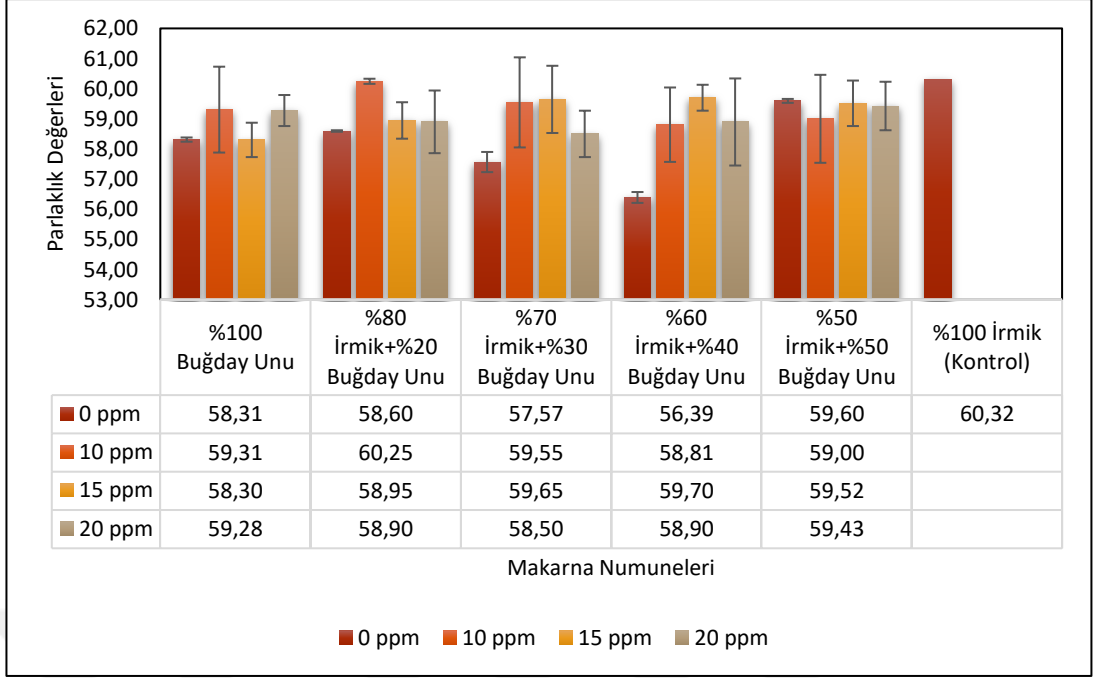
Bu bölümde ise kuru makarna numunelerinin kolorimetre ile rengi ölçülerek L\*(parlaklık), a\*(kırmızılık) ve b\*(sarılık) değerleri incelenmiş ve glikoz oksidazın makarnaya ilavesinin kuru makarna numunelerinin rengine etkisi olup olmadığı tespit edilmiştir.

Şekil 4.4’de yer alan verilere göre kuru makarna numunelerde en yüksek L\* değerini 60,32 ile kontrol numunesi alırken, kontrole en yakın parlaklık değerini 60,25 ile 10 ppm glikoz oksidaz katkılı %80 irmik + %20 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunesi almış ve en düşük değeri 56,39 değeriyle %60 irmik + %40 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunesi almıştır.

Makarna numunelerindeki parlaklık değerleri katkısız makarnalarla kıyaslandığında glikoz oksidaz katkısıyla artmış olup, sadece %50 irmik + %50 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunesinde önce çok düşük miktarda azalmaya neden olup konsantrasyon arttıkça arttırdığı gözlemlenmiştir. Ancak Tablo 4.4’de de ortalamaları ve standart sapmaları verilen L\* değerinde görülen artışların yüksek miktarlarda olamamasından, glikoz oksidaz katkısının kuru makarna numunelerinin L\* değerini

arttığı söylenememektedir. Tablo 4.22’de yer alan kuru makarnaların L\* değerlerinin t-test sonuçlarına göre, tüm gruplar kontrol grubu ile kıyaslandığında; %100 buğday unu ve %50 ırmik + %50 buğday unu gruplarında  $p < 0,05$  bulunmuş ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Diğer yandan, %80 ırmik + %20 buğday unu, %70 ırmik + %30 buğday unu ve %60 ırmik + %40 buğday unu gruplarında ise  $p > 0,05$  bulunmuş ve bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenmiştir.

Levent vd., (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday irmiği ile kırmızı, yeşil ve siyah mercimek unu farklı oranlarda makarna formülasyonlarına ilave edilerek makarnanın fizikokimyasal, tekstürel özellikleri ve pişme kalitesine etkisi araştırılmış ve yeşil mercimek unu kullanımı daha yüksek L\* değeri, kırmızı mercimek unu kullanımı daha yüksek a\* ve b\* değeri verdiği izlenmiştir. Serin (2018) tarafından yapılan çalışmada, glutensiz makarna formülasyonlarının farklı ingrediyeentlerle zenginleştirilmesi ve makarna kalitesinin artırılması araştırılmış ve glutensiz makarna örneklerinde en yüksek L\* değerini %70mısır-pirinç + %30mercimek unu karışımı ile elde edilen glutensiz makarna örnekleri göstermiş, hidroksi propil metil selüloz ve keçiboynuzu gamı ilavesi parlaklığı artırırken, guar gam ve ksantan gam ilavesi parlaklıkta azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.4:** Kuru makarna numunelerinin L\* değerleri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.4:** Kuru makarna numunelerinin L\* değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std.}$ )

Ürün Adı	L* Değeri (1.Üretim)	L* Değeri (2.Üretim)	( $\bar{x} \pm \text{std}$ )
% 100 irmik (kontrol)	60,39	60,25	60,32 $\pm$ 0,1
%100 buğday unu	58,38	58,24	58,31 $\pm$ 0,1
%80 irmik + %20 buğday unu	58,62	58,57	58,60 $\pm$ 0,0
%70 irmik + %30 buğday unu	57,90	57,23	57,57 $\pm$ 0,3
%60 irmik + %40 buğday unu	56,57	56,21	56,39 $\pm$ 0,9
%50 irmik + %50 buğday unu	59,53	59,66	59,60 $\pm$ 0,0
%100 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	60,73	57,88	59,31 $\pm$ 1,4

%80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	60,16	60,33	60,25±0,1
%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	61,04	58,05	59,55±1,5
%60 ırmik + %40 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	60,04	57,57	58,81 ±1,2
%50 ırmik + %50 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	60,46	57,54	59,00 ±1,5
%100 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	58,87	57,73	58,30±0,6
%80 ırmik + %20 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	59,55	58,34	58,95±0,6
%70 ırmik + %30 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	60,76	58,53	59,65±1,1
%60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	60,13	59,27	59,70±0,4
%50 ırmik + %50 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	60,27	58,76	59,52±0,8
%100 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz	59,79	58,76	59,28±0,5
%80 ırmik + %20 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	59,94	57,86	58,90±1,0
%70 ırmik + %30 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	59,27	57,73	58,50±0,8
%60 ırmik + %40 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	60,34	57,45	58,90±1,4
%50 ırmik + %50 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	60,23	58,62	59,43±0,8

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

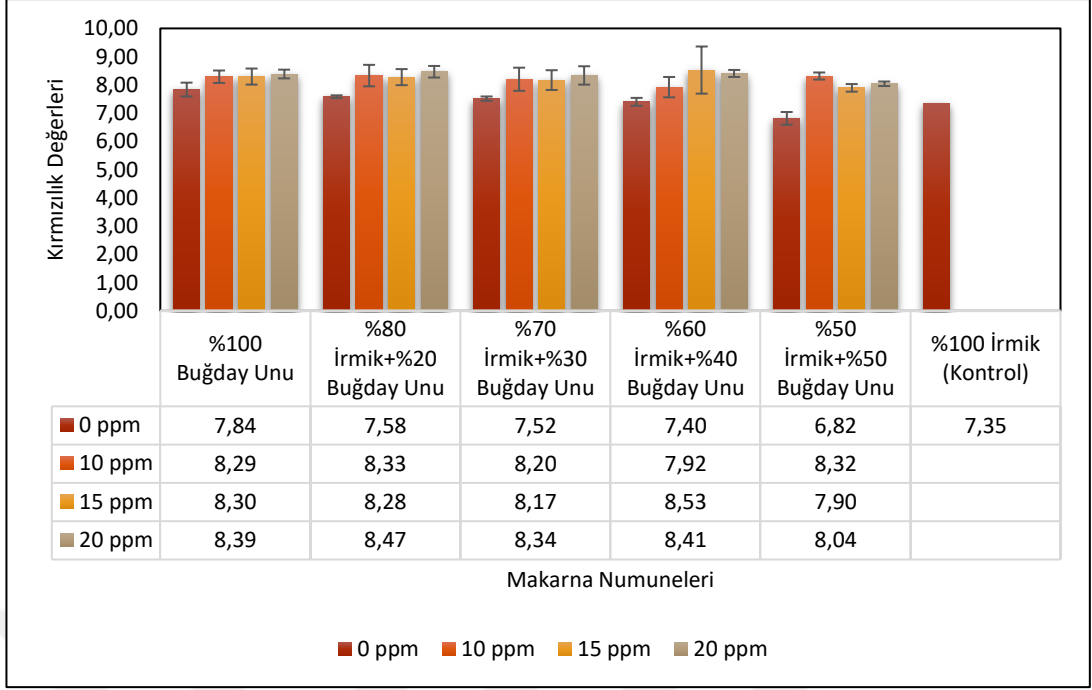
**Tablo 4.22:** Kuru makarna numunelerinin L\* değerlerine ait t-test değerlendirmesi

Grup 1	Grup 2 (kontrol)	p-değeri	Anlamlı Fark
%100 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,01	Yok
%80 irmik + %20 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,05	Var
%70 irmik + %30 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,05	Var
%60 irmik + %40 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,08	Var
%50 irmik + %50 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,01	Yok

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 4.5’de yer alan verilere göre kırmızılık değerleri birbirlerine çok yakın bulunmuştur. %50 irmik + %50 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunesi 6,82 ile kontrolden daha düşük değer almıştır. Tablo 4.5’de makarna numunelerinin a\* değerlerinin ortalamaları ve standart sapma sonuçları verilmiş olup, bu değerler doğrultusunda, kuru makarna numunelerinin a\* değerlerinin birbirlerine yakın çıktığı görülmüş ve bu bulgular doğrultusunda glikoz oksidazın kuru makarna numunelerinde kırmızılık değeri üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı söylenebilir. Tablo 4.23’te yer alan kuru makarnaların a\* değerlerinin t-test sonuçlarına göre, tüm gruplar kontrol grubu ile kıyaslandığında; %100 buğday unu, %80 irmik + %20 buğday unu ve %70 irmik + %30 buğday unu gruplarında  $p < 0,05$  bulunmuş ve dolayısıyla bu gruplarda istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir. Öte yandan, %60 irmik + %40 buğday unu ve %50 irmik + %50 buğday unu gruplarında ise  $p > 0,05$  bulunmuş ve bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenmiştir.

Hallaç (2016) tarafından yapılan çalışmada, keçiyoynuzu unu ve soya unu katkılarının makarnanın kalite kriterlerine etkisi araştırılmış ve makarna örneklerinde keçiyoynuzu unu oranı arttıkça L\* ve b\* değerinde azalma, a\* değerinde artış izlenmiştir.



**Şekil 4.5:** Kuru makarna numunelerinin a\* değerleri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.5:** Kuru makarna numunelerinin a\* değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std.}$ )

Ürün Adı	a* Değeri (1.Üretim)	a* Değeri (2.Üretim)	( $\bar{x} \pm \text{std.}$ )
% 100 irmik (kontrol)	7,38	7,31	7,35 $\pm$ 0,0
%100 buğday unu	8,08	7,59	7,84 $\pm$ 0,2
%80 irmik + %20 buğday unu	7,63	7,53	7,58 $\pm$ 0,0
%70 irmik + %30 buğday unu	7,59	7,44	7,52 $\pm$ 0,1
%60 irmik + %40 buğday unu	7,54	7,26	7,40 $\pm$ 0,1
%50 irmik + %50 buğday unu	7,04	6,59	6,82 $\pm$ 0,2
%100 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	8,07	8,51	8,29 $\pm$ 0,2

%80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	8,71	7,95	8,33±0,4
%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	8,61	7,79	8,20±0,4
%60 ırmik + %40 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	8,28	7,56	7,92 ±0,4
%50 ırmik + %50 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	8,44	8,19	8,32 ±0,1
%100 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	8,01	8,58	8,30 ±0,3
%80 ırmik + %20 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	8,56	7,99	8,28±0,3
%70 ırmik + %30 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	8,52	7,82	8,17±0,3
%60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	9,36	7,69	8,53±0,8
%50 ırmik + %50 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	8,03	7,76	7,90±0,1
%100 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz	8,23	8,54	8,39±0,1
%80 ırmik + %20 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	8,67	8,26	8,47±0,2
%70 ırmik + %30 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	8,66	8,01	8,34±0,3
%60 ırmik + %40 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	8,53	8,28	8,41±0,1
%50 ırmik + %50 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	8,12	7,96	8,04±0,1

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

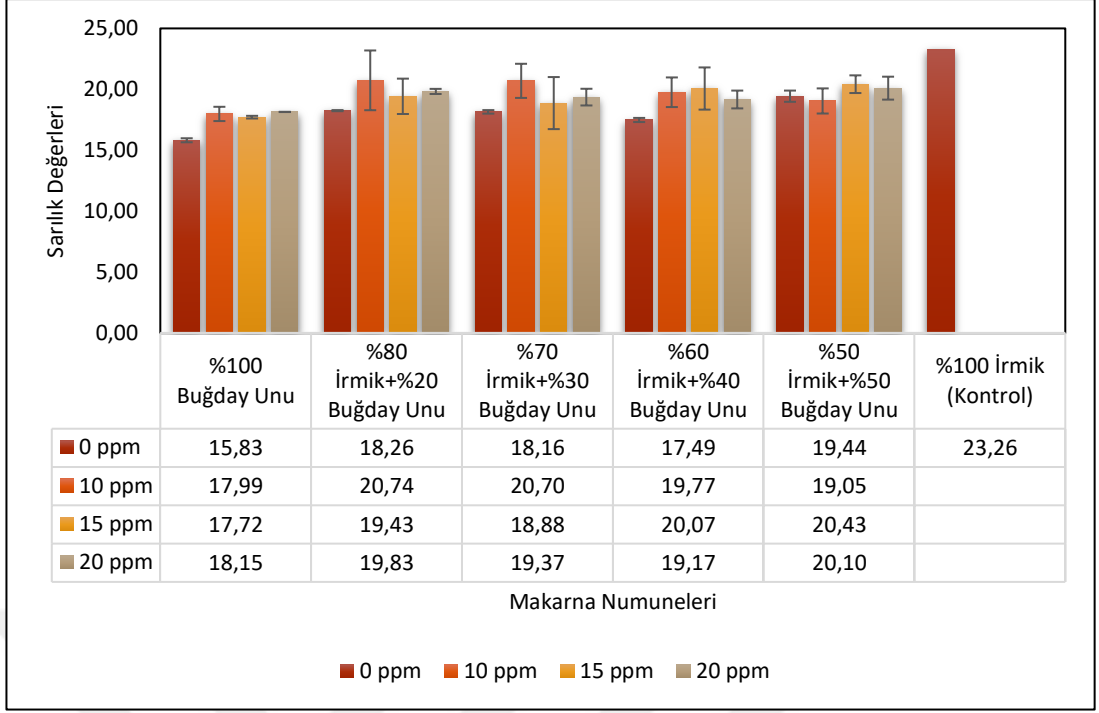
**Tablo 4.23:** Kuru makarna numunelerinin a\* değerlerine ait t-test değerlendirmesi

Grup 1	Grup 2 (kontrol)	p-değeri	Anlamlı Fark
%100 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,01	Yok
%80 irmik + %20 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,03	Yok
%70 irmik + %30 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,03	Yok
%60 irmik + %40 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,07	Var
%50 irmik + %50 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,29	Var

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 4.6’da yer alan verilere göre sarılık değerlerinde en yüksek değeri 23,26 ile kontrol numunesi almıştır. En düşük b\* değeri 15,83 ile %100 buğday unuyla üretilen makarna numunesi almıştır. Diğer makarna numuneleri birbirlerine yakın değerler almış olup, glikoz oksidaz katkısıyla kuru makarna numunelerinin b\* değerlerin arttığı tespit edilmiştir. Ancak bu artış Tablo 4.6’de de ortalamaları ve standart sapmaları verilen değerlere bakıldığında, çok düşük oranlara olduğundan glikoz oksidazın kesin olarak kuru makarnanın b\* değerini etkilediği söylenememektedir. Tablo 4.24’te yer alan kuru makarnaların b\* değerlerinin t-test sonuçlarına göre, tüm gruplar kontrol grubu ile kıyaslandığında  $p < 0,05$  bulunmuş ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Demir (2018) tarafından yapılan çalışmada, çimlendirilmiş kinoa ununun glutenli ve glutensiz makarna üretiminde kullanım imkanları araştırılmış ve her iki makarna çeşidinde de artan kinoa unu kullanımının L\* ve b\* değerini düşürdüğü tespit edilmiştir.



**Şekil 4.6:** Kuru makarna numunelerinin b\* değerleri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.6:** Kuru makarna numunelerinin b\* değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std.}$ )

Ürün Adı	b* Değeri (1.Üretim)	b* Değeri (2.Üretim)	( $\bar{x} \pm \text{std}$ )
% 100 irmik (kontrol)	23,41	23,11	23,26 ± 0,1
%100 buğday unu	15,99	15,66	15,85 ± 0,2
%80 irmik + %20 buğday unu	18,30	18,21	18,26±0,0
%70 irmik + %30 buğday unu	18,30	18,01	18,16 ± 0,1
%60 irmik + %40 buğday unu	17,32	17,66	17,49 ±0,2
%50 irmik + %50 buğday unu	19,90	18,98	19,44 ± 0,5
%100 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	18,57	17,40	17,99± 0,6

%80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	18,29	23,19	20,74±2,4
%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	19,30	22,10	20,70±1,4
%60 ırmik + %40 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	18,55	20,98	19,77 ±1,2
%50 ırmik + %50 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	18,02	20,08	19,05 ±1,0
%100 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	17,83	17,61	17,72 ±0,1
%80 ırmik + %20 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	17,98	20,88	19,43±1,45
%70 ırmik + %30 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	16,74	21,01	18,88±2,1
%60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	18,34	21,80	20,07±1,7
%50 ırmik + %50 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	19,70	21,15	20,43±0,7
%100 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz	18,16	18,14	18,15±0,0
%80 ırmik + %20 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	20,04	19,62	19,83±0,2
%70 ırmik + %30 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	18,68	20,05	19,37±0,7
%60 ırmik + %40 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	18,44	19,90	19,17±0,7
%50 ırmik + %50 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	19,16	21,04	20,10±0,9

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.24:** Kuru makarna numunelerinin b\* değerlerine ait t-test değerlendirmesi

<b>Grup 1</b>	<b>Grup 2 (kontrol)</b>	<b>p-değeri</b>	<b>Anlamlı Fark</b>
%100 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,00	Yok
%80 irmik + %20 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,01	Yok
%70 irmik + %30 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,01	Yok
%60 irmik + %40 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,01	Yok
%50 irmik + %50 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,00	Yok

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

şekil 4.7’de kontrol ve enzim eklenmemiş makarna numuneleri, şekil 4.8’de kontrol ve 10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numuneleri, şekil 4.9’da kontrol ve 15 ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numuneleri ve şekil 4.10’da kontrol ve 20 ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numunelerinin gorselleri yer almaktadır.



**Şekil 4.7:** Kontrol ve enzim katkısız makarna numuneleri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



**Şekil 4.8:** Kontrol ve 10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numuneleri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



**Şekil 4.9:** Kontrol ve 15 ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numuneleri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



**Şekil 4.10:** Kontrol ve 20 ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numuneleri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Köten ve Atlı (2020) tarafından yapılan çalışmada, tam arpa unu ile zenginleştirilmiş spagetti makarnanın besinsel, tekstürel ve pişme özelliklerinin belirlenmesi araştırılmıştır ve renk özelliklerinin %100 irmik ile üretilen kontrol makarna numunesinden düşük bulunmuştur. Köten (2010) tarafından yapılan çalışmada, arpa unu ile zenginleştirmenin makarnanın bazı besin ve kalite özelliklerine etkisi

incelenmiş ve irmiğe arpa unu katılmasının makarnanın renk özelliklerinde kontrol grubuna kıyasla olumsuz sonuçlara yol açtığı tespit edilmiştir.

### 4.3 Pişmiş Makarna Numunelerinin Tekstür Değerleri

Tüm makarna numuneleri çift tekrarlı olarak yapılmış ve tekstür analizine tabi tutulmuştur. Makarna numunelerinin sertlik ve yumuşaklık parametrelerine bakılarak sonuçlar yorumlanmıştır.

Tablo 4.7 'de makarna numunelerinin sertlik parametresindeki ortalama  $\pm$  standart sapma değerleri verilmiştir. Buna göre; kontrol numunesi ortalama 218,4 g sertlik değerine sahip olurken, 10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş %80 irmik + %20 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunesi 241,6 g ile daha yüksek sertlik değerine sahip olmuştur. En olumsuz sonucu 187,4 g sertlik değeri ile %50 irmik + %50 buğday unu paçalıyla üretilen katkısız makarna numunesi almıştır.

Makarna numunelerinde, 10 ppm glikoz oksidaz katkısının sertlik değerini arttırmış, 15 ppm'de sadece %60 irmik + %40 buğday unu ve %50 irmik + %50 buğday unu paçallarıyla üretilen makarna numunelerinde sertlik değeri artmaya devam ederken, 20 ppm konsantrasyonda tüm makarna numunelerinin sertlik değeri düşmüştür. Kontrol numunesiyle kıyaslandığında uygun paçal oranındaki makarnalarda 10 ve 15 ppm glikoz oksidaz katkısının daha yüksek sertlik değerini elde etmede olumlu rol oynadığını tespit edilmiştir. Tablo 4.25'te yer alan makarna numunelerinin sertlik değerlerinin t-test sonuçlarına göre, tüm gruplar kontrol grubu ile kıyaslandığında; %100 buğday unu grubunda  $p < 0,05$  bulunmuş ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Diğer makarna gruplarında ise  $p > 0,05$  bulunmuş ve bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenmiştir.

**Tablo 4.7:** Makarna numunelerinin sertlik değerleri (g)( $\bar{x} \pm \text{std}$ )

Ürün Adı	Sertlik Değeri (g) (1.Üretim)		Sertlik Değeri (g) (2.Üretim)		$(\bar{x} \pm \text{std})$
	1.	2.	1.	2.	
% 100 ırmik (kontrol)	200,61	213,14	228,25	231,72	218,4 $\pm$ 12,4
%100 buğday unu	183,5	178,2	197,55	192,09	187,8 $\pm$ 7,5
%80 ırmik + %20 buğday unu	198,54	206,25	200,25	215,91	205,2 $\pm$ 6,8
%70 ırmik + %30 buğday unu	180,26	203,78	188,99	207,55	195,1 $\pm$ 11,0
%60 ırmik + %40 buğday unu	178,05	201,66	186,22	201,54	191,9 $\pm$ 10,2
%50 ırmik + %50 buğday unu	169,38	196,53	179,38	204,13	187,4 $\pm$ 13,7
%100 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	187,65	183,56	198,52	208,16	194,5 $\pm$ 9,6
%80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	245,07	240,17	237,39	243,95	241,6 $\pm$ 3,1
%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	236,69	238,13	229,08	250,06	238,5 $\pm$ 7,5
%60 ırmik + %40 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	222,03	228,43	215,4	240,1	226,5 $\pm$ 9,1
%50 ırmik + %50 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	206,6	232,39	208,82	224,32	218,0 $\pm$ 10,7
%100 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	190,98	180,93	196,38	207,35	193,9 $\pm$ 9,5
%80 ırmik + %20 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	200,74	207,44	220,9	222,73	213,0 $\pm$ 9,2

%70 ırmık + %30 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	234,48	231,41	215,13	209,32	222,6 ± 10,6
%60 ırmık + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	209,67	240,62	230,3	242,41	230,8 ± 13,0
%50 ırmık + %50 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	216,76	217,61	227,58	239,24	225,3 ± 9,1
%100 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz	197,07	188,54	194,76	199,25	194,9 ± 4,0
%80 ırmık + %20 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	200,7	210,74	222,21	234,04	216,9 ± 12,5
%70 ırmık + %30 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	202,11	197,95	216,65	221,74	209,6 ± 9,9
%60 ırmık + %40 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	212,5	214,38	219,43	211,37	214,4 ± 3,1
%50 ırmık + %50 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	205,83	230,79	217,31	224,84	219,7 ± 9,3

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.25:** Makarna numunelerinin sertlik değerlerine ait t-test değerlendirmesi

Grup 1	Grup 2 (kontrol)	p-değeri	Anlamlı Fark
%100 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,00	Yok
%80 irmik + %20 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,93	Var
%70 irmik + %30 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,85	Var
%60 irmik + %40 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,79	Var
%50 irmik + %50 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,55	Var

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4.8’de makarna numunelerinin yapışkanlık parametresindeki ortalama  $\pm$  standart sapma değerleri verilmiştir. Buna gore; kontrol numunesi 13,0 g yapışkanlık değerine sahipken glikoz oksidaz ilavesiyle üretilen tüm makarna numuneleri kontrolden düşük yapışkanlık değerine sahip olduğu gorlmş olup, en düşük yapışkanlık değeri 8,9 g ile 15 ppm glikoz oksidaz eklenmiş %70 irmik + %30 buğday unu makarna numunesi alırken, en yüksek sonucu 21,44 g ile %70 irmik + %30 buğday unu paçalıyla üretilen katkısız makarna numunesi almıştır.

Makarna numunelerinin sonuçlarına bakıldığında; 10 ve 15 ppm glikoz oksidaz kullanılarak üretilen makarna numunelerinde katkısızlarıyla kıyaslandığında yapışkanlık değerinin düştüğü tespit edilmiştir. Konsantrasyon arttıa yapışkanlık değerleri düşmeye devam etmiştir. Ancak, 20 ppm glikoz oksidaz katkılı makarna numunelerinde yapışkanlık değeri 15 ppm’e gore daha yüksek bulunmuş olsa da, bu değerler enzim eklenmemiş makarna numunelerinden daha düşük olmuştur.

Kontrol numunesiyle ile kıyaslandığında da enzim katkılı makarna numunelerinin daha düşük yapışkanlık değerine sahip olduğu gorlmştir. Tablo 4.26’da yer alan makarna numunelerinin yapışkanlık değerlerinin t-test sonuçlarına gore, tüm gruplar

kontrol grubu ile kıyaslandığında  $p>0,05$  bulunmuş ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenmiştir.

**Tablo 4.8:** Makarna numunelerinin yapışkanlık değerleri (g)( $\bar{x} \pm \text{std}$ )

Ürün Adı	Yapışkanlık Değeri (g) (1.Üretim)		Yapışkanlık Değeri (g) (2.Üretim)		$(\bar{x} \pm \text{std})$
	1.	2.	1.	2.	
% 100 ırmik (kontrol)	14,12	11,59	10,98	15,36	13,0 $\pm$ 1,8
%100 buğday unu	19,84	19,54	18,61	21,16	19,8 $\pm$ 0,9
%80 ırmik + %20 buğday unu	21,72	21,99	20,12	20,24	21,0 $\pm$ 0,8
%70 ırmik + %30 buğday unu	20,81	22,56	19,74	22,48	21,4 $\pm$ 1,2
%60 ırmik + %40 buğday unu	22,99	20,7	22,6	18,78	21,3 $\pm$ 1,7
%50 ırmik + %50 buğday unu	20,85	22,3	20,74	20,42	21,1 $\pm$ 0,7
%100 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	10,17	9,63	10,48	10,82	10,3 $\pm$ 0,4
%80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	10,39	7,19	9,5	10,58	9,4 $\pm$ 1,3
%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	10,89	7,45	9,32	10,95	9,7 $\pm$ 1,4
%60 ırmik + %40 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	9,93	9,03	10,79	10,72	10,1 $\pm$ 0,7
%50 ırmik + %50 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz	10,04	8,43	10,23	12,19	10,2 $\pm$ 1,3
%100 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	9,24	8,72	11,67	11,07	10,2 $\pm$ 1,2

%80 ırmik + %20 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	10,19	9,94	9,93	10,54	10,2 ± 0,2
%70 ırmik + %30 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	8,58	9,11	9,09	8,71	8,9 ± 0,2
%60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	9,19	7,35	9,86	9,53	9,0 ± 1,0
%50 ırmik + %50 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz	10,49	7,86	9,74	8,76	9,2 ± 1,0
%100 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz	11,7	10,34	11,03	12,27	11,3 ± 0,7
%80 ırmik + %20 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	10,37	7,68	9,76	13,28	10,3 ± 2,0
%70 ırmik + %30 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	9,58	10,16	13,09	11,59	11,1± 1,4
%60 ırmik + %40 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	10,02	8,01	8,97	12,03	9,8 ± 1,5
%50 ırmik + %50 buğday unu +20 ppm glikoz oksidaz	9,58	9,08	9,93	11,4	10,0±0,9

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.26:** Makarna numunelerinin yapışkanlık değerlerine ait t-test değerlendirmesi

<b>Grup 1</b>	<b>Grup 2 (kontrol)</b>	<b>p-değeri</b>	<b>Anlamlı Fark</b>
%100 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,97	Var
%80 irmik + %20 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,92	Var
%70 irmik + %30 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,94	Var
%60 irmik + %40 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,88	Var
%50 irmik + %50 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,90	Var

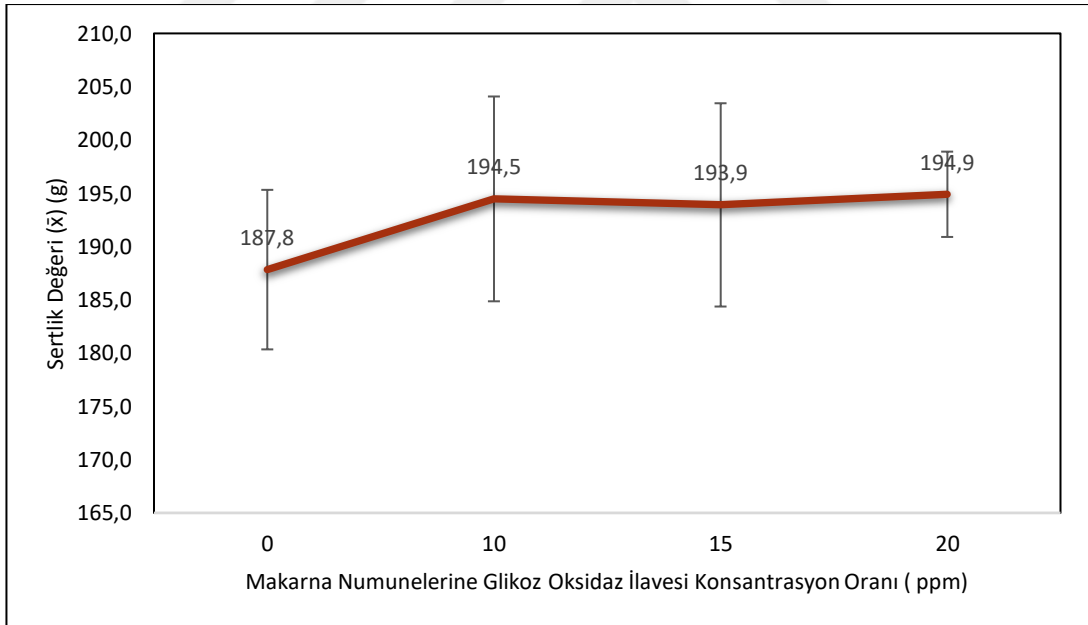
**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

#### 4.3.1 Sertlik Değerleri

Şekil 4.11’de yer alan verilere göre, %100 buğday ununa farklı konsantrasyonlarda glikoz oksidaz katkısı ilavesiyle üretilen makarna numunelerinde en yüksek sonucu 194,9 g ile 20 ppm’de alınmış olup, en düşük sonucu 193,9 g ile 15 ppm’de alınmıştır. Sertlik değerleri birbirlerine çok yakın çıkmış olduğundan, glikoz oksidazın farklı konsantrasyonlarda kullanımının %100 buğday unu ile üretilen makarna numunelerine belirleyici bir etkisi olmadığı ancak makarnanın sertliğini düşük konsantrasyonda dahi arttırdığı sonucuna varılmıştır. Tablo 4.25’te yer alan makarna numunelerinin sertlik değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol grubu ile kıyaslandığında %100 buğday unu grubunda  $p < 0,05$  bulunmuş ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Yaver ve Bilinçli (2021) tarafından yapılan çalışmada, Lüpen unu katkısıyla zenginleştirilmiş makarnanın kalite özellikleri, vital gluten ve/veya transglutaminazın etkileri araştırılmış ve makarna formülasyonlarında vital gluten, transglutaminaz ve vital gluten + transglutaminaz kullanımının %15 lüpen unu içeren makarnaların sertlik

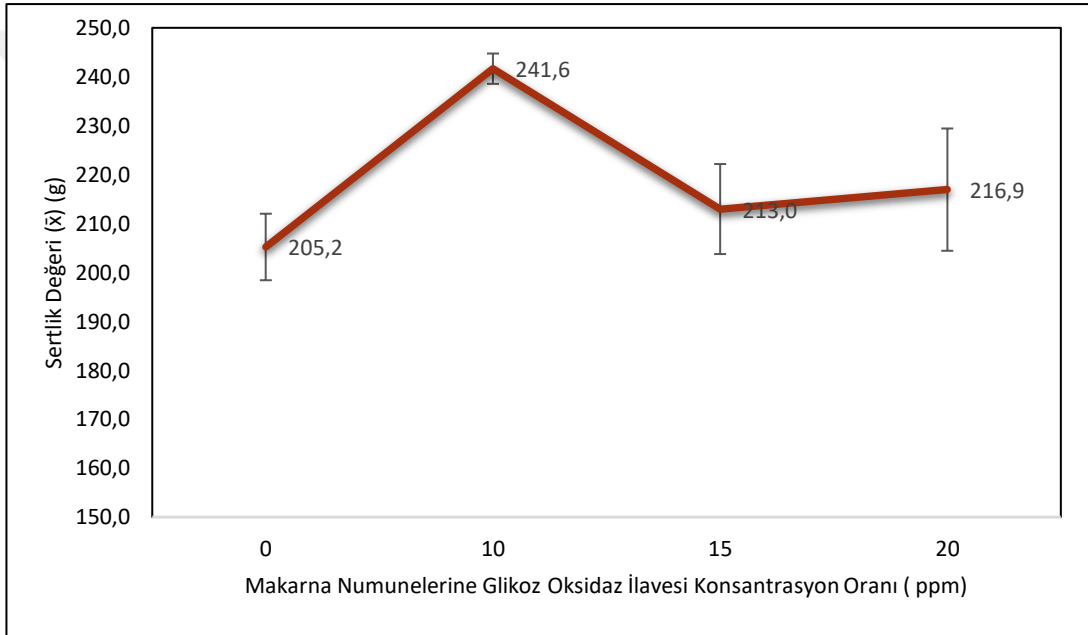
değerini iyileştirdiği sonucuna varmıştır. Levent vd., (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday irmiği ile kırmızı, yeşil ve siyah mercimek unu farklı oranlarda makarna formülasyonlarına ilave edilerek makarnanın fizikokimyasal, tekstürel özellikleri ve pişme kalitesine etkisi araştırılmış ve yeşil mercimek unu içeren makarna örneklerinin, kırmızı ve siyah mercimek unlarına göre daha yüksek sertlik değeri gösterdiği görülmüştür. Çevik (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, gıda endüstrisi yan ürünleri ve atıklarının ekmek ve makarnanın fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde kullanımı araştırılmış ve en yüksek sertlik değerini üzüm yan ürünleri eklenmiş örneklerde görmüş olup diğer örnekler arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Serin (2018) tarafından yapılan çalışmada, glutensiz makarna formülasyonlarının farklı ingredientlerle zenginleştirilmesi ve makarna kalitesinin artırılması araştırılmış ve ksantan gam ilavesi sertliğin artmasına sebep olurken, hidroksi propil metil selüloz ilavesi ise sertliğin azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.11:** Glikoz oksidazın % 100 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki sertlik değerine etkisi

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 4.12’de yer alan verilere göre, %80 ırmik + %20 buğday unu paçalına farklı konsantrasyonlarda glikoz oksidaz ilavesiyle üretilen makarna numunelerinde en yüksek sonucu 241,6 g ile 10 ppm’de alınmış olup, en düşük sonucu 205,2 g ile katkısız makarna numunesinde alınmıştır. %80 ırmik + %20 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunelerine glikoz oksidaz ilavesinin sertlik değerini yükselttiği, en yüksek sonucu 10 ppm konsantrasyonda aldığı görülmüştür. Tablo 4.25’te yer alan makarna numunelerinin sertlik değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol grubu ile kıyaslandığında %80 ırmik + %20 buğday unu grubunda  $p>0,93$  bulunmuş ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmiştir.

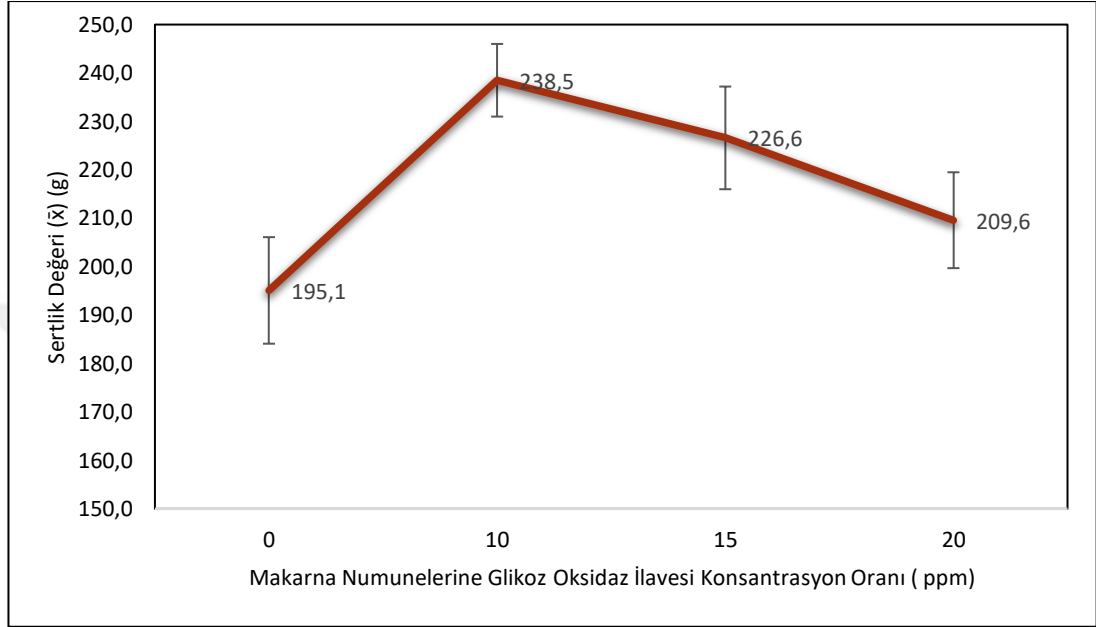


**Şekil 4.12:** Glikoz oksidazın %80 ırmik-%20 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki sertlik değerine etkisi

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 4.13’de yer alan verilere göre, %70 ırmik + %30 buğday unu paçalına farklı konsantrasyonlarda glikoz oksidaz katkısı ile üretilen makarna numunelerinde en yüksek sonucu 238,5 g ile 10 ppm’de alınmış olup, 195,1 g ile en düşük sertlik değerini katkısız makarna numunesinde alınmıştır. %70 İrmik +%30 Buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunelerine glikoz oksidaz ilavesinin sertlik değerini yükselttiği,

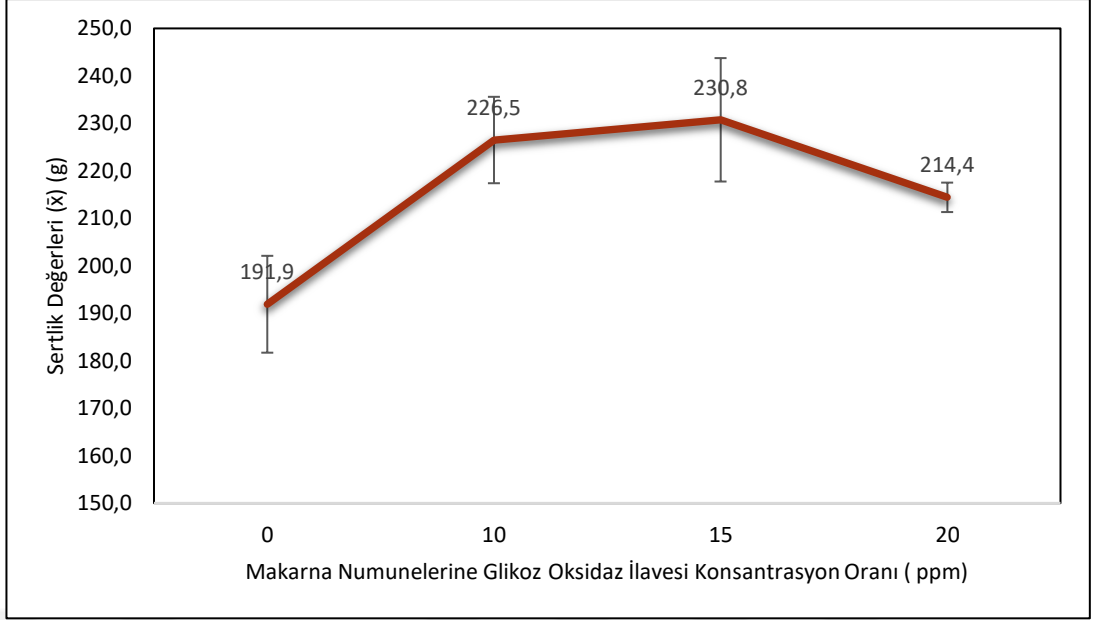
en yüksek sonucu 10 ppm konsantrasyonda aldığı görülmüştür. Tablo 4.25'te yer alan makarna numunelerinin sertlik değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol grubu ile kıyaslandığında %70 ırmik + %30 buğday unu grubunda  $p>0,85$  bulunmuş ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmiştir.



**Şekil 4.13:** Glikoz oksidazın %70 ırmik-%30 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki sertlik değerine etkisi

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

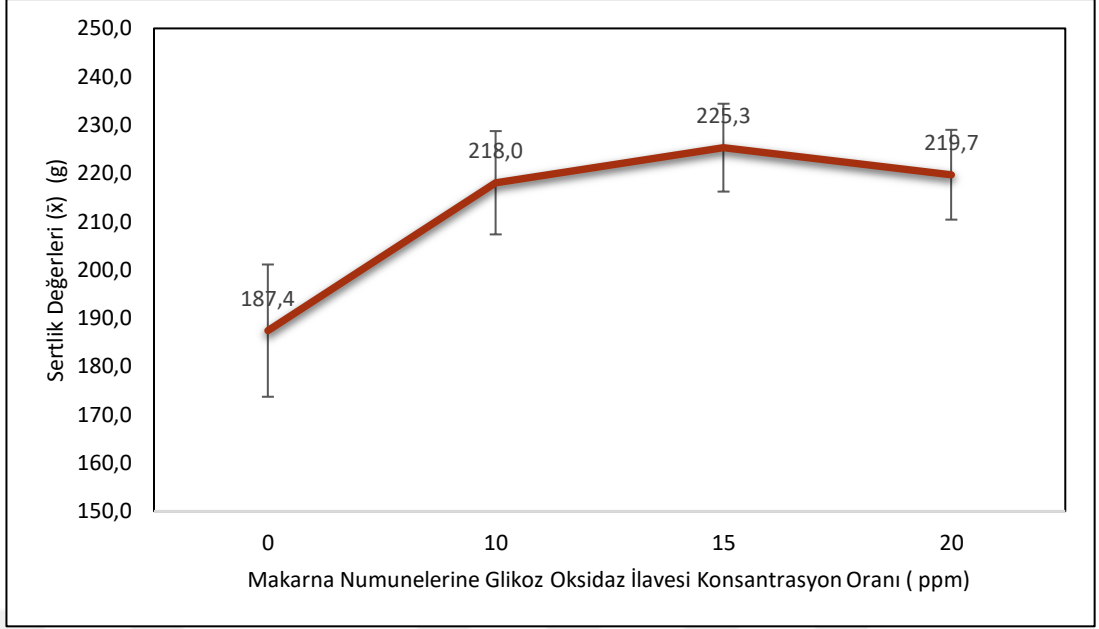
Şekil 4.14'te yer alan verilere göre, %60 ırmik + %40 buğday unu paçalıyla farklı konsantrasyonlarda glikoz oksidaz katkısı ile üretilen makarna numunelerinde en yüksek sertlik değeri 230,8 g ile 15 ppm'de elde edilmiş, en düşük sertlik değeri ise 191,9 g ile katkısız makarna numunesinde ölçülmüştür. %60 ırmik + %40 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunelerine glikoz oksidaz ilavesinin sertlik değerini artırdığı ve en yüksek değer 15 ppm konsantrasyonunda alındığı gözlemlenmiştir. Tablo 4.25'te yer alan makarna numunelerinin sertlik değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol grubu ile kıyaslandığında %60 ırmik + %40 buğday unu paçasında  $p>0,79$  bulunmuş ve dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmiştir.



**Şekil 4.14:** Glikoz oksidazın %60 ırmik-%40 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki sertlik değerine etkisi

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 4.15’de yer alan verilere göre, %50 ırmik + %50 buğday unu paçalına farklı konsantrasyonlarda glikoz oksidaz katkısı ile üretilen makarna numunelerinde en yüksek sonucu 15 ppm’de alınmış olup, en düşük sonucu katkısız makarna numunesinde alınmıştır. %50 ırmik + %50 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunelerine glikoz oksidaz ilavesinin sertlik değerini yükselttiği, en yüksek sonucu 15 ppm konsantrasyonda aldığı görülmüştür. Tablo 4.25’de yer alan makarna numunelerinin sertlik değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında %50 ırmik + %50 buğday unu gruplarının  $p>0,55$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir.



**Şekil 4.15:** Glikoz oksidazın %50 ırmik-%50 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki sertlik değerine etkisi

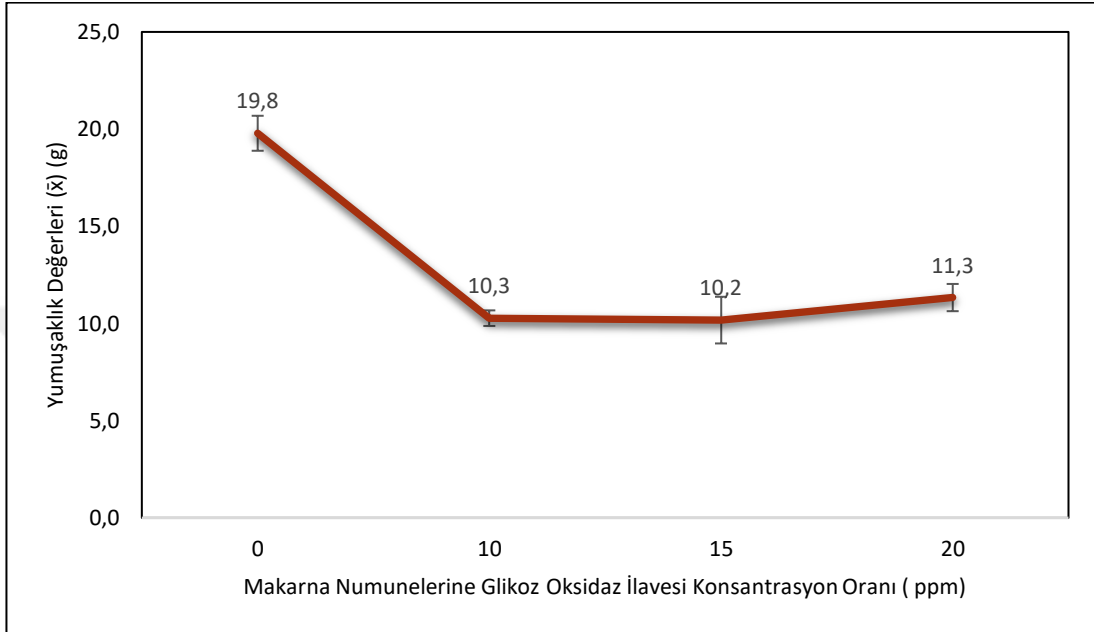
**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

#### 4.3.2 Yapışkanlık Değerleri

Şekil 4.16'de yer alan verilere göre, %100 buğday ununa farklı konsantrasyonlarda glikoz oksidaz katkısı ile üretilen makarna numunelerinde en yüksek sonucu 10,2 g ile 15 ppm'de alınmış olup, en düşük sonucu 19,8 g ile katkısız makarna numunesinde alınmıştır. %100 buğday unu ile üretilen makarna numunelerine en düşük konsantrasyonda olsa dahi glikoz oksidaz ilavesinin yapışkanlık değerini yaklaşık %50 düşürdüğü görülmüştür. Tablo 4.26'da yer alan makarna numunelerinin yapışkanlık değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında %100 buğday unu gruplarının  $p > 0,97$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir.

Köten ve Atlı (2020) tarafından yapılan çalışmada, tam arpa unu ile zenginleştirilmiş spagetti makarnanın besinsel, tekstürel ve pişme özelliklerinin belirlenmesi araştırılmıştır ve ırmığe arpa unu katılmasının makarna numunelerinin tüm tekstürel özelliklerini olumsuz etkilediği görülmüştür. Köten (2010) tarafından yapılan çalışmada, arpa unu ile zenginleştirmenin makarnanın bazı besinler ve kalite

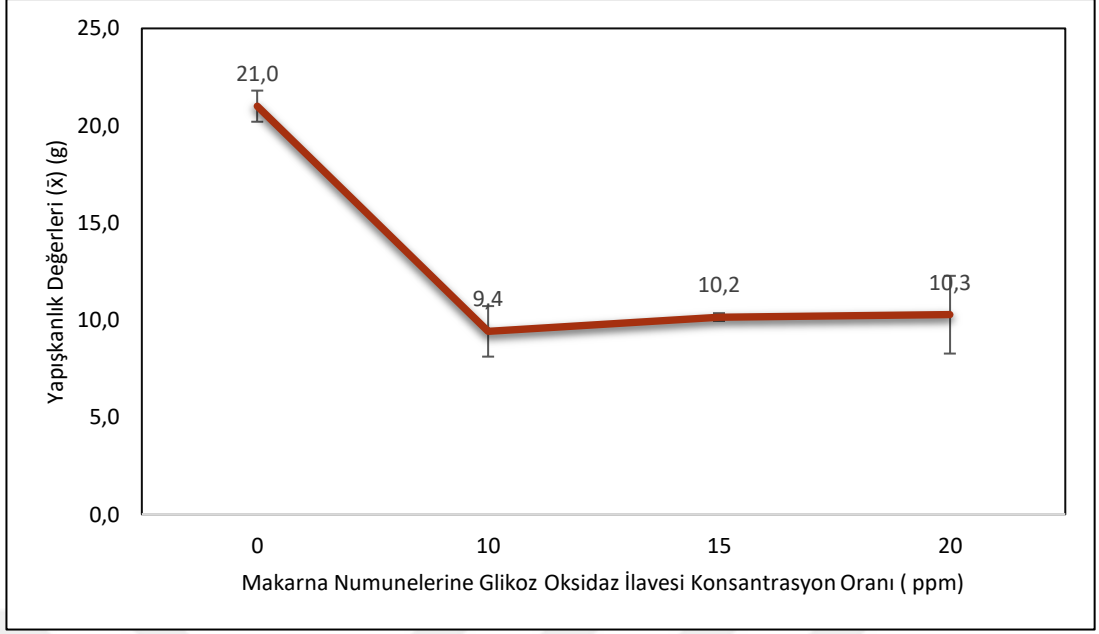
özelliklerine etkisi araştırılmış ve irmiğe arpa unu katılmasının makarna örneklerinin tüm tekstür özelliklerini (kırılganlık, sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik) olumsuz etkilediği ancak kabuk soyma işlemiyle bu durumun önemli düzeyde iyileştirilerek kontrole yakın değer elde edilmesi sağlanmıştır.



**Şekil 4.16:** Glikoz oksidazın %100 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki yapışkanlık değerine etkisi

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

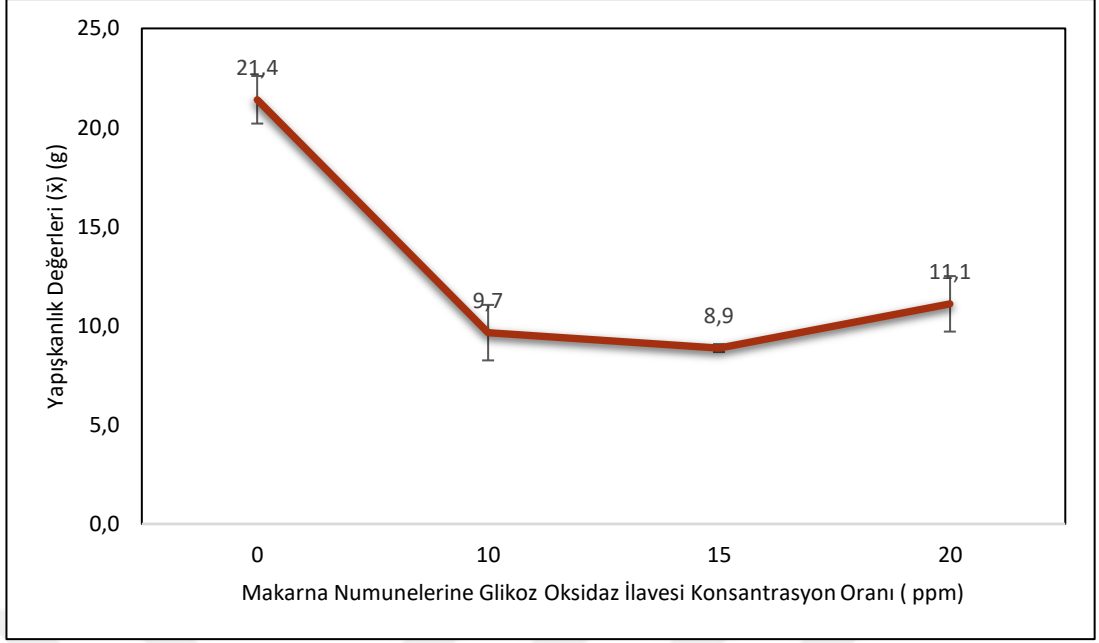
Şekil 4.17’de yer alan verilere göre, %80 irmik + %20 buğday unu paçalına farklı konsantrasyonlarda glikoz oksidaz katkısı ile üretilen makarna numunelerinde en yüksek sonucu 9,4 g ile 10 ppm’de alınmış olup, en düşük sonucu 21,0 g ile katkısız makarna numunesinde alınmıştır. %80 irmik + %20 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunelerine en düşük konsantrasyonda olsa dahi glikoz oksidaz ilavesinin yapışkanlık değerini %50’den fazla düşürdüğü görülmüştür. Tablo 4.26’da yer alan makarna numunelerinin yapışkanlık değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında %80 irmik + %20 buğday unu gruplarının  $p > 0,92$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir.



**Şekil 4.17:** Glikoz oksidazın %80 ırmik-%20 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki yapışkanlık değerine etkisi

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

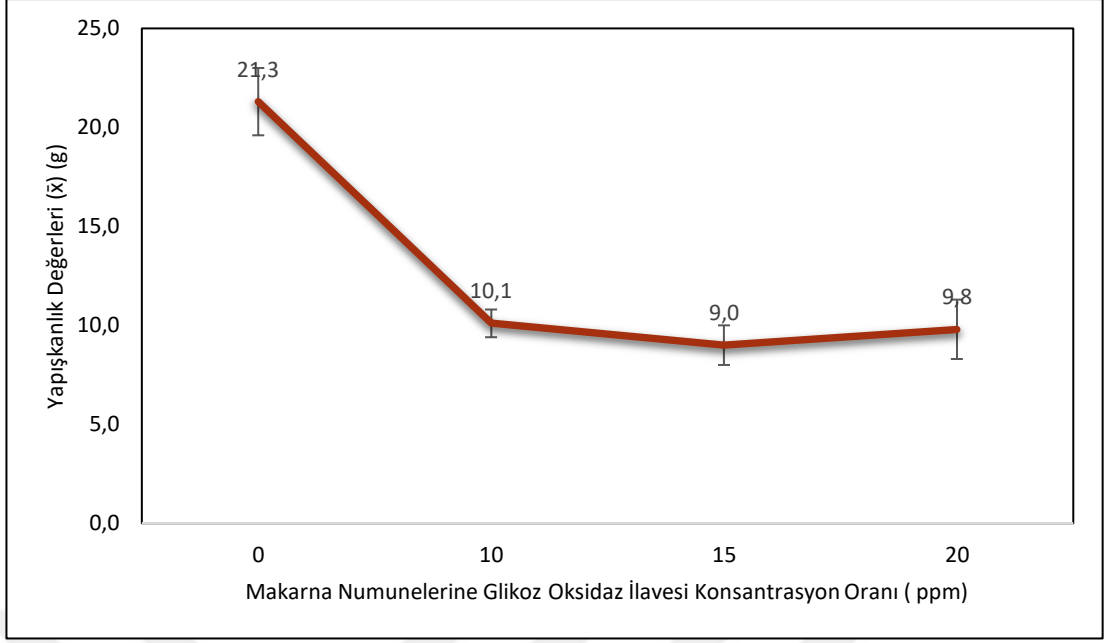
Şekil 4.18’de yer alan verilere göre, %70 ırmik + %30 buğday unu paçalına farklı konsantrasyonlarda glikoz oksidaz katkısı ile üretilen makarna numunelerinde en yüksek sonucu 8,9 g ile 15 ppm’de alınmış olup, en düşük sonucu 21,4 g ile katkısız makarna numunesinde alınmıştır. %70 ırmik + %30 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunelerinde tüm konsantrasyonlarda glikoz oksidaz ilavesinin yapışkanlık değerini %50’den fazla düşürdüğü görülmüştür. Tablo 4.26’da yer alan makarna numunelerinin yapışkanlık değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında %70 ırmik + %30 buğday unu gruplarının  $p > 0,94$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir.



**Şekil 4.18:** Glikoz oksidazın %70 ırmik-%30 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki yapışkanlık değerine etkisi

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

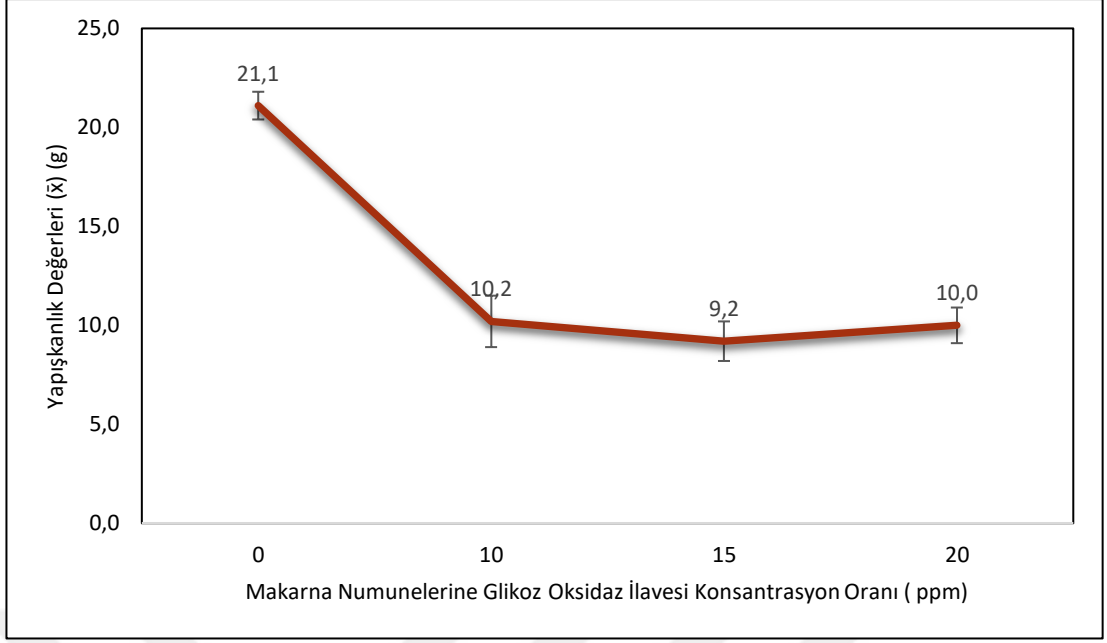
Şekil 4.19’de yer alan verilere göre, %60 ırmik + %40 buğday unu paçalına farklı konsantrasyonlarda glikoz oksidaz katkısı ile üretilen makarna numunelerinde en yüksek sonucu 9,0 g ile 15 ppm’de alınmış olup, en düşük sonucu 21,3 g ile katkısız makarna numunesinde alınmıştır. %60 ırmik + %40 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunelerinin üretiminde kullanılan tüm konsantrasyonlarda glikoz oksidaz ilavesinin yapışkanlık değerini %50’den fazla düşürdüğü görülmüştür. Tablo 4.26’da yer alan makarna numunelerinin yapışkanlık değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında %60 ırmik + %40 buğday unu grupları  $p > 0,88$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir.



**Şekil 4.19:** Glikoz oksidazın %60 ırmik-%40 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki yapışkanlık değerine etkisi

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 4.20’de yer alan verilere göre, %50 ırmik + %50 buğday unu paçalına farklı konsantrasyonlarda glikoz oksidaz katkısı ile üretilen makarna numunelerinde en yüksek sonucu 9,2 g ile 15 ppm’de alınmış olup, en düşük sonucu 21,1 g ile katkısız makarna numunesinde alınmıştır. %50 ırmik + %50 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunelerinde glikoz oksidaz ilavesinin yapışkanlık değerini bu çalışmada kullanılan tüm konsantrasyonlarda %50’den fazla düşürdüğü görülmüştür. Tablo 4.26’da yer alan makarna numunelerinin yapışkanlık değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında %50 ırmik + %50 buğday unu grupları  $p>0,90$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir.



**Şekil 4.20:** Glikoz oksidazın %50 ırmik-%50 buğday unu ile üretilen makarna numunelerindeki yapışkanlık değerine etkisi

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

#### 4.4 Pişmiş Makarna Numunelerinin Pişirme Kaybı Değerleri

Makarna numunelerinin pişirme kaybı analizi sonucunda suya geçen madde miktarının minimum düzeyde olması istenmektedir (Dedeoğlu, 2020).

Pişirme kaybı sonuçları incelendiğinde Şekil 4.2'deki grafikte de görüldüğü gibi en düşük pişirme kaybını,  $5,5 \pm 0,5$  ile 15 ppm glikoz oksidaz katkılı %100 buğday unu ile üretilen makarna numunesi almıştır. Daha sonra  $7 \pm 1,0$  ile 20 ppm katkılı %80 ırmik + %20 buğday unu ile üretilen makarna numunesi almış ve sonrasında katkısız  $8 \pm 2,0$  ile %100 buğday unu makarna numunesi almıştır. Elde edilen pişirme kaybı sonuçları, kontrol makarna numunesinin pişirme kaybı değerinden düşük bulunmuştur.

Pişirme kaybı analiz sonucu en yüksek pişirme kaybına sahip makarna numunesi de  $29 \pm 21,0$  ile 15 ppm glikoz oksidaz katkılı %50 ırmik + %50 buğday unu ile üretilen makarna numunesi almıştır.

Makarna grupları kendi içerisinde kıyaslandığında Şekil 4.21’de yer alan verilere göre; tamamı buğday unundan üretilen makarna numunelerine glikoz oksidaz ilavesinin pişirme kaybını önce yükseltip sonra düşürüp sonra tekrar yükseltmiş, %80 ırmik + %20 buğday unu ile üretilen makarna numunelerinde pişirme kaybı önce düşmüş, sonra yükselmiş ve sonra tekrar düşmüş, %70 ırmik + %30 buğday unu ile üretilen makarna numunelerinde pişirme kaybı önce 2 konsantrasyonda düşüş göstermiş ve sonra tekrar yükselmiş, %60 ırmik + %40 buğday unu ile üretilen makarna numunelerinde pişirme kaybı önce yükselmiş, sonra düşmüş ve sonra tekrar yükselmiş ve %50 ırmik + %50 buğday unu ile üretilen makarna numunelerinde pişirme kaybı önce düşmüş, sonra yükselmiş ve sonra tekrar düşmüştür. Tablo 4.27’de yer alan makarna numunelerinin pişirme kaybı değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında tüm makarna gruplarının  $p > 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir.

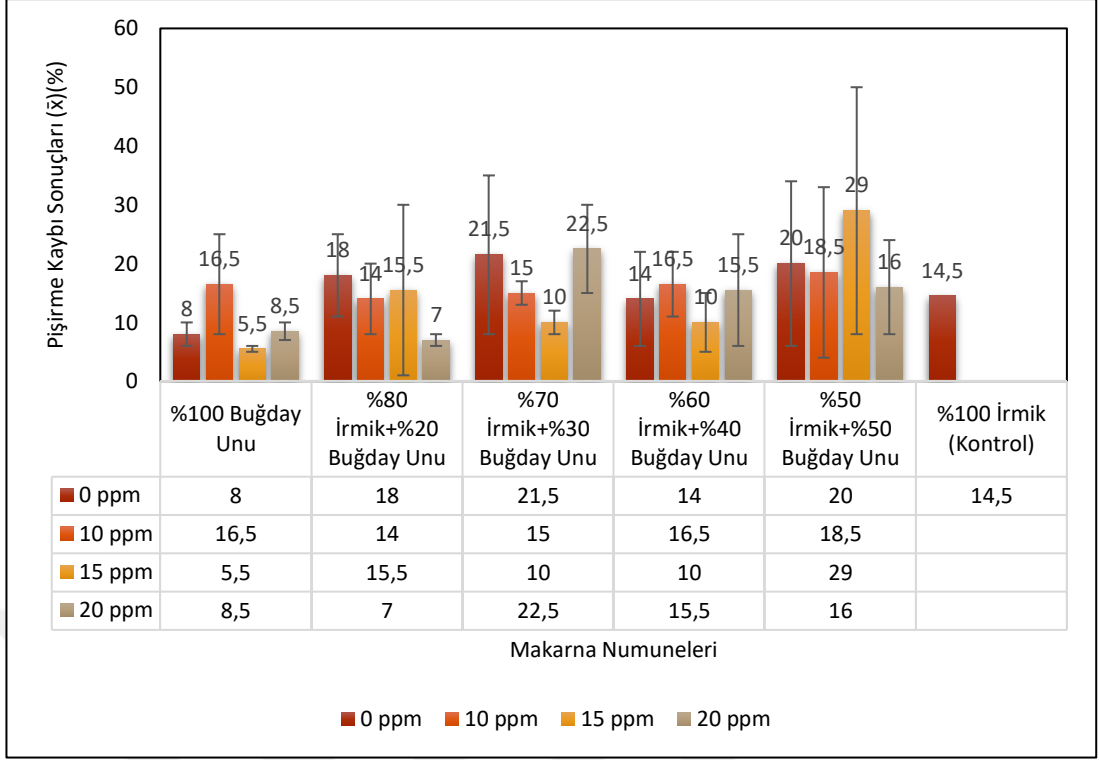
Yaver ve Bilinçli (2021) tarafından yapılan çalışmada, Lüpen unu katkısıyla zenginleştirilmiş makarnanın kalite özellikleri, vital gluten ve/veya transglutaminazın etkileri araştırılmış ve %100 ırmik makarna numunesiyle kıyaslandığında; vital gluten, transglutaminaz ve vital gluten + transglutaminaz katkılarının makarnanın pişirme kaybını iyileştirdiği görülmüştür. Altiner ve Hallaç (2020) tarafından yapılan çalışmada, soya unu ve keçiyoynuzu unu farklı oranlarda buğday unu yerine makarna formülasyonlarına eklenerek kalite ve duyu özellikleri üzerine etkisi araştırılmış ve soya unu ve keçiyoynuzu unu ilavesinin makarnada suya geçen madde miktarı azaltılarak makarna kalitesi iyileştirdiği görülmüştür. Levent vd., (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday irmiği ile kırmızı, yeşil ve siyah mercimek unu farklı oranlarda makarna formülasyonlarına ilave edilerek makarnanın fizikokimyasal, tekstürel özellikleri ve pişme kalitesine etkisi araştırılmış ve %10 mercimek unu içeren makarna örneklerinin pişme kaybının kontrolden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Demir (2018) tarafından yapılan çalışmada, çimlendirilmiş kinoa ununun glutenli ve glutensiz makarna üretiminde kullanım imkanları araştırılmış ve her iki makarna çeşidinde de artan kinoa unu kullanımının suya geçen madde miktarını arttırdığı görülmüştür. Köten (2010) tarafından yapılan çalışmada, arpa unu ile zenginleştirmenin makarnanın bazı besinler ve kalite özelliklerine etkisi araştırılmış ve irmiğe arpa unu katılmasının pişirme kaybı özelliklerinde olumsuzluk yarattığı ancak kabuk soyma işlemiyle bu olumsuzluğun önemli düzeyde giderildiği

görülmüştür. Hallaç (2016) tarafından yapılan çalışmada, keçiyoynuzu unu ve soya unu katkılarının makarnanın kalite kriterlerine etkisi araştırılmış, keçiyoynuzu ve soya unu katkılarının makarna örneklerinde pişme kaybını düşürdüğü görülmüştür. Çevik (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, gıda endüstrisi yan ürünleri ve atıklarının ekmek ve makarnanın fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde kullanımı araştırılmış ve en yüksek suya geçen madde miktarı karpuz ve portakal yan ürünleri eklenmiş örneklerde görülmüştür. Serin (2018) tarafından yapılan çalışmada, glutensiz makarna formülasyonlarının farklı ingrediyeentlerle zenginleştirilmesi ve makarna kalitesinin artırılması araştırılmış ve ksantan gam ilavesi suya geçen kuru madde miktarının azalmasında etkili rol oynadığı görülmüştür.

**Tablo 4.27:** Makarna numunelerinin pişirme kaybı değerlerine ait t-test değerlendirmesi

<b>Grup 1</b>	<b>Grup 2 (kontrol)</b>	<b>p-değeri</b>	<b>Anlamlı Fark</b>
%100 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,13	Var
%80 irmik + %20 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,74	Var
%70 irmik + %30 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,42	Var
%60 irmik + %40 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,75	Var
%50 irmik + %50 buğday unu grubu	%100 irmik (kontrol)	0,11	Var

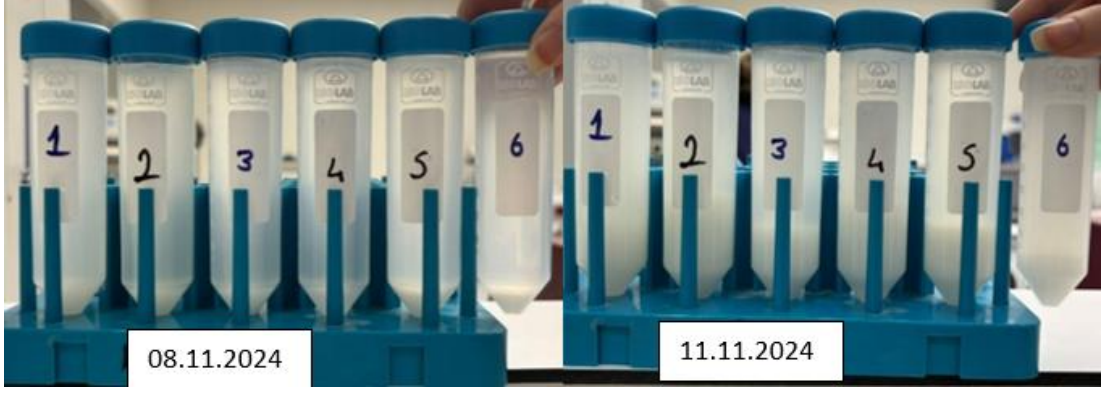
**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



**Şekil 4.21:** Makarna numunelerinin pişirme kaybı değerleri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 4.21’de makarna numunelerinin pişirme kaybı değerleri grafiği verilmiştir. Yapılan ilk pişirme kaybı analizi sonuçlarının alındığı santrifüj tüplerinin ilk gün ve 72 saat sonraki görselleri tez kapsamında verilmiş olup; Şekil 4.22’ de katkısız, Şekil 4.23’de 10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş, Şekil 4.24’te 15 ppm glikoz oksidaz eklenmiş ve Şekil 4.25’te 20 ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numunelerinin santrifüj tüpleri yer almaktadır. Tablo 4.9’da katkısız, Tablo 4.10’da 10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş, Tablo 4.11’de 15 ppm glikoz oksidaz eklenmiş ve Tablo 4.12’de 20 ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numunelerinin pişirme kaybı analizi yapılan santrifüj tüplerinin içeriğinde numune adı verilmiştir.



**Şekil 4.22:** Katkısız makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ilk analiz)

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.9:** Katkısız makarna numunelerinin pişirme kaybı ilk analiz sıralaması

1	Katkısız %80 ırmik + %20 buğday unu
2	Katkısız %70 ırmik + %30 buğday unu
3	Katkısız %60 ırmik + %40 buğday unu
4	Katkısız %50 ırmik + %50 buğday unu
5	Katkısız %100 ırmik (kontrol)
6	Katkısız %100 buğday unu

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



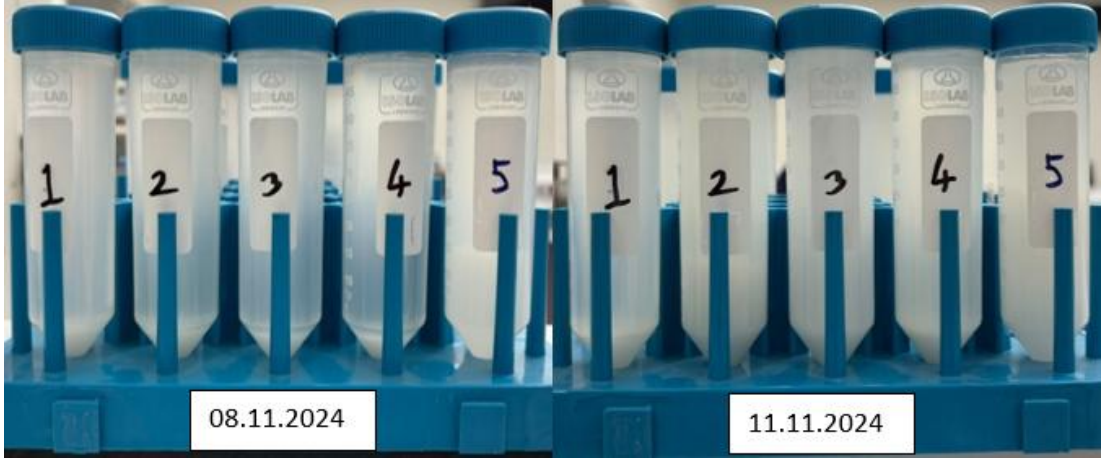
**Şekil 4.23:** Glikoz oksidaz (10 ppm) eklenmiş makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ilk analiz)

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.10:** Katkılı (10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş) makarna numunelerinin pişirme kaybı ilk analiz sıralaması

1	%100 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
2	%80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
3	%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
4	%60 ırmik + %40 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
5	%50 ırmik + %50 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



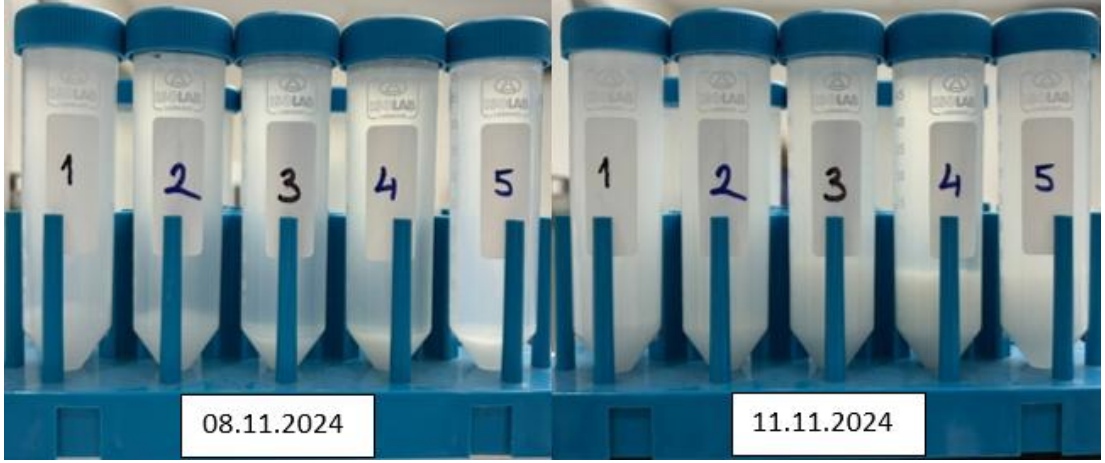
**Şekil 4.24:** Glikoz oksidaz (15 ppm) eklenmiş makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ilk analiz)

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.11:** Katkılı (15 ppm glikoz oksidaz eklenmiş) makarna numunelerinin pişirme kaybı ilk analiz sıralaması

1	%100 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
2	%80 ırmik + %20 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
3	%70 ırmik + %30 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
4	%60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
5	%50 ırmik + %50 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



**Şekil 4.25:** Glikoz oksidaz (20 ppm) eklenmiş makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ilk analiz)

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

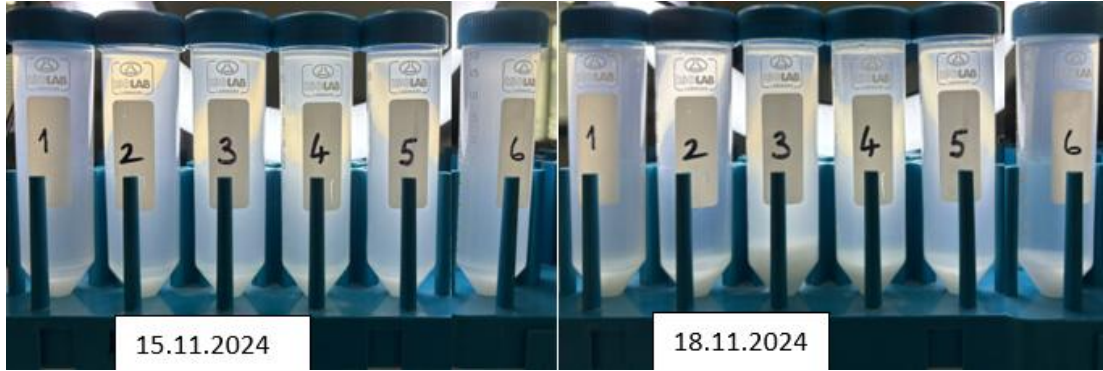
**Tablo 4.12:** Katkılı (20 ppm glikoz oksidaz eklenmiş) makarna numunelerinin pişirme kaybı ilk analiz sıralaması

1	%100 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz
2	%80 ırmik + %20 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz
3	%70 ırmik + %30 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz
4	%60 ırmik + %40 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz
5	%50 ırmik + %50 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Yapılan ikinci pişirme kaybı analizi sonuçlarının alındığı santrifüj tüplerinin ilk gün ve 72 saat sonraki görselleri tez kapsamında verilmiş olup; Şekil 4.26' da katkısız, Şekil 4.27'de 10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş, Şekil 4.28'de 15 ppm glikoz oksidaz eklenmiş ve Şekil 4.29'da 20 ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numunelerinin santrifüj tüpleri yer almaktadır. Tablo 4.13'de katkısız, Tablo 4.14'de 10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş, Tablo 4.15'de 15 ppm glikoz oksidaz eklenmiş ve Tablo 4.16'da 20

ppm glikoz oksidaz eklenmiş makarna numunelerinin pişirme kaybı analizi yapılan santrifüj tüplerinin içeriğinde numune adı verilmiştir.



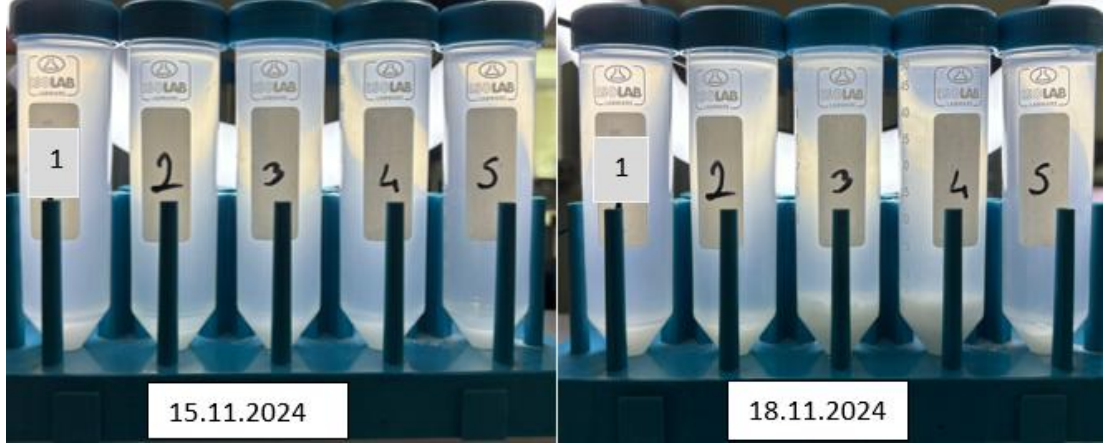
**Şekil 4.26:** Katkısız makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ikinci analiz)

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.13:** Katkısız makarna numunelerinin pişirme kaybı ikinci analiz sıralaması

1	Katkısız % 100 ırmik (kontrol)
2	Katkısız %100 buğday unu
3	Katkısız %80 ırmik + %20 buğday unu
4	Katkısız %70 ırmik + %30 buğday unu
5	Katkısız %60 ırmik + %40 buğday unu
6	Katkısız %50 ırmik + %50 buğday unu

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



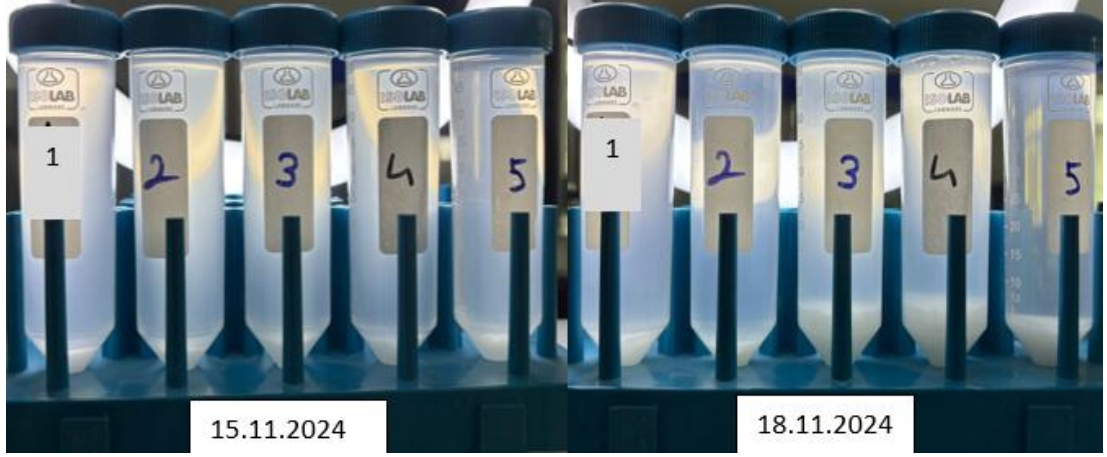
**Şekil 4.27:** Glikoz oksidaz (10 ppm) eklenmiş makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ikinci analiz)

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.14:** Katkılı (10 ppm glikoz oksidaz eklenmiş) makarna numunelerinin pişirme kaybı ikinci analiz sıralaması

1	%100 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
2	%80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
3	%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
4	%60 ırmik + %40 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
5	%50 ırmik + %50 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



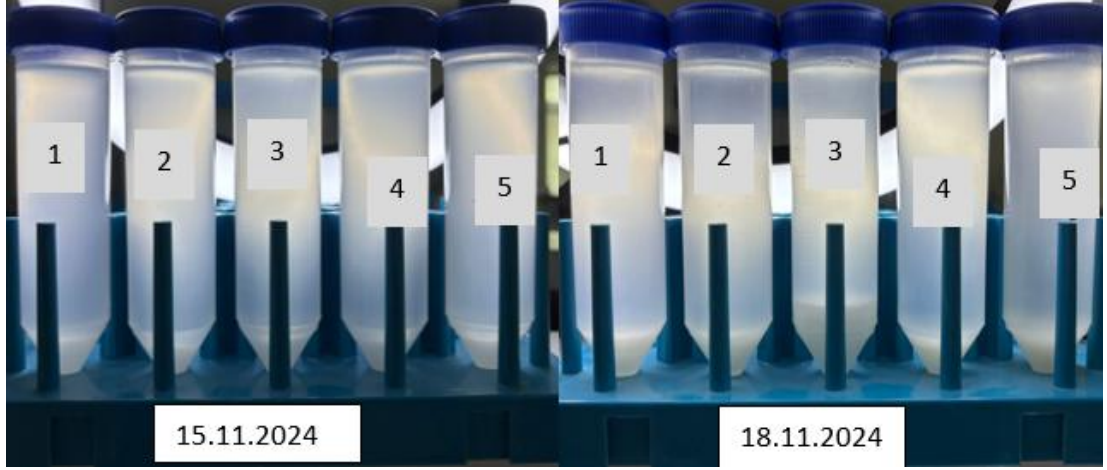
**Şekil 4.28:** Glikoz oksidaz (15 ppm) eklenmiş makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ikinci analiz)

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.15:** Katkılı (15 ppm glikoz oksidaz eklenmiş) makarna numunelerinin pişirme kaybı ikinci analiz sıralaması

1	%100 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
2	%80 ırmik + %20 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
3	%70 ırmik + %30 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
4	%60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
5	%50 ırmik + %50 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



**Şekil 4.29:** Glikoz oksidaz (20 ppm) eklenmiş makarna numunelerinde 72 saat sonundaki pişirme kayıplarının belirlenmesi (ilk analiz)

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.16:** Katkılı (20 ppm glikoz oksidaz eklenmiş) makarna numunelerinin pişirme kaybı ilk analiz sıralaması

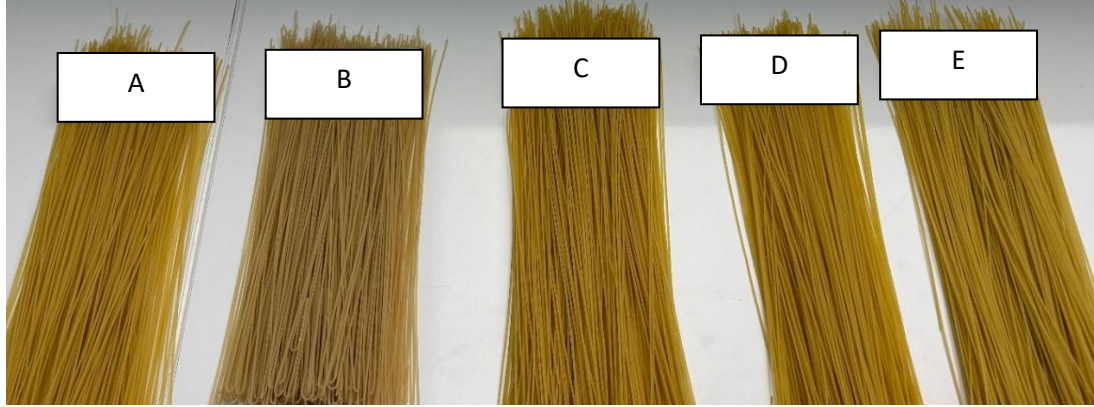
1	%100 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz
2	%80 ırmik + %20 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz
3	%70 ırmik + %30 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz
4	%60 ırmik + %40 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz
5	%50 ırmik + %50 buğday unu + 20 ppm glikoz oksidaz

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

#### 4.5 Pişmiş Makarna Numunelerinin Duyusal Analiz Değerleri

Makarna numuneleri seçilirken yukarıda yer alan analizlerde en yüksek sonucu veren ilk 3 makarna numunesi seçilmiş, %100 ırmik (kontrol) ve %100 buğday unu ile üretilen makarna numuneleriyle duyusal analiz yapılmıştır. Numuneler A, B, C, D, E olarak rastgele Tablo 4.17'deki gibi harflendirilmişlerdir. Şekil 4.30'da duyusal analiz

sırasıyla makarna numunelerinin görseli verilmiştir. Tablo E4.1’de makarna numunelerinin duyusal değerlendirme formu verilmiştir.



**Şekil 4.30:** Duyusal analiz yapılan makarna numuneleri

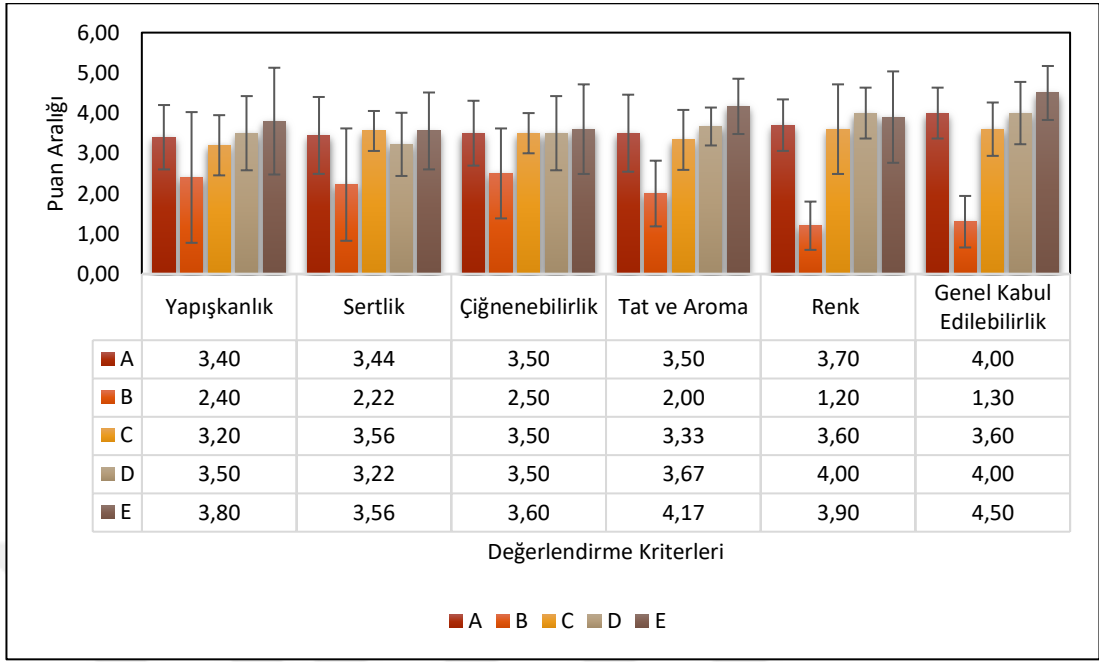
**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.17:** Makarna numunelerinin duyusal analiz sıralaması

A	%60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz
B	%100 buğday unu
C	%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz
D	% 100 ırmik (kontrol)
E	%80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Duyusal analizde panelistlerin verdikleri puanların ortalaması sonucunda; Şekil 4.31’de yer alan verilere göre E numunesi renk parametresi dışında diğer tüm parametrelerde en yüksek sonucu almıştır. Ancak sertlik parametresinde B numunesiyle benzer değeri almıştır. Tablo E4.2’de panelistlerin verdiği tüm puanlama değerleri yer almaktadır.



**Şekil 4.31:** Makarna numunelerinin duysal analiz verileri

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Panelistlerin genel olarak A, C ve D numunelerinin benzer olduğuyla ilgili yorumlarda bulunmuştur. B numunesinin yapışkanlığının çok yüksek, renginin beyaza yakın soluk olduğu ve görsel olarak da noodle'a benzediği ifade edilmiştir. E numunesinin yapışkanlığının D numunesinden daha az olduğu, C ve A numunesinin yapışkanlığı var ancak kabul edilebilir düzeyde olduğuna yönelik yorumlar yapılmıştır. A ve C'nin renginin eşit olduğu ve en yüksek renginde E numunesinde olduğu belirtilmiştir. 10 panelistte E makarna numunesinin marketlerde satılan makarnalar gibi olduğunu ve 5 numuneden E numunesini tercih edecekleri yorumunu yapmışlardır. Tablo 4.18'de yer alan verilere göre E (%80 irmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz) numunesi en yüksek değerlendirme kriterlerine sahip bulunmuştur. Tablo 4.18'de de makarna numunelerinin duysal analiz değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Tablo 4.28'de yer alan makarna numunelerinin duysal analiz değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında tüm makarna gruplarının  $p > 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir.

**Tablo 4.18:** Makarna numunelerinin duyuşal analiz değerleri ( $\bar{x} \pm \text{std}$ )

Değerlendirme Parametreleri / Numune İsimleri	A	B	C	D	E
Yapışkanlık( $\bar{x}$ ,std.)	3,40 $\pm$ 0,8	2,40 $\pm$ 1,6	3,20 $\pm$ 0,7	3,50 $\pm$ 0,9	3,80 $\pm$ 1,3
Sertlik( $\bar{x}$ ,std.)	3,44 $\pm$ 1,0	2,22 $\pm$ 1,4	3,56 $\pm$ 0,5	3,22 $\pm$ 0,8	3,56 $\pm$ 1,0
Çiğnenebilirlik( $\bar{x}$ ,std.)	3,50 $\pm$ 0,8	2,50 $\pm$ 1,1	3,50 $\pm$ 0,5	3,50 $\pm$ 0,9	3,60 $\pm$ 1,1
Tat ve Aroma( $\bar{x}$ ,std.)	3,50 $\pm$ 0,1	2,00 $\pm$ 0,8	3,33 $\pm$ 0,7	3,67 $\pm$ 0,5	4,17 $\pm$ 0,7
Renk ( $\bar{x}$ ,std.)	3,70 $\pm$ 0,6	1,20 $\pm$ 0,6	3,60 $\pm$ 1,1	4,00 $\pm$ 0,6	3,90 $\pm$ 1,1
Genel Kabul Edilebilirlik( $\bar{x}$ ,std.)	4,00 $\pm$ 0,6	1,30 $\pm$ 0,6	3,60 $\pm$ 0,7	4,00 $\pm$ 0,8	4,50 $\pm$ 0,7

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo 4.28:** Makarna numunelerinin duyuusal analiz değerlerine ait t-test değerlendirmesi

Grup 1	Grup 2 (kontrol)	p-değeri	Anlamlı Fark
A – B – C - E Grubu Yapışkanlık Parametresi	D Grubu % 100 ırmik (kontrol)	0,38	Var
A – B – C - E Grubu Sertlik Parametresi	D Grubu % 100 ırmik (kontrol)	0,95	Var
A – B – C - E Grubu Çiğnenebilirlik Parametresi	D Grubu % 100 ırmik (kontrol)	0,45	Var
A – B – C - E Grubu Tat ve Aroma Parametresi	D Grubu % 100 ırmik (kontrol)	0,42	Var
A – B – C - E Grubu Renk Parametresi	D Grubu % 100 ırmik (kontrol)	0,25	Var
A – B – C - E Grubu Genel Kabul Edilebilirlik Parametresi	D Grubu % 100 ırmik (kontrol)	0,43	Var

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Yaver ve Bilinçli (2021) tarafından yapılan çalışmada, Lüpen unu katkısıyla zenginleştirilmiş makarnanın kalite özellikleri, vital gluten ve/veya transglutaminazın etkileri araştırılmış ve % 100 ırmik makarna numunesiyle kıyaslandığında; vital gluten, transglutaminaz ve vital gluten + transglutaminaz katkılarıyla üretilen makarna numunelerinin duyuusal analizinde, renk, tat ve koku puanları birbirine yakın bulunmuştur. Altınar ve Hallaç (2020) tarafından yapılan çalışmada, soya unu ve keçiyoynuzu unu farklı oranlarda buğday unu yerine makarna formülasyonlarına eklenerek kalite ve duyuusal özellikleri üzerine etkisi araştırılmış ve genel değerlendirme sonucunda panelistler buğday ununa %20 oranında keçiyoynuzu unu ve eşdeğer oranda soya unu ilavesini beğenerek, önerilebileceğini söylemişlerdir. Köten ve Atlı (2020) tarafından yapılan çalışmada, tam arpa unu ile zenginleştirilmiş spagetti makarnanın besinsel, tekstürel ve pişme özelliklerinin belirlenmesi araştırılmıştır ve arpa unu ilavesiyle üretilen makarna numuneleri duyuusal

değerlendirmede kontrole göre daha düşük puan aldığı görülmüştür. Demir (2018) tarafından yapılan çalışmada, çimlendirilmiş kinoa ununun glutenli ve glutensiz makarna üretiminde kullanım imkanları araştırılmış ve her iki makarna çeşidinde de yüksek kinoa unu kullanımının duyuşsal puanlar üzerinde hafif düşüşlere sebep olmuştur. Köten (2010) tarafından yapılan çalışmada, arpa unu ile zenginleştirmenin makarnanın bazı besinler ve kalite özelliklerine etkisi araştırılmış ve irmiğe arpa unu katılmasının, kabuğu soyulmamış arpa unu katkılı makarna örneklerinin duyuşsal özelliklerinin kontrolden düşük değer aldığı ancak kabuğu soyulmuş arpa unu katkılı örneklerin kontrole yakın puanlar aldığı görülmüştür. Hallaç (2016) tarafından yapılan çalışmada, keçiyoynuzu unu ve soya unu katkılarının makarnanın kalite kriterlerine etkisi araştırılmış, %80 buğday unu + %10 soya unu + %10 keçiyoynuzu ve %80 buğday unu + %20 keçiyoynuzu unu eklenmiş makarna numuneleri diğer numunelerden daha yüksek beğeni almıştır.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Makarna dünya genelinde herkes tarafından kabul gören bir gıdadır ve son yıllarda tahıl ürünlerinde ilk sırada yer alan ekmeği ikinci sıraya düşürerek en çok tercih edilen tahıl ürünü olduğu ve dünya genelinde yıllık 550 milyon ton buğday üretiminin 34 milyon tonu makarnalık buğdaydan oluştuğu söylenebilmektedir (Karaduman vd., 2011). Hammaddesi irmik olan makarnanın, ülkemizde %100 irmikten üretilme zorunluluğu vardır (Türk Gıda Kodeksi Makarna 2002/20 ve İrmik Yönetmeliği 2002/21, [04.12.2024]). Ancak bazı ülkelere yapılan ihracatlarda talep doğrultusunda %30'a kadar buğday unu ile paçal yapılarak makarna üretimi gerçekleşmesine ihracattaki rekabetin artması için izin verilmiştir (Pehlivan ve İkincikarakaya, 2017; Anonim 2016c).

Tamamı irmikten üretilen makarna numuneleri parlak sarı renkte, yapışkanlığı düşük, sertliği yüksek ve tüketiciler tarafından albenisi yüksek ürünlerdir.

Alım gücü düşük ülkelerde makarnalar %100 buğday unundan ya da düşük oranlarda irmik ile paçal yapılarak üretilmektedir. Buğday unu ile üretilen makarnaların renkleri mat ve beyaza yakındır. Renk analizi yapıldığında sarılığı temsil eden b\* değeri tamamı irmik ile üretilen pişmiş makarna numunesinde  $21,48 \pm 0,1$  iken, tamamı buğday unu ile üretilen makarna numunesinde  $11,45 \pm 0,1$  olarak tespit edilmiştir. Makarna numunelerinin kuru ölçümlerinde ise tamamı irmik ile üretilen makarnanın ise sarılık değeri  $23,26 \pm 0,1$  iken, tamamı buğday unu olan makarna numunesinde  $15,85 \pm 0,2$  olarak bulunmuştur. Pişmiş makarna numunelerinin renk değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında tüm makarna gruplarının  $p < 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmadığını göstermiştir. Kuru makarna numunelerinin renk değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Bu farklılıkların makarna üretiminde buğday unu paçal yapılmasından dolayı olduğu tespit edilmiştir.

Tamamı buğday unu ile üretilen makarna numunelerinin yapışkanlık değerleri yüksek ve sertlik değeri düşük ürünlerdir. Dolayısıyla bunlar; duyuşsal olarak tüketiciler tarafından tercih edilmemektedirler. Makarna numunelerinin sertlik değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında %100 buğday unu grubu dışında ki paçal gruplarının  $p > 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu

göstermiştir. Makarna numunelerinin yapışkanlık değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında makarna gruplarının  $p > 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir.

Makarna numunelerinin pişirme kaybı analizi sonucunda suya geçen madde miktarının minimum düzeyde olması istenmektedir (Dedeoğlu, 2020). Makarna numunelerinin pişirme kaybı değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında makarna gruplarının  $p > 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda makarna üretiminde trasglutaminaz ve tel şehriye üretiminde hemiselülaz enzimlerinin kullanılmasıyla tekstürel değerlerin iyileştiği sonucu elde edilmiştir. Glikoz oksidazın ekmekçilik sektöründe hamurun stabilitesini, gelişimini desteklerken işlenebilirliğini kolaylaştırdığı ve ekmeğin duyu özelliklerine olumlu etki gösterdiği bilinmektedir. Bu doğrultuda glikoz oksidaz enzimin makarnada kullanımının olumlu sonuç gösterebileceği düşünülmüştür.

Makarna numuneleri sonuçları incelendiğinde; %80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz katkısıyla üretilen makarna numunesi yapılan analizlerde en olumlu sonuçları veren numune olmuştur. Tekstürel değerlerini kontrol numunesinin değerleriyle kıyaslandığında, sertlik değeri  $218,4 \pm 12,4$ 'ten,  $241,6 \pm 3,1$ 'e yükselmiş, yapışkanlık değeri ise  $13,0 \pm 1,8$ 'den,  $9,4 \pm 1,3$ 'e düşmüştür. Pişirme kaybı sonuçları incelendiğinde,  $14,5 \pm 10,5$ 'ten,  $14 \pm 6,0$  'a düştüğü görülmüştür. Ancak kuru ve pişmiş makarnanın renk değerleri kontrolle kıyaslandığında sonuçlarda farklılıklar görülmüştür. İrmiğin sahip olduğu karotenoid pigmentleri makarnaya parlak sarı renk verdiğinden, %100 ırmik (kontrol) ile üretilen makarna numunesinin L, a\*, b\* değerlerinin buğday unu ile paçal yapıldığında düşüş göstermesi beklenen bir durumdur. Ancak diğer makarna numuneleriyle kıyaslandığında kontrolden sonra en yüksek renk sonucunu %80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz katkısıyla üretilen makarna numunesi almaktadır. Bunun nedeni paçal miktarındaki buğday unu oranının düşüklüğü olması düşünülmektedir. Kontrol numune ile istatistiksel olarak kıyaslandığında %80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz katkısıyla üretilen makarna numunesinin t-Testi sonuçlarına göre, pişmiş makarnaların renk değerlerinde  $p < 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmadığını göstermiş, kuru makarnalarda ise parlaklık değeri dışında a\* ve b\* değerlerinde  $p < 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar

bulunmamıştır. Makarna numunelerinin tekstürel değerleri kontrolle kıyaslandığında sertlik ve yapışkanlık değerlerinin t-Testi sonuçlarına göre,  $p < 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Pişirme kaybı analizinde de istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmiştir. Duyusal analiz t-Testi sonuçlarına göre, tüm parametrelerde anlamlı farklılık görülmüştür.

İkinci olarak %70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz katkısıyla üretilen makarna numunesi duyusal olarak beğenilmiştir. Tekstürel olarak değerleri kontrol numunesinin değerleriyle kıyaslandığında, sertlik değeri  $218,4 \pm 12,4$ 'ten,  $238,5 \pm 7,51$ 'e yükselmiş, yapışkanlık değeri ise  $13,0 \pm 1,8$ 'den,  $9,7 \pm 1,4$ 'e düşmüştür. Pişirme kaybı sonuçları incelendiğinde,  $14,5 \pm 10,5$ 'ten,  $15 \pm 2,0$ 'a yükselmiştir. Renk değerleri kontrolden ve %80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz katkısıyla üretilen makarna numunesinden düşük bulunmuştur. Dolayısıyla bunun nedeni ise makarna numunesinin daha az miktarda ırmik içermesidir. Kontrol makarna numunesi ile istatistiksel olarak kıyaslandığında %70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz katkısıyla üretilen makarna numunesinin t-Testi sonuçlarına göre, pişmiş makarnaların renk değerlerinde  $p < 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmadığını göstermiş, kuru makarnalarda ise parlaklık değeri dışında  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde  $p < 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Makarna numunelerinin tekstürel değerleri kontrolle kıyaslandığında sertlik ve yapışkanlık değerlerinin t-Testi sonuçlarına göre,  $p < 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Pişirme kaybı analizinde de istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmiştir. Duyusal analiz t-Testi sonuçlarına göre, tüm parametrelerde anlamlı farklılık görülmüştür.

Üçüncü beğenilen makarna ise %60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz katkısıyla üretilen numunedir. Tekstürel olarak değerleri kontrol numunesinin değerleriyle kıyaslandığında, sertlik değeri  $218,4 \pm 12,4$ 'ten,  $230,8 \pm 13,0$ 'e yükselmiş, yapışkanlık değeri ise  $13,0 \pm 1,8$ 'den,  $9,0 \pm 1,0$ 'e düşmüştür. Pişirme kaybı değerleri incelendiğinde ise tüm makarna numuneleri içerisinde en yüksek sonucu elde etmiş olup,  $14,5 \pm 10,5$ 'ten,  $10,0 \pm 5,0$ 'a düşürdüğü görülmüştür. İrmik oranının az olması nedeniyle de renk sonuçları kontrolden düşük bulunmuştur. Kontrol numune ile istatistiksel olarak kıyaslandığında %60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz katkısıyla üretilen makarna numunesinin t-Testi sonuçlarına göre, pişmiş makarnaların renk değerlerinde  $p < 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı

farklılıklar bulunmadığını göstermiş, kuru makarnalarda ise sarılık (b\*) değeri dışında L\* ve a\* değerlerinde  $p < 0,05$  olmadığı için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Makarna numunelerinin tekstürel değerleri kontrolle kıyaslandığında sertlik ve yapışkanlık değerlerinin t-Testi sonuçlarına göre,  $p < 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Pişirme kaybı analizinde de istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmiştir. Duyusal analiz t-Testi sonuçlarına göre, tüm parametrelerde anlamlı farklılık görülmüştür.

Tüm makarna numunelerinin değerlerine bakıldığında; 3 konsantrasyonda da glikoz oksidaz katkısının, enzim eklenmemiş makarna numuneleriyle kıyaslandığında sertlik değerini arttırdığı ve yapışkanlık değerini azalttığı görülmüştür. En yüksek sonucu ise 10 ppm glikoz oksidaz katkılı %80 ırmik + %20 buğday unu paçalıyla üretilen makarna numunesi almıştır. Buğday ununun makarnaya sebep olduğu yapışkanlık değerinin glikoz oksidaz ile düşürülmesi ve sertlik değerinin artırılması, makarna numuneleri için tercih edilebilir olmasını sağlamıştır. Köten (2010) yaptığı çalışmada pişmiş makarnanın mekanik özellikleri olan sertlik, yapışkanlık, elastikiyet ve kıvamın esas öneme sahip olduğundan bahsetmiş ve arpa unu ile makarnayı zenginleştirerek bu özellikleri iyileştirmeyi hedeflemiştir. Ancak çalışma sonucunda irmiğe arpa ilavesinin makarnanın tekstürünü olumsuz etkilediği sonucuna varmıştır.

Genel olarak renk sonuçlarına bakıldığında glikoz oksidazın makarna numunelerinin rengine belirleyici bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. İrmik oranı arttıkça, irmiğin sahip olduğu renk pigmentleri sayesinde makarna numunelerinin renk sonuçlarının daha yüksek çıktığı görülmüştür.

Makarna numunelerinin pişirme kaybı değerlerinin t-Testi sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında tüm makarna gruplarının  $p < 0,05$  olmadığı için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu gözlemlenmiş, ancak pişirme kaybı değerleri kendi içerisinde incelendiğinde oluşan farklılıkların glikoz oksidaz eklenmesi kaynaklı olmadığı tespit edilmiştir. Tez kapsamında gerçekleştirilen pişirme kaybı analizi ile glikoz oksidazın pişirme kaybına olumlu ya da olumsuz etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

Tekstür, renk ve pişirme kaybı analiz sonuçlarında en yüksek çıkan 3 makarna numunesi, %100 ırmik (kontrol) ve %100 buğday unu ile üretilen makarna numunelerine duyusal analiz yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; E (%80 ırmik +

%20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz) makarna numunesi 6 değerlendirme kriterlerinin 4'ünde (yapışkanlık, çiğnenebilirlik, tat ve aroma ve genel kabul edilebilirlik) en yüksek sonucu almış, sertlik parametresinde C (%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz) makarna numunesiyle benzer değeri ve renk parametresinde D (kontrol) numunesinden ortalama 0,1 daha az beğeni almıştır. Panelistlerin E numunesinin marketlerde satılan makarnalar gibi olduğunu ve 5 makarna numunesi arasında E numunesini tercih edeceklerini söylemişlerdir. Duyusal analiz sonucunda beş makarna numunesi arasından E numunesi en yüksek değerlendirmeyi almıştır. Makarna numunelerinin duyusal analiz değerlerinin t-test sonuçlarına göre, kontrol ile kıyaslandığında makarna gruplarının  $p > 0,05$  olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak; makarna üretiminde glikoz oksidazın uygun konsantrasyonlarda kullanımının tekstürel değerlerini iyileştirdiği söylenmektedir. Buğday unu ile paçal yapılarak üretilen makarnalara glikoz oksidaz enzimi katkısıyla makarnanın tekstürel değerlerinin %100 ırmik ile üretilen makarnanın tekstürel değerlerine yaklaştığı hatta buğday unu paçal oranı düştükçe daha iyi sonuç elde edildiği görülmüştür. Panelistlerinde duyusal analiz sırasında verdiği puanlar ve yorumlar doğrultusunda da %80 ırmik + %20 buğday unu paçalına 10 ppm glikoz oksidaz ile üretilen makarna numunesinin sertlik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik, tat ve aroma ve genel kabul edilebilirliği %100 ırmik ile üretilen makarna numunesinden daha çok beğenilmiş ancak renk parametresi 0,1 oranında daha az sonuç olarak en yüksek makarna numunesi seçilmiştir.

Bu doğrultuda, makarna üretiminde %20 buğday unu kullanıldığında, 10 ppm (0,001%) glikoz oksidaz enzimi eklenmesinin %100 ırmik ile üretilen makarnalara kıyasla daha olumlu sonuçlar verebileceği tespit edilmiştir.

## KAYNAKÇA

- Abasız, N. (2004). *Ekmek üretiminde kullanılan aktif soya ununun performansını artırmada, lipaz ve glikoz oksidaz enzim katkılarının etkisi* (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü). Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Aday, M. S., Caner, C. (2006). Gıdalarda tekstür ve etki eden etmenler. *Akademik Gıda*, 4(6), 28-32.
- Agama-Acevedo, E., Islas-Hernandez, J. J., Osorio-Díaz, P., Rendón-Villalobos, R., Utrilla-Coello, R. G., Angulo, O., Bello-Pérez, L. A. (2009). Pasta with unripe banana flour: physical, texture, and preference study. *Journal of Food Science*, 74(6), S263-S267.
- Akin, M. (2017). *Buğday, irmik ve makarna kalite özellikleri arasındaki ilişkilerinin sanayi düzeyinde araştırılması/Relationship between quality parameters of durum wheat, semolina and pasta produced at industrial scale* (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü). Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Aktan, A. . (1978). Buğday-un-ekmek. *Gıda*, 3(2).
- Aktan, B., Atlı, A. (1993). A research on the effect of vitreousness on durum wheat quality. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2(3).
- Alfin, F., Yazıcı Çakıroğlu, T. (2019). Buğday unu renginin yatık tarayıcı kullanılarak belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 17(2), 193-199.
- Altinkaynak, H., Özcan, T. (2021). Glikoz oksidaz enzimi mekanizması ve süt ürünlerinde probiyotik bakterilerin gelişimi üzerine etkisi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (26), 1-9.
- Aydoğan, S., Şahin, M., Akçacık, A. G., Demir, B., Hamzaoğlu, S., Yakışır, E. (2019). Bazı makarnalık ve ekmeklik buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22, 264-271.
- Babalık, A., ve Botsalı, F. M. (2010). Yapay sinir ağı ve görüntü işleme teknikleri kullanarak durum buğdayının camsılığının belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Teknik-Online Dergi* (9), 163-174.
- Bilgiçli, N., Soylu, S. (2017). Buğday ve un kalitesinin sektörel açıdan değerlendirilmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5(2), 58-67.

- Bulut, S. (2012). Ekmeklik buğdayda kalite. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 28(5), 441-446.
- Cankurtaran, T. (2016). *Dolgu ve dolgunsuz yaş makarna üretiminde buğday kepeği ve buğday ruşeymi katkısının bazı kalite özellikleri üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya
- Certel, M., ve Ertugay, M. F. (1996). Gıdalarda su aktivitesinin termodinamiği. *Gıda*, 21(3), 193-199.
- Chang, P. K., Ehrlich, K. C. (2010). What does genetic diversity of *Aspergillus flavus* tell us about *Aspergillus oryzae*?. *International journal of food microbiology*, 138(3), 189-199.
- Çatak, J. (2019). Ülkemizde tüketilen bazı gıda ürünleri ile bisküvilerin glisemik indekslerinin *in vitro* yöntemlerle belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* (16), 940-947.
- Çekim, N. (2024). *Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilmiş makarnanın kalite parametrelerinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü). Atatürk Üniversitesi, Erzurum
- Çevik, A. (2023). *Gıda endüstrisi yan ürünleri ve atıklarının ekmek ve makarnanın fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde kullanımı* (Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü) Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Dedeoğlu, M. (2020). *Glutensiz makarna üretim parametrelerinin optimizasyonu* (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü) Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman
- Demir, B. (2018). *Çimlendirilmiş kinoa ununun glutenli ve glutensiz makarna üretiminde kullanım imkanları* (Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü) Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Dizlek, H. (2013). Gluten kompleksinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkileri. *Akademik Gıda*, 11(1), 102-106.
- Durak, F., Köse, E. (2003). Makarnalık buğdaylarda bazı fiziksel kimyasal ve teknolojik özellikleri makarna kalitesine etkisi. *Akademik Gıda*, 1(5), 15-22.

- Duran, M. Ö., Özçelik, S., Certel, M., Erbaş, M. (2004). Ticari Sartilarda Ekmek Üretiminde Patates ve Yulaf Unu Kullanmanın Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkileri. *Gıda*, 29(2).
- Dülger Altın, D., Hallaç, Ş. (2020). The effect of soy flour and carob flour addition on the physicochemical, quality, and sensory properties of pasta formulations. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 4(4), 406-417.
- Dülger Altın, D., Hallaç, Ş. (2020). The effect of soy flour and carob flour addition on the physicochemical, quality, and sensory properties of pasta formulations. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 4(4), 406-417.
- Erdal, P. (2021). *Ekmekçilikte kullanılan çeşitli enzimlerin ekmeğin reolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü). İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul
- Ertaş, N., Bilgiçli, N., Türker, S. (2006). Aktif soya unu, glikoz oksidaz ve lipaz enzim katkılarının un, hamur ve ekmek özelliklerine etkisi. *Gıda*, 31(3).
- Ertaş, N., Doğruer, Y. (2010). Besinlerde tekstür. *Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1), 35-42.
- Ertop, M. H., Etgü, H., Hayta, M. (2012). Dondurulmuş ekmek hamuru ve son ürün kalitesinin iyileştirilmesinde formül bileşenlerinin etkileri. *Gıda*, 37(1), 55-62.
- Foegeding, E. A., Brown, J., Drake, M., Daubert, C. R. (2003). Sensory and mechanical aspects of cheese texture. *International Dairy Journal*, 13(8), 585-591.
- Gomi, K. (2014). Aspergillus: Aspergillus oryzae. In *Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition*, (92-96). Elsevier Inc..
- Hallaç, Ş. (2016). *Keçiboynuzu unu ve soya unu katkılarının makarnanın kalite kriterlerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü) İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul
- Hanft, F., Koehler, P. (2006). Studies on the effect of glucose oxidase in bread making. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(11), 1699-1704.

- Hayıt, F., Acun, S., Gül, H. (2023). Ticari olarak satışta olan glutensiz makarnaların bazı fiziksel, kimyasal ve tekstürel kalitelerinin belirlenmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 700-719.
- Karaduman, Y., Avcıoğlu, R., Çakmak, M. (2008). Makarnalık Buğday ıslah materyalinde karotenoid pigment miktarının ekstraksiyon ve reflektans kolorimetre metotları ile belirlenmesi. *Ülkesel Tahıl Sempozyumu*, S, 447-449.
- Köten, M. (2010). *Arpa unu ile zenginleştirmenin makarnanın bazı besinsel ve kalite özelliklerine etkisi*. (Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü), Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Köten, M., Atlı, A. (2021). Tam arpa unu ile zenginleştirilmiş spagetti makarnanın besinsel, tekstürel ve pişme özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda*, 46(1), 53-68.
- Köten, M., Ünsa, S. (2014). Türkiye’de üretilen makarnaların bazı kimyasal bileşimlerinin ve pişme kalitelerinin belirlenmesi. *Gıda*, 39(1), 33-40.
- Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., Califano, A. (2016). Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. *Lwt*, 70, 96-103. Amerika Birleşik Devletleri: Elsevier Inc..
- Levent, H. (2020). Definitize edilmiş tahıl kepeklerinin ve enzimlerin makarnanın fiziksel ve duyu kalitesi üzerine etkileri. *Gıda*, 45(2), 397-407.
- Levent, H., Kurt, E., Şeref, B. (2023). Investigation of the effects of red, green and black lentil flours on the physicochemical and technological quality of pasta. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(4), 477-488.
- MÜSAD. (2023). *Tüketim verileri*. <https://musad.org/istatistikler/tuketim-verileri/> , [05.12.2024]
- Onurlubaş, E., Öztürk, D. (2023). Tüketici perspektifinden makarna: alışkanlıklar, tercihler ve etkileyen faktörler. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 12(3), 140-159.
- Özay, G., Pala, M., ve Saygı, B.. (1993). Bazı gıdaların su aktivitesi yönünden incelenmesi. *Gıda*, 18(6)., 337-383

- Öztürk, D., Onurlubaş, E. (2023). Tüketicilerin paketli ekmek ürünlerine yönelik tutumlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 12(3), 244-259.
- Pehlivan, A., Ünver İkincikarakaya, S. (2017). Makarnalık buğdayda kalite ıslahı çalışmaları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1), 127-151.
- Saraç, Ş., Saraç, D., Yüzbaşıoğlu, E. (2006). Üç farklı renk skalasının renk farklılıkları yönünden kolorimetrik olarak incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 23(2), 85-90.
- Serin, A. (2018). *Glutensiz makarna formülasyonlarının farklı ingrediyelele zenginleştirilmesi ve makarna kalitesinin artırılması* (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Fakültesi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Shewry, P. R., Halford, N. G., Belton, P. S., Tatham, A. S. (2002). The structure and properties of gluten: an elastic protein from wheat grain. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 357(1418), 133-142.
- Şahin, M., Akçacık, A. G., Aydoğan, S., Hamzaoğlu, S., Demir, B., Özdemir, F. (2016). Ekmeklik buğday, buğday unu ve kepek protein oranlarının karşılaştırılması. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5(1), 22-27.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2016). *Hububat hastalıkları ve zararlıları ile mücadele*. [https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici\\_Bilgi\\_Kosesi/Dokumanlar/hububat.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Dokumanlar/hububat.pdf) , [04.12.2024]
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (n.d.). *Ulusal Gıda Kompozisyon Veritabanı: İrmik, buğday*. <https://turkomp.tarimorman.gov.tr/food-irmik-bugday-606> , [08.02.2025]
- Tazart, K., Zaidi, F., Salvador, A., Haros, C. M. (2019). Effect of broad bean (*Vicia faba*) addition on starch properties and texture of dry and fresh pasta. *Food Chemistry*, 278, 476-481.
- Tuncer, T., Ercan, R. (1990). Makarna kalitesi ve etkili faktörler. *Gıda*, 15(4), 1-6.
- Türkiye Cumhuriyeti Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. (2002). *Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği (Tebliğ No: 2002/20)*.

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=40437&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5> , [04.12.2024]

Türkiye Cumhuriyeti Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. (2013). *Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği (Tebliğ No: 2013/9)*. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=40437&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5> , [04.12.2024]

Türkiye Cumhuriyeti Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. (2013). *Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği (Tebliğ No: 2013/9)*. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=17255&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5> , [04.12.2024]

UNAFPA. (2023). *Pasta industry*. <https://www.pasta-unafpa.org/newt/unafpa/default.aspx?IDCONTENT=102> , [03.02.2025]

Yaver, E., Bilgiçli, N. (2021). Development of quality characteristics of pasta enriched with lupin (*lupinus albus* l.) flour and resistant starch type 4. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3), 557-568.

Yeyin, N., Köse, E. (2004). Tekstür analizler ile makarna kalitesinin belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 2(2), 28-31.

Yılmaz, M. S., Meral, R. (2019). Ekmeklik un kalite parametreleri arasındaki ilişkiler. *ADYUTAYAM Dergisi*, 7(1), 33-45.

Yüksel, F., Koyuncu, M., Sayaslan, A. (2011). Makarnalık buğday (*Triticum Durum*) kalitesi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* (2), 5-31.

## EKLER

### EK-1: Tablo Listesi

**Tablo E4.1:** Makarna numunelerinin duyuşal değerlendirme formu

Sayı Değeri	Karşılık Anlam	Gelen
1	Çok kötü	
2	Kötü	
3	Ne iyi ne kötü	
4	İyi	
5	Çok iyi	

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

**Tablo E4.2:** Makarna numunelerinin duyuşal analiz değerleri

Değerlendirme Kriterleri / Numune İsimleri	A (%60 ırmik + %40 buğday unu + 15 ppm glikoz oksidaz)	B (%100 buğday unu)	C (%70 ırmik + %30 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz)	D (%100 ırmik (kontrol))	E (%80 ırmik + %20 buğday unu + 10 ppm glikoz oksidaz)
Yapışkanlık	3, 3, 2, 4, 4 , 4, 5, 3, 3, 3	1, 1, 5, 2, 1 , 1, 3, 5, 1, 4	4, 3, 3, 4, 4 , 3, 4, 2, 3, 2	3, 3, 5, 4, 4, 4, 4, 2, 2, 4	4, 4, 5, 5, 5, 5, 4, 1, 3, 2
Sertlik	4, 4, 5, 2, 3, 4, 4, 2, 3	2, 2, 4, 1, 1 , 1, 5, 1, 3	4, 4, 3, 3 , 3, 4, 4, 3, 4	3, 3, 3, 5, 3 , 4, 3, 3, 2	4, 4, 3, 4 , 4, 5, 4, 2, 2
Çiğnenebilirlik	5, 4, 3, 4, 3 , 4, 4, 3, 3, 2	3, 1, 3, 2, 3 , 2, 5, 1, 3, 2	4, 4, 3, 3, 3, 4, 4, 3, 3, 4	4, 4, 4, 5, 4, 4, 3, 2, 2, 3	3, 5, 4, 4, 4, 5, 4, 1, 3, 3

Tat ve Aroma	5, 4, 3, 2, 4, 3	1, 2, 2, 1, 3, 3	3, 4, 4, 2, 3, 4	4, 4, 3, 4, 4, 3	4, 5, 3, 4, 5, 4
Renk	4, 4, 4, 2, 4, 4, 4, 4, 4, 3	1, 1, 1, 1, 1, 1, 3, 1, 1, 1	3, 4, 5, 3, 4, 5, 5, 2, 3, 2	3, 4, 4, 4, 5, 4, 4, 5, 3, 4	2, 4, 3, 5, 5, 5, 4, 4, 2, 5
Genel Kabul Edilebilirlik	5, 4, 4, 3, 4, 4, 5, 3, 4, 4	1, 2, 1, 1, 1, 1, 3, 1, 1, 1	3, 4, 4, 3, 3, 4, 5, 4, 3, 3	4, 4, 3, 5, 5, 4, 5, 4, 3, 3	4, 5, 3, 4, 5, 5, 5, 5, 4, 5

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



## ÖZGEÇMİŞ

Merve Nur Satan

### A. EĞİTİM

#### **Yüksek Lisans Eğitimi:**

2023-Halen: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Yüksek Lisans Programı, İstanbul

#### **Lisans Eğitimi:**

2016-2020: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

#### **Temel Eğitim:**

2012-2016: Tepekent Anadolu Lisesi

2005-2012: İMKB İlköğretim Okulu

### B. MESLEKİ DENEYİM

06.2019-08.2019 –Şölen Çikolata Kalite ve Mikrobiyoloji Laboratuvarı, Stajyer Gıda Mühendisi

01.03.2021-01.03.2022 – Kendibar Şeker Gıda San. İç ve Dış Tic. Ltd. Şti./ Üretim Müdürü

31.08.2022-18.01.2021 – Cesa Tarım Ürünleri Gıda San. Ve Tic. Ltd. Şti./ Kalite Yönetim Müdürü

01.02.2023-Halen – Mirpain Gıda San. Ve Tic. A.Ş. / Araştırma ve Geliştirme Mühendisi

### C. SERTİFİKALAR

TS EN ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi Temel Eğitimi

TS EN ISO 9001-2015 Kalite Yönetim Sistemi Temel Eğitimi

Temel Gıda Hijyeni Eğitimi

TS EN ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Temel Eğitimi

TS 18001-2014 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Temel Eğitimi  
Etkili ve Sağlıklı İletişim Sertifikası

