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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

# BUĞDAY, İRMİK VE MAKARNA KALİTE ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİNİN SANAYİ DÜZEYİNDE ARAŞTIRILMASI

**Mehmet AKIN**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA**
**2017**

Prof. Dr. Ayhan ATLI danışmanlığında, Mehmet AKIN'ın hazırladığı **"Buğday, İrmik ve Makarna Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkilerinin Sanayi Düzeyinde Araştırılması"** konulu bu çalışma 11/12/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Ayhan ATLI .....

Üye : Prof. Dr. Hamit KÖKSEL .....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ali YILDIRIM .....

**Bu Tezin Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.**

**Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN**
**Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.**
**Proje No: 16103**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

# İÇİNDEKİLER

**Sayfa No**


ÖZET ……..…… i
ABSTRACT ……..…..... ii
TEŞEKKÜR …….. iii
ŞEKİLLER DİZİNİ ……... iv
ÇİZELGELER DİZİNİ ……..….. v
1.GİRİŞ ……..... 1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR ……..…... 7
3.MATERYAL ve YÖNTEM …….. 16
3.1. Materyal ……..…... 16
3.2. Yöntem …… 16
3.2.1. Buğday örneklerinin fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal analizleri ……. 16
3.2.1.1. Hektolitre ağırlığı tayini ……. 17
3.2.1.2. Camsılık tane oranı tayini …….. 17
3.2.1.3. Zarar görmüş tane ve diğer tür tane oranı tayini …… 17
3.2.1.4. Protein miktarı tayini …….. 18
3.2.1.5. Yaş gluten oranı tayini ……... 18
3.2.1.6. Rutubet Oranı Tayini …….. 18
3.2.1.7. Tanedeki kül oranı tayini ……... 18
3.2.1.8. Tanede renk tayini …….. 18
3.2.2. İrmik analizleri …… 18
3.2.2.1. Öğütme ve randıman tayini …… 18
3.2.2.2. İrmikte elek analizi …… 19
3.2.2.3. İrmikte pike miktarı tayini …….. 20
3.2.2.4. Protein miktarı tayini …….. 20
3.2.2.5. Yaş gluten değerinin belirlenmesi …….. 21
3.2.2.6. İrmikte rutubet tayini …….. 21
3.2.2.7. İrmikte kül oranı tayini ……... 21
3.2.2.8. İrmikte renk tayini …….. 21
3.2.3. Makarna (spagetti) üretimi …….. 21
3.2.4. Makarna (spagetti) analizleri ……... 24
3.2.4.1. Protein oranı tayini ……. 24
3.2.4.2. Rutubet oranı tayini …… 24
3.2.4.3. Kül oranı tayini ……... 24
3.2.4.4. Pike miktarı tayini …….. 25
3.2.4.5. Renk analizi …… 25
3.2.4.6. Makarna (spagetti) pişirme ve duyusal değerlendirme ……..….. 25
3.2.4.7. Toplam organik madde tayini ……..…. 27
3.2.5. İstatistik analiz ……..…. 27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA ……..……. 28
4.1. Buğday, İrmik ve Makarna Örneklerinin Fiziksel, Kimyasal-Fizikokimyasal Değerleri .... 28
4.2. Kalite Parametreleri Arasındaki Korelasyon Değerleri ……..... 37
4.2.1. buğday fizikokimyasal özellikleri ile irmil kalite parametreleri arasındaki
. korelasyon değerleri ……..... 37
4.2.2. irmik ve spagetti kalite parametreleri arasındaki korelasyon değerleri ……..... 41
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER ……...…... 57
KAYNAKLAR ……...…..…. 61
ÖZGEÇMİŞ ……..…..…. 65

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

**BUĞDAY, İRMİK VE MAKARNA KALİTE ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİNİN SANAYİ DÜZEYİNDE ARAŞTIRILMASI**

**Mehmet AKIN**

**Harran Üniversitesi**
**Fen Bilimleri Enstitüsü**
**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Ayhan ATLI**
**Yıl: 2017, Sayfa: 65**

Bu araştırmada makarna fabrikasında öğütülen buğday ile bu buğdaydan elde edilen irmik ve spagetti kaliteleri ile kalite kriterleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada farklı tarihlerde işlenen buğday paçalları ile bu buğdaydan üretilen irmik ve spagetti örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada 24 adet buğday, irmik ve spagetti örneği analiz edilmiştir. Buğday, örneklerinde; hektolitre ağırlığı, protein, yaş gluten, camsı tane, kül ve zarar görmüş tane ve ekmeklik buğday tane oranı tayini analiz yapılmıştır. İmik ve makarna (spagetti) örneklerinde ise; protein, yaş gluten, rutubet, kül oranı, renk ile pike miktarı analiz edilmiştir. Spagetti'de ayrıca duyusal değerlendirme ve pişmiş spagetti'de toplam organik madde tayini yapılmıştır. Araştırma sonucu 24 örneğin hektolitre ağırlığı ortalama 83.2 kg/hl±1.88; olarak bulunmuştur. Buğday örneklerinin camsı tane, protein, gluten ve kül oranı ortalama değerleri sırası ile %67.1±0.82, %12.89±0.488, %32.2±0.069 ve %1.715±0.400 olarak belirlenmiştir. Buğday örneklerinde kırık, ekmeklik, süne ve kımıl zararı görmüş, embriyo kararmış ve kusurlu tane oranları ortalama değerleri sırası ile %2.72±2.3, %20.15±0.93, %1.25±0.94, %1.92±0.85 ve %4.88±0.537 olarak bulunmuştur. L *, a * ve b * ortalama değerler ise sırası ile 55.61±0.241, 7.42±0.90 ve 19.35±0.32 olarak saptanmıştır. İrmik örneklerinin protein, gluten ve kül oranı ortalama değerleri sırası ile %12.53±0.414, %29.73±1.06 ve %0.821±0.029 olarak elde edilmiştir. İrmik siyah ve kahverengi pike ortalama değerleri sırası ile 2.67 (adet/100cm$^2$)±1.69 ve 86.83 (adet/100cm²)±29.85 olarak belirlenmiştir. İrmik örneklerinde önemli bir kalite kriteri olan renk değerlerinden L *, a * ve b * ortalama değerleri sırası ile 86.32±0.68, 1.93±0.18 ve 20.88±1.51 olarak bulunmuştur. Spagetti örneklerinin protein ve kül oranı ortalama değerleri sırası ile %12.40±0.380, %0.890±0.024; siyah pike, kahverengi pike ve beyaz pike ortalama değerleri sırası ile 2.79 (adet/ 100cm²)±1.444, 137.08 (adet/100cm²)±20.33 ve 134.08 (adet/100cm²)±31.51 olarak belirlenmiştir. Tüm örneklerde TOM (toplam organik madde), yapışkanlık, kümeleşme ve sertlik değerleri ortalaması sırası ile 2.15 (g/100g)±0.686, 37.17±10.83, 35.13±12.69 ve 38.04±10.61 olarak elde edilmiştir. En yüksek protein, kül, L *, a * ve b * değerleri buğday örneklerinden elde edilmiştir. Buğday protein oranı ile $p<0.001$ düzeyinde önemli korelatif ilişkisi olan irmik kalite kriterleri; protein ve yaş gluten oranı olarak bulunmuştur. Ayrıca buğday camsılık oranı ile irmik protein oranı arasında da benzer önemlilik düzeyinde önemli pozitif korelatif ilişki saptanmıştır. Siyah pike ile ekmeklik buğday ve süne ve kımıl oranı arasında $p<0.001$ düzeyinde anlamlı pozitif ilişki belirlenmiştir. İrmik elek altı (<125 mikron) değeri ile ekmeklik buğday oranı arasında $p<0,001$ düzeyinde önemli pozitif ilişki elde edilmiştir. Buğday protein oranı ile irmik ve spagetti protein oranı arasında $p< 0.001$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon değerleri bulunmuştur. Benzer pozitif ilişki irmik siyah pike ile makarna siyah pike, irmik kahverengi pike ile makarna kahverengi pike, irmik siyah pike ile makarna beyaz pike ve irmik b * değeri ile makarna b * değeri arasında da elde edilmiştir.



**ANAHTAR KELİME:** Buğday, irmik, makarna, TOM, renk

## ABSTRACT

**MSc Thesis**

**RELATİONSHİP BETWEEN QUALİTY PARAMETERS OF DURUM WHEAT, SEMOLİNA AND PASTA PRODUCED AT INDUSTRİAL SCALE.**

**Mehmet AKIN**

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

**Supervisor: Prof. Dr. Ayhan ATLI**
**Year: 2017, Page: 65**

In this research, quality of wheat, semolina and spagetti which is produced in the pasta factory and the relation between the quality criteria of wheat, semolina and spagetti has been investigated. In the study, wheat blend that were milled at different dates and semolina and spagetti samples produced from this wheat were used as material. In this research, 24 samples of wheat, semolina and spagetti samples were analyzed. Test weight, protein, wet gluten, vitreus kernel, ash, damaged kernel and bread wheat kernel content were analyzed in wheat samples. In semolina and pasta (spagetti) samples; protein, wet gluten, moisture, ash content, colour and speck count were determined. Sensory evaluation and total organic matter were analyzed in cooked spagetti. As a results, an average value of test weight was 83.3 kg/hl±1.88 for 24 wheat samples. Mean values of vitreus kernel, protein, gluten and ash content of wheat samples were determined as 67.1%±0.82, 12.89%±0.482, 32.2%±0.069 and 1.715%±0.400 respectively. Broken, bread wheat, sunn pest damaged, germ damaged and defected kernel content were observed in wheat samples and mean values were 2.72%±2.3, 20.15%±0.93, 1.25%±0.94, 1.92%±0.85 and 4.88%±0.537 respectively. The mean values of L*, a* and b* were 55.61±0.241, 7.42±0.90 and 19.35±0.32 respectively in wheat samples. Mean values of protein, gluten and ash content of semolina samples were obtained as 12.53%±0.414, 29.73%±1.06 and 0.821%±0.029 respectively. The average values of semolina black and brown speck were determined to be 2.67 (pieces / 100 $cm^2$) ±1.69 and 86.83 (pieces / 100 $cm^2$) ±29.85, respectively. A significant quality criterion in semolina samples was colour , mean values of L *, a * and b * values 86.32±0.68; 1.93±0.18 and 20.88±1.51, respectively in semolina samples. Mean values of protein and ash content of spagetti samples were found to be 12.40%±0.380 and 0.890%±0.024 respectively ; the mean values of black, brown and white speck were counted to be 2.79 (piece/100 $cm^2$)±1.444, 137.08 (pieces/100 $cm^2$)±20.33 and 134.08 (pieces/100 $cm^2$)±31.51, respectively. In all samples, TOM (total organic matter), stickiness, bulkiness and firmness values were 2.115 (g/100g)±0.686, 37.17±10.83; 35.13±12.69 and 38.04±10.61, respectively. The highest protein, ash, L *, a *, and b * values were obtained from wheat samples. Protein and wet gluten content of semolina has a significant correlation with wheat protein content at $p < 0.001$ level. In addition, a similar significant positive correlation was found between wheat vitreus content and semolina protein content. There was a significant positive correlation ($p < 0.001$) between the black speck count and bread wheat and sunn pest damage kernel content. There was a significant positive correlation ($p < 0.001$) between the value of semolina particule under the sieve (125 micron) and bread wheat kernel content. Wheat protein content, semolina protein content and spagetti protein content were found to be significantly positively correlated at $p < 0.001$ level. At similar level, positive relationship was also obtained between semolina black speck count with pasta black speck count, pasta brown speck count with semolina brown speck count , semolina black speck count with pasta white speck count and semolina b * value with pasta b * value.



**KEY WORDS:** Durum wheat, semolina, pasta, TOM, colour

# TEŞEKKÜR

Tez çalışması boyunca danışmanlığımı yürüten, bilgi ve desteğini benden esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ayhan ATLI'ya (Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü); Çalışmam boyunca laboratuvar olanaklarını kullanmama izin veren İlhan Un İrmik Makarna Gıda SAN. ve TİC.A.Ş fabrikasına ve çalışma arkadaşlarıma, beni her koşulda destekleyen ve sevgilerini her zaman hissettiğim aileme ve eşime içten teşekkürlerimi sunarım.

# ŞEKİLLER DİZİNİ

**Sayfa No**


Şekil 1.1. 2016/17 Dünya buğday üretiminde başlıca ülkelerin payları (%) ……..…..2
Şekil 1.2. Makarnadaki siyah pike ……..…… 4
Şekil 1.3. Makarnadaki beyaz pike ……..…… 4
Şekil 1.4. Makarnadaki çatlaklık ……..……. 5
Şekil 1.5. Makarnadaki kırılma ……..……... 5
Şekil 3.1. Foss (Infratec 1241 Grain Analyzer) cihazı ……..……...17
Şekil 3.2. 8000 devirli elek ……..…….....20
Şekil 3.3. İrmik yoğurma teknesi ……..…… 21
Şekil 3.4. Vakumlama tekmesi ……..…… 22
Şekil 3.5. Makarna kesme (şekil verme) ……..……..…22
Şekil 3.6. Pişirildikten sonra fiziksel özelliği kontrol edilen makarna örneği ……..…..... 26
Şekil 4.1. Buğday, irmik ve spagetti'de ortalama protein (%), kül (%) ve rutubet (%) miktarı ... 34
Şekil 4.2. Buğday, irmik ve spagetti'de ortalama L*, a* ve b* değerleri ……..…….. 35
Şekil 4.3. Kalınlığı 1.2 mm ve 1.7 mm olan spagetti örneklerinin ortalama
TOM (toplam organik madde) değerleri ……..…… 36
Şekil 4.4. Buğday proteini ile irmik proteini arasındaki ilişki ..……..…….. 42
Şekil 4.5. Buğday protein oranı ile irmik yaş gluten oranı arasındaki ilişkisi ..…….. 42
Şekil 4.6. Buğday yaş gluteni ile irmik yaş gluteni arasındaki ilişki ..……..…… 43
Şekil 4.7. Buğday hektolitre ağırlığı ile irmik kül oranı arasındaki ilişkisi ..……..…….. 43
Şekil 4.8. Buğday camsı tane oranı ile irmik protein oranı arasındaki ilişki ..……..……. 44
Şekil 4.9. Buğday camsı tane oranı ile irmik b* değeri arasındaki ilişki ..……..…….. 44
Şekil 4.10. Paçalda bulunan ekmeklik oranı ile irmik protein oranı arasındaki ilişki ….…….... 45
Şekil 4.11. Buğday paçallarında bulunan camsı tane oranı ile üretilen irmiklerdeki
kahverengi pike oranları arasındaki ilişki ……..…….. 45
Şekil 4.12. Buğdayda süne ve kımıl zararı görmüş tane oranı ile irmik protein oranı
arasındaki ilişki ……..…….. 46
Şekil 4.13. Buğdayda süne ve kımıl zararı görmüş tane oranı ile irmik kahverengi
pike miktarı arasındaki ilişki ……..……... 47
Şekil 4.14. İrmik protein değerleri ile spagetti protein değerleri arasındaki ilişkisi ……..…… 47
Şekil 4.15. İrmik protein değerleri ile spagetti sertlik (dirilik) değerleri arasındaki ilişki ..…..... 48
Şekil 4.16. İrmik kül oranı ile spagetti kül oranı arasındaki ilişkisi ..…… 49
Şekil 4.17. İrmik gluten oranı değerleri ile spagetti protein oranı ilişkisi ..…… 49
Şekil 4.18. İrmik gluten oranı ile spagetti (sertlik) değeri arasındaki ilişki ..……..……. 50
Şekil 4.19. 300 mikron iriliğindeki irmiğin spagetti de bulunan b* renk değeri
arasındaki ilişki …….. 50
Şekil 4.20. 212 mikron irmik partikül iriliği ile spagetti kül oranı ilişkisi ..……..... 51
Şekil 4.21. İrmik elek analizinde bulunan 125 mikron iriliğindeki irmiğin spagetti de
bulunan kül değeriyle ilişkisi ……..……... 52
Şekil 4.22. İrmik siyah pike miktarı ile spagetti siyah pike miktarı ilişkisi …..……..…..……. 52
Şekil 4.23. İrmik kahverengi pike miktarı ile spagetti kahverengi pike miktarı ilişkisi ..……..... 53
Şekil 4.24. İrmik b* değeri ile spagetti b* değeri ilişkisi ..……..…. 54
Şekil 4.25. İrmik elek altı unu ile spagetti b* değeri ilişkisi ..……..…. 54
Şekil 4.26. Buğday camsı tane oranı ile elek altı un oranı değerleri arasındaki ilişki …..…..…. 55
Şekil 4.27. Ekmeklik tane oranı ile irmik elek altı un değerleri arasındaki ilişki ..……..…… 55

# ÇİZELGELER DİZİNİ

**Sayfa No**

Çizelge 1.1. Dünya buğday üretimi ve başlıca üretici ülkeler (milyon ton) ….……..…….. 1
Çizelge 3.1. Makarna duyusal testlerinde kullanılan puanlama sistemi .…….……... 26
Çizelge 4.1. Spagetti yapılan buğday örneklerinin kalite değerleri ..……. 30
Çizelge 4.2. Spagetti yapılan irmik örneklerinin kalite değerleri .…….…….…… 32
Çizelge 4.3. Spagetti örneklerinin kalite değerleri …..……...…….…..... 33
Çizelge 4.4. Kalınlığı 1.2 mm olan spagetti örneklerinin kalite değerleri ...……...…….…….... 35
Çizelge 4.5. Kalınlığı 1.7 mm olan spagetti örneklerinin kalite değerleri ...……... 36
Çizelge 4.6. Buğday ile irmik kalite değerleri arasındaki korelasyon değerleri ...…….. 39
Çizelge 4.7. Buğday ile irmik partikül İriliği dağılımı değerleri arasındaki korelasyon değerleri . 40
Çizelge 4.8. İrmik kalite değerleri ile spagetti kalite parametreleri arasındaki korelasyon değerleri ……...…….. 41

# 1.GİRİŞ

Türkiye'de son 10 yılın buğday ekim alanları 7.5–8.5 milyon hektar arasında, üretim miktarı ise 17.2–22.6 milyon ton arasında değişmektedir. 2016 yılı buğday üretimimiz ise 20.6 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Toplam buğday üretimimiz içerisinde durum buğdayı üretim miktarı ise 3.6 milyon tondur (Anonim, 2017a). Dünya buğday üretimi ve başlıca üretici ülkeler ise Çizelge 1.1. ve Şekil 1.1.'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Dünya Buğday Üretimi ve Başlıca Üretici Ülkeler (Milyon Ton)

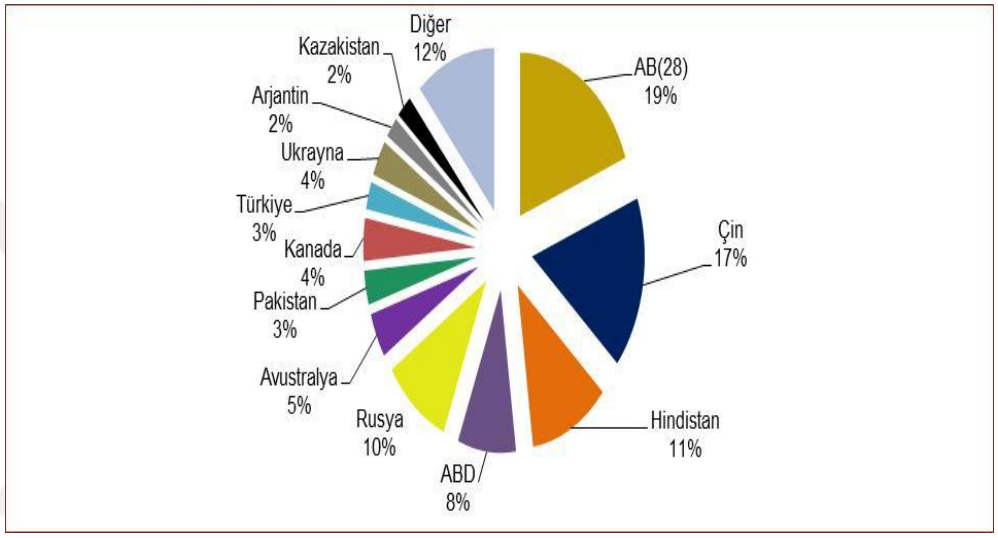
| **Ülkeler** | **2010/11** | **2011/12** | **2012/13** | **2013/14** | **2014/15** | **2015/16** | **2016/17** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AB (28) | 136.8 | 137.4 | 131.6 | 143.2 | 156.7 | 159.7 | 144.4 |
| ÇİN | 115.2 | 117.4 | 120.8 | 121.9 | 126.2 | 130.2 | 128.9 |
| HİNDİSTAN | 80.8 | 86.9 | 94.9 | 93.5 | 95.9 | 86.5 | 86.0 |
| ABD | 58.9 | 54.2 | 61.3 | 58.1 | 55.1 | 56.1 | 62.9 |
| RUSYA | 41.5 | 56.2 | 37.7 | 52.1 | 59.1 | 61.0 | 72.5 |
| AVUSTRALYA | 27.4 | 29.9 | 22.9 | 25.3 | 23.7 | 24.2 | 33.5 |
| PAKİSTAN | 23.9 | 24.2 | 23.3 | 24.2 | 26.0 | 25.5 | 25.5 |
| KANADA | 23.3 | 25.3 | 27.2 | 37.5 | 29.4 | 27.6 | 31.7 |
| **TÜRKİYE** | **19.7** | **21.8** | **20.1** | **22.1** | **19.0** | **22.6** | **20.6** |
| UKRAYNA | 16.8 | 22.3 | 15.8 | 22.3 | 24.7 | 27.3 | 26.8 |
| ARJANTİN | 15.9 | 14.5 | 8.0 | 9.2 | 13.9 | 11.3 | 15.5 |
| KAZAKİSTAN | 9.6 | 22.7 | 9.8 | 13.9 | 13.0 | 13.8 | 17.0 |
| DİĞER | 84.0 | 86.6 | 84.0 | 92.9 | 88.0 | 90.6 | 86.3 |
| DÜNYA | 653.8 | 699.4 | 657.4 | 716.3 | 730.2 | 736.4 | 751.5 |

AB verileri; 2010/11'den 2012/13'e kadar AB (27), 2013/14 döneminden itibaren AB (28) içindir.
TÜİK (2016)

Dünyada durum buğdayı *(Tritucum durum)* esas olarak makarna yapımında kullanılmaktadır. Bunun temel nedeni ise, durum buğdayından yapılan makarnanın pişirme kalitesinin çok iyi olması ve parlak sarı rengin arzu edilen özellik olmasıdır.

Makarna eski çağlardan beri üretilen bir gıda maddesidir. Eski Roma'da, Avrupa ülkelerinde ve Çin'de makarna benzeri ürünlerin üretildiği ve ilk olarak Çinliler tarafından M.Ö 1700 yıllarında tüketildiği bildirilmektedir (Anonim, 2017b).

Makarnanın Avrupa'ya (İtalya) Marko Polo tarafından 1292'de Uzak Doğu seyahatleri dönüşünde getirildiği ve bugün ki ticari şekli ile kuru makarna üretiminin oldukça yeni olduğu belirtilmektedir (Cubadda ve Carcea, 2003).




Şekil 1.1. 2016/17 Dünya Buğday Üretiminde Başlıca Ülkelerin Payları (%) IGC (Uluslararası Hububat Konseyi), 2016

Yaklaşık olarak 600'ün üzerinde makarna çeşidi (şekli) bulunmakla beraber en popüler olanları spagetti, kesme makarna çeşitleri (elbow macaroni), lazanya ve kabuklu görünümündeki (shells) özel çeşitlerdir (Sissons, 2004).

Türkiye'de ise, Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği (2005/29)'ne göre, makarna "*Triticum durum* buğdayından üretilen irmiğe su katılıp tekniğine uygun yoğrularak hazırlanan hamurun şekillendirilip kurutulmasıyla elde edilen bir ürün olup; sade, tam buğday, çeşnili, zenginleştirilmiş, güçlendirilmiş makarna ile vitamin ve mineral ilaveli makarna" olarak adlandırılır (Anonim, 2017c).

Dünyada makarna tüketimi, dolayısıyla da makarnaya olan talep hızla artmaktadır. Buğdayın temel besin maddesi olması ile makarnanın besin değerinin yüksek, kolay hazırlanan, ekonomik bir gıda maddesi olması ve uzun süre bozulmadan muhafaza edilebilmesi söz konusu artışın en temel nedenleri olarak değerlendirilmektedir. 2001 yılında 9.3 milyon ton olan Dünya makarna üretiminin 2003 yılında 10 milyon 446 bin tona, 2013 yılında da yaklaşık 13.5 milyon tona çıkması, dünyada makarnaya olan talep artışının en önemli göstergesidir. Üretimin birkaç ülkede yoğunlaştığı makarnada, 2013 yılı verileri itibariyle 3 milyon 326 bin tonluk üretim miktarı ve yüzde 24.6'lık payıyla İtalya, Dünya makarna üretiminde ilk sırada yer almaktadır. Dünya makarna üretiminde 5. sırada yer alan Türkiye, 2010 yılında, 606 bin tonluk üretim miktarına ve yüzde 5 üretim payına sahipken 2013 yılında üretimde ciddi bir artış yakalamış ve üretim miktarını 1 milyon tona, üretimdeki payını ise yüzde 7.4'e çıkarmıştır. Dünya da yılda kişi başı makarna tüketiminde 26 kg ile İtalya ilk sırada yer almaktadır. İtalya'yı 13 kg ile Venezuella ve 11.9 kg ile Tunus izlemektedir. Türkiye'nin kişi başına makarna tüketimi 1962 yılında 1.2 kg iken, 1978 yılında 3.9 kg'a ve 2014 yılında ise 7.5 kg'a çıkmıştır. Makarna sektörünün hedefi fert başına tüketimi yıllık 10 kg'a çıkarmaktır (Anonim, 2017a; Anonim, 2017c).

Makarnanın pişme kalitesi tüketici için en önemli özelliklerden biridir. Makarnanın pişirilmesi sırasında şişen ve jelatinize olan nişasta granüllerinin tutulabilmesi ve makarna yüzeyindeki karbonhidratlar ve proteinlerin pişme suyuna geçmemesi, proteinlerin dağılmayan bir ağ yapısı oluşturma yeteneğine bağlıdır. Bu proteinin kalitesi ile ilişkilidir. Makarna kalitesine sadece protein miktarı değil proteinlerin kalitesi de etkili olmaktadır (Wasık, 1978).

Makarnanın pişme kalitesi yanında dış görünüş ve makarna hataları da önemli kalite kriterleridir. Kaliteli bir makarnada dış görünüş olarak bakıldığında renginin parlak sarı olması, siyah (Şekil 1.2.) ve beyaz (Şekil 3) beneklerin olmaması, çatlak (Şekil 1.4.) olmaması ve paket içerisinde kırık (Şekil 1.5.) makarnaların olmaması istenmektedir. İrmik üretilecek durum buğdayı embriyo kararması, küflenme, sürme ve dondan zarar görmemiş olmalıdır. Aksi halde belirtilen nedenler irmikte siyah

beneklerin görülmesine ve bu irmikten üretilecek makarnada siyah pikeye neden olmaktadır. Makarnalık buğdayın öğütme işlemi diğer tür buğdaylardan farklıdır. Buğday dişli valsler kullanılarak istenilen iriliğe öğütüldükten sonra büyüklük ve yoğunluk esasına göre çalışan purifayr kullanılarak küçük kepek parçacıkları irmikten ayrılır. İyi bir purifayr ile irmik içinde gözle görülebilen ufak kepek ve siyah parçacıklar uzaklaştırılmalıdır. Çünkü bunlar irmikten uzaklaştırılmazsa makarnada daha çok belirgin olarak görülür ve makarnanın satış değerlerini düşürür (Dick ve Matsuo, 1988).



Şekil 1.2. Makarnadaki siyah pike ( Foto. M. Akın, 2017)



Şekil 1.3. Makarnadaki beyaz pike ( Foto. M. Akın, 2017)



Şekil 1.4. Makarnadaki çatlaklık ( Foto. M. Akın, 2017)




Şekil 1.5. Makarnadaki kırılma ( Foto. M. Akın, 2017)

Makarna üretimi son derece mekanize bir süreç olduğundan, son ürün kalitesi büyük ölçüde hammadde ve üreticinin teknik bilgisi, uygulama becerisi ve süreci doğru bir şekilde kontrol edebilme yeteneğine bağlıdır. Hammaddeden kaynaklanan kalite düşüklüğü son ürün olan makarna kalitesini de etkilemektedir.

Makarna kalitesine ve hatalarına neden olan buğday derecelendirme faktörleri (siyah nokta, süne 'kımıl' zararı, diğer tür vb.) ile buğday renk ve protein miktarının

makarna pişme kalitesine ve rengine etkisi üzerine sanayi düzeyinde üretim aşamasında yapılan bir araştırmaya literatürde rastlanmamıştır.

Bu çalışmada irmik ve makarna üretimi yapan fabrikada alımı yapılan buğday, irmik ve makarna örneklerinde gerekli fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal ve makarna pişme analizleri yapılmıştır. Böylece buğdayın öğütülmesi ve üretilmesi aşamasında makarnanın kalitesini olumsuz etkileyen fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal faktörler sanayi düzeyinde belirlenmiştir. Buğdaydaki protein, gluten, renk ve kül gibi kalite özellikleri ile irmik ve makarnadaki değerler arasındaki ilişkileri araştırılmıştır.

# 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünyada durum buğdayı *(Triticum durum)* esas olarak makarna yapımında kullanılmaktadır. Bunun temel nedeni ise, durum buğdayından yapılan makarnanın pişirme kalitesinin çok iyi olması ve parlak sarı rengin birçok ülkede arzu edilen özellikte olmasıdır (Edwards ve Dexter, 2009).

Makarna kalitesine sadece protein miktarı değil proteinlerin kalitesi de etkili olmaktadır. Buğday proteinleri albumin, globulin, gliadin ve gluteninlerden oluşur (Wasık, 1978). Gluten içindeki glutenin oranı yüksek olan çeşitler üstün pişme kalitesine sahiptir. Gliadin oranı yüksek çeşitlerde ise pişmiş makarnalarda istenen dirilik ve sertlik azalmaktadır (Dexter ve Matsuo, 1980).

Makarna yapımında proteinlerin ağ şeklinde bir yapı oluşturarak diğer bileşenleri ve özellikle de nişasta granüllerini tutabilme kabiliyetlerinin kalite üzerine etkili olduğu belirtilmektedir (Cubadda, 1988; Feillet, 1988). Protein ağı spagetti yüzeyinin dağılmasını önleyip karbonhidrat ve proteinlerin pişirme suyuna geçmesini engeller (Malcolmson ve ark., 1993). Eğer protein ağı çok gevşek yapıda ise pişme sırasında nişasta granüllerini tutamaz ve makarna yüzeyinde bir nişasta tabakası meydana gelir. Bu da makarnanın yapışkan bir hal almasına neden olur (Feillet, 1988).

Protein miktarı ve camsılık oranı yüksek olan buğdaylardan üretilen irmik, yüksek proteinli ve minimum düzeyde unsu yapıya sahiptir. Bu özellikteki irmikler yoğurma sırasında üniform şekilde su almakta ve elastik yapıda makarna vermektedir. Bu özellikte elde edilen makarna pişme sırasında yeterince şişer, pişme suyuna geçen madde miktarı fazla olmaz ve pişirildikten sonra diri yapısını muhafaza eder. Kalitesiz makarnalık buğdaylardan üretilen irmikten elde edilen makarnalar bu karakterlerin bazıları yönünden az veya çok eksiklik gösterirler (Irvine, 1971).

Camsı tane; dış görünüşünde veya kesitinde unlu leke bulunmayan sıkı ve sert yapılı, camsı görünüşlü durum buğdayı taneleridir. Dönmeli ve unsu taneler durum buğdayı pazarında istenmeyen bir özelliktir. Camsı tane oranı arttıkça irmik verimi ve makarna kalitesi de artmaktadır (Aktan ve Atlı, 1993). İrmik öğütme esnasında genellikle camsı taneden daha çok iri irmik ve daha az un elde edilmektedir.

Durum buğdayında unsu tane dönmeli taneden daha önemlidir. Unsu tanelerin protein miktarı düşük ve camsı tanelere göre daha yumuşaktırlar (Dexter ve Matsuo, 1981; Dexter ve ark., 1988; Dexter ve ark., 1989; Dexter ve Edwards, 1998). Dönmeli taneler ise camsı taneye göre daha düşük proteinli olmasına rağmen sertlik bakımından aralarında çok önemli bir fark yoktur. Camsı tane miktarı ve protein miktarı çevre koşullarından (iklim, toprak ve yetiştirme koşulları) çok fazla etkilenmekte ve buğday verimi ile olumsuz bir korelasyon içinde bulunmaktadır. Her iki parametrenin de kalıtım derecesi düşüktür (Atlı, 1987).

Özderen ve ark. (2008), tarafından yapılan çalışmada sağlam, orta ve yüksek oranda süne zararına uğramış beş adet durum buğday *(Triticum durum L.)* örneği (Ege-88, Diyarbakır-81, Fırat-93, Svevo ve Zenith) kullanılarak, öğütme ve irmik özellikleri ile makarna kalitesi üzerine süne zararının etkileri çalışılmıştır. Araştırma sonucu süne emgili tane oranı artıkça makarna kalitesinin önemli düzeyde düştüğü saptamışlardır.

Aydemir ve ark. (2003), 1967-2002 yılları arasında farklı bölgelerde tescili edilen 39 makarnalık buğday çeşidinin tescil denemelerindeki verileri dikkate alınarak verim ve kalite özelliklerini incelemişlerdir. Uygun yetiştirme teknikleri kullanılarak üretim yapılmasının, kaliteli ve standart ürün yetiştirilmesinin sanayici ve üretici açısından son derece önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Köksel (1990) ıslah programlarındaki durum buğdaylarının öğütme kabiliyetini ve makarna kalitesini tahminde kullanılabilecek yeni yöntemler üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla, yaygın olarak kullanılan yöntemlerle son yıllarda kullanılmaya başlanan yöntemler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca standart

yöntemlerde irmik kullanılırken bu araştırmada kırma örnekleri kullanılmış ve irmikte saptanan bulgularla kırma bulguları karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre irmik verimini tahmin etmede en güvenilir kriterlerin PSI (partikül iriliği indeksi) ve camsılık oranı olduğu bulunmuştur. Kırmada uygulanan reolojik testlerin ve sedimentasyon testi sonuçlarının makarna pişirme kalite kriterleri ile gösterdiği korelasyonların irmik testleri kadar güvenilir olduğu görülmüştür.

Tuncer (1994) makarnalık buğdaylara uygulanan değişik öğütme yöntemlerinin irmik ve makarna kalitesine etkilerini araştırmıştır. Materyal olarak Orta Anadolu ve Kuzey Geçit Bölgelerinde yaygın olarak ekimi yapılan makarnalık buğday çeşidi Kunduru-1149'un 1989 (camsı) ve 1990 (dönmeli) ürünleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda; hem camsı ve hem de dönmeli Kunduru-1149 çeşidinde unlu irmik verimi, irmikte protein miktarı, 180 ve 125 mikron elek üstü miktarı ile miksogram değerleri üzerine öğütme yöntemlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu çalışmada ayrıca tavlama rutubeti arttıkça genelde irmik verimi azalmıştır.

Makarna üretiminde kesikli sistemler için en iyi irmiğin, tek düze ve iri fraksiyonda olması gerektiğini böylece parlak sarı renkte bir makarna üretilebileceğini ayrıca bu özellikteki irmiğin makarna üretiminde su ihtiyacı az olmasından kurutma aşamasında güçlük çıkarmayacağını, ince parçacık büyüklüğündeki irmiğin ise genellikle mat görünüşlü makarna üretimine neden olacağı belirtilmiştir (Irvine, 1965).

Dexter ve Matsuo (1978), irmiğin iri parçacık büyüklüğünde olmasının pişme kalitesini etkilemediği, aynı randımanda ince parçacık büyüklüğüne sahip irmikten üretilen makarna renginin iri irmikten elde edilen makarnaya kıyasla az da olsa daha iyi olduğunu açıklamışlardır. Ayrıca irmik randımanının artışı ile makarna hamurunun absorpsiyonu ve yaş öz miktarı etkilenmez iken kül ve protein miktarında artış gözlendiği, pigment kaybının da irmik randıman artışı ile arttığı ve yüksek irmik randımanında makarna renginin kahverengi ve donuk hale geldiğini tespit etmişlerdir.

Makarna kalitesi dendiğinde ilk akla gelen renk, dış görünüş ve pişme kalitesidir. Protein miktarı pişme kalitesini belirleyen en önemli faktördür. (Feillet ve Dexter, 1996). Protein miktarı genotip ve çevreden önemli düzeyde etkilenmektedir (Nachit ve ark., 1995; Bushuk, 1998; Sakin ve ark., 2011; Atlı 1985; Atlı, 1987).

Makarna rengi genellikle durum buğdayının sarı pigment miktarı ve LOX (lipoksigenaz) aktivitesinden etkilenmektedir (Aalami ve ark., 2007). Parlak sarı makarna üretimi için yüksek pigment (özellikle sarı karotenoidler) ve düşük LOX aktivitesi istenmektedir (Lepage ve Sims, 1968). Genel olarak durum buğdayı çeşitlerinde pigment miktarı 4 ile 8 mg/kg arasında değişmektedir (Köksel ve ark., 2000; Sakin ve ark., 2011). Son yılarda renk tayini Hunter kolorimetre, Minolta veya NIR cihazları ile belirlenmektedir. Bozkurt (2012), Minolta CR-410 cihazını kullanarak Türkiye'de yetiştirilen 10 durum buğdayı çeşidi ile fabrikada yaptığı üretim sonucu b değerini sırası ile buğdayda 17.93-23.36; irmikte 20.04-25.73 ve spagetti'de 40.71 ile 46.03 arasında bulmuştur.

Buğday irmiğe öğütüldüğünde makarna sektörünün kaliteli makarna üretmek için üzerinde durduğu önemli kalite kriterleri renk, pike sayısı, partikül iriliği dağılımı ve protein kalitesidir (Sissons, 2004).

D'Egidio ve Nardi (1998), ise pişme kalitesinin ve rengin en önemli iki parametre olduğunu belirtmişlerdir. İyi kaliteli durum buğdayından yapılan ve arzu edilen özellikteki makarna diri, yapışkan olmayan ve parlak sarı renkli makarnadır.

Aktan ve ark. (1993), 510 örnekte yaptıkları araştırmada toplam organik madde ile duyusal test arasında önemli korelasyon değerleri bulmuşlardır.

Makarnanın dış görünüşüne yansıyan renk üründeki sarı ve kahverengi bileşenler arasındaki dengeye bağlı oluşmaktadır. Karotenoid pigmentleri ve lipoksigenaz (LOX) enzimi sarılık ve kül miktarı ile peroksidaz enzimi de (POD) kahverengilik rengi üzerine etkilidir (Borelli ve ark., 2000).

Buğday ve irmikte bulunan yüksek miktardaki sarı pigment miktarı makarnanın da sarı olacağının garantisi değildir. Çünkü sarılık ve pigment proses sırasında lipoksigenaz (LOX), peroksidaz (POD) ve polifenol oksidaz enzim aktivitelerinden etkilenmektedir (Aalami, 2006).

Bozkurt (2012) Türkiye'de yetiştirilen 10 durum buğdayı çeşidi ile fabrikada yaptığı üretim sonucu kümeleşme yapışkanlık ve dirilik değerlerini sırası ile 60-70; 55-75 ve 60-75 olarak bulmuştur. Aynı araştırıcı 1.7 mm kalınlığında spagetti üretmiş ve sırası ile buğday-irmik; buğday-spagetti ve irmik-spagetti b* değerleri arasında pozitif (0.976; 0.917 ve 0.935) korelasyon değerleri elde etmiştir (<0.001). Başka bir çalışmada NIR cihazında yapmış olduğu buğday kırması ve irmik renk değeri arasında önemli bir korelatif ilişki bulamamıştır.

Pehlivan ve ark. (2008), tarafından yapılan bir çalışmada 371 adet makarnalık buğday numunesinde, tanenin b* sarılık değeri ile irmiğin b* sarılık değeri arasındaki ilişki incelenmiştir. Renk değerleri spektrofotometrik olarak BYK Gardner cihazında (Hunter Lab Kolorimetresi) ASTM E 1164 standart yönteme göre belirlenmiştir. Cihazdan L*, a*, b* değerleri elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan buğday tanesine ait b* değerleri 14.76 ile 21.51 arasında değişirken, irmik b* değerleri 15.59 ile 26.89 arasında değişmiştir. Tanede b* değerlerinin dağılımına göre irmik b* değeri daha geniş bir aralıkta yer almış olup ortalaması 20.82'dir. Hunter Lab kolorimetresine göre sarılığı ifade eden b* değerleri bakımından tane ile irmik arasında 0.29** korelasyon değeri bulunmuştur.Bu da buğdaya sarı renk veren karotenoid pigmentlerinin tane içerisindeki muhtelif kısımlarda farklı oranlarda bulunmasından kaynaklanmaktadır (Borelli ve ark., 1999).

Makarna pişme kalitesi ve rengi dışında makarnanın dış görünüşü de önemli kalite parametreleridir. Makarna rengindeki olumsuzluklara soluk beyaz renk, süt rengi, kahverengi ve kırmızımsı renk örnek verilebilir (Şekil 1.2. ve Şekil 1.3.). Yüzeyde görülen lekeler ise çizgi-darbeli, beyaz (Şekil 1.2.), kahverengi ve siyah lekelerdir (Şekil 1.3.). Makarna yüzeyindeki diğer bir olumsuzluk çatlak ve kırıklardır (Şekil 1.4. ve Şekil 1.5.). Kaliteli bir makarnada dış görünüş olarak

istenen; bakıldığında renginin parlak sarı olması, siyah ve beyaz beneklerin olmaması, çatlak olmaması ve paket içerisinde kırık makarnaların olmaması istenir (Anonim, 2017c). İrmik üretilecek durum buğdayı embriyo kararması, küflenme, sürme ve dondan zarar görmemiş olmalıdır. Aksi halde belirtilen nedenlerden dolayı irmikte siyah beneklerin görülmesine ve bu irmikten üretilecek makarnada siyah pikeye neden olmaktadır (Feillet ve Dexter, 1996).

Pike kahverengi, siyah ve beyaz olur. Kahverengi pike, genellikle irmiğe kepek karışımının göstergesidir. Siyah pike ise böcek parçacıklarının, yabancı ot tohumlarının ve embriyo kararması gibi hastalıklı tanelerin öğütülmesi sonucu oluşur. Hammadde dışında ayrıca iri beyaz pikeler irmiğin yoğurma sırasında yeterli su absorbe edememesinden ve küçük beyaz pike oluşumu ise üretim sırasında makarna içerisinde küçük hava kabarcıklarının oluşumundan kaynaklanmaktadır. Makarnada pikenin olduğu yer gluten matriksinin oluşmadığı yer olup taşımada ve depolamada bu yerlerden kırılmalar olabilmektedir (Elias ve Mantley, 2005).

Makarnanın camsı olmayan unsu buğdaydan yapılması ve yumuşak buğday oranının hammadde de fazla olması beyaz ve soluk rengin oluşmasına neden olmaktadır. Camsı ve tek çeşit'ten oluşan hammadde kullanıldığında bu renk bozulması engellenebilir. İrmikte yetersiz sarı pigment olması veya irmikte yüksek lipoksigenaz aktivitesi durumunda da solgun renkli makarna elde edilmektedir. Kahverengilik rengine ayrıca polifenol oksidaz'da etkili olmaktadır (Webers ve Schramm, 2017).

Araştırmanın yürütüldüğü fabrikadaki gözlem ve deneyimlere göre kahverengi renkli makarna ve nedenleri genellikle irmiğe kepek karışımından kaynaklanmaktadır. Siyah lekeler (pike-Şekil 1.2.) muhtemelen hammaddede yabancı ot tohumları ve güneş yanığı sonucu oluşan embriyo kararması gibi hastalıklı tanelerin öğütülmesi sonucu oluşmaktadır. Çatlaklar (Şekil 1.4.) ve kırık parçalar (Şekil 1.5.) üretim teknolojisi dışında protein miktar ve kalitesi ile bağlantılıdır. Makarna yüzeyindeki renk kaybı, nokta ve beneklerin varlığına bağlı olarak ortaya

çıkmaktadır. Renk kaybı beyaz nokta veya çizgiler halinde ise bu durum uygunsuz yoğurma veya yetersiz su alımından kaynaklanmaktadır.

Kahverengi noktalara ise irmiğin öğütülmesi sırasında uzaklaştırılamayan kepek parçaları neden olmaktadır. Durum buğdayının öğütülmesi sırasında kepeğin varlığına bağlı olarak meydana gelen noktalar buğdayın fiziksel durumu, öğütme tekniği ve irmik ekstraksiyon oranına bağlıdır (Feillet ve Dexter, 1996).

Düşük hektolitre ağırlığına sahip olan buğday kırışık olduğundan irmikte pikeye neden olmaktadır. *Alternaria alternata* gibi küf türlerinin neden olduğu siyah noktalı (Blackpoint) buğday taneleri irmikte siyah pikeler oluşturmaktadır. Unsu veya dönmeli tanelerin oranı çok fazla olduğunda nişasta miktarı fazla olmakta ve bu durum ise irmik ve makarnada beyaz kısımların oluşmasına neden olmaktadır (Kill ve Turnbull, 2001).

Hasat öncesi yağışlı olan iklim koşullarında oluşan başakta çimlenmiş taneler ekmek yapımında çok önemli sorunlar yaratmaktadır. Makarna yapımında ise aşırı çimlenme olduğunda makarna kalitesinde düşme söz konusudur (Dexter ve ark., 1990).

Pişmiş makarnanın kalitesinin değerlendirilmesinde duyusal analizler en önemli aşamalardan biridir. Kaliteli bir makarna piştiği zaman kümeleşmemeli, diri olmalı ve şekli bozulmamalıdır ( Elias ve Mantley, 2005).

Protein oranı makarna pişme kalitesini etkileyen en önemli kalite özelliklerinden biri olup, protein oranı arttıkça makarna pişme kalitesi de artar Protein miktarı arttıkça makarnanın pişme suyuna geçen toplam organik madde miktarı azalır ve pişmiş makarna daha diri olur. (Matsuo ve ark., 1982; D'Egidio ve ark., 1990).

Yapılan çalışmalarda spagettinin piştikten sonraki yıkama suyundaki toplam organik madde miktarı ile duyusal test sonuçları arasında yüksek bir ilişki bulunmuştur (Atlı ve ark., 1993).

Dirilik, makarnaya bir kuvvet uygulanıp kaldırıldığında, şekli bozulan makarnanın ilk durumuna geri dönme özelliğidir. Makarnanın elastikiyeti buğdayın gluten kalitesi ve oranı ile ilişkilidir (Ingelbrecht ve ark., 2001).

Suya geçen madde miktarı (pişme kaybı), protein matriksinin arasında tutulamayan yüksek nişasta çözünürlüğünden kaynaklanmaktadır. Suya geçen madde miktarının fazla olması pişme suyunun bulanmasına, düşük pişme toleransına ve yapışkanlığa sebep olduğundan istenmeyen bir durumdur (Sözer ve Kaya, 2002). Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği'ne göre sade makarnada suya geçen madde miktarı kuru madde esasına göre en çok %10 olmalıdır. Makarnada suya geçen madde miktarının %6.00'dan düşük olması kalitenin çok iyi, %6-8 olması kalitenin iyi ve %8'den yüksek olması kalitenin düşük olduğunu göstermektedir (Köksel ve ark., 2000).

Presleme aşamasında hamur yoğururlurken irmik granülizasyonu çok önemlidir. Kullanılan irmik ne çok iri olmalıdır ne de çok ince olmalıdır, aradaki oran çok fazla olması durumunda yoğurma aşamasında ince irmik suyu daha fazla absorbe etmekte, iri irmik ise fazla su alamamaktadır. Bu şekilde makarnada kabarcıklar ve beyaz benekler (pike) oluşmaktadır. Taşıma ve depolama sırasında da makarnada kırılmalar meydana gelmektedir. Oluşan bu durum makarna kalitesini olumsuz etkilemektedir. Ön kurutucuda makarna ürünleri henüz yumuşak iken kurutma süratle ilerlerse, yüzey çabuk kuruyarak sertleşecek ve iç kısım yüzeyden içeriye doğru çekilecektir. Kabarcıklar ve küçük delikler meydana gelecektir. Bunlar makarna ürünlerinde beyaz noktalar halinde görülecektir. Son kurutucuda eğer yaş kuru termometre farkı çok yüksek ise; makarna ürünlerinin yüzeyindeki su, iç kısmındaki suyun yüzeye çıkmasından daha yüksek bir hızla buharlaşır. Yüzey iç kısımdan daha fazla kuruyacağından sürekli nem değişimi meydana gelir. Daha yüksek su içeriği olan iç kısım kurutma ilerledikçe yüzeyden daha fazla büzülerek içeriye doğru çekilir. Böylece yüzeyin altında çatlaklar oluşacaktır. Bu çatlaklar makarna kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Makarnanın görüntüsünün kötü olmasına ve pişme esnasında parçalanmasına neden olacaktır. Yüksek sıcaklıkta kurutma makarna

kalitesini arttırır. Kurutma sıcaklığı kuru madde kaybının azaltılmasına ve diriliğin arttırılmasında etkili olmaktadır (Elias ve Mantley, 2005).

# 3. MATERYAL ve YÖNTEM

## 3.1. Materyal

Çalışmada, Mardin'de bulunan İlhan Un İrmik Makarna Gıda San. ve Tic.A.Ş fabrikasında 24.11.2015 ve 09.05.2016 tarihleri arasında irmik öğütmek için kullanılan paçal (Svevo, Burgoz, Sarıçanak, Fırat 93 çeşitleri) buğdaylar kullanılmıştır. Belirtilen tarihler arasında 24 parti buğdaydan elde edilen irmik ve aynı irmikten üretilen makarna örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Buğday örnekleri tireme çukurundan silolara alınması sırasında sap, saman, kırık, taş ve farklı hububatlardan temizlendikten sonra camsılık ve protein değerlerine göre sınıflandırılarak depolanır. Depolanan buğdaylar tavlanacağı zaman farklı silolardan paçal (karışım) yapılarak tavlama yapılır. Buğday örnekleri, kuru buğday paçalından tavlama başladıktan sonra birer saat aralıklarla üç numune alındı. Alınan bu numuneler karıştırılarak fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal analizleri yapıldı. İrmik örnekleri, buğdayın öğütülmeye başlandıktan sonra tavlama esnasındaki buğday örneği miktarına eşit olacak şekilde üç örnek alınarak karıştırılıp analizler yapılmıştır. Spagetti örneklerinde ise irmiğin üretime verilmesinden itibaren aynı zamana denk gelecek şekilde üç örnek alınıp analizleri yapılarak ortalama değerleri baz alınarak sonuçlar verilmiştir. Fabrikanın normal üretim zamanında almadığı bazı parti buğdaylar bu araştırmada kullanılmak üzere alınmış ve bazı derece faktörlerinin irmik ve makarna kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla toplam 24 buğday ve irmik örneği ile 1.2 mm kalınlığında 11 ve 1.7 mm kalınlığında da 13 spagetti örneği analiz edilmiştir.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Buğday örneklerinin fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal analizleri

Buğday örnekleri fabrikanın temizleme ünitelerinden geçtikten sonra, tavlama yapılırken kuru paçal (karışım) birer saat aralıklarla alınarak toplamda üç buğday

paçalı örneği alınmıştır. Alınan buğday örneklerinin fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal analizleri yapılmıştır. Saatte 10.5 ton buğday tavlanmakta ve öğütülme esnasında yine aynı miktarda (10.5 ton) buğday öğütülmektedir.

### 3.2.1.1. Hektolitre ağırlığı tayini

Hektolitre ağırlığı (AACC Metot 55-10)'a göre kalibre edilmiş Foss (Infratec 1241 Grain Analyzer) cihazında yapılmıştır (şekil 3.1) (Anonymous, 2015).




Şekil 3.1. Foss (ınfratec 1241 grain analyzer) cihazı ( Foto. M. Akın, 2017)

### 3.2.1.2. Camsı tane oranı tayini

Grobecker kesme aleti ile 3 paralel olarak yapılmıştır (Uluöz, 1965). Camsı, dönmeli ve unsu tanelerin oranları % olarak verilmiştir.

### 3.2.1.3. Zarar görmüş tane ve diğer tür tane oranı tayini

Embriyo kararması, Süne Emgi oranı, diğer tür tane oranı, böcek yenikli tane oranı ve kırık tane oranı Anonim, 2008'e göre yapılmıştır.

### 3.2.1.4. Protein miktarı tayini

Buğdayda protein miktarı AACC Metot 46-30'a göre standart Kjeldahl yöntemiyle kalibre edilmiş Foss (Infratec 1241 Grain Analyzer) cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

### 3.2.1.5. Yaş gluten oranı tayini

Buğdayda gluten miktarı analizi AACC Metot 38-12A'ya göre kalibre edilmiş Foss (Infratec 1241 Grain Analyzer) cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

### 3.2.1.6. Rutubet oranı tayini

Buğdayda rutubet tayini AACC 44-16.01 Metoduna göre kalibre edilmiş Foss (Infratec 1241 Grain Analyzer) cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

### 3.2.1.7. Tanedeki kül oranı tayini

Buğdayda kül analizi AACC Metot 08-01'e göre yapılmıştır (Anonymous, 2015).

### 3.2.1.8. Tanede renk tayini

Buğdayda renk tayini AACC Metot 14-50, AACC Metot 14-22'ye göre Hunter Lab Color Quest Xe model (HCL-405) renk ölçüm cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

### 3.2.2. İrmik analizleri

### 3.2.2.1. Öğütme ve randıman tayini

Numuneler %17 rutubet esas alınarak tavlanmış ve tavlamada ilave edilen su miktarı aşağıdaki denklem 3.1'e göre hesaplanmıştır.

T. İ. E. Su Miktarı= ((100-buğday rutubeti/100-17)-1) x Örnek miktarı (3.1)

Tavlamada ilave edilen su miktarı= ((100-buğday rutubeti/100-17)-1) x Örnek miktarı formülüne göre hesaplanmıştır. Araştırmanın yürütüleceği fabrikada öğütmeden önce yıkanan buğday birinci siloda (tavlama silosu) 5 saat bekletilmiş ve bu süre sonunda ikinci siloya (aktarma silosu) aktarılarak 4 saat dinlendirilmiştir. 4 saat sonunda son rutubet değeri %15.5-16.5 arasında değişmektedir. Aktarma silosunda rutubet değeri %17-17.5 olacak şekilde ikinci tavlama yapılmış ve öğütülmüştür.

İrmik Randıman hesaplaması E (irmik randımanı, %)= F / PR x 100 formülüne göre yapılmıştır. Bu formülde PR değeri kg/saat cinsinden öğütme bölümünden çıkan toplam ürün (un + irmik + kepek), F değeri ise kg/saat cinsinden elde edilen un miktarıdır. PR değeri PR= F + T formülüne göre hesaplanmaktadır. Denklem 3.2 formülündeki T değeri ise kg/saat cinsinden elde edilen kepek miktarıdır.

E (irmik randımanı ,%) = F / PR x 100 PR = F + T (3.2)

### 3.2.2.2. İrmikte elek analizi

İrmik granülizasyonu Uluöz (1965) ve Anonymous (2015)'a göre belirlenmiştir. Buğday irmiği; yabancı maddelerden temizlenmiş ve tavlanmış *Triticum durum* buğdayının irmik öğütme tekniğine uygun olarak öğütülmesi ile elde edilen irmiğe uygun olarak yapılmıştır.

Elek analizi için 8000 devir/dakika elek kullanılmıştır (Şekil 3.2). Elek analizi için 100 gram numune eleğe döküldükten sonra 5 dakika elenmesi sonucu değerler bulunmuştur.



Şekil 3.2. 8000 devirli elek (2017)

### 3.2.2.3. İrmikte pike miktarı tayini

İrmikte pike sayımında benek miktarı, her 25x4 cm²'deki benek sayısı olarak ifade edilmektedir. Benek miktarının 40'tan (benek/100cm²) fazla olması makarnanın görünüşünün bozuk ve çekiciliğinin düşük olmasına neden olmaktadır. Bu yüzden benek miktarının belirlenmesi işlemi kolay ama irmik kalitesi için önemli bir testtir. Bu test için iyi bir şekilde karıştırılmış irmik örneği düz bir cam tabağa dökülmüş ve üzerine 100 cm² alanına sahip bir cetvel konularak, kare cetvel içerisinde görünen benekler (kepek ve siyah partiküller) bir mercek yardımıyla sayılmıştır. Bu işlem 3 kez tekrarlanmış ve tekrarların ortalaması alınmıştır.

### 3.2.2.4. Protein miktarı tayini

İrmikte protein miktarı AACC Metot 46-30'a göre Kjeldahl yöntemiyle kalibre edilmiş Foss (Infratec 1241 Grain Analyzer) cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

### 3.2.2.5. Yaş gluten değerinin belirlenmesi

İrmikte gluten miktarı analizi AACC Metot 38-12A'ya göre kalibre edilmiş Foss (Infratec 1241 Grain Analyzer) cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

### 3.2.2.6. İrmikte rutubet tayini

İrmikte rutubet oranı tayini AACC Metot 44-16.01'e göre kalibre edilmiş Foss (Infratec 1241 Grain Analyzer) cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

### 3.2.2.7. İrmikte kül oranı tayini

İrmik'te kül analizi AACC Metot 08-01'e göre kalibre edilmiş Foss (Infratec 1241 Grain Analyzer) cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

### 3.2.2.8. İrmikte renk tayini

İrmik renk tayini AACC Metot 14-50, AACC metot 14-22'ye göre Hunter Lab Color Quest, Xe model (HCL-405) renk ölçüm cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

### 3.2.3. Makarna (spagetti) üretimi

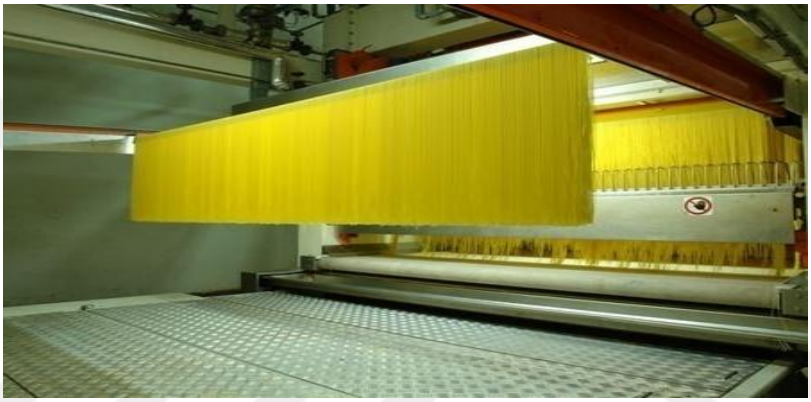
Araştırmanın yürütüldüğü fabrikada makarna yoğurma, vakumlama, kesme (şekil verme), kurutma aşamalarından geçerek yapılmaktadır (Şekil 3.3.-3.4.-3.5.).



Şekil 3.3. İrmik yoğurma teknesi (2017)



Şekil 3.4. Vakumlama teknesi (2017)



Şekil 3.5. Makarna kesme (şekil verme 2017)

– Birinci Yoğurma: Bu aşamada %13-15 neme sahip 100 birim irmik ile ortalama 30 birim su karıştırılarak hamur elde edilmektedir. Karıştırıcıya hamurun yoğurucu tekne cidarlarına ve karıştırıcı kollarına yapışmaması için önce irmik, sonra su verilmektedir. Hamur teknesinde birleşen irmik ve su yatay, düz, vidalı bir karıştırıcı tarafından karıştırılarak küçük helezondan büyük helezona aktarılarak birinci yoğurma işlemi tamamlanmaktadır.

– İkinci Yoğurma: İkinci yoğurmada hamura istenilen homojen yapı kazandırılmaktadır. Birinci ve ikinci yoğurma işlemi toplamda 15-20 dakika sürmektedir.

– Vakum Yoğurma: Vakum yoğurmada hamurun havasının alınması hamurun daha homojen, pürüzsüz, hava boşlukları içermeyen, sarı renkli bir hal alması

sağlanmaktadır. Vakumlama ile havanın ortamdan uzaklaştırılması ile sağlanan oksijensiz ortamda lipoksigenaz aktivitesi sınırlandırılarak rengin açılmasını önlenerek camsı ve parlak sarı renkte makarna üretimi gerçekleştirilmektedir.

– Kesme (şekil verme): Kesme işlemi ile hamura helezonla pres başlığına itilerek şekil verilmektedir. Bu sırada 70-75°C'lik kuru hava takviyesiyle bıçağa yapışma engellenmektedir.

– Kurutma: Şekil verilen spagetti yumuşak, plastik bir yapıda olup yaklaşık %30 nem içermektedir. Kurutma işlemi ile bu yaş ürün %13 ve daha az nem içerecek hale getirilerek bozulmaya neden olan küf, maya ve diğer mikroorganizmaların gelişiminin önlendiği sert bir yapı kazanmış olur. Makarnadan nemin çok hızlı uzaklaştırılması üründe bükülme, çatlama ve kırılmaya neden olabilmekte, çok yavaş uzaklaştırılması ise spagetti gibi uzun tip ürünlerin askıda uzamasına, ekşimesine veya küf gelişimine neden olabilmektedir.

**Kurutma dört aşamadan meydana gelmektedir.**

**a) Ön kurutma:** Ön kurutmada %30 rutubetli olan makarnanın kademeli sıcaklık artışıyla rutubeti düşürülür. 1.2 mm (bağıl nem yaklaşık %0.60-0.80) ve 1.7 mm (bağıl nem yaklaşık %0.41-0.79 kalınlığındaki spagettilerin rutubeti en son ön kurutmanın çıkışında %17.5-19 olarak saptanır. Ön kurutma toplam süresi 1.2 mm kalınlığındaki spagetti için 49 dakika, 1.7 mm kalınlığındaki spagetti için 51 dakikadır.

**b) İkinci kurutma:** Ön kurutmadan ikinci kurutmaya %17.5-19 rutubetle gelen makarna kademeli sıcaklık artışıyla makarnanın rutubeti %12.5-13.5'e düşürülür. İkinci kurutmanın toplam süresi 1.2 mm (bağıl nem yaklaşık %0.68-0.74) kalınlığındaki spagetti için 323 dakika, 1.7 mm (bağıl nem yaklaşık %0.67-0.74) kalınlığındaki spagetti için 353 dakikadır.

**c) Nemlendirme:** İkinci kurutmadan çıkan ürünün içindeki ve dışındaki suyun düzgün şekilde dağılması ve sıcaklığın düşmesi nedeniyle ürün yüzeyinin kuruması engellenir. Nemlendiricide geçen süre 1.2 mm (bağıl nem yaklaşık %0.75) spagetti için 14 dakika, 1.7 mm (bağıl nem yaklaşık %0.75) spagetti için 15 dakikadır.

**d) Soğutma:** Soğutucudaki ürünün sıcaklığı ve ortamın sıcaklık değeri eşitlenmektedir. Soğutucuda geçen süre 1.2 mm (bağıl nem yaklaşık %0.52) kalınlığındaki spagetti için 28 dakika, 1.7 mm (bağıl nem yaklaşık %0.53) kalınlığındaki spagetti için 30 dakikadır. Soğutucudan çıkan makarnanın rutubet değeri yaklaşık %11.5-12.5 arasındadır.

### 3.2.4. Makarna (spagetti) analizleri

#### 3.2.4.1. Protein oranı tayini

Makarnada protein miktarı makarna örnekleri Foss (CM 190 Cemotec) öğütücü cihazında öğütüldükten sonra AACC Metot 46-30'a göre standart Kjeldahl yöntemiyle kalibre edilmiş Foss (Infratec 1241 Grain Analyzer) cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

#### 3.2.4.2. Rutubet oranı tayini

Makarnada rutubet tayini makarna örnekleri Foss (CM 190 Cemotec) öğütücü cihazında öğütüldükten sonra AACC 44-16.01 metoduna göre kalibre edilmiş Foss (Infratec 1241 Grain Analyzer) cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

#### 3.2.4.3. Kül oranı tayini

Makarnada kül analizi makarna örnekleri Foss (CM 190 Cemotec) öğütücü cihazında öğütüldükten sonra AACC Metot 08-01'e göre kalibre edilmiş Foss (Infratec 1241 Grain Analyzer) cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

### 3.2.4.4. Pike miktarı tayini

Madde 3.2.2.3.'te ki gibi yapılmış ve makarnada pike tayininde siyah, beyaz, kahverengi benekler sayılmıştır. Bu işlem 3 kez tekrarlanmış ve tekrarların ortalaması alınmıştır.

### 3.2.4.5. Renk analizi

Buğday, irmik ve makarnada renk tayini AACC Metot 14-50, AACC Metot 14- 22'ye göre Hunter Lab Color Quest, Xe model (HCL-405) renk ölçüm cihazında yapılmıştır (Anonymous, 2015).

### 3.2.4.6. Makarna (spagetti) pişirme ve duyusal değerlendirme

Duyusal test yapılırken, 100g spagetti kaynamakta olan tuzsuz 1 lt su içerisinde 13 dakika sabit süre ile pişirilmiş ve pişme sırasında pişirme kabının kapağı kapatılmamış ve makarna her 4 dakikada bir karıştırılmıştır. 13 dakika sonunda pişen makarna, gözenek açıklığı 2 mm ve çapı ortalama 20 cm olan süzgeçte 10 saniye yavaşça sallanarak süzülmüştür. Pişme süresi 1.2 mm kalınlığındaki spagetti ve 1.7 mm kalınlığındaki spagetti için aynıdır.

Elde edilen pişmiş makarna porselen bir tabak içerisine alınarak 6. dakikada elle makarnanın yapışkanlığına ve sertliğine bakılmıştır. 9. dakika sonunda ise makarna elle kaldırılıp bırakılarak birbirine yapışıp yapışmadığına göre kümeleşme durumu kontrol edilmiştir. Puanlar en kaliteli makarnaya 100 puan verilerek değerlendirilmiştir (Çizelge 2). Pişirilen makarna örneklerinde pişme kaybı tayini ile ağırlık ve hacim artışı tayini yapılmıştır (Köksel ve ark., 2000; D'Egidio ve ark., 1982).



Şekil 3.6. Pişirildikten sonra fiziksel özelliği kontrol edilen makarna örneği (Foto. M. Akın, 2017)

Çizelge 3.1. Makarna duyusal testlerinde kullanılan puanlama sistemi

| Makarna Özelliği | Değerlendirme | Puanlama |
|---|---|---|
| Yapışkanlık | Aşırı derecede | 0-15 |
| | Çok | 16-30 |
| | Orta derecede | 31-40 |
| | Az | 41-55 |
| | Çok az | 56-75 |
| | Hiç yok | 76-100 |
| Kümeleşme | Çok aşırı derecede | 0-15 |
| | Çok | 16-30 |
| | Orta derecede | 31-40 |
| | Kabul edilebilir düzeyde | 41-55 |
| | Yok denecek kadar az | 56-75 |
| | Hiç yok | 76-100 |
| Sertlik | Çok yumuşak dağılıyor | 0-15 |
| | Ezilmeye çok az dirençli | 16-30 |
| | Ezilmeye orta dirençli | 31-40 |
| | Kabul edilebilir düzeyde | 41-55 |
| | Arzu edilen düzeyde | 56-75 |
| | Mükemmel | 76-100 |

### 3.2.4.7. Toplam organik madde tayini

TOM (Toplam Organik Madde): Makarna pişirme suyuna geçen madde miktarı AACC Metot 16-50'ye göre yapılmıştır.

Toplam organik madde (TOM) miktarı suya geçen organik madde miktarını belirlemek için yararlanılan bir kriterdir. Bu kriterler;

TOM< 1.4 ise çok iyi kaliteli spagetti
TOM = 1.4-2.1 ise iyi kaliteli spagetti ve
TOM> 2.1 ise düşük kaliteli spagetti olarak kabul edilmektedir.

Suya geçen madde miktarını etkileyen en önemli faktörler protein miktarı ve buğday çeşididir (D'Egidio ve ark., 1982).

### 3.2.5. İstatistik analiz

Araştırmada 1.2 mm kalınlığında spagetti materyalinden 11 örnek, 1.7 mm kalınlığındaki spagettiden ise 13 örnek analiz edilmiş ve farklı kalınlıktaki spagettilerin kalite değerlerinin ortalama değerleri ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Minitab 16 (MINITAB Ltd., Birleşik Krallık) paket programı kullanılarak farklı kalınlıktaki spagettilerde buğday, irmik ve makarna kalite kriterleri arasında korelasyon değerleri hesaplanmıştır.

# 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

## 4.1. Buğday, İrmik ve Makarna Örneklerinin Fiziksel, Kimyasal-Fizikokimyasal Değerleri

Buğday, irmik ve makarna örneklerinde yapılan fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal analizlere ilişkin ortalama ile standart sapma değerleri Çizelge 4.1., 4.2. ve 4.3.'te verilmiştir. Buğday, irmik ve makarnanın bazı kalite parametrelerini karşılaştırmak için çizilen grafikler Şekil 4.1. ve 4.2.'de verilmiştir. Farklı kalınlıktaki spagetti örneklerinin ortalama ve standart sapma değerleri ise Çizelge 4.4. ve 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi analiz yapılan 24 örneğin hektolitre ağırlığı ortalama 83.2 kg/hl; minimum 82.4 kg/hl ve maksimum 84.1 kg/hl olarak bulunmuştur. Buğdayda hektolitreye fabrikanın temizleme ünitesinden geçtikten sonra bakıldığı için sonuçlar yüksek çıkmaktadır. Bu sonuçlar analiz edilen örneklerin sağlam, homojen ve dolgun olduğunun göstergesidir. Buğday örneklerinin camsı tane, protein ve gluten oranı sırası ile ortalama %67.1±0.82, %12.89±0.488, %32.2±0.069; minimum %48, %11.90, %27.5 ve maksimum %84, %13.90, %35.0 arasında değişim göstermiştir. Bu sonuçlara göre araştırmada kullanılan buğday örneklerin bu değerleri arasında varyasyon söz konusudur. Sonuçların böyle çıkmasından dolayı irmik ve spagetti örneklerinde de minimum ve maksimum değerler arasında fark bulunmuştur (Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3.). Analiz yapılan 24 buğday örneğinin kalitelerinin farklı oluşu madde 4.2.'de verilen korelasyon değerlerinin de güvenilirliğini artırmaktadır. Çünkü korelasyon değerinin güvenilirliği örnek sayısı ve değerler arasındaki varyasyona bağlıdır.

Pehlivan ve ark. (2008), tarafından yapılan bir çalışmada makarnalık buğdaylarda tanenin ve irmiğin renk değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Elde edilen verilere göre; tane ve irmik L, a, b değerleri arasındaki korelasyon oldukça düşük bulunmuştur. Hunter Lab kolorimetresine göre sarılığı ifade eden b değerleri

bakımından tane ile irmik arasında 0.29** korelasyon değeri bulunmuştur. Ayrıca çalışmada yer alan 371 adet makarnalık buğday hattında benzer tane b sarılık değerine sahip hatların, irmik b sarılık değerlerinin çok farklı olduğu görülmüştür. Örneğin tane b* değeri 18.1 olan iki hattın irmik b değerleri 16.75 ve 23.59 olarak belirlenmiştir. Makarnalık buğday tanesinin rengine gerek gözle gerekse spektrofotometrik olarak bakılarak irmik renginin tahmin edilmesinin çok doğru olmayacağı sonucuna varılmıştır. İrmik rengi, buğday tanesinin irmiğe öğütülmesi ile belirlenmelidir.

Makarnanın dış görünüşü ve kalitesi üzerine etki eden derecelendirme faktörleri incelendiğinde ise bu kriterler arasında da farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Bu kriterlerden en fazla farklılık gösterenler; kırık tane oranı, ekmeklik tane oranı (%), süne ve kımıl zararı görmüş tane oranı (%), embriyosu kararmış tane oranı (%) ve kusurlu tane oranı (%), renk ve randıman değerleridir. Kırık, ekmeklik, süne ve kımıl zararı görmüş, embriyosu kararmış tane ve kusurlu tane oranlarının sırası ile ortalama değerleri; %2.72±2.3 (%1.0-%4.5), %20.15±0.93 (%0.93-%34), %1.25±0.94 (%0.0-%3.5), %1.92±0.85 (%0.0-%8.0) ve %4.88±0.537 (% 2.0-%9.0) olarak elde edilmiştir. Buğdayda kül oranı ise ortalama %1.715±0.40 (%1.540-%1.910) olarak bulunmuştur. İklim koşulları, çiftçi uygulamaları, tohumluk kullanma, hasat harman sırasındaki karışma, fiyat vb. birçok faktör sonuçların bu şekilde çıkmasında etkili olmuştur. Kaliteli makarna üretiminde hammaddenin temiz ve mümkünse tek çeşitten oluşması arzu edilmektedir. Fakat Türkiye'nin bir çok bölgesinde arzu edilen kalitede hammadde bulmak oldukça zordur ve sektörün en önemli sorunlarından biri bu çalışmada analizi yapılan derecelendirme faktörlerinden ari temiz materyal bulamamaktır. Paçaldaki çeşit farklılığı ve kusurlu tanelerden dolayı renk değerlerinde ve randıman oranlarında da farklı sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre L*, a*, b* ve randıman değerlerinin ortalama değerleri sırası ile 55.61±0.241 (53.73-57.54), 7.42±0.90 (6.5-7.99), 19.35±0.32 (17.71-20.33) ve 76.19±1.138 (72.50-77.10) olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda Bozkurt (2012) 'da fabrikada yapmış olduğu araştırmada buğdayda b* değerini 17.93-23.36 olarak benzer şekilde bulmuştur.

Çizelge 4.1. Spagetti yapılan buğday örneklerinin kalite değerleri (n=24)

| Buğday Örneklerinin Kalite Değerleri | Ortalama değer | Standart sapma değeri | Minimum değer | Maksimum değer |
|---|---|---|---|---|
| Protein Oranı (%, kmd; N*5.7) | 12.89 | 0.488 | **11.90** | **13.90** |
| Nem Oranı (%) | 8.67 | 0.49 | 7.99 | 9.53 |
| Tanedeki Kül Oranı (%, kmd) | 1.715 | 0.400 | 1.540 | 1.910 |
| Gluten Miktarı (%) | 32.2 | 0.069 | 27.5 | 35.0 |
| Hektolitre Ağ. (kg/hl) | 83.2 | 1.88 | 82.4 | 84.1 |
| Camsı Tane (%) | 67.1 | 0.82 | **48.0** | **84.0** |
| Dönmeli Tane (%) | 5.06 | 0.00 | 2.0 | 11.0 |
| Kırık Tane Oranı (%) | 2.72 | 0.00 | **1.00** | **4.50*** |
| Ekmeklik Tane Oranı (%) | 20.15 | 0.93 | **0.50** | 34.00* |
| Süne ve Kımıl Zar. Gör. Tane Or. (%) | 1.25 | 0.94 | **0.00** | 3.50 |
| Embriyosu Kararmış Tane Oranı (%) | 1.92 | 0.85 | **0.00** | 8.00* |
| Cılız tane Oranı (%) | 0.792 | 10.0 | **0.000** | **1.500** |
| Diğer Hububat Oranı (%) | 0.875 | 2.3 | **0.875** | **2.000** |
| Kusurlu Tane Oranı (%) | 4.875 | 0.537 | **2.000** | 9.000* |
| Yabancı Madde Oranı (%) | 0.083 | 1.866 | **0.000** | **1.000** |
| Renk (L*) | 55.61 | 0.241 | 53.73 | 57.54 |
| Renk (a*) | 7.42 | 0.90 | 6.50 | 7.99 |
| Renk (b*) | 19.35 | 0.32 | 17.71 | 20.33 |
| İrmik Randımanı (%) | 76.19 | 1.138 | 72.50 | 77.10 |

n değeri denemeye alınan numune sayısını göstermektedir

Spagetti yapılan irmik örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi buğday sonuçlarına bağlı olarak irmik sonuçlarında da varyasyon söz konusudur. Protein ve gluten oranı ortalama değerleri sırası ile %12.53±0.414 (%11.76-%13.20) ve %29.73±1.06 (%27.89-%31.57) olarak elde edilmiştir. Kül oranı da % 0.821±0.029 (% 0.750-% 0.880) bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar Köksel (1990)'in laboratuvar koşullarında öğüttüğü irmik örneklerindeki kül oranları (%0.64 ile %1.08) ile benzer bulunmuştur. Kül oranı Türk Gıda Kodeks irmik kodeksindeki değerleri ile uyum içindedir (Anonim, 2017c) .

İrmik partikül iriliği değerleri incelediğinde; partikül iriliğinin en fazla >125 ile 355 mikron arasında değiştiği saptanmıştır. Bu 3 iriliğin toplamı toplam irmik içinde %66.95 olarak bulunmuştur. Fakat irmik partikül iriliklerinin standart sapma, minimum ve maksimum değerlerine bakıldığında örnekler arasında farklılıklar söz konusudur. Örneğin >125 mikron, >212 mikron ve >300 mikron arasındaki irmiklerin ortalama değerleri sırası ile %17.51±2.87 (%14.25-%24.80), %32.37±3.24 (%28.29-%39.64) ve %17.07±1.94 (%13.11-19.97) olarak elde edilmiştir. Sonuçların bu şekilde çıkması buğday sonuçlarında görüldüğü gibi homojen ve standart hammaddenin öğütülmemesi gösterilebilir. Araştırmanın yürütüldüğü fabrikada makarna üretiminde kullanılan irmik: 125-425 (125, 212, 300, 355, 400, 425) mikron eleklerin arasında kalan ürün olup, elek altı miktarı maksimum %18.15, elek üstü miktarı maksimum %4.74 olarak bulunmuştur.

Makarna sektörü için çok önemli olan siyah ve kahverengi pike değerleri sırası ile ortalama 2,67±1.69 adet/100cm² (1.0-6.0) ve 86.83±29.85 adet/100cm² (39.0-136.0) olarak saptanmıştır. Sonuçların bu şekilde çıkması buğday tanelerinde bulunan embriyosu kararmış tene ve kusurlu olan tanelerden kaynaklanabilir. Embriyo kararmasının irmikte siyah pike yaptığı diğer araştırıcılar tarafından da belirtilmiştir (Dexter ve Matsuo, 1982).

İrmik örneklerinde önemli bir kalite kriteri renk değerlerinden L*, a* ve b* değerleri sırası ile 86.32±0.68 (84.46-87.40); 1.93±0.18 (1.68-2.25) ve 20.88±1.51 (17.9-23.36) olarak bulunmuştur. Bozkurt (2012), fabrika düzeyinde yaptığı

çalışmada irmik örneklerinde 10 çeşit ortalaması olarak b* değeri 20.04-25.73 arasında tespit etmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlarda benzer bulunmuştur. Bunun nedeni paçala giren çeşitler içinde renk değeri yüksek ve düşük olanların farklı zamanlarda fabrika tarafından satın alınmasıdır.

Spagetti örneklerinin analiz sonuçları ise Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi buğday ve irmik sonuçlarına bağlı olarak spagetti sonuçlarında da varyasyon söz konusudur. Protein oranı ortalama değerleri %12.40±0.380 (%10.38-%12.94); kül oranı da %0.890±0.024 (% 0.820-% 0.920) bulunmuştur. Kül oranı Türk Gıda Kodeksi makarna kodeksindeki değerleri ile uyum içindedir (Anonim, 2017c). Spagetti yapılan tüm örneklerde siyah pike, kahverengi pike ve beyaz pike ortalama değerleri sırası ile 2.79±1.444 adet/100cm² (1-6); 137.08±20.33 adet/100cm² (108-192) ve 134.08±31.51 adet/100cm² (84-196) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Spagetti yapılan irmik örneklerinin kalite değerleri (n=24)

| İrmik örneklerinin kalite Değerleri | Ortalama değer | Standart sapma değeri | Minimum değer | Maksimum değer |
|---|---|---|---|---|
| Protein Oranı (%, kmd; N*5.7) | 12,53 | 0,414 | 11.76 | 13.20 |
| Nem Oranı (%) | 13.26 | 0.51 | 12.21 | 14.00 |
| Kül oranı (%, kmd) | 0.821 | 0.029 | 0.750 | 0.880 |
| Gluten (%) | 29.73 | 1.06 | 27.89 | 31.57 |
| >425 mikron | 2.50 | 1.02 | 0.58 | 4.74 |
| >400 mikron | 5.03 | 1.78 | 1.41 | 7.54 |
| >355 mikron | 10.35 | 2.30 | 4.82 | 13.26 |
| >300 mikron | 17.07 | 1.94 | 13.11 | 19.97 |
| >212 mikron | 32.37 | 3.24 | 28.29 | 39.64 |
| >125 mikron | 17.51 | 2.87 | 14.25 | 24.80 |
| Elek altı ( <125 mikron) | 14.68 | 2.21 | 11.45 | 18.15 |
| Siyah Pike (adet/100cm$^2$) | 2.67 | 1.69 | 1 | 6 |
| Kahverengi Pike (adet/100cm$^2$) | 86.83 | 29.85 | 39 | 136 |
| Renk (L*) | 86.32 | 0.68 | 84.46 | 87.40 |
| Renk (a*) | 1.93 | 0.18 | 1.68 | 2.25 |
| Renk (b*) | 20.88 | 1.51 | 17.90 | 23.36 |

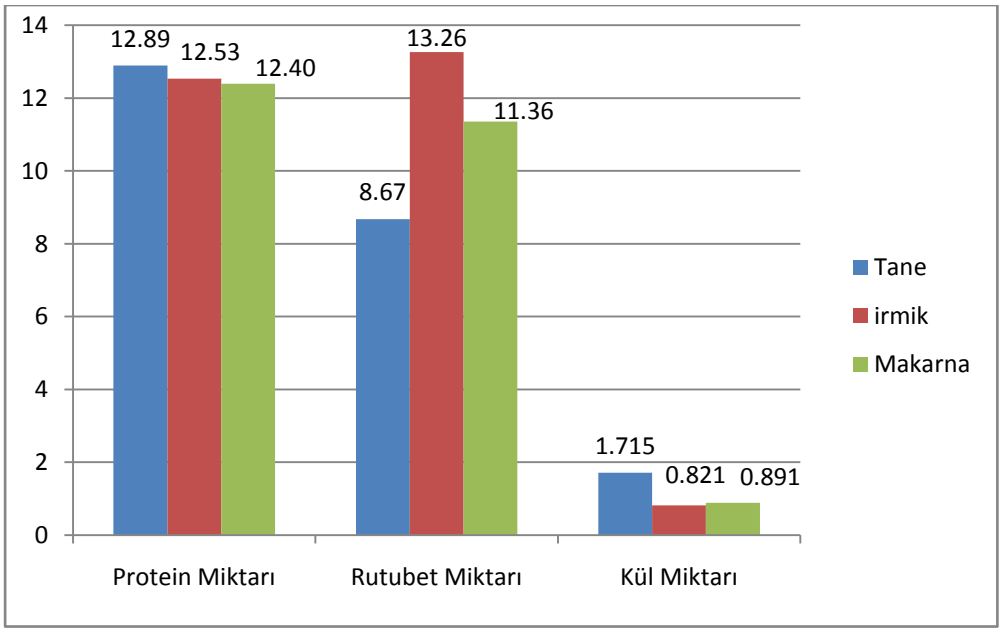
Tüm spagetti örneklerin TOM (toplam organik madde) değeri ortalama 2.15±0.686 g/100g (1.42-3.82) arasında değişmiştir. Yapışkanlık, kümeleşme ve sertlik değerleri ise sırası ile 37±10.83 (20-57); 35±12.69 (15-55) ve 38±10.61 (20-60) arasında bulunmuştur. Bozkurt (2012) fabrika düzeyinde yaptığı çalışmada her çeşidi ayrı ayrı incelemiş ve yapışkanlık, kümeleşme ve sertlik değerlerini ise sırası ile 55-75; 60-70 ve 60-75 arasında bulmuştur. Bunun nedeni bu çalışmada saf çeşit kullanılmamasıdır. Bu çalışmada pişme kalitesi düşük spagetti olmasının nedeni buğday içerisinde ekmeklik buğday, süne vb. kaliteyi olumsuz etkileyen faktörlerin bulunması ve işlenen hammadde kalitesinin her partide benzer kalitede olmamasıdır. Paçala giren durum buğday çeşidi ve protein oranının düşük veya yüksek olması da bu sonuçların alınmasında etkili olmuştur. Nitekim Bozkurt (2012)'un araştırmada kullandığı bazı çeşitlerin protein miktar ve kaliteleri de bu çalışmada kullanılan çeşit ve protein miktarından daha yüksektir.

Çizelge 4.3. Spagetti örneklerinin kalite değerleri (n=24)

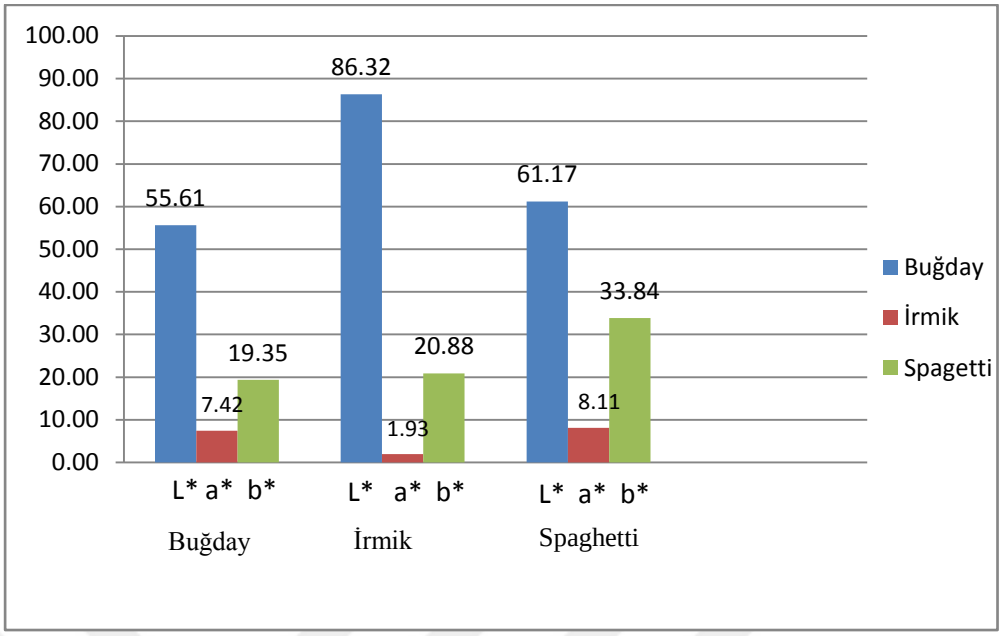
| Spagetti Örneklerinin Kalite Değerleri | Ortalama değer | Standart sapma değeri | Minimum değer | Maksimum değer |
|---|---|---|---|---|
| Protein Oranı (%, kmd; N*5.7) | 12.40 | 0.38 | 0.38 | 12.94 |
| Nem Oranı (%) | 11.36 | 0.37 | 10.65 | 12.03 |
| Kül Oranı (%, kmd) | 0.89 | 0.02 | 0.82 | 0.92 |
| Siyah Pike (adet/ 100cm$^2$) | 2.79 | 1.44 | 1.00 | 6.00 |
| Kahverengi Pike (adet/100cm$^2$) | 137 | 20.33 | 108 | 192 |
| Beyaz Pike (adet/ 100cm$^2$) | 134 | 31.51 | 84 | 196 |
| Yapışkanlık | 37 | 10.83 | 20 | 57 |
| Kümeleşme | 35 | 12.69 | 20 | 55 |
| Sertlik | 38 | 10.61 | 20 | 60 |
| Hacim (ml) | 756.08 | 38.89 | 710.00 | 825.00 |
| TOM-toplam organik madde (g/100g) | 2.15 | 0.69 | 1.42 | 3.82 |
| Renk (L*) | 61.17 | 1.17 | 59.24 | 63.04 |
| Renk (a*) | 8.11 | 0.42 | 7.01 | 8.93 |
| Renk (b*) | 33.84 | 1.48 | 31.81 | 36.43 |

Buğday, irmik ve spagetti örneklerinde belirlenen protein, kül, rutubet ve renk değerlerini karşılaştırmak için bu değerler Şekil 4.1. ve 4.2.'de birlikte verilmiştir. Şekillerde de görüldüğü gibi en yüksek protein, kül, L*, a* ve b* değerleri buğday örneklerinden elde edilmiştir. Buğday, irmik ve spagetti'de protein değerleri arasında fark fazla değilken, kül, L*, a* ve b* değerleri buğdayda çok yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni buğdayın dış kısmında kül miktarının fazla olması ve irmik öğütmeden sonra kül oranının düşmesi sonucu renk değerlerinin de düzelmesidir.

Farklı kalınlıktaki spagetti örneklerinin pike ve pişme değerine bakıldığında 1.2 mm kalınlığındaki spagetti örneklerinin pişme ve TOM değerleri 1.7 mm kalınlığındaki spagetti sonuçlarına göre daha düşük, beyaz ve siyah pike değerleri ise daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.4. ve 4.5.; Şekil 1.2.; Şekil 1.3.). İnce spagetti örneklerinde ortalama TOM değeri 2.58 g/100g (2.0 g/100g-3.82 g/100g) iken kalın spagettilerde 1.79 g/100g (1.42 g/100g-2.67 g/100g) olarak bulunmuştur. Bu sonucun nedeni ince spagetti üretimi için düşük kaliteli hammadde kullanılması veya uygulanan pişme testinin ince olanlarda daha fazla TOM değeri çıkmasına neden olmasıdır. Bu nedenle pişme metodunun spagetti kalınlığına göre modifiye olması gerekebilir.




Şekil 4.1. Buğday, irmik ve spagetti'de ortalama protein (%, kmd), kül (%, kmd) ve rutubet (%) miktarı değerleri (n=24)



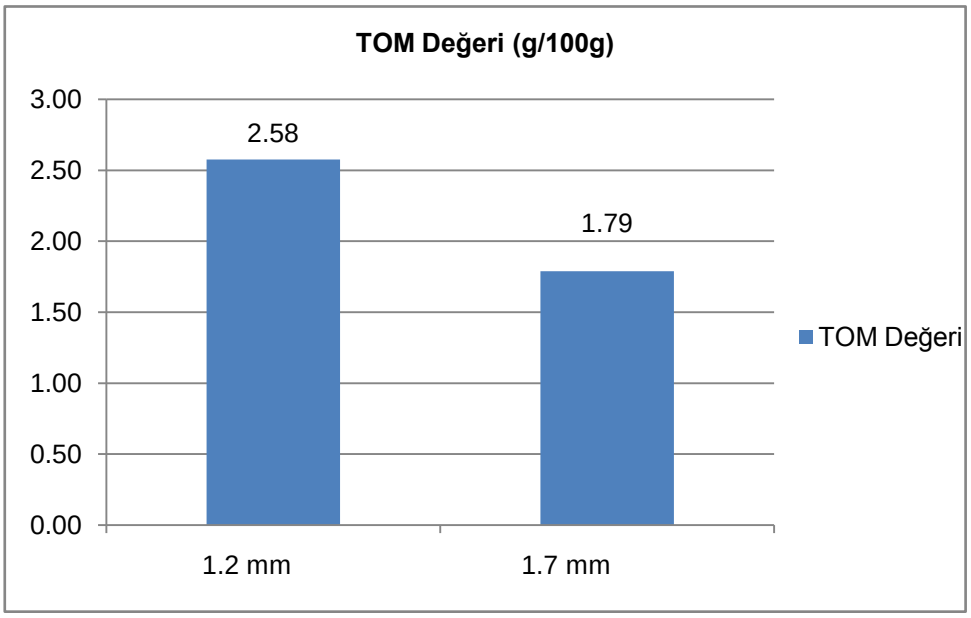

Şekil 4.2. Buğday, irmik ve spagetti'de ortalama L*, a* ve b* değerleri (n=24)

Çizelge 4.4. Kalınlığı 1.2 mm olan spagetti örneklerinin kalite değerleri (n= 11)

| | Ortalama Değer | Standart sapma değeri | Minimum değer | Maksimum değer |
|---|---|---|---|---|
| Protein Oranı (%, kmd; N*5.7) | 12.28 | 0.48 | 11.70 | 12.85 |
| Nem Oranı (%) | 11.33 | 0.32 | 10.78 | 11.78 |
| Kül oranı (%, kmd) | 0.90 | 0.02 | 0.84 | 0.92 |
| Siyah Pike (adet/100cm$^2$) | 3.36 | 1.69 | 1.00 | 6.00 |
| Kahverengi Pike (adet/100cm$^2$) | 138.55 | 21.47 | 108.00 | 176.00 |
| Beyaz Pike (adet/100cm$^2$) | 155.45 | 21.00 | 132.00 | 196.00 |
| Yapışkanlık (g/100g) | 30 | 8.37 | 20 | 45 |
| Kümeleşme (g/100g) | 28 | 11.91 | 20 | 50 |
| Sertlik (g/100g) | 30 | 7.67 | 20 | 40 |
| Hacim ( ml) | 793.64 | 23.78 | 730.00 | 825.00 |
| TOM-(toplam organik madde g/100g) | 2.58 | 0.77 | 2.00 | 3.82 |
| Renk (L*) | 62.20 | 0.77 | 60.86 | 63.04 |
| Renk (a*) | 7.94 | 0.46 | 77.01 | 8.56 |
| Renk (b*) | 34.24 | 1.84 | 31.84 | 36.43 |

Çizelge 4.5. Kalınlığı 1.7 mm olan spagetti örneklerinin kalite değerleri (n=13)

| | Ortalama değer | Standart Sapma değeri | Minimum değer | Maksimum değer |
|---|---|---|---|---|
| Protein Oranı (%, kmd; N*5.7) | 12.49 | 0.24 | 12.16 | 12.94 |
| Nem Oranı (%) | 11.38 | 0.43 | 10.65 | 12.03 |
| Kül oranı (%, kmd) | 0.89 | 0.02 | 0.82 | 0.91 |
| Siyah Pike (adet/100cm$^2$) | 2.31 | 1.03 | 1.00 | 4.00 |
| Kahverengi Pike (adet/100cm$^2$) | 135.85 | 20.11 | 120.00 | 192.00 |
| Beyaz Pike (adet/100cm$^2$) | 116.62 | 28.05 | 84.00 | 188.00 |
| Yapışkanlık (g/100g) | 43 | 8.92 | 30 | 57 |
| Kümeleşme (g/100g) | 41 | 10.22 | 25 | 55 |
| Sertlik (g/100g) | 45 | 7.06 | 35 | 60 |
| Hacim (ml) | 724.31 | 6.42 | 710.00 | 735.00 |
| TOM-toplam organik madde (g/100g) | 1.79 | 0.31 | 1.42 | 2.67 |
| Renk (L*) | 60.29 | 0.55 | 59.24 | 61.18 |
| Renk (a*) | 8.26 | 0.33 | 7.73 | 8.93 |
| Renk (b*) | 33.50 | 1.06 | 31.81 | 35.58 |




Şekil 4.3. Kalınlığı 1.2 mm ve 1.7 mm olan spagetti örneklerinin ortalama TOM (toplam organik madde) değerleri

## 4.2. Kalite Parametreleri Arasındaki Korelasyon Değerleri

### 4.2.1. Buğday fizikokimyasal özellikleri ile irmik kalite parametreleri arasındaki korelasyon değerleri

Araştırma materyali olan buğday ve aynı buğdaydan yapılan irmik ile spagetti analiz sonuçları arasındaki korelasyon değerleri hesaplanmış ve değerlerin istatistiki olarak önemlilik kontrolü yapılarak sonuçlar Çizelge 4.6., 4.7. ve 4.8.'de verilmiştir. Çizelge 8'de buğdayda yapılan analiz sonuçları ile irmik analiz sonuçları arasındaki korelatif ilişki görülmektedir. Bu sonuçlara göre buğday protein oranı ile $p<0.001$ düzeyinde önemli korelatif ilişkisi olan irmik kalite kriterleri; protein korelasyonu 0.861***, yaş gluten korelasyonu 0.858***; buğday yaş gluten oranı ile irmik protein oranı korelasyonu 0.710***, irmik yaş gluten korelasyonu 0.649*** bulunmuştur. Ayrıca buğday camsılık oranı ile irmik protein oranı arasında da korelasyon değeri 0.699*** gibi önemli pozitif korelatif ilişki saptanmıştır. Bu bulgular beklenen sonuçlar olup hammaddenin protein, yaş gluten ve camsılık oranları irmiğin bu değerlerini etkilemiştir.

Siyah pike ile ekmeklik buğday ve süne kımıl tane oranı arasında $p<0.001$ düzeyinde anlamlı pozitif, camsı tane oranı ile negatif ilişki belirlenmiştir. Sonucun bu şekilde çıkmasının nedeni kırışık ekmeklik buğday ve süne emgili tanelerin paçala girmesi sonucu kepek oranının artması ve siyah pikeye neden olmasıdır. Camsı tane oranı ile siyah pike arasındaki $p<0.001$ düzeyinde pozitif ilişki çıkmasının nedeni ise camsı tane oranı yüksek olan hammaddenin nispeten saf durum buğdayından ibaret olması olabilir. Diğer bir bulgu; camsılık oranı arttıkça irmikte a* değeri (R= 0,634 ***) ve b* değerinin de (R= 0,596** ) artış göstermiştir.

İrmik partikül iriliği ile buğday kalite kriterleri arasında ki ilişkilerde Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre elek altı (<125 mikron) değeri ile ekmeklik buğday oranı arasında $p<0.001$ düzeyinde önemli pozitif ilişki söz konusudur. Bu sonucunun tam tersi camsı tane oranı ile elek altı arasında ilişki bulunamamıştır (R= 0.074). Bunun nedeni de unsu olan ekmeklik buğdaydan çok küçük partiküllü ürün

elde edilmesidir. Camsı tane oranı, protein oranı ve hektolitre ağırlığı artınca >212 mikron üzerinde olan irmiklerde artış gözlenmiştir.

Önemli düzeyde korelatif ilişki içinde bulunan kalite parametreleri ile ilgili çizilen $R^2$ eğrileriyle birlikte denklemi verilen şekiller; şekil 15 ile şekil 38 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.6. Buğday ile irmik kalite değerleri arasındaki korelasyon değerleri ( n=24)

| | İrmik Kalite Değerleri | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Buğday Kalite Değerleri | P (%, kmd N*5.7) | K (%, kmd) | YG (%) | EA | S.P.(Adet/100 $cm^2$ | K.P. (Adet/100 $cm^2$) | L* | a* | b* |
| Protein Oranı (%, kmd; N*5.7) | **0.861*** ** | -0.386 | **0.858*** ** | **-0.474 *** | **-0.505*** | -0.242 | 0.221 | **0.442*** | 0.208 |
| Tanedeki Kül Oranı (%, kmd) | 0.142 | 0.367 | 0.224 | -0.301 | **-0.049*** | -0.341 | 0.052 | **0.524**** | 0.248 |
| Yaş Gluten Oranı (%) | **0.710*** ** | -0.388 | **0.649*** ** | **-0.496*** | **-0.515 **** | -0.361 | -0.008 | **0.452*** | 0.086 |
| Hektolitre Ağırlığı (kg/hl) | 0.246 | **-0.531**** | 0.19 | -0.027 | 0.025 | 0.266 | -0.121 | -0.205 | -0.085 |
| Camsı Tane Oranı (%) | **0.699*** ** | -0.218 | **0.590**** | 0.074 | **-0.661 *** ** | **-0.538 **** | 0.138 | **0.634 *** ** | **0.596**** |
| Dönmeli Tane Oranı (%) | 0.213 | 0.284 | 0.173 | -0.214 | -0.28 | -0.359 | -0.039 | 0.3 | 0.169 |
| Kırık Tane Oranı (%) | **-0.552**** | -0.201 | **-0.511*** | -0.086 | **0.585**** | **0.542**** | -0.233 | **-0.567**** | **-0.491*** |
| Ekmeklik Tane oranı (%) | **-0.663*** ** | 0.189 | **-0.534**** | **0.713*** ** | 0.631 | **0.522**** | 0.194 | **-0.599**** | **-0.559**** |
| S. ve K. Z. G. T. Oranı (%) | **-0.649*** ** | -0.111 | **-0.609**** | **0.463*** | **0.792*** ** | **0.555**** | -0.043 | **-0.482*** | **-0.559**** |
| E. K. T. Oranı (%) | 0.241 | -0.38 | 0.138 | -0.298 | -0.271 | -0.125 | -0.165 | 0.016 | 0.086 |
| Cılız tane Oranı (%) | -0.292 | 0.122 | 0.179 | 0.268 | 0.255 | 0.299 | 0.109 | -0.088 | -0,045 |
| D. H. Oranı (%) | -0.113 | 0.32 | -0.134 | 0.23 | 0.072 | 0.088 | 0.279 | -0.089 | -0.07 |
| K. T. Oranı (%) | -0.108 | -0.337 | -0.182 | -0.024 | 0.117 | 0.17 | -0.098 | -0.205 | -0.158 |
| Y. M. Oranı (%) | 0.2 | 0.078 | 0.24 | -0.287 | -0.036 | -0.14 | -0.035 | 0.369 | 0.329 |
| Renk (L*) | -0.351 | -0.007 | -0.348 | 0.315 | 0.322 | 0.397 | 0.1 | -0.366 | -0.203 |
| Renk (a*) | 0.218 | 0.273 | 0.214 | -0.312 | -0.208 | **-0.454*** | 0.208 | **0.464*** | 0.313 |
| Renk (b*) | -0.002 | **0.451*** | -0.025 | 0.087 | -0.042 | -0.212 | 0.314 | 0.079 | 0.191 |

1) * : 0.05 olasılık düzeyinde önemli, ** : 0.01 olasılık düzeyinde önemli; *** 0.001 olasılık düzeyinde önemli
2) E. K. T. oranı: Embriyo kararmış tane oranı, D.H. oranı: Diğer hububat oranı
   Y. M. oranı: Yabancı madde oranı;
   S. ve K. Z. G. T. oranı: Süne ve kımıl zararı görmüş tane oranı
3) P: İrmik protein oranı (%); K: İrmikte kül oranı (%); YG: İrmikte yaş gluten oranı
   . EA: Elek altı (%); SP: Siyah pike (adet/100cm²); KP: Kahverengi pike (adet/100cm²)
   . L*: Renk (L*), a*: Renk (a*), b*: Renk (b*)

Çizelge 4.7. Buğday ile irmik partikül iriliği dağılımı değerleri arasındaki korelasyon değerleri (n=24**)**

| | **İrmik kalite değerleri** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Buğday kalite değerleri** | **>425 mikron (%)** | **>400 mikron (%)** | **>355 mikron (%)** | **>300 mikron (%)** | **>212 mikron (%)** | **>125 mikron (%)** | **Elek Altı (gr)** |
| Protein Oranı (%, kmd; N*5.7) | 0.011 | -0.510 | -0.378 | -0.172 | **0.664*** ** | 0.366 | **-0.474*** |
| Tanedeki Kül Oranı (%, kmd) | 0.420 | 0.359 | **0.568**** | 0.405 | -0.388 | -0.445 | -0.301 |
| Yaş Gluten Oranı (%) | 0.261 | -0.305 | -0.120 | 0.091 | 0.388 | 0.063 | **-0.496*** |
| Hektolitre Ağırlığı (kg/hl) | -0.348 | **-0.555**** | **-0.631***** | -0.269 | **0.615***** | **0.500*** | -0.027 |
| Camsı Tane Oranı (%) | 0.184 | -0.451* | -0.098 | 0.316 | -0.503 | 0.074 | **-0.755***** |
| Dönmeli Tane Oranı (%) | 0.270 | 0.099 | 0.277 | 0.245 | -0.286 | -0.214 | -0.063 |
| Kırık Tane Oranı (%) | -0.286 | 0.341 | 0.072 | -0.134 | -0.347 | -0.086 | **0.543**** |
| Ekmeklik Tane oranı (%) | -0.204 | 0.425 | 0.089 | -0.348 | -0.445 | -0.046 | **0.713***** |
| Süne ve Kımıl Zararı Görmüş Tane Oranı (%) | -0.386 | 0.059 | -0.139 | -0.379 | -0.076 | 0.209 | 0.463* |
| Embriyo Kararmış Tane Oranı (%) | 0.121 | -0.219 | -0.280 | 0.133 | 0.327 | 0.080 | -0.298 |
| Cılız Tane Oranı (%) | -0.025 | 0.298 | -0.131 | -0.319 | -0.145 | 0.107 | 0.268 |
| Diğer Hububat Oranı (%) | 0.186 | 0.157 | 0.064 | -0.044 | -0.209 | -0.122 | 0.230 |
| Kusurlu Tane Oranı (%) | 0.015 | -0.098 | -0.349 | -0.072 | 0.221 | 0.151 | -0.024 |
| Yabancı Madde Oranı (%) | -0.062 | 0.008 | 0.109 | 0.193 | 0.030 | -0.016 | -0.287 |
| Renk (L*) | **-0.438*** | -0.275 | -0.259 | -0.334 | 0.205 | 0.302 | 0.315 |
| Renk (a*) | 0.254 | -0.027 | 0.280 | 0.190 | -0.096 | -0.095 | -0.312 |
| Renk (b*) | -0.066 | -0.144 | 0.134 | 0.026 | -0.107 | 0.031 | 0.087 |

1) * : 0.05 olasılık düzeyinde önemli, ** : 0.01 olasılık düzeyinde önemli
*** 0.001 olasılık düzeyinde önemli

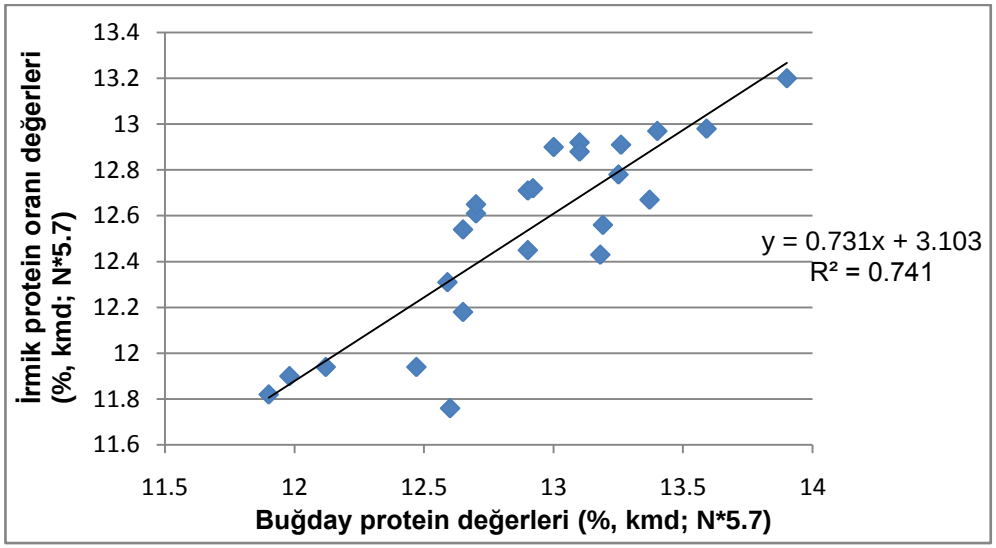
## 4.2.2. İrmik ve spagetti kalite parametreleri arasındaki korelasyon değerleri

Çizelge 4.8. İrmik kalite değerleri ile spagetti kalite parametreleri arasındaki korelasyon değerleri (n=24)

| İrmik kalite değerleri | Protein oranı (%, kmd; N*5.7) | Kül oranı (%, kmd) | Siyah pike | Kahverengi pike | Beyaz pike | Sertlik | TOM (toplam organik madde) | a* | b* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Protein oranı (%, kmd; N*5.7)** | **0.913 ***** | -0.302 | **-0.667 ***** | **-0,459 *** | **-0,632 ***** | **0.482 *** | -0.368 | 0.108 | 0.316 |
| **Nem oranı (%)** | 0.094 | -0.38 | 0.405 | 0.096 | 0.15 | -0.232 | -0.259 | -0.201 | -0.131 |
| **Kül oranı (%, kmd)** | -0.176 | **0.686 ***** | -0.307 | -0.046 | 0.043 | 0.018 | 0.381 | **0.412*** | 0.292 |
| **Gluten** | **0.879 ***** | -0.271 | **-0.681 ***** | **-0.537 **** | **-0.667 ***** | **0.547 **** | **-0.409*** | 0.155 | 0.274 |
| **>425 mikron** | 0.046 | 0.278 | -0.384 | -0.36 | -0.015 | 0.223 | -0.284 | **0.453 *** | 0.396 |
| **>400 mikron** | **-0.517 **** | **0.573 **** | 0.046 | -0.084 | 0.344 | -0.062 | 0.04 | 0.287 | 0.122 |
| **>355 mikron** | -0.199 | **0.673 ***** | -0.206 | -0.243 | 0.244 | -0.018 | -0.082 | **0.425 *** | **0.419*** |
| **>300 mikron** | 0.106 | **0.478 *** | -0.314 | -0.254 | 0.147 | -0.012 | -0.173 | 0.287 | **0.546 **** |
| **>212 mikron** | **0.519 ***** | **-0.765 ***** | 0.010 | 0.087 | -0.365 | 0.173 | -0.186 | -0.289 | -0.173 |
| **>125 mikron** | 0.247 | **-0.550 **** | 0.197 | 0.213 | -0.254 | -0.011 | 0.083 | -0.306 | -0.338 |
| **Elek altı** | **-0.577 **** | 0.103 | 0.391 | 0.335 | 0.209 | -0.252 | **0.495 *** | -0.320 | **-0.546 **** |
| **Genel Randıman** | -0.018 | 0.322 | -0.174 | -0.396 | -0.135 | -0.183 | 0.013 | -0.118 | 0.211 |
| **Siyah Pike** | **-0.698 ***** | -0.025 | **0.863 ***** | **0.770 ***** | **0.718***** | **-0.510*** | 0.316 | -0.254 | **-0.494*** |
| **Kahverengi Pike** | **-0.558 **** | -0.227 | **0.718 ***** | **0.844 ***** | **0.406*** | -0.358 | 0.316 | -0.367 | **-0.653 ***** |
| **Renk (L*)** | 0.179 | 0.088 | -0.382 | -0.383 | -0.324 | 0.228 | 0.031 | 0.199 | -0.000 |
| **Renk (a*)** | **0.560**** | 0.059 | **-0.471*** | **-0.471*** | -0.158 | 0.300 | -0.369 | **0.464 *** | **0.813 ***** |
| **Renk (b*)** | **0.470*** | 0.289 | -0.368 | -0.368 | -0.305 | 0.391 | -0.140 | **0.511 *** | **0.673***** |

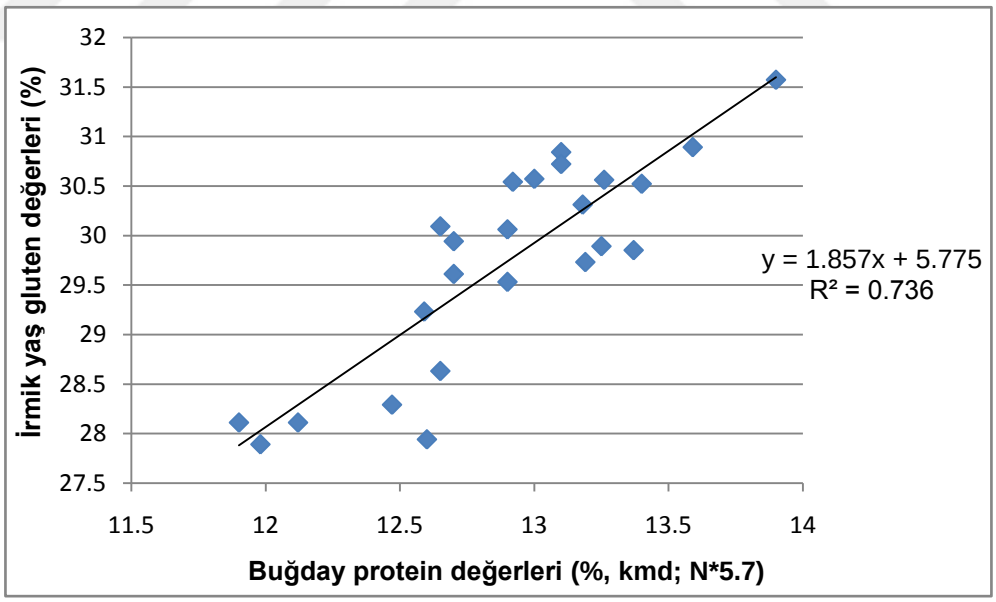
1)* : 0.05 olasılık düzeyinde önemli, ** : 0.01 olasılık düzeyinde önemli

*** 0.001 olasılık düzeyinde önemli




Şekil 4.4. Buğday protein değerleri ile irmik protein değerleri arasındaki ilişki (n=24)

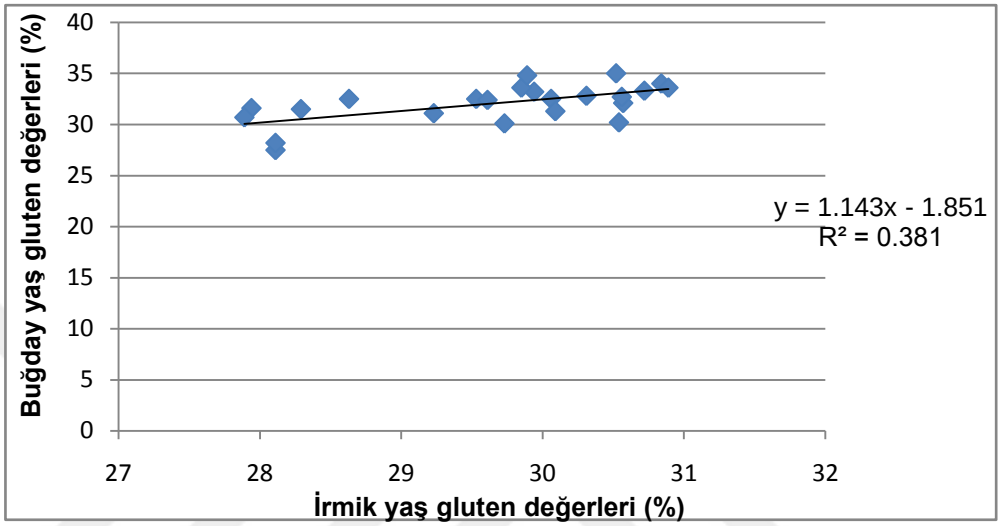
Çizelge 4.6.'da belirtildiği gibi buğday proteini yüksek olduğu zaman irmik proteini miktarında da yüksek değer bulunmuştur. İrmik ve buğday proteinleri arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır.




Şekil 4.5. Buğday protein oranı ile irmik yaş gluten oranı arasındaki ilişki (n=24)

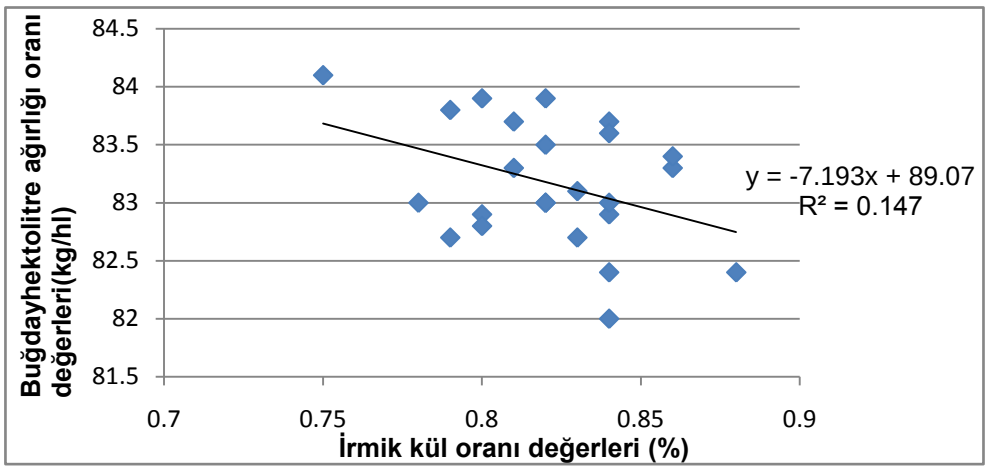
Buğdayda bulunan proteinler, kuru madde bileşiminin yüzdesi olarak, yaklaşık; yüzde 4 glutenin, yüzde 4 gliadin, yüzde 0.7 globulin, yüzde 0.4 albumin

ve yüzde 0.3 proteozlardan oluşur (Altan, 1986). Gluten protein yapısıyla doğru orantılı olduğu için buğday proteini yüksek olursa irmik proteini değeri de yüksek bulunur. Makarna üretimi için alınan buğday proteinleri yüksek olması durumunda elde edilen irmik proteinleri yüksek elde edilir. Çizelge 4.6.'da görüldüğü gibi buğday proteini ile irmik yaş gluteni arasında pozitif bir korelasyon vardır.



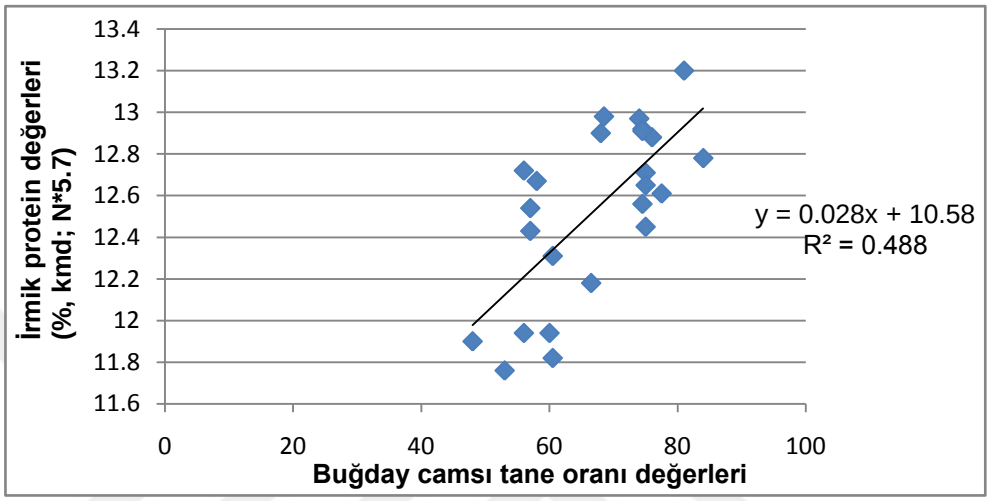

Şekil 4.6. İrmik yaş gluten ile buğday yaş gluten oranı arasındaki ilişki (n=24)

Buğday ve irmik yaş glutenleri arasında pozitif bir korelasyon değeri elde edilmiştir. Buğday yaş gluten miktarı yüksek olması durumunda irmik yaş gluten miktarı da yüksek olduğu şekil 4.6.'da görülmektedir.



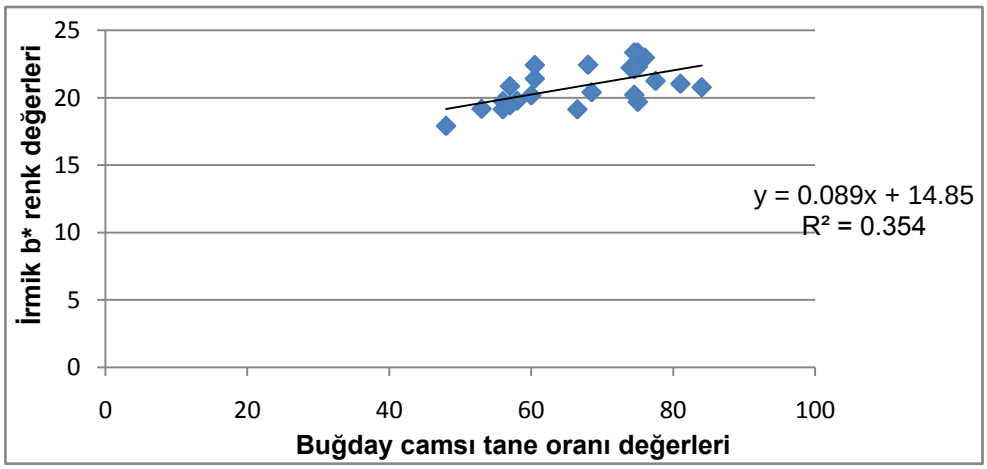

Şekil 4.7. Buğday hektolitre ağırlığı ile irmik kül oranı arasındaki ilişki (n=24)

Şekil 4.7.'de görüldüğü gibi hektolitre miktarı azalması durumunda öğütülme sırasında irmiğe karışan kepek miktarı arttığı görülmektedir. Dolayısıyla irmik kül miktarında artış görülmektedir. Hektolitre ve kül miktarı arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır.



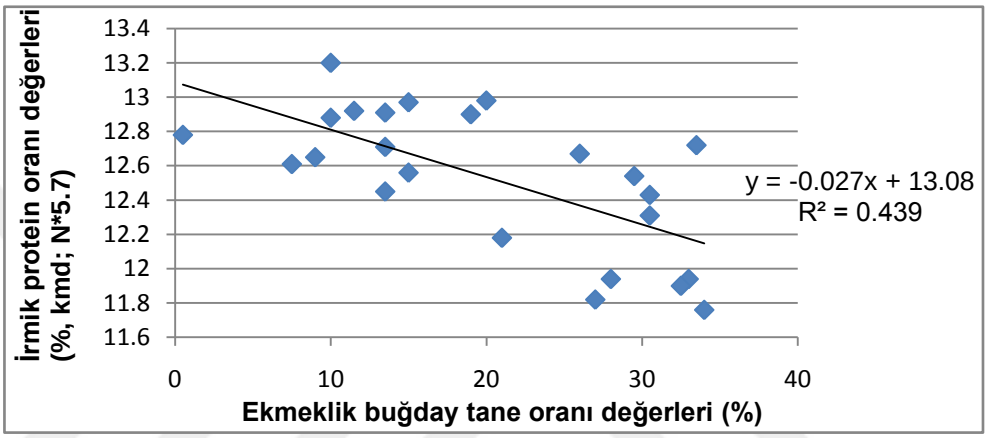

Şekil 4.8. Buğday camsı tane değerleri ile irmik protein değerleri arasındaki ilişki (n=24)

Buğday alımında önemli bir kalite parametresi olan camsılık oranı irmik proteini arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Fiziksel analiz yapıldığında karışım içerisinde bulunan camsılık oranı artması durumunda karışım içerisinde bulunan yabancı madde miktarı ve dönmeli tane değerlerinde azalma görüleceğinden protein miktarında artma görülecektir.



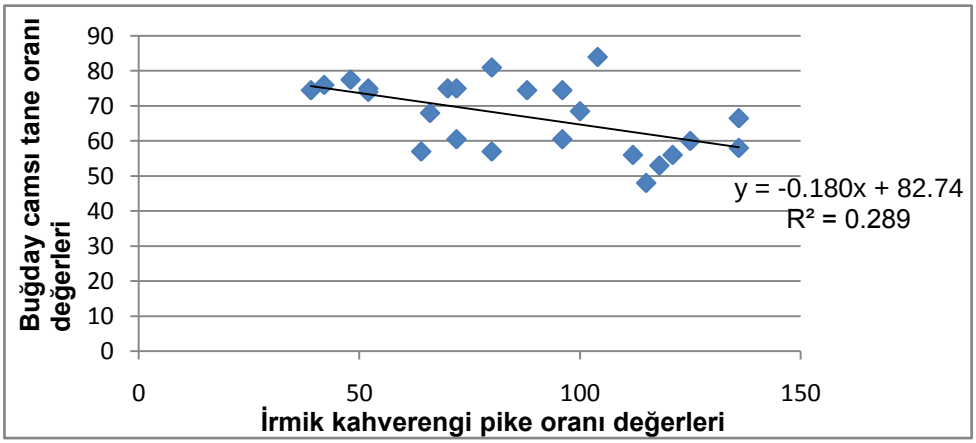
Şekil 4.9. Buğday camsı tane oranı değerleri ile irmik b* değerleri arasındaki ilişki (n=24)

Kuru buğday paçalında bulunan camsı miktarının artması durumunda öğütme sırasında ortaya çıkan un miktarında azalma görülür. Öğütme sırasında un çıkmaması durumunda üretilen irmiğin rengi daha sarımsı olur ve irmikte ölçülen b* değerinde artış gözlenir. Camsılık oranı (yüzdeliği) azalması durumunda b* değerinde düşüş gözlenir. Camsı tane oranıyla irmik b* değeri arasında pozitif bir korelasyon olduğu söylenebilir.



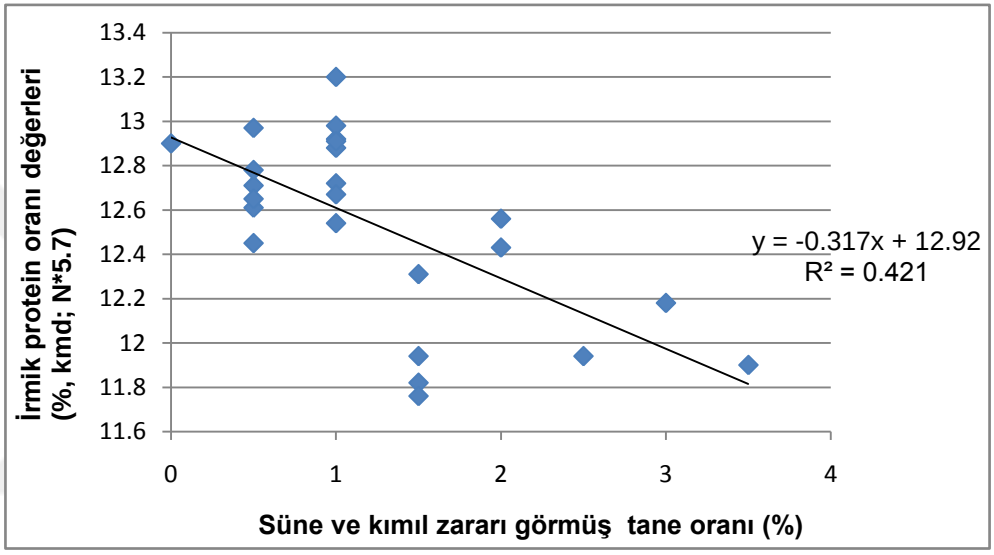

Şekil 4.10. Ekmeklik tane oranı değerleri ile irmik protein değerleri arasındaki ilişki (n=24)

Ekmeklik buğdayların protein oranlarının düşük olmasından dolayı paçal içerisinde miktarı artması durumunda elde edilen irmiğin protein miktarında düşüşe neden olduğu analiz sonucunda tespit edilmiştir. Ekmeklik tane ve irmik proteini arasında negatif bir korelasyon bunmaktadır. Ekmeklik tane oranı arttıkça irmik proteini miktarında düşüş olur.



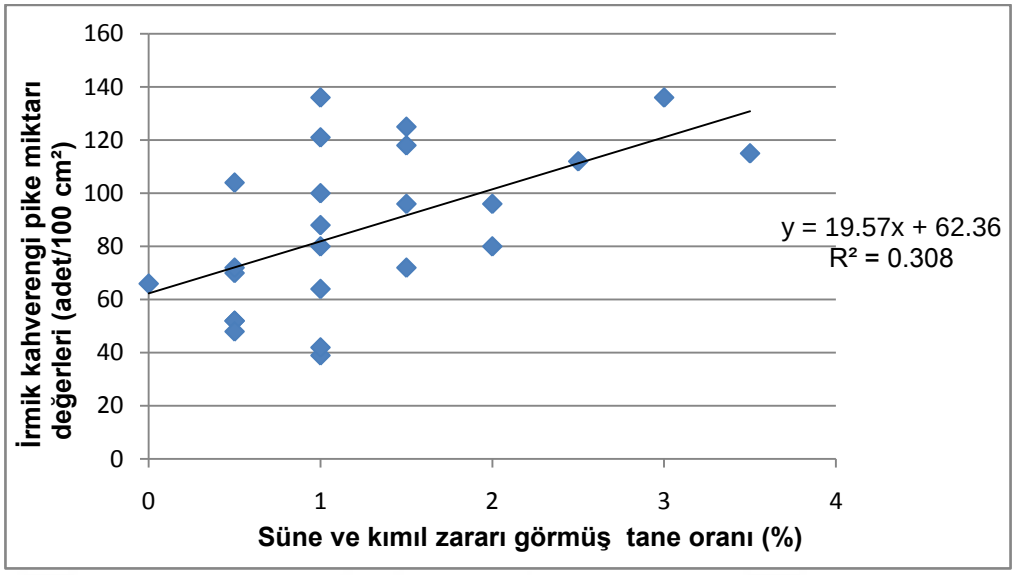
Şekil 4.11. Buğday camsı tane oranı ile irmik kahverengi pike miktarı arasındaki ilişki (n=24)

Şekil 4.11.'de görüldüğü gibi paçal içerisinde bulunan camsı tane oranı arttıkça irmik içerisinde bulunan kahverengi pike oranı azalmaktadır. Bunun nedenleri arasında yabancı madde miktarı ve cılız taneler olduğu söylenebilir. Paçal içerisinde bulunan camsı tane oranı arttıkça diğer değerlerin azalması anlamına gelmektedir. Bu yüzden paçalda bulunan camsı tane oranı miktarını yüksek olmalıdır.



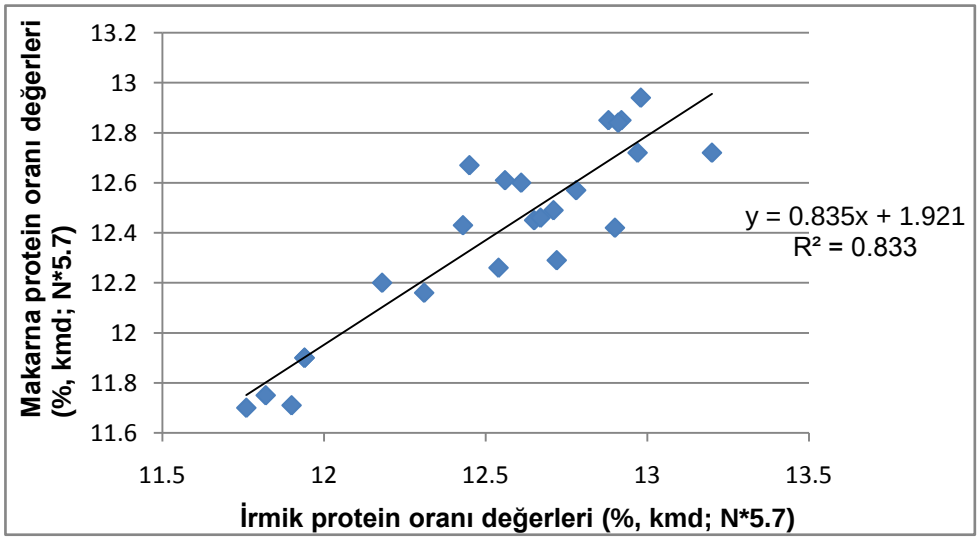

Şekil 4.12. Süne ve kımıl zararı görmüş tane oranı ile irmik protein oranı arasındaki ilişki (n=24)

Şekil 4.12.'de görüldüğü gibi süne miktarı arttıkça protein oranı azalmıştır. Bunun nedeni sünenin buğdayı ısırdığında buğday içerisine enzim bırakmasından kaynaklanmaktadır. Buğdayda bulunan enzimler öğütmeyle irmiğe karışır. İrmik yoğurma esnasında uygun şartlar sağlandığında enzimler proteinlerin parçalanmasına neden olur. Bu durumda spagetti makarnalarda protein bağ yapısının zayıflamasına ve kopmasına neden olur ve üretim esnasında dökülmeler meydana gelir.



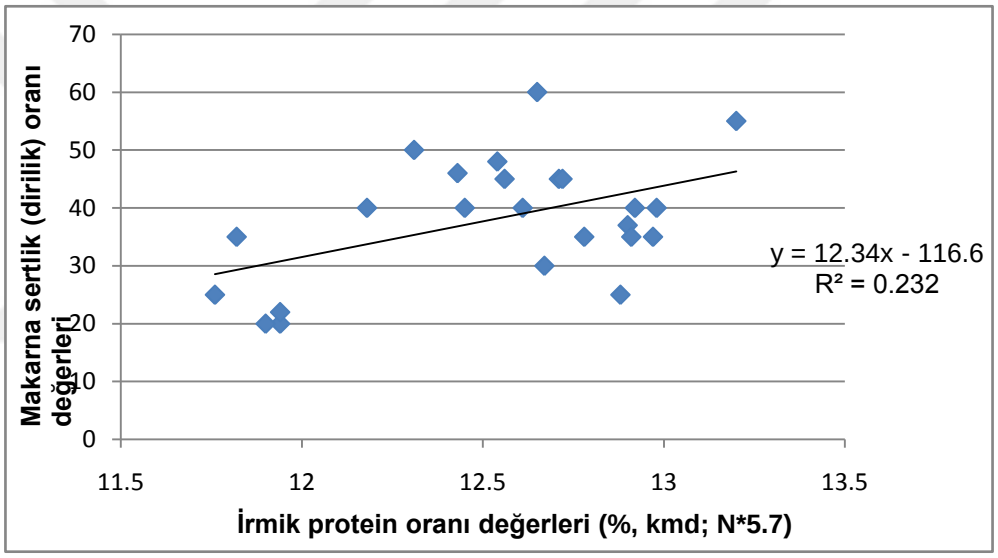

Şekil 4.13. Süne ve kımıl zararı görmüş tane değerleri ile irmik kahverengi pike değerleri arasındaki ilişki (n=24)

Şekil 4.13.'te görüldüğü gibi süne ve kımıl zararı oranı arttıkça irmikte bulunan kahverengi pike oranı artmaktadır. Süne-kımıl zararı ile kahverengi pike oranı arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır. Bunun nedenleri arasında; süne ve kımıl zararı görmüş tanelerin içinin boş olmasından dolayı öğütme esnasında bu tanelerden irmik elde edilemez. Bu şekilde kabuk öğütülmüş olur, öğütülen kabuk irmik içerisine karışarak irmikte kahverengi pikeye neden olur. Bu nedenle süne ve kımıl zararı görmüş buğdaylar alınmamalıdır.



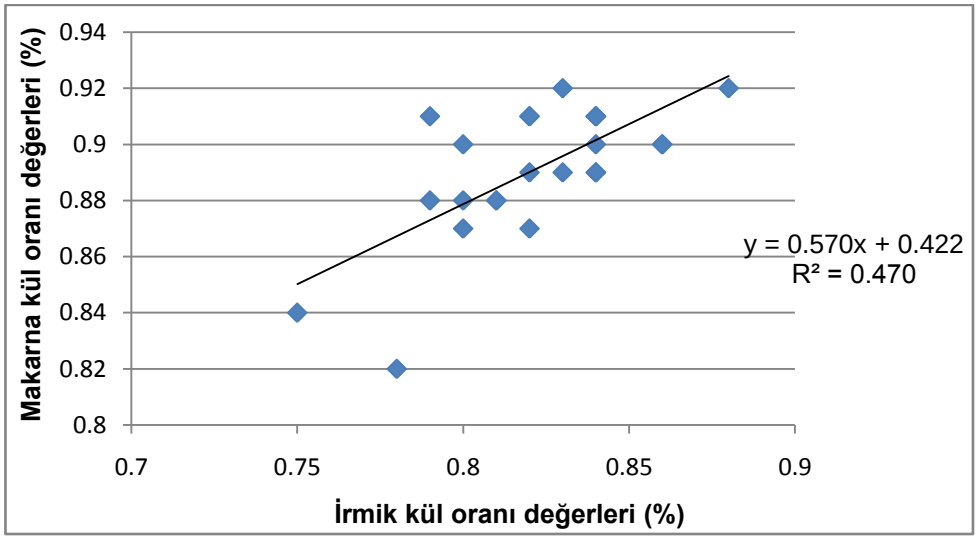

Şekil 4.14.: İrmik protein değerleri ile spagetti protein değerleri arasındaki ilişki (N=24)

Çizelge 4.8.'de görüldüğü gibi irmik proteini ile spagetti proteini korelasyonu arasında önemli düzeyde ilişki bulunmaktadır. Proteinler arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Yapılan analizler sonucunda yüksek proteinli bir irmikten yüksek proteinli spagettiler elde edilebileceği görülmektedir. Buğday öğütme esnasında dış kabuğun ayrılmasıyla (kepek kısmının uzaklaştırılmasıyla) irmik elde edilir. Böylelikle iç yapısının kimyasal yapısında herhangi bir değişme olmadığından protein miktarında da büyük ölçüde bir azalma görülmez. Bu nedenle spagetti proteiniyle irmik proteini arasında paralellik görülmektedir. Yüksek proteinli irmik kullanıldığında bu irmikten elde edilen spagetti proteinin değerleri birbirine yakın olur.



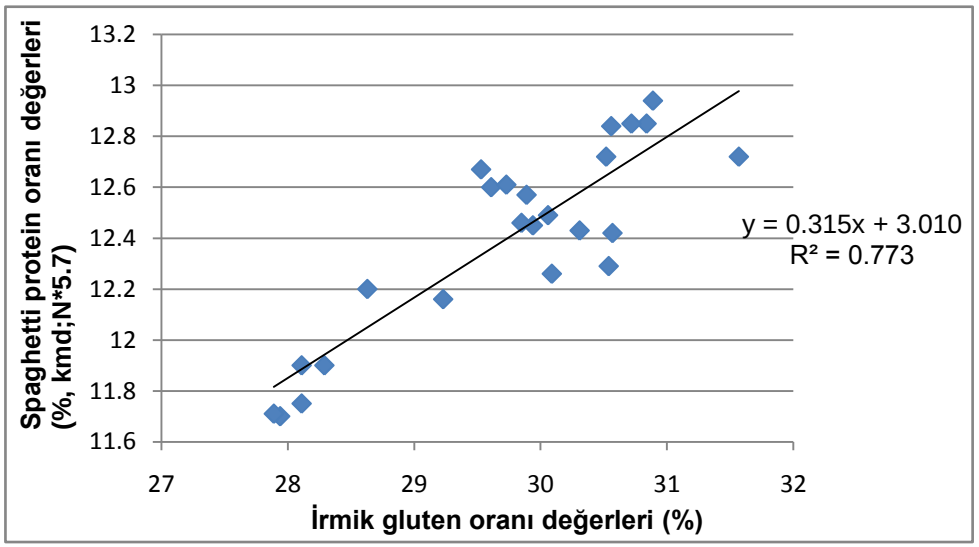

Şekil 4.15.İrmik protein değerleri ile spagetti sertlik (dirilik) değerleri arasındaki ilişki (n=24)

Çizelge 4.8.'de görüldüğü gibi irmik proteini arttığında spagettinin sertlik (dirilik) yani al dante'sinin ciddi bir biçimde arttığı ve irmik proteininde etkilendiği görülmektedir. İrmik proteini ile sertlik arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Kaliteli al dante'si iyi bir spagetti üretmek için proteini yüksek bir irmik kullanılması gerekmektedir.




Şekil 4.16. İrmik kül oranı değerleri ile spagetti kül oranı değerleri arasındaki ilişki (n=24)

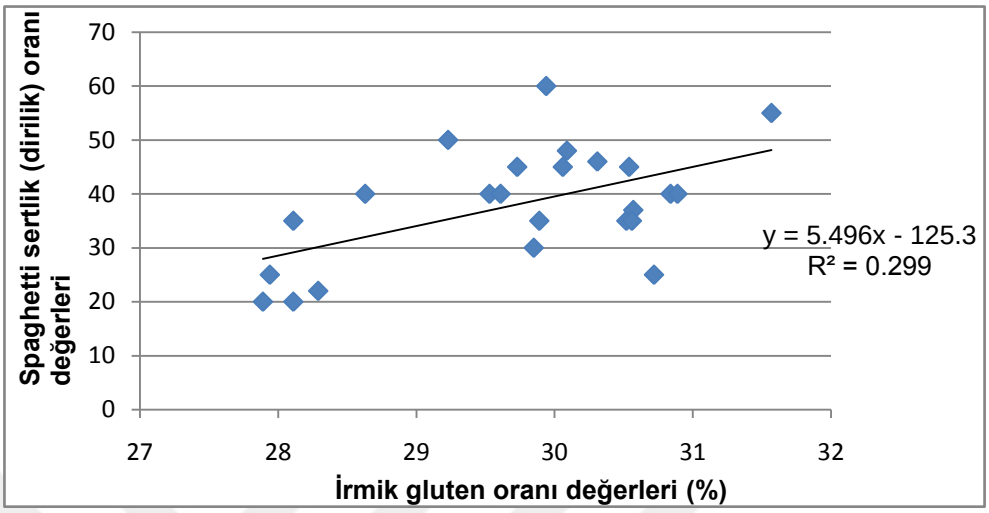
Şekil 4.16.'da görüldüğü gibi makarna kül değerleri ile irmik kül değerleri arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Buğday öğütülüp irmik haline getirilip siloya alındıktan sonra herhangi bir temizleme işlemine tabi tutulmadığından dolayı irmik içerisinde bulunan külü arttırıcı maddeler irmik içerisinde kaldığı için artış görülür. Başka bir etken maddesi olan su külü arttırabilmekte bu yüzden suyun makarnanın külüne etkisi araştırılabilir.




Şekil 4.17. İrmik gluten oranı değerleri ile spagetti protein oranı değerleri ilişkisi (n=24)

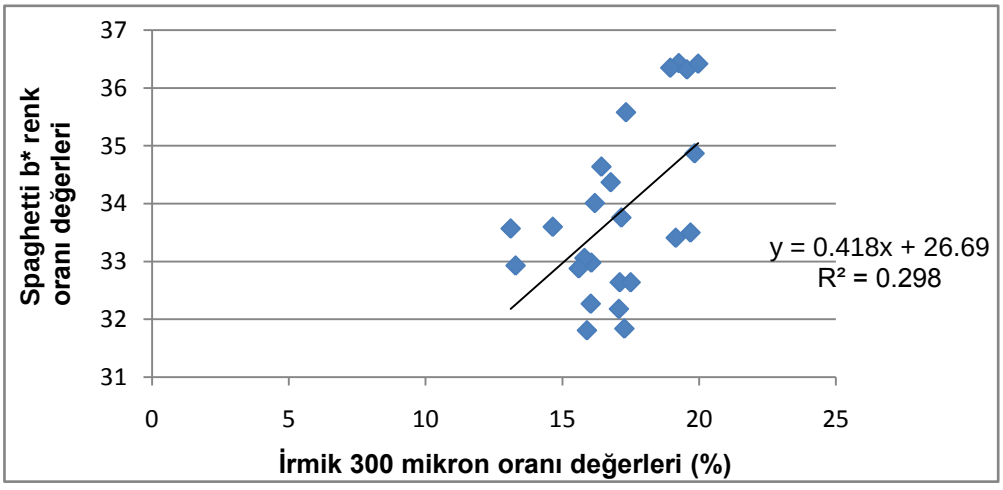
Şekil 4.17.'de görüldüğü gibi irmik gluten değerleri ile makarna protein

oranları arasında $R^2$ değeri yüksek ilişki bulunmuştur. Şekilde görüldüğü gibi gluten ve protein arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmektedir.



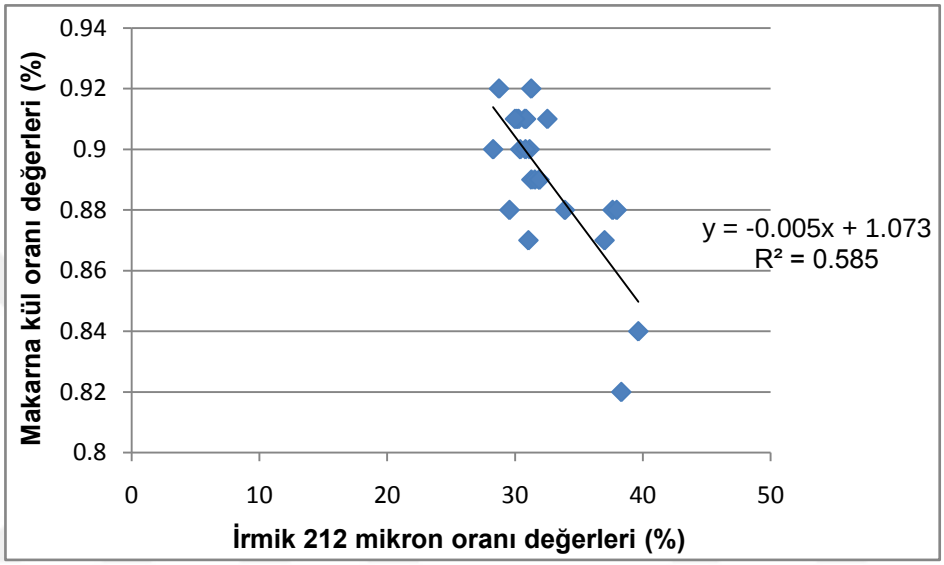

Şekil 4.18. İrmik gluten oranı değerleri ile spagetti sertlik (dirilik) değerleri arasındaki ilişki (n=24)

Şekil 4.18.'de irmik gluten değeri ile spagetti de bulunan sertlik (dirilik) arasında pozitif bir korelasyon değeri bulunmaktadır. Bunun en önemli nedeni daha önceki sonuçlarda belirtildiği gibi sertlik (dirilik) ile protein arasında pozitif bir korelasyon bulunmasıydı. Gluten ile protein arasında pozitif bir korelasyon olduğundan dolayı irmik gluten değerinin artması protein değerinin artmasına, protein değerinin artması sertliğin (dirilik) artmasına neden olmaktadır.



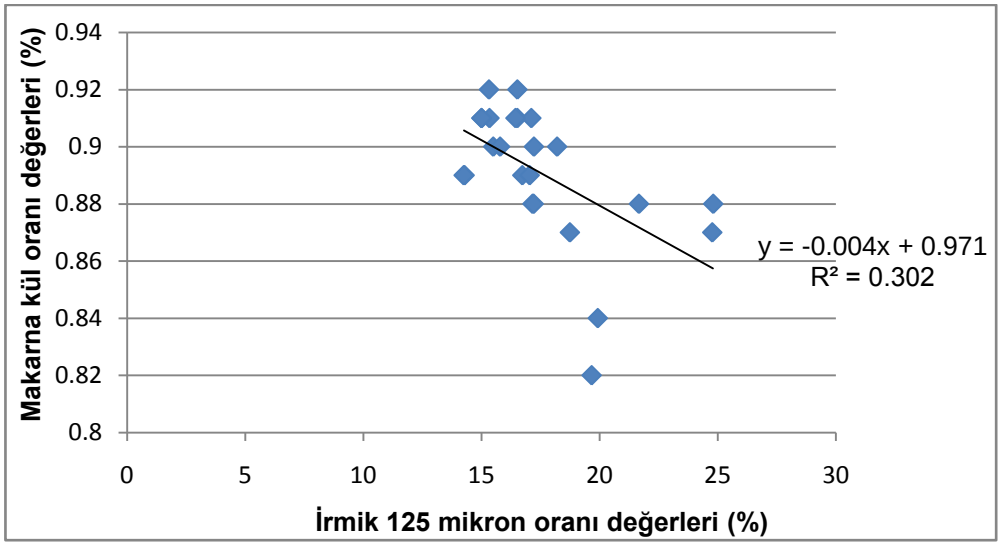

Şekil 4.19. 300 mikron iriliğindeki irmiğin spagetti de bulunan b* renk değeri arasındaki ilişki (n=24)

Şekil 4.19.'da görüldüğü gibi irmik 300 mikron değerleri arttığın da spagetti renk değeri olan b* değerinde de artış görülmüştür. İrmik öğütüldüğü zaman % granülizasyon değerinin toplam irmik içerisinde yaklaşık %17'sini oluşturmasından dolayı iriliği arttıkça toplam irmik karışımında etki oluşturması sebebiyle artış gösterdiğinde sarılık artmakta spagetti renk parametresi olan b* değerini pozitif yönde etkilemektedir.



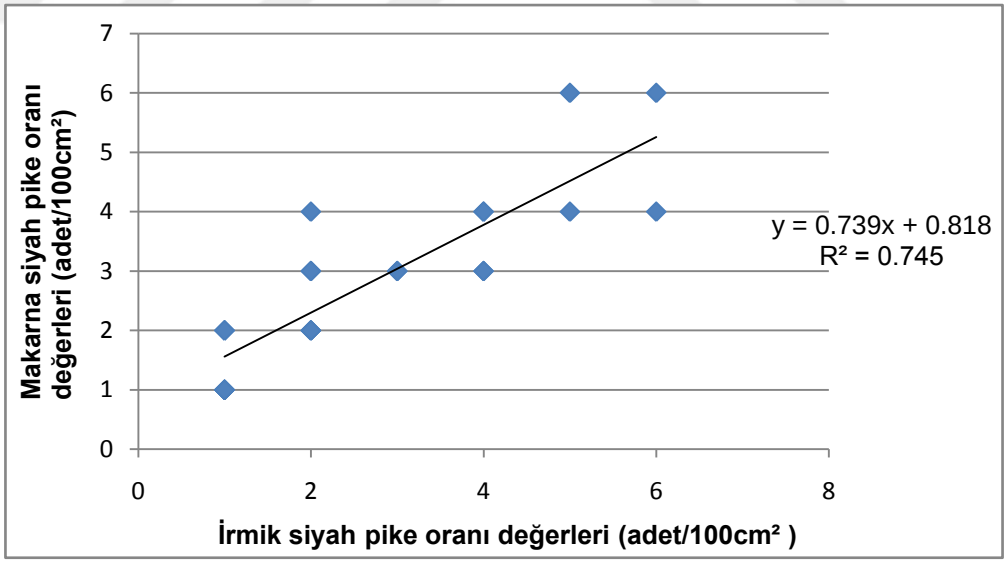

Şekil 4.20. 212 mikron iriliğindeki irmiğin spagetti de bulunan kül değeriyle ilişkisi (n=24)

Şekil 4.20.'de görüldüğü irmik iriliği göz önünde bulunduğunda elek altı miktarındaki artış valslerin daha çok sıkıldığını elek altı miktarındaki azalışın valslerin gevşek olduğu anlamına gelmektedir. 212 mikron, eleğin toplam irmik içerisindeki yaklaşık %32'sini oluşturmaktadır. 212 mikronun artışı elek altının azalışına neden olmaktadır. Valslerin sıkılması durumunda daha çok kepeğin irmiğe karışması anlamına gelmekte ve bu artışın kül miktarında değişimine neden olmaktadır.




Şekil 4.21. 125 mikron iriliğindeki irmiğin spagetti de bulunan kül değeriyle ilişkisi (n=24)

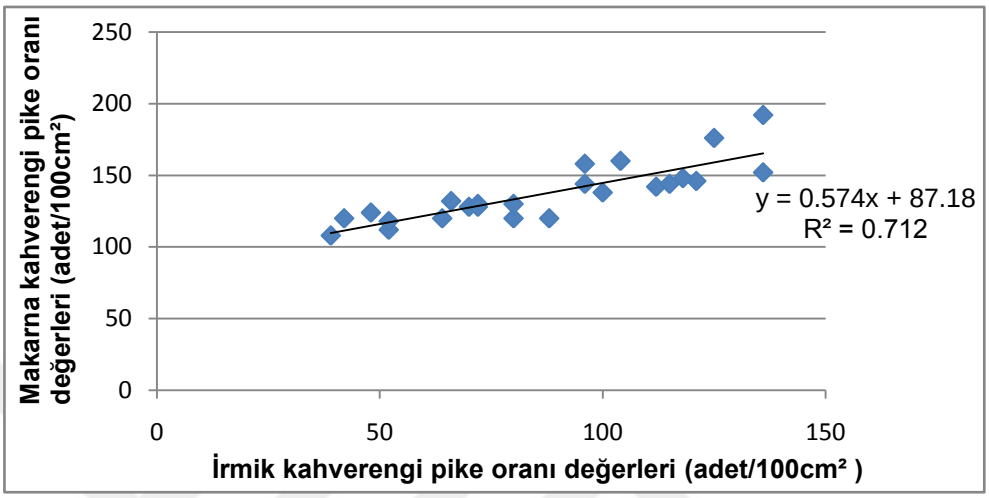
Şekil 4.21.'de anlatıldığı gibi 125 mikron irmik ile 212 mikron büyüklüğündeki irmik benzer özellikte kül değerine etki ettiği söylenebilir. Aynı şekilde 125 mikron miktarı irmiği arttıkça kül miktarında düşüşe neden olmakta, ters orantı görülmektedir.




Şekil 4.22. İrmik siyah pike miktarı ile spagetti siyah pike miktarı arasındaki ilişki (n=24)

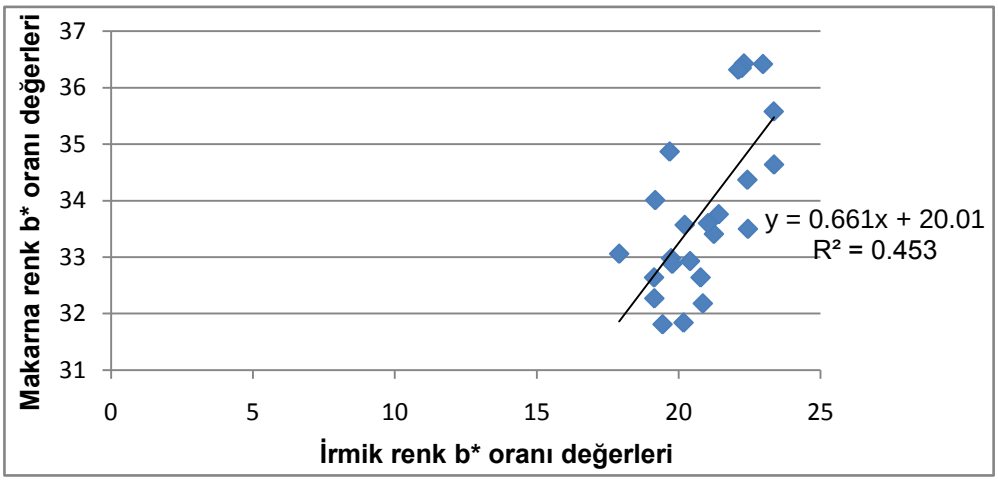
Şekil 4.22.'de görüldüğü gibi buğdaydan kaynaklı embriyo kararması ve yabancı maddelerden kaynaklı siyah pikenin öğütme esnasında irmiğe geçmesiyle, irmik iriliği ve ağırlığına yakın olduğu için irmik içerisinden ayrıştırılamamakta bu

sebeple spagetti de aynı miktarda görülebilmektedir. Son gelişen teknolojiyle renk farkına göre ayırma yöntemiyle cihaza renk aralığı tanıtılarak ayırma işlemi yapılır. Bu şekilde embriyosu kararmış taneler uzaklaştırılarak siyah pike miktarı düşürülebilir.



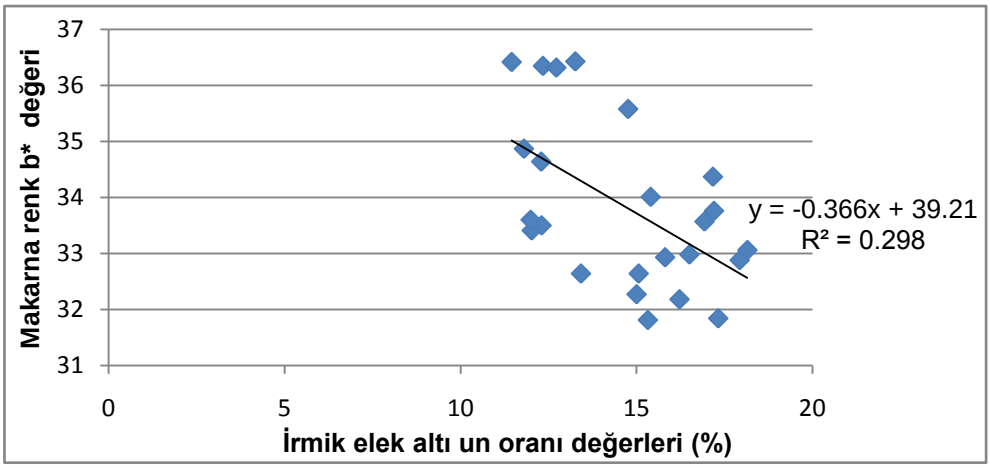

Şekil 4.23. İrmik kahverengi pike miktarı ile spagetti kahverengi pike miktarı arasındaki ilişki (n=24)

Şekil 4.23.'te görüldüğü gibi kahverengi pike miktarı genellikle öğütme aşamasındaki nedenlerden ve hammadde de bulunan nedenlerden kaynaklanmaktadır. İrmiğin çok ince öğütülmesi, kırık cılız tanelerin paçalda bulunması ve tavlamanın düzgün yapılmamasından dolayı kahverengi pike miktarı artmaktadır. İrmiğin çok fazla ince irmiğe öğütülmemesi, kalitesi yüksek camsı miktarı fazla buğday kullanılması ve tavlamanın düzgün yapılması durumunda kahverengi pike miktarında azalma görülecektir.




Şekil 4.24. İrmikte b* değeri ile spagetti b* değeri arasındaki ilişki (n=24)

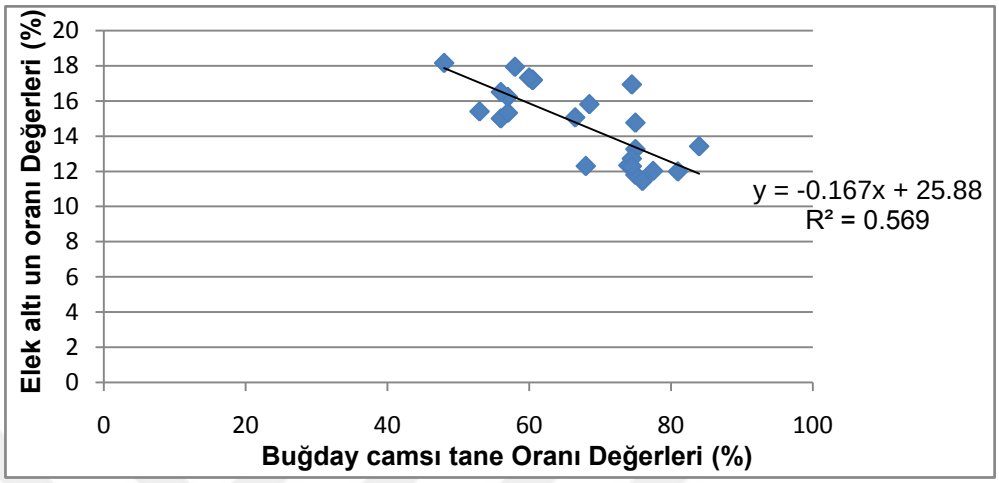
Şekil 4.24.'te görüldüğü gibi renk parametresi olan b* değeri 0'dan 100'e doğru artış gösterdiğinde sarılık artmaktadır. Kalite göstergesi olan b* değeri çizelge 10'da görüldüğü gibi pozitif bir korelasyon göstermektedir. Renk değeri buğdaydan, öğütmeden yabancı madde vb. etkenlerden etkilenmektedir. Bu değerler iyi olması durumunda Türk gıda kodeksinde belirtildiği gibi parlak sarımsı renkte spagetti üretilebilir.




Şekil 4.25. İrmik elek altı unu ile spagetti renk parametresi olan b* değerinin ilişkisi (N=24)

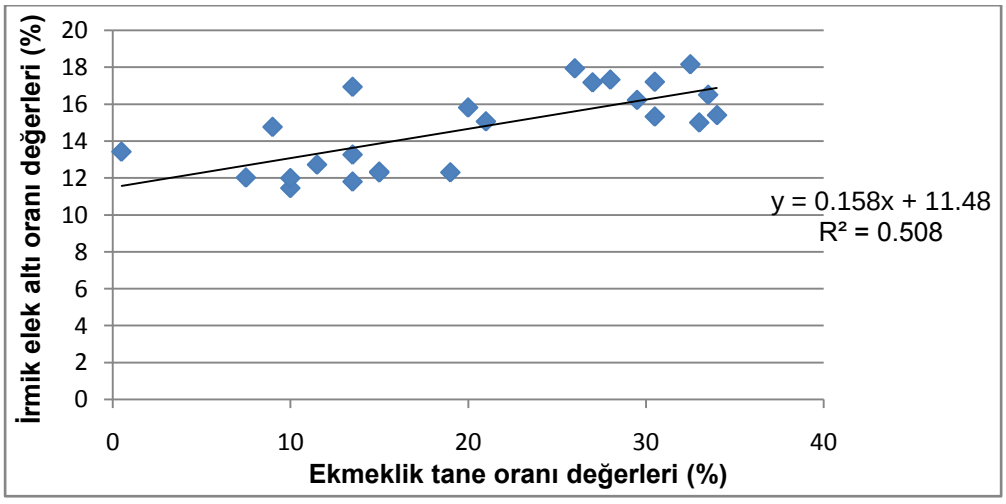
Çizelge 4.8'de belirtildiği gibi iki parametre arasında negatif bir korelasyon değeri bulunmaktadır. İrmik altı un miktarı artması durumunda irmik renginde sarılık oranı azalmaktadır. Sarılık oranını arttırmak için camsı oranı yüksek

buğdaylar kullanılmalı, granülizasyon iriliğini arttırmak ve paçal içerisinde bulunan yabancı madde miktarı ve ekmeklik miktarı oranı düşük olması durumunda istenilen parlak sarımsı renk elde edilebilir.




Şekil 4.26. Buğday camsı tane oranı ile elek altı un oranı değerleri arasındaki ilişki (n=24)

Paçal içerisinde bulunan camsı tane oranı arttıkça paçal içerisindeki dönmeli tane, cılız tane, diğer hububatlar ve süne ve kımıl tane zarar görmüş oranı ve ekmeklik tane oranı gibi değerler azalacağı için elek altı miktarında da azalma görülecektir. Bu yüzden öğütülen buğdayın camsı oranı değeri çok önemlidir. Şekil 4.26.'da görüldüğü gibi camsı tane oranı ile elek altı un arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır.




Şekil 4.27. Ekmeklik tane oranı ile irmik elek altı un değerleri arasındaki ilişki (n=24)

Ekmeklik buğday yapısı itibarı ile endospermi un formunda olduğu için paçal içerisindeki ekmeklik tane oranı arttıkça irmik içerisinde bulunan un miktarı artar. Bu sebeple elek altı un miktarında da artış gözlenir. Şekil 4.27.'de görüldüğü gibi ekmeklik tane oranı arttıkça elek altı un miktarı da artar. İkisi arasında pozitif bir korelasyon vardır.

# 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada irmik ve makarna üretimi yapan fabrikada alımı yapılan buğday, irmik ve makarna örneklerinde gerekli fiziksel, kimyasal, fiziko-kimyasal ve makarna pişme analizleri yapılmıştır. Böylece buğdayın öğütülmesi ve irmik üretilmesi aşamasında makarnanın kalitesini olumsuz etkileyen fiziksel, kimyasal ve fiziko-kimyasal faktörler belirlenmiştir. Buğdaydaki protein, gluten, renk ve kül gibi kalite özellikleri ve derecelendirme faktörleri ile irmik ve makarnadaki değerler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

Çalışmada, Mardin'de bulunan İlhan Un İrmik Makarna Gıda San. ve Tic.A.Ş fabrikasında 24.11.2015 ve 09.05.2016 tarihleri arasında irmik öğütmek için kullanılan 24 parti paçal (Svevo, Burgoz, Sarıçanak, Fırat 93 çeşitleri) buğdaydan elde edilen irmik ve aynı irmikten üretilen makarna örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Fabrikanın normal üretim zamanında almadığı bazı parti buğdaylar bu araştırmada kullanılmak üzere alınmış ve bazı derece faktörlerinin irmik ve makarna kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla toplam 24 buğday ve irmik örneği ile 1.2 mm kalınlığında 11 spagetti ve 1.7 mm kalınlığında da 13 spagetti örneği analiz edilmiştir.

Analizi yapılan örneklerde buğdayda bulunan embriyo kararmasının spagettide siyah pikeye neden olduğu görülmüştür. Protein, camsılık ve yaş gluten miktarının atması durumunda makarna kalitesi üzerinde olumlu yönde etki ettiği, süne ve kımıl zararının artması durumunda olumsuz yönde etki ettiği görülmüştür.

Tüm spagetti örneklerde TOM (toplam organik madde) değeri ortalama 2.15 g/100g (1.42-3.82) arasında değişmiştir. Yapışkanlık, kümeleşme ve sertlik değerleri ise sırası ile 37.17 (20-57); 35.13 (15-55) ve 38.04 (20-60) arasında bulunmuştur. Çalışmada pişme kalitesi düşük spagetti örneklerinin olmasının nedeni buğday içerisinde ekmeklik buğday, süne vb. kaliteyi olumsuz etkileyen faktörlerin bulunması ve işlenen hammadde kalitesinin her partide benzer kalitede olmamasıdır.

Paçala giren durum buğday çeşit'i ve protein oranının düşük veya yüksek olması da bu sonuçların alınmasında etkili olmuştur.

Farklı kalınlıktaki spagetti örneklerinin pike ve pişme değerine bakıldığında 1.2 mm kalınlığındaki spagetti örneklerinin pişme ve TOM değerleri 1.7 mm kalınlığındaki spagetti sonuçlarına göre daha düşük, beyaz ve siyah pike değerleri ise daha fazla bulunmuştur. Ayrıca bu tez çalışması için yüksek miktarda ekmeklik buğday içeren hammadde kullanılmış bundan dolayı makarna pişme özelliklerinin düşmesine neden olmuştur. İnce spagetti örneklerinde ortalama TOM değeri 2.58 g/100g (2.0 g/100g-3.82 g/100g) iken kalın spagettilerde 1.79 g/100g (1.42 g/100g - 2.67 g/100g) olarak bulunmuştur. Bu sonucun nedeni ince spagetti üretimi için düşük kaliteli hammadde kullanılması veya uygulanan pişme testinin ince olanlarda daha fazla TOM değeri çıkmasına neden olmasıdır. Bu nedenle pişme metodunun spagetti kalınlığına göre modifiye olması gerekebilir.

Buğdayda yapılan analiz sonuçları ile irmik analiz sonuçları arasındaki korelatif ilişkiler incelendiğinde; buğday protein oranı ile $p<0.001$ düzeyinde önemli korelatif ilişkisi olan irmik kalite kriterleri protein (0.861***) ve yaş gluten (0.858***) olarak bulunmuştur. Ayrıca buğday camsılık oranı ile irmik protein oranı arasında da 0.699*** gibi önemli pozitif korelatif ilişki saptanmıştır. Bu bulgular beklenen sonuçlar olup hammaddenin protein, yaş gluten ve camsılık oranları irmiğin bu değerlerini etkilemiştir.

Siyah pike ile ekmeklik buğday ve süne-kımıl zararı oranı arasında $p<0.001$ düzeyinde anlamlı pozitif, camsı tane oranı ile negatif ilişki belirlenmiştir. Sonucun bu şekilde çıkmasının nedeni kırışık ekmeklik buğday ve süne emgili tanelerin paçala girmesi sonucu kepek oranının artması ve siyah pikeye neden olmasıdır. Camsı tane oranı ile siyah pike arasındaki $p<0.001$ düzeyinde negatif ilişki çıkmasının nedeni ise camsı tane oranı yüksek olan hammaddenin nispeten saf durum buğdayından ibaret olması olabilir.

İrmik partikül iriliği elek altı (<125 mikron) olanlarla ekmeklik buğday tane oranı arasında p<0,001 düzeyinde önemli pozitif ilişki elde edilmiştir. Bu sonucunun tam tersi ise camsı tane oranı ile elek altı arasında bulunmuştur (R=0.074). Bunun nedeni de unsu olan ekmeklik buğdaydan çok küçük partiküllü ürün elde edilmesidir. Camsı tane oranı, protein oranı ve hektolitre ağırlığı artınca >212 mikron üzerinde olan irmiklerde artış gözlenmiştir.

Buğday protein oranı ile irmik ve spagetti protein oranı arasında p<0.001 düzeyinde önemli pozitif korelasyon değerleri bulunmuştur. Benzer pozitif ilişki irmik siyah pike ile makarna siyah pike, irmik kahverengi pike ile makarna kahverengi pike, irmik siyah pike ile makarna beyaz pike ve irmik b* değeri ile makarna b* değeri arasında da elde edilmiştir.

İrmik ile spagetti kül sonuçları arasındaki korelasyon değeri 0.686*** olarak bulunmuştur. Bu ilişkinin daha yüksek olması bekleniyor. Fakat çalışmada Foss cihazı kullanılması ve üretimde irmiğe karışan suyun özelliğinden kaynaklanıyor olabileceği için böyle bir sonuç elde edilmiştir.

Tüm bu sonuçlara göre; hammadde kalitesinin ve derece faktörlerinin irmik ve makarna kalitesi ile dış görünüşü üzerine çok etkili olduğu saptanmıştır. Bu çalışma fabrikada işlenen buğday ile bu buğdaydan üretilen irmik ile spagetti kalitesi ve dış görünüşü arasındaki ilişkiyi incelemesi açısından önemlidir. Çünkü daha önce benzer özellikte yapılan bazı çalışmalar laboratuar tipi değirmende öğütülen ve spagetti yapılan çalışmaları kapsamaktadır. Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde;

- Çiftçinin durum buğdayı üretirken sanayicinin isteklerine göre yetiştirme tekniği uygulama yapması, uygun tohumluk kullanması ve hasat harman işlemlerine özen göstermesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

- Sanayicinin ise buğday alımında irmik ve makarna kalitesini bozmayacak özellikte alım yapması gerekmektedir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda fabrika düzeyinde, makarna çatlaması ve kırılması gibi parametreler üzerinde çalışılmalıdır. Bunun için buğdayda makarna çatlaması ve kırılması üzerine etki eden buğday kalite değerleri ile proses aşamasında etkili olan faktörler objektif yöntemlerle ölçülerek araştırılmalıdır.

Makarnalar pişirilirken uygulanan pişme süresinin tüm kalınlıktaki makarnalar için eşit tutulmasından dolayı pişme özelliklerinde ve suya geçen madde miktarında farklılıklar görülmekte ince spagettilerde bu değerler yüksek çıkmaktadır. Bu yüzden pişme sürelerinin kalınlığa göre ayarlanması ve bu şekilde pişme testlerinin yapılması gerekmektedir. Bu şekilde bir çalışma yapılarak araştırılmalıdır.

Elde edilen sonuçlara göre irmik ve makarna arsındaki kül korelasyon değerinin bulunan değerden daha yüksek bir değer bulmak için kül sonuçları Foss cihazına ek olarak kül fırınında yapılmalı ve irmiğe katılan suyun özellikleri araştırılmalıdır.

## KAYNAKLAR


AALAMİ, M., 2006. Physico-chemical properties and spaghetti making quality of Indian durum wheat. Central Food Technological Research Institute Mystore, M.Sc. India, 324p.

AALAMİ, M., LEELAVATHİ, K. and RAO, U.J.S.P., 2007. Spaghetti making potential of Indian durum wheat varieties in relation to their protein, yellow pigment and enzyme contents. Food Chemistry,3(100): 1243-1248.

ANONİM, 2002. Standard practice for obtaining spectrophotometric data for object-color evaluation. American Society for Testing and Materials (ASTM) Method No: E 1164, 02 Kasım 2017.

TÜİK, 2016. http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/hububatraporu 2016.pdf., 02 Kasım 2017.

ANONİM,2017a.http://www.makarna.org.tr/d/makarna-sektoru/makarna-tuketimi/42/., 25 Mayıs 2017.

ANONİM, 2017b. http://www.makarna.org.tr., 27 Mayıs 2017.

ANONİM, 2017c. http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2002-20.html., 25 Mayıs 2017.

ANONİM, 2017d. http://www.makarna.org.tr/turkce/konu_detay.aspx?id=7., 26 Mayıs 2017.

ANONYMOUS 2015. American Association of Cereal Chemists. www.http://methods.aaccnet.org/., 01 Ocak 2017.

AKTAN, B. ve ATLI, A., 1993. Çakmak 79 ve Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşitlerinin makarna pişme kalitesine azotlu gübre uygulamasının etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2(1): 37-47.

AKTAN, B., ATLI, A. ve TUNCER, T., 1993. Makarna Pişme Kalitesinin Tespitinde Kullanılan Yöntemler Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Sempozyumu, 30 Kasım-3Aralık, Ankara, s330-334.

ALTAN, A., 1986. Tahıl İşleme Teknolojisi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 107s.

ATLI, A., 1985. İç Anadolu'da Yetiştirilen Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerin Kalite Özellikleri Üzerine Çevre ve Çeşitin Etkisi. Doktora Tezi. A. Ü. Zir. Fak. Ankara, 165s.

ATLI, A., 1987. Kışlık tahıl üretim bölgelerimizde yetiştirilen bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin kaliteleri ile kalite karakterlerinin stabilitesi üzerine araştırmalar. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 6-9 Ekim, Bursa, sayfa 443-454.

ATLI, A., KOÇAK, N. ve AKTAN, B., 1993. Ülkemiz çevre koşullarının kaliteli makarnalık buğday yetiştirmeye Uygunluk yönünden değerlendirilmesi, Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu, 30 Kasım-3 Aralık 1993, Bildiriler Kitabı, , Ankara, 608s.

AYDEMİR, T., DÖNMEZ, Ö., YILMAZ, K. ve SEZER, N., 2003. Tescilli makarnalık buğday çeşitlerinin verim ve kalite yönünden değerlendirilmesi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim 2003, Diyarbakır, s.498-506.

BORELLİ, G.M., TROCCOLİ, A., DİFONZO, N. and FARES, C., 1999. Durum wheat lipoxygenase activity and other parameters that affect pasta color. Cereal Chemistry, 3(76): 335-340.

BORELLİ, G. M., TROCCOLİ, A., FARES, C., TRONO, D., DE LEONARDİS, A. M., PADALİNO, L., PASTORE, D., DEL GİUDİCE, L. and Dİ FONZO N., 2000. Lipoxygenase in durum wheat: What is the role in pasta color? in Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges.Serie A. Seminaires Mediterraneens; n.40. CIHEAM-Options Mediterranean'p.497-499.

BOZKURT, M., 2012. Effect of different wheat varieties on pasta quality. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 106s.

BUSHUK, W., 1998. Wheat breeding for end-product use. Euphytica, Netherlands 1-3(100): 137-145.

CUBADDA, R., 1988. Evaluation of durum wheat, semolina and pasta in Europe,In: G. Fabriani and C. Lintas (Editors), Durum Wheat: Chemistry and Technology, St. Paul, Minnesota, AACC: s.217-228.

CUBADDA, R. ve CARCEA, M., 2003. Pasta and Macaroni: Methods and Manufacture. in Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (2ndEdition). (eds.) Caballero, B., Fi nglas, P., Trugo, L., Academic Press, Elsevier Ltd. doi:10.1016/B0-12-227055-X/00886-5, p.4374-4378.

DEXTER, J. E. and MATSUO, R. R., 1978. Effect of semolina extraction rate on semolina characteristics and spaghetti quality. Cereal Chem, 6(55): 841-852.

DEXTER, J. E. and MATSUO, R. R., 1980. Relationship between durum wheat protein properties and pasta doughrheıolgy abd spaghetti cooking quality. J. Agric. Food Chem, 5(28): 899-902.

DEXTER, J.E. and MATSUO, R.R., 1981. Effect of starchy kernels, immaturity, and shrunken kernels on durum wheat quality. Cereal Chem, 5(58): 395- 400.

DEXTER, J. E. and MATSUO, R. R., 1982. Effect of smudge and black point, mildewed kernels, and ergot on durum wheat quality. Cereal Chem, 1(59): 63-69.

DEXTER, J. E., WILLIAMS, P. C., EDWARDS, N. M. and MARTIN, D. G., 1988. The relationship between durum wheat vitreous ness, kernel hardness and processing quality. J. Cereal Sci, 2(7): 169-181.

DEXTER, J. E., MARCHYLO, B. A., MACGREGOR, A.W. and TKACHUK, R., 1989. The structure and protein composition of vitreous, piebald and starchy durum wheat kernels. J. Cereal Sci. 1(10): 19-32.

DEXTER, J. E., MATSUO, R. R. and KRUGER, J. E., 1990. The spaghetti-making qualityof commercial durum wheat samples with variable α-amilase activity. Cereal Chemistry, 5(67): 405-412.

DEXTER, J.H. and EDWARDS, N.M., 1998. The Implications of Frequently Encountered Grading Factors on the Processing Quality of Durum Wheat., Presented at the 102nd Association of Operative Millers (AOM) Trade Show, May 2-6, Phoenix, Arizona, s.1-30.

D'EGIDIO, M. G., DE STEFANIS, E., FORTINI, G., GALTERIO, S., NARDI, S., SGRULLETTA, D. and BOZZINI, A., 1982. Standardization of cooking quality analysis in macaroni and pasta products. Cereal Foods World, 8(27): 367-368.

D'EGİDİO, M.G., MARİANİ, B.M., NARDİ, S., NOVARO, P. and CUBADDA, R., 1990. Chemical and technological variables and their relationships: A predictive equation for pasta cooking quality. Cereal Chem, 3(67): 275-281.

D'EGİDİO, M.G., NARDİ, S., 1998. Textural measurement of cooked spaghetti. In: *Pasta and Noodle Technology* American Association of Cereal Chemists, St Paul MN USA, pp p.133-156.

DİCK, J.W., MATSUO R.R., 1988. Durum Wheat and Pasta Products. Wheat: Chemistry and Technology, 3 rd ed. Vol. 1. Y. Pomeranz, ed. Am. Assoc. Cereal Chemistry St. Paul, MN, p.507-547.

EDWARDS, N.M. and DEXTER, J. E., 2009. Factors Associated with the Bread-Making Potential of Durum Wheat, Chapter 3. "Alınmıştır: The ICC Book of Ethnic Creal-Based Foods Baverages Across the Continents. (eds)Taylor, John R.N., Cracknell, Robert L., The University of Pretoria Lynnwood Rood Pretoria, South Africa, p.47-62.

ELİAS, M. M. and MANTLEY. F. A., 2005. Produscts: Present and Future Uses: in Durum Wheat Breedşing, Current Approaches and Future Strategies. Haworth Press. Pages 63-85.

FEILLET, P., 1988. Protein and enzyme composition of durum wheat. Durum Wheat: Chemistry and Technology. G. Fabriani and C. Lintas, eds. Am. Assoc. St. Paul, MN. Cereal Chem, Pages 93-119.

FEILLET, P. and DEXTER, J.E., 1996. Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production. Pages 95-131 in: Pasta and Noodle Technology.J.E. Kruger, R.R. Matsuo and J.W. Dick, eds. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

INGELBRECHT JA, MOERS K, ABECASSİS J, ROUAU X. and DELCOUR JA., 2001. Influence of arabinoxylans and endoxylanases on pasta processing and quality. Production of high quality pasta with increased levels of soluble fiber. Cereal Chemistry, 78 (6): 721-729.

IRVINE, G. N., 1965. Durum Wheat: fifty years of progress. Cereal Sci. Today 6(10): 328-332.

IRVINE, G.N., 1971. Durum Wheat and pasta products. Pages 777-796 in Wheat Chemistry and Technology. 2nd ed. Y. Pomeranz, ed. AACC Inc. St. Paul, MN., USA.

KİLL, R.C. and TURNBULL, K., 2001. Pasta and Semolina Technology 2001. Blackwell Science Ltd: 25 Jonh Street, London, 226p.

KÖKSEL, H., 1990. *Triticum durum* Islah Programındaki Bazı Buğdayların Kalitelerinin Tespitinde Yeni Tekniklerin Uygulanması Üzerine Araştırmalar, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 115s.

KÖKSEL, H., SİVRİ, D., OZBOY, O., BASMAN, A. ve KARACAN, H., 2000. Hububat Laboratuvarı El Kitabı. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 47, Ankara, s.106.

LEPAGE, M., SİMS, R.P.A., 1968. Carotenoids of wheat flour: Their identification and composition. Cereal Chemistry, 6(45): 600-604.

MATSUO, R. R., DEXTER, J. E. and MAC GREGOR, A. W., 1982. Effect of sprout damage on durum wheat and spaghetti quality. Cereal Chem. 6(59): 468-472.

MALCOLMSON, L.J., MATSUO, R.R. and BALSHAW, R., 1993. Effects of dryingtemperature and farina blending onspaghetti quality using responce surfacemethodology. Cereal Chemistry, 70(1):1-7.

NACHİT MM, BAUM M, IMPİGLİA A, KETATA H (1995). Studies on some grain quality traits in durum wheat grown in Mediterranean environments in durum Wheat improvement in the Mediterranaen region: Serie A. Seminaries Mediterraneens; n. 22. CIHEAM- Options Mediterranean Zaragoza, Spain. CIHEAM-IAMAZ pp.181-187.

ÖZDEREN,T.,OLANCA,B., SANAL,T., SIVRI, Ö.D. and KÖKSEL, H., 2008. Effects of suni-bug (*Eurygaster* spp.) damage onsemolina properties and spaghetti quality characteristics of durum wheats (*Triticum durum* L.). Journal of Cereal Science, 2(48): 464-470.

PEHLIVAN, A., EVLICE, A. K., ŞANAL, T., ÇINKAYA, N., ÖZDEREN, T. ve KEÇELI, A., 2008. Makarnalık buğdaylarda (*Triticum durum* Desf) irmik rengi ile tane rengi arasındaki ilişkinin incelemesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, Konya, s.819-823.

SAKİN, M. A., SAYASLAN, A., DÜZDEMİR, O. ve YÜKSEL F., 2011. Quality characteristics of registered cultivators and advanced lines of durum wheats grown in different ecological regions of Turkey. Canadian JournalPlant Science, 2(91): 261-271.

SİSSONS, M.J., 2004. Pasta In: Wrigley C, Corke H, Walker C (eds) *Encyclopaedia of grain Science, Elsevier, Australia*, pp.409-418.

SÖZER, N., KAYA, A., 2002. Spaghettinin Dokusal ve Pişme Özellikleri. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, 3-4 Ekim, Gaziantep, s339-351.

TUNCER, T., 1994. Makarna Üretiminde Bazı Öğütme Faktörlerinin Kaliteye Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 109s.

ULUÖZ, M., 1965. Buğday, Un ve Ekmek Analizleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:57, İzmir, 95s.

V. WEBERS. and G. SCHRAMM., 2017. Faults in Pasta: Their Causes and Ways of Preventing Them (3): 353-356.Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir, 95s.

WASIK, R. J., 1978. Relationship of protein composition of durum wheat with pasta quality and the effects of processing and cooking on these proteins, Can. Inst. Food Science Technology, 2(11), 129-134.

## ÖZGEÇMİŞ

**KİŞİSEL BİLGİLER**

**Adı Soyadı** : Mehmet AKIN

**Uyruğu** : T.C.

**Doğum Yeri ve Tarihi:** 15/10/1986

**Telefon** : 0543 638 64 26

**Faks** : -

**e-mail** : memet_507@hotmail.com

**EĞİTİM**

| **Derece** | **Adı, İlçe, İl** | **Bitirme Yılı** |
|---|---|---|
| **Lise** | : Ceylanpınar Lisesi/ Ceylanpınar/ Şanlıurfa | 2003-2004 |
| **Üniversite** | : Harran Üniversitesi Osmanbey/ Şanlıurfa | 2013 |
| **Yüksek Lisans** | : Harran Üniversitesi Osmanbey/ Şanlıurfa | |
| **Doktora** | : - | |

**İŞ DENEYİMLERİ**

| **Yıl** | **Kurum** | **Görevi** |
|---|---|---|
| 2013 | İlhan Un İrmik Makarna Gıda San. Tic. A.Ş | Gıda Mühendisi |
| 2016 | İlhan Un İrmik Makarna Gıda San. Tic. A.Ş | Üretim Müdürü |

**UZMANLIK ALANI**

**YABANCI DİLLER**

**BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER**

**YAYINLAR**