



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİYEL ŞARTLARDA UYGULANAN TAŞLI KABUK SOYMA İŞLEMİNİN DURUM BUĞDAYININ ÖĞÜTME VE MAKARNA YAPIM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Özkan KOYUNCU

DOKTORA TEZİ

HAZİRAN-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ENDÜSTRİYEL ŞARTLARDA UYGULANAN TAŞLI KABUK SOYMA İŞLEMİNİN DURUM BUĞDAYININ ÖĞÜTME VE MAKARNA YAPIM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Özkan KOYUNCU

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Adem ELGÜN

2020, 121 Sayfa

Jüri

...

..

..

Bu çalışmada, *Tr. durum* makarnalık buğday paçalı kullanarak, irmik değirmenciliğinde taşlı kabuk soyucular ile öğütme öncesi tanenin kabuk tabakalarını uzaklaştırmak, unsu endosperme alöron tabakası dahil edilerek irmik verimi ve katma değeri daha yüksek irmik ve makarna elde edilmesi tasarlanmıştır. Bu amaçla yeni sistem oluşturmada, klasik temizlemede yaygın olarak kullanılan *rotorlu yatay kabuk soyucuya* ilaveten çoğunlukla bulgur fabrikalarında kullanılan *dikey taşlı kabuk soyucu* kullanılmış, kazınarak soyulan materyal terminal hıza göre ayırma yapan *radyal tarar* uygulaması ile uzaklaştırılarak buğday tanesi öğütmeye hazır hale getirilmiştir. Çalışmada klasik sistem ile taşlı kabuk soyma (TKS) takviyeli sistem, öğütme kalitesi ile irmik ve makarnanın kalitatif ve kantitatif özellikleri açısından karşılaştırılmıştır. Denemeler, endüstriyel soyma işlemini takiben laboratuvar ortamı ve endüstriyel şartlarda tekrarlanmış, sonuçlar istatistiki analizlere tabi tutularak değerlendirilmiştir ($P<0,05$).

Laboratuvar ortamında, *masa üstü taş değirmen* kullanılmış, %16 tav suyu ve 9 saat dinlendirme süresinin; irmik verimi ve özellikleri açısından optimum tavlama şartı olduğu tespit edilmiştir. Masa üstü laboratuvar değirmeni ile yürütülen çalışmalarda, taşlı soyma işleminin tavlama öncesi kabuk soyma (TÖKS) ve sonrasında (TSKS) olmak üzere etkisi araştırılmış, taşlı soyma işleminin klasik olana göre öğütme işlemini kolaylaştırdığı, TÖKS uygulamasının irmik verimi dışında daha iyi irmik ve makarna özellikleri sağladığı tespit edilmiştir. TKS işlemi, tanede kırılmaları, gluten miktarı ve kalitesini artırmış, irmik altı un, kül miktarı ve enzimatik aktiviteyi düşürmüş, başta sarı renk yoğunluğu olmak üzere daha cazip renk özellikleri sağlamıştır. Taşlı kabuk soyma işlemlerinin, tanede klasik sistemde oluşan mikrobiyolojik yükü düşürmede önemli etkiye sahip olduğu açıkça görülmüştür ($P<0,05$). *MLU-202 Pilot İrmik Değirmeni* ile yürütülen çalışmalarda, TÖKS uygulamasıyla irmikteki pike miktarı hızla düşmüş, daha düşük irmik altı un ve ideal irilik dağılışı ile deskriptif olarak daha cazip irmik rengi elde edilmiştir. Kimyasal bileşimde istatistiki açıdan önemli bir farklılık elde edilememiş, deskriptif olarak kül ve protein miktarlarında biraz artış gözlenmiştir. İrmik kalitesi açısından, deskriptif veriler TÖKS işlemi ile irmiğin gluten miktar ve kalitesinde artış olduğunu, enzimatik aktivitenin düştüğünü, ekstensogram özelliklerinin iyileştiğini göstermektedir. Taşlı soyma sistemi, klasik sisteme göre pilot öğütme şartlarında muhtemelen kontaminasyon kolaylığından daha yüksek mikrobiyel yük göstermiştir. Makarna örneklerinin kahverenk ve beyaz benek miktarı bakımından taşlı soyucu ile klasik sistem arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. TÖKS uygulaması TSKS'ya göre daha düşük kül ve selüloz, buna karşılık daha yüksek protein miktarı sağlamıştır. Pişirme denemelerinde TÖKS uygulaması ile makarna örnekleri daha iyi su absorbe etmiş ve suya geçen kuru madde miktarı düşük olmuştur.

Endüstriyel ortamda yürütülen çalışmalar, klasik sistemdeki aynı diyagram ve öğütme debisinde uygulanmıştır. Yeni Tavlama Öncesi Taşlı Kabuk Soyma (TÖKS) uygulaması ile rutin klasik sistem karşılaştırılmıştır. Bu sebeple taşlı soyma (TÖKS) uygulaması, tavlamaya giren buğday miktarına göre irmik veriminde düşmeye sebep olmuştur ($P<0,05$). Endüstriyel uygulamalarda, iki metot arasında pikeleşmede farklılık görülmemiş, taşlı soyma işlemi irmik altı un miktarını, alöron tabakası kazanımına bağlı olarak irmikte kül ve protein miktarını artırmıştır. Özellikle %16 tav suyunda, uzun süreli yani 16 saat dinlendirme uygulandığında, sasörlerde klasik sistemde 450 mikron elek üstü hızla artarken, taşlı soyma işleminde tersine hızlı bir düşüş, yani öğütme etkinliğinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma işlemi laboratuvar testlerindeki gibi irmikte yalnız kahve renk yoğunluğunu artırmıştır. İrmiğin mikrobiyel yükü açısında metotlar arasında fark görülmemiştir. Makarna örneklerinde, taşlı kabuk soyucu ile daha parlak görünüşte fakat daha yüksek kırmızı ve sarı renk

intensitesinde makarna örnekleri elde edilmiştir. Özellikle %16 tav suyu ile tavlamada taşlı soyucuda elde edilen irmiklerin hem parlaklık derecesi ve hem de sarı renk intensitesi hızla yükselirken, aksine klasik üretimde makarna parlaklığı ve sarılık değerinde düşüş görülmüştür.

Sonuç olarak klasik sistem diyagram şartlarında uygulanan taşlı kabuk soyma uygulaması ile irmik veriminde düşmeye karşılık, irmik ve makarna kalitesinde artış görülmüştür. Öğütme kolaylaşmıştır. Diyagram değişimi ile öğütme kapasitesinde en az %20 artış sağlanabileceği, irmik verimi ve kalitesinin yükseleceği ve alöronca zengin irmik üretilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: durum buğdayı, taşlı kabuk soyma, öğütme, irmik, makarna, alöron

ABSTRACT

Ph.D. THESIS

THE EFFECT OF INDUSTRIAL DEBRANNING SYSTEM ON THE MILLING AND PASTA MAKING QUALITY OF THE DURUM WHEAT

Özkan KOYUNCU

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof Dr. Adem ELGÜN

2020, 121 Pages

Jury

....

....

.....

In this study, it is designed to remove bran layers of the *Tr. durum* wheat by using debranning machines and to obtain more value added semolina and pasta products including aleuron layers into starchy endosperm having increased semolina yield.

For this purpose, in addition to the horizantal rotor scourers, which are widely used in classical cleaning, a vertical stone debranners which are being used in bulgur factories were put in cleaning system and the scraped material was removed by air recyling tarars, which seperate according to the terminal velocity, and thus wheat grains were made ready for milling. In this study, the classical system (KLS) and and debranners added system (TKS) were compared in terms of qualitative and quantitative characteristics of semolina and pasta. Experiments were repeated under laboratory and industrial conditions following the industrial debranning process and the results were evaluated based on statistical analysis ($P<0,05$).

In the laboratory, table-top lab grinder was used and it was determined that 16% tempering water level and 9 hours conditioning period are optimum tempering conditions in terms of semolina yield and properties. In the studies which were performed by using the table-top lab grinder, the effect of debranning on pre and post tempering (TÖKS and TSKS) was investigated and it was determined that TÖKS application, which facilitates the milling process according to the classical scouring process, provides the best semolina and pasta properties except for the semolina yield. Debranning process (TKS) increased kernel breakage, wet gluten quantity and quality while reducing the amount of semolina flour, ash content and enzymatic activity, and provided more attractive color properties, especially yellow color density. It is clear that peeling processes have a significant effect on reducing the microbiological load on the kernel ($P<0,05$).

In the studies carried out with MLU-202 Pilot Semolina Mill, the amount of brown spect in the semolina decreased rapidly with the TÖKS application, semolina flour amount was decreased, the ideal semolina granulation and the desirable semolina color were obtained as descriptive. A statistically significant difference could not be obtained in the chemical composition and a slight increase was observed in ash and protein content as descriptive. In terms of semolina quality, descriptive datas show that gluten amount and quality increased, enzymatic activity decreased, extensogram properties improved with TÖKS procedure. Debranning system showed a higher microbial load than according to the classical system because of the ease of contamination in pilot grinding conditions. No significant difference was found between the debranning and the classical system in terms of brown and white specks of pasta samples. TÖKS application yielded lower amount of ash and cellulose content, while the highest protein content according to TSKS application. Cooking experiments showed that the pasta samples have better water intake with the TÖKS application, whereas the amount of dry matter releasing into the cooking water was low.

The studies fulfilled in the industrial scale were carried out by the same milling flow rate and diagram applied in the classical system(KLS). The classical routine system is compared with pre-tempering debranning application (TÖKS). Therefore, the debranning application(TÖKS) caused a decrease in semolina yield on the basis of wheat amount that put into the tempering system($P<0,05$). In industrial applications, any difference in terms of speck counts between two methods were not seen, debranning system increased semolina flour amount, ash and protein level by aleuron layer inclusion. Particularly in 16% tempering water level, when prolonged, ie 16 hours of conditioning is applied, in plansifters, while load of over 450 micron was rapidly increasing on classical system, on the contrary, by

debranning system, it is observed that the load was rapidly decreased and milling efficiency was higher. TÖKS application increased the brown speck density in semolina as in laboratory tests. There was no difference between two methods in terms of microbial load of semolina. In debranning system, pasta samples were obtained with higher brightness and a higher intensity of red hue and yellow color. Particularly, in 16% tempering water studies, semolina obtained by debranning system had higher brightness level and yellow index whereas it observed that brightness and yellow index values decreased in classical system.

As a result, despite the decrease in semolina yield, an increase in the quality of semolina and pasta was observed with debranning system which is applied classical system diagram conditions. Milling is easier. It is concluded that there will be at least 20% increase in milling capacity and increase in semolina yield and quality by having aleuron rich semolina.

Keywords: durum wheat, debranning, milling, semolina, pasta, aleurone

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, bana her alanda yol gösteren, çok kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Adem Elgün'e, doktoramı bitirmem konusunda beni sürekli teşvik eden ve desteklerini esirgemeyen hocalarım Sayın Prof.Dr. Hamit Köksel ve Sayın Prof. Mehmet Akbulut'a ve Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki tüm öğretim üyelerine saygılarımı sunarım.

Başta Genel Müdür Yardımcısı Yasin İçöz olmak üzere, endüstriyel çalışmalar boyunca benimle beraber olan, yardımlarını ve sabırlarını esirgemeyen tüm Selva Gıda Personeline teşekkürlerimi sunarım.

Özkan KOYUNCU

KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**

ABSTRACT ..... **iv**

ÖNSÖZ ..... **vii**

ŞEKİL LİSTESİ ..... **xi**

ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xii**

SİMGE ve KISALTMALAR ..... **xvi**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **11**

3.1. Materyal 11
3.2. Yöntem 11
3.2.1. Denemenin düzenlenmesi, öğütme denemeleri ve akış şeması 11
3.2.2. Laboratuvar analizleri 13
3.2.2.1. Buğday analizleri 13
3.2.2.1.1. Renk 13
3.2.2.1.2. Glüten ve glüten indeks 13
3.2.2.1.3. Zeleny sedimantasyon 13
3.2.2.2. Öğütme ve İrmikte fiziksel analizler 14
3.2.2.2.1. Randıman 14
3.2.2.2.2. Renk 14
3.2.2.2.3. Pike 14
3.2.2.3. İrmikte kimyasal analizler 14
3.2.2.3.1. Su 15
3.2.2.3.2. Kül 15
3.2.2.3.3. Protein 15
3.2.2.3.4. Ham selüloz 15
3.2.2.3.5. Yağ 15
3.2.2.4. İrmikte fizikokimyasal analizler 15
3.2.2.5. İrmikte reolojik analizler 16
3.2.2.6. Buğday ve irmikte mikrobiyolojik analizler 16
3.2.2.7. Makarna üretimi ve makarna analizleri 16
3.2.2.7.1. Renk 16
3.2.2.7.2. Pişirme testi 16
3.2.2.7.3. Kimyasal analizler 17
3.3. İstatistik Analizler 17

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **18**

4.1. Analitik Sonuçlar 18
4.2. Araştırma Sonuçları 21

4.2.1. Laboratuvar ortamında tavlama şartlarının optimizasyonu (Ön deneme-1). 21
4.2.2. Endüstriyel şartlarda farklı işlem basamaklarında örneklenerek, laboratuvar şartlarında irmiğe öğütülen buğday örneklerine ait bazı fizikokimyasal analiz ve test sonuçları (Ön deneme-2a) 28
. 32
4.2.2.1.1. Kırık buğday oranı 33
4.2.2.1.2. Yaş glüten 33
4.2.2.1.3. Kuru glüten 34
4.2.2.1.4. Glüten indeks değeri 35
4.2.2.1.5. Düşme sayısı 35
4.2.2.2. Endüstriyel şartlarda farklı işlem basamaklarında örneklenerek, laboratuvar şartlarında öğütülen buğday örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları (Ön deneme-2b) 36
4.2.2.2.1. Su 40
4.2.2.2.2. Kül 40
4.2.2.2.3. Protein 43
4.2.2.2.4. Ham Selüloz 43
4.2.2.3. Çeşitli aşamalarda elde edilen buğday örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları 44
4.2.3. Endüstriyel şartlarda farklı işlem basamaklarında örneklenerek, soyulmuş buğdayların laboratuvar şartlarında (Bühler MLU-202) elde edilen irmik örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal, reolojik ve mikrobiyolojik analiz sonuçları (Ön deneme-2c) 48
4.2.3.1. Fiziksel irmik özellikleri 51
4.2.3.1.1. Kahverengi pike 51
4.2.3.1.2. Siyah pike 51
4.2.3.1.3. Tanecik homojenliği (granülasyon) 52
4.2.3.1.4. Renk 52
4.2.3.2. Kimyasal irmik özellikleri 53
4.2.3.2.1. Su 53
4.2.3.2.2. Kül 53
4.2.3.2.3. Protein 54
4.2.3.2.4. Ham yağ 54
4.2.3.2.5. Ham selüloz 54
4.2.3.3. Teknolojik irmik özellikleri 55
4.2.3.3.1. Zeleny Sedimantasyon 55
4.2.3.3.2. Yaş glüten 55
4.2.3.3.3. Glüten indeks değeri 56
4.2.3.3.4. Kuru glüten 56
4.2.3.3.5. Düşme sayısı 57
4.2.3.3.6. İrmik örneklerine ait bazı reolojik analiz sonuçları 64
4.2.3.3.6.1. Enerji 65
4.2.3.3.6.2. P/L 65
4.2.3.4. İrmik örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları 65
4.2.3.5. Klasik ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmik örneklerinden yapılan makarna örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve pişirme analiz sonuçları 67
4.2.3.5.1. Makarna örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları 67
4.2.3.5.1.1. Beyaz benek 70
4.2.3.5.1.2. Kahverengi benek 70
4.2.3.5.1.3. Renk 70
4.2.3.5.2. Makarna örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları 71

4.2.3.5.2.1. Su 74
4.2.3.5.2.2. Kül 74
4.2.3.5.2.3. Protein 74
4.2.3.5.2.4. Ham yağ 75
4.2.3.5.2.5. Ham selüloz 75
4.2.3.5.3. Makarna örneklerine ait bazı pişirme analiz sonuçları 75
4.2.3.5.3.1. Ağırlık artışı 76
4.2.3.5.3.2. Hacim artışı 77
4.2.3.5.3.3. Suya geçen madde miktarı 77
4.2.4. Endüstriyel ölçekte yürütülen klasik sistem ve taşlı soyucu uygulamalı öğütmenin irmik ve makarna kalitesi üzerine etkileri 78
4.2.4.1. Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde endüstriyel ölçekte elde edilen bazı öğütme parametreleri 78
4.2.4.1.1. Enerji tüketimi 82
4.2.4.1.2. Randıman 82
4.2.4.1.3. Kapasite 84
4.2.4.2. Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde endüstriyel ölçekte üretilen irmik örneklerinin bazı kalitatif özellikleri 85
4.2.4.2.1. Kül 89
4.2.4.2.2. Protein 90
4.2.4.2.3. Kahverengi pike 90
4.2.4.2.4. Siyah pike 91
4.2.4.2.5. Tanecik homojenliği 91
4.2.4.2.6. Renk 96
4.2.4.2.7. Mikrobiyolojik yük 100
4.2.4.3. Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde endüstriyel şartlarda elde edilen irmikten üretilen makarnaya ait bazı kalitatif özellikler 104
4.2.4.3.1. Renk 104
4.2.4.3.2. Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten üretilen makarnaya ait bazı pişirme testi sonuçları 107
4.2.4.3.2.1. Pişme kalitesi 109
4.2.4.3.2.2. Suya geçen kuru madde (SGKM) miktarı 111

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 112

5.1. Sonuç 112
5.2. Öneriler 113

KAYNAKLAR 115

ÖZGEÇMİŞ 121

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemleri akış şemaları 12

Şekil 4.1. İnce kepek verimi üzerinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu..... 26
Şekil 4.2. Kaba kepek verimi üzerinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu..... 27
Şekil 4.3. İrmik altı un verimi üzerinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu..... 27
Şekil 4.4. İrmik verimi üzerinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu 28
Şekil 4.5. Kül oranı üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Buğday örneği"* interaksiyonu..... 42
Şekil 4.6. Randıman üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tavlama süresi"* interaksiyonu..... 83
Şekil 4.7. Kapasite üzerine etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu.... 84
Şekil 4.8. Kül üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı"* interaksiyonu.. 89
Şekil 4.9. 450 µ üstü oranı üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu. (KLS: Klasik sistem; TÖKS: Tavlama öncesi kabuk soyma sistemi) 95
Şekil 4.10. 118 µ üstü oranı üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu..... 96
Şekil 4.11. Sarılık (b*) değeri üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tavlama süresi"* interaksiyonu..... 100
Şekil 4.12. L* değeri üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu..... 106
Şekil 4.13. Pişme kalitesi üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı"* interaksiyonu..... 110
Şekil 4.14. Pişme kalitesi üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tavlama süresi"* interaksiyonu..... 111

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 4.1. Materyal olarak kullanılan buğday örneğine ait bazı fiziksel analiz sonuçları[1] 20
Çizelge 4.2. Materyal olarak kullanılan buğday örneğine ait bazı fiziksel analiz sonuçları 20
Çizelge 4.3. Materyal olarak kullanılan buğday örneğine ait bazı kimyasal analiz sonuçları 20
Çizelge 4.4. Materyal olarak kullanılan buğday örneğine ait bazı kimyasal analiz sonuçları 20
Çizelge 4.5. Materyal olarak kullanılan buğday örneğine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları[1] 21
Çizelge 4.6. Buğday örneklerine ait bazı tavlama analiz sonuçları[1] 22
Çizelge 4.7. Buğday örneklerinin bazı tavlama analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 22
Çizelge 4.8. Buğday örneklerinin bazı tavlama analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1] 23
Çizelge 4.9. Tavlanmış buğday örneklerine ait bazı analiz sonuçları[1] 24
Çizelge 4.10. Buğday örneklerinin bazı tavlama analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 25
Çizelge 4.11. Buğday örneklerinin bazı tavlama analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1] 25
Çizelge 4.12. Farklı işlem basamaklarında elde edilen pasaj örneklerine ait bazı test ve analiz sonuçları[1] 30
Çizelge 4.13. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin farklı işlem basamaklarında elde edilen pasaj örneklerinin bazı analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 31
Çizelge 4.14. Klasik sistem ve taşlı sistemlerinin farklı işlem basamaklarında elde edilen pasaj örneklerinin bazı analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1] 32
Çizelge 4.15. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin farklı işlem basamaklarında elde edilen pasaj örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları[1] 37
Çizelge 4.16. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen buğday örneklerinin bazı kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 38
Çizelge 4.17. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen buğday örneklerinin bazı kimyasal analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1] 39
Çizelge 4.18. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen buğday örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları[1] 46
Çizelge 4.19. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen buğday örneklerinin bazı mikrobiyolojik analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 47
Çizelge 4.20. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen buğday örneklerinin bazı mikrobiyolojik analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1] 48
Çizelge 4.21. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait bazı analiz sonuçları[1] 49
Çizelge 4.22. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 49
Çizelge 4.23. Klasik sistem ve taşlı sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1] 50

Çizelge 4.24. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait granülasyon testi sonuçları[1] 58
Çizelge 4.25. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin granülasyon testi değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 58
Çizelge 4.26. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin granülasyon testi değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1] 59
Çizelge 4.27. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait renk analizi sonuçları[1] 60
Çizelge 4.28. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin renk analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 60
Çizelge 4.29. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin renk analizi değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1] 61
Çizelge 4.30. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait bazı kimyasal analiz sonuçları[1] 61
Çizelge 4.31. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 62
Çizelge 4.32. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı kimyasal analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1] 62
Çizelge 4.33. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait bazı kimyasal analiz sonuçları[1] 63
Çizelge 4.34. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 63
Çizelge 4.35. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı kimyasal analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1] 63
Çizelge 4.36. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait bazı reolojik analiz sonuçları[1] 64
Çizelge 4.37. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı reolojik analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 64
Çizelge 4.38. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı reolojik analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1] 64
Çizelge 4.39. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları[1] 66
Çizelge 4.40. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı mikrobiyolojik analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 67
Çizelge 4.41. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı mikrobiyolojik analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1] 67
Çizelge 4.42. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnaya ait bazı fiziksel analiz sonuçları[1] 68
Çizelge 4.43. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı fiziksel analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 68
Çizelge 4.44. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı fiziksel analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1] 69
Çizelge 4.45. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnaya ait bazı kimyasal analiz sonuçları[1] 72
Çizelge 4.46. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 72
Çizelge 4.47. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı kimyasal analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1] 73

Çizelge 4.48. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnaya ait bazı pişirme analiz sonuçları[1] 76
Çizelge 4.49. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı pişirme analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 76
Çizelge 4.50. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı pişirme analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1] 76
Çizelge 4.51. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen bazı analiz sonuçları[1] 79
Çizelge 4.52. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen bazı analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 80
Çizelge 4.53. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen bazı analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1] 81
Çizelge 4.54. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğe ait bazı analiz sonuçları[1] 86
Çizelge 4.55. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 87
Çizelge 4.56. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1] 88
Çizelge 4.57. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğe ait bazı fiziksel analiz sonuçları[1] 92
Çizelge 4.58. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı fiziksel analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 93
Çizelge 4.59. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı fiziksel analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1] 94
Çizelge 4.60. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğe ait bazı fiziksel analiz sonuçları[1] 97
Çizelge 4.61. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı fiziksel analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 98
Çizelge 4.62. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı fiziksel analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1] 99
Çizelge 4.63. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğe ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları[1] 101
Çizelge 4.64. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı mikrobiyolojik analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 102
Çizelge 4.65. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı mikrobiyolojik analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1] 103
Çizelge 4.66. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten yapılmış makarnaya ait bazı fiziksel analiz sonuçları[1] 105

Çizelge 4.67. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı fiziksel analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 106
Çizelge 4.68. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı fiziksel analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1] 105
Çizelge 4.69. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten üretilmiş makarnaya ait bazı pişirme analizi sonuçları[1] 108
Çizelge 4.70. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten üretilen makarnanın bazı pişirme analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1] 108
Çizelge 4.71. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten üretilen makarnanın bazı pişirme analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1] 109

SİMGE ve KISALTMALAR

Simgeler

P	:Fosfor
a*	:(+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	:(+) sarı, (-) mavi renk değeri
L*	:Parlaklık renk değeri
°C	:Santigrat derece
µ	:Mikron
ml	:Mililitre
sn	:Saniye
kg:	:Kilogram
g	:Gram
kw	:Kilowatt
cm	:Santimetre

Kısaltmalar

KLS	:Klasik sistem
TÖKS	:Taşlama öncesi taşlı kabuk soyma
TSKS	:Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma
İB	:İşlem basamakları
TAGEM	:Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
B1	:İlk kırma valsi
ICC	:International Association for Cereal Science and Technology
TAMB	:Toplam aerobic mezofilik bakteri
VK	:Varyans kaynağı
W (joule)	:Alveograf grafiğinde alan
P/L	:Alveograf grafiğinde yükseklik/taban
SGKM	:Suya geçen kuru madde
HSD	:Honest significance test
KOB	: Koloni Oluşturan Birim

1. GİRİŞ

Tahıllar ve özellikle de buğday yüzyıllar boyunca insanların en önemli besin kaynaklarından birisi olmuştur. Günümüzde ise buğday, hem ucuz ve kolay elde edilebilir olması, hem de önemli protein ve karbonhidrat kaynağı olması ile insan beslenmesindeki yerini korumaktadır.

Buğdayın insan hayatındaki yeri ve önemi, değirmencilik teknolojisinin gelişmesine zemin hazırlamıştır. Taşlar arasında başlayan öğütme işlemi günümüzde; temizleme, tavlama ve öğütme ekipmanlarının kullanımı ile gerçekleştirilmekte ve bu sayede yüksek kalitede ve yüksek ekstraksiyonda un ve irmik üretimi mümkün olmaktadır.

Makarna üretiminde de irmik eldesi için öğütme işlemi oldukça önem taşımaktadır. Durum buğdayının (*Triticum durum*) öğütülerek irmik elde edilmesi için; karmaşık akış diyagramları ve buğdayın temizlenmesi için fazla miktarda vals, elek ve sasör yüzeyinin kullanımı gerekmektedir. Taşlı kabuk soyma (debranning) teknolojisi ise kepek tabakalarının öğütme öncesinde buğday tanesinden ardışık olarak uzaklaştırılmasını sağlamakta ve bu işlemi takip eden öğütme prosesi basitleştirilebilmektedir.

Taşlı kabuk soyma prosesi(TKS), buğdayın temizlenmesinden sonra öğütülmesinden önce kepek tabakalarının buğdaydan uzaklaştırılmasını içermektedir. Bu sayede prosesin verimini optimize etmek ve diğer işleme ve ürün faydalarından istifade etmek mümkün olmaktadır. Taşlı kabuk soyma işlemi(TKS) ile buğdayın karın girintisi haricindeki kepek tabakaları, öğütme işleminden önce buğdaydan uzaklaştırılabilmektedir. Bu işlem sayesinde, öğütme esnasında uzaklaştırılacak kepek oranı oldukça azalmakta ve böylece kırma sistemi kısaltılarak pasajlarda yüksek miktarda daha iyi renk ve daha az pike oranına sahip irmik elde edilmesi mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada, *Tr. durum* makarnalık buğday paçalı kullanarak, irmik değirmenciliğinde taşlı kabuk soyucular ile tanenin kabuk tabakalarını uzaklaştırmak, unsu endosperme alöron tabakası dahil edilerek irmik verimi ve katma değeri daha yüksek irmik ve makarna elde edilmesi tasarlanmıştır.

Bu amaçla klasik buğday temizlemede yaygın olarak kullanılan rotorlu yatay kabuk soyuculara ilaveten çoğunlukla bulgur fabrikalarında kullanılan dikey taşlı kabuk soyucular kullanılmış, kazınarak soyulan materyal terminal hıza göre ayırma yapan radyal tararlar ile uzaklaştırılarak buğday öğütmeye hazır hale getirilmiştir. Çalışmada klasik sistem ile taşlı soyma işlemi irmik ve makarnanın kalitatif ve kantitatif özellikleri açısından karşılaştırılmıştır. Denemeler, endüstriyel soyma işlemini takiben laboratuvar ve endüstriyel şartlarda tekrarlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Buğday, diğer tüm mahsul çeşitleri arasında en eski olan ve en çok üretilen çeşittir. Birçok buğday türü halen mevcut olmakla birlikte, ticari olarak mevcut 4 çeşit vardır; *T.monococcum* (diploid), *T.turgidum* (tetraploid), *T.timopheevi* (tetraploid) ve *T.aestivum* (hexaploid). Bunlardan *T.aestivum* ekmeklik buğdayları içerirken, *T.turgidum* durum veya makarnalık buğdayları içerir. En çok üretilen çeşitler de bu ikisidir. *T.monococcum* ve *T.timapheevi* ise sınırlı olarak üretilen çeşitlerdir (Feldman ve Sears 1981).

Buğday tanesi, perikarp (meyve kabuğu) ve tohumdan oluşur. Perikarp; dış perikarp ve iç perikarp; tohum ise testa (tohum kabuğu), hyalin tabakası, alöron tabakası ve endosperm ile embriyodan oluşmaktadır. Testanın su geçişini inhibe ettiği bilinmektedir (Hinton 1955). Hyalin tabakası ise renksizdir.

Triticum cinsi içinde 14 buğday çeşidi olmasına rağmen, tüm bu çeşitler, 3 temel grup içerisinde yer alırlar ki, her bir grubu oluşturan çeşitler ortak özelliklere sahiptir. Paylaşılan ortak karakterlerden biri, tanenin dış kabuğunun kendi içine döndüğü karın girintisidir. Karın girintisi bu zamana kadar, öğütme prosesindeki gelişmeleri engelleyen en önemli faktör olmuştur. Diğer bir ortak özellik ise tanenin 7 farklı tabakadan oluşan kabuk kısmıdır. Bu tabakaların her biri, farklı derecelerde ve zorlukla birbirinden ayrılabilir. Kepek, buğday tane ağırlığının %13-15'ini oluştururken, embriyonun oranı ağırlıkça %2,5'tur. Kepeği oluşturan katmanlar, dışarıdan içeri doğru, epidermis, epikarp, endokarp, testa, hyalin ve alörondur (Kamins ve ark 1986). Alöron tabakası, kalın duvarlı kübik hücre katmanından oluşmaktadır. Tane ağırlığının %7'sini oluşturur. Doku üzerinde yapılan analizler alöron kuru ağırlığının %20'sinin yağ, %20'sinin mineral madde ve yaklaşık %20'sinin protein olduğunu ortaya koymuştur. Bu bileşenlere ilave olarak sukroz, neokestoz ve rafinozdan ibaret yaklaşık %10 şeker bileşimine sahiptir. Alöron özellikle niasin açısından zengindir. Alöron hücre içeriği, fitik asit minerallerinden oluşan ince partikülleri de içermektedir(Stevens 1970).

Toplam kepek tabakası, tüm buğday tanesinin %14,5'unu oluşturur; daha detaylı bir ayrıma göre ise; buğdayın %3,9'u epidermis, %0,9'u geçiş hücre katmanları, %0,6'sı testa, %9'u hyalin ve alöron tabakasıdır. Kepeğin kül içeriği, endospermin kül içeriğinden 10-20 kat daha yüksektir (Crewe ve Jones 1951).

Öğütme, genel olarak kepek tabakasının uzaklaştırılmasını içerir. İlave olarak, embriyo da uzaklaştırılmalıdır. Çünkü embriyo yüksek yağ içeriğine bağlı olarak, bileşimine katıldığı ürünleri hızla acılaştırır. Kepek tabakası ve embriyo; protein, B

grubu vitaminler, mineraller ve yağ açısından zengindir. Dolayısı ile öğütme ile ürünün yenilebilirliği artırılırken, besleme değeri düşer. Öğütme prosesi, buğdayın anatomik bileşenlerinden mümkün olduğunca temiz olarak ayrılması çabasıdır. Öğütme prosesi; ilk olarak buğdayın temizlenmesini, tavlanmasını veya kondisyone edilmesini ve öğütülmesini kapsamaktadır(Larson 1977).

Makarnalık buğdaydan üretilen makarna türü ürünlerin kalitesine etki eden en önemli faktörlerden biride hammadde kalitesidir. Bu kaliteyi ise genelde çeşit ve çevre şartlarının belirlediği bilinmektedir. 1000 tane ağırlığı irmik verimini tahminde kullanılan önemli bir kalite kriteridir(Matsuo ve Dexter 1980). Küçük tanelerde endospermin kepeğe oranı iri tanelilere göre daha az olduğundan, küçük tanelilerde irmik verimi daha düşük olmaktadır. Bu nedenle makarnalık buğdayın öğütme kalitesini değerlendirmede 1000 tane ağırlığı önemli bir faktör olarak kabul edilmiştir(Irvine 1971).

Sert ve camsı tane ile makarnalık buğday genellikle birlikte anılmakta ve camsılık oranı birçok ülkede makarnalık buğdayın sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. Tanenin camsı ve sert oluşu irmik üretimi için uygun iken, beyaz ve unsu tane ise irmik öğütmesine uygun olmayan bir karakterdir. Camsı tane oranı arttıkça irmik verimi ve makarna kalitesi de artmaktadır(Aktan ve ATLI 1993). (Matveef 1963) yaptığı bir çalışmada her %10 unsu tane artışında %1 ile %1.6 arasında değişen irmik kaybı tespit etmiştir.(Matsuo ve Dexter 1980) ise unsu tane oranı arttıkça protein ve pigment oranlarının düştüğünü belirlemişlerdir.

Protein oranı ekmeklik ve makarnalık buğday için önemli bir ölçüttür. Makarnalık buğdayda çeşitlerin makarna kaliteleri arasındaki farklılığı protein miktar ve kalitesi ile birlikte belirlenmektedir. Makarnalık buğdayda protein oranının %11'den yukarıda olması istenmektedir(Matweef 1966). Her şeyden önce iyi bir son ürün için buğday proteinin %13'den fazla olması gerekmektedir. Bu oran %11'in altına düştüğü takdirde makarna kalitesi bozulmaktadır(Fortini 1988).

Yapılan araştırmalar ekmeklik buğdaylar ile makarnalık buğdaylar arasında çözünür proteinler ile gliadin ve glütenin miktarları arasında önemli bir farkın olmadığını, toplam proteinin yaklaşık %8-11'ini albüminlerin,%4-7'sini globülinlerin %40-50'sini gliadinlerin,%10-20'sini asetik asitte çözünen glüteninlerin ve %17-35'ini de çözünmeyen materyalin oluşturduğunu göstermiştir(Wasik 1978). Fakat makarnalık buğdaylarda glüten ekmeklik buğdaylara kıyasla daha poröz yapıdadır.

Buğday proteinini teşkil eden 4 ayrı protein grubundan çözünür fraksiyonu oluşturanların makarna kalitesi ilişkileri üzerinde fazla durulmamış, dikkatler daha çok

glüten proteinlerine çevrilmiştir. Bazı araştırıcılar kuvvetli glüten yapısından ve dolayısı ile spaghetti kalitesinden çözünmeyen kalıntı proteinleri sorumlu tutmuşlardır(Dexter ve Matsuo 1980). Makarnalık buğdaylarda da ekmekliklerde olduğu gibi kuvvetli ve ince film tabakası şeklinde açılabilen glüten makbul sayılmaktadır.

Glüten proteinlerini oluşturan glütenin ve gliadinlerin de kalite üzerinde etkileri farklıdır. Glüten proteinleri içerisinde glütenin oranı yüksek olan çeşitlerin üstün pişme kalitesine sahip olduğu bilinmektedir. Gliadin oranı yüksek olan çeşitlerde ise pişmiş makarnalarda istenen dirilik ve sertlik azalmaktadır(Walsh ve Gilles 1971).

Diğer tahıl ürünlerinde olduğu gibi makarna kalitesinde de önemli olan bileşiklerden diğeri enzimlerdir. Durum buğdaylarında teknolojik açıdan önemli enzimler amilazlar, lipoksigenazlar, peroksidaz, polifenol oksidazlar ve proteazlardır. İrmikte parlak sarı renk bir kalite faktörü olarak kabul edilir ve bu rengin makarnaya işlenmesi ve makarnanın pişirilmesi esnasında mümkün olduğunca korunması istenir. Karotenoid tabiatındaki pigmentlerin oluşturduğu rengin korunması, buğdayın lipoksigenaz enzim aktivitesi ile de ilişkili olduğundan lipoksigenazlar kalite açısından önemli enzimlerdir. 60 C'de 1 dakikalık ısıtma ile aktivitesinin çoğunu kaybeder. Askorbik asit ile de inhibe edilebilir(Walsh ve ark 1970);(McDonald ve CE 1979).

Durum buğdayı değirmenciliği, irmik denilen granüler ürünü üretmek için tasarlanan bir prosestir. Un, durum buğdayı değirmenciliğinde istenmeyen bir yan üründür. Bu nedenle, durum buğdayı değirmenciliği ile sert yumuşak buğday değirmenciliği birbirinden belirgin şekilde ayrılır. Durum buğdayı değirmenciliği, durum buğdayı ve irmiğinin karakteristiklerinin bazıları nedeniyle yavaş yavaş gelişmektedir. Durum buğdayı irmiği, tüm dünya genelinde en kaliteli makarna ürünlerinin ve Kuzey Afrika'da çok tüketilen kuskus tipi ürünlerin üretiminde kullanılır. Dahası durum buğdayı görece olarak daha yüksek oranda sarı pigment içerdiğinden, irmik açık, parlak ve altın sarısı rengindedir. Bu istenilen özellik, az miktardaki kahverengi kepek pikeleri ile azalmaz. Buna karşılık, buğday içindeki safsızlıklardan veya buğdayın dış kabuğundaki kusurlardan kaynaklanan koyu siyah pikeler irmiğin ve bu irmikten üretilen makarnanın parlak altın sarısı rengini negatif olarak etkiler (Bass 1988).

Makarna kalitesini etkileyen faktörlerin başında irmiğin üretildiği durum buğdayının kalitesi gelmektedir. İrmik parçacık büyüklüğü de makarna kalitesini etkileyen önemli faktörlerden birisidir. En iyi kalitede makarna üretimi için un içermeyen, irilik bakımından homojen olan orta boyutta kaliteli irmiklerin tercih edilmesi gerektiği bilinmektedir(Hummel 1966).İrmik partikül iriliği; makarna hamuru

yoğrulurken homojen hidrasyonu etkilemektedir. Çok ince partiküller çok fazla su absorbe ederek makarnanın mat ve koyu bir görünüm almasına, kaba partiküller degereği gibi hidrasyon yapmayarak makarnada beyaz beneklere yol açmaktadırlar(Nelstrop 1972); (DURAK ve Ergun);(Dexter ve ark 1978); (Mousa ve ark 1983); (Dexter ve ark 1985). İrmik partikül iriliği makarnada pişme kaybını da etkilemektedir. İnce parçacıklardan elde edilen makarnada pişme kaybı daha fazla olmuştur(Menger 1975).

İrmikteki külün artması ile birlikte makarna üretimi sırasında renkte oluşabilecek tahtibatın arttığı ifade edilmektedir(Cubadda 1988). İrmik pigment miktarı makarna rengini belirleyen başlıca etkendir. Bu nedenle karoten miktarı ne kadar fazla olursa irmiğin o kadar üstün kaliteli olduğu kabul edilmektedir(Irvine 1971). Bu sebepten 355-200 ve 350-280 mikron parçacık büyüklüğündeki irmiklerin diğerlerinden üstün olduğu kabul edilebilir(Tekin ve ÇAKMAKLI).

Taşlı kabuk soyma prosesi, buğdayın karın girintisi kısmındaki hariç, kepek tabakalarının öğütme öncesi ayrılmasıdır. Böylelikle, öğütme kısmında ayrılacak daha az kepek kalacağından, öğütmedeki "kırma" sistemi kısaltılabilir ve daha fazla irmik, daha iyi renkle elde edilmiş olur. Potansiyel bir bulaşan olan kepek ile öğütme kısmında daha az karşılaşılacağından akış diyagramı daha basittir (Satake 1990).

Taşlı kabuk soyma prosesi, ayrıca düşük kaliteli buğdayların işlenmesinde de bazı faydalar sağlar. Örneğin, yemlik buğdaylar, süne-kımıl zararına uğramış ve çimlenmiş buğdaylar bu kapsamda değerlendirilebilir. Çimlenmiş buğdayda, taşlı kabuk soyma prosesi yüksek miktarda alfa amilaz enzimi içeren filizlenmiş bölgeyi etkin şekilde uzaklaştırdığı için düşme sayısı değeri düşmektedir (Liu ve ark 2008).

Taşlı kabuk soyma prosesi aynı zamanda beslenme açısından çok zengin olan alöron tabakasının, büyük oranda geri kazanılmasını sağlar. Alöron tabakası renksiz olduğundan, irmiğin pike oranını artırmaz. Ancak bu durumda kül miktarının artacağı unutulmamalıdır (McGee 1995).

(Liu ve ark 2010) tarafından yapılan bir çalışmada, beş farklı Çin buğday çeşidinde, farklı derecelerdeki (% 0, 2,5, 5,0 ve 7,0) taşlı kabuk soyma işleminden sonra öğütme yapılmış ve un kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Kabuk soyma derecesinin artmasıyla birlikte tüm örneklerde un veriminin arttığı, nişasta zedelenmesinin azaldığı, kül içeriğinin ise arttığı görülmüştür.

Taşlı kabuk soyma işlemi, yüksek yağ içeren ve irmikte ransidite artışına sebep olan embriyonun buğdaydan uzaklaştırılmasını sağlayarak ürün kalitesini artırmaktadır (Kill ve Turnbull 2008).

Taşlı kabuk soyma prosesi ile değirmende büyük miktarda temiz ve iri irmik, ön pasajlardan kısa sürede elde edilir. Geleneksel öğütme proseslerinde ise iri ve temiz irmiğin elde edilmesi daha çok vakit alır. Böylelikle daha geniş bir partikül aralığında irmik elde edilmiş olur. İri irmik, kuskus üretiminde doğrudan kullanılabilir (Kaup ve ark 1991).

Yapılan son araştırmalar taşlı kabuk soyma prosesinin diğer bir faydasının da mikrobiyal kontaminasyonun azaltılması olduğunu ortaya koymuştur. Bu araştırmalara göre, mikrobiyal kontaminasyon tanenin dış tabakalarında oluşmaktadır. Taşlı kabuk soyma prosesi ile ağırlıkça % 4'lük bir miktarın ayrılması, toplam mikrobiyal yükün %90'ının uzaklaştırılması sağlanabilmektedir. Bu ise, un stabilitesinin ve kalitesinin artması ve depolamada daha uzun raf ömrü demektir. Ayrıca, taşlı kabuk soyma prosesi yüksek değerli yan ürünlerin üretimine de olanak sağlamaktadır. Tedrici kabuk ayrışımının diğer bir avantajı ise, alöronca zengin fraksiyonların ayrıştırılmasına imkân sağlamasıdır. Alöron tabakası zengin vitamin (özellikle B kompleksleri), mineral ve diğer besin maddeleri içeriği ile tahıl tanesinin en besleyici tabakalarından birisi olup, una dahil edilmesi unun besin değerini artırır (Mousia ve ark 2004).

Buğdayın öğütülmeden önce kabuğunun soyulmasının (ön işlemden geçirme olarak da tanımlanmaktadır), irmik öğütme performansını iyileştirdiğine dair raporlar bu konuya ilgiyi artırmaktadır (Dexter ve ark 1994) ve kendine has fonksiyonel ve besinsel özellikler taşıyan yan ürünlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Dexter ve Wood 1996). Yumuşak buğday değirmenciliği performansı ile ilgili kayıtlar daha az kesinlik taşımaktadır (Dexter ve ark 1994). İki farklı ticari buğday taşlı kabuk soyma sistemi mevcuttur: Tkac prosedürü ve Peritec prosesi (McGee 1995) Her iki proseste de buğday kepek tabakaları modifiye edilmiş pirinç parlatma makinesi yardımı ile birbiri peşi sıra gelen pasajlarda ayrılmaktadır. Kısa bir tavlama periyodu ile sadece tohum kabuğunun dış kısımlarına su nüfuz edecek şekilde tavlama yapılmaktadır. Aşındırma ve ovalama pasajları her iki sistemde de kullanılmaktadır.

Taşlı kabuk soyma işleminin; unun bileşimi, yapısal ve termal özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, kabuk soyma işlemi uygulanan ve uygulanmayan buğdaylardan elde edilen unlar karşılaştırılmış; kül, protein ve nem içeriklerinde önemli bir fark görülmemiştir. Elde edilen unlar yapısal açıdan karşılaştırıldığında ise; kabuk soyma işlemi görmüş buğdaydan elde edilen unun daha büyük ve kalın granüllere sahip olduğu, nişasta zedelenmesinin ise nispeten daha az olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, iki un arasında nişasta jelatinizasyon sıcaklıklarında fark olduğu belirlenmiştir (Mousia ve ark 2004).

Durum buğdayı ve ekmeklik buğdayda %4 ve %8 oranlarında yapılan taşlı kabuk soyma işleminin, durum buğdayı ve ekmeklik buğdayın fizikokimyasal özellikleri, pişme ve tekstürel özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; %4 oranındaki kabuk soyma işleminin pişme özellikleri üzerinde, her iki buğday çeşidi için de daha iyi sonuçlar verdiği, bununla birlikte durum buğdayının daha iyi özellikler sergilediği görülmüştür. %8 kabuk soyma oranı ise, pişme işlemi esnasında suya geçen madde miktarını ve yapışkanlığı artırmıştır. Bulgur yapımı için, hem ekmeklik buğdayda hem de durum buğdayında %4 kabuk soyma oranının daha iyi pişme ve tekstürel özellikler sağladığı tespit edilmiştir (Singh ve Singh 2010).

Taşlı kabuk soyma ve ultra-ince öğütme işleminin, mavi buğdaydan elde edilen unun fizikokimyasal, reolojik ve jelleşme özellikleri ile pişme kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, kabuk soyma işleminin daha iyi renk parametreleri, glüten indeksi, reolojik özellikler, yapışkanlık özelliği ve pişme kalitesi sağladığı, partikül inceliğini ise azalttığı tespit edilmiştir. Taşlı kabuk soyma ve ultra-ince öğütme işleminin, un kalitesini önemli derecede geliştirdiği belirtilmiştir (Luo ve ark 2012).

Buğdaydaki taşlı kabuk soyma işleminin; undaki fitaz aktivitesi, fitik asit, demir ve çinko üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, sekiz öğütme fraksiyonu üzerinde araştırma yapılmış, kabuk soyma işleminin un verimi üzerinde pozitif bir etki gösterdiği, kepek fraksiyonlarından ince kepek ve kalın kepeğin diğer fraksiyonlara göre dört faktörü de en yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir. Kabuk soyma oranı %5'ten %15'e doğru arttıkça, dört faktörün de un bileşimindeki oranlarının azaldığı tespit edilmiştir (Liu ve ark 2008).

Taşlı kabuk soyma işleminin avantajlarından birisi de, daha düşük kaliteli buğdaydan, daha düşük fiyatla daha iyi kalitede değirmen ürünü üretilebilmesine imkân sağlamasıdır. Taşlı kabuk soyma işlemi durum buğdayında, ekmeklik buğdaylara göre daha fazla avantaj sağlamaktadır. Kabuğu soyulmuş durum buğdayı; daha düşük kül, daha az pike ve daha parlak renkli irmik elde edilmesini sağlar. Kabuğu soyulmuş durum buğdayından elde edilen irmikle üretilen spaghettinin, rengi bozan tohum kabuğunun uzaklaştırılması sebebiyle, daha az esmer renge sahip olduğu tespit edilmiştir (Dexter ve Wood 1996, Andersson ve Dahlgren 2011).

Pagani ve ark (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı taşlı kabuk soyma derecelerinin (%8.3, 14.0 ve 19.5) durum buğdayı, irmik ve kuru makarna üzerine etkileri araştırılmış, en düşük kabuk soyma derecesinde bile, kabuğu soyulmuş tanenin kül içeriği ve alfa amilaz aktivitesinin yüksek oranda azaldığı tespit edilmiştir. Tüm

kabuk soyma derecelerinde irmik veriminin, işlem görmemiş buğday tanesine göre gözle görünür şekilde arttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte gerçek verim artışı sadece %8.3 kabuk soyma derecesi ile elde edilmiştir. Taşlı kabuk soyma işlemi gören irmiğin; renk, pişme performansı ve kurutma boyunca ısı zararına karşı makarna kalitesi üzerinde pozitif etki sağlayan yüksek rafinasyon ile kimyasal ve reolojik özelliklere sahip olduğu görülmüştür.

Yapılan çalışmalar öğütme ve taşlı kabuk soyma işleminin, fitokimyasalların buğday tanesinde dengesiz bir şekilde dağılmış olmasından dolayı, öğütülmüş buğday ürünlerinin antioksidan kapasitesi ve içeriği üzerine etkili olduğunu göstermiştir (Prakash 2001, Shahidi ve ark 2007). Öğütme işlemi gibi taşlı kabuk soyma işlemi de buğday tanesindeki antioksidanların, öğütme ürünlerinde yeniden dağılımına sebep olabilir. Fellers ve ark (1983), kabuğu soyulmuş buğdaydaki fitat fosforu gibi fenolik bileşiklerin, kabuk soyucunun her pasajında azaldığını bildirmiştir. Benzer sonuçlar elde eden Beta ve ark (2005), her birinde kabuk soyma oranı %5 artırılarak kabuğu soyulmuş 6 farklı buğday çeşidinin toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi incelenmiş, kabuğu soyulmuş buğday fraksiyonları arasında önemli derecede fark olduğu, fenolik içerik açısından %10 kabuk soyma oranında en yüksek (4160-5300 mg/kg), kepek tabakasının azalmasıyla birlikte ise en düşük (1350-1620 mg/kg) sonuçların elde edildiği bildirilmiştir. Aynı zamanda Liyana-Pathirana ve ark (2006) kabuk soyma derecesinin, kabuğu soyulmuş buğdayın antioksidan özelliklerini etkilediğini, elde edilen yan ürünlerin kabuğu soyulmuş buğdaya göre her zaman daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğunu bildirmiştir.

Belli oranlarda yapılan (%0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25) taşlı kabuk soyma işleminin, buğday tanesinin bileşimindeki biyoaktif bileşikler, antioksidan, deoksinivalenol ve ağır metal içeriği üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; dış tabakalardan iç tabakalara doğru ilerledikçe (kabuk soyma oranının artmasıyla birlikte) diyet lifi, serbest fenolik asitler ve toplam antioksidan aktivitesinin azaldığı tespit edilmiştir. Ancak, %5-10 oranında kabuğu soyulmuş buğdayın beta glukan içeriğinin, %0-5 oranında kabuğu soyulmuş buğdaya göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Ağır metallerin sadece buğdayın en dış tabakasında yer aldığı belirlenmiştir. Buğdayın kabuk soyma oranı arttıkça deoksinivalenol kontaminasyonunun azaldığı, taneye kontamine olan toplan deoksinivalenolün %64'ünün %0-5 ve %5-10'luk kabuk kısmında yer aldığı bildirilmiştir. %10-15 oranında kabuğu soyulmuş tanenin en yüksek besinsel değere ve en düşük kontaminasyon riskine sahip olduğu tespit edilmiştir (Sovrani ve ark 2012).

Bartok ve ark (2014) tarafından yapılan bir başka çalışmada, buğdayda PeriTec metodu ile yapılan taşlı kabuk soyma işleminin deoksinivalenol miktarı üzerine etkileri incelenmiş, öğütme fraksiyonlarında toksin oranının azaldığı, %6 oranındaki kabuk soyma işlemi ile toksin miktarının 1.59 mg/kg'dan 0.94 mg/kg'a düştüğü, bununla birlikte kabuk soyma işlemi ile un veriminin de %70'ten %80'e yükseldiği görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada, Selva Gıda irmik değirmeni temizleme bölümü, taşlı kabuk soyma (TKS) sistemi ile ilgili proje bazında yeniden tasarlanmıştır.

Sistemin kuruluşu için, gerekli olan dikey *taşlı kabuk soyucular* ve radyal tararlar tedarik edilmiştir. *Rotorlu kabuk soyucular* hali hazırda mevcuttur. Ayrıca taşıma vidaları, bekleme siloları ve bağlantı elemanları tedarik edilmiştir. Değirmenin sürekli üretim yaptığı göz önünde bulundurularak, elek diyagramında herhangi bir değişikliğe gidilmemiş, öğütme sırasında pasaj akışları takip edilerek gözlemlenmiştir.

Araştırma için gerekli *Tr. durum* buğday örnekleri, Selva Gıda irmik değirmeni için ticari şartlarda temin edilmiş, tüm deneme aşamalarında, özel olarak depolanan aynı buğday paçalı kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin düzenlenmesi, öğütme denemeleri ve akış şeması

Deneme makarnalık irmik üretimi için kullanılan %75 camsılık oranındaki durum buğdayı paçalının, mevcut sistem ve iki farklı taşlı kabuk soyma sistemi (debranning) kullanılarak öğütülmesi şeklinde yürütülmüştür. Akış diyagramları Şekil 3.1'de verilmiştir. Bu kapsamda; öğütme verimi ile irmik, değirmencilik yan mamulleri ve makarnanın fiziksel, kimyasal ve teknolojik özellikleri araştırılmıştır.

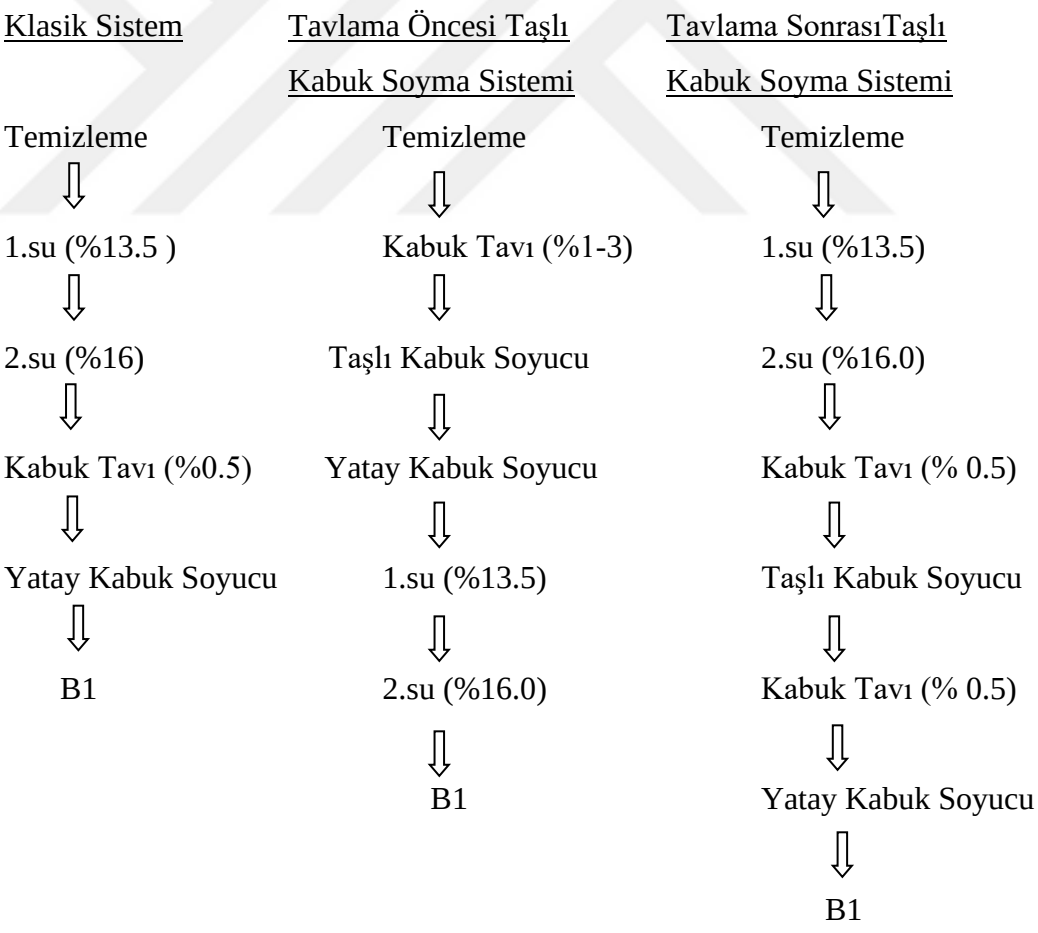
Ön deneme - 1: Laboratuvar şartlarında, mevcut sistemde ideal tavlama süresi (3, 6 ve 9 saat) ve tav suyu miktarının (%15, 16 ve 17) belirlenmesi amacıyla ön denemeler yapılmıştır. Bu amaçla, değirmen laboratuvarındaki aralık ayarı yapılabilen, masa üstü taşlı değirmen kullanılarak optimum tav suyu ve dinlendirme süresi tespit edilmiştir. Sabit taş aralığı ve diyagram şartları kullanılmıştır.

Ön deneme – 2: Endüstriyel ve laboratuvar ortamları kullanılarak; mevcut klasik ve taşlı kabuk soyma ilaveli sistemde işlem görmüş buğdaylardan farklı İşlem Basamaklarında (İB) alınan örnekler, plastik torbalara alınarak, derhal Ankara, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM-Ankara) laboratuvarlarına nakledilmiştir. Laboratuvarda mevcut Bühler MLU-202 laboratuvar tipi irmik değirmeni (Bühler AG, Uzwil, İsviçre) öğütme denemelerinde kullanılmıştır. Buğday

daha önceki laboratuvar denemesinde tespit edilmiş olan optimum tav suyu (%15) ve dinlendirme süresi (9 saat) ile tavlama işlemi sonrası irmiğe kırılmış; öğütme ve irmik kalite parametreleri tespit edilmiştir. Öğütme sonrası, irmiğe ilaveten tüm öğütme fraksiyonlarının miktarları ayrı ayrı tespit edilmiş, irmik fraksiyonu kalitatif değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Endüstriyel uygulamalar: Endüstriyel uygulamada, Şekil 3.1'de verilen üç farklı akış şeması uygulanmıştır. Denemelerde, laboratuvar şartlarına (%15) göre ısınma yüksekliğinden dolayı optimum tav suyuna 1 puan eklenerek (%16) su verilmiş ve 9 saatlik dinlendirme süresi uygulanmıştır. Taşlı kabuk soyma tek aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Değirmene diyagram gidişine göre monte edilen dik taşlı soyucu, bulgur soymada kullanılan yerli imalat olup, bir seri taş denemeleri ile buğday soyma için modifiye edilmiştir.



Şekil 3.1. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemleri akış şemaları

3.2.2. Laboratuvar analizleri

3.2.2.1. Buğday analizleri

Denemelerde kullanılan buğday paçalında tane homojenliği (%), hektolitre ağırlığı (kg/hl), bin tane ağırlığı (g), camsılık değeri (%), kırık oranı (%) Elgün ve ark. (2005)'na göre yapılmıştır. Buğday paçalında yapılan düşme sayısı tayini ise Falling Number-1700 (Perten Instruments, AB, Huddige, İsveç) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (AACC 1990).

3.2.2.1.1. Renk

Buğday örneklerinde renk değerleri (L*, a* ve b*) Minolta CR 300 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. L*[(0) siyah-(100) beyaz], a* değeri [(+) kırmızı-(-) yeşil] ve b* [(+) sarı-(-) mavi] (Francis 1980).

3.2.2.1.2. Glüten ve glüten indeks

Glüten ve glüten indeks tayini, AACC 38-11/12'ye göre Glutomatik-ak ve Santrifüj-2015 (Perten Instruments, AB, Huddige, İsveç) cihazları kullanılarak belirlenmiştir (AACC 1990).

3.2.2.1.3. Zeleny sedimantasyon

Zeleny sedimantasyon analizi ICC-Standart No.151 metoduna göre gerçekleştirilmiştir (AACC 1990).

3.2.2.2. Öğütme ve İrmikte fiziksel analizler

Endüstriyel ve laboratuvar şartlarında elde edilen irmik örneklerinde tane homojenliği (%), Elgün ve ark (2001)'na göre yapılmıştır. İrmik örneklerinde yapılan diğer analizlere ait metotlar aşağıda verilmiştir.

3.2.2.2.1. Randıman

Endüstriyel şartlarda otomatik randıman kantarları kullanılmıştır. Mevcut klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde öğütme sonucu irmik randımanının hesaplanması için, temizlenmiş ve tavlanmış buğday öğütüldükten sonra elek ve sasörler vasıtasıyla elde edilen irmik ile B1'e giren buğday üzerinden (%) irmik randımanı hesaplanmıştır.

3.2.2.2.2. Renk

İrmik örneklerinde renk analizi 3.2.2.1.1 başlığı altında verilen metoda uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.2.3. Pike

Açık kahverengi bir kâğıt üzerine uygun miktarda irmik yayılarak, ortasındaki 2x2 cm dışında kalan kısımları siyah kâğıt ile kapatılmış 10x10 cm boyutundaki bir cam, yayılmış irmik üzerine konarak, kare içinde kalan benekler sayılmıştır. İşlem 5 ayrı noktada yapılarak, toplam benek sayısının yarısı, 100 cm^2'de bulunan koyu renkli benek adedi olarak belirlenmiştir.

3.2.2.3. İrmikte kimyasal analizler

Buğday, irmik, kepek, razmol ve irmik altı un örneklerinde yapılan; su, kül, protein, ham selüloz, yağ analizleri aşağıda verilen metotlara göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.3.1. Su

Su miktarı tayininde 135°C'de 2,5 saatlik kurutma normu uygulanan AACC (44-19) metodu kullanılmıştır (AACC 1990).

3.2.2.3.2. Kül

Kül miktarı AACC 08-01 metoduna göre, örneklerin kül fırınında 900°C'de yakılmasıyla gerçekleştirilmiştir (AACC 1990).

3.2.2.3.3. Protein

Protein analizi AACC 46-12 metoduna göre, Kjeldahl yöntemi kullanılarak yapılmış, 5.70 çarpım faktörü kullanılarak protein miktarları kuru madde esasına göre hesaplanmıştır (AACC 1990).

3.2.2.3.4. Ham selüloz

Ham selüloz miktarı, AACC 32-10 metoduna göre belirlenmiştir (AACC 1990).

3.2.2.3.5. Yağ

Yağ miktarının belirlenmesinde, AACC 30-25 metodu kullanılmıştır (AACC 1990).

3.2.2.4. İrmikte fizikokimyasal analizler

İrmik örneklerinde; glüten ve glüten indeks tayini 3.2.2.1.2, Zeleny sedimantasyon analizi 3.2.2.1.3 başlığı altında verilen metotlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.5. İrmikte reolojik analizler

İrmikte yapılan alveograf analizi, Chopin alveograph (Chopin Technologies, Fransa) cihazı kullanılarak, ICC-Standart No.121 metoduna göre gerçekleştirilmiştir (Bérot ve ark 1996).

3.2.2.6. Buğday ve irmikte mikrobiyolojik analizler

Buğday ve irmik örneklerinde mikrobiyolojik analiz olarak, toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı, Plate Count Agar'da dökme kültürel sayım yöntemine göre yapılmıştır (Anonymous 1978).

3.2.2.7. Makarna üretimi ve makarna analizleri

Makarna üretimi, Selva Gıda Sanayi A.Ş. Braibanti Cobra 2200 (Braibanti Golfetto S.P.A., İtalya) uzun kesme makarna üretim hattı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 20000 kilogram irmik ve 6000 litre su karıştırılmış, elde edilen hamur çubuk makarna kalıbı kullanılarak şekillendirilmiş ve 52-68°C'de 45 dakika ön kurutma, 72-78°C'de 390 dakika asıl kurutma işlemine tabi tutularak uygulanmakta olan klasik yolla kurutulmuştur.

Üretilen çubuk makarna örneklerinde laboratuvar analizi olarak renk, pişme testleri (ağırlık artışı, hacim artışı ve suya geçen madde miktarı) ve kimyasal analizler (su, kül, protein, yağ ve ham selüloz) yapılmıştır.

3.2.2.7.1. Renk

Makarnada renk analizi 3.2.2.1.1 başlığı altında verilen metoda uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.7.2. Pişirme testi

Pişirme testi deneyleri Oh ve ark (1985), Özkaya ve ark (1993) ve Köksel ve ark (1996) tarafından verilen metotlar modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Pişme testinde pişme öncesi görünüş, elastikiyet, pişmiş görüntü, ısırma karakteristiği ve yapışma parametreleri kullanılmıştır. Pişirme sonunda verilen parametreler herbiri 20 üzerinden

puanlanmış ve toplam puan hesaplanarak pişmiş makarnanın kalitesi belirlenmiştir. Pişmiş örnek ağırlığı değerinden, pişmemiş örnek ağırlığı çıkarılarak pişirme sonucu meydana gelen ağırlık artışı yüzde (%) olarak tespit edilmiştir. Hacim artışı değerlerinin belirlenmesi için, pişirilip süzülen makarna örnekleri, içerisinde 150 ml saf su bulunan 250 ml'lik ölçü silindirine konulmuş ve taşırdığı su miktarı saptanmıştır. 25 g kuru kuru makarna örneği için de aynı şekilde taşırdığı su miktarı tespit edilerek, aradaki farktan yüzde (%) hacim artışı olarak hesaplanmıştır. Suya geçen kuru madde miktarı, 25 gram makarna, 400 ml'lik bir beherde 250 ml su içinde pişirilmiş, makarnalar süzülerek alınmış, süzüntü kurutma dolabında 135^{o}C'de kurutularak, suya geçen kuru madde miktarı (%) hesaplanmıştır (Kahvecı ve Özkaya 1989).

3.2.2.7.3. Kimyasal analizler

Makarna örneklerinde; su tayini 3.2.2.3.1, kül tayini 3.2.2.3.2, protein tayini 3.2.2.3.3, ham selüloz tayini 3.2.2.3.4, yağ tayini 3.2.2.3.5 başlığı altında verilen metotlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3.3. İstatistik Analizler

Araştırma sonucu elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulup, farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Student's t ve Tukey HSD testleri uygulanarak karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark 1987). Faktöryel plana göre yürütülen denemeler 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Faktöryel plan; Ön deneme-1'de 2(3x3), Ön deneme-2'de 2(3x5) ve 2(3) , Endüstriyel uygulamada ise 2(2x2x2) şeklinde uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Analitik Sonuçlar

Mevcut klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde kullanılan buğday paçalında yapılan bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı; kırık, camsı, dönmeli, emgili ve ekmeklik tane oranlarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Buna göre; camsı ve dönmeli buğday oranı sırasıyla %76,2 ve %14,2 olarak belirlenmiştir. Buğday paçalındaki ekmeklik buğday oranı ise %4,6'dır. Buğday paçalının hektolitre ve bin tane ağırlıkları sırasıyla 80,1 kg ve 36,7 g olarak bulunmuştur. Coşkun ve Ercan (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, makarnalık buğdayların camsı tane ortalaması %70,33, dönmeli tane ortalaması %17,33, ekmeklik buğday ortalaması ise %12.33 olarak tespit edilmiştir. Ercan ve Bildik (1993) tarafından yapılan çalışmada, makarnalık buğday örneklerinin hektolitre ağırlığının 76,3-79,3 kg arasında, bin tane ağırlığının ise 33,8-42,1 g arasında değiştiği belirtilmiştir. Kendal ve ark. (2012) ise, durum buğdayı örneklerinin hektolitre ağırlığının 75,9-82,2 kg, bin tane ağırlığının 34,7-49,4 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Durak (1999) tarafından, analiz edilen makarnalık buğday örneklerinin bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve camsılık oranı ortalamaları sırasıyla 34,76 g, 82,52 kg ve %80,03 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2'de ise klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde kullanılan buğday paçalında yapılan tane rengi ve tane homojenliğine ait analiz sonuçları verilmiştir. Buğday paçalının L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 81,94, 1,67 ve 16,98 olarak; 2,8 µ, 2,5 µ, 2,2 µ üstü ve elek altı oranları sırasıyla %40,7, %23,4, %30,8 ve %5 olarak tespit edilmiştir. Tekin ve Çakmaklı (1989) tarafından makarnalık buğdaylarda yapılan bir çalışmada, L*, a* ve b* değerlerinin ortalaması sırasıyla 81,35, -2,05 ve 17,8 olarak belirlenmiştir. AYDOĞAN ve ark (2012) tarafından yapılan çalışmada ise, makarnalık buğdayların b* değeri ortalama 20,33 olarak bulunmuştur. Coşkun ve Ercan (2003) tarafından farklı makarnalık buğday çeşitleri kullanılarak yapılan bir çalışmada, 2,8 µ, 2,5 µ, 2,2 µ üstü ve elek altı oranları ortalamaları sırasıyla %50,2, %26,38, %14,81 ve %8,24 olarak bildirilmiştir.

Klasik sistem ve taşlı sistemlerinde kullanılan buğday paçalında yapılan glüten, sedimantasyon ve düşme sayısı analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Buğday paçalının yaş glüten, kuru glüten miktarı ile glüten indeks değeri sırasıyla %32,7, %10,6 ve 68 olarak belirlenmiştir. Yapılan analizlerde buğday paçalının sedimantasyon ve düşme sayısı değerleri ise sırasıyla 25 ml ve 347 sn olarak bulunmuştur. Farklı

makarnalık buğday çeşitlerinin kuru glüten miktarı, Tulukcu ve Sade (2002) tarafından %10,74-15,14 değerleri arasında bulunmuştur. Sözen ve YAĞDI (2005) tarafından, çeşitli durum buğdayı örneklerinin yaş glüten değeri ortalama olarak %20,8, sedimentasyon değeri ise 24,25 ml olarak bildirmiştir. Koyuncu (2009) tarafından, farklı makarnalık buğday örneklerinin sedimentasyon değerinin 20,5-50,5 ml arasında değiştiği, ortalama 26,3 ml olduğu, yaş glüten, kuru gluten ve glüten indeks değerlerinin ise sırasıyla %26,1-42,5, %9,5-14,8 ve 17,9-96,1 değerleri arasında tespit edildiği belirtilmiştir. Sayaslan ve ark (2012) tarafından, farklı makarnalık buğday çeşitlerinin sedimentasyon değerinin 20,5-38,0 ml, glüten indeks değerinin ise 21-96 arasında değiştiği bildirilmiştir. El-Khayat ve ark (2006) tarafından, farklı durum buğdayı çeşitlerine ait düşme sayısı değerlerinin 433-597 saniye arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4'te buğday paçalına ait su, kül, protein, ham selüloz ve ham yağ analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre, buğday paçalının su, kül, protein, ham selüloz ve ham yağ miktarı sırasıyla %9,45, %1,5576, %12,2, %5,09 ve %1,77 olarak belirlenmiştir. Özkaya ve ark (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı durum buğdayı çeşitlerinin su, kül ve protein miktarı ortalamaları sırasıyla %11,2, %1,6560 ve %10,8 olarak tespit edilmiştir. Taş ve ark (2002) tarafından, makarnalık buğday çeşitlerinde protein oranının %11,00-15,67 arasında değiştiği bildirilmiştir. Şahin ve ark (2007) tarafından yapılan çalışmada ise, protein ve kül miktarı ortalama olarak sırasıyla %14,17 ve %1,53 olarak belirlenmiştir. Sakin ve ark (2011), farklı makarnalık buğday örneklerinin protein değerinin %10,78-11,83 arasında değiştiği bildirilmiştir. Aalami (2006) tarafından yapılan çalışmada, bazı makarnalık buğday çeşitlerinin su, kül ve protein miktarlarının sırasıyla %9,00-11,55, %1,38-2,14, %10,70-15,92 arasında değiştiği belirtilmiştir. Rachoñ ve ark (2012) tarafından, farklı durum buğdayı örneklerinin kül, protein, ham lif ve ham yağ miktarları ortalama olarak sırasıyla %2,18, %14,9, %2,23 ve %1,87 olarak bulunmuştur.

Gazza ve ark (2011) tarafından durum buğdayı örneklerinin hektolitre ağırlığı 77,4 kg, bin tane ağırlığı 42,9 g, düşme sayısı 525 saniye, kül miktarı %1,1 olarak bulunmuştur. YAZAR ve KARADOĞAN (2008) tarafından, durum buğdayı çeşitlerinin bin tane ağırlıklarının 38,60-47,87 g, hektolitre ağırlıklarının 75,4-79,5 kg, protein içeriklerinin %13,2-14,2 arasında değiştiği belirtilmiştir. Araştırmamızda kullanılan buğday örneklerinin analitik kalite değerlerinin literatür bulguları ile uyumlu oldukları görülmektedir.

Çizelge 4.1. Materyal olarak kullanılan buğday örneğine ait bazı fiziksel analiz sonuçları[1]

	Kırık buğday (%)	Camsı buğday (%)	Dönmeli buğday (%)	Emgili buğday (%)	Ekmeklik buğday (%)	Hektolitre ağırlığı (kg)	Bin tane ağırlığı (g)[2]
Buğday	5.4±0.32	76.2±0.50	14.2±0.29	2±0.00	4.6±0.29	80.1±0.40	36.7±0.14

Sonuçlar iki paralelin ortalamasıdır. [2] Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çizelge 4.2. Materyal olarak kullanılan buğday örneğine ait bazı fiziksel analiz sonuçları

	L*	a*	b*	2.8 µ üstü (%)	2.5 µ üstü (%)	2.2 µ üstü (%)	Elek altı (%)
Buğday	81.94±0.30	1.67±0.12	16.98±0.37	40.7±0.12	23.4±0.67	30.8±0.87	5±0.26

Sonuçlar iki paralelin ortalamasıdır.

Çizelge 4.3. Materyal olarak kullanılan buğday örneğine ait bazı kimyasal analiz sonuçları

	Yaş glüten (%)	Kuru glüten (%)	Glüten indeks değeri	Sedimantasyon (ml)	Düşme sayısı (saniye)
Buğday	32.7±0.26	10.6±0.10	68±6.37	25±1.12	347±1.15

Sonuçlar iki paralelin ortalamasıdır.

Çizelge 4.4. Materyal olarak kullanılan buğday örneğine ait bazı kimyasal analiz sonuçları

	Su (%)	Kül (%)	Protein[2] (%)	Ham selüloz (%)	Ham yağ (%)
Buğday	9.45±0.17	1.5576±0.01	12.2±0.26	5.09±0.48	1.77±0.03

Sonuçlar iki paralelin ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden verilmiştir. [2] N x 5.70 faktörü kullanılmıştır.

Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde kullanılan buğday örneğine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Buğday paçalının TAMB yükü 15683 kob/ml olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Materyal olarak kullanılan buğday örneğine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları[1]

	TAMB[2] (kob/ml)
Buğday	15683±23226

Sonuçlar iki paralelin ortalamasıdır. [2] TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri.

4.2. Araştırma Sonuçları

4.2.1. Laboratuvar ortamında tavlama şartlarının optimizasyonu (Ön deneme-1)

Tavlama işleminin tane özelliklerine etkisi: Değirmende ticari şartlarda gerçekleştirilecek öğütme işleminden önce buğdaya verilecek optimum tav suyu oranının ve tavlama süresinin belirlenmesi amacıyla laboratuvar şartlarında masa üstü diskli taş değirmende ön deneme şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Bu amaçla, buğday örneğine %15, 16 ve 17 oranlarında su verilmiş ve 3, 6 ve 9 saat dinlendirme süresi ile tavlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Tavlama işlemi tamamlandıktan sonra tavlanmış buğday, laboratuvar tipi değirmende öğütülerek bazı fiziksel ve kimyasal analizlere tabi tutulmuştur.

Farklı tav suyu oranı ve tavlama sürelerinin öğütmeye giren buğday örneklerinde protein, hektolitre ağırlığı ve su miktarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Kullanılan buğday örneklerinin protein, hektolitre ve su miktarları sırasıyla; %12,7-13,1, 69,9-72,0 kg ve %15,0-17,3 arasında değişim göstermektedir.

Çizelge 4.7'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre; *"Tav suyu oranı"* ve *"Tavlama süresi"*, protein miktarı ve hektolitre ağırlığı üzerinde istatistiki olarak önemsiz ($p>0,05$) bulunurken; *"Tav suyu oranı"*, su miktarı üzerinde önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.8'de verilen Student's t testi sonuçlarına göre, tav suyu oranı ve artan tavlama süresinin protein ve hektolitre ağırlığı üzerinde istatistiki açıdan önemli bir değişikliğe sebep olmadığı belirlenmiştir. Tav suyu oranının artmasıyla, beklendiği gibi tavlı buğday örneğinin su oranında da artış olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.6. Buğday örneklerine ait bazı tavlama analiz sonuçları[1]

Tav suyu oranı (%)	Tavlama süresi (saat)	Protein miktarı[2] (%)	Hektolitre (kg)	Su miktarı (%)
15	**3**	12,9±0,07	72,0±0,35	15,0±0,00
	6	12,8±0,00	70,2±0,07	15,1±0,07
	9	12,9±0,28	71,0±1,63	15,2±0,07
16	**3**	12,9±0,21	70,7±1,91	16,2±0,21
	6	12,7±0,14	70,1±0,28	16,1±0,14
	9	12,8±0,14	71,5±0,78	16,2±0,07
17	**3**	13,1±0,07	70,0±0,00	17,1±0,07
	6	12,9±0,07	69,9±0,14	17,1±0,21
	9	12,8±0,07	70,8±0,00	17,3±0,14
Minimum - maksimum		12,7-13,1	69,9-72,0	15,0-17,3
Ortalama±std		12,8±0,12	70,7±0,57	16,1±0,11

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. [2] N x 5,70 faktörü kullanılmıştır, kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çizelge 4.7. Buğday örneklerinin bazı tavlama analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Protein		Hektolitre		Su	
		KT	F	KT	F	KT	F
Tav suyu oranı (A)	2	0,031	0,757ns	1,888	1,192ns	12,818	384,533*
Tavlama süresi (B)	2	0,058	1,405ns	3,481	2,198ns	0,071	2,133ns
AxB	4	0,069	0,838ns	2,589	0,817ns	0,039	0,583ns
Hata	9	0,185		7,125		0,150	
Toplam	17	0,343		15,083		13,078	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.8. Buğday örneklerinin bazı tavlama analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1]

Faktör	n	Protein miktarı[2] (%)	Hektolitre (kg)	Su miktarı (%)
Tav suyu oranı (%)				
15	6	12,85[a]	71,02[a]	15,06[c]
16	6	12,78[a]	70,73[a]	16,13[b]
17	6	12,88[a]	70,23[a]	17,13[a]
Tavlama süresi (saat)				
3	6	12,92[a]	70,87[a]	16,06[a]
6	6	12,78[a]	70,05[a]	16,06[a]
9	6	12,82[a]	71,06[a]	16,20[a]

[1] Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$). [2] N x 5,70 faktörü kullanılmış, kuru madde üzerinden verilmiştir.

Tavlama işleminin öğütme ürünleri üzerine etkisi: Çizelge 4.9'da farklı tav suyu oranı ve tavlama sürelerinin tavlanmış buğday örneklerinden elde edilen irmik ve diğer öğütme ürünü verimlerine ait analiz sonuçları verilmiştir. İnce kepek, kaba kepek, irmik altı un ve irmik örneklerinin verimleri sırasıyla; %2,5-3,2, %18,4-23,7, %16,2-17,2 ve %51,7-55,8 arasında değişim göstermiştir. Tuncer ve Ercan (1994) tarafından, makarnalık buğday örnekleri 3 ayrı rutubette (%15,5, %17,0 ve %18,5) ve değişik sürelerde (3, 6, 9, 12 ve 15 saat) tavlanmış, irmik verimi %56,4-60,7 değerleri arasında tespit değiştiği edilmiştir.

Dexter ve ark (1994) tarafından, 6 ve 16 saat süre ile tavlanmış durum buğdayı örneklerinin irmik verimi sırasıyla %64,5 ve %63,7; protein içeriği sırasıyla %13,2 ve %13,1; kül içeriği ise sırasıyla %0,69 ve %0,71 olarak tespit edilmiştir. Süre artışı irmik verimini biraz düşürürken, kül miktarını arttırmıştır.

Çizelge 4.10'da verilen varyans analiz sonuçlarına göre, *"Tav suyu oranı"* ve *"Tavlama süresi"* ana varyasyon kaynakları ile *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonunun irmik ve yan mamul verimleri üzerinde istatistiki olarak $p<0,01$ düzeyinde; irmik altı un verimi üzerinde istatistiki olarak $p<0,05$ düzeyinde önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11'de verilen Student's t testi sonuçlarına göre ($P<0,05$), Artan tav suyu genelde ince kepek, irmik ve un miktarını düşürmüş, kaba kepek miktarını arttırmıştır. %15 lik tav suyu en yüksek irmik verimini sağlamıştır. Artan tavlama süresi irmik verimini arttırmış, kaba kepek miktarını düşürmüştür. Dokuz saatlik dinlendirme en yüksek irmik verimine ulaşmıştır.

Sonuç olarak, laboratuvar şartlarında en yüksek irmik veriminin %15 tav suyu ve 9 saat dinlendirme süresi ile elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.9. Tavlanmış buğday örneklerine ait bazı analiz sonuçları[1]

Tav suyu oranı (%)	Tavlama süresi (saat)	İnce kepek (%)	Kaba kepek (%)	İrmik altı un (%)	İrmik (%)
15	**3**	2,9±0,00	20,1±0,07	16,9±0,14	54,4±0,14
	6	2,7±0,00	22,5±0,07	17,0±0,00	52,3±0,00
	9	3,2±0,00	18,4±0,07	16,8±0,28	55,8±0,21
16	**3**	3,0±0,00	21,5±0,07	16,5±0,00	53,4±0,00
	6	2,6±0,00	21,4±0,14	17,1±0,07	53,3±0,00
	9	3,1±0,00	21,0±0,14	16,2±0,07	54,1±0,07
17	**3**	2,5±0,00	23,7±0,00	16,7±0,07	51,7±0,14
	6	2,7±0,00	22,8±0,00	17,2±0,07	51,9±0,21
	9	3,1±0,00	22,3±0,28	16,7±0,21	52,5±0,07
Minimum - maksimum		2,5-3,2	18,4-23,7	16,2-17,2	51,7-55,8
Ortalama±std		2,9±0,02	21,5±0,09	16,8±0,10	53,2±0,09

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.10. Buğday örneklerinin bazı tavlama analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	İnce kepek		Kaba kepek		İrmik altı un		İrmik	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Tav suyu oranı (A)	2	0,114	20,60**	21,49	690,75**	0,361	9,85**	14,90	478,96**
Tavlama süresi (B)	2	0,641	115,40**	8,82	283,61**	0,908	24,76**	7,73	248,61**
AxB	4	0,202	18,20**	10,41	167,25**	0,289	3,94*	5,65	90,78**
Hata	9	0,025		0,14		0,165		0,14	
Toplam	17	0,983		40,86		1,723		28,42	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

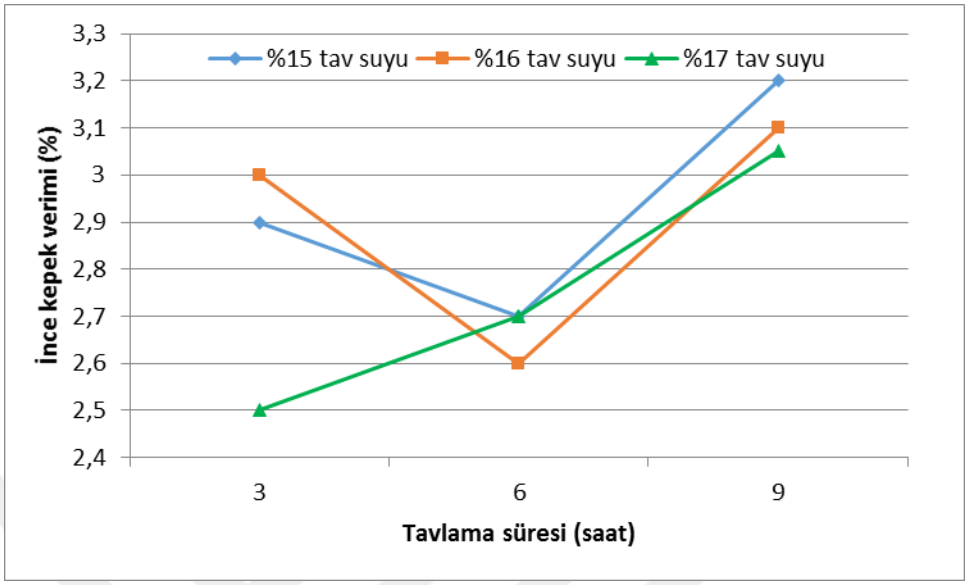
Çizelge 4.11. Buğday örneklerinin bazı tavlama analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1]

Faktör	n	İnce kepek (%)	Kaba kepek (%)	İrmik altı un (%)	İrmik (%)
Tav suyu oranı (%)					
15	6	2,93[a]	20,28[c]	16,90[a]	54,15[a]
16	6	2,90[a]	21,28[b]	16,57[b]	53,58[b]
17	6	2,75[b]	22,93[a]	16,82[a]	52,00[c]
Tavlama süresi (saat)					
3	6	2,80[b]	21,73[b]	16,68[b]	53,17[b]
6	6	2,67[c]	22,22[a]	17,07[a]	52,48[c]
9	6	3,12[a]	20,55[c]	16,53[b]	54,08[a]

[1] Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

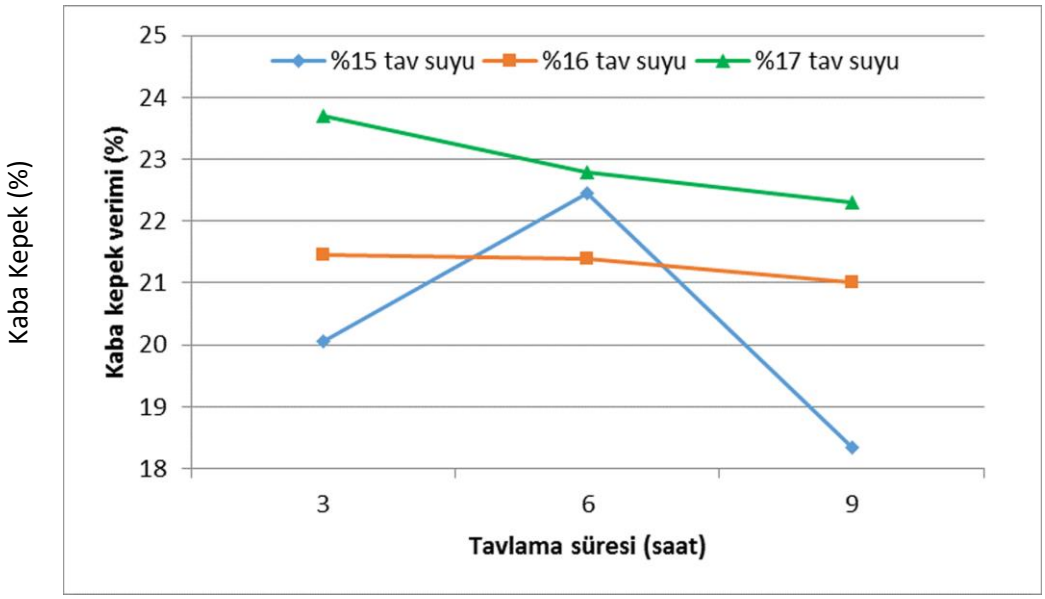
İnce kepek verimi üzerinde p<0,01 düzeyinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu Şekil 4.1'de verilmiştir. İnce kepeğin yeterince ayrılması ve temizliği, öğütmenin etkinliğine ve elde edilecek irmiğin temizlik ve saflığına işaret

sayılır. İnteraksiyonun gidişinden en yüksek ince kepek miktarının ve öğütme etkinliğinin %15'lik tav suyunda, 9 saatlik dinlendirme ile elde edildiği anlaşılmaktadır



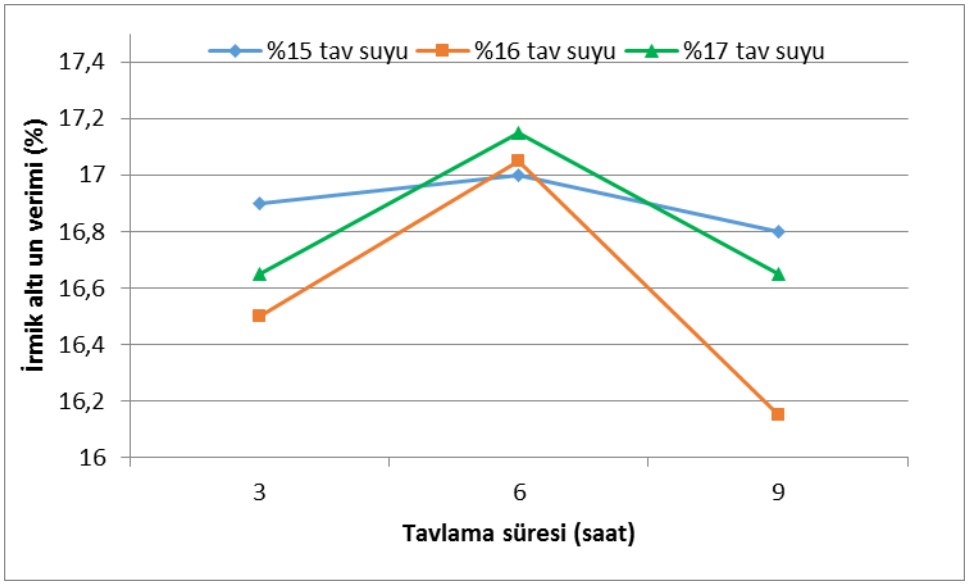
Şekil 4.1. İnce kepek verimi üzerinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu

Kaba kepek verimi üzerinde p<0,01 düzeyinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu Şekil 4.2'de verilmiştir. En yüksek kaba kepek veriminin %17 tav suyu ilavesi ve 3 saatlik tavlama süresi ile elde edildiği tespit edilmiştir. Bu sonuç, aşırı tav suyunda irmiğin kırma sisteminde kuyruk pasajlarına ve kaba kepeğe kaçtığını göstermektedir. Buğdaydaki %16 ile %15'lik tav sularının kaba kepeği düşürdüğü buna karşılık irmik verimini yükselttiği söylenebilir.



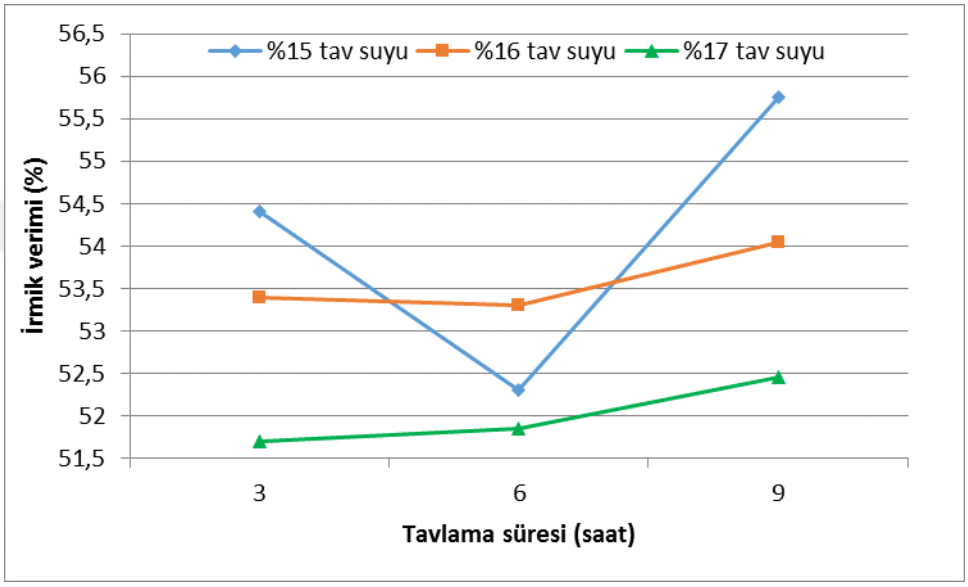
Şekil 4.2. Kaba kepek verimi üzerinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu

İrmik altı un verimi üzerinde p<0,05 düzeyinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu Şekil 4.3'te verilmiştir. En yüksek irmik altı un verimi %15 tav suyu ile elde edilmiştir. Dinlendirmede 6 saatlik tavlama süresi ile elde edilen irmik altı un miktarları arasındaki farklar çok azalmış, en iyi sonucu 9 saat dinlendirme ile %16 tav suyu sağlamıştır. İrmik değirmenciliğinde irmiğin una dönüşmesi istenmeyen bir olgudur.



Şekil 4.3. İrmik altı un verimi üzerinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu

İrmik verimi üzerinde p<0,01 düzeyinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu Şekil 4.4'te verilmiştir. %15 tav suyu verilmesi ve 9 saatlik tavlama süresi ile en yüksek irmik verimi elde edilmiştir. 9 saatlik tavlama süresinde; buğdaya verilen tav suyu oranı arttıkça, irmik veriminin azaldığı görülmüştür. Burada irmik verimi optimizasyonu önemli olup, aşırı fazlalık kalite düşmesine sebep olabilir. Optimum tav suyuna karar verilirken kaliteyi de göz önüne almak gerekir. Bu sebeple Bühler MLU-202 ile detaylı bir laboratuvar çalışması yürütülmüştür.



Şekil 4.4. İrmik verimi üzerinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu

4.2.2. Endüstriyel şartlarda farklı işlem basamaklarında örneklenerek, laboratuvar şartlarında irmiğe öğütülen buğday örneklerine ait bazı fizikokimyasal analiz ve test sonuçları (Ön deneme-2a)

Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli İşlem Basamaklarında (İB) elde edilen buğday örnekleri; İB1 (temizlenmemiş), İB2 (temizlenmiş), İB3 (tav+taşlı soyucu çıkışı; klasik sistem için by pass geçilmiştir), İB4 (yatay kabuk soyucudan çıkan), İB5 (öğütme öncesi) için yapılan bazı analiz sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'te, Student's t testi sonuçları ise Çizelge 4.14'de gösterilmiştir.

Bu çalışma, öğütmeye hazırlanmış buğdayın geçirdiği işlem basamaklarından ve taşlı kabuk soyucudan etkilenme düzeyini ortaya koymak amacı ile gerçekleştirilmiştir. Taşlı kabuk soyma işlemi, özellikle kaba kepeği ayırarak değirmenin öğütme ve eleme

yükünü düşürürken, alöron tabakasının katkısıyla irmik üretimine temel oluşturan tane miktarını artırarak bileşen zenginliğini etkilemektedir.

Çizelge 4.12. Farklı işlem basamaklarında elde edilen pasaj örneklerine ait bazı test ve analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	İşlem basamağı***	Kırık buğday (%)	Yaş gluten (%)	Kuru gluten (%)	Gluten indeks değeri	Düşme sayısı (sn)
KLS	İB1	5,00±0,57	32,45±0,07	10,55±0,35	60,50±2,12	348±3,54
	İB2	2,50±0,99	31,10±0,85	10,30±0,28	57,00±2,83	354±7,07
	İB3	2,55±0,35	29,40±0,00	9,95±0,21	53,00±1,41	358±3,18
	İB4	2,30±0,42	28,00±0,28	9,25±0,14	49,25±0,35	362±1,06
	İB5	2,65±0,07	27,95±0,92	9,10±0,14	47,50±0,71	363±1,41
TÖKS	İB1	5,55±0,07	32,80±0,42	10,70±0,14	72,00±1,41	348±4,95
	İB2	3,85±0,49	32,20±0,57	10,45±0,07	69,50±2,12	360±6,36
	İB3	5,80±0,85	31,50±0,42	10,25±0,07	66,00±5,66	371±9,19
	İB4	5,05±1,06	30,95±0,64	9,80±0,00	63,00±7,07	371±0,71
	İB5	5,00±0,57	30,20±0,71	9,40±0,28	58,50±10,61	374±0,71
TSKS	İB1	5,60±0,14	32,87±0,39	10,65±0,07	71,00±1,41	346±4,24
	İB2	3,85±0,92	32,50±0,57	10,45±0,07	65,00±2,83	366±9,19
	İB3	5,90±1,70	31,65±0,07	10,15±0,07	58,00±5,66	370±2,83
	İB4	5,10±2,40	29,55±1,06	9,80±0,28	46,75±2,47	373±1,06
	İB5	5,05±1,77	28,85±0,78	9,50±0,28	45,50±3,54	376±1,77
Minimum - maksimum		2,30-5,90	27,95-32,87	9,10-10,70	45,50-72,00	346-376
Ortalama±std		4,38±0,82	30,79±0,52	10,02±0,16	58,83±3,35	363±3,82

* Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma

***İB1 (temizlenmemiş buğday), İB2 (temizlenmiş), İB3 (tav+taşlı soyucu çıkışı; KLS by pass), İB4 (yatay kabuk soyucudan çıkan), İB5 (öğütme öncesi)

Çizelge 4.13. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin farklı işlem basamaklarında elde edilen pasaj örneklerinin bazı analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Kırık buğday		Yaş gluten		Kuru gluten		Gluten indeks değeri		Düşme sayısı	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu (A)	2	28,716	12,916**	16,545	22,805**	0,542	7,069**	800,216	21,686**	521,266	11,465**
İşlem basamağı (B)	4	13,070	2,939ns	59,152	40,766**	6,985	45,552**	1257,000	17,032**	2156,883	23,719**
AxB	8	0,728	0,728ns	6,004	2,069ns	0,181	0,591ns	196,700	1,332ns	203,816	1,121ns
Hata	15	16,675		5,441		0,575		276,750		341,00	
Toplam	29	64,942		87,142		8,283		2530,666		3222,966	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.14. Klasik sistem ve taşlı sistemlerinin farklı işlem basamaklarında elde edilen pasaj örneklerinin bazı analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1]

Faktör	n	Kırık buğday (%)	Yaş glüten (%)	Kuru glüten (%)	Glüten indeks değeri (%)	Düşme sayısı (saniye)
Kabuk soyma metodu**						
KLS	10	3,00^{b}	29,78^{b}	9,83^{b}	53,45^{b}	357^{b}
TÖKS	10	5,05^{a}	31,53^{a}	10,12^{a}	65,80^{a}	365^{a}
TSKS	10	5,10^{a}	31,08^{a}	10,11^{a}	57,25^{b}	366^{a}
İşlem basamağı***						
İB1	6	5,38^{a}	32,71^{a}	10,63^{a}	67,83^{a}	347^{c}
İB2	6	3,40^{b}	31,93^{b}	10,40^{a}	63,83^{ab}	360^{b}
İB3	6	4,75^{a}	30,85^{c}	10,12^{b}	59,00^{b}	366^{a}
İB4	6	4,15^{ab}	29,50^{d}	9,62^{c}	53,00^{c}	369^{a}
İB5	6	4,23^{ab}	29,00^{d}	9,33^{d}	50,50^{c}	372^{a}

*Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$).

**KLS: Klasik sistem., TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma., TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

***İB1 (temizlenmemiş), İB2 (temizlenmiş), İB3 (tav+taşlı soyucu çıkışı; KLS by pass) ,İB4 (yatay kabuk soyucudan çıkan), İB5 (öğütme öncesi)

.

4.2.2.1.1. Kırık buğday oranı

Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin farklı aşamalarında elde edilen buğday örneklerinin kırık oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; buğday örneklerinin kırık buğday oranının %2,30-5,90 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Kırık buğday oranı sonuçlarına ait varyans analizi ise Çizelge 4.13'te verilmiştir. Buna göre, *"İşlem basamağı"* ana varyasyon kaynağı ve *"Kabuk soyma metodu x İşlem basamağı"* interaksiyonu kırık buğday oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz bulunurken, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının kırık buğday oranı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Kırık buğday oranı analizlerine ait çizelge 4.14'te verilen Student's t testi sonuçlarına göre, taşlı kabuk soyma uygulaması ile en yüksek kırık buğday oranı, klasik sistemde ise en düşük kırık buğday oranı elde edilmiştir. Taşlı kabuk soyucu kullanımları, klasik sisteme göre kırık tane miktarını önemli düzeyde ($P<0,01$) arttırmış; temizleme (İB2) ile azalmış, soyma uygulamalarında tekrar artmıştır. Temizleme öncesinden gelen kırık taneler un veya irmiğin kirlenmesine sebep olmaktadır. Taşlı kabuk soyucunun darbe etkisi ile kırılmaları artırdığı, tavlama öncesi soyma uygulamasında sert taneye daha az zarar verdiği, tavlama sonrasında ise biraz arttığı anlaşılmaktadır. Taşlı kabuk soyucular ile kırılma olayı yumuşak taneli buğdaylarda daha fazla görülmekte, bu yüzden özellikle sert ekmeklik ve durum buğdayları için tavsiye edilmektedir.

4.2.2.1.2. Yaş glüten

Buğday örneklerinin yaş glüten değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Buna göre, yaş glüten değerlerinin %27,95-32,87 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen buğday örneklerinin gördüğü işlem arttıkça, ortalama yaş glüten miktarının azaldığı tespit edilmiştir.

Yaş glüten oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ve *"İşlem basamağı"* ana varyasyon kaynakları yaş glüten değeri üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Student’s t testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.14) ise, en yüksek yaş glüten oranı taşlı kabuk soyma sistemlerinde, en düşük yaş glüten oranı ise klasik sistemde tespit edilmiştir. Taşlı soyma işlemi özellikle tavlama öncesi yapıldığında daha iyi olmak üzere yaş glüten miktarını artırıcı etkide bulunmuştur. Taşlı kabuk soyma ile selülozik materyalin ayrılmasına bağlı olarak, taşlı kabuk soyucu çıkışında yaş glüten miktarı önemli düzeyde artmıştır. En yüksek yaş glüten oranı İB1 kirli buğdayda, en düşük yaş glüten oranı ise soyma işlemlerinden sonra, İB4 ve İB5 basamaklarında belirlenmiştir. İşlem basamaklarındaki çarpık değerler ise bazı interaksiyonların varlığına işaret etmektedir.

4.2.2.1.3. Kuru glüten

Çizelge 4.12’de verilen sonuçlara göre, klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen buğday örneklerinin kuru glüten değerlerinin %9,10-10,70 arasında değişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kuru glüten değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’te verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarında, *“Kabuk soyma metodu”* ve *“İşlem basamağı”* ana varyasyon kaynaklarının kuru glüten oranı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. *“Kabuk soyma metodu x İşlem basamağı”* interaksiyonu ise kuru glüten oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Kuru glüten oranı analizlerine ait Çizelge 4.14’te verilen Student’s t testi sonuçlarına göre, taşlı kabuk soyma sistemlerinde en yüksek kuru glüten oranının, klasik sistemde ise en düşük kuru glüten değerinin elde edildiği sonucuna varılmıştır. Buğday örneklerinde ise, İB1 ve İB2 örneklerinin en yüksek kuru glüten oranına sahip olduğu, İB5 örneğinin ise en düşük kuru glüten oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Kuru glüten miktarı da yaş glütene benzer bir gidiş göstermiş, soyma işlemleri kuru glüten miktarını arttırmıştır. Akış basamaklarında, kirli buğdaydan ilk kırmaya (B1) doğru glüten miktarında düşüş görülmüştür. Bu olgu, örnek bileşiminde alöron tabakası yoğunluğunun artması ve kolayca yıkanması ile açıklanabilir. Diğer taraftan, temizlemede uzaklaştırılan proteince zengin buruşuk taneler glüten kaybına sebep olabilir. Tav suyunun verilmesini takiben ise tane ağırlığının artışına bağlı olarak glüten miktarında oransal düşüş görülmektedir. Bu değişime kuru madde üzerinden

bakıldığında, soyma kayıplarına bağlı olarak bileşen zenginliğinde de artış beklenmektedir. Bu durum metotların karşılaştırılması ile de kolayca anlaşılmaktadır.

4.2.2.1.4. Glüten indeks değeri

Glüten indeks değerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen glüten indeks değerlerinin %45,50-72,00 arasında değişim gösterdiği; en yüksek glüten indeks değeri İB1 kirli buğday örneklerinde, en düşük indeks değeri ise kırma öncesi İB5 örneklerinde tespit edilmiştir.

Buğday örneklerinin glüten indeks değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.13'te verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, *"Kabuk soyma metodu"* ve *"İşlem basamağı"* ana varyasyon kaynaklarının glüten indeks değeri üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Student's t testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.14), en yüksek glüten indeks değerine tavlama öncesi kabuk soyma(TÖKS) sisteminde ulaşılmıştır. Buğday örnekleri arasında ise, İB1 örneğinin en yüksek glüten indeks değerine, İB4 ve İB5 örneklerinin en düşük glüten indeks değerine sahip olduğu görülmüştür. İndeks değerindeki bu değişimin sebebi, yaş ve kuru glüten miktarı için ileri sürülen ve tartışılan gerekçelerle normal sayılabilir.

Glüten indeks glüten kalitesini ifade etmekte olup, özellikle tav suyu öncesinde uygulanan taşlı soyma işlemi ile daha iyi sonuç vermiş, tavlama sonrası uygulandığında ani bir düşüş göstermiştir. Bu bulgu, tavlama sonrasındaki soyma işleminde daha fazla gevrekleşen unsu endospermin dış kısmı, alöron ve kabuğun irmiğe bulaşması ile su tutma kapasitesi yüksek materyalin indeks değerini düşürdüğünü göstermektedir.

4.2.2.1.5. Düşme sayısı

Düşme sayısına ait analiz sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Analiz sonuçlarında buğday örneklerinin düşme sayısı değerlerinin 346-376sn arasında değişim gösterdiği; İB1 örneklerinin en düşük düşme sayısına, İB5 örneklerinin ise en yüksek düşme sayısına sahip olduğu belirlenmiştir.

Düşme sayısına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Buna göre, *"Kabuk soyma metodu"* ve *"İşlem basamağı"* ana varyasyon kaynaklarının

düşme sayısı üzerinde istatistiki açıdan p<0,01 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Çizelge 4.14'te verilen Student's t testi sonuçlarına göre, en yüksek düşme sayısı değerinin taşlı kabuk soyma sistemlerinde, en düşük değerin ise klasik sistemde elde edildiği tespit edilmiştir. Enzimatik potansiyelin tanenin dış tabakaları ve ruşeym bölgesinde toplandığı dikkate alındığında, taşlı soyma işleminin bu tabakaları uzaklaştırması sonucu düşme sayısında önemli düzeyde (P<0,05) artış gözlenmiştir.

Buğday örneklerine ait sonuçlarda ise; İB3, İB4 ve İB5 örneklerinin en yüksek düşme sayısı değerine sahip olduğu, kirli buğday İB1 örneğinin de en düşük düşme sayısı değerine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca ileri basamaklarda, soyma işleminin sinerjistik etkisi ile kirli buğdaya göre çok daha düşük enzimatik aktivite sağlanmıştır.

Alfa amilaz aktivitesi için elde edilen bu aktivite düşüklüğü, ruşeymin etkin olarak uzaklaştırılmasına bağlı olarak, *lipoksigenaz* aktivitesine yansıdığında, irmik ve makarna rengine olumlu katkı sağlayabileceği söylenebilir.

4.2.2.2. Endüstriyel şartlarda farklı işlem basamaklarında örneklenerek, laboratuvar şartlarında öğütülen buğday örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları (Ön deneme-2b)

Bu aşamada temizlenmiş, tavlanmış ve soyulmuş buğday tanesinin kimyasal bileşimleri incelenmiştir. İrmiğe işlemede önemli olan kimyasal parametrelerden su, kül, selüloz ve protein miktarı incelenmiştir. Taşlı soyma işlemi ile su kaybı, alöron tabakasının irmiğe kazanımı ile kül ve protein miktarında artış beklenmektedir.

Klasik sistem ve taşlı soyucu kullanılarak elde edilen buğday örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da, Student's t testi sonuçları ise Çizelge 4.17'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.15. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin farklı işlem basamaklarında elde edilen pasaj örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu***	İşlem basamağı***	Su (%)	Kül (%)	Ham selüloz (%)	Protein** (%)
KLS	İB1	9,26±0,44	1,567±0,01	5,65±0,11	12,50±0,42
	İB2	15,50±0,42	1,536±0,02	5,58±0,06	12,20±0,42
	İB3	15,40±0,08	1,541±0,05	5,38±0,14	11,55±0,07
	İB4	15,11±0,311	1,535±0,01	5,35±0,71	11,05±0,21
	İB5	14,94±0,25	1,521±0,01	5,27±0,52	10,60±0,28
TÖKS	İB1	9,56±0,11	1,553±0,01	4,77±0,13	12,10±0,14
	İB2	14,44±0,34	1,495±0,01	4,71±0,01	11,95±0,64
	İB3	13,87±0,55	1,296±0,04	4,58±0,06	11,60±0,71
	İB4	14,52±0,46	1,343±0,03	4,12±0,04	11,35±0,78
	İB5	14,44±0,17	1,322±0,02	4,29±0,11	11,15±0,21
TSKS	İB1	9,54±0,05	1,552±0,02	4,86±0,54	12,00±0,14
	İB2	14,79±0,56	1,503±0,01	4,74±0,54	11,65±0,07
	İB3	14,42±1,07	1,289±0,09	4,63±0,47	11,20±0,00
	İB4	14,99±0,87	1,330±0,07	4,20±0,07	11,35±0,07
	İB5	14,73±0,77	1,299±0,04	4,27±0,13	10,90±0,00
Minimum – maksimum		9,26-15,50	1,289-1,567	4,12-5,65	10,60-12,50
Ortalama±std		13,70±0,43	1,446±0,03	4,83±0,24	11,54±0,28

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden verilmiştir.

** N x 5,70 faktörü kullanılmıştır.

***KLS: Klasik sistem., TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma., TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

***İB1 (temizlenmemiş), İB2 (temizlenmiş), İB3 (tav+taşlı soyucu çıkışı; KLS by pass),İB4 (yatay kabuk soyucudan çıkan), İB5 (öğütme öncesi)

Çizelge 4.16. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen buğday örneklerinin bazı kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Su		Kül		Ham selüloz		Protein	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu (A)	2	2,278	4,215*	0,134	47,070**	5,756	25,875**	0,241	0,862ns
İşlem basamağı (B)	4	135,68	125,490**	0,166	29,185**	1,341	3,014ns	6,682	11,961**
AxB	8	2,028	0,938ns	0,062	5,473**	0,159	0,179ns	0,956	0,855ns
Hata	15	4,054		0,021		1,668		2,095	
Toplam	29	144,041		0,385		8,926		9,974	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.17. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen buğday örneklerinin bazı kimyasal analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1]

Faktör	n	Su (%)	Kül (%)	Ham selüloz (%)	Protein** (%)
Kabuk soyma metodu* **					
KLS	10	14,04[a]	1,540[a]	5,45[a]	11,58[a]
TÖKS	10	13,37[b]	1,402[b]	4,49[b]	11,63[a]
TSKS	10	13,69[ab]	1,395[b]	4,54[b]	11,42[a]
İşlem basamağı** **					
İB1	6	9,45[b]	1,557[a]	5,09[a]	12,20[a]
İB2	6	14,91[a]	1,512[a]	5,01[ab]	11,93[a]
İB3	6	14,56[a]	1,375[b]	4,86[abc]	11,45[b]
İB4	6	14,87[a]	1,403[b]	4,56[c]	11,25[bc]
İB5	6	14,71[a]	1,381[b]	4,61[bc]	10,88[c]

*Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$). Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir.

** N x 5,70 faktörü kullanılmıştır.

***KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

**** İB1 (temizlenmemiş), İB2 (temizlenmiş), İB3 (tav+taşlı soyucu çıkışı; KLS by pass), İB4 (yatay kabuk soyucudan çıkan), İB5 (öğütme öncesi)

4.2.2.2.1. Su

İrmik değirmenciliğinde tavlanan buğdayın su miktarı öğütme kalitesi üzerinde önemli etkiye sahip olup, optimum düzeyde olması istenir. Aşırı su irmik verimini düşürürken kaliteyi artırır. Düşük su ise kaliteyi düşürürken, irmik ve irmik altı un miktarlarını birlikte artırır. Makarnaya işlemede ise su miktarı yüksek irmik tercih edilir.

Su oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, çeşitli aşamalarda buğday örneklerinin su oranının %9,26-15,50 arasında değiştiği belirlenmiştir. Su oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Varyans analizine göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının su oranı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde; *"İşlem basamağı"* ana varyasyon kaynağının ise $p<0,01$ düzeyinde önemli önemli etkide bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 4.17'de verilen Student's t testi sonuçlarına göre, en yüksek su oranı değerine klasik sistemde, en düşük su oranı değerine tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde(TÖKS) ulaşılmıştır. İşlem basamaklarına ait buğday örnekleri arasında ise, temizlenmemiş ve tavlanmamış İB1 örneğinin en düşük su oranına sahip olduğu, tavlama işlemi ile su oranının arttığı (İB4), soyma işlemleri sebebiyle selülozik materyal ile birlikte su miktarının da azaldığı (İB5) görülmüştür.

4.2.2.2.2. Kül

Klasik irmik üretiminde, irmik ve makarnanın kehribar renginin muhafazası için külün düşük olması, dolayısıyla alöron tabakasının kepekle birlikte unsu endospermden uzaklaştırılması istenir. Bu çalışmada tam aksine, makarnada yaşanacak sınırlı renk dezavantajına karşılık beyaz renkli alöron tabakasının irmiğe dâhil edilmesi, böylece daha yüksek irmik verimi ve daha besleyici özellikte makarna üretimi hedeflenmektedir.

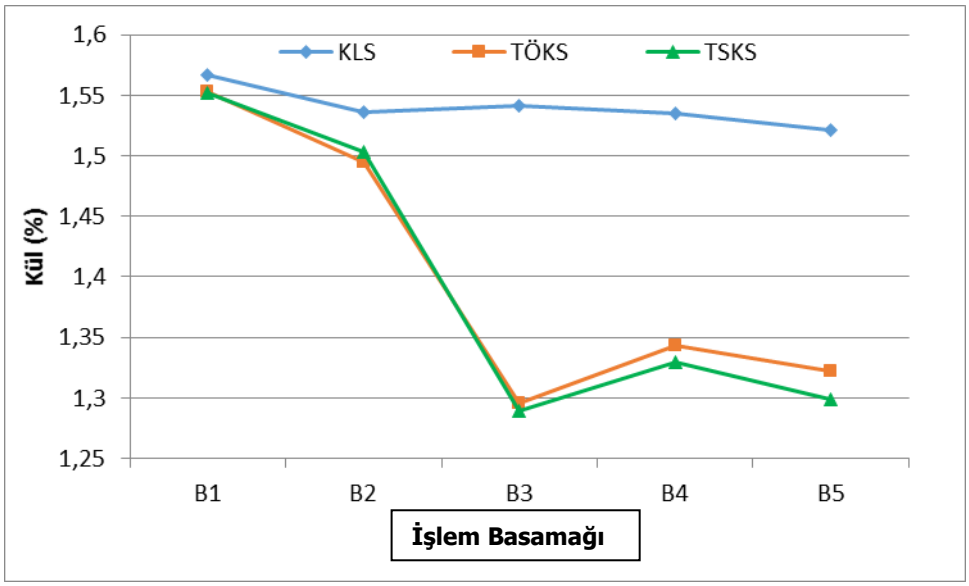
Kül oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; buğday örneklerinin kül oranlarının %1,289-1,567 arasında değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Kül oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Buna göre, *"Kabuk soyma metodu"* ve *"İşlem basamağı"* ana varyasyon kaynakları ile *"Kabuk soyma metodu x İşlem basamağı"* interaksiyonunun kül oranı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu sonucu elde edilmiştir.

Kül oranına ait Student's t testi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiş olup, en yüksek kül oranının klasik sistemde, en düşük ortalama kül miktarının ise tavlama sonrasında taşlı kabuk soyma (TSKS) işlemleri ile elde edildiği belirlenmiştir.

İşlem basamaklarında ise, en yüksek kül oranına İB1 ve İB2 örneklerinin sahip olduğu, temizleme ve soyma basamaklarında uzaklaştırılan kir ve kabuk tabakaları ile kül miktarının düştüğü tespit edilmiştir.

Kül oranı üzerinde $p<0,01$ düzeyinde etkili *"Kabuk soyma metodu x İşlem basamağı"* interaksiyonu Şekil 4.5'te verilmiştir. Buna göre, buğday örneklerinin işlem gördükçe kül oranlarında azalma olduğu, en düşük kül oranının öğütme öncesinde alınan İB5 örneğinde elde edildiği tespit edilmiştir. Taşlı kabuk soyma metoduna göre ise; en düşük kül değeri TSKS'de elde edilirken, en yüksek kül değeri KLS'de elde edilmiş, TSKS ve TÖKS'de elde edilen kül oranlarının çok düşük ve birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür.

Singh ve ark (1998) tarafından yapılan çalışmada, durum buğdayı örnekleri 0, 30, 60, 90 ve 120 saniye süre ile debranning işlemine tabi tutulmuş ve örneklerin kül içeriği sırasıyla %1,953, %1,792, %1,556, %1,442, %1,200 olarak elde edilmiştir. (Borrelli ve ark 2008) tarafından yapılan çalışmada ise, durum buğdayı örnekleri 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 saniye süre ile debranning işlemine tabi tutulmuş ve örneklerin kül miktarları sırasıyla %1,382, %1,125, %0,977, %0,898, %0,840, %0,802 olarak belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda da literatüre uygun şekilde, taşlı soyucu kullanılarak klasik sisteme göre çok düşük kül miktarı elde edilmiş, ancak tavlama öncesindeki soyma işlemi, sonradan uygulanana göre tanede daha yüksek kül miktarı sağlamıştır. Bu durumda debraning sistem ile *Tr. durum* makarnalık buğday paçalı kullanarak, irmik değirmenciliğinde taşlı kabuk soyucular ile tanenin kabuk tabakalarını uzaklaştırmak, unsu endosperme daha çok alöron tabakası dahil edilerek irmik verimini ve besin değerini artırarak katma değeri daha yüksek irmik ve makarna elde etmek mümkün olmaktadır.



Şekil 4.5. Kül oranı üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Buğday örneği"* interaksiyonu.

Metotlar: (KLS: Klasik sistem; TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi; TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma sistemi). İşlem basamağı: İB1 (temizlenmemiş), İB2 (temizlenmiş), İB3 (tav+taşlı soyucu çıkışı; KLS by pass), İB4 (yatay kabuk soyucudan çıkan), B5 (öğütme öncesi)

4.2.2.2.3. Protein

Tanenin kabuk ve rüşeym tabakaları uzaklaştırıldıktan sonra, proteince en zengin tabakaları alöronu da içine alan dış endospermdir. Alöron tabakası külde olduğu gibi karıştığı oranda irmiğe glüten dışı protein miktarı şeklinde katkıda bulunur.

Protein değerine ait analiz sonuçları çizelge 4.15'te verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, buğday örneklerinin protein miktarlarının %10,60-12,50 değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 4.16'da protein oranına ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. *"işlem basamağı"* ana varyasyon kaynağının protein oranı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Protein oranına ait Student's t testi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Taşlı kabuk soyma metodunun istatistiki açıdan önemsiz olduğu görülmektedir. Ancak deskriptif değerlendirme yapacak olursak, tav öncesi taşlı kabuk soymanın daha yüksek tane proteini verdiği, az da olsa alörondan beslendiği görülmektedir.

Hazırlık işlem basamaklarına ait buğday örnekleri arasında ise; en yüksek protein değerine İB1 ve İB2 örneklerinde, en düşük protein değeri İB5 örneğinde belirlenmiştir. Öğütmeye hazırlık sürecinde tanenin neredeyse %1,5 lik protein kaybı, kaliteyi olumsuz etkilemeyen, öncelikle rüşeymin, ikinci dereceden de soymada uygulanan kazıma ve sürtünme etkisiyle alöron ve dış endosperm kaybına bağlı olabilir.

4.2.2.2.4. Ham Selüloz

Buğdayın ham selüloz miktarı, öğütme işleminde kepek çıktısına ölçü alınabilir. Tanenin kabuk tabakaları önemli kül kaynağıdır. Klasik kabuk soyma işlemlerinde meyve ve tohum kabuğunun taneden uzaklaştırılması ile unsu endosperme göre 10 kat daha fazla kül kaynağı da uzaklaştırılmış olmaktadır. İrmiğe karışması kül miktarını artırırken, protein miktarını seyreltir.

Ham selüloz oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Buna göre; buğday örneklerinin ham selüloz miktarının %4,12-5,65 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 4.16'da verilen ham selüloz oranına ait varyans analiz sonuçlarına göre; *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının ham selüloz oranı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Ham selüloz oranına ait Student's t testi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. En yüksek ham selüloz değeri klasik sistemde elde edilmiştir. Taşlı soyma işleminde

selüloz miktarı düşmüş, en düşük değer tavlama öncesi taşlı soyma işlemi ile alınmıştır. Taşlı kabuk soyma işlemi ile ham selüloz miktarının düşük çıkması, kabuğun taneden daha kolay ayrılarak kahverengi pikeyi düşürebileceğini göstermektedir.

İşlem basamakları arasında ise, en yüksek 5,09 değeri ile İB1 örneğinde, en düşük 4,56 değeri ile İB4 örneğinde tespit edilmiştir. Taşlı soyucu ile kabuğu kazıyarak hızlı bir selüloz uzaklaştırılması görülmüş, ilave klasik kabuk soyma işlemi uygulanan İB4 basamağında sürtünme tekniği ile daha düşük selüloz miktarı elde edilmiştir. İki tekniğin takiben kullanılması oldukça önemli etkide bulunmuştur.

4.2.2.3. Çeşitli aşamalarda elde edilen buğday örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları

Buğday tanesinin mikrobiyolojik flora bakımından en zengin bölgesi rüşeymdir. Ardından perikarp tabakaları gelir. Soyma işleminde rüşeymin uzaklaştırılması ve kabuk tabakalarının soyulması mikrobiyel yükü önemli düzeyde düşürür. Üretilen irmiğin mikrobiyel yükü özellikle rüşeym ve kabuk kontaminasyonundan kaynaklanır.

Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin farklı aşamalarında elde edilen buğday örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4,18'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, buğday örneklerinin Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) yükünün 2500-17200 kob/ml aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bottega ve ark (2009) tarafından, ekmeklik buğdayda maksimum 5 dakika süre ile yapılan debranning işleminin toplam aerobik mezofilik bakteri yükünü %93'e kadar düşürdüğünü bildirilmişlerdir.

Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre; TAMB yükü üzerinde *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde, *"İşlem basamağı"* ana varyasyon kaynağının istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.20'de verilen Student's t testi sonuçlarına göre; klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen örneklerin, tavlama sonrası taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen örneklerden daha fazla TAMB yüküne sahip olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu bulgular, tavlama öncesi yapılan soymanın mikrobiyel yükü düşürmediği, tavlamayı takiben yapılan taşlı kabuk soyma işleminin özellikle rüşeymin uzaklaştırmasında daha başarılı olduğunu göstermektedir.

Buğday örnekleri arasında ise; İB1 örneğinin en yüksek TAMB yüküne, İB4 ve İB5 örneklerinin en düşük TAMB yüküne sahip olduğu görülmüştür. Buradan taşlı kabuk soyma işlemlerinin mikrobiyolojik yükü düşürmede önemli etkiye sahip oldukları açıkça görülmektedir. Laca ve ark (2006); taşlı kabuk soyma sisteminin kullanılmasıyla birlikte, alöron tabakasının taneden tamamen uzaklaştırılmasının önleneceği, böylece daha besleyici ve daha iyi bir mikrobiyal kaliteye sahip ürün elde edileceği bildirilmiştir. %4 oranındaki kabuk soyma işleminin, mikrobiyal yükü %87 oranında azalttığı belirtilmiştir. Bu çalışma da, taşlı kabuk soyma işlemi ile buğdayda yüksek mikrobiyal saflık sağlanabildiğini göstermektedir.

Çizelge 4.18. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen buğday örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	İşlem basamağı ***	TAMB**** (kob/ml)
KLS	İB1	17200±4525
	İB2	13250±1484
	İB3	7300±1555
	İB4	4800±1272
	İB5	2950±919
TÖKS	İB1	14000±1414
	İB2	11950±1626
	İB3	9050±2333
	İB4	5900±1414
	İB5	3450±1202
TSKS	İB1	11750±1060
	İB2	9250±2333
	İB3	6500±2545
	İB4	4350±1767
	İB5	2500±989
Minimum – maksimum		2500-17200
Ortalama±std		8280±1763

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

*** İB1 (temizlenmemiş), İB2 (temizlenmiş), İB3 (tav+taşlı soyucu çıkışı; KLS by pass), İB4 (yatay kabuk soyucudan çıkan), İB5 (öğütme öncesi)

****TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri.

Çizelge 4.19. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen buğday örneklerinin bazı mikrobiyolojik analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	TAMB***	
		KT	F
Kabuk soyma metodu (A)	2	30086000	3,873*
İşlem basamağı (B)	4	516141333	33,222**
AxB	8	26820667	0,863ns
Hata	15	58260000	
Toplam	29	631308000	

[1] *p< 0,05 düzeyinde önemli., **p< 0,01 düzeyinde önemli., ns: önemsiz.
[2] TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri.

Çizelge 4.20. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen buğday örneklerinin bazı mikrobiyolojik analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1]

Faktör	n	TAMB**** (kob/ml)
Kabuk soyma metodu**		
KLS	10	9100[a]
TÖKS	10	8870[a]
TSKS	10	6870[b]
İşlem basamağı***		
B1	6	14316[a]
B2	6	11483[b]
B3	6	7616[c]
B4	6	5016[d]
B5	6	2966[d]

[*]Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$).

[**]KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma sistemi.

[***]B1 (temizlenmemiş), B2 (temizlenmiş), B3 (tav+taşlı soyucu çıkışı), B4 (yatay kabuk soyucudan çıkan), B5 (öğütme öncesi)

[**** *]TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri.

4.2.3. Endüstriyel şartlarda farklı işlem basamaklarında örneklenerek, soyulmuş buğdayların laboratuvar şartlarında (Bühler MLU-202) elde edilen irmik örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal, reolojik ve mikrobiyolojik analiz sonuçları (Ön deneme-2c)

Bu çalışma ile önceki çalışmada (Ön deneme-1) elde edilen öğütme normlarını kullanarak temizleme işleminden soyma işlemlerine kadar tanenin, kırıldıktan sonra da öğütme ürünlerinin kalitatif özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. İrmik analizleri 118 mikron üstü materyelde gerçekleştirilmiş, elek altı kısım ise irmik altı un olarak kabul edilmiştir.

Klasik sistem (KLS), tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi (TÖKS) ve tavlama sonrası taşlı kabuk soyma sisteminde (TSKS) elde edilen irmiğe ait bazı analiz sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir. Bu analiz sonuçlarına ait varyans analizleri Çizelge 4.22'de, Tukey HSD testi sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Ayrıca, kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.30'da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.31'de, Tukey HSD testi sonuçları Çizelge 4.32'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.21. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait bazı analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	Kahverengi pike (adet/100 cm^2)	Siyah pike (adet/100 cm^2)	Düşme sayısı (saniye)	Sedimantasyon (ml)
KLS	116±1,41	2,00±0,00	652±26,87	26,2±0,35
TÖKS	101±4,95	1,00±0,00	719±22,63	26,7±0,35
TSKS	121±1,41	2,00±0,00	731±22,63	26,5±0,00
Minimum - maksimum	101-121	1-2	652-731	26,2-26,7
Ortalama±std	113±2,59	1,66±0,00	700±24,04	26,5±0,24

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**KLS: Klasik sistem, TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma, TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma

Çizelge 4.22. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Kahverengi pike		Siyah pike		Düşme sayısı		Sedimantasyon	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kabuk Soyma Metodu	2	410,333	21,596*	1,333	8,379**	7249,333	6,228ns	0,250	1,500ns
Hata	3	28,500		0,000		1746,000		0,250	
Toplam	5	438,833		1,333		8995,333		0,500	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.23. Klasik sistem ve taşlı sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1]

Faktör	n	Kahverengi pike (adet/10 cm^2)	Siyah pike (adet/10 cm^2)	Düşme sayısı (saniye)	Zeleny Sedimantasyon (ml)
Kabuk soyma metodu**					
KLS	2	116[a]	2,00[a]	652[a]	26,25[a]
TÖKS	2	101[b]	1,00[b]	719[a]	26,75[a]
TSKS	2	121[a]	2,00[a]	731[a]	26,50[a]

[*]Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$).

[**]KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma sistemi.

4.2.3.1. Fiziksel irmik özellikleri

4.2.3.1.1. Kahverengi pike

İrmik örneklerinin kahverengi pike sayısına ait analiz sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir. Buna göre, irmik örneklerinin kahverengi pike sayısı 101-121 adet/100 cm^2 arasında değişim gösterdiği görülmüştür.

Kahverengi pike sayısı analizlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının kahverengi pike sayısı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23'te verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre; KLS ve TSKS'de elde edilen örneklerin en fazla kahverengi pike sayısına, TÖKS'de yer alan örneklerin en düşük kahverengi pike sayısına sahip olduğu görülmüştür. Kahverengi pike kepek kontaminasyonunu, özellikle de, renkli testa tabakasını işaret etmektedir. Taşlı kabuk soyma işleminde alöron tabakasına zarar vermeden testa tabakasının kazınıp alınması esastır. Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma (TÖKS) işlemi ile bunun daha iyi başarıldığını göstermektedir (Çizelge 4.23).

4.2.3.1.2. Siyah pike

Siyah pike sayısına ait analiz sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir. Farklı sistemlerde elde edilen irmik örneklerinin siyah pike sayısının 1-2 adet/100 cm^2 arasında değiştiği belirlenmiştir.

İrmik örneklerinin siyah pike sayısına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının siyah pike sayısı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Siyah pike dış kontaminasyonlara, özellikle de siyah ot tohumu ve böcek kalıntılarına işaret sayılmaktadır. Siyah pike sayısına ait Tukey HSD testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.23), en düşük siyah pike sayısının TÖKS'de elde edilen irmiğe ait olduğu belirlenmiştir. Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma (TÖKS) işlemi ile kahverengi pike yanında siyah pike unsurlarının da uzaklaştırıldığı anlaşılmaktadır.

Bulgular tavlama öncesi taşlı kabuk soyma (TÖKS) işleminin daha faydalı olduğunu, tavlama sonrasında (TSKS) yapıldığında görülen kepek ve siyah leke

artışının, muhtemelen tavlı tanede artık kabuk, karın girintisi ve rüşeyme ait kir ve fazlalıkların parçalanmasından kaynaklandığını göstermektedir.

4.2.3.1.3. Tanecik homojenliği (granülasyon)

Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait tane homojenliği değerleri Çizelge 4.24'de verilmiştir. Analiz sonuçları; 500 µ üstü, 450 µ üstü, 355 µ üstü, 200 µ üstü, 118 µ üstü ve 118 µ elek altı için ayrı ayrı özetlenmiş, elde edilen ortalama değerler sırasıyla %0,13, %1,75, %22,73, %52,16, %17,36 ve %5,85 olarak bulunmuştur.

Tane homojenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'te özetlenmiştir. Varyans analizlerine göre; *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının; 450 µ üstü ve 200 µ üstü oranları için $p<0,05$ düzeyinde, 500 µ üstü oranı için $p<0,01$ düzeyinde, istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26'da tane homojenliğine ait Tukey HSD testi sonuçları verilmiştir. Buna göre; 500 µ üstü ve 450 µ üstü oranlarında en yüksek değerin klasik sistemde elde edildiği, 200 µ üstü oranında en yüksek değerin TÖKS'de elde edildiği, elde edilen diğer elek üstü değerlerinde istatistiki açıdan bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Tavlama sonrası taşlı kabuk soyucu (TSKS) kullanımı, gevrekleşmenin ve soyucudan kaynaklanan darbe etkisinin bir sonucu olarak ince materyal ve irmik altı un miktarını arttırmıştır.

Sonuçlar tavlama öncesi taşlı kabuk soyma (TÖKS) işleminin, hem klasikten ve hem de tavlama sonrası soyma işlemine göre 200 mikron altı en düşük elek altı verdiğini, özellikle 200-355 mikron aralığında ise en yüksek elek üstü sağlarken özellikle de en düşük 118µ elek altı verdiği, yani öğütme etkinliğinin ve irmikte 450 µ-118µ aralığında (%93,75) homojenliğin arttığını göstermektedir. Makarna üretiminde irmikte irilik dağılışı homojenliği aranılan bir kalite ölçüsüdür.

4.2.3.1.4. Renk

İrmik örneklerine ait renk analiz sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir. Renk analiz sonuçları; parlaklık (L*), kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) parametreleri için ayrı

ayrı özetlenmiştir. Buna göre, irmik örneklerinin ortalama L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 85,31, -0,30 ve 23,07 olarak tespit edilmiştir.

Renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre; *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının parlaklık, kırmızılık ve sarılık parametreleri üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.29'da renk değerlerine ait Tukey HSD testi sonuçları verilmiştir. Buna göre; parlaklık, kırmızılık ve sarılık parametreleri için elde edilen değerlerin istatistiki açıdan farksız olduğu tespit edilmiştir. TÖKS ile elde edilen irmiğin parlaklık ve sarılık değerleri, deskriptif olarak diğer metotlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Dekriptif olarak TÖKS işlemi en parlak görünüşte, fakat daha yüksek kırmızılık ve sarılık değerleri sağlamıştır. Granüler yapı renk koyuluğunu arttırmaktadır. Buradaki koyuluğun sebebi, TÖKS uygulaması ile çok ince olmayan, daha homojen, iri ve granüler yapıda irmik üretilmiş olmasına bağlanabilir.

4.2.3.2. Kimyasal irmik özellikleri

4.2.3.2.1. Su

İrmik örneklerine ait su analiz sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. %13,95-15,26 arasında değişen analiz sonuçlarına göre, en düşük su oranı TÖKS'de tespit edilmiştir. İrmikte su miktarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31'de özetlenmiştir. Varyans analizine göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının su oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.32'de verilen testi sonuçlarına göre, klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen örneklerin su oranı arasında istatistiki açıdan bir fark olmadığı belirlenmiştir.

4.2.3.2.2. Kül

İrmik örneklerine ait kül analiz sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Buna göre, irmik örneklerinin kül değerlerinin %0,8321-0,8605 aralığınında değiştiği belirlenmiştir. Kül değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir.

"Kabuk soyma metodu" ana varyasyon kaynağının kül oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Kül oranına ait Çizelge 4.32'de verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre, irmik örneklerine ait kül oranlarının istatistiki açıdan farksız olduğu sonucu elde edilmiştir.

4.2.3.2.3. Protein

Protein oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. İrmik örneklerinin protein miktarının %10,25-11,95 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çizelge 4.31'de verilen protein oranına ait varyans analiz sonuçlarına göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının protein oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.32'de verilen Tukey HSD testi sonuçlarında, protein oranına ait sonuçlarda istatistiki açıdan fark görülmemiştir.

4.2.3.2.4. Ham yağ

İrmik örneklerinde ham yağ oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. %1,35-1,45 oranlarında değişen ham yağ sonuçlarında, en yüksek değer TSKS'de, en düşük değer TÖKS'de elde edilmiştir. Ham yağ oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının ham yağ oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu görülmüştür.

Ham yağ analizlerine ait Tukey HSD testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.32), klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen ham yağ sonuçlarında istatistiki açıdan fark tespit edilmemiştir.

4.2.3.2.5. Ham selüloz

İrmik örneklerinde yapılan ham selüloz analizlerine ait sonuçlar Çizelge 4.30'da verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; irmik örneklerinin ham selüloz miktarının %1,46-2,00 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ham selüloz oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31'de özetlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının ham selüloz miktarı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.32'de verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre, örneklerin ham selüloz oranlarında istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir.

İrmiğin kimyasal bileşenlerinde, istatistiki açıdan önemli bir farklılık çıkmamasına karşılık deskriptif değerlendirme ile taşlı kabuk soyma işlemlerinin su ve ham selüloz miktarını düşürürken, kül ve protein miktarlarında artışa sebep olduğu gözlenmektedir Yani irmiğe alöron tabakasının kül ve protein bakımından katkıda bulunduğu anlaşılmaktadır. Diğer taraftan soyma işlemi ile irmiğe karışan ham selüloz miktarının düştüğü, yani kabuk kontaminasyonunun azaldığı görülmektedir (Çizelge 4.32).

4.2.3.3. Teknolojik irmik özellikleri

4.2.3.3.1. Zeleny Sedimantasyon

Sedimantasyon analizine ait sonuçlar Çizelge 4.21'de verilmiştir. Analiz sonuçları 26,2 ml ile 26,7 ml arasında değişmektedir. Sedimantasyon değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiş, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının sedimantasyon değeri üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.23'te verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre Zeleny sedimantasyon testi sonuçlarında istatistiki açıdan bir fark tespit edilmemiştir. Muhtemelen taşlı kabuk soyma ile görülen protein miktarındaki oransal artışa karşılık, alörondan gelen glüten dışı proteinlerin sebep olduğu kalite düşüşü sedimantasyon değerini aynı seviyede korumuş olduğu söylenebilir.

4.2.3.3.2. Yaş glüten

Yaş glüten değerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, yaş glüten oranının %31,65-33,45 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Yaş glüten oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34'de verilmiştir. Varyans analizlerine göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının yaş glüten oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yaş gluten oranına ait Tukey HSD testi sonuçları Çizelge 4.35'te özetlenmiştir. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, yaş gluten oranları arasında istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir. Yaş gluten seviyesinin korunmasında Zeleny sedimantasyon için ileri sürülen gerekçeler, muhtemelen yaş gluten için de geçerli olmuştur.

4.2.3.3.3. Gluten indeks değeri

İrmik örneklerinin gluten indeks değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir. İrmik örneklerinin gluten indeks değerinin 82,75-87,00 arasında değiştiği görülmüştür.

Gluten indeks değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34'de verilmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının gluten indeks değeri üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Gluten indeks değerine ait Tukey HSD testi sonuçları Çizelge 4.35'te verilmiştir. İrmik örneklerinin gluten indeks değerleri arasında istatistiki açıdan fark olmadığı belirlenmiştir. Yaş gluten seviyesinin korunmasında Zeleny sedimantasyon için ileri sürülen gerekçeler, muhtemelen gluten indeks değeri için de geçerli olmuştur.

4.2.3.3.4. Kuru gluten

Kuru gluten oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir. %10,80-11,65 arasında değişen analiz sonuçlarına göre, en yüksek değer TÖKS'de, en düşük değer KLS'de tespit edilmiştir.

Kuru gluten değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34'de özetlenmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının kuru gluten değeri üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.35'te verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre, klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiklerin kuru gluten değerleri arasında istatistiki açıdan bir fark olmadığı görülmüştür. Yaş gluten seviyesinin korunmasında Zeleny sedimantasyon için ileri sürülen gerekçeler, muhtemelen kuru gluten için de geçerli olabilir.

Glüten miktar ve kalitesi ile ilgili teknolojik testlerde de istatistiksel bakımdan bir fark çıkmasa da, deskriptif bulgular tavlama öncesi kabuk soyma (TÖKS) işlemi ile irmiğin glüten miktar ve kalitesinde az da olsa bir artış olduğunu göstermektedir. Tavlama sonrası (TSKS) uygulamada görülen kaybın tavlama gevrekliğine bağlı ince materyal ve birlikte özellikle alöron bölgesinden protein kaybına bağlanabilir.

4.2.3.3.5. Düşme sayısı

İrmik örneklerine ait 652-731 saniye aralığında değişen düşme sayısı sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir. Çizelge 4.22'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının düşme sayısı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Düşme sayısına ait Çizelge 4.23'te verilen Tukey HSD testi sonuçlarında, taşlı kabuk soyma metoduna göre istatistiki açıdan bir fark tespit edilmemiştir. Düşme sayısı değerleri deskriptif olarak ele alınırsa taşlı soyma işlemi ile düşme sayısının yükseldiği, yani enzimatik aktivitenin hızla düştüğü görülmektedir. Muhtemel sebep, enzimce zengin rüşeym ve kabuk altı tabakaların, taşlı kabuk soyucular ile taneden uzaklaştırılmasıdır.

Çizelge 4.24. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait granülasyon testi sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	500 µ üstü (%)	450 µ üstü (%)	355 µ üstü (%)	200 µ üstü (%)	118 µ üstü (%)	Elek altı (%)
KLS	0,20±0,00	2,75±0,35	24,85±0,92	48,30±0,85	17,55±1,48	6,35±0,64
TÖKS	0,10±0,00	1,25±0,07	21,25±4,17	56,40±2,83	16,10±0,99	4,90±0,42
TSKS	0,10±0,00	1,25±0,21	22,10±4,24	51,80±0,85	18,45±2,19	6,30±1,41
Minimum – maksimum	0,10-0,20	1,25-2,75	21,25-24,85	48,30-56,40	16,10-18,45	4,90-6,35
Ortalama±std	0,13±0,00	1,75±0,21	22,73±3,11	52,16±1,51	17,36±1,56	5,85±0,82

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma sistemi.

Çizelge 4.25. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin granülasyon testi değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	500 µ üstü		450 µ üstü		355 µ üstü		200 µ üstü		118 µ üstü		Elek altı	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu	2	0,013	1,708**	3,000	25,714*	14,163	0,586ns	66,013	10,489*	5,623	1,056ns	2,710	1,572ns
Hata	3	0,000		0,175		36,250		9,440		7,990		2,585	
Toplam	5	0,013		3,175		50,413		75,453		13,613		5,295	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.26. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin granülasyon testi değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1]

Faktör	n	500 µ üstü (%)	450 µ üstü (%)	355 µ üstü (%)	200 µ üstü (%)	118 µ üstü (%)	Elek altı (%)
Kabuk soyma metodu**							
KLS	2	0,20[a]	2,75[a]	24,85[a]	48,30[b]	17,55[a]	6,35[a]
TÖKS	2	0,10[b]	1,25[b]	21,25[a]	56,40[a]	16,10[a]	4,90[a]
TSKS	2	0,10[b]	1,25[b]	22,10[a]	51,80[ab]	18,45[a]	6,30[a]

*Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$).

** KLS: Klasik sistem, TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma, TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma

Çizelge 4.27. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait renk analizi sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	**L** parlaklık	**A** kırmızılık	**B** sarılık
KLS	85,34±0,43	-0,54±0,22	22,35±0,11
TÖKS	85,46±0,29	-0,14±0,04	23,68±0,05
TSKS	85,11±0,52	-0,21±0,03	22,35±0,59
Minimum – maksimum	85,11-85,46	(-0,54)-(-0,14)	22,35-23,68
Ortalama±std	85,31±0,41	-0,30±0,09	23,07±0,25

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

Çizelge 4.28. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin renk analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	**SD**	**L** parlaklık		**a** kırmızılık		**b** sarılık	
		KT	**F**	**KT**	**F**	**KT**	**F**
Kabuk soyma metodu	2	0,126	0,354ns	0,184	5,518ns	1,824	7,466ns

Hata	3	0,536	0,050	0,366
Toplam	5	0,663	0,234	2,191

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.29. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin renk analizi değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1]

Faktör	**N**	**L** parlaklık	**a** kırmızılık	**b** sarılık
Kabuk soyma metodu**				
KLS	2	85,34[a]	-0,54[a]	23,19[a]
TÖKS	2	85,46[a]	-0,14[a]	23,68[a]
TSKS	2	85,11[a]	-0,21[a]	22,35[a]

*Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

Çizelge 4.30. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait bazı kimyasal analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu***	**Su (%)**	**Kül (%)**	**Protein**** **(%)**	**Ham yağ (%)**	**Ham selüloz (%)**
KLS	15,26±0,03	0,8321±0,00	10,25±0,78	1,40±0,14	2,00±0,22
TÖKS	13,95±0,43	0,8551±0,01	11,95±0,49	1,35±0,07	1,52±0,18
TSKS	14,44±0,75	0,8605±0,02	11,75±0,64	1,45±0,07	1,46±0,71
Minimum - maksimum	13,95-15,26	0,8321-0,8605	10,25-11,95	1,35-1,45	1,46-2,00
Ortalama±std	14,55±0,40	0,849±0,01	11,32±0,64	1,40±0,09	1,66±0,37

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden verilmiştir.

**N x 5,70 faktörü kullanılmıştır.

***KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

Çizelge 4.31. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Su		Kül		Protein		Ham yağ		Ham selüloz	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu	2	1,740	3,487ns	0,001	2,989ns	3,453	4,127ns	0,010	0,500ns	0,354	0,917ns
Hata	3	0,748		0,000		1,255		0,030		0,579	
Toplam	5	2,489		0,001		4,708		0,040		0,934	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.32. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı kimyasal analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1]

Faktör	n	Su (%)	Kül (%)	Protein** (%)	Ham yağ (%)	Ham selüloz (%)
Kabuk soyma metodu* **						
KLS	2	15,26[a]	0,8321[a]	10,25[a]	1,40[a]	2,00[a]
TÖKS	2	13,95[a]	0,8551[a]	11,95[a]	1,35[a]	1,52[a]
TSKS	2	14,44[a]	0,8605[a]	11,75[a]	1,45[a]	1,46[a]

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması olup, kuru madde üzerinden verilmiştir.

**N x 5,70 faktörü kullanılmıştır.

***KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

Çizelge 4.33. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait bazı kimyasal analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	Yaş glüten (%)	Kuru glüten (%)	Glüten indeks değeri
KLS	31,65±0,21	10,80±0,14	84,75±4,60
TÖKS	33,45±0,35	11,65±0,21	87,00±2,83
TSKS	32,75±0,92	11,15±0,35	82,75±6,01
Minimum - maksimum	31,65-33,45	10,80-11,65	82,75-87,00
Ortalama±std	32,62±0,49	11,20±0,24	84,83±4,48

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

Çizelge 4.34. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Yaş glüten		Kuru glüten		Glüten indeks değeri	
		KT	F	KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu	2	3,293	4,867ns	0,730	5,763ns	18,083	0,416ns
Hata	3	1,015		0,190		65,250	
Toplam	5	4,308		0,920		83,333	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.35. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı kimyasal analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1]

Faktör	N	Yaş glüten (%)	Kuru glüten (%)	Glüten indeks değeri
Kabuk soyma metodu**				
KLS	2	31,65[a]	10,80[a]	84,75[a]
TÖKS	2	33,45[a]	11,65[a]	87,00[a]
TSKS	2	32,75[a]	11,15[a]	82,75[a]

* Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

4.2.3.3.6. İrmik örneklerine ait bazı reolojik analiz sonuçları

İrmik örneklerinde reolojik analizler kapsamında alveograf analizleri yapılmış olup, analiz sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.37'de, Tukey HSD testi sonuçları Çizelge 4.38'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.36. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait bazı reolojik analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	Enerji (W-joule)	P/L
KLS	104±7,42	0,88±0,09
TÖKS	110±8,49	0,94±0,03
TSKS	101±9,19	0,96±0,04
Minimum – maksimum	101-110	0,88-0,96
Ortalama±std	105±8,37	0,93±0,05

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.
** KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

Çizelge 4.37. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı reolojik analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Enerji (W)		P/L	
		KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu	2	77,583	0,549ns	0,006	0,819ns
Hata	3	211,625		0,011	
Toplam	5	289,208		0,017	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.38. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı reolojik analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1]

Faktör	n	Enerji (W-joule)	P/L
Kabuk soyma metodu**			
KLS	2	104[a]	0,88[a]
TÖKS	2	110[a]	0,94[a]
TSKS	2	101[a]	0,96[a]

*Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).
**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

4.2.3.3.6.1. Enerji

Elde edilen imik örneklerinin alveografta elde edilen hamur özelliklerinden enerji değerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Enerji değerleri 101-110 joule arasında değişim göstermiştir. Enerji değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37'de özetlenmiştir. Varyans analizlerine göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının enerji değeri üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.38'de verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre, irmik örneklerinin enerji değerleri arasında istatistiki açıdan fark görülmemiş, TÖKS ile elde edilen irmiğin enerjisi deskriptif olarak diğerlerinden yüksek bulunmuştur. Enerji seviyesinin değişmemesinde, protein miktar ve kalitesi için ileri sürülen gerekçeler, muhtemelen alveogram enerji değeri için de geçerli olabilir.

4.2.3.3.6.2. P/L

İrmik örneklerinin alveogram P/L oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Buna göre, irmik örneklerinin P/L oranının 0,88-0,96 arasında değiştiği tespit edilmiştir. P/L oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37'de verilmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının P/L oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

P/L oranına ait Tukey HSD testi sonuçlarına (Çizelge 4.38) göre, P/L oranları arasında istatistiki açıdan bir fark tespit edilmemiştir. TÖKS uygulaması enerji ve P/L değerleri açısından, deskriptif açıdan daha iyi sonuç vermiştir. Makarna kalitesine olumlu etkide bulunması beklenmektedir.

4.2.3.4. İrmik örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları

Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmik örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) yüküne ait analiz sonuçları Çizelge 4.39'da verilmiştir. Farklı sistemlerde elde edilen irmik örneklerinin TAMB yükünün 10500-18500 kob/ml arasında değiştiği belirlenmiştir. TAMB yüküne ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40'ta verilmiştir. Varyans analizlerine göre, *"Kabuk soyma*

metodu" ana varyasyon kaynağının TAMB yükü üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.41'de verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre, irmik örneklerinin TAMB yükleri arasında, deskriptif farklılığa rağmen, istatistiki açıdan önemli bir farklılığın ($P<0,05$) olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç deneme bulgularındaki sapmaların çok yüksek oluşmasından kaynaklanmaktadır. Bu sapmalarda, soyma sırası veya sonrasında, oluşabilecek sanitasyon yetersizliği de söz konusu olabilir. Ancak, analiz sonuçlarının deskriptif değerlenmesinde TSKS metodu diğerlerinden daha yüksek TAMB yüküne sahip irmik örneklerinin elde edilmesine neden olmuştur. Buradan hareketle tavlama sonrası soyma (TSKS) işleminde, dinlendirme aşamasıdaki mikrobiyel artışın, soymada ise kontaminasyonunun daha fazla olduğu sonucuna varılabilir.

Beklentilerin aksine taşlı soyma işleminin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısını artırdığı görülmekte, tavlama sonrası taşlı soyma uygulamasının, muhtemelen soyma derinliğinden kaynaklanarak, yüksek düzeyde kontaminasyona sebep olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulgu ancak taşlı kabuk soyma işlemlerinin kontaminasyonu kolaylaştırmış olması ile açıklanabilir. Mousia ve ark (2004) tarafından % 4 lük soyma işleminin %90 düzeyinde mikrobiyel yük düşüşüne sebep olduğu bulgusu dikkate alındığında, soyma işleminin rüşeymi kapsaması ve testa tabakasına dokunmadan, dışında bırakılması gerektiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.39. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğe ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	**TAMB[5] (kob/ml)**
KLS	10500±6363
TÖKS	15000±12727
TSKS	18500±19091
Minimum - maksimum	10500-18500
Ortalama±std	14666±12727

[*]Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

[**]KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma sistemi.

[***] TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri.

Çizelge 4.40. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı mikrobiyolojik analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	TAMB[2]	
		KT	F
Kabuk soyma metodu	2	64333333	0,170ns
Hata	3	567000000	
Toplam	5	631333333	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

[2] TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri.

Çizelge 4.41. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiğin bazı mikrobiyolojik analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1]

Faktör	n	TAMB*** (kob/ml)
Kabuk soyma metodu**		
KLS	2	10500[a]
TÖKS	2	15000[a]
TSKS	2	18500[a]

*Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

** KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma. ***TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri.

4.2.3.5. Klasik ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmik örneklerinden yapılan makarna örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve pişirme analiz sonuçları

4.2.3.5.1. Makarna örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları

Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiklerden makarna yapılmış ve makarna örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43'te, Tukey HSD testi sonuçları Çizelge 4.44'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.42. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnaya ait bazı fiziksel analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	**Beyaz benek (adet/100 cm^2)**	**Kahverengi benek (adet/100 cm^2)**	**L** Parlaklık	**a** kırmızılık	**b** sarılık
KLS	48±12,73	103±8,49	56,69±0,64	1,61±0,08	37,79±0,49
TÖKS	46±2,12	104±11,31	55,94±0,12	2,11±0,05	37,09±0,06
TSKS	50±2,12	104±15,56	55,89±0,20	2,21±0,11	37,17±0,13
Minimum - maksimum	46-50	103-104	55,89-56,69	1,61-2,21	37,09-37,79
Ortalama±std	48±5,66	103±11,79	56,17±0,32	1,98±0,08	37,35±0,23

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma sistemi.

Çizelge 4.43. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı fiziksel analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	**SD**	**Beyaz benek**		**Kahverengi benek**		**L** parlaklık		**a** kırmızılık		**b** sarılık	
		KT	**F**	**KT**	**F**	**KT**	**F**	**KT**	**F**	**KT**	**F**
Kabuk soyma metodu	2	16,333	0,143ns	1,333	0,004ns	0,798	2,612ns	0,408	28,781*	0,578	3,218ns
Hata	3	171,000		442,000		0,458		0,021		0,267	
Toplam	5	187,333		443,333		1,257		0,430		0,845	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.44. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı fiziksel analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1]

Faktör	**N**	**Beyaz benek (adet/100 cm^2)**	**Kahverengi benek (adet/100 cm^2)**	**L** parlaklık	**a** kırmızılık	**b** sarılık
Kabuk soyma metodu**						
KLS	2	48[a]	103[a]	56,69[a]	1,61[b]	37,79[a]
TÖKS	2	46[a]	104[a]	55,94[a]	2,11[a]	37,09[a]
TSKS	2	50[a]	104[a]	55,89[a]	2,21[a]	37,17[a]

*Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$).

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

4.2.3.5.1.1. Beyaz benek

Makarna örneklerindeki beyaz benek sayılarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir. Analiz sonuçlarında, beyaz benek sayısının 46-50 adet/100 cm^2 arasında değiştiği görülmüştür. Beyaz benek sayısına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43'te verilmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının beyaz benek sayısı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.44'te verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre, makarna örneklerinin beyaz benek sayıları arasında istatistiki açıdan fark görülmemiş, deskriptif olarak TÖKS metoduyla elde edilen irmikten üretilen makarnaların beyaz benek sayısının, muhtemelen daha homojen irmik elde edilmesine bağlı olarak, daha az olduğu belirlenmiştir.

4.2.3.5.1.2. Kahverengi benek

Kahverengi benek sayısına ait analiz sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir. Kahverengi benek sayılarının 103-104 adet/100 cm^2 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çizelge 4.43'te verilen varyans analiz sonuçlarına göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının kahverengi benek sayısı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Kahverengi benek sayısına ait Tukey HSD testi sonuçlarına (Çizelge 4.44) göre, kahverengi benek sayıları arasında istatistiki açıdan fark görülmemiştir.

4.2.3.5.1.3. Renk

Makarna örneklerinin renk özelliklerini belirten parlaklık (L*), kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) parametrelerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir. Makarna örneklerinin ortalama L*, a* ve b* değerlerinin sırasıyla 56,17, 1,98 ve 37,35 olarak değişim gösterdiği görülmüştür. Renk özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43'te özetlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre; *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının L* ve b* parametreleri üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenirken, a* parametresi üzerinde istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.44'te verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre; makarna örneklerinin L* ve b* parametreleri arasında istatistiki açıdan fark tespit edilmezken, a* parametresi için en düşük değer KLS'de elde edilmiştir. Makarnada kırmızı renk intensitesi irmiğe karışan testa tabakası ve alöron tabakasından kaynaklanır. Bu sonuçlar kırmızı rengin kaynağı olan testa ve alöron tabakalrının klasik sistemde kepekle uzaklaştırıldığını göstermektedir. Taşlı soyucular kısmen testa tabakasını uzaklaştırırken, yüksek oranda alöron tabakası irmiğe karışmakta, hamurda başlayan Maillard reaksiyonu sonucu makarnada esmerleşme veya kırmızı renk yoğunluğunun artışına sebep olmaktadır. İşlemler arasında kahverengi benek sayısının farksız oluşu, soyma sistemlerindeki kırmızılığın artmasında baskın olarak alöron tabakasının etkili olduğunu göstermektedir. Makarna kalitesi açısından kehribar sarı renk faktörü dikkate alındığında, oluşan kızıl renksarı renge baskın duruma geçerken, daha besleyici bir makarna elde edilmektedir.

Sonuçlardan hareketle, taşlı kabuk soyma işleminin iki aşamalı olması, ilk aşamada testa hariç soyma yapılarak mikrobiyel floranın uzaklaştırılması, ikinci aşamada ise sağlam kalan testa tabakasının kazınıp çıkartılması gerekir. Muhtemelen denememizde tek aşamalı derin soyma uygulanmış olması hem mikroorganizma yükünün ve hem de kahverengi benek miktarının artışına sebep olmuştur.

4.2.3.5.2. Makarna örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları

Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiklerden üretilen makarna örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.45'te verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46'da Tukey HSD testi sonuçları Çizelge 4.47'de verilmiştir.

Çizelge 4.45. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnaya ait bazı kimyasal analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu***	Su (%)	Kül (%)	Protein** (%)	Ham yağ (%)	Ham selüloz (%)
KLS	11,49±0,33	0,8677±0,01	10,45±0,78	0,50±0,14	1,31±0,54
TÖKS	11,48±0,11	0,8440±0,00	11,20±0,42	0,45±0,07	1,05±0,14
TSKS	11,69±0,05	0,8465±0,00	10,80±1,13	0,35±0,07	1,08±0,40
Minimum - maksimum	11,48-11,69	0,8440-0,8677	10,45-11,20	0,35-0,50	1,05-1,31
Ortalama±std	11,55±0,16	0,8527±0,01	10,82±0,78	0,43±0,09	1,15±0,36

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden verilmiştir.

**N x 5,70 faktörü kullanılmıştır.

***KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

Çizelge 4.46. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Su		Kül		Protein		Ham yağ		Ham selüloz	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu	2	0,059	0,729ns	0,001	8,140ns	0,563	0,409ns	0,023	1,166ns	0,081	0,261ns
Hata	3	0,121		0,000		2,065		0,030		0,465	
Toplam	5	0,179		0,001		2,628		0,053		0,546	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.47. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı kimyasal analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1]

Faktör	n	Su (%)	Kül (%)	Protein** (%)	Ham yağ (%)	Ham selüloz (%)
Kabuk soyma metodu* **						
KLS	2	11,49[a]	0,8677[a]	10,45[a]	0,50[a]	1,31[a]
TÖKS	2	11,48[a]	0,8440[a]	11,20[a]	0,45[a]	1,05[a]
TSKS	2	11,69[a]	0,8465[a]	10,80[a]	0,35[a]	1,08[a]

*Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$). Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

**N x 5,70 faktörü kullanılmıştır.

***KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi. TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma sistemi.

4.2.3.5.2.1. Su

Makarna örneklerinin su oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.45'te verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, makarna örneklerinin su oranlarının %11,48-11,69 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Su oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46'da özetlenmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının su oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz (P<0,05) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.47'de verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre, makarna örneklerinin su oranları arasında istatistiki açıdan(P<0,05) fark görülmemiştir.

4.2.3.5.2.2. Kül

Kül oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.45'te verilmiştir. Makarna örneklerinin kül miktarının %0,8440-0,8677 değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Kül oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının kül oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz (P<0,05) olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kül değerine ait Tukey HSD testi sonuçları Çizelge 4.47'de verilmiştir. Buna göre, kül oranları arasında istatistiki açıdan (P<0,05) fark görülmemiştir.

4.2.3.5.2.3. Protein

Makarna örneklerinin protein oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.45'te verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; protein miktarının %10,45-11,20 arasında değiştiği belirlenmiştir. Protein oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının protein oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz (P<0,05) olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.47'de verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre, protein değerleri arasında istatistiki açıdan önemli (P<0,05) fark tespit edilmemiştir.

4.2.3.5.2.4. Ham yağ

Ham yağ oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.45'te verilmiştir. %0,35-0,50 arasında değişen analiz sonuçlarına göre, en düşük değer TSKS'de, en yüksek değer KLS'de elde edilmiştir. Ham yağ oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46'da özetlenmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının ham yağ oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz (P<0,05) olduğu belirlenmiştir.

Ham yağ değerine ait Tukey HSD testi sonuçları Çizelge 4.47'de verilmiştir. Buna göre, makarna örneklerinin ham yağ oranları arasında istatistiki açıdan (P<0,05) fark görülmemiştir.

4.2.3.5.2.5. Ham selüloz

Makarna örneklerinin ham selüloz değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.45'te verilmiştir. Makarna örneklerinin ham selüloz miktarı %1,05-1,31 arasında değişim göstermiştir. Ham selüloz oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının ham selüloz oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz (P<0,05) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.47'de verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre, ham selüloz oranları arasında istatistiki açıdan (P<0,05) fark görülmemiştir.

Kimyasal bileşenlerde istatistiki açıdan önemli bir farklılık görülmese de, deskriptif olarak bakıldığında, TÖKS uygulaması düşük kül ve selüloz, buna karşılık biraz yüksek protein miktarı sağlamıştır. Bu sonuçlar, kabuk kaybı ve alöron kazanımı bakımından TÖKS metodunun daha uygun olduğunu göstermektedir. Kül düşüklüğü alöronun tam alınamadığına, yağ düşüklüğü rüşeym kontaminasyonunun düşük olduğuna, ham selülozun düşüklüğü ise kabuk tabakalarının soyma ile daha etkili uzaklaştırıldığına işaret etmektedir.

4.2.3.5.3. Makarna örneklerine ait bazı pişirme analiz sonuçları

Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen irmiklerden üretilen makarna örneklerine ait bazı pişirme analiz sonuçları Çizelge 4.48'de

verilmiştir. Pişirme analizlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.49'da, Tukey HSD testi sonuçları Çizelge 4.50'de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnaya ait bazı pişirme analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	Suya geçen madde miktarı (%)
KLS	281±2,12	163±2,12	6,85±0,07
TÖKS	287±1,41	170±2,83	6,15±0,07
TSKS	293±1,41	176±1,41	6,55±0,07
Minimum – maksimum	281-293	163-176	6,15-6,85
Ortalama±std	287±1,65	169±2,12	6,52±0,07

* Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.
** KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma.TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma sistemi.

Çizelge 4.49. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı pişirme analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Ağırlık artışı		Hacim artışı		Suya geçen madde miktarı	
		KT	F	KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu	2	132,333	23,353*	156,333	16,172*	0,493	49,333**
Hata	3	8,500		14,500		0,015	
Toplam	5	140,833		170,833		0,508	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.50. Klasik sistem ve taşlı kabuk soyma sistemlerinin çeşitli aşamalarında elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı pişirme analiz değerlerinin ortalamalarına ait Tukey HSD testi sonuçları[1]

Faktör	n	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	Suya geçen kuru madde miktarı (%)
Kabuk soyma metodu**				
KLS	2	281^{b}	163^{b}	$6,85^{a}$
TÖKS	2	287^{ab}	170^{ab}	$6,15^{c}$
TSKS	2	293^{a}	176^{a}	$6,55^{b}$

*Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).
** KLS: Klasik sistem.TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma.TSKS: Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma.

4.2.3.5.3.1. Ağırlık artışı

Pişmiş makarna örneklerinin pişirme işleminde ağırlık artışı oranlarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.48'de verilmiştir. Makarna örneklerinin ağırlık artışı oranının

%281-293 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Ağırlık artışına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.49'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının ağırlık artışı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Ağırlık artışına ait Tukey HSD testi sonuçları Çizelge 4.50'de verilmiştir. Buna göre en yüksek ağırlık artışı TSKS'de, en düşük ağırlık artışı KLS'de elde edilmiştir. Taşlı kabuk soyma işleminin pişirme sırasında su absorbsiyonunu önemli düzeyde ($P<0,05$) arttırdığı görülmüştür.

4.2.3.5.3.2. Hacim artışı

Pişmiş makarna örneklerinde pişirme işleminde hacim artışına ait analiz sonuçları Çizelge 4.48'de verilmiştir. Makarna örneklerinin hacim artışı oranı %163-176 arasında değişiklik göstermektedir. Hacim artışına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.49'da özetlenmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının hacim artışı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 4.50'de verilen Tukey HSD testi sonuçlarına göre; en düşük hacim artışı KLS'de, en yüksek hacim artışı TSKS'de belirlenmiştir. Taşlı kabuk soyma işleminin pişirme sırasında su absorbsiyonuna bağlı olarak hacimde önemli düzeyde ($P<0,05$) artışa sebep olduğu görülmüştür.

4.2.3.5.3.3. Suya geçen madde miktarı

Pişirme testinde %6,15-6,85 arasından değişen suya geçen madde miktarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.48'de verilmiştir. Suya geçen madde miktarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.49'da verilmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının suya geçen madde miktarı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Suya geçen madde miktarına ait Tukey HSD testi sonuçları Çizelge 4.50'de verilmiştir. En düşük suya geçen madde miktarı TÖKS'de, en yüksek suya geçen madde miktarı KLS'de belirlenmiştir. Bu sonuçlar soyma işlemiyle irmikte artan suda eriyebilir maddelerce zengin alöron tabakası miktarının yüksek düzeyde su absorbsiyonu ve

hacim artışı ile beraber suya geçen kuru madde miktarını, yani kuru madde kaybını önemli düzeyde düşürdüğünü göstermektedir.

Bulgularımız taşlı soyma işleminin, pişirilen makarnanın su absorbsiyonuna bağlı ağırlık ve hacim artışına sebep olduğu, buna karşılık daha düşük suya geçen kuru madde verdiğini, yani teknolojik ve beslenme açısından önemli kalitatif gelişmelere sebep olduğunu göstermektedir.

4.2.4. Endüstriyel ölçekte yürütülen klasik sistem ve taşlı soyucu uygulamalı öğütmenin irmik ve makarna kalitesi üzerine etkileri

Bu çalışmalar tamamıyla endüstriyel şartlarda yürütülmüş olup, tek aşamalı taşlı soyma işleminin pratikte kullanılabilirliğini, işleme tabi tutulan buğday, elde edilen öğütme ürünleri ve makarnanın fiziksel, kimyasal, teknolojik ve mikrobiyel kalitesinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Laboratuvarda ön denemeler ile elde edilen sonuçlara göre, en uygun tavlama normu tespit edilmiş, taşlı kabuk soyma işleminin faydalılığı ortaya konmuş, bu sistemde en uygun yöntemin tavlama öncesi taşlı kabuk soyma (TÖKS) sistemi olduğu tespit edilmiş, endüstriyel diyagrama bypass şeklinde dahil edilmiştir.

Bu çıktılardan hareket ile endüstriyel öğütme diyagramı ve makarna üretim şartlarında yalnız "*klasik sistem* (KLS)*"* ile "*tavlama öncesi taşlı kabuk soyma uygulamasının* (TÖKS)*"* karşılaştırılması, pratiğe uygunluğunun ortaya konulması, beraberinde öğütme, irmik ve makarna kalitesi açısından kantitatif ve kalitatif bulguların ortaya konularak tartışılması için çalışmalarımızın kapsamı genişletilmiştir.

4.2.4.1. Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde endüstriyel ölçekte elde edilen bazı öğütme parametreleri

Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde, sistemlerin değirmencilik açısından etkinliğinin belirlenmesi amacıyla, harcanan enerji, tav suyu miktarı ve tavlama süresinin öğütme kalitesi ve ürünleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu analizlerin sonuçları 4.51'de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.52'de, Student's t testi sonuçları Çizelge 4.53'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.51. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen bazı analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	Tav suyu oranı (%)	Tavlama süresi (saat)	Enerji tüketimi (kW/ton)	Randıman (%)	Kapasite (kg/saat)
KLS	**15**	**8**	63,19±1,49	71,9±0,14	7125,5±0,71
		16	62,56±0,03	72,1±0,00	7180,5±48,79
	16	**8**	63,16±0,35	72,37±0,60	7228,5±14,85
		16	63,81±0,43	72,56±0,52	7149,5±21,92
TÖKS	**15**	**8**	71,32±0,50	71,77±0,18	7207,0±15,56
		16	70,89±0,18	71,15±0,06	7217,0±8,49
	16	**8**	71,17±0,35	71,77±0,03	7214,5±10,61
		16	70,74±0,11	71,16±0,06	7206,0±39,6
Minimum - maksimum			62,56-71,32	71,15-72,56	7125,5-7228,5
Ortalama±std			67,11±0,43	71,85±0,20	7191,1±20,06

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**KLS: Klasik sistem. [3] TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma.

Çizelge 4.52. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen bazı analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Enerji tüketimi		Randıman		Kapasite (kg)	
		KT	F	KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu (A)	1	246,411	667,318**	2,364	27,493**	6440,062	10,148*
Tav suyu oranı (B)	1	0,209	0,473ns	0,223	2,596ns	1173,062	1,848ns
Tavlama süresi (C)	1	0,178	0,506ns	0,174	2,027ns	126,562	0,199ns
AxB	1	0,589	0,242ns	0,218	2,542ns	1425,062	2,246ns
BxC	1	0,413	0,321ns	0,000	0,000ns	5814,062	9,162*
AxC	1	0,191	0,492ns	0,652	7,584*	162,562	0,256ns
AxBxC	1	0,413	0,321ns	0,000	0,000ns	3335,062	5,256ns
Hata	8	2,954		0,687		5076,500	
Toplam	15	251,359		4,320		23552,938	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.53. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen bazı analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1]

Faktör	N	Enerji tüketimi (kW/ton)	Randıman (%)	Kapasite (kg/saat)
Kabuk soyma metodu**				
KLS	8	63,18[b]	72,23[a]	7171[b]
TÖKS	8	71,03[a]	71,46[b]	7211[a]
Tav suyu oranı (%)				
15	8	66,99[a]	71,73[a]	7182[a]
16	8	67,22[a]	71,96[a]	7199[a]
Tavlama süresi (saat)				
8	8	67,21[a]	71,95[a]	7193[a]
16	8	67,00[a]	71,74[a]	7188[a]

[*]Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$).

[**] KLS: Klasik sistem. [3] TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma.

4.2.4.1.1. Enerji tüketimi

Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde tüketilen enerji değerlerine ait veriler Çizelge 4.51'de verilmiştir. Farklı taşlı kabuk soyma sistemlerinde tüketilen enerji değerinin 62,56-71,32 kW/ton arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Enerji tüketimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.52'de özetlenmiştir. Varyans analizlerine göre; *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının enerji tüketimi üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu; diğer varyasyon kaynaklarının ise enerji tüketimi üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Enerji tüketimine ait Student's t testi sonuçları Çizelge 4.53'te verilmiştir. Buna göre, KLS ve TÖKS'nin enerji tüketimi üzerinde etkili olduğu, enerji tüketiminin KLS'de 63,18 kW/ton, TÖKS'de ise 71,03 kW/ton olduğu tespit edilmiş olup, %12,4 daha fazla elektrik sarfiyatı oluşmuştur Tav suyu ve tavlama süresinin enerji tüketimi üzerinde istatistiki açıdan önemli bir fark oluşturmadığı görülmüştür. Taşlı kabuk soyucular, çok hızlı çalışan makineler olup, yüksek enerji çektiğinden enerji sarfiyatını artırmıştır.

4.2.4.1.2. Randıman

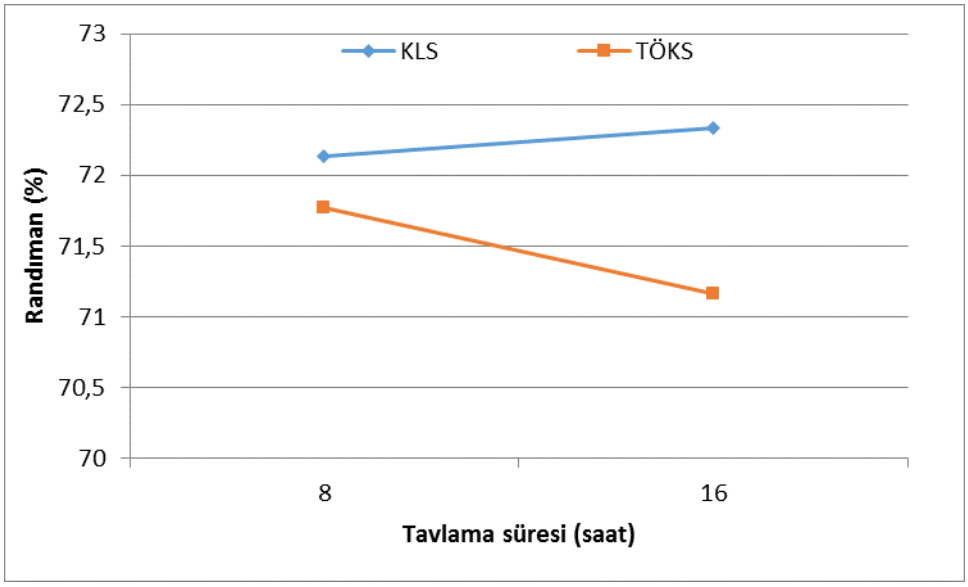
KLS ve TÖKS'de elde edilen irmik randımanına ait veriler Çizelge 4.51'de verilmiştir. Taşlı kabuk soyma sistemlerinde elde edilen randıman oranının %71,15-72,56 arasında değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Randımana ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.52'de verilmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının randıman üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde, *"Kabuk soyma metodu x Tavlama süresi"* interaksiyonunun randıman üzerinde istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer varyasyon kaynaklarının randıman üzerindeki etkileri istatistiki açıdan önemsiz olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.53'te verilen Student's t testi sonuçlarına göre; taşlı kabuk soyma metodunun randıman üzerinde etkili olduğu görülmüş, KLS'de %72,23, TÖKS'de %71,46 randıman değerine ulaşılmış, yaklaşık %1'lik bir düşüş olmuştur. Tav suyu oranı ve tavlama süresinin ise randıman üzerinde istatistiki açıdan önemli bir değişikliğe sebep olmadığı tespit edilmiştir.

Taşlı kabuk soyucular, aynı öğütme kapasitesinde yani öğütme debisinde, klasik sisteme göre irmik veriminde düşmeye sebep olmuşlardır. Muhtemel sebep, sürekli çalışmakta olan değirmenin elek ve vals diyagramına müdahele edilememesidir.

Çünkü taşlı kabuk soyma işlemi ile ilk kırma ve sizing ünitelerinde irmik miktarı hızla azalmış, kısa yoldan diyagram dışına aktarılmıştır. Kırma sisteminde oluşan ince irmik bypass'a uğramadan ilk sizing ünitelerine yüklenebilseydi; hem irmik verimi artacak ve hem de hızla azalan elek üstü pasajlara ait pike problemi azalacak, hatta sabit tutulan öğütme debisi yükseltildiği takdirde kapasite yükselebilecek idi. Dolayısıyla öğütmeye giren buğday miktarına göre irmik verimi düşmüş olup, sistemin kullanılabilmesi için diyagram değişikliğine ihtiyaç duyulmuş, ancak ticari şartlar sebebiyle öğütme debisi dışında müdahalede bulunulmamıştır.

Randıman veya irmik verimi üzerine $p<0,05$ düzeyinde etkili *"Kabuk soyma metodu x Tavlama süresi"* interaksiyonu Şekil 4.6'da verilmiştir. En yüksek randıman oranı KLS'de ve 16 saatlik tavlama süresi ile elde edilmiştir. KLS'de tavlama süresi arttıkça randımanın da arttığı, TÖKS'de ise daha düşük randımanın yanısıra tavlama süresinin artmasıyla randımanın azaldığı tespit edilmiş, sekiz saatlik dinlendirmenin daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır. İnteraksiyonun gidişi taşlı soyma sisteminde randımanın düştüğünü, 16 saatlik uzun süreli dinlendirmede, daha fazla kepek çıktısı ve laboratuvar şartlarındaki öğütmenin aksine, muhtemelen artan ince pasajlar ve elek altı irmik unu sebebiyle randımanda daha fazla kayıp olduğunu göstermektedir.



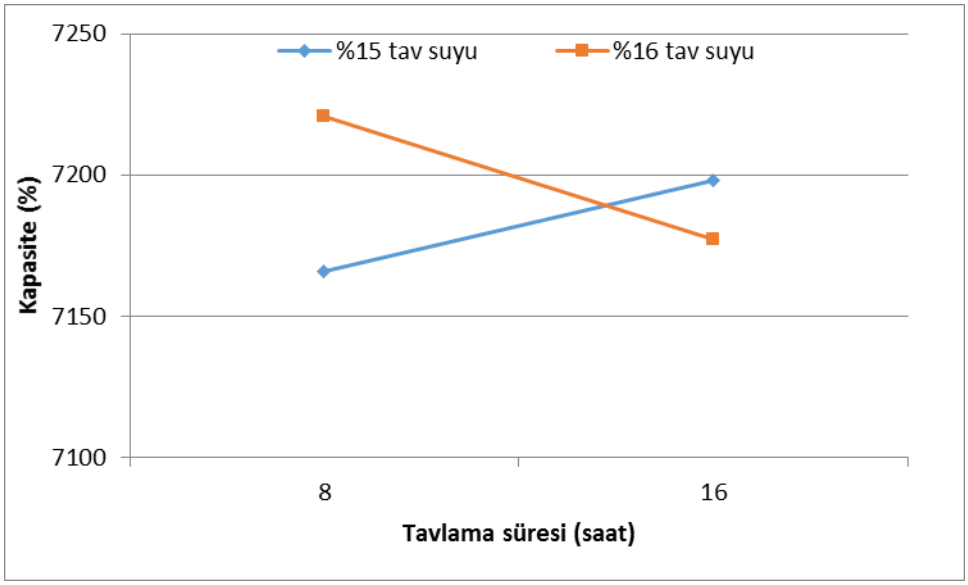
Şekil 4.6. Randıman üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tavlama süresi"* interaksiyonu (KLS: Klasik sistem; TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi)

4.2.4.1.3. Kapasite

KLS ve TÖKS'de tüketilen buğday kapasitesine ait veriler Çizelge 4.51'de verilmiştir. Kapasite değerlerinin 7125,5-7228,5 kg/saat arasında değiştiği görülmektedir. Çizelge 4.52'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağı ile *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonunun kapasite üzerinde istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Diğer varyasyon kaynaklarının kapasite üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Kapasite verilerine ait Student's t testi sonuçları Çizelge 4.53'te verilmiştir. KLS ve TÖKS'de elde edilen kapasite değerlerinin istatistiki açıdan önemli derece farklı olduğu tespit edilmiştir. Tav suyu oranı ve tavlama süresinin ise, kapasite üzerinde önemli bir değişikliğe sebep olmadığı görülmüştür.

Kapasite üzerine $p<0,05$ düzeyinde etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu Şekil 4.7'de verilmiştir. Buna göre, en yüksek kapasite değeri %16 tav suyu verilmesi ve 8 saatlik tavlama süresi ile elde edilmiştir. TÖKS'de elde edilen kapasite değerlerinin 16 saat tav süresi ile düşmesi, soyulmuş buğdayda tavlama etkinliğinin artması, pasajların aşırı incelip irmik altı una kaçması anlamına gelmektedir. Bu olgu, 8 saatten de düşük tav suyu verilmesinin hem kapasite ve hem de irmik randımanına olumlu etkide bulunacağına işaret sayılabilir. Çizelge 4.59'dan da anlaşılacağı gibi 8 saatlik dinlendirme deskriptif olarak pike miktarını düşürürken, irmikte elek üstü değerlerini arttırmış, tanecik dağılımında irileşmeye sebep olmuş,



Şekil 4.7. Kapasite üzerine etkili *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu

4.2.4.2. Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde endüstriyel ölçekte üretilen irmik örneklerinin bazı kalitatif özellikleri

Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemlerinde öğütme işleminin ardından elde edilen irmiğe ait bazı analiz sonuçları Çizelge 4.54'te verilmiştir. Bu verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.55'te, Student's t testi sonuçları Çizelge 4.56'da verilmiştir.

Çizelge 4.54. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğe ait bazı analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	Tav suyu oranı (%)	Tavlama süresi (saat)	Kül **(%)	Protein** (%)	Kahverengi pike (adet/100 cm^2)	Siyah pike (adet/100 cm^2)
KLS	15	8	0,802±0,00	13,25±0,07	120±0,71	3,0±0,00
		16	0,812±0,01	13,50±0,00	121±1,41	3,5±0,71
	16	8	0,818±0,01	13,25±0,21	122±3,54	3,5±0,71
		16	0,795±0,00	12,55±0,35	122±2,83	3,0±0,00
TÖKS	15	8	0,881±0,03	14,00±0,14	123±1,41	3,0±0,00
		16	0,867±0,01	13,75±0,35	119±0,71	3,5±0,71
	16	8	0,902±0,01	14,00±0,14	121±1,41	3,0±0,00
		16	0,911±0,00	13,50±0,57	127±4,95	4,0±0,00
Minimum - maksimum			0,795-0,911	12,55-14,00	119-127	3,0-4,0
Ortalama±std			0,848±0,01	13,47±0,23	122±2,12	3,3±0,27

* Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**N x 5,70 faktörü kullanılmıştır, Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

*** KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma.

.

Çizelge 4.55. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Kül		Protein		Kahverengi pike		Siyah pike	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu (A)	1	0,028	160,996**	1,822	22,091**	6,250	0,961ns	0,062	0,333ns
Tav suyu oranı (B)	1	0,001	6,056*	0,360	4,363ns	20,250	3,115ns	0,062	0,333ns
Tavlama süresi (C)	1	0,000	0,565ns	0,360	4,363ns	2,250	0,572ns	0,562	3,000ns
AxB	1	0,001	6,131*	0,122	1,485ns	2,250	0,572ns	0,062	0,333ns
BxC	1	0,000	0,171ns	0,360	4,363ns	20,250	0,115ns	0,062	0,333ns
AxC	1	0,000	0,063ns	0,02	0,273ns	2,250	0,346ns	0,562	3,000ns
AxBxC	1	0,001	4,637ns	0,122	1,485ns	30,250	4,654ns	0,562	3,000ns
Hata	8	0,001		0,660		52,000		1,500	
Toplam	15	0,032		3,830		135,750		3,437	

[1] * $p < 0,05$ düzeyinde önemli. ** $p < 0,01$ düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.56. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1]

Faktör	N	Kül** (%)	Protein** (%)	Kahverengi pike (adet/100 cm^2)	Siyah pike (adet/100 cm^2)
Kabuk soyma metodu* **					
KLS	8	0,8068^b	13,14^b	121^a	3,25^a
TÖKS	8	0,8904^a	13,81^a	123^a	3,37^a
Tav suyu oranı (%)					
15	8	0,8405^b	13,62^a	121^a	3,25^a
16	8	0,8567^a	13,32^a	123^a	3,37^a
Tavlama süresi (saat)					
8	8	0,8511^a	13,54^a	122^a	3,12^a
16	8	0,8461^a	13,38^a	122^a	3,50^a

*Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$).

**N x 5,70 faktörü kullanılmıştır. Kuru madde üzerinden verilmiştir.

***KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma.

4.2.4.2.1. Kül

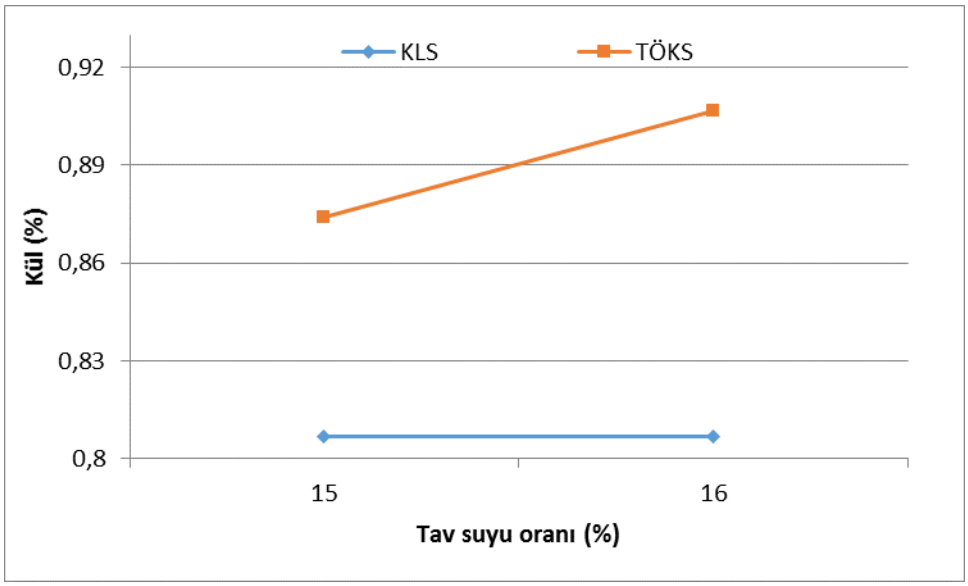
KLS ve TÖKS'de elde edilen irmik örneklerine kül ait analiz sonuçları Çizelge 4.54'te verilmiştir. İrmik örneklerinin kül miktarı %0,795-0,911 arasında değişim göstermektedir.

Kül oranına ait varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.55'te özetlenmiştir. *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının kül oranı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde, *"Tav suyu oranı"* ve *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı"* interaksiyonunun ise $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Diğer varyasyon kaynakları, kül oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Kül oranına ait Student's t testi sonuçları Çizelge 4.56'da verilmiştir. Kabuk soyma metodu ve tav suyu oranının kül değeri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. KLS'de %0,8068 kül oranı elde edilirken, TÖKS'de %0,8904 kül oranı elde edilmiştir. Tavlama süresinin ise kül oranı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Kül oranı üzerinde $p<0,05$ düzeyinde önemli *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı"* interaksiyonu Şekil 4.8'de verilmiştir. TÖKS'de, tav suyu oranı arttıkça kül oranının arttığı, KLS'de ise çok az da olsa tav suyu oranının artması ile kül oranının azaldığı tespit edilmiştir. En düşük kül oranı %16 tav suyu ile KLS'de elde edilmiştir.

Taşlı kabuk soyma işleminin muhtemelen alöron tabakasının kazanımı ile irmikte kül miktarını artırdığını, 16 saatlik uzun süre dinlendirme ile daha de yükseldiği göstermektedir.



Şekil 4.8. Kül üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı"* interaksiyonu (KLS: Klasik sistem; TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi)

4.2.4.2.2. Protein

İrmik örneklerinin protein oranına ait analiz sonuçları Çizelge 4.54'te verilmiştir. Analiz sonuçlarında elde edilen protein oranına ait değerlerin %12,55-14,00 arasında değiştiği görülmüştür.

Protein oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.55'te verilmiştir. Varyans analizlerine göre, *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının protein oranı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Diğer varyasyon kaynakları ise, protein oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Protein değerine ait Student's t testi sonuçları Çizelge 4.56'da verilmiştir. Taşlı kabuk soyma metodunun protein oranı üzerinde etkili olduğu; en yüksek protein oranına TÖKS'de (%13,81), en düşük protein oranına KLS'de (%13,14) ulaşıldığı görülmüştür. Tav suyu oranı ve tavlama süresinin ise, protein oranı üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçla, külü artıran şartların protein miktarını da artırması beklenen bir sonuçtur. Alöron tabakasından sağlanan kazanım protein miktarında da artışa sebep olmuştur.

4.2.4.2.3. Kahverengi pike

Kahverengi pike sayısına ait veriler Çizelge 4.54'te verilmiştir. İrmik örneklerinin kahverengi pike sayısının 119-127 adet/100 cm^2 arasında değiştiği görülmüştür. Kahverengi pike sayısına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.55'te özetlenmiştir. Varyans analizlerine göre, varyasyon kaynaklarının kahverengi pike üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.56'da verilen Student's t testi sonuçlarına göre, irmik örneklerinin kahverengi pike sayılarında istatistiki açıdan fark olmadığı belirlenmiştir. Kahverengi pikenin kabuk bulaşmasından kaynaklandığı göz önüne alındığında, kül ve protein miktarındaki artışın alöron tabakasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

Dexter ve ark (1994) tarafından, işlem görmemiş durum buğdayının protein, kül ve 50 cm^2'deki pike miktarları sırasıyla %11,5, %0,69, 39; Tkac taşlı kabuk soyma prosedürü uygulanmış durum buğdayından elde edilen irmiğin protein, kül ve 50 cm^2'deki pike miktarları ise sırasıyla %11,4, %0,58, 27 olarak bildirilmiştir Dexter ve

ark (1994). Bizim endüstriyel uygulamamız, dah afazla alöron tabakasına bağlı daha yüksek kül ve protein kazanımı sağlamış, daha yüksek pikeye sebep olmuştur.

4.2.4.2.4. Siyah pike

Siyah pike sayısına ait veriler Çizelge 4.54'te verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, siyah pike sayılarının 3,0-4,0 adet/100 cm^2 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.55'te verilen varyans analiz sonuçlarına göre, varyasyon kaynaklarının siyah pike sayısı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Siyah pike sayısına ait Student's t testi sonuçları Çizelge 4.56'da özetlenmiştir. Buna göre, irmik örneklerinin siyah pike sayılarında istatistiki açıdan fark görülmemiştir.

4.2.4.2.5. Tanecik homojenliği

Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğe ait tane homojenliğine ait veriler Çizelge 4.57'de verilmiştir. Analiz sonuçları; 500 µ üstü, 450 µ üstü, 355 µ üstü, 200 µ üstü, 118 µ üstü ve elek altı için ayrı ayrı özetlenmiş, ortalama değerler sırasıyla %0,36, %3,63, %24,19, %50,29, %14,41 ve %7,12 olarak bulunmuştur.

Tane homojenliğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.58'de özetlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre; *"Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonunun 450 µ üstü oranı üzerinde istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde, *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonunun 450 µ üstü ve 118 µ üstü oranları üzerinde istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Diğer varyasyon kaynaklarının ise, tane homojenliği üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tane homojenliğine ait Student's t testi sonuçları Çizelge 4.59'da verilmiştir. Tavlama süresinin 200 µ üstü oranında etkili olduğu, diğer veriler arasında ise istatistiki açıdan fark olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.57. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğe ait bazı fiziksel analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	Tav suyu oranı (%)	Tavlama süresi (saat)	500 µ üstü (%)	450 µ üstü (%)	355 µ üstü (%)	200 µ üstü (%)	118 µ üstü (%)	Elek altı (%)
KLS	15	8	0,35±0,07	4,10±0,71	24,55±0,07	49,60±0,71	14,20±0,00	7,20±0,14
		16	0,30±0,14	3,95±0,21	23,50±2,69	50,60±1,56	14,40±1,27	7,25±0,21
	16	8	0,35±0,07	4,00±0,42	25,50±0,99	48,70±0,71	14,40±0,14	7,05±0,21
		16	0,40±0,00	3,40±0,14	22,30±0,71	50,50±0,99	16,00±0,71	7,40±0,28
TÖKS	15	8	0,45±0,07	4,35±0,78	24,75±0,78	49,30±1,27	13,85±0,21	7,30±0,14
		16	0,20±0,14	2,05±0,64	22,65±2,90	53,40±1,27	14,65±1,63	7,05±0,78
	16	8	0,35±0,07	3,10±0,14	25,55±1,06	49,15±0,64	14,95±0,49	6,90±0,14
		16	0,45±0,07	4,10±0,99	24,70±1,56	51,10±0,99	12,80±0,57	6,85±1,06
Minimum - maksimum			0,20-0,45	2,05-4,35	22,30-25,55	48,70-53,40	12,80-16,00	6,85-7,40
Ortalama±std			0,36±0,08	3,63±0,50	24,19±1,34	50,29±1,02	14,41±0,63	7,12±0,37

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma.

Çizelge 4.58. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı fiziksel analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	500 µ üstü		450 µ üstü		355 µ üstü		200 µ üstü		118 µ üstü		Elek altı	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu (A)	1	0,001	0,077ns	0,855	2,484ns	0,810	0,305ns	3,151	2,793ns	1,891	2,803ns	0,160	0,653ns
Tav suyu oranı (B)	1	0,015	1,923ns	0,005	0,016ns	1,690	0,636ns	2,975	2,637ns	0,275	0,408ns	0,090	0,367ns
Tavlama süresi (C)	1	0,005	0,692ns	1,051	3,051ns	12,960	4,877ns	19,581	17,356ns	0,051	0,075ns	0,002	0,01ns
AxB	1	0,001	0,077ns	0,525	1,526ns	2,402	0,904ns	0,525	0,466ns	1,625	2,411ns	0,090	0,367ns
BxC	1	0,051	6,231ns	2,031	5,896*	0,202	0,076ns	0,455	0,404ns	0,601	0,891ns	0,062	0,255ns
AxC	1	0,005	0,692ns	0,075	0,219ns	0,422	0,159ns	2,641	2,341ns	2,481	3,678ns	0,122	0,500ns
AxBxC	1	0,015	1,923ns	3,515	10,208*	2,890	1,087ns	2,175	1,928ns	4,731	7,015*	0,002	0,010ns
Hata	8	0,065		2,755		21,260		9,025		5,395		1,960	
Toplam	15	0,159		10,814		42,637		40,529		17,049		2,490	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

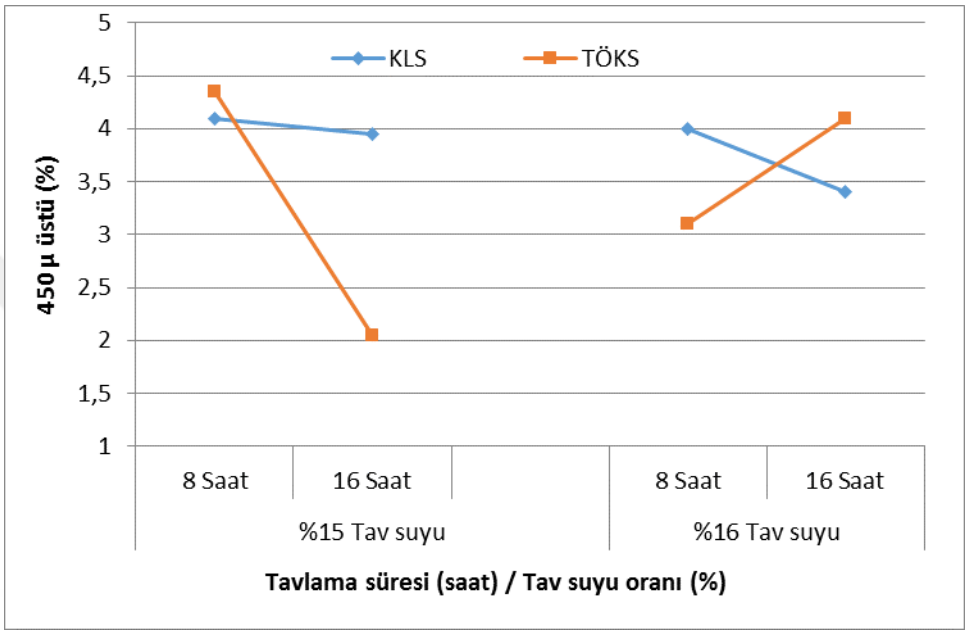
Çizelge 4.59. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı fiziksel analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1]

Faktör	N	500 µ üstü (%)	450 µ üstü (%)	355 µ üstü (%)	200 µ üstü (%)	118 µ üstü (%)	Elek altı (%)
Kabuk soyma metodu**							
KLS	8	0,35[a]	3,86[a]	23,96[a]	49,85[a]	14,75[a]	7,22[a]
TÖKS	8	0,36[a]	3,40[a]	24,41[a]	50,74[a]	14,06[a]	7,02[a]
Tav suyu oranı (%)							
15	8	0,32[a]	3,61[a]	23,86[a]	50,72[a]	14,27[a]	7,20[a]
16	8	0,38[a]	3,65[a]	24,51[a]	49,86[a]	14,54[a]	7,05[a]
Tavlama süresi (saat)							
8	8	0,37[a]	3,88[a]	25,08[a]	49,18[b]	14,35[a]	7,11[a]
16	8	0,34[a]	3,37[a]	23,28[a]	51,40[a]	14,46[a]	7,14[a]

[*]Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$).

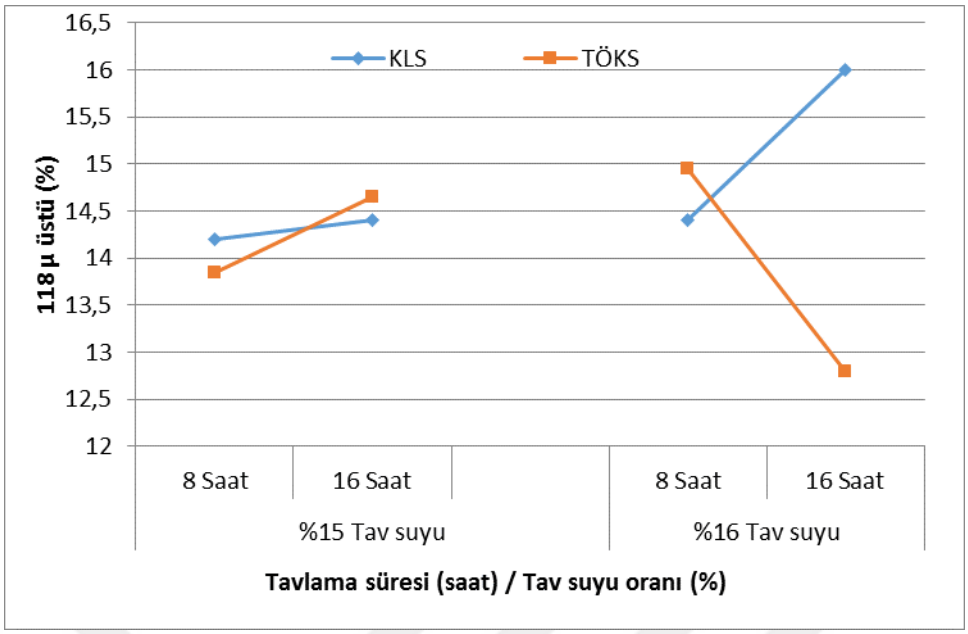
[**] KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma.

450 µ elek üstü irmik oranı üzerine p<0,05 düzeyinde etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu Şekil 4.9'da verilmiştir. En yüksek 450 µ üstü oranı, TÖKS'de %15 tav suyu oranı ve 8 saatlik tav süresi ile elde edilmiştir. İnteraksiyonun gidişi klasik sistemde verilen tav suyu ve dinlendirme süresinin 450 µ üstü değerlerinin önemli bir değişim göstermediğini; buna karşılık% 15 tav suyunda 16 saat tav süresinde incelik artışına bağlı olarak çok hızlı bir düşüş olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.9. 450 µ üstü oranı üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu. (KLS: Klasik sistem; TÖKS: Tavlama öncesi kabuk soyma sistemi)

118 µ elek üstü irmik oranı üzerine p<0,05 düzeyinde etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu Şekil 4.10'da verilmiştir. En yüksek 118 µ üstü oranı, KLS'de %16 tav suyu ve 16 saatlik tav süresi ile elde edilmiştir. Özellikle %16 tav suyunda, uzun süreli yani 16 saat dinlendirme uygulandığında, taşlı soyma işleminde 450 µ elek üstü biraz artarken, 118 µ elek üstü irmik oranı hızlı bir düşüş görülmektedir. Aynı konumda, öğütme pasajlarının inceldiğini; elek altının değişmemesi ise irilik dağılışında homojenliğin arttığını ifade etmektedir. Bu sonuç (MLU-2) laboratuvar bulgularına paralellik göstermektedir.



Şekil 4.10. 118 µ üstü oranı üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu

(KLS: Klasik sistem; TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi)

4.2.4.2.6. Renk

Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğe ait renk analiz sonuçları Çizelge 4.60'ta verilmiştir. Renk analiz sonuçları; parlaklık (L*), kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) parametreleri için ayrı ayrı özetlenmiştir. Elde edilen ortalama L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 84,85, -0,51 ve 23,85 olarak belirlenmiştir. Renk analizlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.61'de özetlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre; *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının kırmızılık parametresi üzerinde istatistiki açıdan $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu, *"Kabuk soyma metodu x Tavlama süresi"* interaksiyonunun sarılık parametresi üzerinde istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu, diğer varyasyon kaynaklarının ise renk parametreleri üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Renk analizlerine ait Student's t testi sonuçları Çizelge 4.62'de verilmiştir. İrmik örneklerinin parlaklık parametreleri arasında istatistiki açıdan fark olmadığı, laboratuvarda öğütme (MLU-202) şartlarına paralel şekilde taşlı kabuk soyma metodunun kırmızılık parametresi üzerinde istatistiki açıdan etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 4.60. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğe ait bazı fiziksel analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	**Tav suyu oranı (%)**	**Tavlama süresi (saat)**	**L** parlaklık	**a** kırmızılık	**b** sarılık
KLS	**15**	**8**	84,35±0,15	-0,56±0,12	24,11±0,66
		16	84,92±0,35	-0,59±0,04	23,63±0,07
	16	**8**	84,73±0,02	-0,51±0,09	23,61±0,18
		16	84,99±0,57	-0,76±0,19	23,30±0,57
TÖKS	**15**	**8**	84,92±0,18	-0,42±0,01	23,69±0,44
		16	85,34±0,13	-0,42±0,02	24,01±0,59
	16	**8**	84,88±0,30	-0,40±0,03	23,60±0,35
		16	84,65±0,21	-0,40±0,05	24,87±0,54
Minimum – maksimum			84,35-85,34	(-0,76)-(-0,40)	23,30-24,87
Ortalama±std			84,85±0,24	-0,51±0,07	23,85±0,43

* Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi.

Çizelge 4.61. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı fiziksel analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	L parlaklık		a kırmızılık		b sarılık	
		KT	F	KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu (A)	1	0,154	1,892ns	0,152	18,748**	0,581	2,658ns
Tav suyu oranı (B)	1	0,020	0,249ns	0,002	0,197ns	0,001	0,048ns
Tavlama süresi (C)	1	0,257	3,164ns	0,019	2,416ns	0,162	0,741ns
AxB	1	0,351	4,312ns	0,007	0,891ns	0,644	2,945ns
BxC	1	0,228	2,801ns	0,013	1,630ns	0,316	1,447ns
AxC	1	0,104	1,277ns	0,018	1,491ns	1,434	6,558*
AxBxC	1	0,028	0,344ns	0,012	2,246ns	0,150	0,686ns
Hata	8	0,651		0,065		1,749	
Toplam	15	1,794		0,289		5,038	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.62. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı fiziksel analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1]

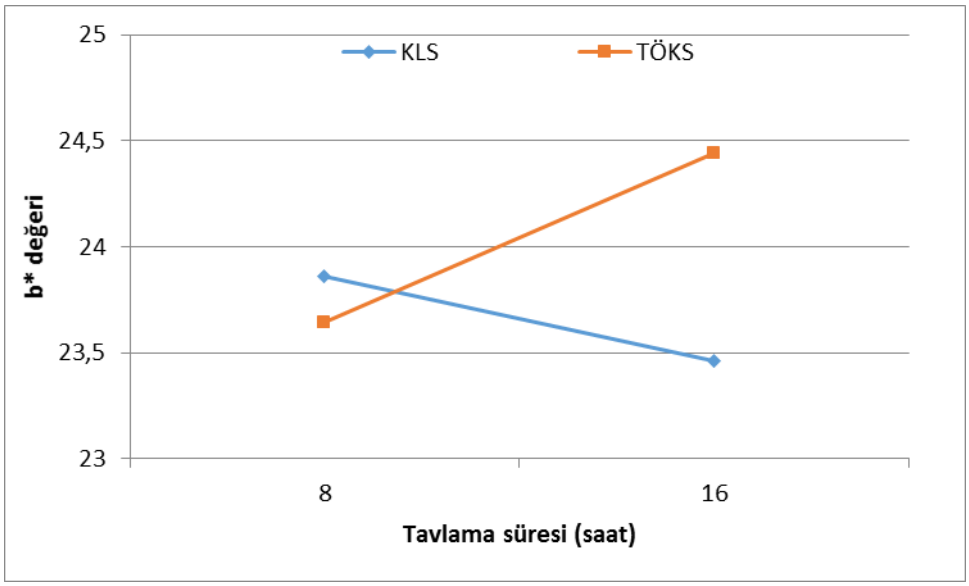
Faktör	N	L parlaklık	a kırmızılık	b sarılık
Kabuk soyma metodu				
KLS	8	84,75[a]	-0,61[b]	23,66[a]
TÖKS	8	84,95[a]	-0,41[a]	24,04[a]
Tav suyu oranı (%)				
15	8	84,88[a]	-0,50[a]	23,86[a]
16	8	84,81[a]	-0,52[a]	23,85[a]
Tavlama süresi (saat)				
8	8	84,72[a]	-0,47[a]	23,75[a]
16	8	84,97[a]	-0,54[a]	23,95[a]

[*]Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$).

[**] KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi.

Sarılık (b*) değeri üzerine $p<0,05$ düzeyinde etkili *"Kabuk soyma metodu x Tavlama süresi"* interaksiyonu Şekil 4.11'de verilmiştir. Buna göre; KLS'de tavlama süresinin artması ile b* değeri azalırken, TÖKS'de tavlama süresinin artması ile b* değerinde de artış olmuştur. En yüksek b* değeri 16 saatlik tavlama süresi ile TÖKS'de elde edilmiştir.

Tavlama sonrası taşlı kabuk soyma işlemi irmikte yalnız kırmızı renk yoğunluğunu artırmış olup, laboratuvar sonuçlarında da tartışıldığı gibi tek aşamalı taşlı kabuk soyma işleminin sonucu olarak testa tabakasından kaynaklandığı söylenebilir. Paralelinde özellikle 16 saatlik tavlama süresince sarılık derecesini yükselmesi kabuk altı tabakaların una karışması ile açıklanabilir.



Şekil 4.11. Sarılık (b*) değeri üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tavlama süresi"* interaksiyonu (KLS: Klasik sistem; TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma)

4.2.4.2.7. Mikrobiyolojik yük

Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmik örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) yüküne ait veriler Çizelge 4.63'te verilmiştir. Buna göre, irmik örneklerinin TAMB yükünün 11575-61750 kob/ml arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

TAMB yüküne ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.64'te verilmiştir. Buna göre, varyasyon kaynaklarının TAMB yükü üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.65'te TAMB yüküne ait Student's t testi sonuçları verilmiştir. Kabuk soyma metodu, tav suyu oranı ve tavlama süresinin TAMB yükü üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etki göstermediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.63. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğe ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	**Tav suyu oranı (%)**	**Tavlama süresi (saat)**	**TAMB*** (kob/ml)**
KLS	**15**	**8**	40000±2828
		16	27750±353
	16	**8**	28000±5656
		16	61750±68235
TÖKS	**15**	**8**	45750±16617
		16	60500±25455
	16	**8**	11575±2015
		16	46000±14849
Minimum - maksimum			11575-61750
Ortalama±std			40165±17001

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi.

***TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri.

Çizelge 4.64. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı mikrobiyolojik analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	TAMB[2]	
		KT	F
Kabuk soyma metodu (A)	1	10001406	0,013ns
Tav suyu oranı (B)	1	177888906	0,635ns
Tavlama süresi (C)	1	1248738906	0,227ns
AxB	1	1248738906	0,227ns
BxC	1	1078301406	0,259ns
AxC	1	191476406	0,622ns
AxBxC	1	173251406	0,639ns
Hata	8	5844936250	
Toplam	15	9973333594	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz. [2] TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri.

Çizelge 4.65. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmiğin bazı mikrobiyolojik analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1]

Faktör	n	TAMB*** (kob/ml)
Kabuk soyma metodu**		
KLS	8	39375[a]
TÖKS	8	40956[a]
Tav suyu oranı (%)		
15	8	43500[a]
16	8	36831[a]
Tavlama süresi (saat)		
8	8	31331[a]
16	8	49000[a]

**Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$).

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi.

***TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri.

4.2.4.3. Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde endüstriyel şartlarda elde edilen irmikten üretilen makarnaya ait bazı kalitatif özellikler

4.2.4.3.1. Renk

Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten üretilmiş makarna örneklerine ait renk analiz sonuçları Çizelge 4.66'da verilmiştir. Renk analiz sonuçları; parlaklık (L*), kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) parametreleri için ayrı ayrı özetlenmiş, irmik örneklerinin ortalama L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 55,07, 2,15 ve 36,10 olarak bulunmuştur.

Renk parametrelerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.67'de özetlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre; *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının L*, a* ve b* parametreleri üzerinde istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu, *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonunun L* ve b* parametreleri üzerinde istatistiki açıdan $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer varyasyon kaynaklarının ise; renk parametreleri üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Renk analizlerine ait Student's t testi sonuçları Çizelge 4.68'de verilmiştir. KLS ve TÖKS'de elde edilen analiz sonuçlarının istatistiki açıdan birbirinden farksız olduğu; TÖKS'de elde edilen renk sonuçlarının (L*: 55,29, a*: 2,34, b*: 36,44), KLS'de elde edilen renk sonuçlarına (L*: 54,84, a*: 1,97, b*: 35,76) göre daha yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Bulgulara deskriptif olarak bakıldığında, krmızılığın biraz yükseldiği, sarı renk yoğunluğunun ise biraz artığı görülmektedir. Tav suyu oranı ve tavlama süresinin, renk parametreleri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. En iyi irmik fraksiyonunun elde edilmesi için, taşlı kabuk soyma işleminin durum buğdayının öğütülmesinde iyi bir ön işlem olduğu belirtilmiş; durum buğdayının öğütülmesinde, dış tabakanın uzaklaştırılarak öğütme işleminin yapılması, pikesiz ve daha sarı renkte irmik elde edilmesini sağlamıştır (Andersson 2011).

Çizelge 4.66. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten yapılmış makarnaya ait bazı fiziksel analiz sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu	Tav suyu oranı (%)	Tavlama süresi (saat)	L parlaklık	a kırmızılık	b sarılık
KLS**	**15**	**8**	54,69±0,73	2,05±0,13	35,34±0,09
		16	55,29±0,08	1,99±0,08	36,26±0,03
	16	**8**	55,15±0,47	1,85±0,01	36,11±0,50
		16	54,24±0,06	1,99±0,11	35,34±0,08
TÖKS**	**15**	**8**	55,18±0,04	2,66±0,08	36,46±0,41
		16	55,33±0,23	2,25±0,59	36,29±0,56
	16	**8**	55,22±0,13	2,46±0,19	35,99±0,31
		16	55,43±0,23	1,99±0,39	37,02±1,20
Minimum - maksimum			54,24-55,43	1,85-2,66	35,34-37,02
Ortalama±std			55,07±0,25	2,15±0,20	36,10±0,40

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

** KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi.

Çizelge 4.67. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı fiziksel analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	L parlaklık		a kırmızılık		b sarılık	
		KT	**F**	**KT**	**F**	**KT**	**F**
Kabuk soyma metodu (A)	1	0,801	7,243*	0,529	7,361*	1,836	6,460*
Tav suyu oranı (B)	1	0,053	0,478ns	0,101	1,402ns	0,003	0,011ns
Tavlama süresi (C)	1	0,001	0,001ns	0,174	2,424ns	0,255	0,897ns
AxB	1	0,133	1,205ns	0,012	0,176ns	0,042	0,148ns
BxC	1	0,518	4,687ns	0,07	0,095ns	0,060	0,211ns
AxC	1	0,112	1,015ns	0,242	3,374ns	0,133	0,468ns
AxBxC	1	0,616	5,572*	0,012	0,176ns	2,088	7,347*
Hata	8	0,885		0,575		2,273	
Toplam	15	3,119		1,654		6,691	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.68. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten yapılan makarnanın bazı fiziksel analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1]

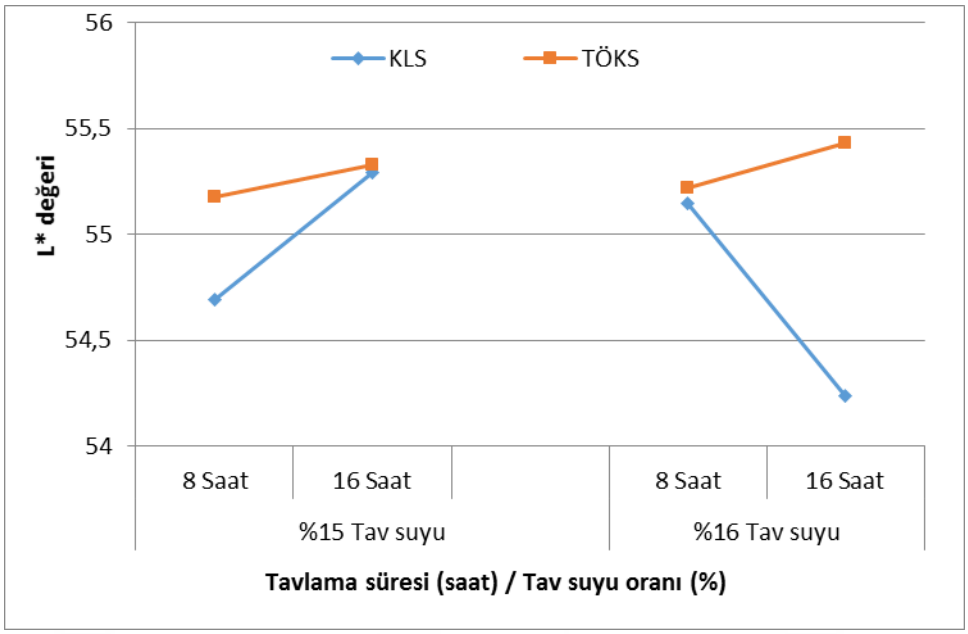
Faktör	N	L parlaklık	a kırmızılık	b sarılık
Kabuk soyma metodu**				
KLS	8	54,84[b]	1,97[b]	35,76[b]
TÖKS	8	55,29[a]	2,34[a]	36,44[a]
Tav suyu oranı (%)				
15	8	55,13[a]	2,23[a]	36,09[a]
16	8	55,01[a]	2,07[a]	36,12[a]
Tavlama süresi (saat)				
8	8	55,06[a]	2,26[a]	35,97[a]
16	8	55,07[a]	2,05[a]	36,23[a]

[*]Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

[**]KLS: Klasik sistem. [3]TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi.

Parlaklık (L*) değeri üzerine p<0,05 düzeyinde etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu Şekil 4.12'de verilmiştir. TÖKS'de, tavlama süresi ve tav suyu oranının artması ile L* değeri de artarken; KLS'de L* değeri %15 tav suyunda tavlama süresi ile doğru orantılı olarak, %16 tav suyunda ise tavlama süresi ile ters orantılı olarak değişme göstermiştir. En yüksek L* değeri, TÖKS'de %16 tav suyu oranı ve 16 saatlik tavlama süresi ile elde edilmiştir.

Bu bulgular, endüstriyel şartlarda soyma işleminin şartlara bakılmaksızın daha homojen irilikte ve parlak irmik verdiğini göstermektedir.

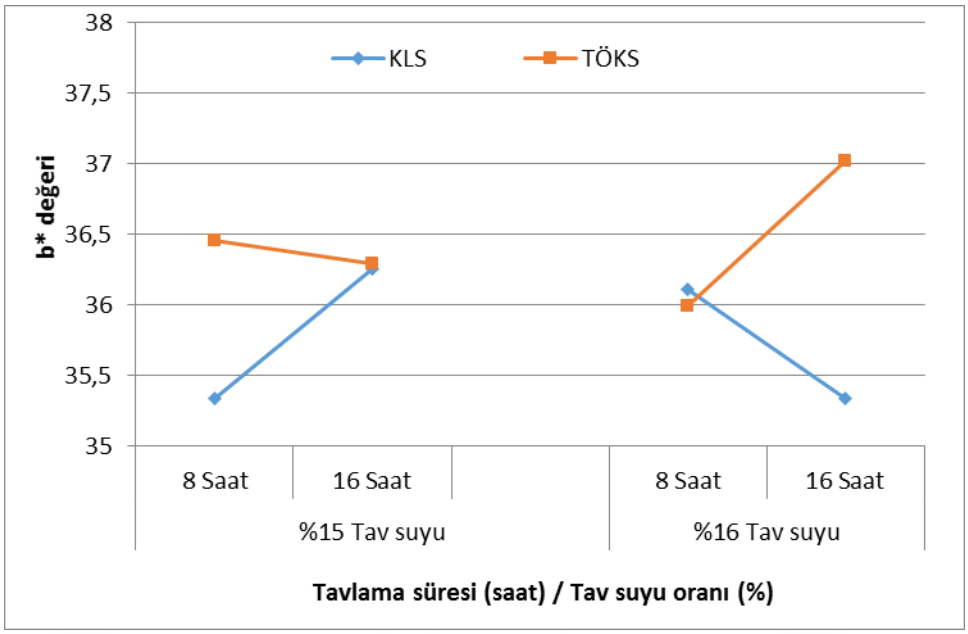


Şekil 4.12. L* değeri üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu

(KLS: Klasik sistem; TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi)

Sarılık (b*) değeri üzerine $p<0,05$ düzeyinde etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu Şekil 4.13'te verilmiştir. En yüksek b* değeri, TÖKS'de %16 tav suyu oranı ve 16 saat tavlama süresi ile elde edilmiştir.

Sonuç olarak, taşlı kabuk soyucu ile daha parlak görünüşte fakat daha yüksek kırmızı ve sarı renk intensitesinde makarna örnekleri elde edilmiştir. Özellikle %16 tav suyu ve 16 saat dinlendirme ile taşlı soyucuda elde edilen irmiklerin hem parlaklık derecesi ve hem de sarı renk intensitesi hızla yükselmiştir. Aksine klasik üretimde makarna parlaklığı ve sarılık değeri, kırmızılığın artışına karşılık düşüş göstermiştir. Tanecikli ürünlerde sarı renk intensitesi granül iriliği ve Maillard reaksiyonu ile yükselebilmektedir.



Şekil 4.13 . b* değeri üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı x Tavlama süresi"* interaksiyonu

(KLS: Klasik sistem; TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi)

4.2.4.3.2. Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten üretilen makarnaya ait bazı pişirme testi sonuçları

Klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten üretilen makarnaya ait bazı pişirme analiz sonuçları Çizelge 4.69'da verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.70'te, Student's t testi sonuçları Çizelge 4.71'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.69. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten üretilmiş makarnaya ait bazı pişirme analizi sonuçları[1]

Kabuk soyma metodu**	Tav suyu oranı (%)	Tavlama süresi (saat)	Pişme kalitesi (%)	Suya geçen madde kuru miktarı (%)
KLS	**15**	**8**	70,50±0,71	6,85±0,07
		16	72,00±0,00	6,60±0,00
	16	**8**	71,00±0,00	6,70±0,00
		16	72,50±2,12	6,60±0,28
TÖKS	**15**	**8**	81,50±2,12	6,55±0,49
		16	77,50±3,54	6,55±0,07
	16	**8**	76,00±1,41	6,75±0,21
		16	74,00±1,41	6,75±0,07
Minimum - maksimum			70,50-81,50	6,55-6,85
Ortalama±std			74,37±1,41	6,67±0,15

*Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden verilmiştir.

**KLS: Klasik sistem. TÖKS: Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi.

Çizelge 4.70. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten üretilen makarnanın bazı pişirme analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları[1]

VK	SD	Pişme kalitesi		Suya geçen kuru madde miktarı	
		KT	F	KT	F
Kabuk soyma metodu (A)	1	132,250	40,692**	0,005	0,117ns
Tav suyu oranı (B)	1	16,000	4,923ns	0,015	0,325ns
Tavlama süresi (C)	1	2,250	0,692ns	0,031	0,636ns
AxB	1	25,000	7,692*	0,075	1,571ns
BxC	1	1,000	0,307ns	0,005	0,117ns
AxC	1	25,250	6,231*	0,031	0,636ns
AxBxC	1	1,000	0,307ns	0,005	0,117ns
Hata	8	26,000		0,385	
Toplam	15	223,750		0,554	

[1] * p< 0,05 düzeyinde önemli. ** p< 0,01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz.

Çizelge 4.71. Endüstriyel ölçekli olarak klasik sistem ve tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sisteminde elde edilen irmikten üretilen makarnanın bazı pişirme analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t testi sonuçları[1]

Faktör	n	Pişme kalitesi (%)	Suya geçen kuru madde miktarı (%)
Kabuk soyma metodu**			
KLS	8	71,50[b]	6,68[a]
TÖKS	8	77,25[a]	6,65[a]
Tav suyu oranı (%)			
15	8	75,37[a]	6,64[a]
16	8	73,37[a]	6,70[a]
Tavlama süresi (saat)			
8	8	74,75[a]	6,71[a]
16	8	74,00[a]	6,62[a]

[1] Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$). [2] Klasik sistem. [3] Tavlama öncesi taşlı kabuk soyma sistemi.

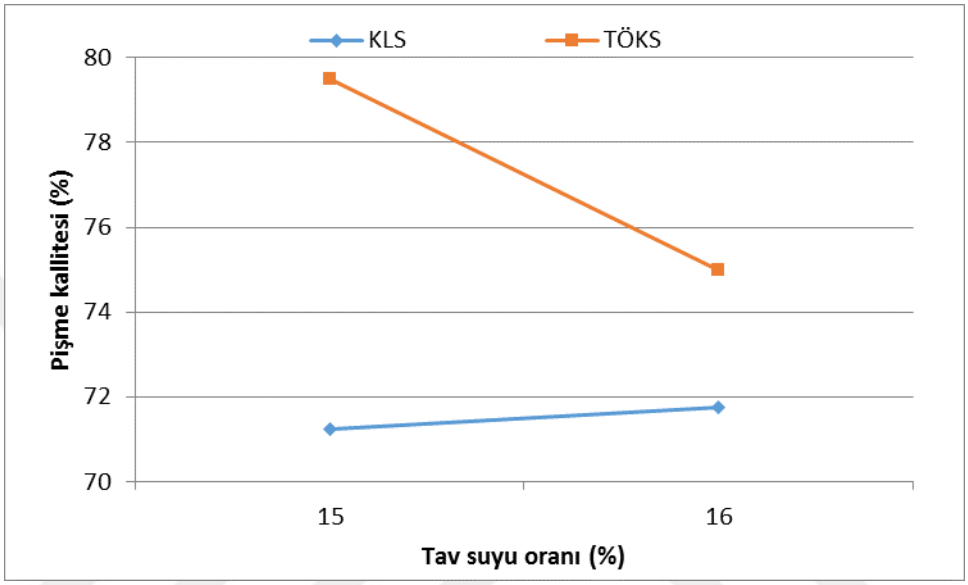
4.2.4.3.2.1. Pişme kalitesi

Pişirme testi deneyleri Oh ve ark (1985) ve Özkaya ve Kahveci (1990) tarafından verilen metotlar modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda, KLS ve TÖKS ile elde edilen irmikten üretilen makarna örneklerine ait pişme kalite sonuçları Çizelge 4.69'da verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, makarna örneklerinin pişme kalitesi %70,5-81,5 arasında değişmektedir. Pişme kalitesine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.70'te verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre; *"Kabuk soyma metodu"* ana varyasyon kaynağının pişme kalitesi üzerinde $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu, *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı"* ve *"Kabuk soyma metodu x Tavlama süresi"* interaksiyonlarının pişme kalitesi üzerinde $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Diğer varyasyon kaynakları ise pişme kalitesi üzerinde istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.71'de verilen Student's t testi sonuçlarına göre; TÖKS'de elde edilen irmikten üretilen makarnanın pişme kalitesi %77,25 iken, KLS'de elde edilen irmikten üretilen makarnanın pişme kalitesi %71,50 olarak belirlenmiştir. Tav suyu oranı ve tavlama süresinin ise, makarna örneklerinin pişme kalitesi üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir.

Pişme kalitesi üzerine $p<0,05$ düzeyinde etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı"* interaksiyonu Şekil 4.14'te verilmiştir. KLS'de tav suyu oranının artması ile birlikte pişme kalitesi de artarken, TÖKS'de artan tav suyu oranının pişme kalitesini

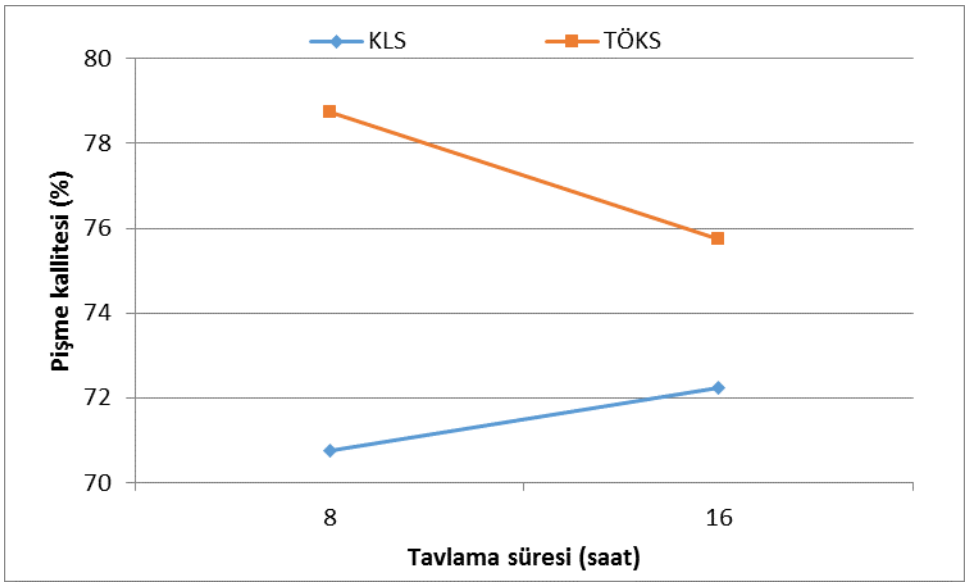
düşürdüğü tespit edilmiştir. En yüksek pişme kalitesi, TÖKS'de %15 tav suyu oranı ile elde edilmiş, tav suyu artışı düşüşe sebep olmuştur. Lezzet bakımından alöron tabakasının olumlu etkisi büyüktür. Bu düşüş, muhtemelen yüksek tav suyu ile birlikte alöron tabakasının kepeğe kaçması ile açıklanabilir. Andersson ve Dahlgren (2011) tarafından yapılan çalışmada, taşlı kabuk soyma işlemi görmüş buğday makarnalarının, işlem görmemiş buğdaylar kullanılarak yapılan makarnaya göre daha iyi bir tada sahip olduğu belirtilmiştir.



Şekil 4.13. Pişme kalitesi üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tav suyu oranı"* interaksiyonu (KLS: Klasik sistem; TÖKS: Tavlama öncesi kabuk soyma sistemi)

Pişme kalitesi üzerine $p<0,05$ düzeyinde etkili *"Kabuk soyma metodu x Tavlama süresi"* interaksiyonu Şekil 4.15'te verilmiştir. Tavlama süresinin artmasıyla birlikte, TÖKS'de pişme kalitesi azalırken, KLS'de pişme kalitesinde artış olduğu görülmüştür. En yüksek pişme kalitesi TÖKS'de 8 saatlik tavlama süresi ile elde edilmiştir.

Görüldüğü gibi TÖKS uygulaması pişme kalitesini önemli düzeyde artırmıştır. Yüksek tav suyu ile görülen düşüş, muhtemelen alöronun kepeğe kaçması veya gevrekliğin artışına paralel olarak, öğütme sürecinde uzaklaştırılan suda eriyebilir tat maddelerince zengin alöron miktarının dağılarak düşüşü ile alakalıdır. KLS'de görülen artış ise aksine artan tav suyunun gevrekleşmeye paralel olarak alöron tabakasından sağladığı ilave materyal ile açıklanabilir. Tavlama süresinin 8 saat gibi düşük düzeyde bırakılmasının irmik randımanına da etkili olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.14. Pişme kalitesi üzerine etkili *"Kabuk soyma metodu x Tavlama süresi"* interaksiyonu (KLS: Klasik sistem; TÖKS: Tavlama öncesi kabuk soyma sistemi)

4.2.4.3.2.2. Suya geçen kuru madde (SGKM) miktarı

Makarna örneklerinin suya geçen madde miktarı oranına ait veriler Çizelge 4.69'da verilmiştir. Suya geçen **kuru** madde (SGKM) miktarına ait veriler %6,65-6,85 arasında değişmektedir. SGKM miktarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.70'te özetlenmiştir. Varyans analizlerine göre, varyasyon kaynaklarının makarna örneklerinin SGKM miktarı oranı üzerinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

SGKM miktarına ait Student's t testi sonuçları Çizelge 4.71'de verilmiştir. Buna göre; kabuk soyma metodu, tav suyu oranı ve tavlama süresinin SGKM miktarı üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Dexter ve ark (1994) tarafından debranning işleminin irmik ve makarna üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, işlem görmemiş ve debranning işlemine tabi tutulmuş buğdaydan elde edilen irmikten üretilen makarnanın parlaklık değeri sırasıyla %51,6 ve %52,0, pişme kalitesi sırasıyla 52 puan ve 56 puan, suya geçen madde miktarı ise sırasıyla %5,2 ve %5,5 olarak bulunmuş, pişme kalitesi ve suya geçen kuru madde miktarının arttığı tespit edilmiştir (Dexter ve Marchylo 2001).

Aslında suda eriyebilir maddelerce zengin alöron tabakasının SGKM ile ayrılması beklenen bir olaydır. Bizim çalışmamızda, TÖKS uygulaması ile daha yüksek alöron katkısına rağmen SGKM miktarının aynı kalması pişme kalitesi yani lezzet açısından için olumlu bir sonuçtur. Diğer taraftan da TÖKS uygulaması ile kazınarak alınan alöron

miktarını beklenenden az olduğuna işarettir. Bu sonuç düşük irmik verimi ile de teyid edilmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, *Tr. durum* makarnalık buğday paçalı kullanarak, irmik değirmenciliğinde taşlı kabuk soyucular ile tanenin kabuk tabakalarını uzaklaştırmak, unsu endosperme alöron tabakası dahil edilerek irmik verimi ve katma değeri daha yüksek irmik ve makarna elde edilmesi tasarlanmıştır.

Bu amaçla yeni sistem oluşturmada, klasik temizlemede yaygın olarak kullanılan *rotorlu yatay kabuk soyucuya* ilaveten çoğunlukla bulgur fabrikalarında kullanılan *dikey taşlı kabuk soyucu* kullanılmış, kazıyarak soyulan materyal terminal hıza göre ayırma yapan *radyal tarar* ile uzaklaştırılarak buğday tanesi öğütmeye hazır hale getirilmiştir. Çalışmada klasik sistem (KLS) ile tavlama öncesi taşlı soyma (TÖKS) ve tavlama sonrası taşlı soyma (TSKS) işlemleri irmik ve makarnanın kalitatif ve kantitatif özellikleri açısından karşılaştırılmıştır. Denemeler, endüstriyel soyma işlemini takiben laboratuvar ve endüstriyel şartlarda tekrarlanmış, sonuçlar istatistiki analizlere dayalı olarak değerlendirilmiştir.

5.1. Sonuç

Kontrolü daha yüksek olan laboratuvar şartlarında, taşlı soyma işleminin klasik olana göre öğütme işlemini kolaylaştırdığı, tavlama öncesi taşlı kabuk soyma uygulamasının irmik verimi dışında en iyi irmik ve makarna özelliklerini sağladığı tespit edilmiştir. Taşlı kabuk soyma işlemi, kırılmaları, mikrobiyel yükü, glüten miktarı ve kalitesini artırmış, irmik altı un, kül miktarı ve enzimatik aktiviteyi düşürmüş, başta sarı renk yoğunluğu olmak üzere daha parlak ve cazip renk özellikleri sağlamıştır.

MLU-202 Pilot İrmik Değirmeni ve *Endüstriyel uygulamada* klasik şartlarda öğütmenin sürdürülmesine bağlı olarak, klasik sisteme göre öğütme kolaylığı ile irmik ve makarna kalitesinde üstünlük sağlanırken, yine irmik veriminde düşme gözlenmiş, özellikle ince kahverengi pike ile birlikte mikrobiyel yükün arttığı tespit edilmiştir.

Tavlama öncesi taşlı soyma uygulaması, tavlama sonrasına göre daha iyi sonuç vermiştir. Deskriptif olarak kül ve protein miktarlarında artış gözlenmesi alörondan kazanç sağlandığını, enzimatik aktivite düşüşünün, rengin korunmasında etkili

olabileceği, reolojik üstünlüğün makarna yapısını yükselteceğine işaret olabileceği düşünülmüştür.

İrmikte ve makarnada kırmızı renk intensitesi ve kahve renkli benek artışına paralel olarak mikrobiyolojik yük artışı gözlenmiş, sebep olarak tek aşamalı ve daha derin taşlı kabuk soyma işleminin testa tabakasını yırtarak irmiğe esas olan unsu endospermde kirlenmeye, irmik ve makarnada kahverengi benek ve mikrobiyel yükün artışına neden olduğu düşünülmüştür. Pişirme denemelerinde, taşlı kabuk soyma işlemi ile makarna örneklerinin daha iyi su absorbe ettiğini, buna karşılık suya geçen kuru madde miktarının artmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak yerli şartlarda üretilen dikey taşlı kabuk soyucularının, yüksek alöron içerikli irmik ve makarna üretimi için irmik kalitesine zarar vermeksizin rahatlıkla kullanılabileceği, kapasite ve irmik randımanının artırılması için diyagram değişikliklerine ihtiyaç olduğu anlaşılmıştır.

5.2. Öneriler

Özet olarak klasik sistem diyagramı şartlarında uygulanan taşlı kabuk soyma uygulaması ile irmik veriminde düşmeye karşılık, irmik ve makarna kalitesinde artış görülmüştür. Endüstriyel şartlarda, taşlı soyma işlemi ile yürütülen çalışmalarda öğütme yükünde düşüş olduğundan kapasitenin en az % 20 artırılması ve boşalan ileri eleme sistemlerinde yeterli doluluğa ulaşılması ile irmikte kahverengi pike, beraberinde makarnada kahverengi benek probleminin giderilebileceği ve irmik veriminin artırılabileceği beklenmektedir. Laboratuvar değirmeni (MLU-2) ve endüstriyel ortamda sabit diyagramda çalışma mecburiyetinden dolayı, sınırlı olarak öğütme debisi dışında müdahalede bulunulmamıştır. Bu durum randımanda %1 gibi düşüşe sebep olmuştur. Öğütme kapasitesinde sınırlı bir artış elde edilebilmiştir. Diyagram düzenlemesi yapılamadığından, beklenen kapasite ve randıman artışı sağlanamamıştır.

Taşlı kabuk soyucudan başlayarak İlk kırmaya (B1) kadar % 8 civarında kabuk çıkışı olmuş, bu da kepek ayırma işlevini yüksek düzeyde düşürmüştür. Bu olgu, primer kırma ve sizing ünitelerinin yükünü düşürmüş, düşük stok sebebiyle elek ve sasörlerde elek altı irmiklerinde pike artışı olmuştur. Çözüm olarak öğütme kapasitesi veya debisinin yükseltilmesi, primer kırma (B1-4) ve sizing (D1-4) ünite yüklerinin arttırılması ve elek diyagramlarının yeniden düzenlenmesi gerekir. Elek yükleri optimize edilip, kapasiteye göre öğütme balansı sağlandığında; irmik pike miktarında ve

makarnada leke oluşumunda çok önemli düzeyde düşüş olacaktır. Alöronca zengin irmik üretiminde; kapasite artışı ile irmik randımanı ve kalitesinde önemli düzeyde yükseliş sağlanacak; besin değeri yüksek ve kaliteli makarna çeşitleri elde edilebilecektir.

Kahverengi pike ve benek problemi ile mikrobiyel yükün düşürülmesinde, taşlı soyma işleminin iki aşamada gerçekleştirilmesi; ilk aşamada %3-4 civarında soyma ile testa tabakasına kadar olan kirli kabuk ve rüşeym tabakalarının uzaklaştırılması, ikinci aşamada ise testa ve hyalin tabakalarının alöron tabakasına kadar kazınarak çıkarılması daha yüksek öğütme, irmik ve makarna kalitesi için önerilmektedir.

Şartları sağlanması ile kapasitenin %20-30, irmik veriminin ise %3-5 civarında artırılabileceği, daha kaliteli ve besin değeri yüksek makarna elde edilebilceği tahmin edilmektedir.

KAYNAKLAR

AACC A, (1990). Methods of the American Association of Cereal Chemists, St Paul, Minnesota.

Aalami M, 2006. Physico-chemical properties and spaghetti making quality of Indian durum wheat, University of Mysore.

Aktan B, 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.

Andersson J, 2011. Whole grain wheat.

Andersson J, Dahlgren U, 2011. Effects on mouse immunity of long-term exposure in vivo to minute amounts of HEMA. European journal of oral sciences, 119, 2, 109-14.

Anonymous, 1978. Anonymous (Jackson Lady), the Depression. no 160, Glen Rock, N.J., Microfilming Corp. of America, p.

AYDOĞAN S, ŞAHİN M, AKÇACIK AG, Yüksel K, İbrahim K, TÜRKÖZ M, AKÇURA M, 2012. Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi. International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 5, 1, 82-5.

Bartok T, Tolgyesi L, Szecsi A, Mesterhazy A, Bartok M, Gyimes E, Veha A, 2014. Detection of Previously Unknown Fumonisin P Analogue Mycotoxins in a Fusarium verticillioides Culture by High-Performance Liquid Chromatography-Electrospray Ionization Time-of-Flight and Ion Trap Mass Spectrometry. J Chromatogr Sci, 52, 6, 508-13.

Bass E, 1988. Wheat flour milling. Wheat: chemistry and technology, 2, 1-68.

Bérot S, Chiron H, Nicolas M, Gautier S, Godon B, Popineau Y, 1996. Pilot scale preparation of wheat gluten protein fractions: II. Technological properties of the fractions. International journal of food science & technology, 31, 1, 77-83.

Beta T, Nam S, Dexter JE, Sapirstein HD, 2005. Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. Cereal Chemistry, 82, 4, 390-3.

Borrelli G, De Leonardis A, Platani C, Troccoli A, 2008. Distribution along durum wheat kernel of the components involved in semolina colour. Journal of Cereal Science, 48, 2, 494-502.

Bottega G, Caramanico R, Lucisano M, Mariotti M, Franzetti L, Pagani MA, 2009. The debranning of common wheat (Triticum aestivum L.) with innovative abrasive rolls. Journal of food engineering, 94, 1, 75-82.

Coşkun E, Ercan R, 2003. Makarnalık buğdaylarda lipoksigenaz enzim aktivitesinin belirlenmesi. Gıda, 28, 3.

Crewe J, Jones C, 1951. The thickness of wheat bran. Cereal Chemistry, 28, 1, 40-9.

Cubadda R, 1988. Evaluation of durum wheat, semolina, and pasta in Europe.

Dexter J, JE D, RR M, 1978. Effect of semolina extraction rate on semolina characteristics and spaghetti quality.

Dexter J, Marchylo B, 2001. WHEAT QUALITY REQUIREMENTS. Durum Wheat, Semolina and Pasta Quality: Recent Achievements and New Trends: Montpellier (France), November 27, 2000, 99, 139.

Dexter J, Martin D, Sadaranganey G, Michaelides J, Mathieson N, 1994. Preprocessing: effects on durum wheat milling and spaghetti-making quality. Cereal Chemistry, 71, 1, 10-6.

Dexter J, Matsuo R, MacGregor A, 1985. Relationship of instrumental assessment of spaghetti cooking quality to the type and the amount of material rinsed from cooked spaghetti. Journal of Cereal Science, 3, 1, 39-53.

Dexter JE, Matsuo RR, 1980. Relationship between durum wheat protein properties and pasta dough rheology and spaghetti cooking quality. J Agr Food Chem, 28, 5, 899-902.

Dexter JE, Williams PC, Martin DG, Cordeiro HM, 1994. The Effects of Extraction Rate and Flour-Sieve Aperture on the Properties of Experimentally Milled Soft Wheat-Flour. Can J Plant Sci, 74, 1, 51-8.

Dexter JE, Wood PJ, 1996. Recent applications of debranning of wheat before milling. Trends Food Sci Tech, 7, 2, 35-41.

Durak F, 1999. Makarnalık Buğdaylarda Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Makarna Kalitesine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.

DURAK F, Ergun K, Makarnalık Buğdaylarda Bazı Fiziksel Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri Makarna Kalitesine Etkisi. Akademik Gıda, 1, 5, 15-22.

Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F, 1987. Araştırma ve deneme metodları (İstatistik Metodları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021, 295, 10-3.

El-Khayat GH, Samaan J, Manthey FA, Fuller MP, Brennan CS, 2006. Durum wheat quality I: some physical and chemical characteristics of Syrian durum wheat genotypes. International journal of food science & technology, 41, 22-9.

Elgün A, Türker S, Bilgiçli N, 2001. Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü. Konya Ticaret Borsası Yayın, 2.

Ercan R, Bildik E, 1993. Türkiye'de yetiştirilen başlıca makarnalık buğday çeşitlerinin kalitesi. GIDA, 18, 1.

Feldman M, Sears ER, 1981. The wild gene resources of wheat. Scientific American, 244, 1, 102-13.

Fellers DA, Mossman AP, Suzuki H, 1983. Rice Stickiness .2. Application of an Instron Method to Make Varietal Comparisons and to Study Modification of Milled Rice by Hot-Air Treatment. Cereal Chemistry, 60, 4, 292-5.

Fortini S, 1988. Some specific aspects of durum wheat and pasta cooking quality evaluation in Europe.

Francis FJ, 1980. Color Quality Evaluation of Horticultural Crops. Hortscience, 15, 1, 58-9.

Gazza L, Sgrulletta D, Cammerata A, Gazzelloni G, Perenzin M, Pogna NE, 2011. Pastamaking and breadmaking quality of soft-textured durum wheat lines. Journal of Cereal Science, 54, 3, 481-7.

Hinton J, 1955. Resistance of the testa to entry of water into the wheat kernel. Cereal Chemistry, 32, 4, 296-306.

Hummel C, 1966. Macaroni products: manufacture, processing and packing, Food Trade P., p.

Irvine G, 1971. Durum wheat and paste products. Pomeranz, Y. Wheat; chemistry and technology.

Kahvecı B, Özkaya H, 1989. Farklı oranlarda ekmeklik buğday katılmış bazı durum çeşitlerinin makarnalık kalitesi üzerine araştırmalar. Doğa, 13, 3, 1033-47.

Kamins TI, Bradbury DR, Cass TR, Laderman SS, Reid GA, 1986. Structure of Lpcvd Tungsten Films for Ic Applications. J Electrochem Soc, 133, 12, 2555-9.

Kaup SM, Greger JL, Lee K, 1991. Nutritional-Evaluation with an Animal-Model of Cottage Cheese Fortified with Calcium and Guar Gum. J Food Sci, 56, 3, 692-5.

Kill R, Turnbull K, (2008). Pasta and semolina technology Ed, John Wiley and Sons ISBN.

Koyuncu M, 2009. Yerel durum buğday çeşitlerinin makarnalık kalitelerini etkileyen önemli parametreler bakımından taranması, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Köksel H, Celik S, Tuncer T, 1996. Effects of gamma irradiation on durum wheats and spaghetti quality. Cereal chemistry, 73, 4, 506-9.

Laca A, Mousia Z, Díaz M, Webb C, Pandiella SS, 2006. Distribution of microbial contamination within cereal grains. Journal of Food Engineering, 72, 4, 332-8.

Larson R, 1977. 'Nicomedes Guzman Proletarian Author in Chiles Literary Generation of 1938' - Pearson,L. Cuadernos Hispanoam, 325, 194-7.

Liu ZH, Wang HY, Wang XE, Xu HY, Gao DR, Zhang GP, Chen PD, Liu DJ, 2008. Effect of wheat pearling on flour phytase activity, phytic acid, iron, and zinc content. Lwt-Food Sci Technol, 41, 3, 521-7.

Liu ZQ, Wang HB, Zhang Y, Zhou J, Lin QX, Wang YM, Duan CM, Wu KW, Wang CY, 2010. Efficient Isolation of Cardiac Stem Cells from Brown Adipose. J Biomed Biotechnol.

Liyana-Pathirana C, Dexter J, Shahidi F, 2006. Antioxidant properties of wheat as affected by pearling. J Agr Food Chem, 54, 17, 6177-84.

Luo F, Zhu YL, Wang K, Deng H, Chen F, Zhang Q, Fu Q, 2012. Enhancement of beta-nucleated crystallization in polypropylene random copolymer via adding isotactic polypropylene. Polymer, 53, 21, 4861-70.

Matsuo R, Dexter J, 1980. Relationship between some durum wheat physical characteristics and semolina milling properties. Can J Plant Sci, 60, 1, 49-53.

Matveef M, 1963. Le mitadinage des blés durs, son évaluation et son influence sur le rendement et la valeur des semoules. Bull. Anciens Élèves Ec. Fr. Meunerie, 198, 299-306.

Matweef M, 1966. Influence du gluten des bles durs sur la valeur des pates alimentaires. Bull. ENSMIC, 213, 133-8.

McDonald C, CE M, 1979. Lipoxygenase and lutein bleaching activity of durum wheat semolina.

McGee B, 1995. The PeriTec process and its application to durum wheat milling. Bulletin, Association of Operative Millers, 6521-8.

Menger A. Problems concerning vitreousness and hardness of kernels as quality factors of durum wheat. Proceedings of the Symposium on Genetics and Breeding of Durum Wheat.

Mousa I, Shuey W, Manveval R, Banasik O, 1983. Farina and semolina for pasta production. I. Influence of wheat classes and granular mill steams on pasta quality. Operative Millers Technical Bulletin, 4083-7.

Mousia Z, Balkin RC, Pandiella SS, Webb C, 2004. The effect of milling parameters on starch hydrolysis of milled malt in the brewing process. Process Biochem, 39, 12, 2213-9.

Nelstrop P, 1972. closer look at semolina milling. Milling.

Oh N, Seib P, Chung D, 1985. Noodles. III. Effects of processing variables on quality characteristics of dry noodles. Cereal Chemistry, 62, 6, 437-40.

Özkaya B, Özkaya H, Köksel H, 1993. Farklı Durum Çeşitlerinden Mahalli ve Laboratuvar Koşullarında Yapılmış Bulguların Bazı Vitamin ve Mineral İçerikleri. GIDA, 18, 3.

Özkaya H, Kahveci B, 1990. Tah› l ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. G› da Teknolojisi Derne¤ i Yay› nlar, 14, 118-20.

Pagani MA, D'Egido MG, De Noni I, Gasparro O, Cecchini C, 2001. Effect of industrial debranning of durum wheat on milling and pasta-making quality. Colloq Inra, 99, 165-9.

Prakash A, 2001. The East Asian crisis and the globalization discourse. Rev Int Polit Econ, 8, 1, 119-46.

Rachoñ L, Palys E, Szumilo G, 2012. Comparison of the chemical composition of spring durum wheat grain (Triticum durum) and common wheat grain (Triticum aestivum ssp. vulgare). Journal of Elementology, 17, 1.

Sakin MA, Düzdemir O, Sayaslan A, Yüksel F, 2011. Stability properties of certain durum wheat genotypes for major quality characteristics. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35, 4, 343-55.

Satake R, 1990. Debranning process is new approach in wheat milling. World Grain, 8, 28, 30-2.

Sayaslan A, Koyuncu M, Yildirim A, GÜLEÇ T, SÖNMEZOĞLU ÖA, Kandemir N, 2012. Some quality characteristics of selected durum wheat (Triticum durum) landraces. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36, 6, 749-56.

Shahidi F, Alasalvar C, Liyana-Pathirana CM, 2007. Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (Corylus avellana L.) and hazelnut byproducts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 4, 1212-20.

Singh N, Singh H, Bakshi MS, 1998. Determining the distribution of ash in wheat using debranning and conductivity. Food Chem, 62, 2, 169-72.

Singh S, Singh N, 2010. Effect of debranning on the physico-chemical, cooking, pasting and textural properties of common and durum wheat varieties. Food Res Int, 43, 9, 2277-83.

Sovrani V, Blandino M, Scarpino V, Reyneri A, Coisson JD, Travaglia F, Locatelli M, Bordiga M, Montella R, Arlorio M, 2012. Bioactive compound content, antioxidant activity, deoxynivalenol and heavy metal contamination of pearled wheat fractions. Food Chem, 135, 1, 39-46.

Sözen E, YAĞDI K, 2005. Bazı ileri makarnalık buğday (Triticum durum Desf.) hatlarının kalite özelliklerinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19, 2, 69-81.

Stevens D, 1970. Free sugars of wheat aleurone cells. Journal of the Science of Food and Agriculture, 21, 1, 31-4.

Şahin M, Akçaçik AG, Seydi AA, Kaya Y, Taner S, Akçura M, GültekİN İ, (2007). Konya, Niğde, Aksaray Ve Karaman İllerinde Yetiştiştirilen Buğdaylarda Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Ve Kalite Bölgelerinin Oluşturulması, Enstitüsü, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma. **2020**.

Taş B, Doğan R, Yürür N, 2002. Bursa Koşullarında Bazı Yerli Ve Yabancı Makarnalik Buğday (*Triticum Turgidum Var. Durum L.*) Çeşitlerinin Bazı Agronomik Ve Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 12, 1.

Tekin İF, ÇAKMAKLI Ü, Bazı Türk Durum İrmiklerinde Renk ve Bunu etkileyen Lipoksidaz, Peroksidaz Aktiviteleri. Gıda, 14, 5.

Tekin İF, Çakmaklı Ü, 1989. Bazı Türk Durum İrmiklerinde Renk ve Bunu etkileyen Lipoksidaz, Peroksidaz Aktiviteleri. Gıda, 14, 5.

Tulukcu E, Sade B, 2002. Konya Ekolojİk Şartlarinda Bazi Makarnalik Buğday Genotİplerİnİn Kuru Ve Sulu Şartlardakİ Verİm Ve Kalİte Özellİklerİnİn Belİrlenmesİ. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 12, 1.

Tuncer T, Ercan R, 1994. Makarna Üretiminde Bazı Öğütme Faktörlerinin Kaliteye Etkisi. Gıda, 20, 1.

Walsh D, Gilles K, 1971. Influence of protein composition on spaghetti quality. Cereal chemistry.

Walsh D, Youngs V, Gilles K, 1970. Inhibition of durum wheat lipoxidase with L-ascorbic acid. Cereal chemistry.

Wasik R, 1978. Relationship of protein composition of durum wheat with pasta quality and the effects of processing and cooking on these proteins. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 11, 3, 129-33.

YAZAR S, KARADOĞAN T, 2008. Bazı makarnalık buğday genotiplerinin orta Anadolu bölgesinin taban ve kıraç arazi koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 3, 2, 32-41.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Özkan KOYUNCU
Uyruğu : TC
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya,1969
Telefon : 0 533 6561055
Faks : 0 332 2390124
e-mail : ozkan.koyuncu@selva.com.tr

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Kütahya Atatürk Lisesi	1986
Üniversite	:	Hacettepe Üniversitesi Gıda Müh.	1992
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi İngiliz Dili ve Edebiyatı	2000
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi Gıda Müh.	2001
Doktora	:	Selçuk Üniversitesi Gıda Müh.	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
1992- Halen	Selva Gıda San A.Ş.	Genel Müdür

UZMANLIK ALANI

Hububat Teknolojisi
Un, İrmik, Makarn
İngiliz Dili ve Edebiyatı

YABANCI DİLLER

İngilizce