



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BUĞDAYI ISLATMA VE PİŞİRME AŞAMALARINDA KULLANILAN ULTRASON UYGULAMASININ BULGUR ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Fatma Merve ELGÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

2019

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUĞDAYI ISLATMA VE PİŞİRME AŞAMALARINDA KULLANILAN ULTRASON UYGULAMASININ BULGUR ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Fatma Merve ELGÜN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2019, 117 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Dr. Öğr. Üyesi Kübra ÜNAL

Bu çalışmada, bulgur üretiminde ultrason uygulamalı ıslatma ve pişirme yöntemlerinin kullanımı ile buğday ve bulgurda meydana gelen kalitatif değişimler araştırılmıştır. Islatma aşamasında, iki farklı buğday çeşidine (Tr. durum Kızıltan-91 ve Tr. aestivum Bezostaya-1), 21, 45 ve 60 °C sıcaktaki su içinde, 5, 10 ve 15 dakikalık sürelerle ultrason uygulaması yapılmıştır. Pişirme aşamasında ise 90 °C de 30, 45, 60, 90, 120 ve 150 dakika sürelerde klasik ve ultrason uygulamalı pişirme yöntemleri kullanılmıştır. Islatılmış ve pişirilmiş buğdaylarda renk, boyut değişimi, su absorbsiyonu ve suya geçen madde miktarı belirlenmiştir. Pişirilip kurutulan buğdaylar diskli değirmende kırılarak, sınıflandırılmış ve tane bulgur verimi, kırık bulgur verimi (0,5 mm elek üstü), renk, kimyasal özellikler (kül, protein, yağ ve mineral maddeler) ve duyusal özellikler belirlenmiştir. Islatma suyuna uygulanan ultrason süresinin uzaması, buğday tanesinin en, su absorbsiyonunu ve suya geçen madde miktarını artırmıştır. En etkili ıslatma 60 °C de 15 dakika ultrason uygulaması ile gerçekleşmiştir. Pişirmede ultrason uygulaması pişirilmiş yaş buğdayların parlaklık, sarılık, en, kalınlık ve su absorbsiyonu miktarlarını artırmıştır. Pişirme süresindeki artış ise, pişmiş buğdayların kırmızılık ve sarılık değerini azaltırken; kalınlık, en ve su absorbsiyonunu artırmıştır. Klasik pişirmede 120 dakika, ultrason uygulamalı pişirmede 90 dakika tam jeletinizasyon sağlamıştır. Kırık ve tane bulgur verimi üzerinde ultrason uygulamasının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. 120 dakikanın üzerinde pişirme süresi uygulaması kırık ve tane bulgur verimlerini düşürmüştür. Kırılmış buğday fraksiyonları (2,5-2,8 mm, 2,0-2,5 mm ve 0,5 mm altı) üzerinde yapılan analizlerde, Kızıltan-91 buğdayının Bezostaya-1 buğdayından daha yüksek parlaklık, sarılık, kül, protein, yağ, K ve Mg miktarına sahip bulgur fraksiyonları verdiği belirlenmiştir. 90 dakika ultrason uygulaması ile pişirme, 120 dakika klasik pişirme metoduna göre, bulgur fraksiyonlarında K miktarını azaltmıştır. 0,5 mm altı bulgur fraksiyonu analiz edilen tüm kimyasal bileşenler açısından en yüksek değerlerin elde edilmesini sağlamıştır. Kızıltan-91 buğdayından üretilen bulgurlar, duyusal kalite parametreleri ve genel beğeni açısından; ultrason uygulaması ise fiziksel özellikler ve genel beğeni açısından üstünlük göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Bulgur, ıslatma, pişirme, ultrason uygulaması.

ABSTRACT
MS THESIS

THE EFFECT OF ULTRASOUND TREATMENT APPLIED AT WHEAT SOAKING AND COOKING STAGES ON BULGUR PROPERTIES

Fatma Merve ELGÜN

The Graduate School of Natural and Applied Science of Selçuk University
The Degree of Master of Science
in Food Engineering

Advisor: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2019, 117 Pages

Jury
Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Asist. Prof. Dr. Kübra ÜNAL

In this study, qualitative changes in wheat and bulgur were investigated using ultrasonic soaking and cooking methods in bulgur production. During the soaking stage, two different wheat varieties (*Tr. durum* Kızıltan-91 and *Tr. aestivum* Bezostaya-1) were soaked in water at 21, 45 and 60 °C temperature with ultrasound application for 5, 10 and 15 minutes. In the cooking stage, classical and ultrasonic cooking methods were applied at 90 °C for 30, 45, 60, 90, 120 and 150 minutes. The color, dimension change, water absorption and the solid loss were determined in the soaked and cooked wheat. Cooked and dried wheat was grinded in a disc mill and classified. Following that, whole bulgur yield, grinded bulgur yield (over 0.5 mm sieve), color, chemical (ash, protein, fat and mineral matter) and sensory properties were determined. The prolongation of the ultrasound time applied to the soaking water increased the width, water absorption and the solid loss of the wheat grain. The most effective soaking was performed with ultrasound application at 60 °C for 15 minutes. Ultrasound treatment in cooking increased the lightness, yellowness, width, thickness and water absorption of cooked wet wheat. The increase in cooking time decreased the redness and yellowness value of cooked wheat and increased the thickness, width and water absorption values. The complete gelatinization of wheat was achieved with classical cooking for 120 minutes and ultrasonic cooking with 90 minutes. The effect of ultrasound application on whole and grinded bulgur yield was not statistically significant. Whole and grinded bulgur yield reduced over 120 minutes of cooking time.The analysis results of grinded bulgur fractions (2.5-2.8 mm, 2.0-2.5 mm, and under 0.5 mm sieve) showed that Kızıltan-91 bulgur fractions had higher lightness, yellowness, ash, protein, fat, K and Mg content than that of Bezostaya-1. 90 minutes ultrasonic cooking reduced the amount of K in the bulgur fractions compared to the 120 minutes classical cooking. Bulgur fraction under 0.5 mm sieve had the richest chemical composition. Bulgur produced from Kızıltan-91 presented higher sensory properties and overall acceptability scores while the application of ultrasound showed superiority in terms of physical properties and overall acceptability.

Key words: Bulgur, cooking, soaking, ultrasound application.

ÖNSÖZ

Bu araştırmanın planlanmasından yazımına kadar yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ ve Prof. Dr. Adem ELGÜN'e teşekkürlerimi sunarım. Araştırmanın yürütülmesinde ve laboratuar çalışmalarında bana yardımcı olan tüm araştırma görevlilerine teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca tez süresi boyunca maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Fatma Merve ELGÜN
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

2.1. Buğday ve Buğday Tanesinin Yapısal Özellikleri 3
2.2. Bulgur Üretimi 4
2.3. Ultrason Teknolojisi 7

3. MATERYAL VE YÖNTEM **14**

3.1. Materyal 14
3.2. Metot 14
3.2.1. Denemenin kuruluşu ve istatistiksel analizler 14
3.2.2. Analitik metotlar 15
3.2.3. Araştırma metotları 15
3.2.3.1. Bulgur üretimi 15
3.2.3.2. Islatma sonrası buğday analizleri 16
3.2.3.3. Pişirme sonrası buğday analizleri 17
3.2.3.4. Kurutma sonrası buğday analizleri 17
3.2.3.5. Öğütme ve sınıflandırma sonrası bulgur analizleri 17
3.2.3.6. Duyusal analizler 17

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **18**

4.1. Analitik Analiz Sonuçları 18
4.2. Araştırma Sonuçları 19
4.2.1. Islatma denemeleri 19
4.2.1.1. Islatılmış buğdayların renk değerleri 19
4.2.1.2. Islatılmış buğday tanelerinde boyut değişimi 25
4.2.1.3. Islatma suyu renk değerleri 28
4.2.1.4. Islatma suyuna geçen kuru madde miktarı ve tanenin su absorbsiyonu 37
4.2.2. Pişirme denemeleri 41
4.2.2.1. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin renk değerleri 41
4.2.2.2. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin renk değerleri 48
4.2.2.3. Pişirilmiş yaş ve kuru buğday tanelerinde boyut değişimi 54
4.2.2.4. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin kimyasal özellikleri 63
4.2.2.5. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme sularının renk değerleri 73
4.2.2.6. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme suyuna geçen kuru madde miktarı ve su absorbsiyonu 80
4.2.3. Bulgur üretimi denemeleri 83

4.2.3.1. Bulgur verimi 83
4.2.3.2. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin kalitatif özellikleri 85
4.2.3.2.1. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin renk değerleri 85
4.2.3.2.2. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin kimyasal özellikleri 92
4.2.3.3. Duyusal analizler 102

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 106

5.1. Sonuçlar 106
5.2. Öneriler 109

KAYNAKLAR 110

ÖZGEÇMİŞ 117

SİMGELER VE KISALTMALAR

µ	: Mikron
a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
Ca	: Kalsiyum
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
g	: Gram
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
L*	: Parlaklık renk değeri
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
Mn	: Mangan
N	: Azot
^{o}C	: Santigrat derece
P	: Fosfor
ppm	: part per million
RDA	: Tavsiye edilen günlük alım miktarı
Zn	: Çinko

1. GİRİŞ

Buğday diğer tahıl çeşitlerine göre üretim, muhafaza ve kullanım kolaylıkları nedeniyle insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Yapılan arkeolojik çalışmalar ve bulgular, tahılın insanoğlunun tarihinde 10-15 bin yıllık bir geçmişe sahip olduğunu göstermiştir. Bu süreçte önce ilkel, sonra makarnalık ve en son olarak da ekmeklik çeşitlerin insan kullanımına girdiği ve ziraatinin başlatıldığı anlaşılmıştır.

Buğdayın insanoğlu tarafından kullanımı toplayıcılık ile başlamıştır. Buğday ilk olarak ateşte tost edilerek tane şeklinde, daha sonra kırma, taze hamur ve daha sonraları doğal mikroorganizmalar vasıtasıyla fermente edilip pişirilerek tüketilmiştir. Günümüzde ise yemeye hazır çok farklı fırın ürünleri ve kahvaltılık tahıl şeklinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yemeye yarı hazır olarak ise makarna ve bulgur şeklinde değerlendirilmekte, uzun raf ömrü, kullanım kolaylığı ve çeşitliliği açısından artan bir ilgi odağı oluşturmaktadır. Bulgur şeklindeki değerlendirme, son yıllarda pirince alternatif olması, ucuz ve kolay sağlanmasının yanında glisemik indeksi düşük tahıl ürünü olarak bulguru daha çok tercih edilir bir konuma yükseltmiştir. Ülkemiz bulgur üretimi ve ihracatı bakımından dünya lideri konumundadır. Bulgur tüketimi konusunda artan ilgi, bulgur üretiminde modern üretim metot ve teknolojilerini gündeme getirmiş, bu konuda bulgur üretiminin modernizasyonu, kolaylaştırılması ve maliyetlerin düşürülmesi üzerine birçok araştırma gerçekleştirilmiştir (Álava ve ark., 2007).

Bulgur üretimi, hammadde hazırlama, pişirme, kurutma ve boyut küçültme aşamalarından oluşmaktadır. Mevcut uygulamalarda, hazırlık aşaması un ve irmik değirmenciliğinde uygulanan tekniklerle yerine getirilmektedir. Pişirme aşaması yüksek enerji girdili ısıl işlemle ve uzun sürede yerine getirilmektedir. Pişirme işleminin süresi ıslatma işlemi ile kısaltılabilmektedir. Literatürde bulgur pişirme üzerine yapılan çalışmalarda, çirişlenme için su sıcaklığının yanı sıra gerekli ısı enerjisinin transfer şekli ve debisinin de etkili olduğuna dikkat çekilmektedir (Certel ve Ertugay, 1992). Ultrasonikasyonun bulgur pişirmede, enerji transferi bakımından önemli bir farklılık sağlayabileceği tahmin edilmektedir.

Ultrason tekniği gıda sanayiinde yaygın olarak ve olumlu sonuçlarla kullanılabilmektedir (Bayraktaroğlu ve Obuz, 2006; Brennan, 2006; Dolatowski ve ark., 2007; Ulusoy ve ark., 2007; Bhaskaracharya ve ark., 2009; Chemat ve Khan, 2011; Ercan ve Soysal, 2011). Tahıl işlemede ise oldukça sınırlı bir uygulama alanı vardır.

Kurutma ve eleme işlemlerinde etkinliğin artırılması amacıyla kullanılmıştır (Ensminger, 1988; Floros ve Liang, 1994; Mason ve ark., 1996; Gallego-Juarez ve ark., 1999; Brennan, 2006; de la Fuente-Blanco ve ark., 2006; Fernandes ve Rodrigues, 2007; Fernandes ve ark., 2008; Frias ve ark., 2010).

Malt üretiminde ıslatma ve çimlendirme işleminin hızlandırılmasında olumlu sonuçlar alınmış (Yaldagard ve ark., 2007), tanelerin su ile ıslatılmasında, ultrason uygulamalarının, kütle transferini artırdığı tespit edilmiştir (Mulet ve ark., 1999; Bhaskaracharya ve ark., 2009). Görüş olarak sulu ortamlardaki ultrason uygulamasının kavitasyon etkisi ile organik materyalde doku tahribine sebep olduğu ileri sürülmüştür (Suslick, 1988; Scherba ve ark., 1991; Mason ve ark., 1994; Mason ve ark., 1996; Vercet ve ark., 1997; Mason, 1998; Villamiel ve ark., 1999; Toma ve ark., 2001). Ayrıca ultrason uygulamasının baklagillerin ıslatılmasında sürenin kısaltılması ve oligosakkaritlerin dışarı transfer edilmesinde olumlu sonuçlar alınabileceği öngörülmüştür (Alonso ve ark., 2000). Ultrason uygulaması ile mısır ve pirinçten nişasta üretiminde, uygun sıcaklıkta kullanılarak, ıslatma ve maserasyon süresinin kısaltılabileceğine ve nişasta verimliliğinin artırılabileceğine dair bilgiler mevcuttur (Mulet ve ark., 2003).

Bu araştırmada ultrasonun kavitasyon etkisinden faydalanılarak, bulgur üretiminde ıslatma ve pişirme işlemlerinde, sürenin kısaltılması ve işlemin kolaylaştırılması ile elde edilecek bulgurun kalitatif ve kantitatif değişimlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla, denemenin kuruluşunda makarnalık *Tr. durum* Kızıltan-91 buğdayı ile sert ekmeklik *Tr. aestivum* Bezostaya -1 buğdaylarının ultrason uygulamalı ıslatma ve pişirme aşamaları ile buğdayın bulgura işlemesinde görülen kalitatif değişimler incelenmiştir. Islatmada 21, 45 ve 60 ^{o}C sıcaklıklarda; 5, 10 ve 15 dakikalık sürelerle ultrason uygulamasına karşılık, normal ıslatma işlemi denenmiştir. Pişirme işlemi, 90 ^{o}C sıcaklıkta, 30, 45, 60, 90, 120 ve 150 dakika sürelerle, klasik ve ultrason uygulamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Üretilen bulgurların kalite özelliklerinin değerlendirilmesinde, ultrason uygulamalı pişirme için 90 dakika, klasik pişirme için ise 120 dakika süre ile pişirilen örnekler kullanılmıştır. Pişirilip kurutulan buğdaylar diskli değirmende kırılarak elde edilen bulgurlarda bazı, fiziksel, kimyasal ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Buğday ve Buğday Tanesinin Yapısal Özellikleri

Dünyadaki buğday üretimi İkinci Dünya Savaşı'nı takiben önemli miktarda artış göstermiş ve yıllara göre %20 gibi bir sapma göstererek 2010 yılında 655 milyon tona ulaşmış ve nüfus artış hızını geçmiştir (Anonim, 2012). Ülkemizde de nüfus artışı hızla devam etmekte olup, gıda maddelerine olan ihtiyaç artarken, tahıl ve buğday üretimi son 20 yılda fazla değişmemiş, kendine yeterli ülkeler arasındaki yerini korumuştur.

Tahıl çeşitleri insan ve hayvan beslenmesinde olduğu kadar farklı endüstri kollarında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Günlük diyetin %66'lık kısmı başta buğday olmak üzere tahıllardan temin edilmektedir (Tulukçu, 1998).

Buğday yegane kabarabilir özellikte ekmek veren tahıl olarak, diğer tahıl çeşitleri içinde birinci sıradaki yerini her zaman korumaktadır. Buğdayın en fonksiyonel kısmını nişasta oluşturmasına karşılık, teknolojik karakteristiklerini ve piyasa şartlarını belirleyen en önemli faktör başta gluten olmak üzere protein içeriğidir (Webb ve ark., 1971; Schofield, 1994; Tipples ve ark., 1994; Elgün, 2002; Konopka ve ark., 2004).

Buğday bitkisi, tanesi ve türevleri insan gıdası dışında hayvan yemi olarak da kullanılan çok değerli bir tahıldır. Buğday bitkisinin sap ve samanları önemli bir hayvan yemi ve kağıt sanayi ham maddesidir. Dünya buğday üretiminin yaklaşık %7,2'si (yaklaşık 47 milyon ton) tohumluk olarak, %6 kadarı da diğer amaçlar (gluten ve nişasta üretimi, çorba, etil alkol, plastik, kauçuk, kozmetik sanayi vb.) için kullanılmaktadır (Özkaya ve Özkaya, 2005).

Buğday tanesi yani tohumu, meyve ve tohum kabuğu tarafından çevrelenmiş endosperm ve embriyondan meydana gelmiştir (Özkaya ve Özkaya, 2005). Bu fiziksel yapılanma ve detayları buğdayın işlenmesinde çok büyük öneme sahiptir.

Tanenin morfolojik yapısında dıştan içe doğru farklı özellik gösteren aşağıdaki tabakaları görmek mümkündür (Elgün ve Ertugay, 1995). Bu tabakaların fonksiyonel açıdan önemli olanları kısaca özetlenmiştir.

Dış perikarp: Meyve kabuğu da denir. İnce, şeffaf bir film tabakası gibi taneyi sarar. Fiziki etkenlerle taneden kolayca ayrılarak uçar kepek adını alır.

İç perikarp: Bol miktarda hücreler arası boşluklara sahip gevşek bir tabakadır. Hava, su ve mikroorganizma sporlarının dolaşımına uygundur.

Testa: Tohum kabuğu da denir. Tek veya çift sıra hücrelerden oluşur. İç sıra pigmentasyona uğramıştır ve tahıla rengini verir. Bu tabaka yapısında lipit bulundurur.

Hiyalin: Tane endospermine dışarıdan alınan suyu regüle eden tabakadır.

Aleuron: Buğdayda tek sıra hücreden ibarettir. Endospermin en dış tabakasını teşkil etmekte olup, embriyo için besin deposudur. Aleuron dahil dış tabakalar kepek diye anılır.

Unsu endosperm: İnce duvarlı, dıştan merkeze ulaşan hücrelerden oluşmuştur. Her bir hücre içi, bir ağ şeklindeki protein matriksi ile bunun içini dolduran nişasta hücrelerinden oluşur. Endospermin merkezinden dışarıya doğru protein ve kül miktarı artarken, protein kalitesi düşer ve hücre duvarları kalınlaşır.

Ruşeym: Skutellum ve embriyonik akstan oluşur. Bitkinin mikro düzeydeki taslağı olup, zengin bileşime sahiptir. Su ve mantar sporlarının taneye girmesine en uygun bölgeyi oluşturur (Elgün ve Ertugay, 1995).

Dünya genelinde buğdayın en yaygın kullanıldığı alan ekmek olup, ikinciliği makarna ve ürünleri alır. Ülkemizde ise ekmekten sonra en çok üretilen ve tüketilen tahıl ürünü bulgurdur.

2.2. Bulgur Üretimi

Bulgur, özellikle sert buğdaylardan üretilmekte olup, zaman zaman üretimde yumuşak buğdaylar da kullanılmaktadır. Bulgur, buğdayın kuru ve ıslak temizleme aşamalarından geçirilmesinin ardından iki ya da üç katı su ilave edilerek pişirilmesi, kurutulması, kabuğunun (kepek) ayrılması, kırılması ve boyut esasına göre sınıflandırılması sonucu elde edilen yemeye yarı hazır bir gıda maddesidir (Anonymous, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995). Üretim aşamaları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Hammadde temini: Bulgur üretiminde tercihen *Tr. durum* çeşitleri kullanılır. Sarı pigment maddesi yüksek ve proteince zengin *Tr. aestivum* çeşitleri de bulgur yapımında kullanılabilmektedir.

Temizleme: Kuru ve yaş temizleme ile buğday içindeki mineral, metal, yabancı madde ve kırık taneler ayrılır. Yıkama ünitesi ise özellikle kir, toz ve ilaç kalıntılarını uzaklaştırır.

Pişirme: Geleneksel üretimde buğday 1,5-2,0 katı su ile 85-90 ºC sıcaklıkta atmosfere açık şartlarda pişirilir. Fabrikasyon üretimde ise önceden ıslatılan buğday kontinü yöntemle yüksek sıcaklıkta ve basınç altında buharla pişirilmektedir. Pişme

suyunun sıcaklık derecesi ile bulgur rengi arasında ters bir orantı söz konusu olduğu, geleneksel yöntemin pişirme işlemini hızlandırıcı metotlara göre daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmektedir (Özboy, 1998).

Kurutma: Kurutma işlemi sadece tanenin nem içeriğini azaltmakla kalmayıp, tanenin flavor, renk, yapı ve besin değerine de önemli oranda etki etmektedir. Pişme sonucunda %45-50 oranında rutubet içeren buğday, rutubeti %10 dolayına ininceye kadar kurutulur. Geleneksel yöntemle kurutma açık havada güneş altında serme yolu ile gerçekleştirilirken, fabrikasyon üretimde ise tünel veya kule tip kurutucularda 60-65 ºC sıcaklığındaki hava akımı yardımıyla yapılmaktadır (Hayta, 2002).

Kabuk soyma: Haşlanmış ve kurutulmuş buğdayın kabuk tavı ile (~%2) nemlendirilerek kabuğunun yumuşatılması ve taneden ayrılması işlemidir.

Kırma - öğütme: Geleneksel bulgur üretim prosesinde taş değirmenlerde öğütülen bulgur, fabrikasyon üretimde ise valsli veya çekiçli tip değirmenlerden geçirilmektedir. Kırma sırasında kabuk ayırma da gerçekleşmiş olur.

Sınıflandırma: TSE standartlarına göre; bulgur, pilavlık ve köftelik bulgur olarak ikiye ayrılır. Pilavlık bulgur tane iriliğine göre; pilavlık tane bulgur, iri pilavlık bulgur, pilavlık bulgur ve ince pilavlık bulgur olmak üzere dört, köftelik bulgurlar ise tane iriliğine göre; köftelik bulgur ve köftelik ince bulgur olmak üzere iki gruba ayrılır.

Genel olarak ülkemizde, Antep ve Karaman (Mut) tipi olmak üzere iki çeşit bulgur üretim sistemi kullanılmaktadır. Antep tipi üretimde, buğday ön temizleme işleminden geçirildikten sonra pişirilip kurutulmakta ve daha sonra da diskli veya çekiçli değirmenlerde kırılmaktadır. Karaman tipi bulgur üretiminde ise kurutulduktan sonra kabuk tavı verilen tane bulgur, kabuk soyucudan geçirilip kabuğu soyulmakta, ardından taş değirmenlerde kırılmaktadır (Bayram ve Öner, 2004).

Bulgur üretimi, bulgurun değerlendirme ve muhafaza kolaylığı ile besinsel kazanımlarının ortaya konulmasından sonra tahıl çeşitlerinin yanı sıra baklagil tohumlarına kadar uzanan çalışmalara neden olmuştur. Bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Özkaya ve ark. (1993), bazı buğday çeşitlerinden farklı yöntemlerle üretilen bulgurların vitamin ve mineral içerikleri üzerinde çalışmışlardır. İki farklı pişirme (otoklav veya etüv) ve iki farklı kurutma (güneşte ve etüvde) yöntemiyle buğday örneklerinin bulgura işlenmesinin kül ve mineral madde içeriğine etkisini araştırmışlardır. Tüm uygulamalarda, buğday tanesine göre kül miktarının önemli derecede ($p<0,05$) düştüğünü, protein miktarının değişmediğini, beraberinde Fe, Cu ve

Zn miktarlarında da değişme olmadığını, ancak Mn, Ca ve Mg oranlarında düşüşün önemli düzeyde görüldüğünü belirtmişlerdir.

Koca ve Anıl (1996), farklı pişirme yöntemleri (geleneksel ve iki farklı seviyede otoklavda pişirme) ve kurutma sıcaklıkları (50 ve 70 ºC) kullanarak ürettikleri bulgurların, bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal kalitesini araştırmışlardır. Bulgur örneklerinin kül miktarı geleneksel yöntemle pişirilen bulgurlarda, yağ miktarı otoklav-2 yöntemi ile pişirilen, nişasta miktarı ise geleneksel ve otoklav-1 yöntemiyle pişirilen bulgurlarda daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 50 °C'de kurutulan bulgurlarda hektolitre ağırlığı, 70 °C'de kurutulan bulgurlarda ise köftelik bulgur verimi ve yağ miktarının daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ekmeklik (%94,35) buğdaylarda, makarnalık (%93,24) olana göre daha yüksek bulgur verimi elde etmişlerdir. Otoklavda pişirme bulgur verimini artırırken, renk ve duyusal özelliklerde kayba neden olmuştur.

Özbaş ve Köksel (2002), pişmiş buğdayın fiziksel özelliklerinde bulgur verimi ve özelliklerinin tahmin edilmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada, tane iriliği (>2,8 -2,5 mm) ve tane boyunun bulgur verimi ile gayet sıkı korelasyonlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Bayram (2003), bir baklagil çeşidi olan soya fasulyesinden bulgur yaptığı çalışmada, ıslatma işlemini inceleyerek tane suyunun sıcaklık ve sürenin etkisi ile artmakta olduğunu, bu artışla birlikte suya geçen kuru madde miktarının arttığını ortaya koymuştur. Dolayısıyla, ıslatma işleminde suda eriyebilir besin maddelerinde kayba uğradığını bildirmiştir.

Bir başka çalışmada ise soya fasulyesi ve çavdardan bulgur üretilmiş; ıslatma, pişirme ve kurutma faktörleri denenmiştir. Buna göre; basınçlı pişirme metodu, atmosferik ve mikrodalga pişirme işlemleri ile karşılaştırıldığında; kısa proses süresi, daha iyi enerji ekonomisi, kurutma öncesi düşük su seviyesi (%40), daha iyi sistem kontrolü ve yüksek ürün kalitesinden dolayı en iyi pişirme işlemi olduğu belirtilmiştir (Bayram, 2003).

Certel ve Ertugay (1992), bulgurun pişirme metotları üzerinde çalışmışlar, geleneksel pişirme yönteminin en düşük çirişlenme derecesini verdiğini, en yüksek çirişlenmeye ise uzun süreli kızıl ötesi ışınlama ile ulaşıldığını belirtmişlerdir. Bu bulgularda çirişlenme için su sıcaklığının yanı sıra gerekli ısı enerjisinin transfer şekli ve debisinin de etkili olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Ertaş (2010), fasulye ve nohudun bulgura işlenme imkanlarını araştırarak, mikrodalgada pişirilen bulgur örneklerinin, atmosferik basınçta ve otoklavda pişirme

yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiğini, ancak kurutma işleminde mikrodalga uygulamasının nohut bulgurlarında kararmaya neden olduğunu, en iyi kurutma metodunun ise hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 70 ºC'de sağlandığını belirtmiştir.

Singh ve Dodda (1979), yaptıkları çalışmada 2 tritikale çeşidinden bulgur üretmişlerdir. Bulgur tritikale tanesi ile karşılaştırıldığında, hemen hemen benzer miktarda protein, aminoasit ve net enerjiye; buna karşılık daha düşük miktarda ham yağ, tiamin, riboflavin, folik asit, E vitamini, Ca, Fe, Cu, P, Mn, Zn, Na, K ve Mg`a sahip olduğunu belirtmişlerdir.

2.3. Ultrason Teknolojisi

Ultrason katı, sıvı ve gazlardan geçebilen, saniyede 20 000 veya daha fazla ses dalgası tarafından enerji üretilmesi işlemidir (Pohlman, 1996; Villamiel ve ark., 1999; Butz ve Tauscher, 2002). Genellikle ultrason cihazları 20 kHz–10 MHz'lik frekanslarda kullanılmaktadır.

Düşük şiddetli (enerjili) ultrason, düşük güç seviyesi (1 W/cm^2) ve yüksek frekansı ile (0.1-20 MHz) tanımlanır. Gıda uygulamaları için 0.1-20 MHz arasındaki yüksek frekanslar ve düşük enerji seviyeleri (100 mW) kullanılmaktadır (Gunasekaran ve Ay, 1996; McClements ve Gunasekaran, 1997; Villamiel ve ark., 1999).

Yüksek enerjili ultrason ise, yüksek enerji seviyesi (10-1000 W/cm^2) ve nispeten düşük olan frekansı ile (0.1 MHz) tanımlanabilir. Bu tip ultrason dalgaları ile yapılan uygulamalarda, uygulanan materyalde fiziksel ve kimyasal değişmeler meydana gelmektedir. Bu nedenle ultrasonun bu tipi, esas olarak cansız olan materyallerde ve özellikle ürün işleme alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek enerjili ultrasonun, uygulandığı materyalin yapısını bozma mekanizması üzerine farklı teoriler bulunduğu belirtilmektedir (Blitz, 1971; Villamiel ve ark., 1999). Yüksek enerjili ultrason dalgaları bir sıvı içinden geçtikleri zaman baloncuk veya oyukçuk (kavitasyon)'lar oluştururlar. Kavitasyon esnasında çok az miktarda da olsa serbest radikallerin de oluşabildiği, bu radikallerin özellikle DNA gibi biyolojik materyalde hasar meydana getirebileceği vurgulanmaktadır (Scherba ve ark., 1991; Villamiel ve ark., 1999; Villamiel ve ark., 2000).

Yukarıda bahsedilen kavitasyonun oluşum mekanizması ise ultrasonik ses dalgalarının uygulandığı sistemde mekanik titreşimler oluşturması ile başlar. Bu dalgalar sıvı bir alana uygulandığı zaman ortamda yayılarak bir basınç oluşturur.

Bunun sonucunda sıvıda küçük baloncuklar oluşur. Bu baloncuklar belli bir hacme ulaştığında daha fazla enerjiyi içlerinde hapsedemediklerinden patlarlar. Bu olaya kavitasyon denir (Raso ve ark., 1998). Bunların birlikte etkileri sonucunda hücre zarlarının yapısı bozulmaya başlar (Scherba ve ark., 1991).

Özetlenecek olursa, ultrason uygulamalarının etkinliği üzerine, kullanılan ultrasonik dalganın genliği, uygulama süresi, uygulamanın yapıldığı hacim, gıdanın bileşimi ve sıcaklık etkili olmaktadır (Suslick, 1989; Vercet ve ark., 1997).

Gıda proseslerinde mikroorganizma inaktivasyonu amacıyla kullanılan tipi yüksek kavitasyon etkili "Power Ultrasound" (Güçlü Ultrason) 20-100 kHz'dir (Piyasena ve ark., 2003). Ultrason propları, biyokimyacıların kir ve hücreleri parçalamada kullanmaları için geliştirilmiş olup, 100 kat daha büyük bir ultrasonik enerji elde edilebilir (Öner, 2012).

Ultrasonun endüstriyel uygulamaları; tekstür, viskozite ve çoğu katı veya sıvı gıdaların konsantrasyon ölçümlerini; yumurta, et, meyve, sebze, süt mamülleri ve diğer ürünlerin kompozisyonunun belirlenmesini, çeşitli uygulamaların kontrolü ve görüntülenmesi için kalınlık, akış seviyesi ve sıcaklık ölçümlerini ve gıda ambalajlarının zararsız olarak incelenmesini içermektedir. Ayrıca bir takım araştırmalarda ısı transferinin hızlandırılması, akışkanlardan gaz alınması, hücrelerin yıkımı, mikroorganizmaların ve enzimlerin inaktivasyonu, kurutma, filtrasyon, yüzeylerin temizlenmesi gibi direkt proses uygulamalarında incelenmiştir (Floros ve Liang, 1994). Bunun yanında, karıştırma ve parçalama işlemleri, katı ve sıvı yağların emülsifikasyonu, dondurma işleminin hızlandırılması, etlerin ve şarapların olgunlaştırılması, temizleme, homojenizasyon ve sıvıların berraklaştırılmalarında da uygulanmaktadır (Mason ve ark., 1994; Sala ve ark., 1995).

Ultrason uygulamalarının etkinliği üzerine, daha önce de belirtildiği gibi, kullanılan ultrason dalgasının genliği, uygulama süresi, uygulamanın yapıldığı hacim, gıdanın bileşimi ve sıcaklık etkili olmaktadır. Basınç, sıcaklık ve antimikrobiyal madde uygulaması gibi geleneksel metotlarla kombinasyonunun zaman ve enerji tasarrufu sağlayacağı belirtilmektedir (Piyasena ve ark., 2003). Ultrason teknolojisinin endüstrideki en yaygın kullanım alanı, ultrasonla meydana gelen kavitasyondan yararlanılarak yapılan temizlik işlemleridir. Diğer muhafaza yöntemleri ile birlikte kullanıldığında özellikle mikrobiyal inaktivasyon açısından sinerjistik etki oluşturabileceği şeklinde açıklamalar yer almaktadır (Piyasena ve ark., 2003).

Biyolojik materyel üzerine ultrason uygulamaları; Ultrasonik zarar vermeyen analizler düşük enerji seviyeleri (<100 mW), yüksek frekans (0.1-2 MHz) ve darbe operasyonu ile karakterize edilmektedir (Ay ve Gunasekaran, 1994). Ultrasonik dalganın içinden geçtiği materyalin özelliklerini değiştirmemesi ve zarar vermemesi hedeflenmekte olup, ortamın dalga üzerindeki etkisi incelenmektedir (McClements, 1995). Yüksek frekans, düşük yoğunluklu ultrason teknolojisinin yıkıcı olmayan özelliğinden dolayı, gıdalarda kalitatif değerlendirme amacıyla kullanımı giderek artmaktadır (MacKay, 1998). Gıdaların sıcaklık (Richardson ve Povey, 1990), viskozite (McClements ve Povey, 1987) ve gevreklik (Povey ve Harden, 1981) özellikleri ultrason uygulamalı sistemlerle belirlenmiştir. Ultrason dalgaları sebzelerin ve meyvelerin gizli çürüklerinin ve iç kalitelerinin ürüne zarar vermeden test edilebilmesi amacıyla da kullanılmaktadır (Mizrach ve ark., 1994).

Yüksek enerjili ultrason ise, yüksek enerji seviyesi (10-1000 W/cm^2) ve nispeten düşük olan frekansı ile (≤ 0.1 MHz) tanımlanmaktadır. Bu tip ultrason dalgaları ile yapılan uygulamalarda, uygulanan materyalde fiziksel ve kimyasal değişmeler meydana gelmektedir. Bu nedenle ultrasonun bu tipi, esas olarak cansız olan materyallerde ve özellikle ürün işleme alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek enerjili ultrasonun, uygulandığı canlı materyalin yapısını bozma mekanizması üzerine farklı teoriler ileri sürülmektedir (Blitz, 1971; Villamiel ve ark., 1999).

Gıda işlemede yüksek enerjili (yoğunluklu) ultrason teknolojisinin birçok potansiyel uygulama alanı üzerine çalışmalar yapılmış olup, bunlar özellikle kütle ve enerji transferi ile reaksiyon hızlandırma ve yapı değiştirme ile ilgili uygulamalardır (Chemat ve Khan, 2011).

Ultrason uygulamaları konusunda yapılan çalışmalar gıda koruma ve işlemedeki kullanılma potansiyeli nedeniyle son yıllarda artış göstermiştir. Mevcut uygulamalardan boyut küçültme ve eleme işlemlerindeki uygulamaları günümüzde kullanılmakta olan yöntemlerdir (Brennan, 2006).

Yapılan çalışmalardan elde edilen bulgulara göre ultrason işleminin tek başına gıda güvenilirliğini sağlamada yeterli olmayışından ötürü, basınç, sıcaklık ve antimikrobiyal madde uygulaması gibi geleneksel metotlarla kombinasyonunun zaman ve enerji tasarrufu sağlayacağı belirtilmektedir (Piyasena ve ark., 2003).

Ayrıca yoğurt gibi ürünlerde ultrason uygulamasının *Lactobacillus* aktivitesini %50 artırdığı, zirai anlamda ise tohumların çimlenmesini hızlandırdığı ve malt üretiminde kullanıldığı belirtilmektedir (Povey ve Mason, 1998).

Wu ve ark. (2000), ultrason uygulamasının sütün homojenizasyonu ve yoğurdun fermantasyonunda etkili olduğunu, fermantasyon süresini yarım saat kadar azalttığı, yoğurtta su tutma kapasitesini, viskoziteyi artırdığını belirtmişlerdir.

Ultrason dalgaları biyolojik yapıları bozmalarıyla bilinmektedir. Ultrason dalga genişliği, uygun yoğunlukta seçilirse hücre ölümüne neden olmaktadır. Sıvı içinde oluşan küçük baloncuklar sıvı içerisinde çözünür ve titreşimler sayesinde çevreye yayılarak hücre yüzeylerine sürtünerek hücre zarının yıkımına neden olurlar (Scherba ve ark., 1991). Bu sebeple canlı materyal üzerindeki kullanımları sınırlıdır.

Bazı araştırmalarla kavitasyondan kaynaklanan parçalama zararı, sıcaklık artışı ve serbest radikal oluşumu tespit edilmiştir. 1975'deki araştırmalar ultrason işleminin hücre duvarını zayıflattığını, hatta hücre stoplazmasının dışarı boşaldığı gösterilmiştir. (Earnshaw ve ark., 1995). Kavitasyon olayı, sıcaklık artışı ve moleküler hareket nedenleriyle mekanik enerjinin oluştuğu bir ısı oluşum prosesidir. Bu, daha iyi sıcaklık dağılımı ve daha az oluşum bozukluğu ve bu nedenle ürün kalitesinin gelişmesi bakımından geleneksel ısıl işlemlere göre bazı avantajlar sağlayabilir (Villamiel ve ark., 2000).

Kavitasyon oluşma oranı bazı parametrelerden etkilenmektedir. Yüksek sıcaklıktaki uygulamalarda, düşük dalga genişliğinde yüksek enerjiler ortaya çıkarmaktadırlar. 2,5 MHz'in üstündeki frekanslarda kavitasyon oluşmamaktadır. Sıvı ısıtıldığında viskozite azalarak ultrason dalgalarının sıvı içerisindeki etkinlikleri artırılabilmektedir (Suslick, 1989).

Ultrason işlemi bir sıvıya uygulandığında yararlı olan veya olmayan serbest radikallerin oluşmasını sağlamaktadır. Ayrıca ultrason, DNA moleküllerinde çeşitli yerlerde kırılmalar meydana getirmektedir (Suslick, 1988; Mason ve ark., 1994).

Yapılan bir çalışmada, ultrason yönteminin; fiziksel gıda karakteristiklerinin ölçümünde, gıdaya zarar vermeyen, gıdanın besinsel değerinde kalite kayıplarına neden olmayan, zamandan kazanmamızı sağlayan, hızlı ve aşırı pahalı olmayan bir teknik olduğu belirlenmiştir (Garcia-Alvarez ve ark., 2006).

Mikrobiyal inaktivasyon işleminde ölüm mekanizması esas olarak hücre membranının incelmesi, sıcaklığın lokalize olması ve serbest radikallerin oluşmasına bağlı olarak meydana gelir (Butz ve Tauscher, 2002).

Mikroorganizmaların inaktivasyon mekanizmasının teorisi kavitasyon etkisi ile oluşan mikromekanik şoklar mikroorganizmaların yapısal ve fonksiyonel bileşiklerini bozar (Piyasena ve ark., 2003). Bayraktaroğlu ve Obuz (2006) ultrasonik ses dalgası

uygulamasının, sulu süspansiyonlarda *E. coli* gibi bazı mikroorganizmaları yok ettiği rapor edilmiştir.

Yüksek yoğunluklu ses dalgaları hücreleri bozar veya enzimleri denatüre eder. Ancak Matsuura ve ark. (1994), tarafından yapılan bir çalışmada fermantasyon süresince düşük yoğunluklu ses dalgaları uygulandığında, bira ve şarap üretiminde fermantasyon hızında artışın ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Kavitasyon kabarcığı, birbirine karışmayan iki ayrı sıvının faz ayırımını yok etmekte, emülsiyon stabilitesini artırmaktadır (Canselier ve ark., 2002). Bir sıvının sonikasyon işlemine uğraması kimyasal etkiler oluşturmasının yanında sıvılarda ultrasonik ses dalgaları ile meydana gelen fiziksel etkilerin çok etkili olduğunu göstermiştir (Muthukumaran ve ark., 2006).

Jiménez ve ark. (2007) tarafından yağın kalite parametreleri, besinsel ve duyusal karakterleri incelenmiş, sonikasyon işlemi uygulanan zeytin ezmelerinden elde edilen yağlar daha düşük acılık göstermiş, tokoferol, klorofil ve karotenoid içeriği açısından daha yüksek değerlere sahip olduğu belirtilmiştir.

Yüksek güçlü ultrasonik ses dalgaları, kristal büyümesinin hız ve iriliğinin kontrolü gibi olumlu tarafları vardır (De Castro ve Priego-Capote, 2007).

Sonikasyon işlemi, filtrasyon uygulamalarında sürtünmesiz yüzey alanı oluşturur, hızlı bir şekilde sıvı veya küçük parçacıkların geçişine izin verir (TelsonicGroup, 2007).

Ultrasonik ses dalgaları ile muamele, endüstride biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonu için muhtemel bir yeniliktir (Chemat ve ark., 2008; Virot ve ark., 2010). Ultrasonik ses dalgaları; ekstrakt eldesinde ısıl işlemsiz, hücre duvarlarını mekanik parçalayarak materyal aktarımı sağlar (Kim ve Zayas, 1989). Ultrasonik ses dalgası uygulaması optimum ortam şartlarında uygulandığında, ekstraksiyon kinetiğini, hızını ve ekstraktın kalitesini de artırır (Wang ve ark., 2008). Bu uygulama, (Luque-Garcıa ve De Castro, 2004), tarafından kolza, soya ve ayçiçeği gibi yağlı tohumlardan yağ ekstraksiyonunda da kullanılmış ve ekstrakte edilen yağ kompozisyonlarında değişiklik olmadan işlem süresini yarıya indirmiştir (Tavman ve ark., 2009).

Xia ve ark. (2006), ultrasonik ses dalgası destekli ekstraksiyon ile çay infüzyonunun duyusal kalitesinin, geleneksel olandan daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Tahıl ve taneli ürünlerde ultrason uygulamaları; Yüksek enerjili ultrason dalgaları yüzey gerilimini kırıp suyun organik materyale nüfuzunu yükselterek, su

absorbsiyon hızını artırmakta, bu yolla temizlemeyi, ıslatmayı ve polar sistemlerde reaksiyonları hızlandırmakta faydalanılmaktadır.

Ultrason tekniği, kavitasyon etkisi ile baklagillerin ıslatılmasında (Yıldırım ve ark., 2006), mısır ve pirinçten nişasta üretiminde ıslatma (steeping) süresinin kısaltılması ve etkinliğin artırılmasında, enzimatik aktiviteyi etkilemede kullanıldığına dair literatür bilgileri mevcuttur (Povey ve Mason, 1998; Mulet ve ark., 2003; Dolatowski ve ark., 2007; Yang ve ark., 2008).

Un değirmenciliğinde ise, mekanik vibrasyon ile tav suyunun taneye alımı hızlandırılmakta ve tek aşamada alınan su miktarı %3'ten %5-8 aralığına kadar artırılabilmektedir (Anonim, 2013a).

Ultrason uygulaması, jelatinizasyondan sonra nişasta solüsyonlarının viskozitesini etkili bir şekilde azaltmıştır. Yüksek nişasta konsantrasyonlu (%20-30) nişasta jeli, sonikasyon tarafından sıvılaştırılabilmektedir. Ultrason uygulamasının, birçok çeşit nişastanın (buğday, pirinç, mısır, patates, tapyoka ve tatlı patates) viskozitesini kontrol etmede ve nişasta yapısındaki polisakkaritlerin oranını tespit etmede uygulanabilir olduğu belirtilmektedir (Iida ve ark., 2008).

Ultrason (düşük frekans, yüksek enerjili) uygulamasının unlardaki enzimler üzerine kompleks etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Oksidazlar genellikle inaktif olmuştur. Katalazlar yalnız düşük konsantrasyonlarda etkilenmişlerdir. Redüktaz ve amilazlar ise sonikasyona oldukça fazla direnç göstermişlerdir (Roberts, 1993).

Prob tipi ultrason cihazı kullanılarak düşük enerjili sonikasyon uygulaması solüsyon içerisindeki glutenin sülfidril içeriğini artırırken, yüksek enerjili sonikasyon uygulaması sülfidril gruplarında azalmaya sebep olmuştur. Yüksek enerjili sonikasyon, serbest sistin moleküllerinin bir araya gelip, disülfit bağları oluşturmasına sebep olmuştur (Singh ve MacRitchie, 2001).

Ultrason gıdanın fiziksel özelliklerinin ölçümünde düşük maliyetli, hızlı ve yıkıcı olmayan niteliktedir. Yapılan bir çalışmada, hamurun su içeriği ve reolojik özellikleri ultrason teknikleri kullanılarak tespit edilebilmiştir. Farklı amaçlar için kullanılan un tiplerinin birbirlerinden ayrılmasında, alternatif bir ölçüm metodu olabileceğini göstermiştir (Álava ve ark., 2007).

Son zamanlarda gelişen bir teknik ile konsantre nişasta sistemlerinin fiziksel özelliklerindeki değişimlerin tespitinde, ultrason tekniğinin önemli bir potansiyel oluşturduğu ortaya konmuştur (Lionetto ve ark., 2006).

Düşük frekanslı ultrason, farklı ingredientlerde hazırlanan sarı alkali eriştelerin mekanik özelliklerindeki değişikliklerin belirlenmesinde kullanılmıştır. Ultrason uygulamasının, sarı alkali eriştenin temel mekanik özelliklerini ayırmada ve anlamada basit güvenilir bir yöntem olduğu belirlenmiştir (Bellido ve Hatcher, 2010).

Düşük şiddetli ultrason ekmek içi gözenek yapısı ile mekanik özelliklerin nasıl etkilendiğini incelemek için kullanılmış ve ultrason tekniğinin anlamlı bir yöntem olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Elmehdi ve ark., 2003).

Bisküvilerin gevrekliklerinin belirlenmesi için 1,5 Mhz frekanstaki ultrasonik dalga hızı ile gevreklik oranı arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Povey ve Harden, 1981).

Yapılan bir çalışmada, nişasta ve su solüsyonu içerisinde alfa amilaz tarafından nişasta degradasyonunun belirlenmesi, yüksek frekanslı ultrason dalgalarının hız değişimlerinin kullanımı ile mümkün olmuştur (Povey ve Rosenthal, 1984).

Kakaonun kurutulmasında ultrason dalgalar yardımıyla kurutma işlemi çok daha az enerji kullanarak yapılabilmiştir (Akkoyunlu, 1990).

Günümüzde yeni teknoloji ürünü olan ultrason uygulamalı nemlendirme sistemleri de fırınlarda kullanılarak, daha az maya tüketimi ile standart ekmek üretimi gerçekleştirilmekte ilaveten elektrik tasarrufu sağlanmaktadır (Anonim, 2013b).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Konya Ticaret Borsası'ndan temin edilen makarnalık *Tr. durum* (Kızıltan-91) ve sert ekmeklik *Tr. aestivum* (Bezostaya-1) buğday örnekleri materyal olarak kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Denemenin kuruluşu ve istatistiksel analizler

Bu çalışma üç aşamadan ibaret olup, birinci aşamada ıslatma, ikinci aşamada pişirme denemeleri yapılmış, üçüncü aşamada ise pişirilmiş kurutulmuş buğdaylar kırılarak fraksiyonlara ayrılmış ve bu fraksiyonlar üzerinde kalite analizleri gerçekleştirilmiştir.

Islatma: *Tr. durum* makarnalık ve *Tr. aestivum* sert ekmeklik buğday örneği, üç farklı sıcaklık derecesinde (21, 45 ve 60 ºC), kontrole karşı ultrason uygulaması (5, 10, 15 dakika) ile "(2x3x2) x 2" faktöriyel deneme desenine göre ıslatılmıştır. Deneme 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Pişirme; ıslatma denemeleri sonucunda elde edilen optimum ıslatma normaları olan 60 °C 15 dakika ultrason uygulaması ile ıslatma işlemini takiben, klasik pişirmeye karşı, ultrason uygulamalı pişirme işlemi ile 90 ºC'de 6 farklı sürede (30, 45, 60, 90, 120 ve 150 dakika) "(2x2x6) x 2" faktöriyel deneme desenine göre 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgur fraksiyonları; çalışmanın ilk iki aşaması sonucunda optimum koşullar olarak kabul edilen "90 dakikada ultrason uygulamalı pişirme" ve "120 dakikada klasik pişirme" uygulanarak elde edilen pişirilmiş-kurutulmuş buğday taneleri kırılarak 2,5-2,8 mm arası, 2,0-2,5 mm arası ve 0,5 mm altı fraksiyonlarına ayrılmıştır. Deneme "(2x2x3) x 2" faktöriyel deneme desenine göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

İstatistiki analizler JMP 5.0.1 (SAS Institute Inc, Cary, NC, ABD) programı kullanılarak yapılmıştır. Varyans analizinde farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

3.2.2. Analitik metotlar

Bulgur üretiminde hammadde olarak kullanılan buğday örnekleri fiziksel ve kimyasal analizlere tabi tutulmuştur.

Fiziksel analizler; buğday örnekleri önce 2,2 ve 3,5 mm delik çaplarındaki eleklerden geçirilip, ara materyal alınmış, böylece örneklerin tane homojenliği sağlanmış, manuel temizleme işlemini takiben fiziksel test ve analizlere tabi tutulmuştur. Buğdaylarda hektolitre ağırlığı ve bin tane ağırlığı Elgün ve ark. (2005)'e göre yapılmıştır. Bin tane ağırlığı kuru madde esasına göre verilmiştir. Ultrasonikasyon işleminin etkinliği açısından, tesadüfi 500 adetlik örneklerde mikrometre yardımı ile en, boy ve kalınlık şeklinde tane boyutları ölçülmüş, ölçüm değerlerinin ortalamaları alınmıştır.

Kimyasal analizler; buğdaylarda *su tayini*; 135 °C'de 2,5 saat normu uygulanarak, AACC 44–19'a göre yapılmıştır (AACC, 1990). *Ham protein tayini*; Kjeldahl yöntemiyle, AACC 46–12 metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Protein miktarları 5,70 çarpım faktörü ve kuru madde esasına göre verilmiştir (AACC, 1990). *Kül tayini*; AACC 08–01'e göre tespit edilmiştir (AACC, 1990). *Ham yağ içeriği*; Soxhelet yöntemiyle saptanmıştır (Özkaya ve Kahveci, 1990; Elgün ve ark., 2001). *Mineral madde analizleri*; ICP-AES cihazında tayin edilmiştir (Skujins, 1998).

Renk ölçümünde Hunter Lab color Quest II Minolta CR-300 (Minolta Camera, Co., Ltd., Osaka Japan) cihazı kullanılmıştır. Renk skalası; L* değeri [(0) siyah-(100) beyaz], a* değeri [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve b* değeri [(+) sarı, (-) mavi] şeklinde değerlendirilmiştir. Hue (renk özü) değeri artan (b^*/a^*) formülü ile, SI (doygunluk indeksi) değeri ise $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır (Francis, 1998).

3.2.3. Araştırma metotları

3.2.3.1. Bulgur üretimi

Bulgur üretimi; temizleme, ıslatma, pişirme, kurutma, öğütme ve sınıflandırma aşamalarından oluşmuştur. Denemeler temizlenmiş %14 su esasına göre 100 gramlık buğday örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Temizleme işlemi; buğday örnekleri 2,2 mm ve 3,5 mm elekler ile elenmiş, elek aralığında kalan materyal manuel temizlemeye tabi tutularak örnek olarak kullanılmıştır.

Islatma işlemi; buğday örneği 5 misli su içerisinde üç farklı sıcaklık derecesinde (21 ºC, 45 °C ve 60 ºC), kontrole karşı (klasik ıslatma), 5, 10 ve 15 dakikalık sürelerle ultrason uygulaması yapılarak gerçekleştirilmiştir. Ultrason uygulaması "Lasalle Scientifique GEX 600-5 Ultrasonik Processor, 20kHz, 600W" prob tip laboratuvar cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı muamelelerle ıslatılan taneler 2 saat boyunca su içinde bekletilmiştir.

Pişirme işlemi; ıslatma aşamasında en iyi sonuç veren 60 °C'de 15 dakika ultrasonik ıslatma normu kullanılarak pişirme aşamasına geçilmiştir. Pişirme işlemi, klasik pişirmeye karşı ultrason uygulamalı pişirme tekniği kullanılarak, 6 farklı sürede (30, 45, 60, 90, 120 ve 150 dakika), sıcak su içinde (90 ºC) pişirilerek gerçekleştirilmiştir. Ultrason uygulamasında yukarıda özellikleri verilen prop tipi laboratuvar cihazı kullanılmıştır.

Kurutma işlemi; pişmiş buğday örneklerinin kurutma işlemi, 70 °C'de, nem miktarı %12'nin altına düşünceye dek kurutma dolabında gerçekleştirilmiştir.

Öğütme işlemi; kabuk tavı verilen buğday örnekleri laboratuvar tipi diskli öğütücüde, sabit disk aralığında bulgura kırılmıştır.

Sınıflandırma; Öğütülen örnekler 2,5-2,8 mm, 2,0-2,5 mm elek aralıkları ile 0,5 mm elek altı olarak sınıflandırılmıştır.

3.2.3.2. Islatma sonrası buğday analizleri

Farklı normlarda ıslatma işlemi uygulanmış olan buğday örneklerinin, renk, boy kalınlık ve en değerleri 3.2.2 başlığı altında verilen metotlara göre belirlenmiştir. Hacim değeri π x (boy x kalınlık x en)/6 formülüyle hesaplanmıştır. Tanede su absorbsiyonu 100 g buğdayın ıslatma öncesi ve ıslatma sonrası ağırlık farkı kullanılarak belirlenmiştir.

Ayrıca ıslatma sularında da renk ve suya geçen kuru madde miktarı değerleri belirlenmiştir. Suya geçen kuru madde miktarı, ıslatma suyunun 135 °C'de tamamen kurutulmasından sonra kalan kuru maddenin hesaplanması yoluyla belirlenmiştir.

3.2.3.3. Pişirme sonrası buğday analizleri

Pişirme sonrasında suyu süzülen buğday örneklerinde, renk, boy, kalınlık ve en değerleri 3.2.2 başlığı altında verilen metotlara göre belirlenmiştir. Pişirme sularında da renk ve suya geçen kuru madde miktarı değerleri belirlenmiştir.

3.2.3.4. Kurutma sonrası buğday analizleri

Kurutma işlemini takiben, kuru buğday örneklerinde renk, boy kalınlık ve en değerleri belirlenmiştir. Su, kül, ham protein, ham yağ ve mineral madde analizleri madde 3.2.2 başlığı altında verilen metotlara göre yapılmıştır.

3.2.3.5. Öğütme ve sınıflandırma sonrası bulgur analizleri

Bulgur örnekleri kabuk tavı verilerek diskli öğütücüde kırılmış ve 0,5 mm elek üstünde kalan materyal "kırık bulgur verimi" hesabında kullanılmıştır. Ayrıca kırılmamış tane halindeki kuru buğdaylar "tane bulgur verimi" hesabında kullanılmıştır. Kırık bulgur verimi ve tane bulgur verimi kuru madde üzerinden hesaplanmıştır. Kırılmış bulgur, fraksiyonlara ayrılmış ve 2,5-2,8 mm arası, 2,0-2,5 mm arası ve 0,5 mm altı fraksiyonlarda renk, su, kül, ham protein, ham yağ ve mineral madde analizleri madde 3.2.2 başlığı altında verilen metotlara göre yapılmıştır

3.2.3.6. Duyusal analizler

Her iki buğday türünde de "90 dakika ultrason uygulamalı pişirme" ve "120 dakika klasik pişirme" uygulanarak elde edilen 2,0-2,5 mm arası bulgur örnekleri pişirilerek duyusal analize tabi tutulmuştur. Duyusal analiz Bilgiçli (2009)'a göre gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Analitik Analiz Sonuçları

Fiziksel tane özellikleri; araştırmada makarnalık Kızıltan-91 (*Tr. durum)* ve sert ekmeklik Bezostaya-1 (*Tr. aestium)* olmak üzere iki buğday çeşidi kullanılmıştır. Kullanılan buğday çeşitlerine ait fiziksel tane özellikleri Çizelge 4.1'de özetlenmiş olup, makarnalık Kızıltan-91 buğday örneklerinin bin tane ve hektolitre ağırlığı, ekmeklik Bezostaya-1 buğday örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Certel (1990), *Tr. durum* ve *Tr. aestium* buğdayları için hektolitre ağırlığı değerlerini sırasıyla 84,4 kg/hl ve 82,7 kg/hl; Özkaya ve ark. (1993) ise, bin tane ağırlığını sırasıyla ortalama 52,2 g ve 31,6 g olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4.1'de verilen ölçüm sonuçlarına göre, Kızıltan-91 buğday çeşidinde boy uzunluğu, Bezostaya-1 buğday çeşidine göre daha fazla, kalınlık ve en ise daha düşük bulunmuştur. Ekmeklik çeşitlerin daha dolgun ve yumuşak yapıda olduğu bilinmektedir.

Çizelge 4.1. Buğday örneklerinin bazı fiziksel özellikleri[1]

Buğday çeşidi	Bin tane ağırlığı[2] (g)	Hektolitre ağırlığı (kg/hl)	Tane boyu (mm)	Tane kalınlığı (mm)	Tane eni (mm)
Kızıltan-91	42,55	81,40	7,43	2,85	2,62
Bezostaya-1	37,45	78,66	6,41	3,14	2,70

[1]Değerler üç paralelin ortalamasıdır, [2]Kuru madde esasına göre.

Kimyasal tane özellikleri; buğday örneklerine ait bazı kimyasal özellikler Çizelge 4.2'de verilmiştir. Kızıltan-91 ve Bezostaya-1 buğday örneklerinin su miktarları sırasıyla %9,70 ve %10,12 olarak bulunmuştur. Kızıltan-91 buğdayının, Bezostaya-1 buğdayından daha yüksek kül, protein ve yağ içeriğine sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2. Buğday örneklerinin bazı kimyasal özellikleri[1]

Buğday çeşidi	Su (%)	Kül [2] (%)	Protein[2,3] (%)	Yağ[2] (%)
Kızıltan-91	9,70	1,71	12,41	1,81
Bezostaya-1	10,12	1,58	11,98	1,56

[1]Değerler üç paralelin ortalamasıdır, [2]Kuru madde esasına göre, [3]Protein=Nx5.7

Çizelge 4.3'de buğday örneklerinin mineral madde miktarları verilmiştir. Sert ekmeklik Bezostaya-1 buğday örneğinin Ca, Cu, Fe ve P miktarları, makarnalık Kızıltan-91 buğday örneğinin ise K ve Zn miktarları daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.3. Buğday örneklerinin mineral madde miktarları (mg/100 g)[1]

Buğday çeşidi	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn
Kızıltan-91	31,07	0,58	4,17	385,97	145,45	233,11	2,01
Bezostaya-1	34,75	0,66	4,43	304,12	145,46	236,07	1,93

[1]Değerler üç paralelin ortalamasıdır. Kuru madde esasına göre.

Çizelge 4.4'de buğday örneklerine ait tane rengi değerleri özetlenmiştir. Bu sonuçlara göre, kehribar renkli *Tr. durum* türünden Kızıltan-91 buğday örneğinin L*, b* SI ve Hue değerleri Bezostaya-1 buğday örneğine göre daha yüksek olup, a* değeri yani kırmızılık daha düşüktür. Kızıltan-91 buğday taneleri kehribar renkli ve camsı yapıda olup sarı renk değeri yüksektir. Bezostaya-1 tanelerinde ise a* değeri yüksek olup kırmızı renk yoğunluğu daha fazladır.

Çizelge 4.4. Buğday örneklerinin renk değerleri[1]

Buğday çeşidi	L*	a*	b*	SI	Hue
Kızıltan-91	54,32	5,40	18,58	19,35	73,80
Bezostaya-1	49,62	7,41	16,98	18,53	66,41

[1]Değerler üç paralelin ortalamasıdır

4.2. Araştırma Sonuçları

4.2.1. Islatma denemeleri

4.2.1.1. Islatılmış buğdayların renk değerleri

Farklı ıslatma suyu sıcaklıklarında ultrason uygulamasına bağlı olarak, buğday örneklerinin renk değerlerindeki değişim sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6'da, ortalamaların karşılaştırılması ise Çizelge 4.7'de özetlenmiştir.

L* değeri; farklı sıcaklıklarda ultrason uygulaması ile ıslatılan buğday örneklerinin L* değerleri 48,33-63,02 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.5). Varyans analizi sonuçlarına göre L* değeri üzerinde, buğday çeşidi, ıslatma suyu sıcaklık derecesi ve ultrason uygulama süresi istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) etkide bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.7 incelendiğinde, ıslatma sonrası Kızıltan-91 buğday örneklerinin L* değerinin 59,35, Bezostaya-1 buğday örneklerinin L* değerinin ise 51,25 olduğu görülmektedir. Hammadde renk değerleri ile karşılaştırıldığında, her iki buğday çeşidinin de ıslatma ile L* değerlerinin arttığı görülmektedir (Çizelge 4.4, Çizelge 4.7). Makarnalık buğdayların camsılık ve sarı pigmentasyon değerleri genellikle ekmeklik olanlardan daha yüksek olduğundan, kırmızı ve kahve renkli pigmentçe zengin sert ekmeklik Bezostaya-1 buğdayına göre daha parlak görüntü vermiş ve L* değeri yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Islatılmış buğday örneklerine ait renk değerleri[1]

Islatma suyu sıcaklığı (°C)	Buğday çeşidi	Ultrason uygulama süresi (dakika)	L*	a*	b*	SI	Hue
	Kızıltan-91	**0**	55,40±0,56	4,96±0,22	23,08±0,81	23,61±0,74	77,87±0,93
		5	57,48±0,67	4,09±0,16	24,81±0,85	25,15±0,81	80,63±0,66
		10	58,02±1,39	3,46±0,06	26,23±0,50	26,45±0,51	82,49±0,01
		15	58,97±1,37	3,08±0,31	26,92±0,98	27,10±0,93	83,46±0,89
21	**Bezostaya-1**	**0**	56,17±0,24	4,70±0,28	24,51±0,72	24,96±0,76	79,15±0,33
		5	58,31±0,43	3,79±0,26	26,36±0,88	26,63±0,84	81,81±0,83
		10	60,14±0,52	3,21±0,16	27,49±0,69	27,67±0,70	83,34±0,16
		15	60,89±1,26	2,95±0,21	27,81±0,84	27,96±0,86	83,95±0,25
	Kızıltan-91	**0**	60,13±0,88	4,02±0,25	26,50±0,70	26,80±0,66	81,36±0,75
		5	61,72±1,02	3,34±0,22	27,89±0,91	28,09±0,88	83,15±0,67
		10	61,92±0,60	3,02±0,25	28,45±0,63	28,61±0,60	83,93±0,64
		15	63,02±0,70	2,70±0,14	28,51±0,72	28,64±0,71	84,59±0,42
45	**Bezostaya-1**	**0**	48,33±0,47	8,85±0,35	20,02±0,74	21,89±0,53	66,13±1,62
		5	49,95±1,02	8,75±0,21	20,59±0,83	22,37±0,85	66,97±0,34
		10	50,36±0,51	8,15±0,22	21,75±0,74	23,23±0,61	69,45±1,14
		15	51,10±0,23	7,97±0,18	22,55±0,78	23,92±0,67	70,52±1,04
	Kızıltan-91	**0**	49,15±0,30	8,32±0,31	21,12±0,75	22,70±0,58	68,49±1,42
		5	51,18±0,66	8,13±0,24	22,07±0,64	23,52±0,68	69,78±0,01
		10	52,12±0,88	7,86±0,20	22,91±0,03	24,22±0,04	71,06±0,46
		15	53,11±0,76	7,46±0,20	22,69±0,34	23,89±0,26	71,80±0,71
60	**Bezostaya-1**	**0**	50,12±0,75	8,12±0,25	22,29±0,51	23,72±0,57	69,99±0,16
		5	52,12±0,75	7,88±0,03	23,95±0,58	25,22±0,54	71,78±0,47
		10	53,25±0,85	7,49±0,23	24,12±0,75	25,26±0,78	72,75±0,01
		15	54,23±0,88	7,45±0,28	25,16±0,82	26,24±0,86	73,51±0,09
	Ortalama		55,30	5,82	24,49	25,33	76,16
	Minimum-maksimum		48,33-63,02	2,70-8,85	20,02-28,51	21,89-28,64	66,13-84,59

[1]Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.6. Islatılmış buğday örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	1	786,23	1225,38**	235,07	4453,28**	202,61	385,85**	104,89	217,03**	1716,13	3243,89**
Islatma suyu sıcaklığı (B)	2	91,27	71,12**	3,48	32,97**	55,07	52,43**	44,88	46,43**	69,21	65,41**
Ultrason uygulama süresi (C)	3	88,07	45,75**	10,50	66,30**	50,42	32,00**	38,33	26,44**	119,47	75,27**
(AXB)	2	8,29	6,46**	0,14	1,29ns	0,34	0,32ns	0,51	0,52ns	5,26	4,97*
(BXC)	6	2,47	0,64ns	0,24	0,76ns	2,08	0,66ns	1,65	0,57ns	4,47	1,41ns
(AXC)	3	0,02	0,01ns	1,30	8,21**	1,39	0,88ns	1,76	1,21ns	2,11	1,33ns
(AXBXC)	6	2,28	0,59ns	0,13	0,41ns	2,03	0,65ns	1,94	0,67ns	1,6	0,50ns
Hata	24	15,40		1,27		12,60		11,60		12,70	
Genel	47	994,04		252,13		326,54		205,55		1930,92	

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

Çizelge 4.7. Islatılmış buğday örneklerinin renk değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması[1]

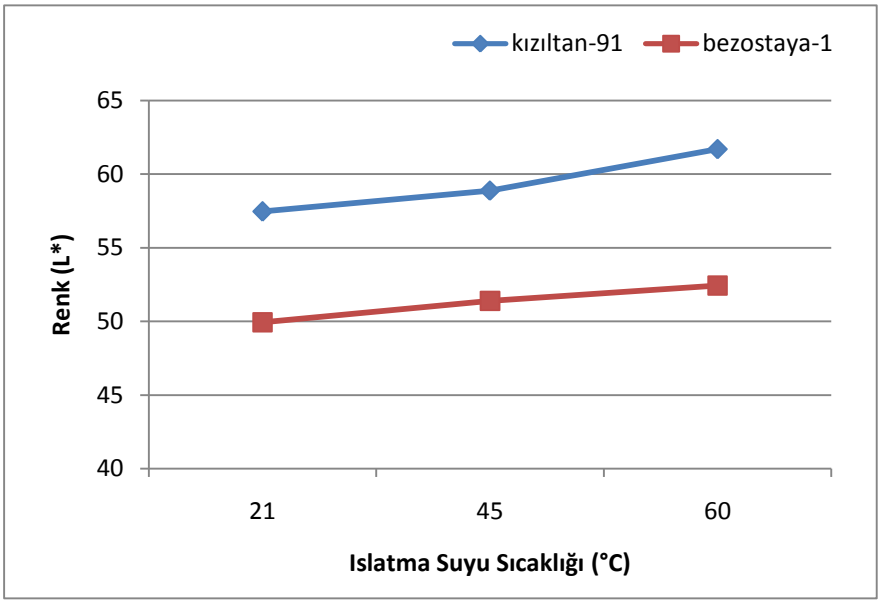
Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Buğday çeşidi						
Kızıltan-91	24	59,35^{a}	3,61^{b}	26,54^{a}	26,80^{a}	82,14^{a}
Bezostaya-1	24	51,25^{b}	8,04^{a}	22,44^{b}	23,85^{b}	70,19^{b}
***Islatma suyu sıcaklığı* (°C)**						
21	16	53,70^{c}	6,16^{a}	23,24^{c}	24,21^{c}	74,69^{c}
45	16	55,13^{b}	5,80^{b}	24,37^{b}	25,19^{b}	76,17^{b}
60	16	57,06^{a}	5,50^{c}	25,86^{a}	26,57^{a}	77,63^{a}
Ultrason uygulama süresi (dakika)						
0	12	53,22^{d}	6,49^{a}	22,92^{c}	23,95^{c}	73,83^{d}
5	12	55,13^{c}	6,00^{b}	24,28^{b}	25,16^{b}	75,69^{c}
10	12	55,97^{b}	5,53^{c}	25,16^{a}	25,91^{a}	77,17^{b}
15	12	56,89^{a}	5,27^{d}	25,61^{a}	26,29^{a}	77,97^{a}

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

Islatma suyu sıcaklığı arttıkça ıslatılmış buğdayların L* değeri de artış göstermiş, 21 °C'de 53,70 olan L* değeri, 60 °C'de 57,06'ya yükselmiştir (Çizelge 4.7). Bu durum sıcaklığın yükselmesi ile buğdayın su absorbsiyon oranının artırması ve tanenin daha fazla su alıp şişmesi ve tanedeki renk maddelerinin daha seyreltik duruma geçmesi ile açıklanabilir.

Ultrason uygulama süresinin artması sonucunda da yine ıslatılmış buğdayların L* değerinde artış görülmüş, şahit buğdaya göre L* değeri 53,22'den, 15 dakika sonra 56,89'a yükselmiştir (Çizelge 4.7). Bu bulgu da ultrason uygulamasının ıslatma sırasında su absorbsiyonunu artırdığını, renk ve bulanıklık veren maddeleri seyrelttiğini ve beraberinde parlaklık derecesini yükselttiğini göstermektedir.

Islatılmış buğdayın L* değeri üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunan "*Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı*" interaksiyonunun gidişi Şekil 4.1'de verilmiştir. Şekil 4.1'de görüldüğü üzere, sıcaklığın su emilimini hızlandırması sonucu daha açık bir renk gözlemlenmiş ve parlaklığı daha yüksek olan Kızıltan-91 buğdayında sıcaklığa bağlı parlaklık artışı daha da fazla olmuştur. (Bayram ve ark., 2004) soya fasulyesinde ıslatma sıcaklığı arttıkça L* değerinin arttığını belirtmişlerdir. Muhtemelen, su absorbsiyonu ile oluşan eriyebilir maddelerin seyrelmesi yanında, suya geçen kuru madde ve renk maddelerinin de tane parlaklığının artışında etkili olduğu söylenebilir. Islatmada parlaklık artışı su alıp şişmeye bağlı olarak, kuru maddenin seyrelmesi sonucu opak görüntünün kaybolması şeklinde açıklanabilir.



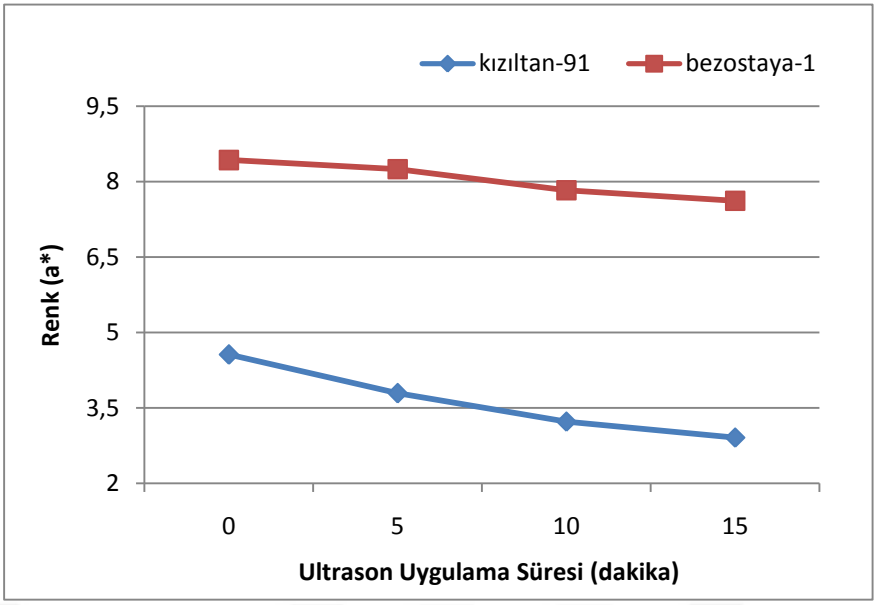
Şekil 4.1. Islatımış buğdayın L* değeri üzerine etkili "*Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı*" interaksiyonu

a* değeri; renk parametrelerinden a*, pozitif değerlerde kırmızılık, negatif değerlerde ise yeşillik olarak değerlendirilmektedir. Deneme desenine göre elde edilen ıslatılmış buğday örneklerinin a* değeri 2,70-8,85 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.5). Buğdayların a* değeri üzerinde buğday çeşidi, ıslatma suyu sıcaklık derecesi ve ultrason uygulama süresi önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.7'ye göre ıslatılmış Kızıltan-91 buğdayının ortalama a* değeri (3,61), ıslatılmış Bezostaya-1 buğdayının a* değerinden (8,04) düşük bulunmuştur. Islatma suyu sıcaklığı arttıkça, ıslatılmış buğdayların a* değeri düşüş göstermiş, 21 °C'de 6,16 olan a* değeri, 60 °C'de 5,50'ye düşmüştür (Çizelge 4.7). Islatma işlemi esnasında hiç ultrason uygulanmamış şahit buğdayların a* değeri 6,49 iken, 15 dakika ultrason uygulaması sonucunda a* değerinin 5,27'e düştüğü görülmüştür (Çizelge 4.7). Bu sonuç ile sıcaklık artışı ve ultrasonikasyonun etkisiyle, ıslatma uygulaması sırasında kırmızımsı karotenoid pigmentlerin seyrelerek, renk yoğunluğunu düşürdüğü söylenebilir. Ertaş (2010), soya fasulyesi ve nohut örneklerinde ıslatma süresinin artmasıyla, kırmızılığın azaldığını belirtmiştir. Konsantrasyon, pişirme ve kurutma proseslerini kapsayan bir çalışmada ise a* değerinin arttığı, bu artışın sebebinin de pigmentlerin ısıyla bozulmaları ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları olduğu ifade edilmiştir (Skrede, 1985; Lozano ve Ibarz, 1997; Avila ve Silva, 1999; Ibarz ve ark., 1999).

Buğdayların a* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x ultrason uygulama süresi"* interaksiyonunun gidişi Şekil 4.2'de verilmiştir. Ultrason uygulaması su absorbsiyonunu arttırırken, kırmızı pigmentasyonun seyrelmesi sonucu a* değerini düşürmüştür. Bu düşüş bir ekmeklik buğday çeşidi olan ve kırmızı pigmentçe daha zengin olduğu bilinen Bezostaya-1 buğdayında daha az düzeyde görülmüştür. Yıldırım ve ark. (2011), nohudun su absorbsiyonunda yüksek güçteki ultrason uygulamasının, düşük güçteki ultrasondan daha etkili olduğunu belirtip, su absorbsiyon hızının ve su absorbsiyon kapasitesinin ultrason uygulamaları ile arttığını gözlemlemişlerdir.

b* değeri; deneme desenine göre hazırlanan ıslatılmış buğday örneklerinde b* değerleri 20,02-28,51 arasında değişmiştir (Çizelge 4.5). Varyans analizi sonuçlarına göre buğday çeşidi, ıslatma suyu sıcaklık derecesi ve ultrason uygulama süresi b* değeri üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.6).



Şekil 4.2. Islatılmış buğdayların a* değeri üzerine etkili *''Buğday çeşidi x ultrason uygulama süresi''* interaksiyonu

Çizelge 4.7'ye göre ıslatma sonrası Kızıltan-91 buğdayının ortalama b* değeri (26,54), Bezostaya-1 buğdayının ortalama b* değerinden (22,44) yüksek bulunmuştur. Islatma suyu sıcaklığı arttıkça L* değeriyle paralel olarak b* değeri de artış göstermiş, 21 °C'de 23,24 olan b* değeri 60 °C'de 25,86'ya yükselmiştir. Ultrason uygulama süresi 0, 5, 10 ve 15 dakika şeklinde artıkça yine b* değerinin de sırasıyla 22,92, 24,28, 25,16 ve 25,61'e yükseldiği görülmüştür (Çizelge 4.7). Islatma uygulaması sırasında kırmızımsı karotenoid pigmentlerin artan su absorbsiyonu ile seyrelmesi, sarı renk intensitesinin artışına meydan vermiş olabilir. Kırmızı renk değeri daha yüksek olan ekmeklik Bezostaya-1 çeşidinde sarı renk değerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu bulgu kırmızı pigmentasyonun sarılık değerini örttüğü şeklinde yorumlanabilir. Bayram ve ark. (2002)'nın yapmış olduğu çalışmada da benzer sonuçlar alınmıştır.

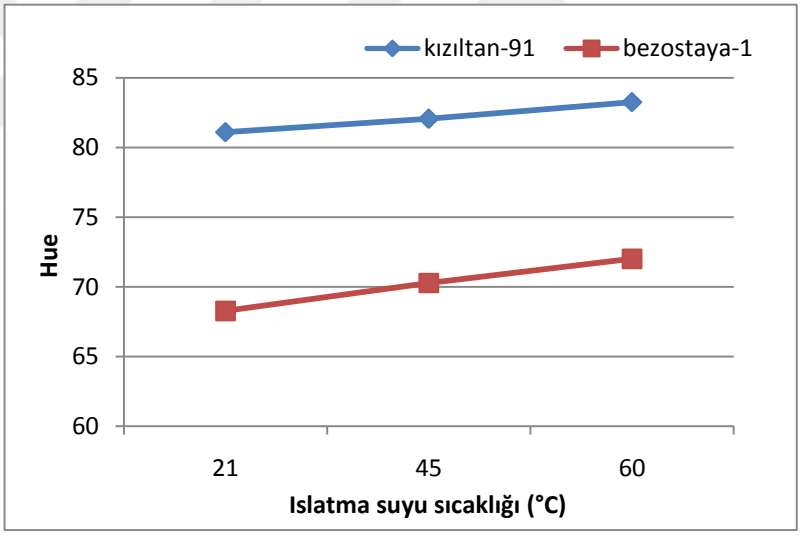
SI ve Hue değerleri; farklı sıcaklıklarda ultrason uygulamalı olarak ıslatılmış buğdayların ortalama SI ve Hue değeri sırasıyla; 25,33 ve 76,16 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Varyans analizi sonuçlarına göre ıslatılmış buğdayların SI ve Hue değeri üzerinde buğday çeşidi, ıslatma suyu sıcaklık derecesi ve ultrason uygulama süresi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Islatma sonrası kırmızı pigmentçe zengin Bezostaya-1 buğdayı daha düşük SI ve Hue değeri (23,85 ve 70,19) verirken, kehribar sarı renkli Kızıltan-91 örnekleri daha

yüksek SI ve Hue değerleri (26,80 ve 82,14) vermiştir (Çizelge 4.7). Islatma suyu sıcaklığı artışıyla SI ve Hue değerlerinde artışlar gözlemlenmiştir. Ultrason uygulama süresi artışıyla da yine buğdayların SI ve Hue değerinin arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Bulgularımız, ıslatma sıcaklığı ve ultrason uygulama süresinin artışı ile birlikte SI ve Hue değerlerinin yükseldiğini, daha berrak renkli tane elde edildiğini göstermektedir.

Bayram ve ark. (2002), soya fasulyesi örneklerinde ıslatma suyu sıcaklığının artmasıyla; soya fasulyesinde SI değerinin arttığını, sularında ise SI değerinin düştüğünü belirtmişlerdir.

Islatılmış buğday örneklerinde Hue değeri üzerine etkili ($p<0,05$) "*Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı*" interaksiyonu Şekil 4.3'de verilmiştir. Görüldüğü gibi, sarı renk pigmentasyonu yüksek olan makarnalık Kızıltan-91, kırmızı renkli Bezostaya-1 buğdayına göre daha yüksek Hue değeri verirken, su sıcaklığındaki yükselme ile Hue değerinde meydana gelen artış Kızıltan-91 buğdayında daha sınırlı kalmıştır.



Şekil 4.3. Islatılmış buğdayların Hue değeri üzerine etkili "*Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı*" interaksiyonu

4.2.1.2. Islatılmış buğday tanelerinde boyut değişimi

Farklı sıcaklıklarda ultrason uygulaması ile ıslatılan, farklı buğday çeşitlerinin boy, kalınlık, en ve hacim değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.8'de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9'da, ortalamaların karşılaştırılması ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre buğdaylarda; boy, kalınlık ve en üzerinde buğday çeşidi ve ıslatma suyu sıcaklık derecesi faktörleri p<0,01, en üzerinde ultrason uygulama süresi faktörü p<0,05, hacim üzerinde ise ıslatma suyu sıcaklık derecesi faktörü p<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Ortalamaların karşılaştırılması sonuçlarına göre Kızıltan-91 buğdayının ortalama boy, kalınlık, en ve hacim değerleri sırasıyla 7,48, 3,13, 2,88 ve 35,30; Bezostaya-1 buğdayının ortalama boy, kalınlık, en ve hacim değerleri ise sırasıyla 6,51, 3,41, 2,96 ve 34,37 olarak bulunmuştur Hammadde özelliklerinde olduğu gibi, ıslatılmış Kızıltan-91 buğdayları daha yüksek boy ve daha düşük kalınlık ve en değerleri vermiştir (Çizelge 4.1 ve 4.10).

Islatılmış buğdayın boy değeri artan sıcaklık ile 7,14'den (21 °C'de), 6,88'e (60 °C'de) düşerken; kalınlık, en ve hacim değerleri sırasıyla 3,22, 2,84 ve 34,03'den (21 °C'de), 3,32, 3,04 ve 36,14'e (60 °C'de) artış göstermiştir (Çizelge 4.10). Ultrason uygulaması en değeri üzerinde istatistiki bir artışa sebep olurken, kalınlık ve hacim değerinde de sayısal artışlar oluşturmuş ancak bu artışlar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.8. Islatılmış buğday örneklerine ait boy, kalınlık, en ve hacim değerleri[1]

Islatma suyu sıcaklığı (°C)	Buğday çeşidi	Ultrason uygulama süresi (dakika)	Boy (mm)	Kalınlık (mm)	En (mm)	Hacim (ml)
21	Kızıltan-91	0	7,66±0,23	3,08±0,11	2,73±0,04	33,65±1,91
		5	7,64±0,20	3,10±0,13	2,79±0,06	34,53±1,24
		10	7,62±0,17	3,10±0,07	2,83±0,04	34,98±2,10
		15	7,60±0,14	3,09±0,13	2,84±0,03	34,90±2,69
	Bezostaya-1	0	7,51±0,13	3,10±0,14	2,83±0,04	34,48±2,09
		5	7,49±0,09	3,10±0,14	2,85±0,07	34,61±2,27
		10	7,45±0,14	3,11±0,08	2,87±0,07	34,80±2,55
		15	7,44±0,16	3,13±0,18	2,88±0,04	35,10±1,84
45	Kızıltan-91	0	7,41±0,20	3,15±0,21	2,93±0,11	35,77±2,51
		5	7,33±0,17	3,16±0,08	3,00±0,14	36,37±1,93
		10	7,31±0,20	3,21±0,16	3,03±0,04	37,21±2,42
		15	7,31±0,13	3,21±0,07	3,03±0,04	37,21±2,56
	Bezostaya-1	0	6,68±0,17	3,33±0,18	2,80±0,14	32,60±1,84
		5	6,67±0,18	3,34±0,20	2,88±0,11	33,58±1,45
		10	6,64±0,08	3,34±0,16	2,90±0,14	33,66±1,90
		15	6,60±0,14	3,39±0,16	2,93±0,04	34,31±2,11
60	Kızıltan-91	0	6,55±0,14	3,39±0,11	2,88±0,04	33,47±2,17
		5	6,46±0,13	3,45±0,21	2,91±0,07	33,94±2,06
		10	6,45±0,14	3,44±0,13	2,93±0,04	34,02±2,09
		15	6,36±0,25	3,44±0,16	3,00±0,14	34,35±1,49
	Bezostaya-1	0	6,42±0,17	3,44±0,17	3,00±0,14	34,67±2,02
		5	6,45±0,14	3,44±0,18	3,10±0,07	36,00±1,28
		10	6,41±0,13	3,46±0,17	3,10±0,08	35,98±2,09
		15	6,40±0,14	3,46±0,13	3,10±0,07	35,92±2,72
	Ortalama		6,99	3,27	2,92	34,84
	Minimum-maksimum		6,36-7,66	3,08-3,46	2,73-3,10	32,60-37,21

[1]Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.9. Islatılmış buğday örneklerinin boy, kalınlık, en ve hacim değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	Boy		Kalınlık		En		Hacim	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	1	11,35	432,75**	0,96	268,19**	0,07	9,51**	10,29	2,35ns
Islatma suyu sıcaklığı (B)	2	0,56	10,68**	0,07	10,38**	0,34	22,64**	41,62	4,75*
Ultrason uygulama sürsi (C)	3	0,05	0,62ns	0,01	0,96ns	0,07	3,12*	9,85	0,75ns
(AXB)	2	0,02	0,37ns	0,01	1,20ns	0,00	0,01ns	0,09	0,01ns
(BXC)	6	0,01	0,04ns	0,00	0,09ns	0,01	0,15ns	1,20	0,05ns
(AXC)	3	0,00	0,04ns	0,00	0,06ns	0,00	0,08ns	0,37	0,03ns
(AXBXC)	6	0,01	0,07ns	0,00	0,23ns	0,00	0,05ns	0,51	0,02ns
Hata	24	0,63		0,09		0,18		105,22	
Genel	47	12,63		1,14		0,66		169,15	

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

Çizelge 4.10. Islatılmış buğday örneklerinin boy, kalınlık, en ve hacim değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması[1]

Faktör	n	Boy (mm)	Kalınlık (mm)	En (mm)	Hacim (ml)
Buğday çeşidi					
Kızıltan-91	24	7,48 [a]	3,13 [b]	2,88 [b]	35,30[a]
Bezostaya-1	24	6,51 [b]	3,41 [a]	2,96 [a]	34,37 [a]
Islatma suyu sıcaklığı (°C)					
21	16	7,14 [a]	3,22 [c]	2,84 [b]	34,03 [b]
45	16	6,96 [b]	3,27 [b]	2,89 [b]	34,35 [b]
60	16	6,88 [b]	3,32 [a]	3,04 [a]	36,14 [a]
Ultrason uygulama süresi (dakika)					
0	12	7,04 [a]	3,25 [a]	2,86 [b]	34,11 [a]
5	12	7,01 [a]	3,26 [a]	2,92 [ab]	34,84 [a]
10	12	6,98 [a]	3,28 [a]	2,94 [a]	35,11 [a]
15	12	6,95 [a]	3,29 [a]	2,96 [a]	35,30 [a]

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

Bayram ve ark. (2004), soya fasulyesinin ıslatılması esnasında ıslatma süresinin (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 ve 120 dk) ve sıcaklığın artışıyla (30, 50, 70 °C) boy değerinin arttığını, ancak 50 dakikadan sonra boy değerinin düştüğünü gözlemlemiştir. Kalınlık değerinin sıcaklık etkisiyle 20, 40, 120 dakikalarda; en değerinin ise 20, 60, 110 dakikalarda hızla arttığını, diğer dakikalarda dalgalanmaların olduğunu belirtmiştir.

4.2.1.3. Islatma suyu renk değerleri

L* değeri; farklı uygulamalarla ıslatılan buğdaylara ait ıslatma sularının renk değerleri sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12'de, ortalamaların karşılaştırılması ise Çizelge 4.13'de özetlenmiştir. Islatma sularının L* değerleri 21,00-32,26 arasında değişmiş olup ortalama 26,78 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Varyans analizi sonuçlarına göre buğday çeşidi, ıslatma suyu sıcaklık derecesi ve ultrason uygulama süresi L* değeri üzerinde istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13'e göre Kızıltan-91 buğdayının ıslatma suyunun ortalama L* değeri (27,59), Bezostaya-1 buğdayının ıslatma suyunun ortalama L* değerinden (25,96) yüksek bulunmuştur. Islatma suyu L* değerinin 21 °C'de 24,61'den 60 °C'de 28,52'e yükseldiği gözlemlenmiştir. Artan ultrason uygulama süresi sonucu ise suların L* değeri 0. dakikada 30,22'den 15. dakika da 24,91'e düşüş göstermiştir (Çizelge 4.13). Islatılmış buğdayların L* değeri ıslatma suyu sıcaklığı ve ultrason uygulama süresiyle doğru orantılı olarak artarken (Çizelge 4.7), ıslatma sularının L* değeri ise sıcaklığın etkisiyle artış göstermiş ancak ultrason uygulama süresinin artması ile azalmıştır. Bulgur işlemede ıslatma suyunun renk değişiminde suya geçen kuru madde ve suda eriyebilir besin maddelerinin miktarı yanında renk pigmentlerinin ve Maillard reaksiyonu ürünlerinin önemli etkisi vardır.

Suların L* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) "*Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı*" interaksiyonu Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Ortalamaların karşılaştırılması sonuçlarında da belirlendiği gibi (Çizelge 4.8); ıslatma suyu sıcaklığının artışı ile ıslatma sularının parlaklığı da artmıştır. Artış hızı 45 °C'den sonra azalmıştır.

Bayram ve ark. (2002), soya bulguru üretimi için uygulanacak olan ıslatma işleminin incelenmesi adlı çalışmalarında, sıcaklık artışı ile parlaklık arasında ters bir ilişki olduğunu belirtip, ıslatma sularında sıcaklık artışıyla parlaklığın azaldığını

bildirmişlerdir. Islatma sıcaklığının parlaklık üzerine etkinliğinde, buğday ile soya fasulyesinin bileşim ve fiziksel yapı farklılığının parlaklığı ters yönde etkilediği; buğdayda nişasta ağırlıklı yumuşak yapının, soyadaki protein ve yağca zengin sert yapıya göre suya geçen Maillard ön maddelerinin daha az olması ile açıklanabilir.

Suların L* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) "*Islatma suyu sıcaklığı x ultrason uygulama süresi*" interaksiyonu Şekil 4.5'de gösterilmiştir. Ultrason uygulaması ile ıslatma sularının parlaklık değerlerinde düşüş gözlenmektedir. Görüldüğü gibi ultrasonikasyon ilk 5 dakikada hızlı diğer sürelerde düşük hızda parlaklık kaybı göstermiştir. 10 dakikanın üzerinde ultrason uygulaması 45 °C ve 60 °C ıslatma suyu sıcaklıklarında meydana gelen ıslatma suyu parlaklık değeri farklılıklarını maskeleyerek yakın parlaklık değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur.

Çizelge 4.11. Islatma sularına ait renk değerleri[1]

Islatma suyu sıcaklığı (°C)	Buğday çeşidi	Ultrason uygulama süresi (dakika)	L*	a*	b*	SI	Hue
21	Kızıltan-91	0	29,66±0,76	2,42±0,16	1,44±0,23	2,82±0,01	30,68±5,59
		5	24,96±0,44	4,01±0,28	2,12±0,11	4,53±0,30	27,91±0,37
		10	24,51±0,55	4,26±0,23	2,34±0,23	4,86±0,09	28,76±3,69
		15	23,82±0,39	4,36±0,36	2,51±0,16	5,03±0,39	29,98±0,52
	Bezostaya-1	0	31,28±0,86	1,66±0,65	3,98±0,40	4,32±0,61	67,79±6,00
		5	27,31±0,44	3,00±0,28	4,89±0,27	5,74±0,08	58,44±3,81
		10	27,37±0,52	3,40±0,15	5,36±0,23	6,35±0,11	57,63±2,23
		15	26,36±0,91	3,25±0,21	6,24±0,33	7,03±0,39	62,48±0,28
45	Kızıltan-91	0	32,26±0,37	0,84±0,20	10,14±0,20	10,18±0,21	85,29±1,00
		5	29,12±0,89	1,68±0,25	11,02±0,28	11,15±0,24	81,32±1,51
		10	27,45±0,47	1,82±0,17	12,01±0,31	12,15±0,28	81,37±1,01
		15	27,00±0,92	1,72±0,24	13,39±0,21	13,50±0,18	82,67±1,13
	Bezostaya-1	0	28,12±0,47	2,56±0,21	2,21±0,28	3,38±0,34	40,79±1,36
		5	22,98±0,76	4,31±0,30	2,49±0,23	4,98±0,14	30,02±4,03
		10	21,84±0,88	4,70±0,28	2,84±0,28	5,49±0,39	31,11±1,00
		15	21,00±0,64	5,14±0,09	3,05±0,25	5,97±0,21	30,68±1,65
60	Kızıltan-91	0	28,80±0,37	1,91±0,42	6,39±0,20	6,68±0,07	73,38±3,92
		5	25,64±0,90	3,14±0,36	7,26±0,36	7,91±0,19	66,54±3,46
		10	25,59±0,83	3,61±0,16	7,89±0,55	8,68±0,57	65,39±0,58
		15	25,26±0,37	3,83±0,32	7,93±0,47	8,80±0,56	64,27±0,55
	Bezostaya-1	0	31,21±0,49	1,85±0,21	11,77±0,38	11,92±0,34	81,05±1,29
		5	28,25±0,57	2,75±0,35	13,12±0,28	13,41±0,20	78,15±1,73
		10	26,88±0,91	3,15±0,21	14,12±0,38	14,47±0,42	77,43±0,49
		15	26,00±0,71	3,35±0,35	15,15±0,42	15,52±0,49	77,55±0,94
Ortalama			26,78	3,03	7,07	8,12	58,78
Minimum-maksimum			21,00-32,26	0,84-5,14	1,44-15,15	2,82-15,52	27,91-85,29

[1]Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.12. Islatma sularının renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

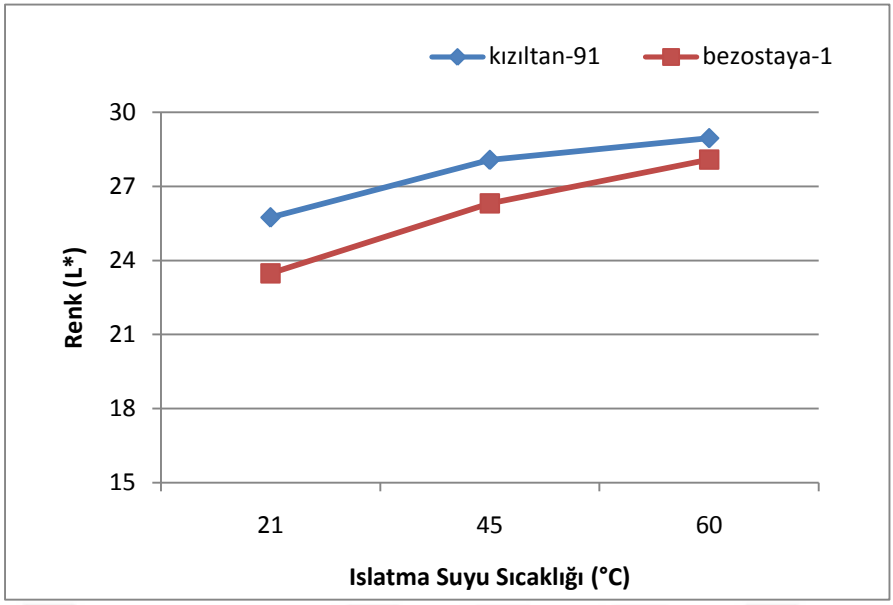
VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	1	31,76	69,97**	5,17	61,13**	29,41	304,15**	31,83	294,63**	40,50	5,96*
Islatma suyu sıcaklığı (B)	2	126,72	139,57**	26,65	157,43**	851,48	4402,94**	565,04	2614,89**	20275,70	1490,80**
Ultrason uygulama süresi (C)	3	202,78	148,90**	22,79	89,73**	27,75	95,66**	50,51	155,83**	314,57	15,42**
(AXB)	2	3,90	4,30**	2,22	13,09**	6,48	33,50**	5,81	26,87**	220,70	16,23**
(BXC)	6	9,05	3,32**	1,35	2,68**	6,29	10,85**	2,74	4,23**	38,15	0,94ns
(AXC)	3	0,06	0,04ns	0,52	2,06ns	0,24	0,83ns	0,08	0,24ns	34,85	1,71ns
(AXBXC)	6	2,13	0,78ns	0,05	0,10ns	0,45	0,77ns	0,48	0,75ns	46,70	1,14ns
Hata	24	10,90		2,03		2,32		2,59		163,21	
Genel	47	387,30		60,78		924,42		659,08		21134,38	

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

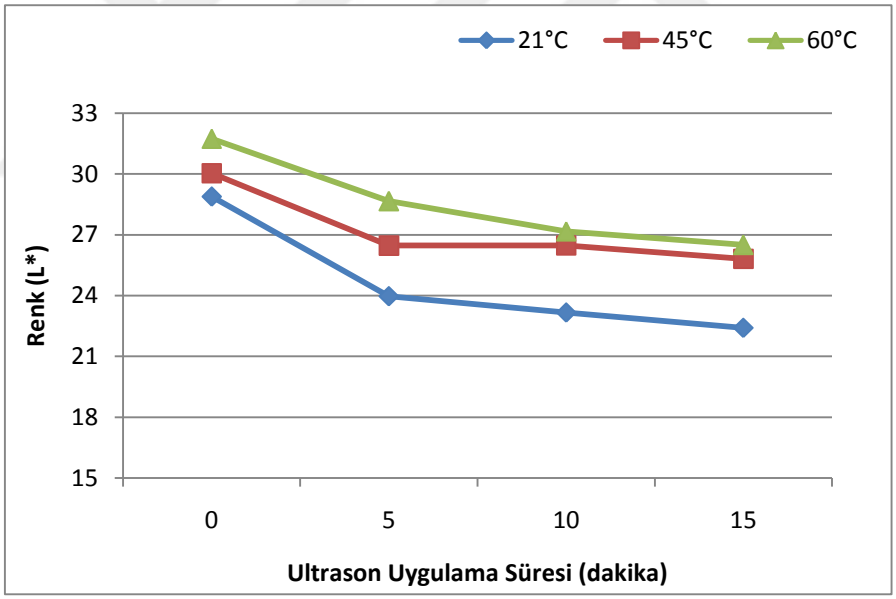
Çizelge 4.13. Islatma sularının renk değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması[1]

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Buğday çeşidi						
Kızıltan-91	24	27,59^{a}	2,70^{b}	6,29^{b}	7,31^{b}	57,86^{b}
Bezostaya-1	24	25,96^{b}	3,36^{a}	7,85^{a}	8,93^{a}	59,70^{a}
Islatma suyu sıcaklığı(°C)						
21	16	24,61^{c}	3,97^{a}	2,37^{c}	4,63^{c}	31,24^{c}
45	16	27,20^{b}	2,97^{b}	6,24^{b}	6,94^{b}	64,49^{b}
60	16	28,52^{a}	2,14^{c}	12,59^{a}	12,79^{a}	80,60^{a}
Ultrason uygulama süresi (dakika)						
0	12	30,22^{a}	1,87^{c}	5,99^{d}	6,55^{d}	63,16^{a}
5	12	26,38^{b}	3,15^{b}	6,82^{c}	7,95^{c}	57,06^{b}
10	12	25,61^{c}	3,49^{a}	7,43^{b}	8,67^{b}	56,95^{b}
15	12	24,91^{d}	3,61^{a}	8,04^{a}	9,31^{a}	57,94^{b}

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



Şekil 4.4. Islatma sularının L* değeri üzerine etkili "*Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı*" interaksiyonu



Şekil 4.5. Islatma sularının L* değeri üzerine etkili "*Islatma suyu sıcaklığı x ultrason uygulama süresi*" interaksiyonu

a* değeri; Islatma sularının ortalama a* değeri 3,03 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.11). Varyans analizi sonuçlarına göre, ıslatma sularının a* değeri üzerinde buğday çeşidi, ıslatma suyu sıcaklık derecesi ve ultrason uygulama süresi önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.12).

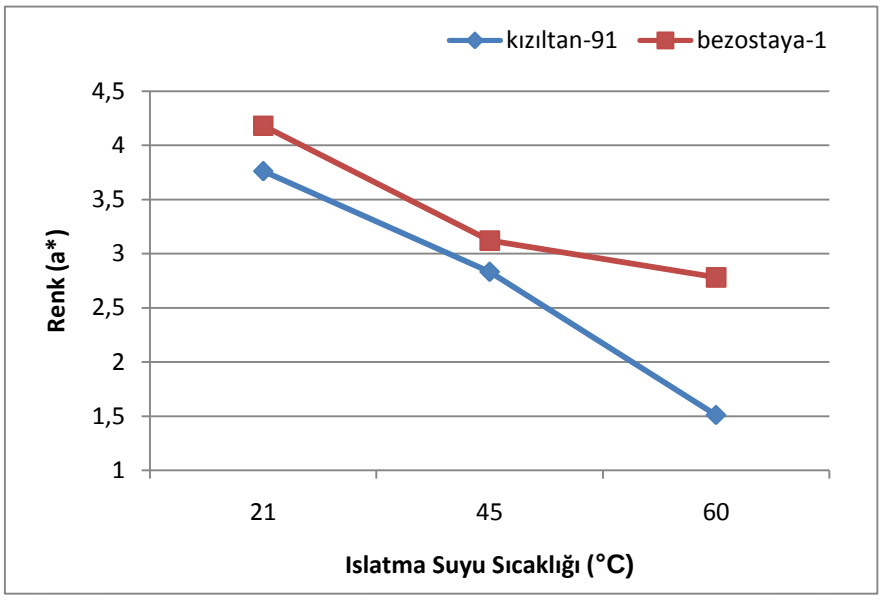
Çizelge 4.13'e göre, kırmızı pigmentçe zengin ekmeklik Bezostaya-1 buğdayının ıslatma sularının daha yüksek a* değerleri verdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.13). Sıcaklık uygulaması, ıslatma sularında a* değerinin düşmesine neden olurken; ultrason uygulaması, buğday örneklerinden farklı olarak, ıslatma sularında a* değerinin artmasına neden olmuştur. Bu bulgulardan, ıslatma sıcaklığının artmasının kırmızı pigmentlerin tane dışına transferini sınırlandırırken, ultrasonikasyonun hızlandırdığı tahmin edilmektedir.

Renk ölçümlerinde a* değeri, yani kırmızı pigmentasyon, özellikle kabuktaki flavanoid renk maddelerini ifade eder ve ekmeklik buğdaylar kırmızı renk pigmentasyonu açısından daha zengindir (Pomeranz, 1988). Antioksidan özelliği söz konusu olup, aynı zamanda bulgura renk verir. Dolayısıyla ıslatma işlemiyle kaybolması istenmez.

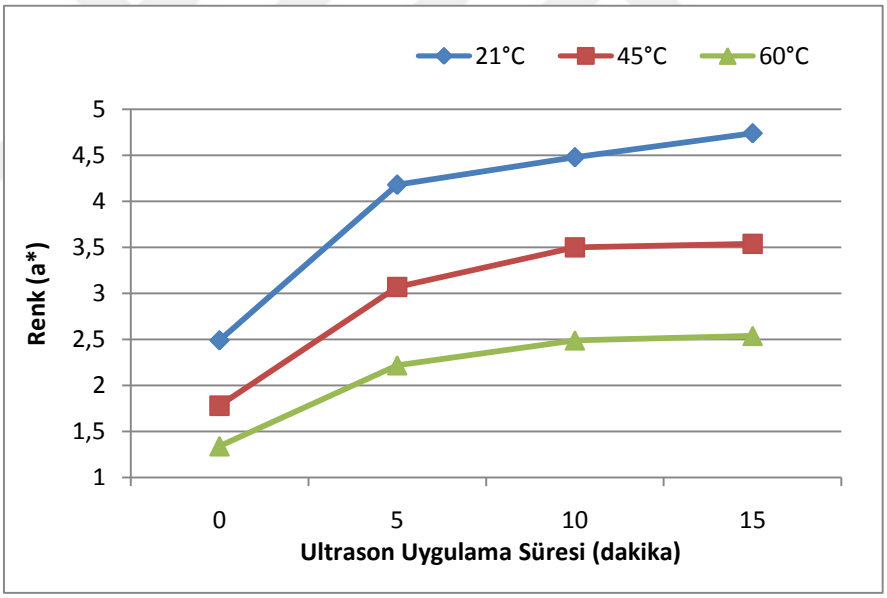
Islatma sularının a* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) "*Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı*" interaksiyonu Şekil 4.6'da verilmiştir. Genel olarak sularda sıcaklık artışı ile a* değerinin düştüğü açıkça görülmektedir. Ancak Bezostaya-1'de a* değerinin düşüşü 45 °C'den sonra azalırken, Kızıltan-91'de düşüş devam etmiştir.

Suların a* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) "*Islatma suyu sıcaklığı x ultrason uygulama süresi*" interaksiyonu Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Ultrason uygulaması ile suların kırmızılık değerlerinde artış, yani tanede pigment kaybının arttığı gözlenmektedir.

b* değeri; ıslatma sularının b* değerleri 1,44-15,15 arasında değişmiş olup ortalama 7,07 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12'de özetlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre buğday çeşidi, ıslatma suyu sıcaklık derecesi ve ultrason uygulama süresi b* değeri üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.12).



Şekil 4.6. Islatma sularının a* değeri üzerine etkili "*Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı*" interaksiyonu



Şekil 4.7. Islatma sularının a* değeri üzerine etkili "*Islatma suyu sıcaklığı x ultrason uygulama süresi*" interaksiyonu

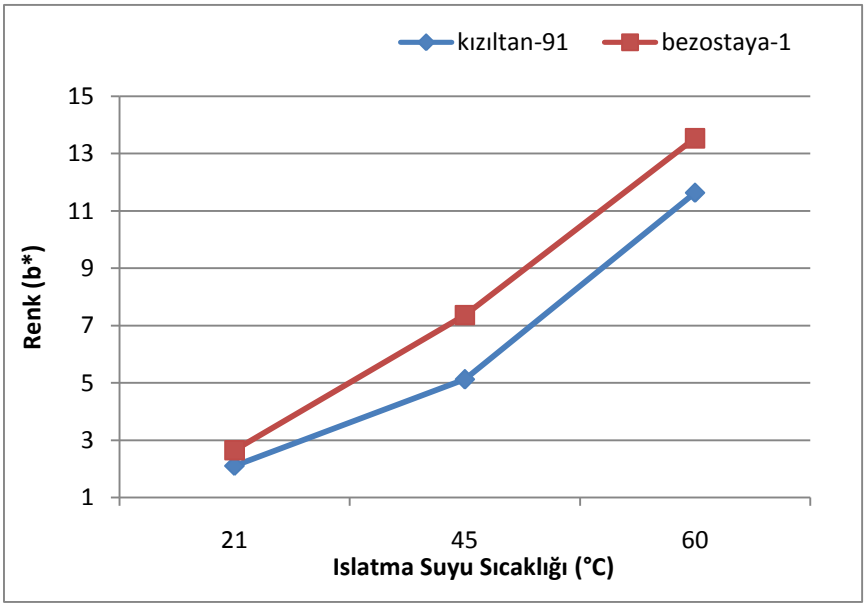
Çizelge 4.13'e göre; Bezostaya-1 buğdayının ıslatma sularının ortalama b* değeri, Kızıltan-91 buğdayının ıslatma sularının ortalama b* değerinden daha yüksek bulunmuştur. Sıcaklık ve ultrason uygulama süresinin artışıyla, sularda b* değerleri de artış göstermiştir. Bu değişim, bulgur kalitesi açısından istenmeyen bir durumdur.

Bayram ve ark. (2004), yapmış oldukları bir çalışmalarında ıslatma sularında b* değerinin sıcaklıkla doğru orantılı olarak arttığını belirtmiş ve bu artışı sıcaklığın tanedeki yumuşamayı sağlayarak, pigmentlerin daha kolay ekstrakte olması ile açıklamıştır.

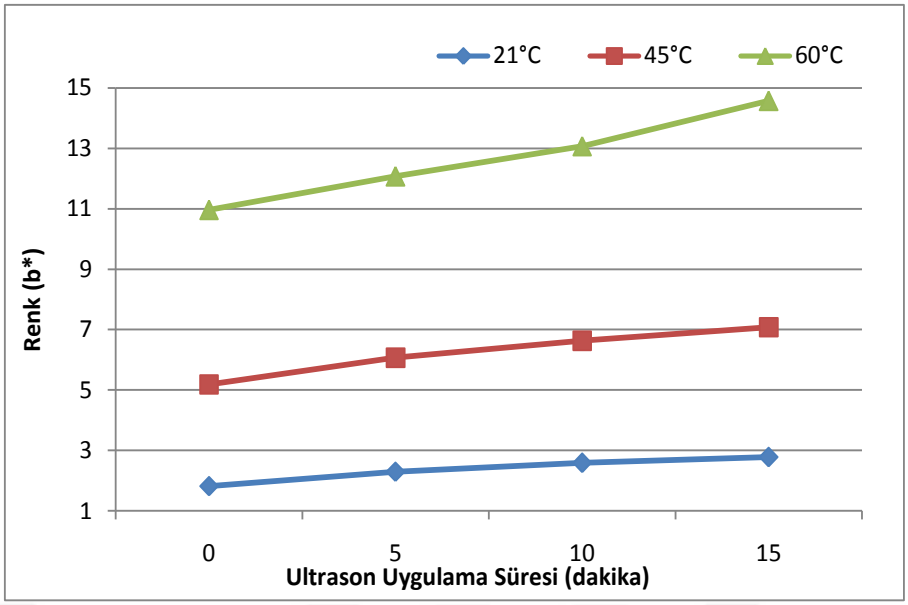
Buğday tanesinde sarı pigmentasyon genellikle karotenoid grubu pigmentleri ifade etmekte olup, özellikle tanenin endosperm bölgesinde konuşlanmıştır (Pomeranz, 1988). Taneye sarı kehribar renk sağladığından, bulgur için önemli kalite kriteri sayılır. Yukarıda bahsedildiği gibi, sarı karotenoid pigmentlerin ıslatma sıcaklığı ve ultrasonikasyon ile suya geçişlerinin artması istenmeyen bir husustur.

Suların b* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) "*Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı*" interaksiyonu Şekil 4.8'de verilmiştir. Genel olarak sularda sıcaklık artışı ile b* değeri artış göstermiş, Bezostaya-1'de artış daha fazla olmuştur. Burada elde edilen ilginç sonuç, sıcaklık artışı ile birlikte suya geçen kırmızı pigment miktarı düşerken, sarı pigment miktarı veya yoğunluğunun artmasıdır.

Suların b* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) "*Islatma suyu sıcaklığı x ultrason uygulama süresi*" interaksiyonu Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Ultrason uygulaması ile suların b* değerlerinde artış gözlenmektedir. Bu artış ıslatma suyu sıcaklığı ile çok hızlı yükselmiştir.



Şekil 4.8. Islatma sularının b* değeri üzerine etkili "*Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı*" interaksiyonu



Şekil 4.9. Islatma sularının b* değeri üzerine etkili "*Islatma suyu sıcaklığı x ultrason uygulama süresi*" interaksiyonu

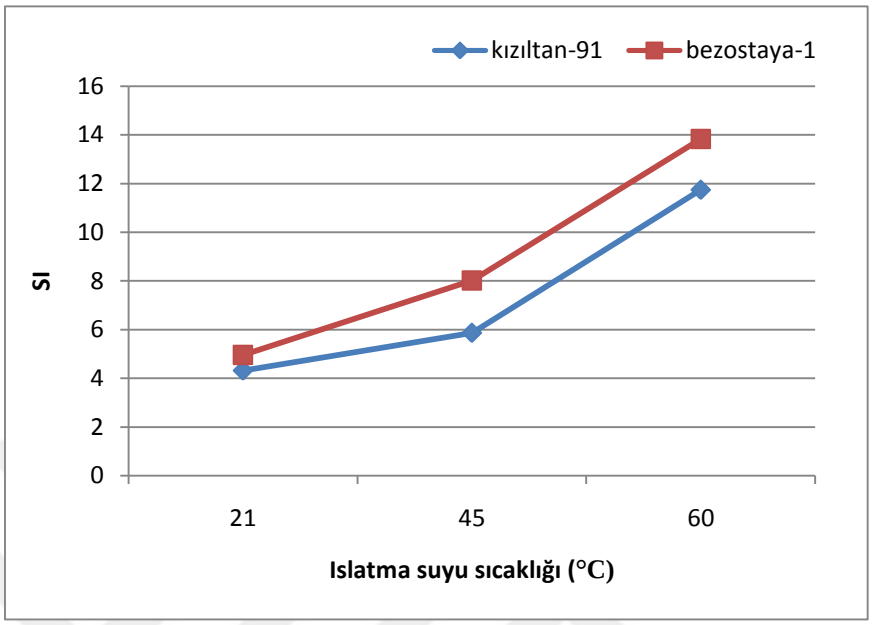
SI ve Hue değerleri; deneme desenine göre elde edilen buğday örneklerinin ıslatma sularının SI ve Hue değerleri sırasıyla 2,82-15,52 ve 27,91-85,29 arasında değişmiş olup, ortalama 8,12 ve 58,78 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Çizelge 4.12'de buğday örneklerinin ıslatma sularının SI ve Hue değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmektedir. Buğday çeşidi, SI değeri üzerinde $p<0,01$, Hue değeri üzerinde $p<0,05$ düzeyinde; ıslatma suyu sıcaklığı ve ultrason uygulama süresi, SI ve Hue değeri üzerinde $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.13'de verilen ıslatma sularının SI ve Hue değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması sonuçları incelendiğinde; Bezostaya-1 buğday örneklerinin ıslatma sularının SI ve Hue değerlerinin Kızıltan-91'in aynı renk değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Islatma sularının SI ve Hue değerleri artan sıcaklık değeri ile yükseliş göstermiştir. Artan ultrason uygulama süresi ile de SI değeri artarken, Hue değeri azalmıştır.

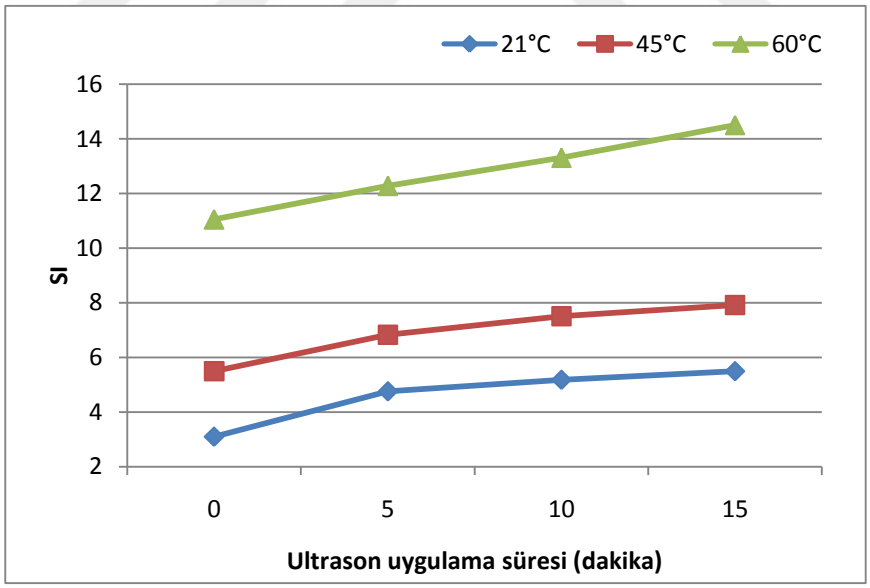
Islatma sularının SI değeri üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunan *"Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı"* interaksiyonun gidişi Şekil 4.10'da verilmiştir. Her iki buğday çeşidi için de 45 °C'den sonra ıslatma suyunun SI değerinde hızlı bir artış olmuştur.

Şekil 4.11'de verilen ıslatma sularının SI değeri üzerine etkili ($p<0,01$) "*Islatma suyu sıcaklığı x ultrason uygulama süresi*" interaksiyonu; hem sıcaklık artışı hem de ultrason uygulama süresindeki artış ile ıslatma sularının SI değerinin arttığı ve en

yüksek SI değerinin 60 °C ıslatma sıcaklığı ve 15 dakika ultrason uygulama süresi ile elde edildiğini göstermektedir.



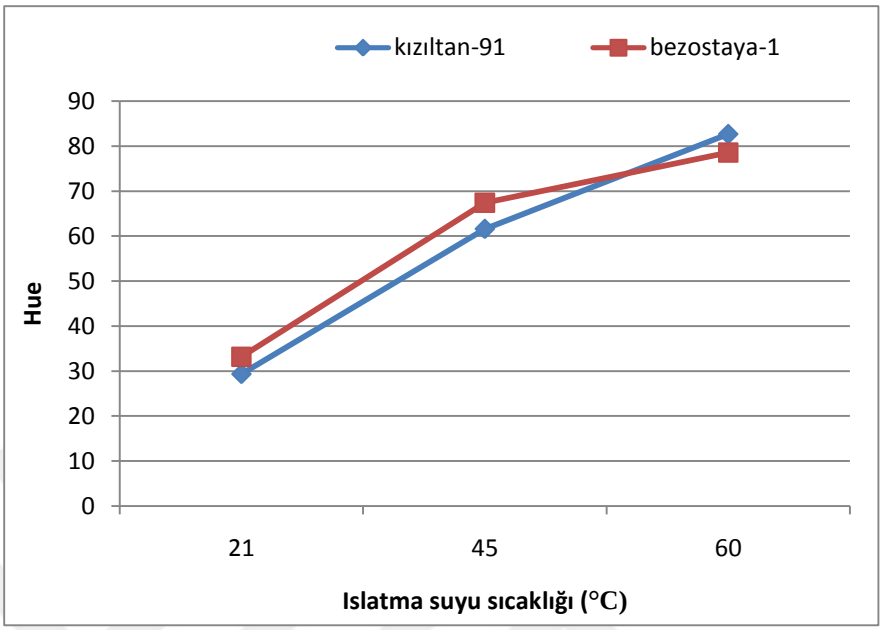
Şekil 4.10. Islatma sularının SI değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı"* interaksiyonu



Şekil 4.11. Islatma sularının SI değeri üzerine etkili "*Islatma suyu sıcaklığı x ultrason uygulama süresi*" interaksiyonu

Şekil 4.12'de ise ıslatma sularının Hue değeri üzerinde etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı"* interaksiyonu verilmiştir. Buna göre, 21 ve 45 °C'de ıslatma suyu sıcaklıklarında Bezostaya-1 buğdayının ıslatma suyu Hue değerleri daha

yüksekken, 60 °C ıslatma suyu sıcaklığı uygulandığında durum tersine dönmüş ve Kızıltan-91 buğdayının ıslatma suyu Hue değeri daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.12. Islatma sularının Hue değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı"* interaksiyonu

4.2.1.4. Islatma suyuna geçen kuru madde miktarı ve tanenin su absorbsiyonu

Islatma suyuna geçen madde miktarı ve ıslatma suyu absorbsiyonu değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.14'de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'de, ortalamaların karşılaştırılması ise Çizelge 4.16'da özetlenmiştir.

Farklı muamelelerle ıslatılan buğday örneklerinin suya geçen kuru madde miktarı ve su absorbsiyonu değerleri sırasıyla %0,25-0,90 ve %28,33-49,70 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.14). Varyans analizi sonuçlarına göre buğday çeşidi, ıslatma suyu sıcaklığı ve ultrason uygulama süresi suya geçen kuru madde miktarı ve su absorbsiyonu değeri üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.16'ya göre Kızıltan-91 buğdayı Bezostaya-1'e göre daha düşük suya geçen kuru madde miktarı, daha yüksek su absorbsiyonu değeri vermiştir. Artan ıslatma suyu sıcaklığı ise hem suya geçen kuru madde miktarını, hem de tanenin su absorbsiyonunu artırmıştır. Buğday örneklerinde taneye en fazla su girişine, uygulanan 60 °C'lik ıslatma suyu normu sebep olmuştur. Bu durum, yüksek sıcaklık uygulaması ile, tanenin yapısını yumuşattığı için ıslatma suyu absorbsiyonu artışı ile beraber suya geçen madde miktarını da hızlandırdığını göstermektedir. Benzer sonuçlar Bayram ve

ark. (2002) tarafından rapor edilmiştir. Islatma uygulamalarında temel amaç, buğday içerisine belirli miktarda suyun emdirilmesidir. Su içeriğinin rolü taneyi pişirmeye hazırlamak ve proses hızını ve kontrolünü sağlamaktır (Ertaş, 2010).

Yıldırım ve ark. (2011), yapmış oldukları çalışmada ise yüksek güçteki ultrason uygulamasının daha etkili olduğunu belirtip, su absorbsiyon hızının ve su absorbsiyon kapasitesinin arttığını gözlemlemişlerdir. Ultrasonikasyonun kütle transferini artırdığı gerçeği bu çalışmada da izlenmiş, sıcaklık uygulaması prosesi hızlandırmıştır. Böylece bir taraftan taneye su girişi hızlanırken, diğer taraftan suda eriyebilir maddelerin tane dışına transferi de hızlanmıştır. Tane boyutlarının, ıslak tane ve ıslatma suyunun renklerinde görülen değişimler kütle transferinin ortaya koyduğu verilerdir.

Çizelge 4.14. Suya geçen kuru madde miktarı ve tanenin ıslatma suyu absorbsiyonu değerleri[1]

Islatma suyu sıcaklığı (°C)	Buğday çeşidi	Ultrason uygulama süresi (dakika)	SGKM[2] (%)	Tanenin su absorbsiyonu (%)
21	Kızıltan-91	0	0,25±0,03	30,00±1,41
		5	0,34±0,03	32,60±1,27
		10	0,42±0,03	35,47±1,46
		15	0,44±0,06	37,66±0,93
	Bezostaya-1	0	0,37±0,04	34,23±1,09
		5	0,44±0,06	36,32±1,87
		10	0,52±0,03	38,02±1,44
		15	0,54±0,06	39,72±1,73
45	Kızıltan-91	0	0,50±0,04	47,70±0,99
		5	0,64±0,03	48,91±1,29
		10	0,70±0,03	49,30±1,84
		15	0,70±0,04	49,70±1,70
	Bezostaya-1	0	0,32±0,03	28,33±0,95
		5	0,44±0,06	31,12±1,24
		10	0,54±0,06	33,45±0,78
		15	0,56±0,04	34,68±1,67
60	Kızıltan-91	0	0,45±0,03	32,16±1,19
		5	0,60±0,06	34,20±1,13
		10	0,70±0,07	35,55±0,64
		15	0,70±0,04	37,45±1,20
	Bezostaya-1	0	0,70±0,03	44,58±1,16
		5	0,86±0,03	46,14±1,61
		10	0,90±0,06	46,47±1,37
		15	0,90±0,04	47,49±0,72
	Ortalama		0,56	38,80
	Minimum-maksimum		0,25-0,90	28,33-49,70

[1]Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır, [2]SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı

Çizelge 4.15. Suya geçen kuru madde miktarı ve tanenin ıslatma suyu absorbsiyonu değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	SGKM[2]		Tanenin su absorbsiyonu	
		KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	1	0,27	141,82**	65,38	37,39**
Islatma suyu sıcaklığı (B)	2	0,85	221,31**	1904,91	544,77**
Ultrason uygulama süresi (C)	3	0,33	57,68**	161,66	30,82**
(AXB)	2	0,02	5,51*	1,03	0,29ns
(BXC)	6	0,00	0,41ns	26,56	2,53*
(AXC)	3	0,00	0,82ns	0,24	0,05ns
(AXBXC)	6	0,00	0,27ns	1,62	0,15ns
Hata	24	0,05		41,96	
Genel	47	1,54		2203,37	

[1]* p< 0,05 düzeyinde önemli, ** p< 0,01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, [2]SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı

Çizelge 4.16. Suya geçen kuru madde miktarı ve tanenin ıslatma suyu absorbsiyonu değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması[1]

Faktör	n	SGKM [2] (%)	Tanenin su absorbsiyonu (%)
Buğday çeşidi			
Kızıltan-91	24	0,49[b]	39,97[a]
Bezostaya-1	24	0,64[a]	37,64[b]
Islatma suyu sıcaklığı (°C)			
21	16	0,41[c]	32,91[c]
45	16	0,54[b]	35,96[b]
60	16	0,74[a]	47,54[a]
Ultrason uygulama süresi (dakika)			
0	12	0,43[c]	36,17[d]
5	12	0,55[b]	38,22[c]
10	12	0,63[a]	39,71[b]
15	12	0,64[a]	41,12[a]

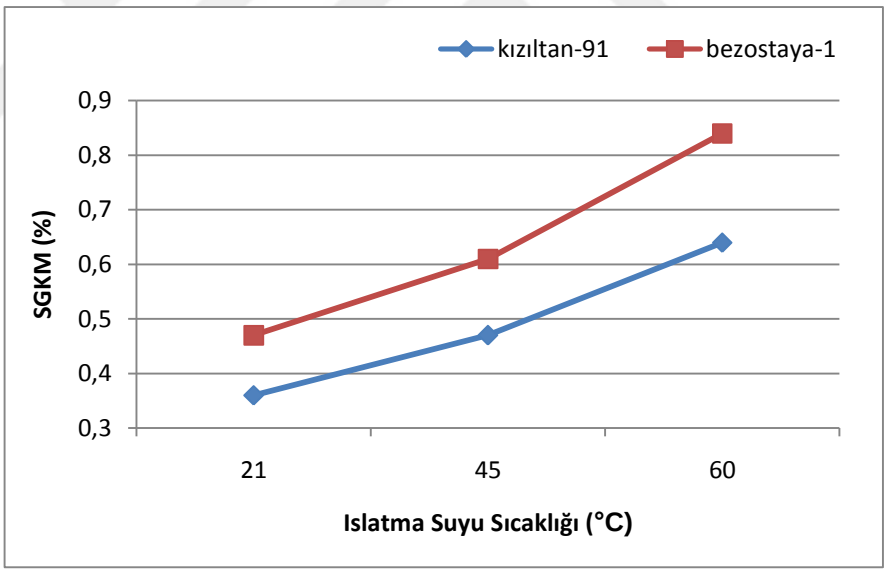
[1]Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05). [2]SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı

Varyans analizi sonuçlarına göre önemli (p<0,05) bulunan, ıslatılmış buğday örneklerinin suya geçen madde miktarı üzerine etkili *"Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı"* interaksiyonu Şekil 4.13'de ve ıslatma suyu absorbsiyonu üzerine etkili "*Islatma suyu sıcaklığı x ultrason uygulama süresi*" interaksiyonu Şekil 4.14'de gösterilmiştir. Şekil 4.13'de görüldüğü üzere, buğday çeşidine bağlı olarak sıcaklık arttıkça, suya geçen madde miktarında da artış gözlemlenmiştir. Bu artış 45 °C'nin üzerinde daha fazla olmuştur. Kon (1979)'un yapmış olduğu çalışmada; suda çözünen maddelerin (proteinler, karbonhidratlar, mineraller ve vitaminler) artan ıslatma suyu sıcaklığı sonucu çözünüp, sudaki madde miktarını artırdığı belirtilmiştir. Şekil 4.14'de ise 21, 45 ve 60 °C sıcaklıklarda artan ultrason uygulama süresi ile ıslatma suyu absorbsiyonun da arttığı görülmektedir.

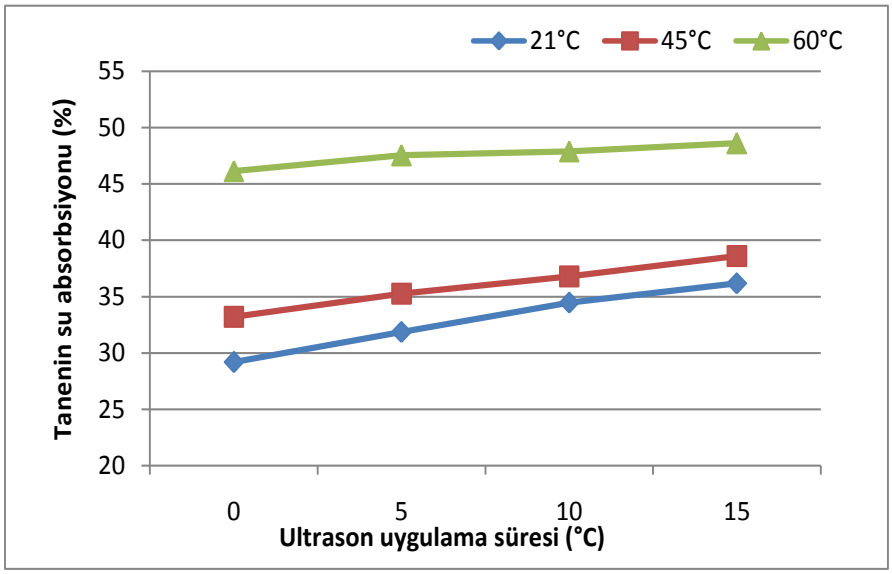
Yıldırım ve ark. (2011), artan ultrason uygulama süresi ve ıslatma suyu sıcaklığının, nohudun ıslatma suyu absorbsiyonu üzerinde istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olduğunu ve absorbsiyon seviyesinin giderek arttığını ifade etmişlerdir.

Elde edilen veriler ultrasonik vibrasyonun yüzey gerilimini kırdığını, kavitasyon kabarcıkları ile doku gevşemesine sebep olduğunu ve kütle transferini hızlandırdığını göstermiştir. Bu bulgulardan hareketle ultrason uygulamalı ıslatma yöntemlerinin, tanenin su absorbsiyonunu artırdığı söylenebilir (Yüksel, 2013).

Bu bulguları bizim çıktılarımız ile bir araya getirdiğimizde, ıslatmada sıcaklık ile ultrasonikasyonun birlikte kullanılmasının taneli ürünlerin ıslatılmasında ve yapısının yumuşatılmasında önemli bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Buğdaydan bulgur üretimi açsından, pişirmenin kolaylaşacağı sonucuna varılırken, suda eriyebilir kuru madde ve renk kayıplarının dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Benzer hususların pişirme aşamasında da önem arz edeceği görülmekte, besin maddeleri içeriği ve bulgur kalitesine nasıl yansıyacağı önem kazanmaktadır.



Şekil 4.13. Islatma sularında suya geçen kuru madde miktarı (SGKM) üzerine etkili *"Buğday çeşidi x ıslatma suyu sıcaklığı"* interaksiyonu



Şekil 4.14. Tanenin su absorbsiyonu değeri üzerine etkili "*Islatma suyu sıcaklığı x ultrason uygulama süresi*" interaksiyonu

4.2.2. Pişirme denemeleri

21, 45 ve 60 °C sıcaklıklarda ve 5, 10, 15 dakika ultrason uygulaması ile ıslatılan makarnalık Kızıltan-91 ve ekmeklik Bezostaya-1 buğdaylarından, en etkili norm olduğu düşünülen 60 °C'de 15 dakika ultrason uygulaması ile ıslatılan buğdaylar seçilerek, 2 farklı yöntem ile pişirilmiştir.

1. uygulamada (klasik pişirme) buğdaylar 90 °C'de; 30, 45, 60, 90, 120 ve 150 dakika klasik yöntemle pişirilmiştir.

2. uygulamada (ultrason uygulamalı pişirme) ise buğdaylar yine aynı sıcaklık ve sürelerde ultrason uygulanarak pişirilmiştir.

Bu aşamada pişirilen yaş ve kuru buğday tanelerinin ayrı ayrı renk değerleri ile fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir.

4.2.2.1. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin renk değerleri

L* değeri; farklı uygulamalarla pişirilmiş yaş buğday tanelerinin (PYBT) L* değerleri 38,24-52,19 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.17). Varyans analizi sonuçlarına göre L* değeri üzerinde buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) etkide bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Kızıltan-91'den elde edilen PYBT'nin ortalama L* değeri (49,73) Bezostaya-1 buğdayından elde edilen PYBT'nin ortalama L* değerinden (40,15) daha yüksek

bulunmuştur. Ultrason uygulamalı pişirme metodu, klasik pişirme metoduna göre L* değerini yükseltmiştir. Pişirme süresinin artması PYBT'nin L* değerini yani parlaklığını artırmıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.17. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin renk değerleri[1]

Buğday çeşidi	Pişirme metodu	Pişirme süresi (dakika)	L*	a*	b*	SI	Hue
Kızıltan-91	Klasik	30	47,25±0,08	4,41±0,06	21,22±0,10	21,67±0,11	78,26±0,09
		45	47,10±0,09	4,06±0,07	20,97±0,11	21,36±0,12	79,06±0,13
		60	47,33±0,11	3,71±0,05	21,22±0,08	21,54±0,09	80,08±0,10
		90	48,39±0,12	3,63±0,06	21,22±0,09	21,53±0,10	80,31±0,13
		120	49,56±0,08	2,94±0,08	20,56±0,10	20,77±0,11	81,87±0,19
		150	50,10±0,07	2,92±0,08	20,32±0,11	20,53±0,12	81,82±0,17
	Ultrason uygulamalı	30	50,42±0,10	4,01±0,06	21,65±0,12	22,02±0,13	79,51±0,09
		45	50,40±0,12	3,59±0,07	21,21±0,08	21,51±0,09	80,38±0,14
		60	51,06±0,08	2,85±0,06	21,21±0,10	21,40±0,11	82,35±0,11
		90	51,23±0,11	2,77±0,08	21,00±0,11	21,18±012	82,49±0,18
		120	51,71±0,12	2,42±0,07	20,92±0,12	21,06±0,13	83,40±0,15
		150	52,19±0,09	2,41±0,06	20,85±0,10	20,99±0,11	83,41±0,14
Bezostaya-1	Klasik	30	38,95±0,08	7,25±0,07	15,29±0,12	16,92±0,14	64,63±0,04
		45	38,24±0,09	7,21±0,08	15,27±0,08	16,89±0,11	64,73±0,12
		60	38,72±0,10	7,17±0,07	15,17±0,09	16,77±0,11	64,70±0,09
		90	39,02±0,07	7,15±0,06	15,15±0,10	16,75±0,11	64,74±0,03
		120	39,30±0,08	7,05±0,08	15,02±0,12	16,59±0,14	64,86±0,07
		150	40,44±0,11	6,87±0,06	15,00±0,10	16,50±0,11	65,39±0,04
	Ultrason uygulamalı	30	40,55±0,08	6,93±0,07	16,27±0,11	17,68±0,13	66,92±0,08
		45	40,53±0,10	6,80±0,08	15,83±0,12	17,23±0,14	66,75±0,08
		60	41,11±0,08	6,80±0,07	16,19±0,09	17,56±0,11	67,21±0,10
		90	41,69±0,09	6,78±0,06	15,76±0,08	17,15±0,09	66,72±0,07
		120	41,59±0,11	6,65±0,08	15,81±0,10	17,15±0,12	67,19±0,11
		150	41,61±0,08	6,50±0,06	15,37±0,11	16,69±0,13	67,08±0,03
Ortalama			44,94	5,12	18,27	19,14	73,49
Minimum-maksimum			38,24-52,19	2,41-7,25	15,00-21,65	16,50-22,02	64,63-83,41

[1]Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.18. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	1	1102,18	120704,1**	157,33	33503,15**	365,53	34148,80**	222,65	16232,42**	2760,79	219582,2**
Pişirme metodu (B)	2	73,48	8047,39**	2,85	607,32**	2,65	247,64**	1,20	87,73**	44,03	3501,64**
Pişirme süresi (C)	3	24,17	529,34**	5,53	235,49**	2,66	49,75**	4,06	59,16**	28,18	448,28**
(AXB)	2	2,00	218,67**	0,16	33,31**	0,75	69,60**	0,44	32,14**	0,61	48,28**
(BXC)	6	2,61	57,1463**	0,11	4,65**	0,30	5,59**	0,31	4,56**	0,82	13,1089**
(AXC)	3	2,11	46,32**	2,46	104,73**	0,19	3,46*	0,33	4,75**	19,00	302,22**
(AXBXC)	6	1,10	24,12**	0,11	4,48**	0,43	8,04**	0,45	6,56**	0,57	9,11**
Hata	24	0,22		0,11		0,26		0,33		0,30	
Genel	47	1207,87		168,65		372,76		229,77		2854,30	

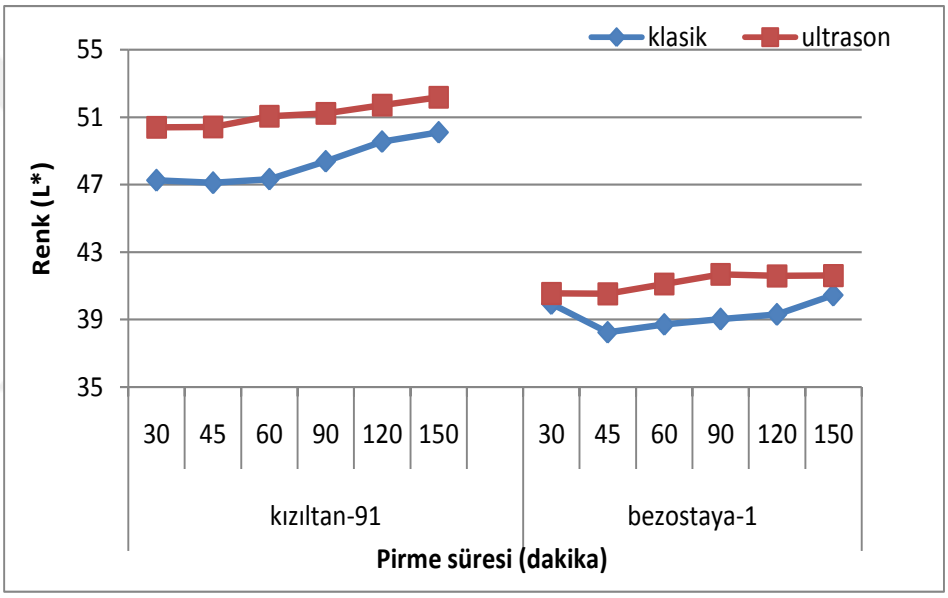
[1] *p< 0,05 düzeyinde önemli, ** p< 0,01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.19. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin renk değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması[1]

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Buğday çeşidi						
Kızıltan-91	24	49,73^{a}	3,31^{b}	21,03^{a}	21,30^{a}	81,08^{a}
Bezostaya-1	24	40,15^{b}	6,93^{a}	15,51^{b}	16,99^{b}	65,91^{b}
Pişirme metodu						
Klasik	24	43,70^{b}	5,37^{a}	18,04^{b}	18,99^{b}	72,54^{b}
Ultrason uygulamalı	24	46,18^{a}	4,88^{b}	18,51^{a}	19,30^{a}	74,45^{a}
Pişirme süresi(dakika)						
30	8	44,29^{e}	5,65^{a}	18,61^{a}	19,57^{a}	72,33^{d}
45	8	44,07^{f}	5,42^{b}	18,32^{c}	19,25^{bc}	72,73^{c}
60	8	44,56^{d}	5,13^{c}	18,45^{b}	19,32^{b}	73,58^{b}
90	8	45,08^{c}	5,08^{c}	18,28^{c}	19,15^{c}	73,57^{b}
120	8	45,54^{b}	4,77^{d}	18,08^{d}	18,89^{d}	74,33^{a}
150	8	46,09^{a}	4,68^{e}	17,89^{e}	18,68^{e}	74,43^{a}

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

Şekil 4.15'de verilen PYBT'lerin L* değeri üzerine etkili (p<0,01) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu, her iki buğday çeşidinde de ultrason uygulamalı pişirme metodu ile daha yüksek L* değerinin elde edildiğini, pişirme süresindeki artışla da hem ultrason uygulamalı hem de klasik pişirme yönteminde L* değerinin arttığını göstermektedir. Ultrason uygulaması ile parlaklıktaki artışın daha fazla olduğu ve daha yüksek su alıp şişme kabiliyetindeki makarnalık Kızıltan-91'in (Çizelge 4.16) ise daha açık ve parlak renk verdiği görülmektedir. Islatma işleminde ileri sürülen sebeplerin pişirilmiş örneklerde daha açık şekilde etkisi olduğu söylenebilir.

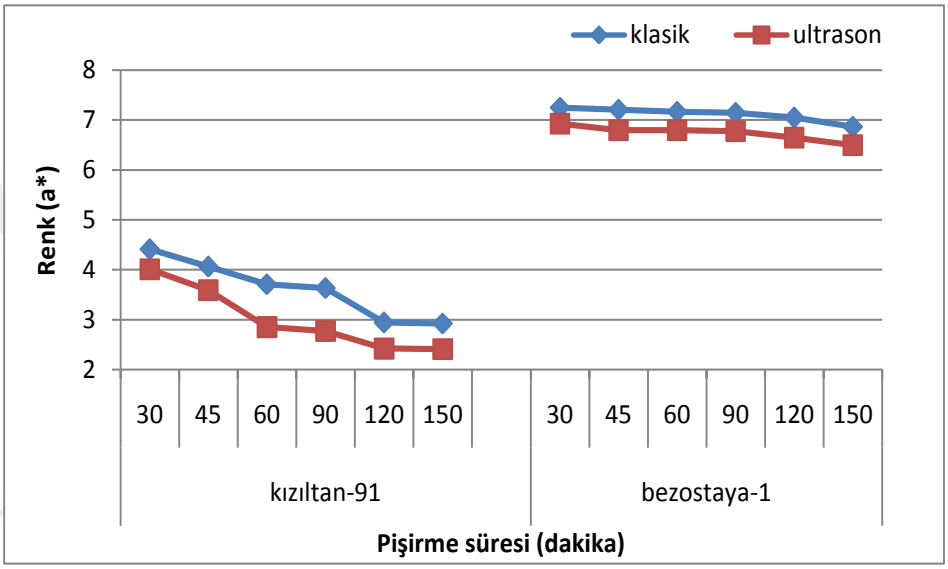


Şekil 4.15. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin L* değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu

a* değeri; deneme desenine göre elde edilen PYBT'nin a* değeri 2,41-7,25 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.17). Varyans analizi sonuçlarına göre, PYBT'nin a* değeri üzerinde buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi önemli (p<0,01) bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.19'a göre Bezostaya-1, Kızıltan-91'den daha yüksek PYBT a* değeri vermiştir. Klasik pişirme metodu, ultrason uygulamalı pişirme metoduna göre PYBT'nin a* değerini yükseltirken, pişirme süresinin artması ise PYBT'nin a* değerini düşürmüştür (Çizelge 4.19).

Şekil 4.16'da verilen PYBT'nin a* değeri üzerine etkili (p<0,01) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu, her iki buğday çeşidinin uygulanan klasik pişirme metodu ile daha yüksek a* değeri verdiğini, pişirme süresinin artışıyla da hem ultrason uygulamalı hem de klasik pişirme metodunda a* değerinin azaldığını göstermektedir. Ekmeklik çeşit olan Bezostaya-1 oldukça yüksek kırmızı pigmentasyon gösterirken, ultrasonikasyonun daha fazla renk kaybı gösterdiği ve makarnalık çeşitte daha etkili olduğu görülmektedir.



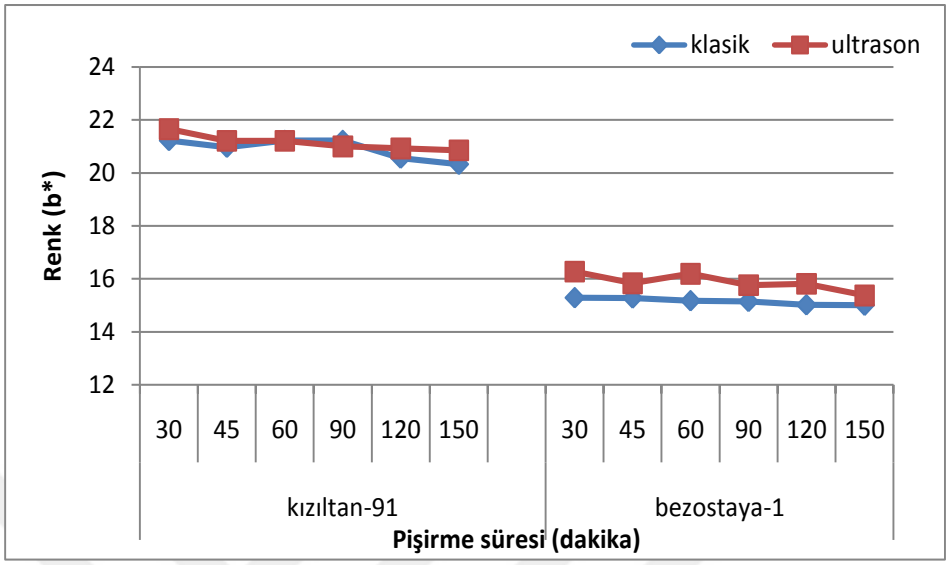
Şekil 4.16. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin a* değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu

b* değeri; deneme desenine göre hazırlanan PYBT'nin b* değerleri 15,00-21,65 arasında değişmiştir (Çizelge 4.17). Varyans analizi sonuçlarına göre buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi b* değeri üzerinde önemli (p<0,01) bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.19'a göre Kızıltan-91 PYBT'nin b* değeri (21,03), Bezostaya-1 PYBT'nin b* değerinden (15,51) yüksek bulunmuştur. Ultrason uygulamalı pişirme metodu, klasik pişirme metoduna göre b* değerini yükseltmiştir. Pişirmede uygulanan sürenin artması PYBT'nin b* değerini azaltmıştır (Çizelge 4.19).

Şekil 4.17'de verilen PYBT'nin b* değeri üzerine etkili (p<0,01) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu, pişirme süresinin artışıyla hem ultrason uygulamalı hem de klasik pişirme yöntemlerinde b* değerinin azaldığını göstermektedir. Değişimler kırmızı renk pigmentasyonuna göre biraz ters görüntü

vermektedir. Sarı pigmentasyon görüntüsünde makarnalık Kızıltan-91'in tür özelliği olarak oldukça iyi bir üstünlük gösterdiği izlenmektedir.



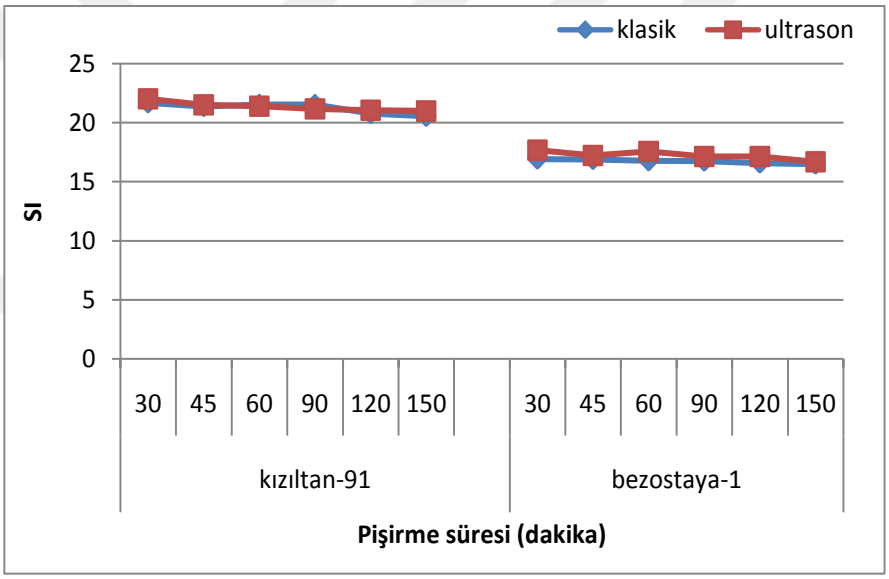
Şekil 4.17. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin b* değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu

Renk değerleri birlikte değerlendirildiğinde, pişirme esnasında ultrason uygulanmış buğdayların, ultrason uygulanmamış buğdaylara göre L* ve b* değeri yüksekken, a* değeri ise düşük çıkmıştır. Uygulanan pişirme süresi artışıyla da buğdayların L* değerleri artarken, a* ve b* değerleri yani kırmızılık ve sarılık intensiteleri azalmaktadır (Çizelge 4.19). Bu sonuçlar ıslatmada da görüldüğü gibi su alıp şişmeye bağlı suda eriyen maddelerin seyrelmesi ile parlaklığın yükselmesi, suda eriyen renk pigmentlerinin tane dışına transferi ile de tane renk intensitesinin düşmesi ile açıklanabilir. Bayram (1997), yapmış olduğu çalışmada basınçla pişirilen buğdayların renk değerlerinde artış gözlemlendiğini, geleneksel pişirme yöntemiyle pişirilen buğdayların renk değerlerinde ise pişirmenin ilk periyodunda artış görüldüğünü sonrasında renk değerlerinin sabitlendiği belirtilmiştir.

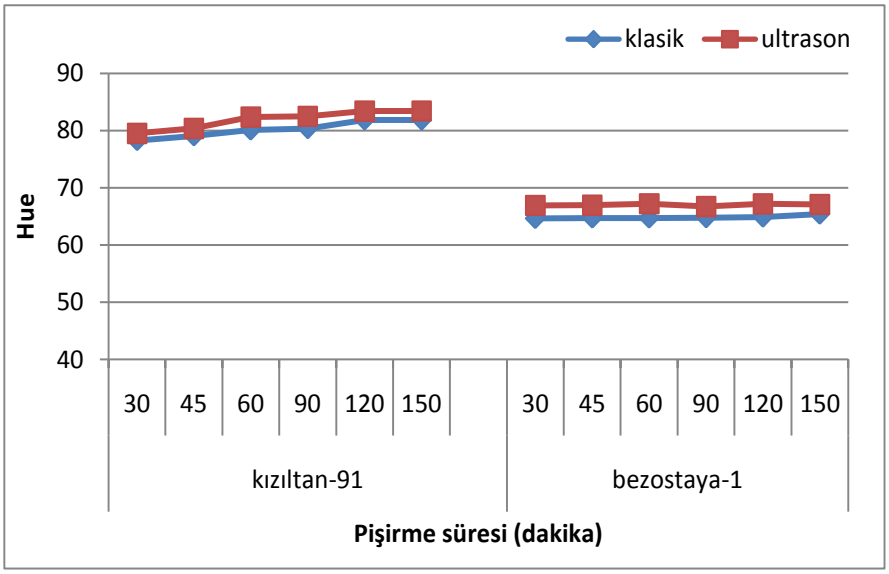
SI ve Hue değerleri; farklı uygulamalarla PYBT'nin ortalama SI ve Hue değerleri sırasıyla 19,14 ve 73,49 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.17). Varyans analizi sonuçlarına göre SI ve Hue değeri üzerinde buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.19'a göre; Kızıltan-91 buğdayından elde edilen PYBT'nin SI ve Hue değerleri Bezostaya-1 buğdayından elde edilenlerden yüksek bulunmuştur. Klasik pişirme yöntemi ile pişirilen buğdayların, ultrason uygulamalı pişirme yöntemi ile pişirilen buğdaylara göre SI ve Hue değerleri düşük çıkmıştır. Pişirme süresi arttıkça PYBT'nin SI değeri azalırken, Hue değerinin arttığı gözlemlenmiştir.

PYBT'nin SI değeri üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu Şekil 4.18'de verilmiştir. İnteraksiyona göre pişirme süresi arttıkça SI değeri yani renk baskınlığının düştüğü gözlemlenmiştir. PYBT'nin Hue değeri üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu ise Şekil 4.19'da verilmiştir. Bu interaksiyona göre de pişirme süresi arttıkça Hue değerinin az da olsa arttığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.18. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin SI değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu



Şekil 4.19. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin Hue değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu

4.2.2.2. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin renk değerleri

L* değeri; pişirilmiş kuru buğday tanelerinin (PKBT) L* değerleri 38,18-49,18 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.20). Varyans analizi sonuçlarına göre PKBT'nin L* değeri üzerinde buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) etkide bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Kızıltan-91'den elde edilen PKBT'nin ortalama L* değeri (47,33), Bezostaya-1 den elde edilen PKBT'nin ortalama L* değerinden (40,36) yüksek bulunmuştur. Ultrason uygulamalı pişirme metodu, klasik pişirme metoduna göre PKBT'nin L* değerini yükseltmiştir. Pişirmede uygulanan sürenin artması ise PKBT'nin L* değerini azaltmıştır (Çizelge 4.22).

Şekil 4.20'de verilen PKBT'lerin L* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu, her iki buğday çeşidinin de ultrason uygulamalı pişirme metodu ile daha yüksek L* değerinin elde edildiğini, pişirme süresindeki artışla da hem ultrason uygulamalı hem de klasik pişirme metodunda L* değerinin azaldığını göstermektedir. Parlaklık kaybının Bezostaya-1 çeşidinde ve klasik pişirme metodunda daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Burada Kızıltan-91 çeşidinin daha cazip renkte ve çok daha az pişirme kaybı ile bulgur verebileceği sonucu çıkarılabilir.

Çizelge 4.20. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin renk değerleri[1]

Buğday çeşidi	Pişirme metodu	Pişirme süresi (dakika)	L*	a*	b*	SI	Hue
Kızıltan-91	Klasik	30	49,18±0,08	5,86±0,06	20,34±0,09	21,16±0,10	73,93±0,09
		45	47,72±0,07	5,71±0,08	20,04±0,12	20,84±0,13	74,10±0,14
		60	46,67±0,09	5,66±0,09	19,28±0,10	20,09±0,12	73,65±0,17
		90	46,35±0,08	5,57±0,07	19,02±0,11	19,82±0,13	73,68±0,10
		120	46,15±0,10	5,42±0,06	16,93±0,08	17,78±0,09	72,25±0,10
		150	45,51±0,08	5,07±0,08	16,05±0,10	16,83±0,12	72,47±0,17
	Ultrason uygulamalı	30	48,92±0,10	5,61±0,05	20,23±0,12	20,99±013	74,51±0,04
		45	48,27±0,09	5,40±0,07	20,41±0,11	21,11±0,13	75,18±0,11
		60	47,25±0,09	5,37±0,09	19,17±0,10	19,91±0,12	74,35±0,18
		90	47,21±0,11	5,18±0,09	18,97±0,08	19,67±0,10	74,72±0,19
		120	47,45±0,09	4,85±0,07	16,83±0,09	17,52±0,11	73,93±0,14
		150	47,24±0,08	4,81±0,08	15,30±0,11	16,04±0,13	72,55±0,17
Bezostaya-1	Klasik	30	41,53±0,12	6,50±0,07	13,44±0,08	14,93±0,10	64,18±0,08
		45	40,78±0,08	6,33±0,05	13,12±0,10	14,57±0,11	64,25±0,01
		60	40,23±0,08	6,31±0,08	12,37±0,08	13,88±0,11	62,99±0,12
		90	38,96±0,08	6,30±0,09	11,87±0,12	13,44±0,15	62,04±0,11
		120	38,26±0,11	6,21±0,08	10,92±0,09	12,56±0,12	60,38±0,11
		150	38,18±0,08	6,12±0,07	10,02±0,08	11,74±0,11	58,58±0,08
	Ultrason uygulamalı	30	42,91±0,10	6,45±0,08	13,92±0,10	15,34±0,13	65,14±0,13
		45	41,98±0,08	6,38±0,07	13,72±0,09	15,13±0,11	65,04±0,11
		60	41,05±0,07	6,24±0,09	12,34±0,10	13,83±0,13	63,17±0,14
		90	40,40±0,09	6,19±0,08	12,35±0,09	13,81±0,12	63,37±0,14
		120	40,02±0,07	6,09±0,07	10,56±0,10	12,19±0,12	60,03±0,06
		150	40,00±0,08	5,77±0,09	9,20±0,12	10,86±0,15	57,91±0,07
Ortalama			43,84	5,81	15,27	16,42	68,02
Minimum-maksimum			38,18-49,18	4,81-6,50	9,20-20,41	10,86-21,16	57,91-75,18

[1]Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.21. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

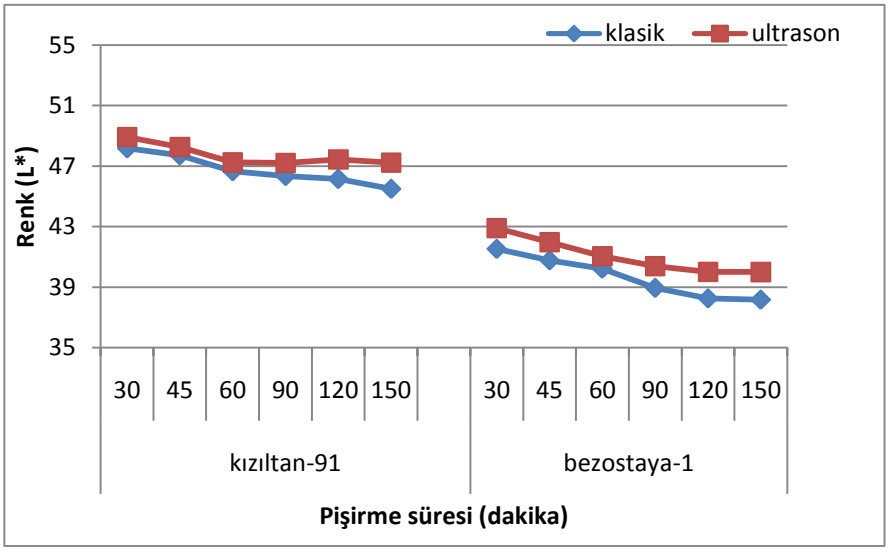
VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	1	582,69	71422,93**	9,03	1465,42**	516,67	51882,74**	402,06	27173,71**	15,92,41	106116,40**
Pişirme metodu (B)	2	14,48	1774,39**	0,601	98,58**	0,01	1,48ns	0,13	9,08**	4,57	304,51**
Pişirme süresi (C)	3	50,43	1236,27**	2,22	71,89**	117,62	2362,29**	111,15	1502,41**	111,82	1490,25**
(AXB)	2	1,11	136,08**	0,17	27,27**	0,10	9,94**	0,15	9,96**	0,72	47,84**
(BXC)	6	2,30	56,41**	0,08	2,50ns	1,95	39,13**	1,91	25,81**	2,65	35,27**
(AXC)	3	2,32	56,87**	0,14	4,61**	1,37	27,58**	2,14	28,92**	31,86	424,57**
(AXBXC)	6	0,74	18,22**	0,08	2,73*	0,28	5,60**	0,22	2,96*	1,93	25,66**
Hata	24	0,20		0,15		0,24		0,36		0,36	
Genel	47	654,27		12,47		638,24		518,11		1746,30	

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

Çizelge 4.22. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin renk değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması[1]

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Buğday çeşidi						
Kızıltan-91	24	47,33^{a}	5,38^{b}	18,55^{a}	19,31^{a}	73,78^{a}
Bezostaya-1	24	40,36^{b}	6,24^{a}	11,99^{b}	13,52^{b}	62,26^{b}
Pişirme metodu						
Klasik	24	43,29^{b}	5,92^{a}	15,28^{a}	16,47^{a}	67,71^{b}
Ultrason uygulamalı	24	44,39^{a}	5,70^{b}	15,25^{a}	16,36^{b}	68,33^{a}
Pişirme süresi (dakika)						
30	8	45,64^{a}	6,10^{a}	16,98^{a}	18,11^{a}	69,44^{b}
45	8	44,69^{b}	5,96^{b}	16,82^{b}	17,91^{b}	69,64^{a}
60	8	43,80^{c}	5,89^{b}	15,79^{c}	16,93^{c}	68,54^{c}
90	8	43,23^{d}	5,81^{c}	15,55^{d}	16,68^{d}	68,45^{c}
120	8	42,97^{e}	5,64^{d}	13,81^{e}	15,01^{e}	66,65^{d}
150	8	42,73^{f}	5,44^{e}	12,64^{f}	13,87^{f}	65,38^{e}

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



Şekil 4.20. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin L* değeri üzerine etkili "*Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu

a* değeri; deneme desenine göre elde edilen PKBT'nin a* değeri 4,81-6,50 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.20). PKBT'nin a* değeri üzerinde buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.21).

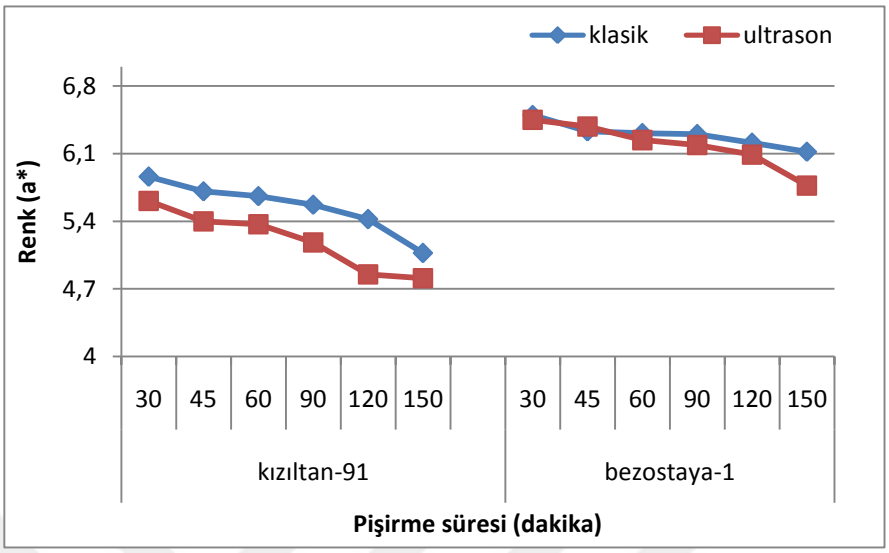
Çizelge 4.22'ye göre; Bezostaya-1 buğdayı ile hazırlanan PKBT, Kızıltan-91 buğdayından hazırlananlardan daha yüksek a* değeri vermiştir. Klasik pişirme metodu, ultrason uygulamalı pişirme metoduna göre PKBT'nin a* değerini yükseltirken, pişirmede uygulanan sürenin artması ise PKBT'nin a* değerini düşürmüştür (Çizelge 4.22).

Şekil 4.21'de verilen PKBT'nin a* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) "*Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu, her iki buğday çeşidinin uygulanan klasik pişirme metodu ile daha yüksek PKBT a* değeri verdiğini, pişirme süresinin artışıyla da hem ultrason hem de klasik pişirme metodunda PKBT a* değerinin azaldığını göstermektedir. Görüldüğü gibi Bezostaya-1 yüksek kırmızı pigmentasyon gösterirken, Kızıltan-91 çeşidinde renk kaybının daha etkili olduğu görülmektedir.

b* değeri; deneme desenine göre hazırlanan PKBT'nin b* değerleri 9,20-20,41 arasında değişmiştir (Çizelge 4.20). Varyans analizi sonuçlarına göre buğday çeşidi ve pişirme süresi b* değeri üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Ortalamaların karşılaştırılması sonuçlarına göre; Kızıltan-91 PKBT'nin b* değeri (18,55), Bezostaya-1 PKBT'nin b* değerinden (11,99) daha yüksek bulunmuştur.

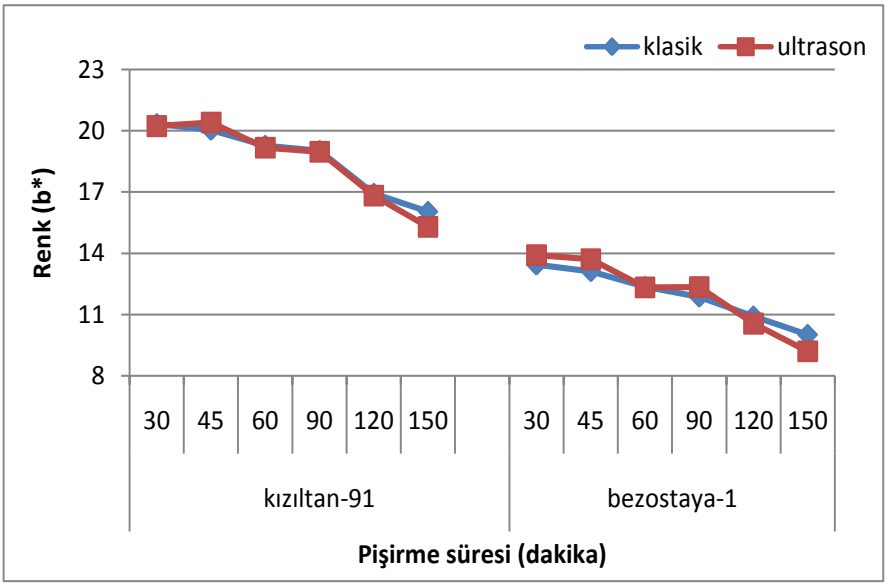
Pişirmede uygulanan artan pişirme süresi PKBT'nin b* değerini yani sarı renk yoğunluğunu azaltmıştır (Çizelge 4.19).



Şekil 4.21. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin a* değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu

Şekil 4.22'de verilen PKBT'nin b* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu, Kızıltan-91 buğday çeşidinin daha yüksek b* değeri verdiğini, pişirme süresinin artışıyla da hem ultrason hem de klasik yöntemde b* değerinin azaldığını göstermektedir. İnteraksiyona göre; sarı pigmentasyon görüntüsünde makarnalık Kızıltan-91'in oldukça iyi bir üstünlük gösterdiği izlenmektedir.

İnteraksiyonlar birlikte değerlendirildiğinde, ultrason uygulamalı pişirmenin daha düşük kırmızı renk intensitesi veren Kızıltan-91 buğdaydaki kırmızılık değerini düşürücü etkisinin bariz olduğu (Şekil 4.21), aksine sarı renk yoğunluğunda ise Bezostaya-1 buğdayın daha fazla sarı pigmentasyon kaybına uğradığı (Şekil 4.22) görülmüştür. Ancak her iki metot arasındaki farklılık sarı pigmentasyon yoğunluğunda kaybolmuştur. Buna karşılık, Kızıltan-91 buğdayının PKBT'de daha cazip renk sağladığı, ultrason uygulamalı pişirmenin klasik metoda göre parlaklığı arttırırken, kırmızı pigmentasyonu düşürdüğü açıkça gözlenmektedir (Şekil 4.20 ve Şekil 4.21).

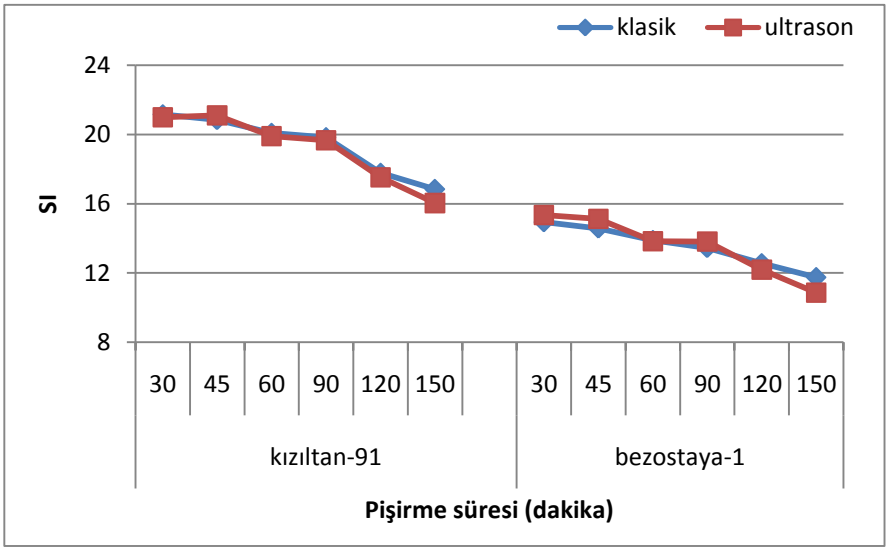


Şekil 4.22. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin b* değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu

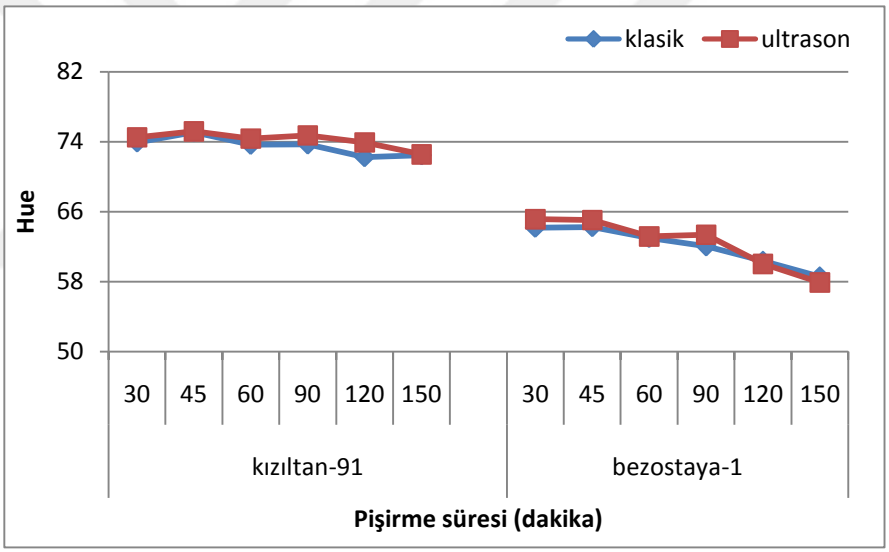
SI ve Hue değerleri; farklı uygulamalarla PKBT'nin ortalama SI ve Hue değerleri sırasıyla 16,42 ve 68,02 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.20). Varyans analizi sonuçlarına göre SI ve Hue değeri üzerinde buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.22'ye göre; Kızıltan-91 PKBT'nin SI ve Hue değerleri Bezostaya-1 PKBT'den yüksek bulunmuştur. Klasik pişirme yöntemi ile pişirilen buğdayların, ultrason uygulamalı pişirme yöntemi ile pişirilen buğdaylara göre SI değerleri yüksek çıkarken; Hue değerleri düşük bulunmuştur. Pişirme süresi arttıkça PKBT'nin SI ve genel olarak Hue değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

PKBT'nin SI değeri üzerine etkili ($p<0,05$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu Şekil 4.23'de verilmiştir. İnteraksiyona göre pişirme süresi arttıkça PKBT'nin SI değerinin yani renk baskınlığının düştüğü gözlemlenmiştir. PKBT'nin Hue değeri üzerine etkili ($p<0,01$) "*Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu ise Şekil 4.24'de verilmiştir. Bu interaksiyona göre de pişirme süresi arttıkça özellikle Bezostaya-1 çeşidinden üretilen PKBT'nin Hue değerinin azaldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.23. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin SI değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu



Şekil 4.24. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin Hue değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu

4.2.2.3. Pişirilmiş yaş ve kuru buğday tanelerinde boyut değişimi

PYBT'de boyut değişimi; farklı uygulamalarla hazırlanan PYBT'nin boy, kalınlık ve en değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.23'de verilmiştir. PYBT'nin boy, kalınlık ve en değerlerinin sırasıyla 4,90-7,14 mm, 3,55-4,46 mm ve 2,65-3,65 mm aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. Pişirilmiş yaş ve kuru buğday tanelerinin boy, kalınlık ve en değerleri[1]

Buğday çeşidi	Pişirme metodu	Pişirme süresi (dakika)	Yaş			Kuru		
			Boy (mm)	Kalınlık (mm)	En (mm)	Boy (mm)	Kalınlık (mm)	En (mm)
Kızıltan-91	Klasik	30	7,14±0,08	3,55±0,07	2,65±0,04	6,97±0,08	3,21±0,06	2,47±0,03
		45	6,95±0,11	3,65±0,09	2,74±0,06	6,82±0,14	3,25±0,08	2,58±0,04
		60	6,77±0,10	3,68±0,08	2,82±0,03	6,57±0,11	3,31±0,07	2,60±0,04
		90	6,38±0,08	3,72±0,09	2,97±0,03	6,21±0,13	3,33±0,08	2,63±0,03
		120	6,15±0,10	3,75±0,06	3,17±0,03	5,92±0,10	3,36±0,09	2,65±0,04
		150	6,00±0,13	3,80±0,07	3,22±0,03	5,85±0,12	3,36±0,06	2,67±0,03
	Ultrason uygulamalı	30	6,87±0,10	3,66±0,08	2,78±0,04	6,67±0,14	3,41±0,07	2,59±0,03
		45	6,75±0,08	3,75±0,09	2,86±0,03	6,42±0,11	3,45±0,08	2,68±0,04
		60	6,50±0,10	3,89±0,06	2,95±0,07	6,28±0,10	3,49±0,06	2,73±0,04
		90	6,09±0,11	3,99±0,08	3,21±0,04	5,87±0,14	3,58±0,09	2,88±0,04
		120	5,80±0,14	4,12±0,06	3,51±0,03	5,68±0,13	3,55±0,08	2,92±0,03
		150	5,60±0,13	4,21±0,07	3,65±0,07	5,55±0,10	3,58±0,08	3,02±0,03
Bezostoya-1	Klasik	30	5,93±0,10	3,72±0,06	2,80±0,04	5,69±0,11	3,50±0,05	2,54±0,01
		45	5,70±0,08	3,84±0,07	2,88±0,04	5,53±0,15	3,54±0,07	2,70±0,07
		60	5,67±0,10	3,95±0,08	2,95±0,06	5,47±0,10	3,56±0,07	2,72±0,04
		90	5,30±0,13	4,10±0,08	3,05±0,06	5,25±0,10	3,59±0,08	2,82±0,03
		120	5,10±0,10	4,19±0,07	3,20±0,04	5,12±0,12	3,61±0,06	2,90±0,03
		150	5,00±0,13	4,23±0,07	3,28±0,04	5,00±0,12	3,63±0,08	2,98±0,04
	Ultrason uygulamalı	30	5,67±0,11	3,84±0,06	2,86±0,03	5,46±0,10	3,65±0,07	2,64±0,06
		45	5,51±0,13	3,93±0,08	2,97±0,03	5,41±0,11	3,68±0,08	2,78±0,04
		60	5,39±0,08	4,10±0,09	3,12±0,03	5,28±0,12	3,68±0,06	2,81±0,06
		90	5,06±0,10	4,23±0,07	3,25±0,07	4,96±0,10	3,70±0,07	2,95±0,06
		120	5,00±0,08	4,36±0,06	3,50±0,03	4,90±0,12	3,75±0,07	3,09±0,04
		150	4,90±0,11	4,46±0,08	3,61±0,03	4,80±0,11	3,79±0,08	3,13±0,03
Ortalama			5,88	3,95	3,08	5,74	3,52	2,77
Minimum-maksimum			4,90-7,14	3,55-4,46	2,65-3,65	4,80-6,97	3,21-3,79	2,47-3,13

[1]Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.24. Pişirilmiş yaş ve kuru buğday tanelerinin boy, kalınlık ve en değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	Yaş						Kuru					
		Boy		Kalınlık		En		Boy		Kalınlık		En	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	1	13,59	1191,18**	0,83	145,12**	0,07	38,42**	11,84	870,36**	0,64	115,04**	0,22	134,48**
Pişirme metodu (B)	2	0,73	63,57**	0,47	81,72**	0,54	280,50**	0,82	60,01**	0,35	63,01**	0,32	192,08**
Pişirme süresi (C)	3	6,84	119,84**	1,36	47,14**	2,86	298,54**	5,27	77,62**	0,13	4,59**	0,83	99,50**
(AXB)	2	0,03	2,72ns	0,03	4,62*	0	2,50ns	0,03	2,35ns	0,01	2,64ns	0,02	11,52**
(BXC)	6	0,01	0,16ns	0,08	2,61ns	0,14	14,39**	0,01	0,13ns	0	0,06ns	0,05	5,70**
(AXC)	3	0,24	4,19**	0,06	1,94ns	0,04	3,83*	0,35	5,12**	0,01	0,32ns	0,04	4,50**
(AXBXC)	6	0,05	0,82ns	0,02	0,67ns	0,01	0,57ns	0,02	0,30ns	0,03	0,11ns	0,01	1,48ns
Hata	24	0,27		0,14		0,05		0,33		0,13		0,04	
Genel	47	21,75		2,98		3,7		18,67		1,28		1,53	

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

Çizelge 4.25. Pişirilmiş yaş ve kuru buğday tanelerinin boy, kalınlık ve en değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması[1]

Faktör	n	Yaş			Kuru		
		Boy (mm)	Kalınlık (mm)	En (mm)	Boy (mm)	Kalınlık (mm)	En (mm)
Buğday çeşidi							
Kızıltan-91	24	$6,42^{a}$	$3,82^{b}$	$3,04^{b}$	$6,23^{a}$	$3,41^{b}$	$2,70^{b}$
Bezostaya-1	24	$5,35^{b}$	$4,08^{a}$	$3,12^{a}$	$5,24^{b}$	$3,64^{a}$	$2,84^{a}$
Pişirme metodu							
Klasik	24	$6,01^{a}$	$3,85^{b}$	$2,98^{b}$	$5,87^{a}$	$3,44^{b}$	$2,69^{b}$
Ultrason uygulamalı	24	$5,76^{b}$	$4,05^{a}$	$3,19^{a}$	$5,61^{b}$	$3,61^{a}$	$2,85^{a}$
Pişirme süresi (dakika)							
30	8	$6,40^{a}$	$3,70^{e}$	$2,77^{f}$	$6,20^{a}$	$3,44^{d}$	$2,56^{e}$
45	8	$6,23^{b}$	$3,80^{d}$	$2,86^{e}$	$6,05^{b}$	$3,48^{cd}$	$2,69^{d}$
60	8	$6,08^{c}$	$3,91^{c}$	$2,96^{d}$	$5,90^{c}$	$3,51^{bcd}$	$2,72^{d}$
90	8	$5,71^{d}$	$4,01^{b}$	$3,12^{c}$	$5,57^{d}$	$3,55^{abc}$	$2,82^{c}$
120	8	$5,51^{e}$	$4,11^{a}$	$3,35^{b}$	$5,41^{e}$	$3,57^{ab}$	$2,89^{b}$
150	8	$5,38^{f}$	$4,18^{a}$	$3,44^{a}$	$5,30^{e}$	$3,59^{a}$	$2,95^{a}$

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

PYBT'nin boy, kalınlık ve en değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24'de, ortalamaların karşılaştırılması ise Çizelge 4.25'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre PYBT'nin boy, kalınlık ve en değeri üzerinde buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.24).

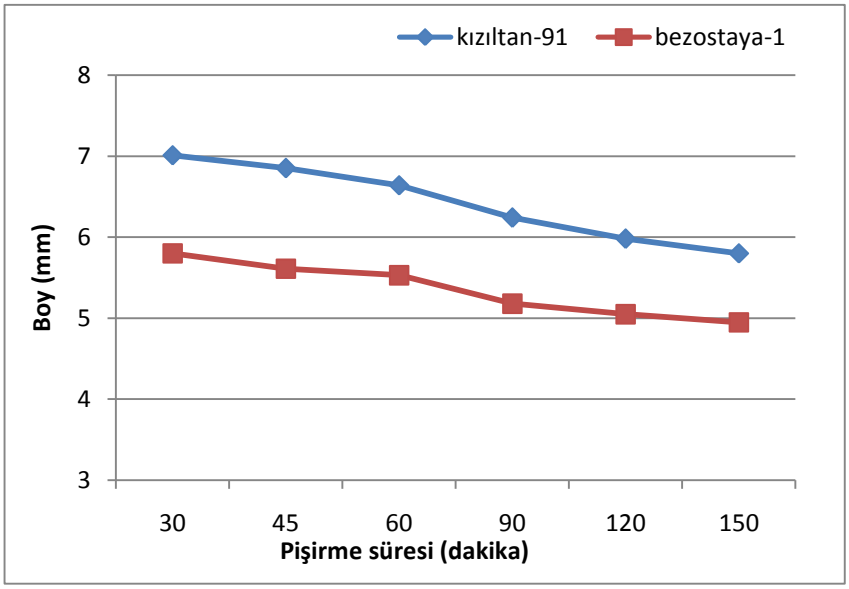
Çizelge 4.25'e göre; Kızıltan-91 buğdaylarından hazırlanan PYBT'nin ortalama boy, kalınlık ve en değerleri sırasıyla 6,42 mm, 3,82 mm ve 3,04 mm; Bezostaya-1 buğdayından hazırlananların aynı değerleri ise sırasıyla 5,35 mm, 4,08 mm ve 3,12 mm olarak bulunmuştur. Kızıltan-91 buğdayı pişme esnasında daha yüksek boy, daha düşük kalınlık ve en vermiştir. Ultrason pişirme metodu ve artan pişirme süresi klasik yönteme göre buğdayların boy değerinde düşüşe sebep olurken, kalınlık ve en değerinin artışına, dolayısıyla buğday örneklerinin hacim değerlerinin de artışına sebep olmuştur.

Bayram (1997), yapmış olduğu çalışmada; geleneksel pişirme yöntemiyle buğdayın pişirilmesinde, buğday boyunda önemli bir değişiklik olmadığını, buğday kalınlık ve eninde ise gözle görülür bir artış görüldüğünü ve pişirme esnasında buğdayın suyu absorbe edip şiştiğini belirtmiştir.

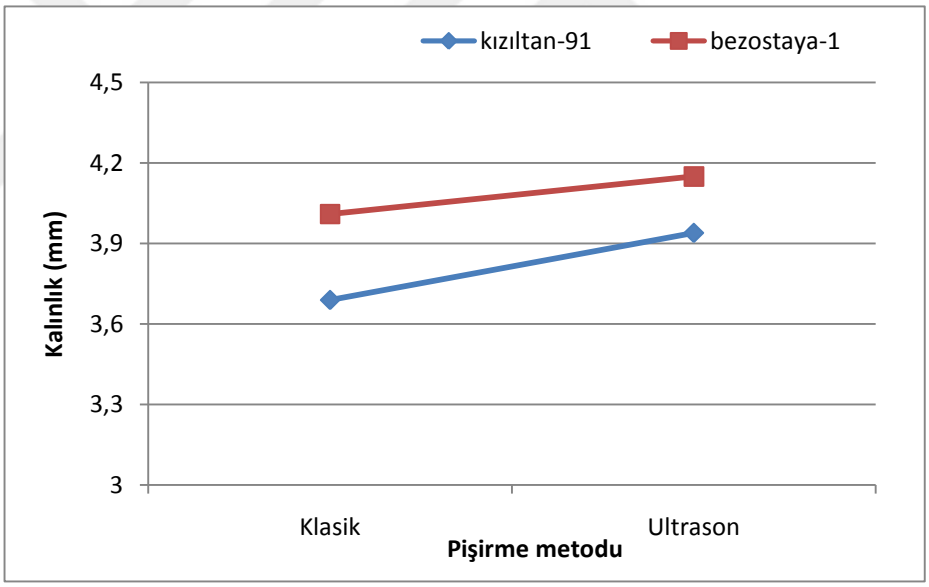
Şekil 4.25'de verilen PYBT'nin boy değeri üzerine etkili ($p<0,01$) "*Buğday çeşidi x pişirme süresi"* interaksiyonu, artan pişirme süresi ile her iki buğday çeşidinin de boy değerinin azaldığını göstermektedir. Ancak tane uzunluğu daha fazla olan Kızıltan-91 buğdayında boydaki kısalmanın daha hızlı geliştiği gözlenmektedir.

Şekil 4.26'da verilen PYBT'nin kalınlık değeri üzerine etkili ($p<0,05$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu, ultrason uygulamalı pişirme ile her iki buğday çeşidinin de kalınlık değerinin arttığını göstermektedir. Bu değişim daha kalın tane yapısında olan Bezostaya-1'de daha az, düşük kalınlıktaki Kızıltan-91'de ise daha fazla kalınlaşma yani yayılma şeklinde görülmektedir.

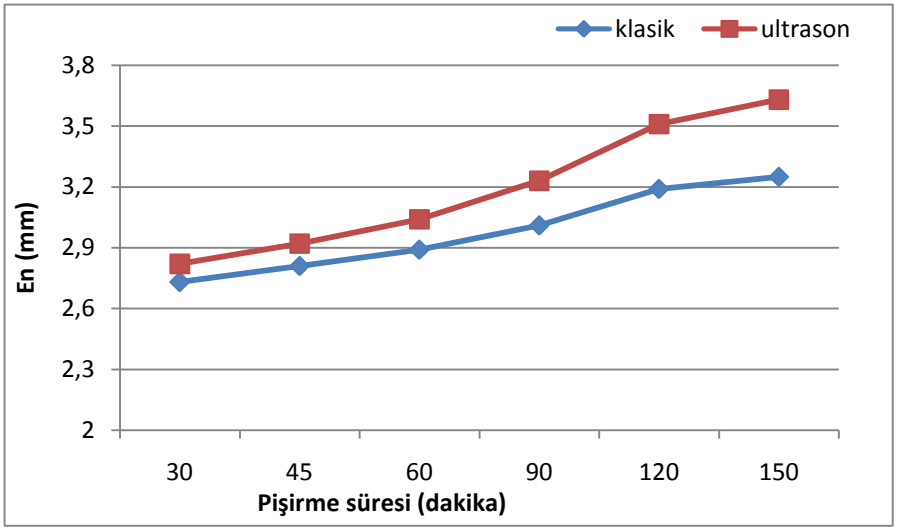
Şekil 4.27'de verilen PYBT'nin en değeri üzerine etkili ($p<0,01$) "*Pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu verilmiştir. Buna göre, pişirme süresi arttıkça, klasik ve ultrason uygulamalı pişirme metotlarından, ultrason uygulamalı pişirme metodu daha yüksek en artışı vermiş olup, her iki metotda da pişirme işlemi ile yaş tane en değeri yükselmiştir.



Şekil 4.25. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin boy değeri üzerine etkili "*Buğday çeşidi x pişirme süresi"* interaksiyonu

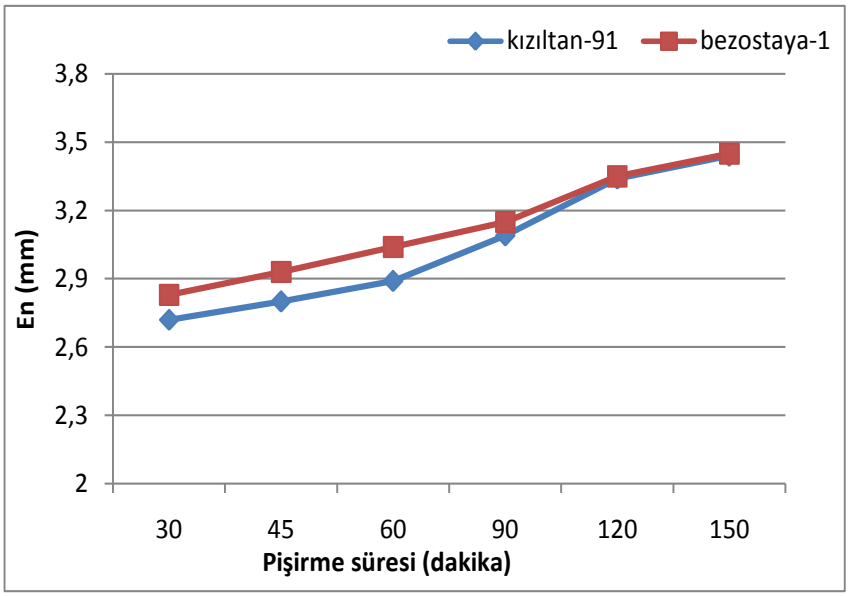


Şekil 4.26. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin kalınlık değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu



Şekil 4.27. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin en değeri üzerine etkili *"Pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu

Şekil 4.28'de verilen PYBT'nin en değeri üzerine etkili ($p<0,05$) *"Buğday çeşidi x pişirme süresi"* interaksiyonu, artan pişirme süresi ile her iki buğday çeşidinin de en değerinin arttığını göstermektedir. Ancak en değeri daha düşük olan Kızıltan-91 buğdayında pişirme ile en değerindeki artış daha fazla olmuştur. Genelde Bezostaya-1 buğdayı, Kızıltan-91 buğdayına göre daha yüksek tane en değeri göstermiş, uzun süreli pişirme muhtemelen daha çok su absorbe eden Kızıltan-91 buğdayı ile farkı hemen hemen tamamıyla kapatmıştır.



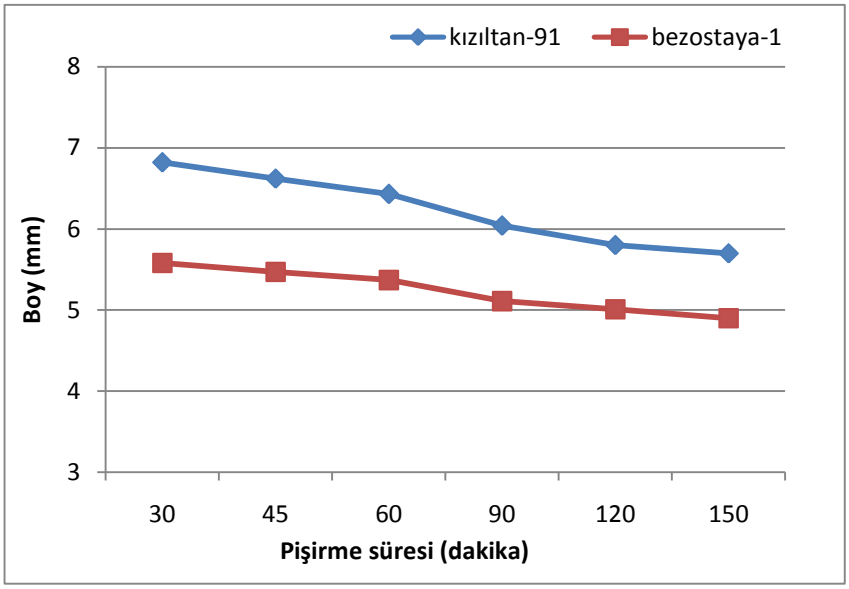
Şekil 4.28. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin en değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme süresi"* interaksiyonu

Tüm boyut bulguları dikkate alındığında, pişirme işlemi ile tane boyunda bir kısalma görülürken kalınlık ve en değerlerinde artış olduğu, bu artışın ultrason uygulamalı pişirme ile çok daha açık şekilde ortaya çıktığı gözlenmektedir. Bu sonuçlara dayanılarak, ultrason uygulamalı pişirme ile taneye daha fazla alınan suyun tanede önemli bir çevresel genleşmeye ve hacim artışına sebep olduğu söylenebilir. Böylece pişirme işleminin daha etkili olduğu sonucu çıkarılabilir. PYBT'deki parlaklık artışı da bunu doğrulamaktadır (Çizelge 4.19). Parlaklık artışında suyun seyreltici etkisi yanında nişasta jelatinizasyon derecesi de etkili olabilmektedir.

PKBT'de boyut değişimi; deneme desenine göre elde edilen PKBT'nin boy, kalınlık ve en değerleri sırasıyla 4,80-6,97 mm, 3,21-3,79 mm ve 2,47-3,13 mm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.23). Varyans analizi sonuçlarına göre buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi tanede boy, kalınlık ve en değeri üzerinde $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.24).

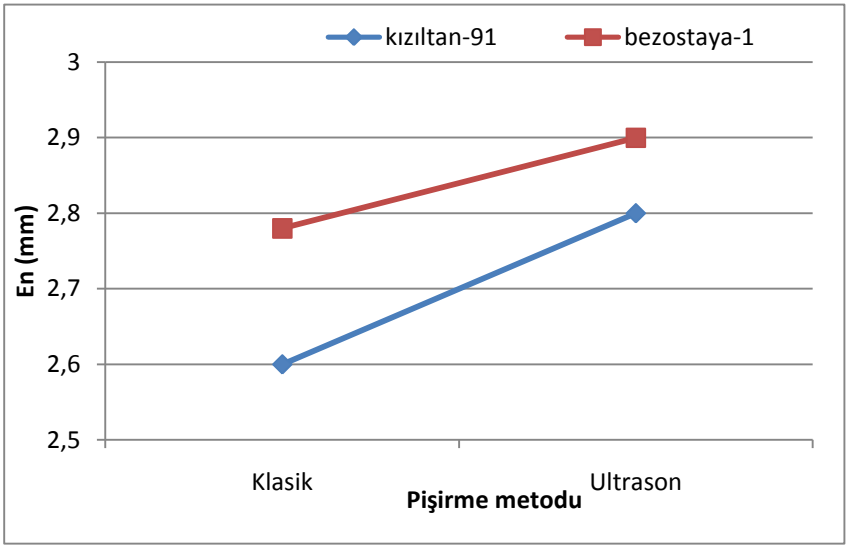
Doğal hammadde halinde olduğu gibi, Kızıltan-91 buğdayından hazırlanan PKBT'nin boy değeri daha yüksekken, Bezostaya-1 buğdayından hazırlanan PKBT'nin ise kalınlık ve en değeri daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.25). Ultrason uygulamalı pişirme ile pişirme süresi arttıkça PKBT'de boy değeri daha çok azalırken, kalınlık ve en değerleri artış göstermiştir. PYBT'de de aynı durum gözlemlenmiştir. Bu sonuçlardan Kızıltan-91 buğdayının, Bezostaya-1 buğdayına göre nişasta jelatinizasyonu ve protein koagülasyonu ile daha fazla genleşme gösterdiği tahmin edilmektedir. Bu özellik bulgur yemeğine pişirmede bir avantaj sağlarken, kırık bulgura öğütmede daha fazla bulgur altı ununa sebep olabilir ve pilavlık oranını düşürebilir.

Boy değeri üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x pişirme süresi"* interaksiyonu Şekil 4.30'da verilmiştir. Kızıltan-91 buğdayından hazırlanan PKBT'nin, Bezostaya-1 buğdaylarına göre daha yüksek boya sahip olduğu ve artan pişirme süresi ile boyun azaldığı görülmektedir. Doğal tanede olduğu gibi PKBT'de de Kızıltan-91 buğdaylarının daha uzun olduğunu, pişirme süresi arttıkça Kızıltan-91'de daha fazla olmak üzere tane boyunun kısaldığını göstermektedir.

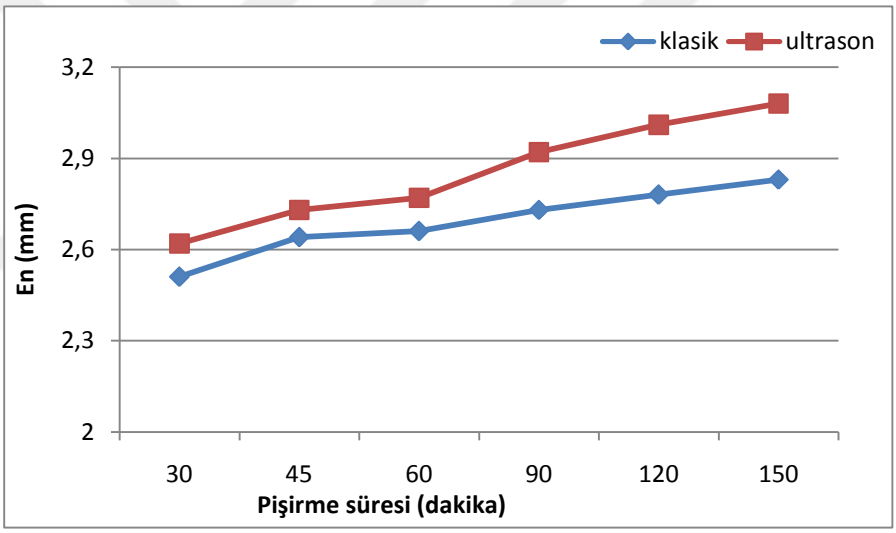


Şekil 4.30. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin boy değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme süresi"* interaksiyonu

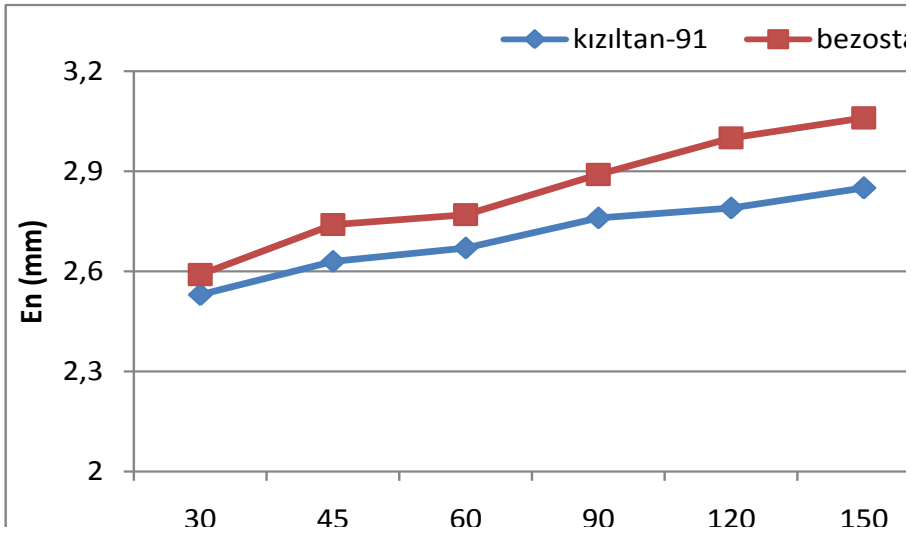
PKBT'nin en değeri üzerine etkili ($p<0.01$), *"Buğday çeşidi x pişirme metodu", "Pişirme metodu x pişirme süresi" ve "Buğday çeşidi x pişirme süresi"* interaksiyonlarının gidişi sırasıyla Şekil 4.31, Şekil 4.32 ve Şekil 4.33'de verilmiştir. Buna göre, ultrason uygulamalı pişirme ile her iki buğday çeşidinden elde edilen PKBT'de de en değerinin arttığı (Şekil 4.31), pişirme süresi arttıkça, klasik ve ultrason uygulamalı pişirme metotlarından, ultrason uygulamalı daha yüksek olmak üzere, her iki metotta da PKBT'nin en değerlerinin yükseldiği (Şekil 4.32), Bezostaya-1 buğdayından elde edilen PKBT'nin, Kızıltan-91 buğdayından elde edilene göre en değerinin daha fazla olduğunu ve artan pişirme süresi ile en değerinin yükseldiği (Şekil 4.33) görülmektedir. Bu bulguların tümü, yaş tanedekine benzer şekilde, kurutulmuş tanelerde de tane eninin Bezostaya-1 buğdaylarda daha geniş olduğunu, pişirmede ultrason uygulamasının klasik sisteme göre taneyi kabartarak enini daha fazla artırdığını, görsel olarak doğrulamaktadır.



Şekil 4.31. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin en değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu



Şekil 4.32. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin en değeri üzerine etkili *"Pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu



Şekil 4.33. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin en değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme süresi"* interaksiyonu

4.2.2.4. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin kimyasal özellikleri

Farklı uygulamalarla PKBT'nin bazı kimyasal özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.26'da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27'de, ortalamalara ait sonuçlar ise Çizelge 4.28'de özetlenmiştir.

Kül miktarı; deneme desenine göre üretilmiş olan PKBT'nin kül miktarları %1,34-1,65 arasında değişmiş olup, kül miktarı üzerinde buğday çeşidi ve pişirme süresi $p<0,01$ ve pişirme metodu faktörleri $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.26 ve 4.27).

Normal tanenin analitik değerlerinde de olduğu gibi Kızıltan-91 buğdayından elde edilen PKBT'nin kül miktarları, Bezostaya-1 buğdayından elde edilenlerden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2 ve 4.28). Ultrason uygulamalı pişirme klasik pişirmeye göre PKBT'nin kül miktarını düşürmüştür. 60 dakikanın üzerindeki pişirme süreleri kullanıldığında, kül miktarının düşmesine neden olmuştur. Bu bulgular ultrason uygulamasının kütle transferini hızlandırarak erimiş tuzlar halinde suya geçen kül miktarını artırdığını, dolayısıyla mineral madde miktarı ve bulgur veriminde düşüşe sebep olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.26. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin bazı kimyasal özellikleri[1]

Buğday çeşidi	Pişirme metodu	Pişirme süresi (dakika)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
Kızıltan-91	Klasik	30	1,65±0,03	12,31±0,14	1,78±0,03
		45	1,65±0,07	12,26±0,08	1,80±0,03
		60	1,63±0,03	12,23±0,13	1,80±0,04
		90	1,60±0,04	12,20±0,11	1,82±0,01
		120	1,57±0,03	12,20±0,08	1,85±0,04
		150	1,52±0,04	12,18±0,07	1,86±0,03
	Ultrason uygulamalı	30	1,59±0,03	12,27±0,11	1,73±0,04
		45	1,60±0,03	12,23±0,08	1,75±0,03
		60	1,58±0,03	12,19±0,10	1,75±0,04
		90	1,56±0,03	12,20±0,08	1,73±0,04
		120	1,53±0,03	12,13±0,08	1,80±0,03
		150	1,47±0,01	12,10±0,07	1,80±0,04
Bezostaya-1	Klasik	30	1,44±0,04	11,95±0,11	1,53±0,04
		45	1,43±0,03	11,88±0,10	1,52±0,03
		60	1,41±0,03	11,82±0,10	1,55±0,07
		90	1,41±0,01	11,75±0,13	1,58±0,04
		120	1,40±0,01	11,72±0,10	1,59±0,04
		150	1,36±0,03	11,70±0,11	1,59±0,03
	Ultrason uygulamalı	30	1,44±0,04	11,93±0,11	1,53±0,03
		45	1,44±0,03	11,90±0,11	1,52±0,01
		60	1,43±0,03	11,74±0,13	1,53±0,01
		90	1,40±0,03	11,65±0,07	1,55±0,03
		120	1,38±0,01	11,61±0,11	1,58±0,04
		150	1,34±0,03	11,58±0,13	1,59±0,04
Ortalama			1,49	11,99	1,67
Minimum-maksimum			1,34-1,65	11,58-12,31	1,52-1,86

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.27. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin bazı kimyasal özelliklerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	Kül		Protein		Yağ	
		KT	F	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	1	0,36	338,36**	2,31	209,92**	0,66	484,42**
Pişirme metodu (B)	2	0,01	7,31*	0,04	3,39ns	0,01	10,31**
Pişirme süresi (C)	3	0,07	13,14**	0,31	5,64**	0,03	4,97**
(AXB)	2	0,01	5,52*	0,00	0,17ns	0,01	5,16*
(BXC)	6	0,00	0,10ns	0,01	0,23ns	0,00	0,26ns
(AXC)	3	0,00	0,56ns	0,05	0,95ns	0,00	0,34ns
(AXBXC)	6	0,00	0,19ns	0,01	0,13ns	0,00	0,05ns
Hata	24	0,03		0,26		0,03	
Genel	47	0,47		3,00		0,75	

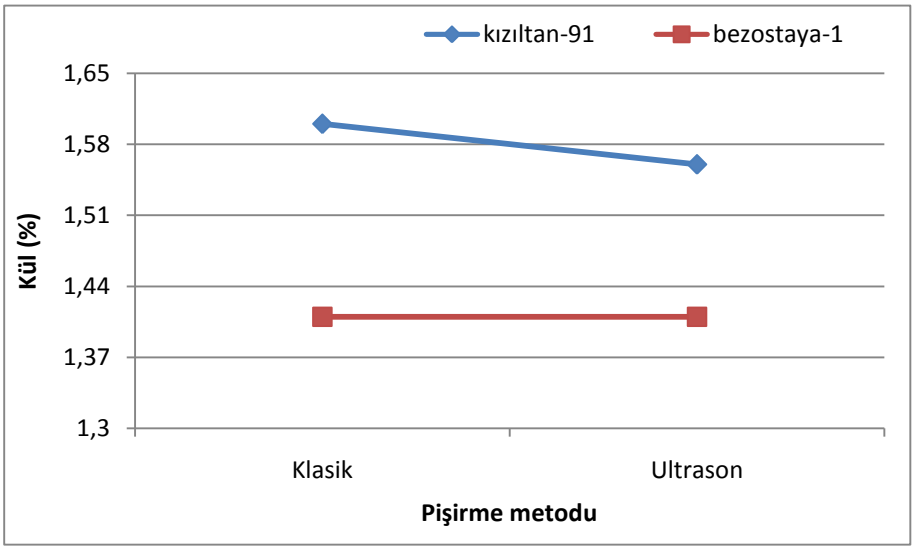
* p< 0,05 düzeyinde önemli, ** p< 0,01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.28. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin bazı kimyasal özelliklerine ait ortalamaların karşılaştırılması[1]

Faktör	n	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
Buğday çeşidi				
Kızıltan-91	24	1,58[a]	12,21[a]	1,79[a]
Bezostaya-1	24	1,41[b]	11,77[b]	1,56[b]
Pişirme metodu				
Klasik	24	1,51[a]	12,02[a]	1,69[a]
Ultrason uygulamalı	24	1,48[b]	11,96[a]	1,66[b]
Pişirme süresi (dakika)				
30	8	1,53[a]	12,12[a]	1,64[c]
45	8	1,53[a]	12,07[ab]	1,65[c]
60	8	1,51[ab]	12,00[bc]	1,66[c]
90	8	1,49[bc]	11,95[c]	1,67[bc]
120	8	1,47[c]	11,92[c]	1,71[ab]
150	8	1,42[d]	11,89[c]	1,71[a]

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

Şekil 4.34'de verilen PKBT'nin kül miktarı üzerine etkili ($p<0,05$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonunda, ultrason uygulaması ile özelikle kül miktarı hammadde formunda daha yüksek olan Kızltan-91 buğdayında pişirme ve kurutma sonrası kül miktarının düştüğü görülmektedir. Kayıp oranının yüksekliğinde külce zenginlik yanında, daha ince yapılı olması, daha derin karın girintisi ve daha yüksek spesifik yüzey varlığı sebep olarak gösterilebilir. Diğer taraftan Kızıltan-91 buğday tanelerinin daha fazla su absorbsiyonu ve ultrason uygulamasının suda eriyerek atılan kül miktarını artırması sebebiyle, kuru tanede kül miktarı düşmüş olabilir. Kayıpların özellikle kül bakımından en zengin tabaka olan aleurondan olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.34. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin kül değeri üzerine etkili "*Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu

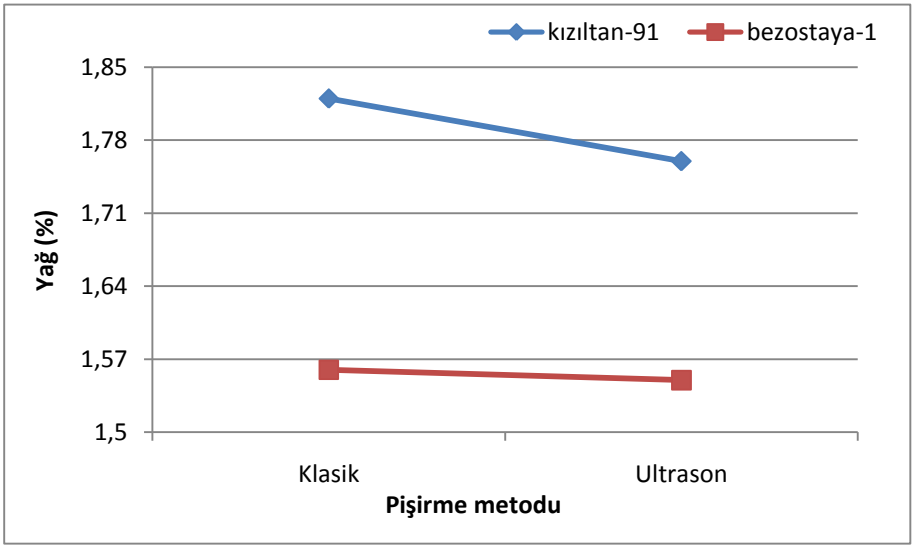
Protein miktarı; PKBT'nin ortalama protein miktarları %11,99 olup, protein miktarı üzerinde varyasyon kaynaklarından buğday çeşidi ve pişirme süresi önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.26 ve 4.27).

Çizelge 4.28'e göre; Kızıltan-91 buğdayından hazırlanan PKBT'nin protein miktarı, Bezostaya-1 buğdayından hazırlananlara göre daha yüksek çıkmıştır. Artan pişirme süresi PKBT'nin protein miktarının düşüşüne sebep olmuştur. Bu düşüşün, külde olduğu gibi, özellikle suda eriyebilir proteinlerce zengin ruşeym ve kabuk altı aleuron tabakasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bölgelerde stoklanan biyolojik değeri üstün albümin ve globulin protein kayıplarının besin değerini düşüreceği, buna karşılık suda eriyebilir şekerlerin taneden uzaklaştırılması sonucu glisemik indekste (GI) düşüş elde edilebileceği varsayılabilir.

Yağ miktarı; PKBT'nin yağ miktarı %1,52-1,86 arasında değişim göstermiş ortalama değer %1,67 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.26). Varyans analizi sonuçlarına göre; buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi varyasyon kaynakları yağ miktarı üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Kızıltan-91 buğdayından hazırlanan PKBT'nin ortalama yağ miktarı Bezostaya-1 buğdayından hazırlanan PKBT'den daha yüksek bulunmuştur. Ultrason uygulamalı pişirme ile PKBT'nin yağ miktarı klasik pişirmeye göre düşük bulunmuştur. Yüksek pişirme süreleri (120-150 dakika) yağ miktarında artışa neden olmuştur. Yüksek sıcaklıkta pişirme esnasında pişirme suyuna geçen kuru madde artışı ve buğdayın kül ve protein miktarındaki azalma, oransal olarak yağ miktarının artmasına neden olmuş olabilir.

Şekil 4.35'de verilen PKBT'nin yağ miktarı üzerine etkili ($p<0,05$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu, ultrason uygulamalı pişirme ile her iki buğday çeşidinden hazırlanan PKBT'de de yağ miktarının azaldığını, ancak düşüşün Kızıltan-91 buğday tanelerinde daha fazla olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.35. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin yağ miktarı üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu

Mineral maddeler; Çizelge 4.29'da deneme desenine göre hazırlanan PKBT'nin mineral madde miktarları verilmiştir. Buğday örneklerinin ortalama Ca, Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarları sırasıyla 38,29, 0,64, 4,54, 278,89, 143,60, 226,64 ve 1,92 mg/100 g olarak bulunmuştur.

PKBT'nin mineral madde miktarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Buğday çeşidi, incelenen tüm mineral madde miktarları üzerinde $p<0,01$ düzeyinde; pişirme metodu, Cu ve Fe hariç diğer mineral madde miktarları üzerinde $p<0,01$ düzeyinde; pişirme süresi ise Ca, Cu, Fe, K ve Mg miktarları üzerinde $p<0,01$ ve P miktarı üzerinde $p<0,05$ düzeyinde önemli etkide bulunmuştur.

Çizelge 4.31'de verilen PKBT'nin mineral madde miktarlarına ait ortalamaların karşılaştırılması sonuçları incelendiğinde; Bezostaya-1 buğdayından hazırlanan PKBT'nin K hariç diğer mineral miktarları, Kızıltan-91 buğdayından hazırlananlardan daha yüksek olduğu görülmektedir.

Ultrason uygulamalı pişirme, klasik pişirmeye göre PKBT'de daha yüksek Ca, daha düşük K, Mg, P ve Zn değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur. Yüksek pişirme sürelerinde suya geçen kuru maddedeki artışa bağlı olarak Ca, Cu, Fe ve Mg miktarlarının oransal olarak arttığı, K ve P miktarlarının ise düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.3 ve 4.27). Bu sonuçlar kuru madde kaybı ile birlikte K ve P bileşenlerinin de pişirme suyuna transfer olduğunu, diğer mineral maddelerin ise tane içinde muhtemelen şelat oluşturarak tutulduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. 29. Pişirilmiş kuru buğday tanelerine ait mineral madde miktarları (mg/100 g)[1]

Buğday çeşidi	Pişirme metodu	Pişirme süresi (dakika)	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn
Kızıltan-91	Klasik	30	32,78±0,34	0,58±0,04	4,33±0,10	362,10±4,10	142,10±0,85	231,11±3,37	1,87±0,03
		45	33,54±0,47	0,60±0,03	4,41±0,10	339,20±5,37	142,90±0,28	230,40±3,68	1,85±0,04
		60	33,43±0,44	0,61±0,01	4,53±0,13	338,40±4,81	143,20±0,85	230,30±3,82	1,88±0,04
		90	34,43±0,40	0,61±0,01	4,59±0,14	335,40±2,97	143,80±0,28	228,80±3,96	1,89±0,03
		120	34,45±0,58	0,63±0,01	4,61±0,16	323,60±2,97	144,20±0,28	228,20±4,53	1,87±0,03
		150	35,34±0,31	0,64±0,01	4,65±0,14	320,50±3,54	144,50±0,28	226,70±3,25	1,88±0,06
	Ultrason uygulamalı	30	32,32±0,33	0,58±0,04	4,15±0,16	334,20±2,12	139,80±0,71	225,10±4,10	1,85±0,07
		45	33,12±0,14	0,59±0,01	4,21±0,11	325,60±3,39	140,30±0,14	220,30±3,82	1,84±0,01
		60	33,01±0,48	0,64±0,01	4,41±0,10	308,56±5,04	141,20±0,42	217,90±3,39	1,84±0,06
		90	34,66±0,57	0,65±0,03	4,53±0,14	296,59±3,67	142,74±0,65	217,30±3,82	1,87±0,06
		120	35,12±0,47	0,65±0,03	4,54±0,16	294,50±4,95	142,90±0,57	215,60±3,39	1,85±0,03
		150	36,17±0,40	0,65±0,04	4,56±0,27	287,29±4,65	143,20±0,28	215,00±4,24	1,85±0,03
Bezostaya-1	Klasik	30	41,34±0,31	0,66±0,01	4,49±0,11	265,30±6,08	142,40±0,57	236,20±3,96	1,98±0,06
		45	41,12±0,62	0,66±0,04	4,53±0,17	249,90±7,21	143,90±0,71	235,10±4,10	1,98±0,04
		60	41,65±0,44	0,66±0,01	4,65±0,11	250,80±4,53	144,50±0,57	234,70±3,82	2,01±0,07
		90	41,67±0,40	0,67±0,01	4,65±0,18	248,30±6,08	145,50±0,42	233,60±3,39	1,98±0,08
		120	42,12±0,47	0,67±0,01	4,71±0,13	233,40±4,38	146,30±0,57	234,20±3,96	2,04±0,07
		150	43,13±0,33	0,68±0,01	4,73±0,17	230,20±5,66	146,20±0,42	231,30±3,82	2,05±0,04
	Ultrason uygulamalı	30	42,55±0,41	0,65±0,01	4,43±0,25	255,40±5,66	142,00±0,42	228,90±3,54	1,95±0,03
		45	42,55±0,48	0,65±0,01	4,45±0,18	228,77±5,32	142,30±0,28	225,91±2,96	1,94±0,01
		60	42,13±0,58	0,66±0,01	4,56±0,21	221,32±3,79	145,00±0,57	224,12±4,41	1,93±0,03
		90	43,54±0,44	0,66±0,01	4,73±0,17	215,72±6,68	146,00±0,71	224,20±2,55	1,94±0,06
		120	44,23±0,31	0,67±0,04	4,79±0,16	218,90±4,38	145,30±0,42	223,10±3,39	1,95±0,06
		150	44,54±0,47	0,68±0,01	4,82±0,16	210,30±4,38	146,30±0,57	221,40±3,68	1,95±0,03
Ortalama			38,29	0,64	4,54	278,89	143,60	226,64	1,92
Minimum-maksimum			32,32-44,54	0,58-0,68	4,15-4,82	210,30-362,10	139,80-146,30	215,00-236,20	1,84-2,05

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4. 30. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin mineral madde miktarlarına ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	Ca		Cu		Fe		K		Mg		P		Zn	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	1	870,40	4575,45**	0,02	39,95**	0,34	13,22**	89896,24	3884,91**	51,51	184,88**	363,14	26,07**	0,15	67,26**
Pişirme metodu (B)	2	6,66	35,01**	0,00	0,49ns	0,04	1,59ns	7547,61	326,17**	12,94	46,45**	1236,02	88,74**	0,02	9,93**
Pişirme süresi (C)	3	39,60	41,63**	0,01	3,97**	0,80	6,24**	9034,20	78,08**	78,11	56,07**	214,58	3,08*	0,00	0,41ns
(AXB)	2	5,44	28,60**	0,00	1,97ns	0,04	1,77ns	161,10	6,96*	6,25	22,44**	3,90	0,28ns	0,00	2,14ns
(BXC)	6	2,71	2,85ns	0,00	0,36ns	0,05	0,38ns	510,11	4,41**	4,17	2,99*	35,32	0,51ns	0,00	0,31ns
(AXC)	3	2,42	2,55ns	0,00	1,08ns	0,01	0,08ns	141,67	1,22ns	3,08	2,21ns	5,92	0,09ns	0,00	0,37ns
(AXBXC)	6	0,62	0,65ns	0,00	0,26ns	0,01	0,05ns	238,23	2,06ns	1,42	1,02ns	3,94	0,06ns	0,00	0,14ns
Hata	24	4,57		0,01		0,62		555,36		6,69		334,29		0,06	
Genel	47	932,42		0,06		1,91		108084,52		164,17		2197,10		0,25	

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

Çizelge 4. 31. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin bazı mineral madde miktarına (mg/100 g) ait ortalamaların karşılaştırılması[1]

Faktör	n	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn
Buğday çeşidi								
Kızıltan-91	24	34,03^{b}	0,62^{b}	4,46^{b}	322,16^{a}	142,57^{b}	223,89^{b}	1,86^{b}
Bezostaya-1	24	42,55^{a}	0,66^{a}	4,62^{a}	235,61^{b}	144,64^{a}	229,39^{a}	1,98^{a}
Pişirme metodu								
Klasik	24	37,92^{b}	0,64^{a}	4,57^{a}	291,43^{a}	144,13^{a}	231,72^{a}	1,94^{a}
Ultrason uygulamalı	24	38,66^{a}	0,64^{a}	4,42^{a}	266,35^{b}	143,09^{b}	221,57^{b}	1,90^{b}
Pişirme süresi (dakika)								
30	8	37,24^{c}	0,62^{c}	4,35^{c}	304,25^{a}	141,58^{d}	230,33^{a}	1,91^{a}
45	8	37,58^{c}	0,63^{bc}	4,40^{bc}	285,87^{b}	142,35^{c}	227,93^{ab}	1,90^{a}
60	8	37,56^{c}	0,64^{abc}	4,54^{ab}	279,77^{c}	143,48^{b}	226,75^{abc}	1,92^{a}
90	8	38,58^{b}	0,65^{ab}	4,63^{a}	273,75^{d}	144,51^{a}	225,98^{bc}	1,92^{a}
120	8	38,98^{b}	0,66^{a}	4,66^{a}	267,60^{e}	144,68^{a}	225,28^{bc}	1,93^{a}
150	8	39,80^{a}	0,66^{a}	4,69^{a}	262,07^{f}	145,05^{a}	223,60^{c}	1,93^{a}

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

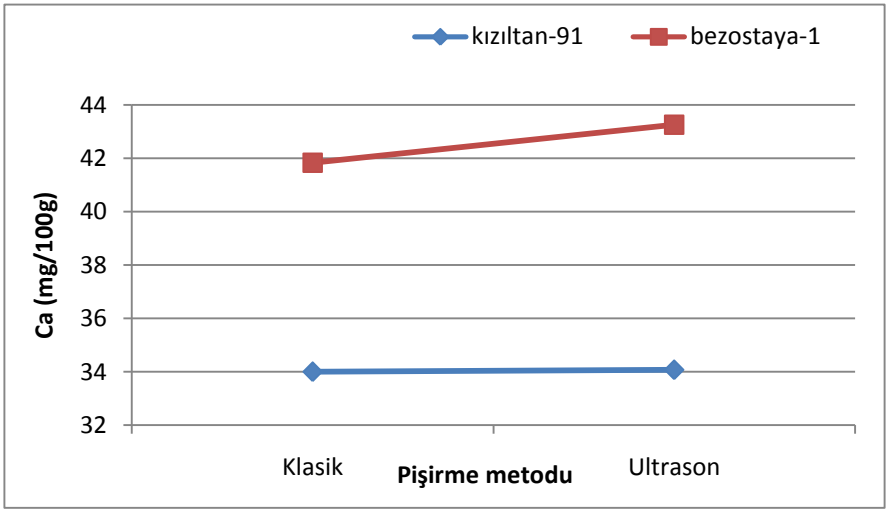
Şekil 4.36'da verilen PKBT'nin Ca miktarı üzerine etkili ($p<0,01$) "*Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu, Ca miktarının Bezostaya-1 buğdayından hazırlanan PKBT'de daha fazla olduğunu, ultrason uygulaması ile kalsiyumca daha zengin olan Bezostaya-1 buğdayından hazırlanan PKBT'de Ca miktarının arttığını göstermektedir. Artışın taneden uzaklaşan kuru madde miktarına bağlı oransal bir artış olduğu düşünülmektedir.

PKBT'nin K miktarı üzerine etkili ($p<0,05$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu Şekil 4.37'de verilmiştir. Ultrason uygulamalı pişirme ile potasyumca daha zengin olan Kızıltan-91 buğday tanelerinde daha fazla olmak üzere her iki buğday çeşidinin de K miktarının azaldığı görülmektedir. Genel değerlendirmede ifade edildiği gibi bu düşüşte K mineralinin eriyebilir kuru madde ile birlikte tane dışına transferi ve ultrason uygulamasının bu transferi hızlandırdığı sonucuna varılmaktadır.

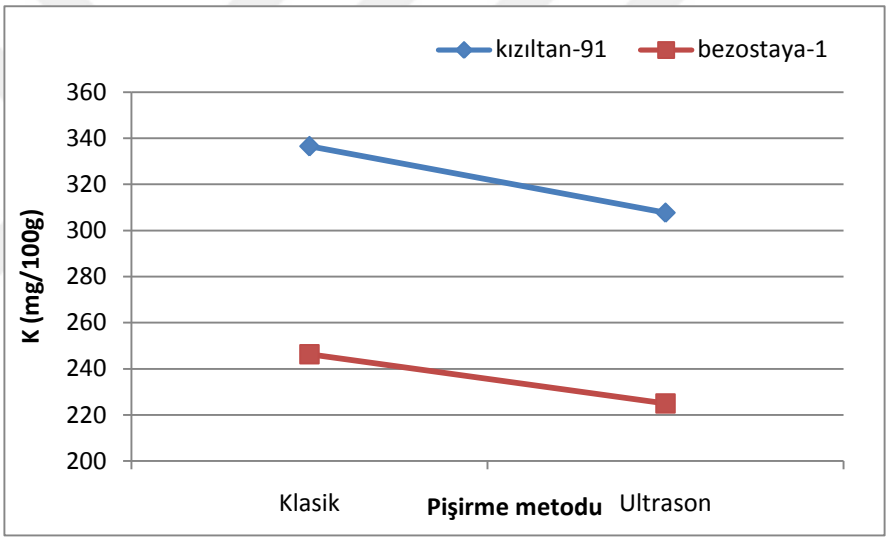
Şekil 4.38'de, PKBT'nin K miktarı üzerine etkili ($p<0,01$) "*Pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu verilmiştir. Buna göre, pişirme süresi arttıkça, PKBT'nin K miktarının ultrason uygulamalı pişirme ile daha fazla olmak üzere azaldığı görülmektedir.

PKBT'nin Mg miktarı üzerine etkili ($p<0,05$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu Şekil 4.39'da verilmiştir. Ultrason uygulamalı pişirme ile her iki buğday çeşidinden hazırlanan PKBT'de de Mg miktarının, K'dakine benzer şekilde ve aynı gerekçelerle (Çizelge 4.36) azaldığı görülmektedir.

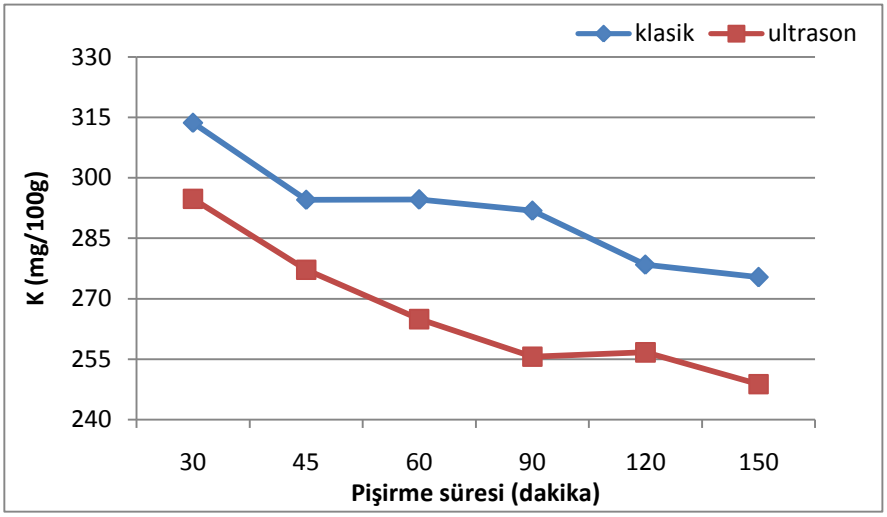
Şekil 4.40'da, PKBT'nin Mg miktarı üzerine etkili ($p<0,01$) *"Pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu verilmiştir. Buna göre, pişirme süresi arttıkça, klasik ve ultrason uygulamalı pişirme metotlarından klasik olanı daha yüksek olmak üzere, her iki uygulamada da PKBT'nin Mg miktarının arttığı görülmektedir. Bu sonuçlar pişirme sırasında uygulanan ultrasonikasyon işleminin, PKBT'de Mg miktarını düşürürken, pişirme süresinin artırıcı etkisi söz konusu olmuştur. Pişirme süresindeki artış, K miktarında düşüşe sebep olurken, Mg için tersine artışa sebep olmuştur.



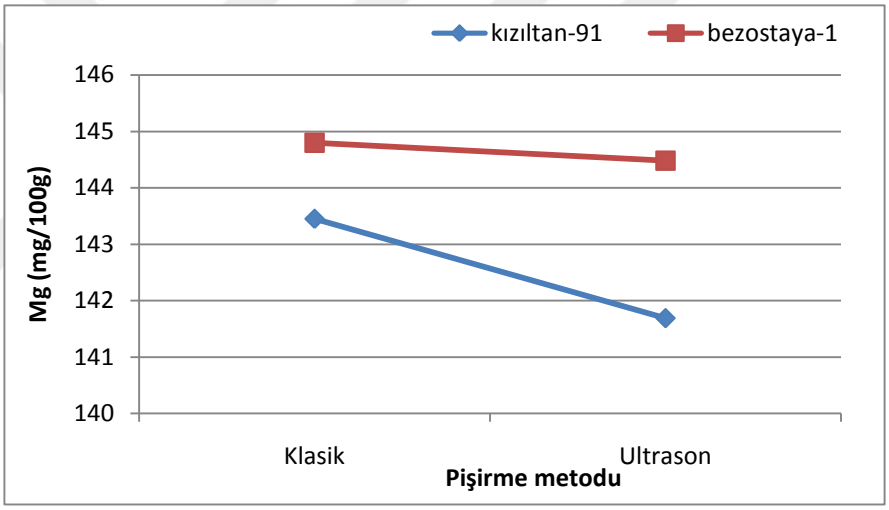
Şekil 4.36. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin Ca değeri üzerine etkili *''Buğday çeşidi x pişirme metodu''* interaksiyonu



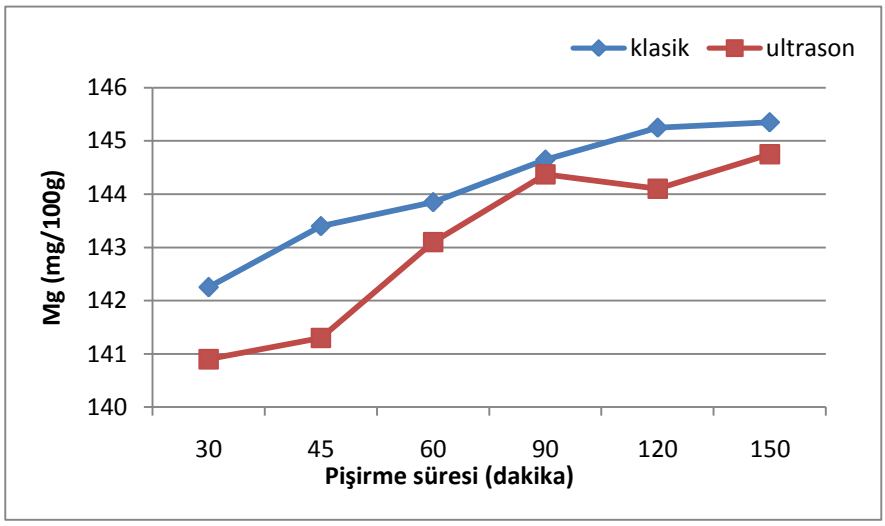
Şekil 4.37. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin K değeri üzerine etkili *''Buğday çeşidi x pişirme metodu''* interaksiyonu



Şekil 4.38. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin K miktarı üzerine etkili *"Pişirme metodu xpişirme süresi"* interaksiyonu



Şekil 4.39. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin Mg miktarı üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu



Şekil 4.40. Pişirilmiş kuru buğday tanelerinin Mg miktarı üzerine etkili "*Pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu

4.2.2.5. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme sularının renk değerleri

L* değeri; farklı uygulamalarla hazırlanan PYBT'nin pişirme sularının renk değerleri sonuçları Çizelge 4.32'de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.33'de, ortalamaların karşılaştırılması ise Çizelge 4.34'de özetlenmiştir.

Pişirme sularının L* değeri 18,50-23,45 arasında değişmiş olup ortalama 21,33 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.32). Varyans analizi sonuçlarına göre buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi faktörleri L* değeri üzerinde önemli ($p<0,01$) etkide bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.34'e göre; Kızıltan-91 buğday tanelerinin pişirme sularının L* değeri 22,10, Bezostaya-1 buğday tanelerinin pişirme sularının L* değeri ise 20,56 olarak bulunmuş ve Bezostaya-1 buğdaylarının pişirme suları parlaklığı Kızıltan-91 buğdaylarının pişirme suyu parlaklığından düşük bulunmuştur. Klasik metotla pişirilen buğday örneklerinin pişirme sularının L* değeri ise ultrason uygulaması ile pişirilen buğday örneklerinin L* değerine göre daha yüksek sonuç vermiştir. Artan pişirme süresi 90. dakikadan sonra pişirme sularının L* değerini düşürmüştür (Çizelge 4.34).

Çizelge.4.32. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme sularının renk değerleri[1]

Buğday çeşidi	Pişirme metodu	Pişirme süresi (dakika)	L*	a*	b*	SI	Hue
Kızıltan-91	Klasik	30	23,11±0,86	3,45±0,42	0,69±0,37	3,52±0,49	10,99±4,56
		45	23,21±0,88	3,55±0,41	0,70±0,41	3,63±0,48	10,81±5,15
		60	23,40±0,85	3,55±0,44	0,98±0,38	3,69±0,52	15,15±3,95
		90	23,45±0,78	3,72±0,40	1,41±0,44	3,98±0,53	20,50±3,91
		120	23,11±0,85	3,31±0,27	1,58±0,40	3,67±0,41	25,30±3,80
		150	21,12±0,68	3,13±0,28	1,69±0,37	3,56±0,42	28,18±3,07
	Ultrason uygulamalı	30	22,44±0,62	4,50±0,44	7,51±0,44	8,76±0,60	59,10±0,99
		45	22,12±0,52	4,51±0,41	7,93±0,31	9,12±0,47	60,41±1,27
		60	21,68±0,47	4,71±0,41	7,54±0,42	8,89±0,58	58,03±0,78
		90	21,46±0,65	4,14±0,42	7,52±0,48	8,58±0,63	61,20±0,81
		120	20,72±0,88	4,36±0,34	8,63±0,38	9,67±0,49	63,22±2,58
		150	19,37±0,75	4,32±0,40	8,90±0,49	9,89±0,62	64,13±1,82
Bezostaya-1	Klasik	30	22,08±0,48	4,62±0,40	2,06±0,42	5,06±0,53	23,90±0,91
		45	22,12±0,57	4,78±0,30	2,41±0,34	5,35±0,42	26,69±0,66
		60	22,93±0,58	4,26±0,42	2,97±0,40	5,19±0,57	34,83±1,27
		90	22,08±0,47	4,63±0,37	3,12±0,33	5,58±0,49	33,95±1,88
		120	21,55±0,78	4,71±0,40	3,23±0,42	5,71±0,57	34,38±1,27
		150	19,23±0,52	4,14±0,40	3,59±0,58	5,48±0,68	40,81±1,88
	Ultrason uygulamalı	30	20,03±0,57	6,21±0,42	8,93±0,31	10,88±0,50	55,21±0,90
		45	20,13±0,58	6,22±0,40	8,59±0,30	10,61±0,47	54,11±0,79
		60	19,61±0,55	6,42±0,41	9,30±0,35	11,30±0,52	55,40±0,69
		90	19,13±0,52	6,45±0,41	9,38±0,42	11,38±0,58	55,50±0,49
		120	19,32±0,57	6,65±0,35	9,59±0,40	11,67±0,53	55,27±0,32
		150	18,50±0,71	6,57±0,33	9,63±0,47	11,66±0,57	55,70±0,03
Ortalama			21,33	4,7	5,33	7,37	41,78
Minimum-maksimum			18,50-23,45	3,13-6,65	0,69-9,63	3,52-11,67	10,81-64,13

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge.4.33. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme sularının renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	1	28,46	63,90**	28,24	187,89**	26,17	158,47**	43,75	154,46**	197,56	37,62**
Pişirme metodu (B)	2	43,62	97,94**	24,68	164,19**	520,35	3151,23**	385,09	1359,52**	12790,43	2435,61**
Pişirme süresi (C)	3	33,65	15,11**	0,28	0,38ns	8,40	10,18**	2,57	1,81ns	586,29	22,33**
(AXB)	2	1,12	2,51ns	2,57	17,08**	0,72	4,36*	0,42	1,48ns	1170,60	222,91**
(BXC)	6	3,47	1,56ns	0,73	0,96ns	0,56	0,67ns	1,53	1,08ns	300,42	11,44**
(AXC)	3	0,46	0,21ns	0,46	0,61ns	0,80	0,97ns	0,40	0,29ns	73,51	2,80*
(AXBXC)	6	2,51	1,13ns	0,34	0,45ns	0,79	0,96ns	0,92	0,65ns	15,34	0,58ns
Hata	24	10,69		3,61		3,96		6,80		126,03	
Genel	47	123,99		60,91		561,75		441,48		15260,18	

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

Çizelge 4.34. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme sularının renk değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması[1]

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Buğday çeşidi						
Kızıltan-91	24	22,10^{a}	3,94^{b}	4,59^{b}	6,41^{b}	39,75^{b}
Bezostaya-1	24	20,56^{b}	5,47^{a}	6,07^{a}	8,32^{a}	43,81^{a}
Pişirme metodu						
Klasik	24	22,28^{a}	3,99^{b}	2,04^{b}	4,54^{b}	25,46^{b}
Ultrason uygulamalı	24	20,37^{b}	5,42^{a}	8,62^{a}	10,20^{a}	58,11^{a}
Pişirme süresi (dakika)						
30	8	21,92^{a}	4,70^{a}	4,80^{d}	7,05^{b}	37,30^{d}
45	8	21,90^{a}	4,77^{a}	4,91^{d}	7,18^{ab}	38,00^{d}
60	8	21,91^{a}	4,74^{a}	5,20^{cd}	7,27^{ab}	40,85^{c}
90	8	21,53^{ab}	4,74^{a}	5,36^{bc}	7,38^{ab}	42,79^{bc}
120	8	21,18^{b}	4,76^{a}	5,76^{ab}	7,68^{a}	44,54^{b}
150	8	19,56^{c}	4,54^{a}	5,95^{a}	7,65^{a}	47,21^{a}

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

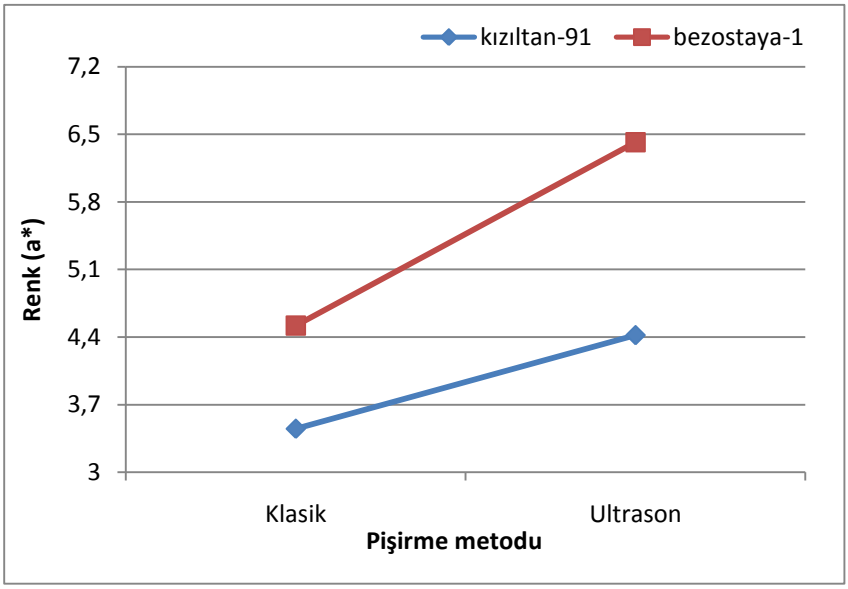
PYBT'nin L* değeri artan pişirme süresi ile artış gösterirken, pişirme sularının L* değeri 90. dakikanın üzerinde uygulanan pişirme süresiyle azalış göstermektedir (Çizelge 4.19, Çizelge 4.34). Bu sonuçlar da pişirme sırasında uygulama süresinden kaynaklı pişirme suyuna geçen kuru madde miktarının, her iki metotda da arttığını göstermektedir.

a* değeri; deneme desenine göre elde edilen PYBT'nin pişirme sularının a* değeri 3,13-6,65 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.32). PYBT'nin pişirme sularının a* değeri üzerinde buğday çeşidi ve pişirme metodu faktörleri önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Ortalamaların karşılaştırılması sonuçlarına göre Kızıltan-91 buğday tanelerinin pişirme sularının a* değeri (3,94), Bezostaya-1 buğday tanelerinin pişirme sularının a* değerinden (5,47) daha düşük bulunmuştur. Pişirme metotlarından ultrason uygulamalı pişirme ile elde edilen pişirme sularının a* değeri, klasik pişirme ile elde edilen pişirme sularının a* değerinden daha yüksek sonuç vermiştir. Artan pişirme süresi ile pişirme sularının a* değerinde yani kırmızılıkta önemli bir değişim görülmemiştir (Çizelge 4.34).

PYBT'nin pişirme sularının a* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu Şekil 4.41'de verilmiştir. Bezostaya-1 buğday tanelerinin pişirme sularının a* değerinin, Kızıltan-1 buğday tanelerinin pişirme sularına göre daha yüksek olduğu, her iki buğday çeşidinin pişirme sularının da a* değerinin, Bezostaya-1 buğday tanelerinde daha fazla olmak üzere ultrason uygulamalı pişirme metoduyla arttığı görülmektedir. Bezostaya-1 buğdayına ait pişirme suyu kırmızılığındaki bu yüksek artışın suya transfer olan kırmızı renk pigmentlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

b* değeri; PYBT'nin pişirme sularının b* yani sarılık değerleri 0,69-9,63 arasında değişim göstermiş olup, ortalama 5,33 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.32). Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.33'de özetlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi faktörleri b* değeri üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.



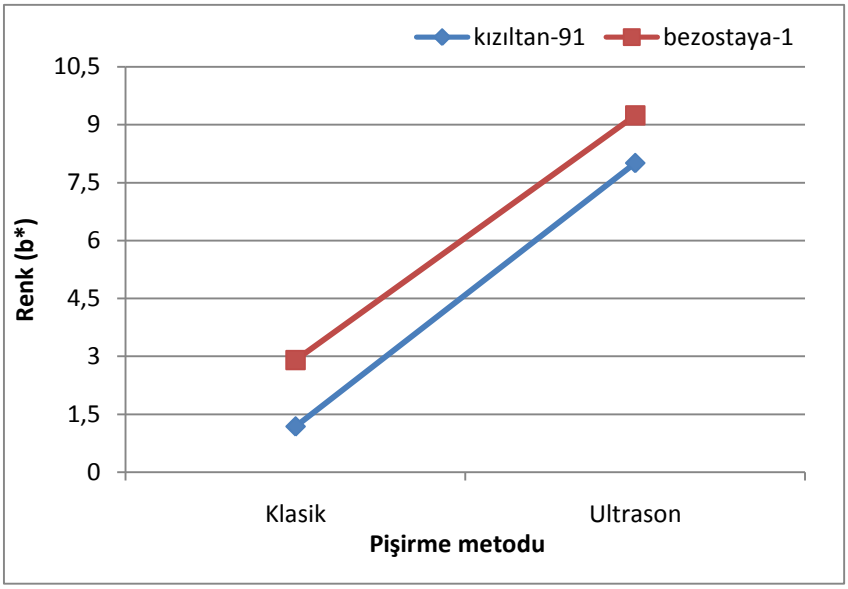
Şekil 4.41. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme sularının a* değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu

Ortalamaların karşılaştırma sonuçlarına göre; Kızıltan-91 buğday tanelerinin pişirme sularının b* değeri (4,59), Bezostaya-1 buğday tanelerinin pişirme sularının b* değerinden (6,07) düşük bulunmuştur. Bu sonuçtan Bezostaya-1 buğdaylarında sarı renk faktörlerinin de pişirme suyuna daha kolay transfer olduğu sonucu çıkarılabilir.

Pişirme metotlarından ultrason uygulamalı pişirme ile elde edilen pişirme sularının b* değeri, klasik pişirme ile elde edilen pişirme sularının b* değerinden daha yüksek çıkmıştır.

90 dakikanın üzerindeki pişirme süresi ile pişirme sularının b* değerinde artış görülmüştür (Çizelge 4.34). Kırmızı renk değerlerinde görülmeyen bu değişime, sarı renkte rastlanması Maillard reaksiyonu dışı etkenleri işaret etmekte olup, pişirme süresinin uzaması ile birlikte muhtemelen sarı renk pigmentlerinin tane dışına taşınmış olabileceğini göstermektedir.

Şekil 4.42'de, PYBT'nin pişirme sularının b* değeri üzerine etkili ($p<0,05$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu verilmiştir. Bezostaya-1 buğday tanelerinin pişirme sularının b* değeri, Kızıltan-91 buğday tanelerinin pişirme sularına göre daha yüksek olup; her iki buğday çeşidinin pişirme suyu b* değerinin ultrason uygulamalı pişirme ile arttığı görülmektedir.



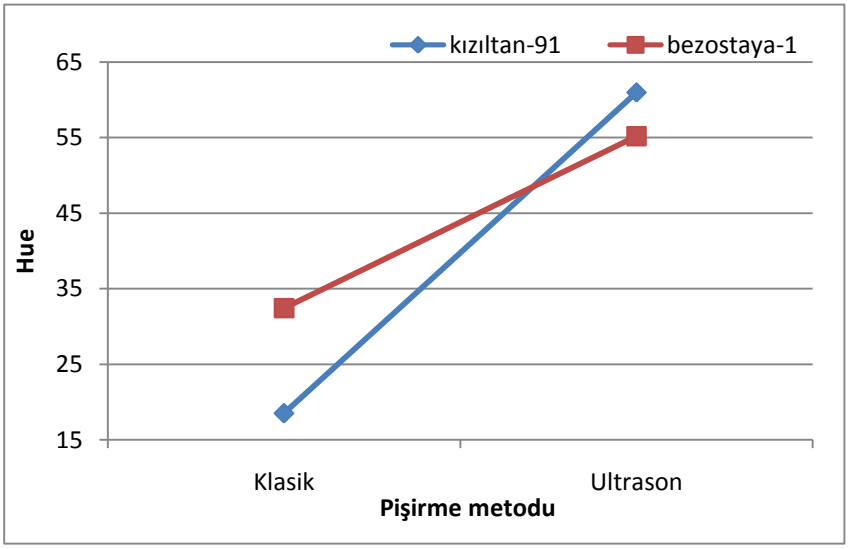
Şekil 4.42. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme sularının b* değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu

SI ve Hue değerleri; deneme desenine göre elde edilen PYBT'nin pişirme sularının SI ve Hue değerleri ortalamaları sırasıyla 7,37 ve 41,78 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.32). Varyans analizi sonuçlarına göre SI değeri üzerinde buğday çeşidi ve pişirme metodu; Hue değeri üzerinde buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.33).

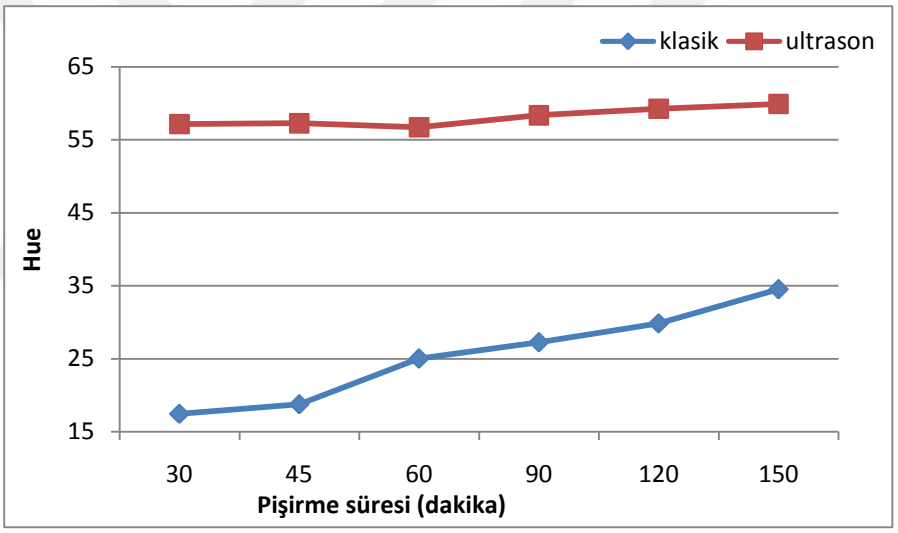
Çizelge 4.34'e göre; Bezostaya-1 buğday tanelerinin pişirme sularının SI ve Hue değerleri (8,32 ve 43,81) sonuçları, Kızıltan-91 buğday tanelerinin pişirme sularının SI ve Hue değerlerinden (6,41 ve 39,75) daha yüksek bulunmuştur. Ultrason uygulamalı pişirme daha yüksek SI ve Hue değeri verirken, yüksek pişirme süresi kullanımı SI ve Hue değerlerinde artışa neden olmuştur (Çizelge 4.34).

Pişirme sularının Hue değeri üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu Şekil 4.43'de verilmiştir. Ultrason uygulamalı pişirme ile her iki buğday çeşidinin pişirme sularının Hue değerinin arttığı görülmektedir.

Şekil 4.44'de PYBT'nin pişirme sularının Hue değeri üzerine etkili ($p<0,01$) *"Pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu verilmiştir. Buna göre, pişirme süresi arttıkça, klasik ve ultrason uygulamalı pişirme metotlarından ultrason uygulamalı pişirme ile daha yüksek olmak üzere, her iki pişirme metodunda da Hue değerinin arttığı görülmektedir.

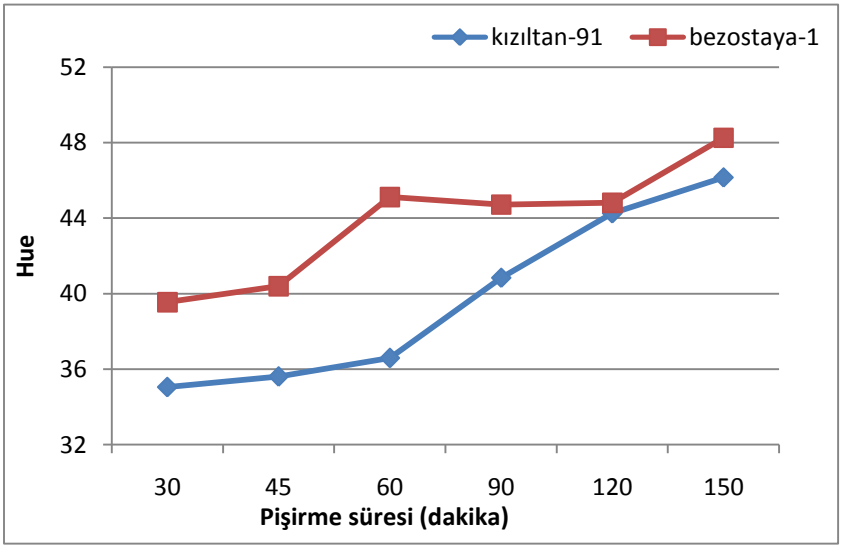


Şekil 4.43. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme sularının Hue değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu



Şekil 4.44. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme sularının Hue değeri üzerine etkili *"Pişirme metodu x pişirme süresi"* interaksiyonu

PYBT'nin pişirme sularının Hue değeri üzerine etkili ($p<0,05$) *"Buğday çeşidi x pişirme süresi"* interaksiyonunun gidişi Şekil 4.45'de verilmiştir. Bu sonuçlar, Bezostaya-1 buğdaylarının pişirme sularının Hue değerinin, Kızıltan-91 buğdaylarına göre daha yüksek olduğunu ve artan pişirme süresi ile Hue değerinin arttığını göstermektedir. 150 dakikalık pişirme süresi sonunda iki buğday çeşidinin pişirme suları Hue değeri arasındaki fark çok azalmaktadır.



Şekil 4.45. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme sularının Hue değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme süresi"* interaksiyonu

4.2.2.6. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme suyuna geçen kuru madde miktarı ve su absorbsiyonu

Deneme desenine göre hazırlanan PYBT'nin pişirme suyuna geçen kuru madde miktarı ve tanenin su absorbsiyonu değerleri ortalamaları sırasıyla %0,74 ve %116,39 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.35). Pişirilen buğday örneklerinin varyans analizi sonuçlarına göre suya geçen kuru madde miktarı değeri üzerinde buğday çeşidi ve pişirme süresi; su absorbsiyon değeri üzerinde ise buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.36).

Bezostaya-1 buğday taneleri, Kızıltan-91 buğday tanelerine göre daha yüksek pişirme suyuna geçen kuru madde miktarı ve daha düşük su absorbsiyonu değeri vermiştir. Pişirme metodu, suya geçen kuru madde miktarında değişime neden olmamıştır. Pişirme süresindeki artış suya geçen kuru madde miktarını azaltmıştır. Ultrason uygulamalı pişirme ve artan pişirme süresi su absorbsiyonunu artırmıştır (Çizelge 4.37).

Ozmotik kurutma yöntemi ile kurutulan gıda maddelerinin; yüksek derişimli çözeltiler içine konması aşamasında kullanılan ultrason uygulaması daha hızlı su çıkışına sebep olurken aynı zamanda çözeltide çözünen maddelerin de gıdaya daha hızlı difüzyonuna sebep olmaktadır (Floras ve Liang, 1994).

Çizelge 4.35. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme suyuna geçen kuru madde miktarları ve tanenin su absorbsiyonu değerleri[1]

Buğday çeşidi	Pişirme metodu	Pişirme süresi (dakika)	SGKM (%)	Su absorbsiyonu (%)
Kızıltan-91	Klasik	30	0,78±0,11	91,66±2,52
		45	0,80±0,07	101,78±2,38
		60	0,70±0,07	109,24±2,42
		90	0,78±0,10	123,00±2,52
		120	0,56±0,06	139,86±2,59
		150	0,55±0,08	144,64±2,38
	Ultrason uygulamalı	30	0,80±0,08	105,02±2,59
		45	0,68±0,06	114,44±2,56
		60	0,72±0,06	121,90±2,52
		90	0,74±0,06	133,64±2,5
		120	0,58±0,07	149,56±2,36
		150	0,55±0,06	154,12±2,40
Bezostaya-1	Klasik	30	0,82±0,06	74,56±2,36
		45	0,84±0,07	84,60±2,57
		60	0,70±0,06	96,24±2,46
		90	0,72±0,07	102,60±2,52
		120	0,96±0,08	111,20±2,53
		150	0,87±0,08	120,60±2,50
	Ultrason uygulamalı	30	0,82±0,07	89,50±2,57
		45	0,84±0,06	103,74±2,42
		60	0,82±0,06	110,90±2,32
		90	0,70±0,06	124,40±2,43
		120	0,78±0,06	139,88±2,32
		150	0,75±0,07	146,21±2,35
Ortalama			0,74	116,39
Minimum- maksimum			0,55-0,96	74,56-154,12

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı

Bayram (1997) yapmış olduğu çalışmada; geleneksel pişirme yöntemiyle buğday örneklerinin pişirmesinde, 87 °C, 92 °C ve 97 °C sıcaklıklarda artan süreyle nem oranlarının arttığını; dolayısıyla su absorbsiyonlarının da arttığı gözlemlemiştir.

PYBT'nin pişirme suyuna geçen kuru madde miktarı değeri üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x pişirme süresi"* interaksiyonu Şekil 4.46'da verilmiştir. Ultrason uygulaması ile pişirilen her iki buğday çeşidinin de pişirme suyuna geçen kuru madde miktarı değerinin, 90 dakikaya kadar önemli değişiklikler göstermezken; Bezostaya-1 buğday çeşidinin suyuna geçen kuru madde miktarı değeri 90 dakikadan sonra hızlıca artmış, Kızıltan-91 buğday çeşidinin suyuna geçen kuru madde miktarı değeri ise hızlıca düşüş göstermiştir.

Çizelge 4.36. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme suyuna geçen kuru madde madde miktarları ve tanenin su absorbsiyonu değerlerine ait varyans analizi sonuçları

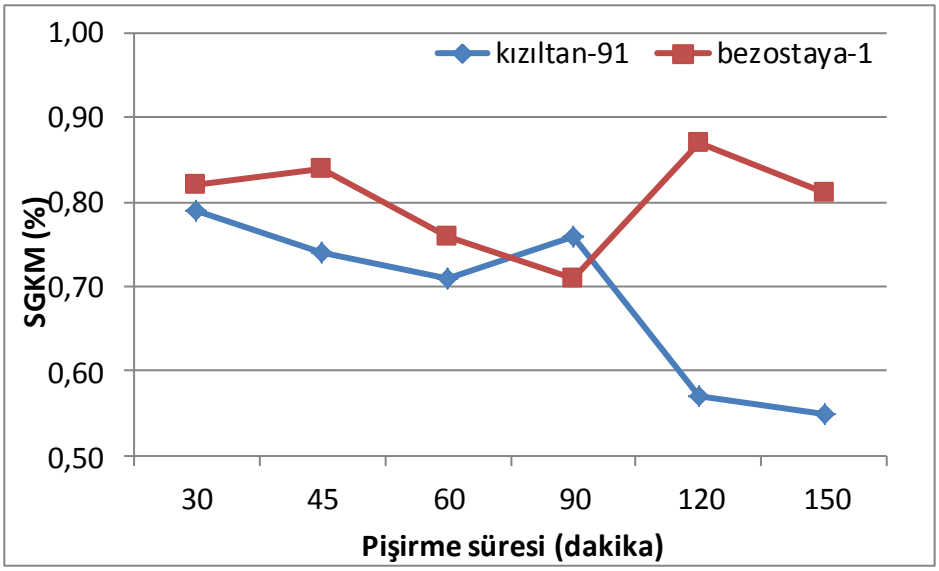
VK	SD	SGKM		Su absorbsiyonu	
		KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)		0,16	31,32**	2834,54	467,08**
Pişirme metodu (B)		0,01	1,48ns	3114,71	513,25**
Pişirme süresi (C)		0,09	3,37*	15698,66	517,37**
(AXB)		0,00	0,16ns	264,42	43,57**
(BXC)		0,03	1,24ns	42,89	1,41ns
(AXC)		0,19	7,43**	58,79	1,93ns
(AXBXC)		0,04	1,53ns	132,30	4,36**
Hata		0,12		145,65	
Genel		0,63		22291,96	

* p< 0,05 düzeyinde önemli, ** p< 0,01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz. SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı

Çizelge 4.37. Pişirilmiş yaş buğday tanelerinin pişirme suyuna geçen kuru madde madde miktarları ve tanenin su absorbsiyonu değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması[1]

	n	SGKM (%)	Su absorbsiyonu (%)
Buğday çeşidi			
Kızıltan-91	24	0,69^{b}	124,07^{a}
Bezostaya-1	24	0,80^{a}	108,70^{b}
Pişirme metodu			
Klasik	24	0,76^{a}	108,33^{b}
Ultrason uygulamalı	24	0,73^{a}	124,44^{a}
Pişirme süresi (dakika)			
30	8	0,81^{a}	90,19^{f}
45	8	0,79^{ab}	101,14^{e}
60	8	0,74^{abc}	109,57^{d}
90	8	0,74^{abc}	120,91^{c}
120	8	0,72^{bc}	135,13^{b}
150	8	0,68^{c}	141,39^{a}

[1] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05). SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı



Şekil 4.46. Pişirilen buğdayların suya geçen kuru madde miktar (SGKM) değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme süresi"* interaksiyonu

Genel bir bakış açısı ile pişirme sırasında suya geçen kuru madde; daha yumuşak yapılı olan Bezostaya-1 buğday taneleri, Kızıltan-91 buğday tanelerine göre suya daha fazla kuru madde vermiştir. Pişirme sırasında, Kızıltan-91 buğday taneleri, Bezostaya-1 buğday tanelerine göre çok daha fazla su absorbe etmiştir. Ultrason uygulamalı pişirme, klasik pişirmeye göre daha fazla su absorbsiyonu sağlamıştır. Kızıltan-91 buğday tanelerinin yüksek su absorbsiyonuna karşılık, suya geçen kuru maddesi daha düşük çıkmıştır.

4.2.3. Bulgur üretimi denemeleri

4.2.3.1. Bulgur verimi

Tane ve kırık bulgur örneklerinin kuru madde üzerinden bulgur verimi sonuçları Çizelge 4.38'de, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.39'da, ortalamaların karşılaştırılması ise Çizelge 4.40'da özetlenmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; tane bulgur verimi üzerinde buğday çeşidinin $p<0,05$ düzeyinde, pişirme süresinin ise $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Kırık bulgur verimi üzerinde buğday çeşidi ve pişirme süresi faktörleri $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.39). Tane bulgur verimi ise buğday çeşidi, pişirme metodu ve pişirme süresi faktörlerinden etkilenmemiştir.

Çizelge 4.40'a göre; Bezostaya-1 buğdayının Kızıltan-91 örneklerinden daha yüksek kırık bulgur verimi verdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.40). Kızıltan-91 buğdayındaki kırık bulgur verimi düşüşü muhtemelen elek altı materyalin yüksekliğinden yani 0,5 mm altı un şeklinde kırma kaybı yüksekliğinden kaynaklanmaktadır. Ultrason uygulamalı pişirme metodu, klasik pişirme metoduna göre tane bulgur verimi ve kırık bulgur verimini istatistiki olarak değiştirmemiştir. 120 dakikanın üzerindeki pişirme süresi tane bulgur verimini düşürürken, özellikle yüksek pişirme süreleri kırık bulgur verimini düşürmüştür. Bu da yüksek pişirme süresinin elek altı miktarını artırdığına işarettir (Çizelge 4.40).

Çizelge 4. 38. Tane ve kırık (0,5 mm üstü) bulgur örneklerinin kuru madde üzerinden bulgur verimi değerleri[1]

Buğday çeşidi	**Pişirme metodu**	**Pişirme süresi (dakika)**	**Tane bulgur verimi (% KM)**	**Kırık bulgur verimi (0,5 mm üstü) (% KM)**
Kızıltan-91	**Klasik**	30	97,57±0,92	94,04±0,95
		45	97,55±0,49	91,42±0,72
		60	97,66±0,52	94,13±0,98
		90	97,57±0,47	92,31±0,88
		120	97,82±0,79	92,17±0,83
		150	97,55±0,76	92,13±0,79
	Ultrason uygulamalı	30	97,56±0,51	93,34±0,51
		45	97,70±0,65	92,73±0,47
		60	97,65±0,92	93,96±0,78
		90	97,63±0,58	93,58±0,96
		120	97,81±0,89	92,68±0,88
		150	97,85±0,79	92,20±0,72
Bezostaya-1	**Klasik**	30	97,53±0,98	94,74±0,96
		45	97,51±0,88	93,86±0,52
		60	97,66±0,86	94,56±0,99
		90	97,62±0,59	94,37±0,81
		120	97,37±0,79	93,19±0,98
		150	95,49±0,76	93,55±0,48
	Ultrason uygulamalı	30	97,54±0,45	94,64±0,69
		45	97,52±0,45	94,19±0,55
		60	97,54±0,55	94,20±0,58
		90	97,67±0,99	94,83±0,48
		120	97,59±0,83	93,92±0,45
		150	94,38±0,83	93,22±0,88
Ortalama			97,39	93,50
Minimum-maksimum			97,37-97,82	91,42-94,83

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4. 39. Tane ve kırık (0,5 mm üstü) bulgur örneklerinin kuru madde üzerinden bulgur verimi değerlerinin varyans analizi sonuçları[1]

VK SD	Tane bulgur verimi		Kırık bulgur verimi (0,5 mm üstü)	
	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	3,52	6,43*	17,71	30,16**
Pişirme metodu (B)	0,11	0,20ns	1,04	1,77ns
Pişirme süresi (C)	11,08	4,05**	16,37	5,57**
(AXB)	0,16	0,30ns	0,05	0,08ns
(BXC)	0,27	0,10ns	3,06	1,04ns
(AXC)	12,03	4,39**	3,12	1,06ns
(AXBXC)	0,87	0,32ns	1,06	0,36ns
Hata	13,15		14,10	
Genel	41,19		56,52	

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

Çizelge 4. 40. Tane ve kırık (0,5 mm üstü) bulgur örneklerinin kuru madde üzerinden bulgur verimi ortalamalarının karşılaştırılması[1]

	n	Tane bulgur verimi (%KM)	Kırık bulgur verimi (0,5 mm üstü) (%KM)
Buğday çeşidi			
Kızıltan-91	24	97,66^{a}	92,89^{b}
Bezostaya-1	24	97,12^{b}	94,11^{a}
Pişirme metodu			
Klasik	24	97,34^{a}	93,35^{a}
Ultrason uygulamalı	24	97,44^{a}	93,65^{a}
Pişirme süresi (dakika)			
30	8	97,55^{a}	94,19^{a}
45	8	97,57^{a}	93,05^{bc}
60	8	97,62^{a}	94,21^{a}
90	8	97,63^{a}	93,77^{ab}
120	8	97,65^{a}	92,99^{bc}
150	8	96,32^{b}	92,77^{c}

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

4.2.3.2. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin kalitatif özellikleri

4.2.3.2.1. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin renk değerleri

Islatma ve pişirme denemeleri neticesinde en iyi sonuç veren 90 dakika ultrason uygulamalı ve 120 dakika klasik pişirilmiş, kurutulmuş ve kırılmış; 2,5-2,8 mm, 2,0-2,5 mm arası ve 0,5 mm altı olarak sınıflandırılan bulgur örneklerinin renk değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.41'de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.42'de, ortalamaların karşılaştırılması sonuçları ise Çizelge 4.43'de özetlenmiştir.

Çizelge 4. 41. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin renk değerleri[1]

Buğday çeşidi	Pişirme metodu	İrilik aralığı (mm)	L*	a*	b*	SI	Hue
Kızıltan-91	120 dk klasik	2,5-2,8	55,43±0,09	3,69±0,06	23,99±0,09	24,27±0,10	81,26±0,12
		2,0-2,5	56,94±0,13	3,56±0,08	24,49±0,05	24,75±0,06	81,73±0,16
		0,5 altı	73,57±0,09	3,21±0,07	27,47±0,06	27,66±0,06	83,34±0,13
	90 dk ultrason uygulamalı	2,5-2,8	57,64±0,08	3,40±0,07	25,22±0,06	25,45±0,07	82,32±0,14
		2,0-2,5	59,21±0,08	3,42±0,06	25,92±0,07	26,14±0,08	82,48±0,10
		0,5 altı	75,09±0,10	3,02±0,05	28,07±0,08	28,23±0,08	83,86±0,08
Bezostaya-1	120 dk klasik	2,5-2,8	46,23±0,14	6,72±0,06	17,10±±0,07	18,37±0,09	68,55±0,10
		2,0-2,5	47,12±0,08	6,65±0,07	16,79±0,05	18,06±0,07	68,39±0,15
		0,5 altı	66,53±0,15	4,61±0,08	23,60±0,06	24,05±0,07	78,95±0,17
	90 dk ultrason uygulamalı	2,5-2,8	47,90±0,10	5,83±0,05	15,41±0,07	16,48±0,08	69,28±0,07
		2,0-2,5	48,23±0,12	5,59±0,06	16,27±0,09	17,20±0,11	71,04±0,08
		0,5 altı	68,07±0,13	4,54±0,08	24,20±0,06	24,62±0,08	79,37±0,15
Ortalama			58,50	4,52	22,38	22,94	77,55
Minimum-maksimum			46,23-75,09	3,02-6,72	15,41-28,07	16,48-28,23	68,39-83,86

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.42. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)		482,41	38890,7**	31,01	6929,22**	291,07	61819,61**	237,15	36823,72**	588,22	36799,69**
Pişirme metodu (B)		17,75	1431,00**	1,16	259,58**	0,45	96,37**	0,16	24,44**	6,30	394,23**
İrilik aralığı (C)		1825,52	73584,89**	5,51	615,82**	144,22	15315,11**	123,45	9584,13**	177,49	5552,02**
(AXB)		0,47	37,92**	0,33	73,00**	3,95	839,54**	4,73	733,75**	0,35	22,19**
(BXC)		0,17	6,8848*	0,29	32,22**	0,79	83,48**	0,91	70,80**	1,55	48,36**
(AXC)		12,12	488,42**	1,99	222,85**	28,84	3062,94**	21,64	1679,79**	89,84	2810,30**
(AXBXC)		0,35	14,04**	0,28	31,70**	2,21	234,86**	2,53	196,72**	1,49	46,74**
Hata	12	0,15		0,05		0,06		0,08		0,19	
Genel	23	2338,93		40,63		471,59		390,64		865,43	

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

Çizelge 4.43. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin renk değerleri ortalamalarının karşılaştırılması[1]

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Buğday çeşidi						
Kızıltan-91	12	62,98^{a}	3,38^{b}	25,86^{a}	26,08^{a}	82,50^{a}
Bezostaya-1	12	54,01^{b}	5,66^{a}	18,90^{b}	19,80^{b}	72,60^{b}
Pişirme metodu						
120 dk klasik	12	57,64^{b}	4,74^{a}	22,24^{b}	22,86^{b}	77,03^{b}
90 dk ultrason uygulamalı	12	59,36^{a}	4,30^{b}	22,52^{a}	23,02^{a}	78,06^{a}
İrilik aralığı (mm)						
2,5-2,8	8	51,80^{c}	4,91^{a}	20,43^{c}	21,14^{c}	75,35^{c}
2,0-2,5	8	52,88^{b}	4,81^{b}	20,87^{b}	21,54^{b}	75,91^{b}
0,5 altı	8	70,82^{a}	3,85^{c}	25,84^{a}	26,14^{a}	81,38^{a}

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

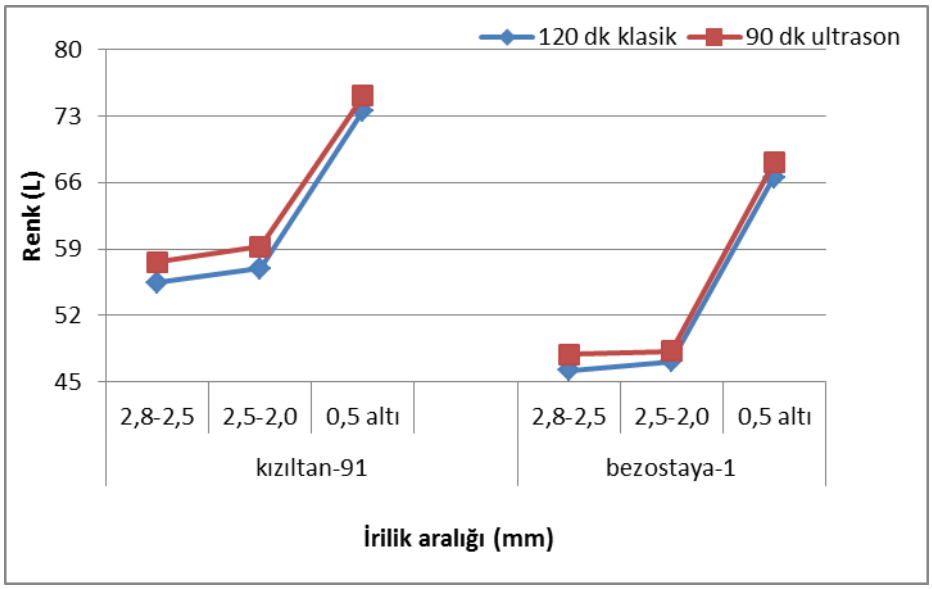
L* değeri; öğütülen buğday örneklerinin L* değerleri 46,23-75,09 arasında değişim göstermiş olup ortalama 58,50 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.41). Varyans analizi sonuçlarına göre L* değeri üzerinde buğday çeşidi, pişirme metodu ve irilik aralığı faktörleri önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili bulunmuştur (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.43'e göre; öğütme sonrası Kızıltan-91 bulgurlarının L* değeri (62,98), Bezostaya-1 bulgurlarının L* değerinden (54,01) daha yüksek bulunmuştur. Hammadde analizi sonuçlarıyla karşılaştırıldığında her iki buğday çeşidinin örneklerinde de kırık bulgur örneklerinin L* değerinin arttığı görülmektedir (Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.41). Genel anlamda bakıldığında buğday tanesinin pişirilip kırılması sonucu açığa çıkan unsu-beyaz tanecik yüzeylerinin ürün beyazlığına paralel olarak parlaklığı da artırdığı söylenebilir.

Bulgurun L* değeri, pişirme metodu açısından değerlendirildiğinde; ultrason uygulamalı pişirme ile üretilen bulgurların L* değeri, klasik pişirme ile üretilen bulgurlardan daha yüksek bulunmuştur. Kırılıp sınıflandırılan bulgurlarda partikül boyutu azaldıkça, L* değerinin arttığı görülmektedir.

Bulgurda veya haşlanmış pirinçteki renk değişimi, indirgen şekerlerle amino asitler arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonundan ve sıcaklıkla pigment maddelerin yıkımından kaynaklanmaktadır (Bhattacharya ve Ali, 1985; Özboy ve Koksel, 1998; Özboy, 1998). Bilgiçli (2009) baklagil bulgurları üzerinde yaptığı çalışmada, pişirme ile bulgurlarda hammaddeye göre L* değerinin azalırken, b* değerinin arttığını bulmuştur. İnceer (2011), mısır bulgurları üzerinde yaptığı çalışmada, bulgur partikül boyutu azaldıkça L* ve b* değerinin arttığını, a* değerinin ise düştüğünü belirtmiştir.

Şekil 4.47'de verilen bulgurların L* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu, Kızıltan-91 buğdayının daha parlak bulgur verdiğini, her iki buğday çeşidinde de ultrason uygulamalı pişirme ile bulgurların L* değerinin daha yüksek olduğunu ve partikül boyutu azaldıkça L* değerinin arttığını göstermektedir. Sonuçlar, görüntü açısından Kızıltan-91 buğdayının ve ultrason uygulamalı pişirmenin aynı irilik sınıflarında en iyi sonucu verdiğini, boyut küçülmesine bağlı renkteki ağarmanın etkisi ile L* değerinin arttığını göstermektedir.

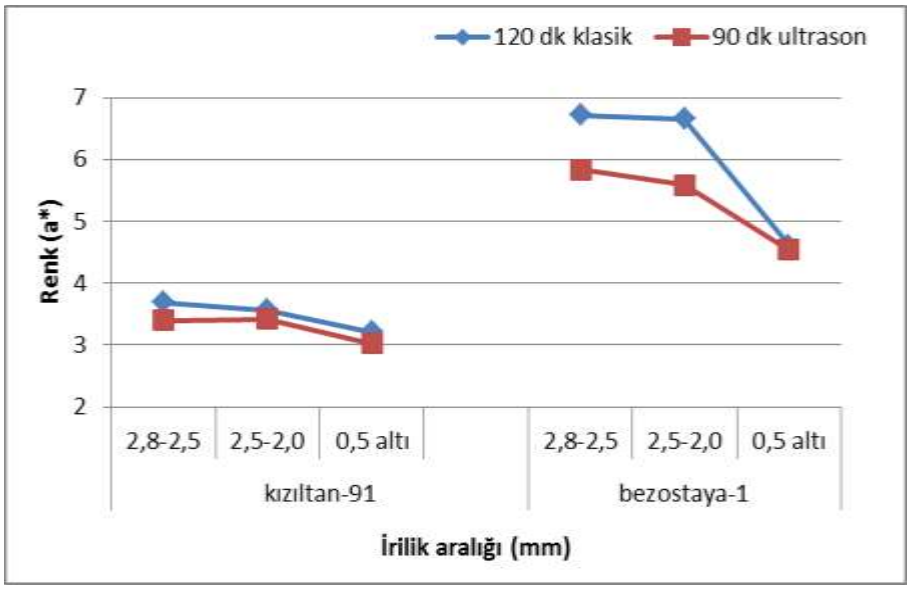


Şekil 4.47. Bulguların L* değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu

a* değeri; kırılarak sınıflandırılmış bulguların a* değerleri incelendiğinde, bulguların ortalama a* değeri 4,52 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.41). Bulguların a* değeri üzerinde buğday çeşidi, pişirme metodu ve irilik aralığı faktörleri önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.42).

Bezostaya-1 buğdayının bulguları daha yüksek a* yani kırmızılık değerleri vermiştir (Çizelge 4.43). Ultrason uygulamalı pişirme, bulguların a* değerinin düşmesine neden olurken; partikül boyutu azaldıkça a* değerinin daha da azaldığı görülmüştür.

Bulguların a* değeri üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu Şekil 4.48'de verilmiştir. Görsel olarak incelendiğinde, genel olarak partikül boyutu azaldıkça ve ultrason uygulamalı pişirme ile a* değerinin azaldığı, Bezostaya-1 bulgurlarının a* değerinin, Kızıltan-91 bulgurlarına göre daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir. Bezostaya-1 buğdaylar kırmızı pigmentasyonca zengin olduğundan bulgurdaki a* renk yoğunluğunun yüksekliği beklenen bir sonuçtur. Ultrason uygulamalı pişirme metodunun kırmızılığı düşürmesi istenen sarı rengin belirginleşmesini sağlayarak önemli bir görüntü avantajı sağlayabilir.

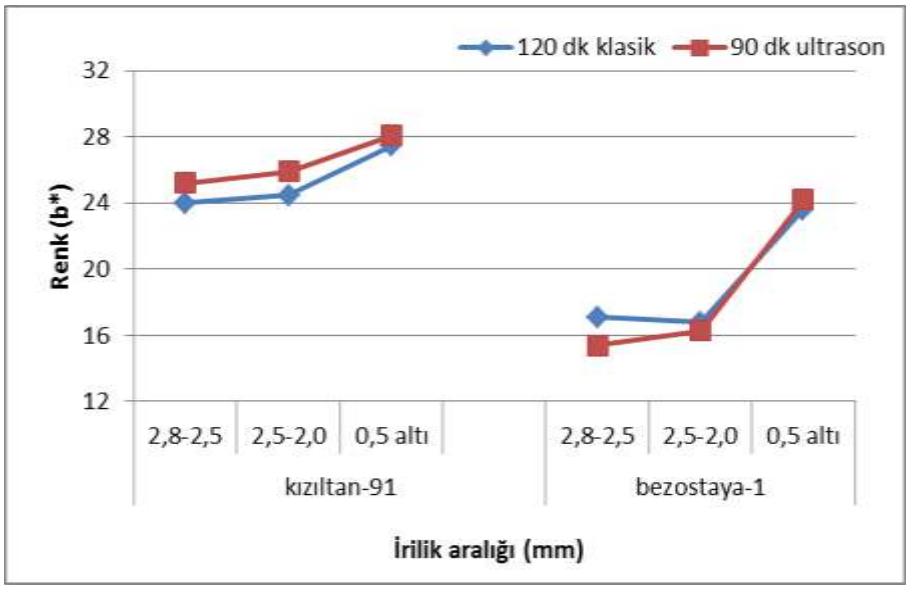


Şekil 4.48. Bulgurların a* değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu

b* değeri; kırılarak sınıflandırılmış bulgurların b* değeri 15,41-28,07 arasında değişmiştir (Çizelge 4.41). Varyans analizi sonuçlarına göre buğday çeşidi, pişirme metodu ve irilik aralığı b* değeri üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.42).

Kızıltan-91 bulgurlarının b* değeri (25,86), Bezostaya-1 bulgurlarının b* değerinden (18,90) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.43). 120 dk klasik pişirme ile üretilen bulgurlara göre, 90 dk ultrason uygulamalı pişirme ile üretilen bulgurların b* değeri, L* değeriyle paralel olarak daha yüksek çıkmıştır. Partikül boyutu azaldıkça beklenenin aksine b* değeri artış göstermiştir (Çizelge 4.43). Sarı kehribar renk bulgurun kalitatif değerlendirmesinde önemli bir parametredir. Dolayısıyla b* ve SI* değerlerinin yüksekliği önemli bir göstergedir.

Elde edilen bulgurların b* değeri üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunan *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonunun gidişi Şekil 4.49'da verilmiştir. Şekil 4.49'da görüldüğü üzere, her iki bulgur çeşidinde de partikül boyutu azaldıkça b* değerinde artış görülmektedir. Bu sonuç, irilik dağılışı düştükçe unsu endospermde daha yoğun olan sarı karotenoid pimentasyonunun etkinliği ile açıklanabilir. Ultrason uygulamalı pişirme Kızıltan-91 bulgurunda sarı renk yoğunluğunu, Bezostaya-1 bulguruna göre daha etkin şekilde artırarak, önemli düzeyde görüntü zenginliği kazandırmıştır.

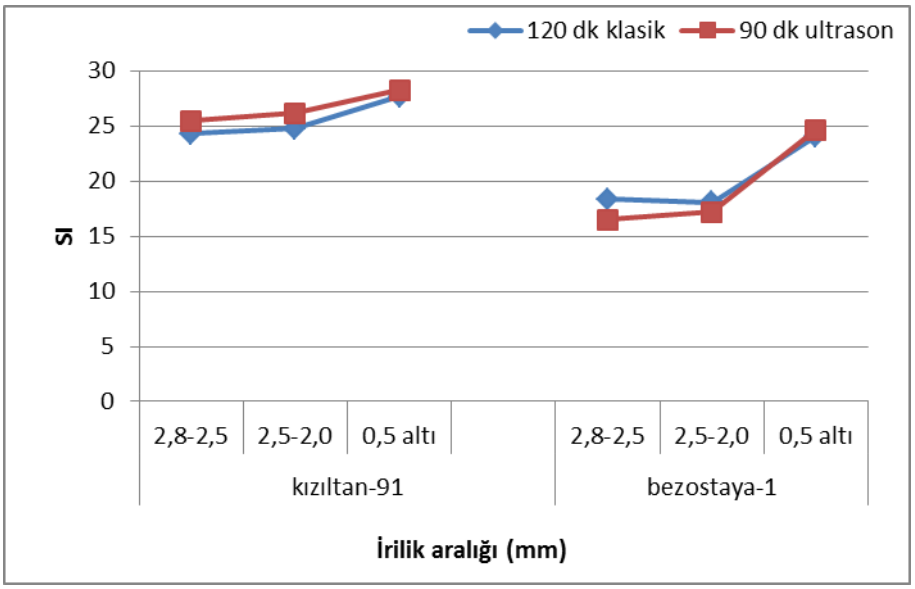


Şekil 4.49. Bulgurların b* değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu

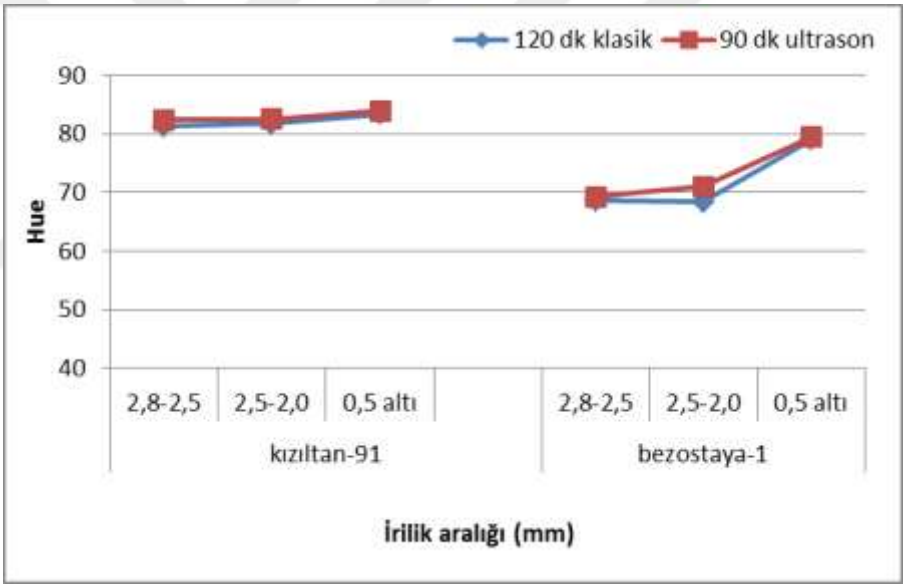
SI ve Hue değerleri; elde edilen bulgurların SI ve Hue değerleri Çizelge 4.41'de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre buğday çeşidi, pişirme metodu ve irilik aralığı faktörleri SI ve Hue değerleri üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.42).

Sonuçlar pişirme metodu faktörü açısından değerlendirildiğinde; Bezostaya-1 bulgurlarının, Kızıltan-91 bulgurlarından daha düşük SI ve Hue değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Klasik pişirme ile elde edilen bulgurların, ultrason uygulamalı pişirme ile elde edilen bulgurlara göre daha düşük SI ve Hue değeri verdiği gözlemlenmiştir. İrilik aralığı faktörü açısından değerlendirildiğinde ise; partikül boyutu azaldıkça daha yüksek SI ve Hue değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.43).

Bulgurların SI ve Hue değeri üzerine etkili ($p<0,01$) "*Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu Şekil 4.50 ve Şekil 4.51'de verilmiştir. Özellikle Bezostaya-1 bulgurlarında, her iki pişirme metodunda da düşük partikül boyutuna sahip bulgurların, diğer irilik aralıklarındaki bulgurlara göre SI ve Hue değerlerinin yüksekliği dikkat çekmektedir.



Şekil 4.50. Bulgurların SI değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu



Şekil 4.51. Bulgurların Hue değeri üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu

4.2.3.2.2. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin kimyasal özellikleri

Kırılarak sınıflandırılmış bulgurların bazı kimyasal özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.44'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.45'de, ortalamaların karşılaştırılması ise Çizelge 4.46'da özetlenmiştir.

Kül miktarı; bulgur örneklerinin farklı fraksiyonlarına ait ortalama kül miktarı %1,86 olup, kül miktarları üzerinde varyasyon kaynaklarından buğday çeşidi ve irilik aralığı önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.44 ve 4.45).

Kızıltan-91 bulgurlarının daha yüksek kül miktarı verdiği Çizelge 4.46'da gözlemlenmiştir. 90 dk ultrason uygulamalı pişirme ile elde edilen bulgurların kül miktarı sayısal olarak daha düşük sonuçlar vermiştir. Ancak bu düşüş istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. En düşük partikül büyüklüğüne sahip bulgurlarda diğer bulgur fraksiyonlarına göre, kül miktarında artış görülmektedir (Çizelge 4.46). Düşük partikül boyutunda kül miktarının artış göstermesinin sebebinin kırılma esnasında endospermin dış tabakalarının ve kepek kısmının daha fazla ufalanarak ince fraksiyonlara geçmesi olduğu düşünülmektedir (Ünüvar, 2009).

Çizelge 4.44. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin kimyasal özellikleri[1]

Buğday çeşidi	Pişirme metodu	İrilik aralığı (mm)	Kül (%)	Protein[2] (%)	Yağ (%)
Kızıltan-91	120 dk klasik	2,5-2,8	1,49±0,06	11,20±0,13	1,50±0,04
		2,0-2,5	1,59±0,03	12,50±0,11	2,05±0,03
		0,5 altı	2,84±0,06	13,50±0,15	3,40±0,02
	90 dk ultrason uygulamalı	2,5-2,8	1,47±0,08	11,80±0,11	1,51±0,03
		2,0-2,5	1,55±0,07	12,30±0,10	1,95±0,04
		0,5 altı	2,71±0,04	13,40±0,14	3,58±0,05
Bezostaya-1	120 dk klasik	2,5-2,8	1,31±0,04	11,45±0,15	1,45±0,04
		2,0-2,5	1,35±0,05	11,78±0,10	1,70±0,05
		0,5 altı	2,70±0,07	12,89±0,13	2,78±0,02
	90 dk ultrason uygulamalı	2,5-2,8	1,32±0,08	11,32±0,12	1,42±0,03
		2,0-2,5	1,33±0,05	11,85±0,14	1,70±0,05
		0,5 altı	2,63±0,09	12,75±0,13	2,93±0,03
Ortalama			1,86	12,23	2,16
Minimum-maksimum			1,31-2,84	11,2-13,5	1,42-3,58

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Kuru madde esasına göre verilmiştir. [2] N=5.7.

Çizelge 4.45. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin kimyasal özelliklerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	Kül		Protein		Yağ	
		KT	F	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	2	0,17	42,02**	1,18	73,57**	0,67	49,72**
Pişirme metodu (B)	2	0,12	3,00ns	0,00	0,10ns	0,01	5,41*
İrilik aralığı (C)	3	8,94	1104,85**	11,63	362,88**	12,79	4703,72**
(AXB)	4	0,00	0,50ns	0,04	2,60ns	0,00	0,11ns
(BXC)	6	0,01	1,20ns	0,14	4,56*	0,05	19,25**
(AXC)	6	0,01	1,78ns	0,33	10,15**	0,32	118,86**
(AXBXC)	12	0,00	0,05ns	0,26	8,17**	0,01	2,25ns
Hata	12	0,05		0,19		0,02	
Genel	23	9,20		13,78		13,86	

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

Çizelge 4.46. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin kimyasal özellikleri ortalamalarının karşılaştırılması[1]

Faktör	n	Kül (%)	Protein[2] (%)	Yağ (%)
Buğday çeşidi				
Kızıltan-91	12	1,94 [a]	12,45[a]	2,33 [a]
Bezostaya-1	12	1,77 [b]	12,01[b]	1,99 [b]
Pişirme metodu				
120 dk klasik	12	1,88 [a]	12,22 [a]	2,15 [b]
90 dk ultrason uygulamalı	12	1,84 [a]	12,23 [a]	2,18 [a]
İrilik aralığı (mm)				
2,5-2,8	8	1,40 [b]	11,44[c]	1,47[c]
2,0-2,5	8	1,46 [b]	12,11 [b]	1,85 [b]
0,5 altı	8	2,72 [a]	13,14 [a]	3,17 [a]

[1] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0,05$). [2] N=5.7.

Protein miktarı; bulgur örneklerinin protein miktarı %11,2-13,5 arasında değişmiş olup, protein miktarları üzerinde varyasyon kaynaklarından buğday çeşidi ve irilik aralığı önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.44 ve 4.45).

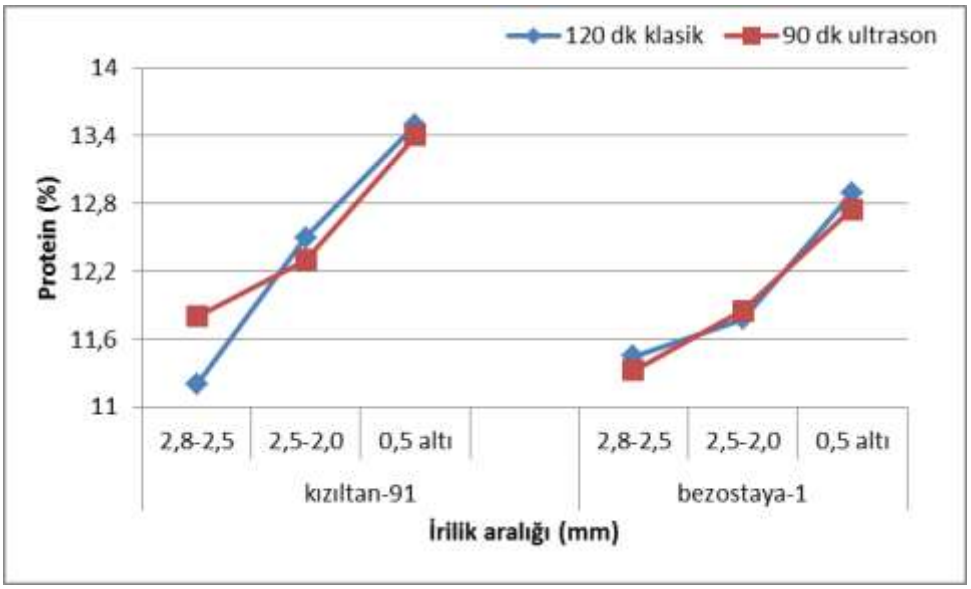
Sonuçlar buğday çeşidi faktörü açısından değerlendirildiğinde; Kızıltan-91 bulgurlarının protein miktarı Bezostaya-1 bulgurlarından daha yüksek çıktığı görülmüştür. Azalan bulgur partikül boyutuyla ise protein miktarında artış gözlemlenmiştir (Çizelge 4.46).

Elde edilen bulgurların protein miktarı üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunan *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonun gidişi Şekil 4.52'de verilmiştir. Şekil 4.52'de görüldüğü üzere, her iki buğday çeşidinde ve pişirme metodunda partikül boyutu azaldıkça protein miktarı değerinde artış görülmektedir.

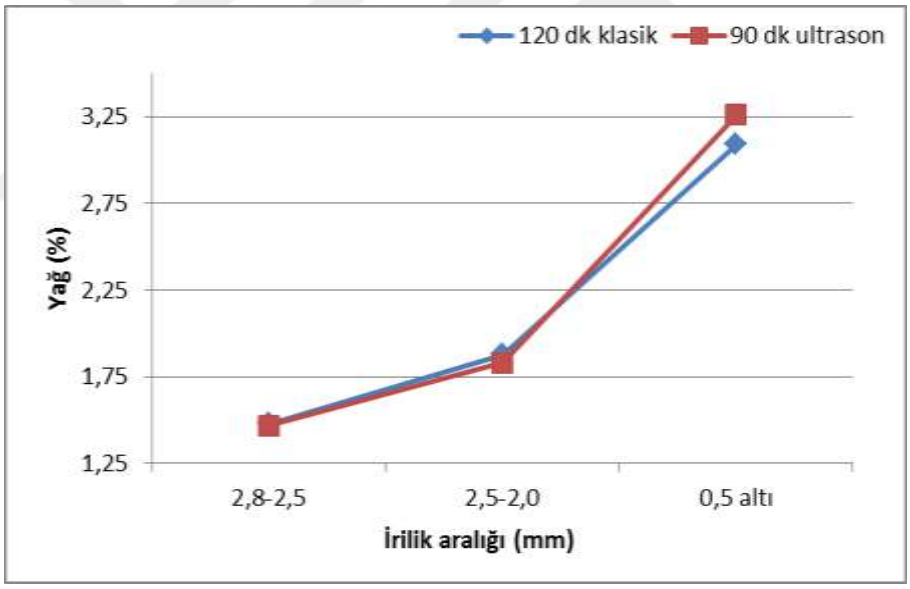
Yağ miktarı; bulgur örneklerinin yağ miktarı %1,42-3,58 arasında değişmiş olup, yağ miktarları üzerinde varyasyon kaynaklarından buğday çeşidi ve irilik aralığı $p<0,01$ düzeyinde; pişirme metodu ise $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.44 ve 4.45).

Çizelge 4.46 Kızıltan-91 bulgurlarının yağ miktarı Bezostaya-1 bulgurlarından daha yüksek çıkmıştır. Ultrason uygulamalı pişirme metodu, klasik metoda göre bulgurda istatistiki olarak daha yüksek yağ oranı elde edilmesini sağlamıştır. Azalan partikül boyutuyla yağ miktarında artış belirlenmiştir (Çizelge 4.46).

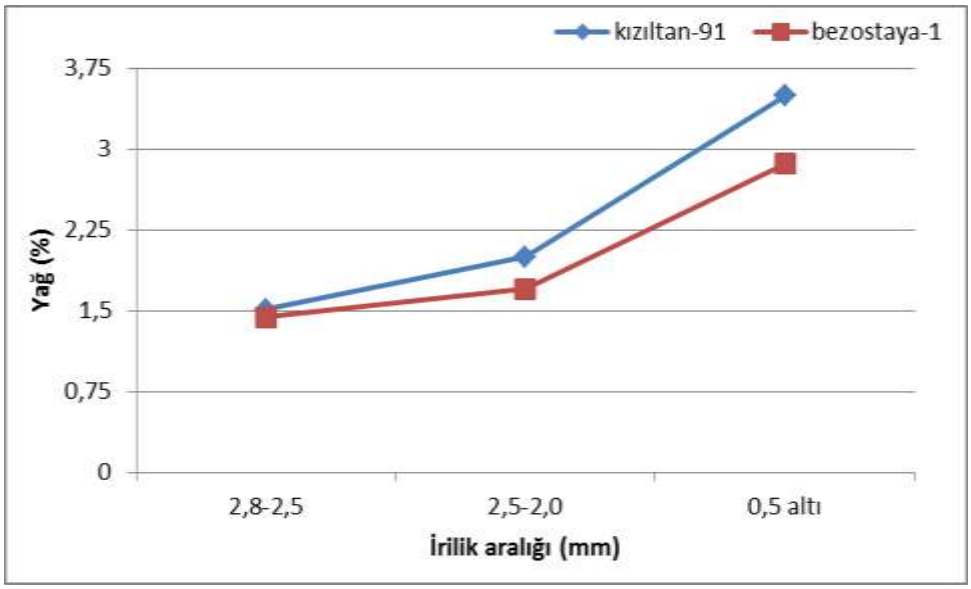
Şekil 4.53 ve 4.54'de verilen bulgur örneklerinin yağ miktarı üzerine etkili ($p<0,01$) *"Pişirme metodu x irilik aralığı"* ve *"Buğday çeşidi x irilik aralığı"* interaksiyonları; partikül boyutu azaldıkça, her iki buğday çeşidi ve pişirme metodunda da yağ miktarının arttığını göstermektedir.



Şekil 4.52. Bulgurların protein miktarı üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu



Şekil 4.53. Bulgurların yağ miktarı üzerine etkili *"Pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu



Şekil 4.54. Bulgurların yağ miktarı üzerine etkili *"Buğday çeşidi x irilik aralığı"* interaksiyonu

Mineral maddeler; Çizelge 4.47'de deneme desenine göre elde edilen bulgur örneklerinin mineral madde miktarları verilmiştir. Buğday örneklerinin ortalama Ca, Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarları sırasıyla 73,34, 0,76, 6,40, 294,71, 174,83, 280,14 ve 3,16 mg/100 g olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.48'de bulgur örneklerinin mineral madde miktarına ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre; buğday çeşidi, Cu ve Zn hariç incelenen tüm mineral madde miktarları üzerinde $p<0,01$ düzeyinde, pişirme metodu, Ca, Fe, K ve Mg miktarları üzerinde $p<0,01$ düzeyinde, irilik aralığı ise tüm mineral madde miktarları üzerinde $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.48).

Çizelge 4.49'da verilen bulgur örneklerinin mineral madde miktarlarına ait ortalamaların karşılaştırılması incelendiğinde; Bezostaya-1 bulgurlarının Ca, Fe ve P miktarlarının, Kızıltan-91 bulgurlarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ultrason uygulamalı pişirme metodu, klasik pişirme metoduna göre bulgurlarda daha yüksek Ca, Fe ve Mg değerlerinin elde edilmesini sağlamıştır. Partikül boyutu azaldıkça Ca ve Mg değerleri artmıştır. 2,5-2,8 mm irilik aralığına sahip bulgur örnekleri, 0,5 mm altı irilik aralığına sahip bulgur örnekleri ile karşılaştırıldığında; incelenen tüm minerallerin 0,5 mm altı bulgurda daha yüksek olduğu görülmüştür.

Şekil 4.55'de verilen bulgurların Ca miktarı üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu, her iki buğday çeşidi ve pişirme metodunda da partikül boyutu 2,0-2,05 mm aralığından 0,5 mm altına düştüğünde Ca miktarında çok önemli bir artış olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.47. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin mineral madde miktarı (mg/100 g) değerleri[1]

Buğday çeşidi	Pişirme metodu	İrilik aralığı (mm)	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn
Kızıltan-91	120 dk klasik	2,5-2,8	30,31±0,55	0,59±0,04	4,39±0,16	287,30±5,29	135,70±0,48	208,00±4,10	1,66±0,10
		2,0-2,5	34,28±0,62	0,65±0,05	4,20±0,20	285,40±3,82	139,50±0,57	207,90±4,41	1,60±0,12
		0,5 altı	142,08±0,45	0,95±0,07	7,91±0,18	451,20±5,66	230,50±0,57	414,00±4,95	6,10±0,11
	90 dk ultrason uygulamalı	2,5-2,8	30,50±0,48	0,64±0,04	4,41±0,16	279,10±3,39	135,90±0,68	201,20±5,37	1,60±0,13
		2,0-2,5	37,42±0,47	0,65±0,05	4,02±0,15	280,90±4,40	141,30±0,45	207,60±4,81	1,62±0,11
		0,5 altı	155,12±0,61	1,10±0,03	12,72±0,18	443,20±5,40	271,20±0,42	405,70±4,68	6,09±0,12
Bezostaya-1	120 dk klasik	2,5-2,8	38,16±0,62	0,62±0,03	4,55±0,19	178,30±3,85	139,20±0,69	209,40±3,54	1,69±0,14
		2,0-2,5	40,82±0,54	0,63±0,06	4,02±0,20	175,20±3,99	138,50±0,42	211,90±5,23	1,57±0,10
		0,5 altı	140,23±0,40	1,05±0,07	7,70±0,18	418,6±4,82	228,7±0,48	440,70±4,67	6,45±0,15
	90 dk ultrason uygulamalı	2,5-2,8	40,92±0,54	0,59±0,05	4,69±0,17	162,50±4,95	136,40±0,64	210,50±4,24	1,64±0,10
		2,0-2,5	42,69±0,65	0,65±0,04	4,70±0,16	172,50±5,09	140,30±0,66	212,70±4,67	1,68±0,12
		0,5 altı	147,60±0,41	1,04±0,06	13,54±0,20	402,30±5,26	260,80±0,50	432,10±4,81	6,21±0,13
Ortalama			73,34	0,76	6,40	294,71	174,83	280,14	3,16
Minimum-maksimum			30,31-155,12	0,59-1,10	4,02-13,54	162,50-451,20	135,70-271,20	201,20-440,70	1,57-6,45

[1]Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Kuru madde esasına göre verilmiştir

Çizelge 4.48. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	Ca		Cu		Fe		K		Mg		P		Zn	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Buğday çeşidi (A)	2	71,48	250,24**	0,00	0,00ns	0,40	12,61**	44668,88	2010,16**	17,34	56,42**	885,73	41,00**	0,05	3,79ns
Pişirme metodu (B)	2	134,14	469,58**	0,01	2,15ns	21,32	671,21**	513,38	23,10**	907,74	2953,64**	81,40	3,77ns	0,01	0,62ns
İrilik aralığı (C)	3	63854,93	111764,70**	0,89	176,93**	198,43	3123,66**	215858,92	4856,97**	63928,05	104005,80**	245361,05	5678,32**	111,88	3919,80**
(AXB)	4	3,18	11,14**	0,01	3,21ns	0,67	21,20**	33,14	1,49ns	22,43	72,97**	12,62	0,58ns	0,00	0,19ns
(BXC)	6	91,04	159,35**	0,00	0,95ns	35,53	559,30**	95,79	2,16ns	1752,04	2850,43**	77,77	1,80ns	0,04	1,29ns
(AXC)	6	209,05	365,90**	0,00	0,24ns	0,01	0,12ns	7372,90	165,90**	67,08	109,13**	622,72	14,41**	0,06	2,07ns
(AXBXC)	24	17,00	29,76**	0,01	1,62ns	0,23	3,69ns	31,81	0,72ns	19,05	31,00**	19,24	0,45ns	0,03	0,97ns
Hata	12	3,43		0,03		0,38		266,66		3,69		259,26		0,17	
Genel	23	64384,26		0,95		256,98		268841,48		66717,42		247319,80		112,24	

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

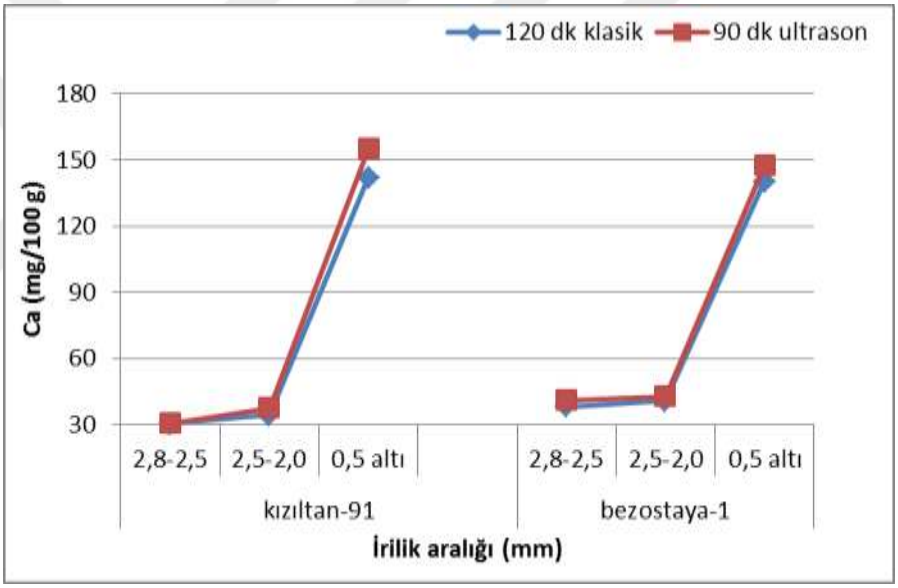
Çizelge 4.49. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin mineral madde miktarı değerlerine (mg/100 g) ait ortalamaların karşılaştırılması[1]

Faktör	n	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn
Buğday çeşidi								
Kızıltan-91	12	71,62 ^{b}	0,76 ^{a}	6,28^{b}	337,85 ^{a}	175,68 ^{a}	274,07 ^{b}	3,11 ^{a}
Bezostaya-1	12	75,07^{a}	0,76 ^{a}	6,53 ^{a}	251,57 ^{b}	173,98 ^{b}	286,22 ^{a}	3,20 ^{a}
Pişirme metodu								
120 dk klasik	12	70,98 ^{b}	0,75 ^{a}	5,46 ^{b}	299,33 ^{a}	168,68 ^{b}	281,98 ^{a}	3,18 ^{a}
90 dk ultrason uygulamalı	12	75,71 ^{a}	0,79 ^{a}	7,35 ^{a}	290,08 ^{b}	180,98 ^{a}	278,30 ^{a}	3,14 ^{a}
İrilik aralığı (mm)								
2,5-2,8	8	34,97^{c}	0,61 ^{b}	4,51 ^{b}	226,80 ^{b}	136,80^{c}	207,28 ^{b}	1,65 ^{b}
2,0-2,5	8	38,80 ^{b}	0,65 ^{b}	4,24^{c}	228,50 ^{b}	139,90 ^{b}	210,03 ^{b}	1,62 ^{b}
0,5 altı	8	146,26^{a}	1,04 ^{a}	10,47 ^{a}	428,83 ^{a}	247,80 ^{a}	423,13 ^{a}	6,21 ^{a}

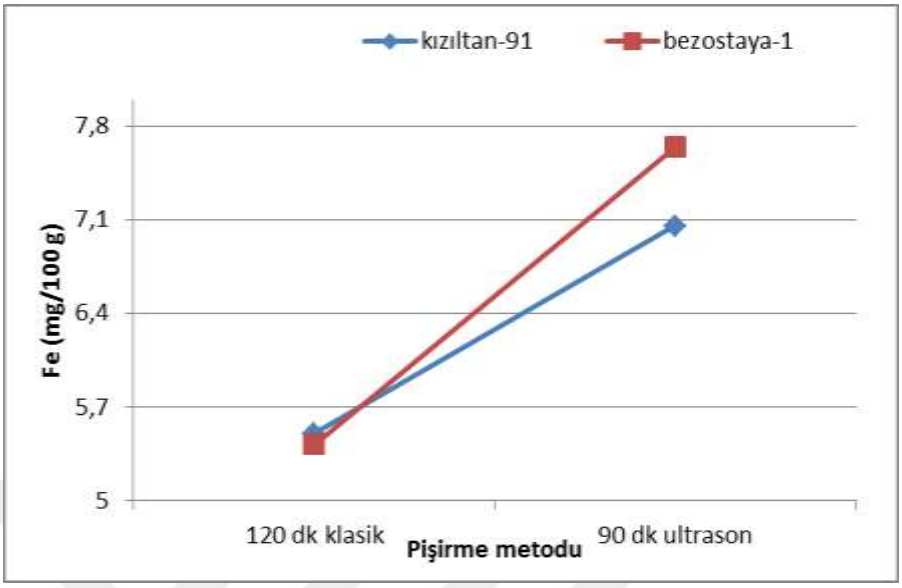
[1] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Bulgur örneklerinin Fe miktarı üzerine etkili (p<0,01) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu Şekil 4.56'da verilmiştir. Ultrason uygulamalı pişirme her iki buğday çeşidinin bulgurlarında Fe miktarında önemli bir artışa sebep olduğu görülmektedir.

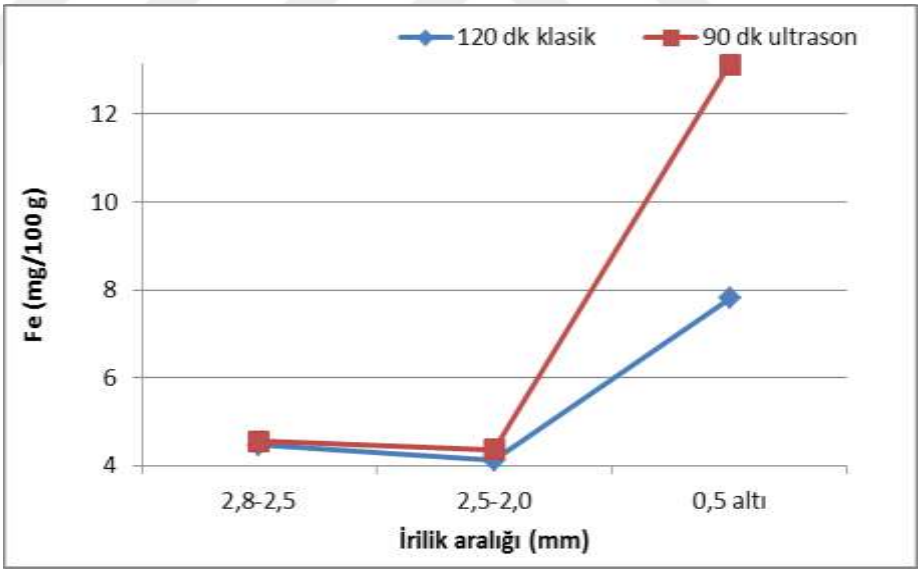
Şekil 4.57'de pişmiş buğdayların Fe miktarı üzerine etkili (p<0,01) *"Pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu verilmiştir. Buna göre, diğer mineral maddelerden farklı olarak 2,0-2,5 mm irilik aralığına sahip bulgurlar, 2,5-2,8 mm irilik aralığına sahip bulgurlardan daha düşük Fe miktarına sahip bulunmuştur. Diğer mineral madde miktarı değerlerine benzer şekilde de, 0,5 mm altı irilik değerine sahip bulgurların Fe miktarında önemli bir artış söz konusu olmuştur.



Şekil 4.55. Bulgurların Ca miktarı üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu

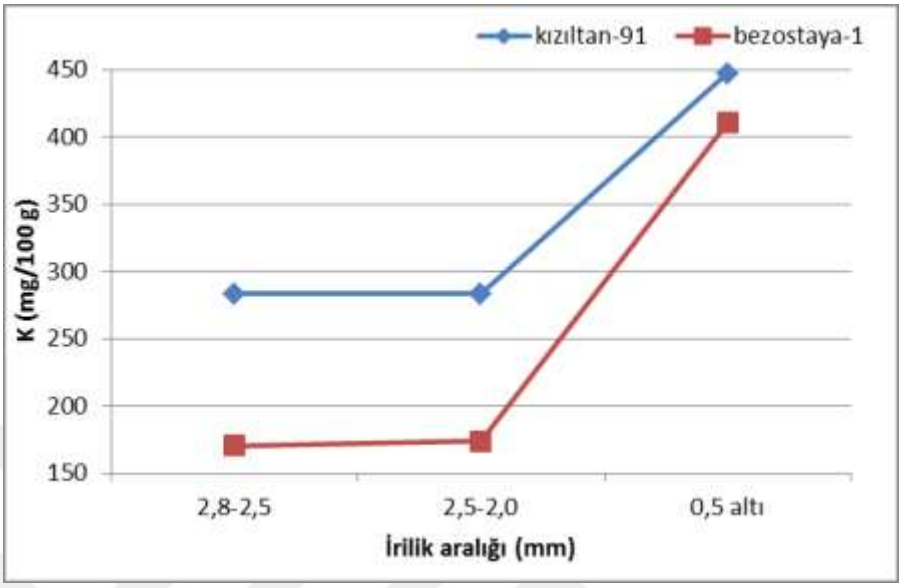


Şekil 4.56. Bulgurların Fe miktarı üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu"* interaksiyonu



Şekil 4.57. Bulgurların Fe miktarı üzerine etkili "*Pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu

Bulgurların K miktarı üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x irilik aralığı"* interaksiyonu Şekil 4.58'de verilmiştir. Bu interaksiyona göre; her iki buğday çeşidi ve pişirme metodunda da 0,5 mm altı irilik değerine sahip bulgurların K değerlerinde diğer irilik aralıklarına göre önemli bir artış olmuştur. Bu artış Bezostaya-1 buğdayından elde edilen bulgurlarda daha belirgin şekilde gerçekleşmiştir.

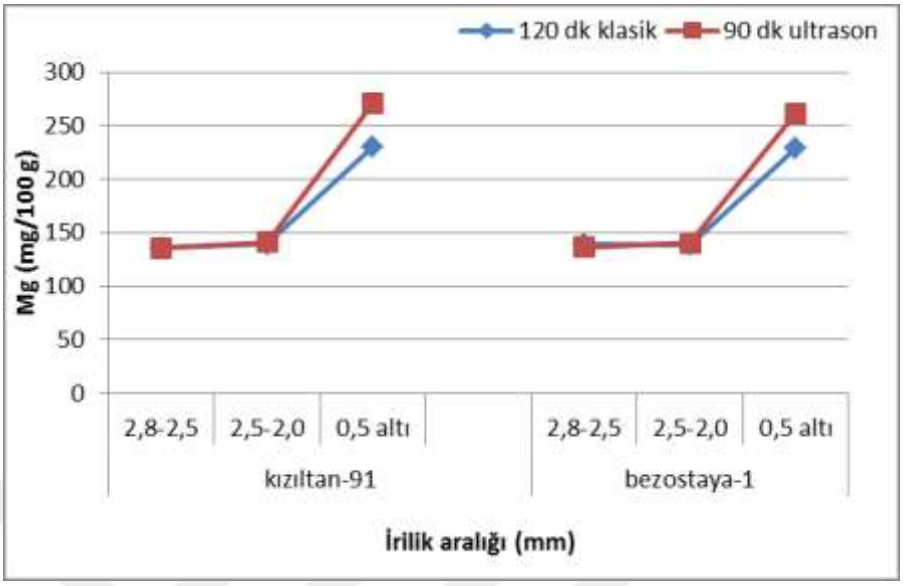


Şekil 4.58. Bulgurların K miktarı üzerine etkili "*Buğday çeşidi x irilik aralığı"* interaksiyonu

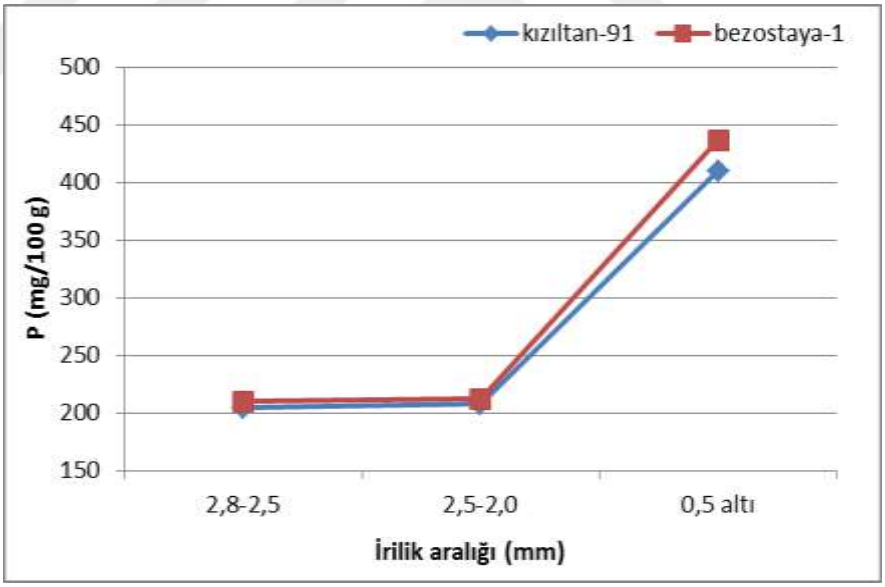
Şekil 4.59'da verilen bulgurların Mg miktarı üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu verilmiştir. Buna göre, 0,5 mm altı irilik aralığında, ultrason uygulamalıda daha fazla olmak üzere her iki pişirme metodunda da bulgurların Mg miktarında artış olmuştur.

Bulgurların P miktarı üzerine etkili ($p<0,01$) *"Buğday çeşidi x irilik aralığı"* interaksiyonu Şekil 4.60'da verilmiştir. Diğer mineral maddelerde de gözlendiği gibi, 0,5 mm altı irilik değerine sahip bulgurların, her iki buğday çeşidi ve pişirme yöntemi için geçerli olmak üzere P miktarının diğer irilik aralıklarına sahip bulgurlardan yüksek olduğu görülmektedir.

Genel bir bakışla Kızıltan-91 buğdayından elde edilen bulgurun özellikleri K bakımından, Bezostaya-1 buğdayından elde edilen bulgurun özellikleri Ca ve P bakımından daha zengin olduğu görülmüştür. Ultrason uygulamalı pişirmenin özellikle Ca, Fe ve Mg kaybını düşürdüğü anlaşılmıştır. Bulgur inceliği arttıkça mineral madde miktarlarında 1,7 ile 4,2 kat arasında değişen önemli artışlar gözlemlenmiştir.



Şekil 4.59. Bulgurların Mg miktarı üzerine etkili *"Buğday çeşidi x pişirme metodu x irilik aralığı"* interaksiyonu



Şekil 4.60. Bulgurların P miktarı üzerine etkili *"Buğday çeşidi x irilik aralığı"* interaksiyonu

4.2.3.3. Duyusal analizler

90 dk ultrason uygulamalı ve 120 dk klasik yöntemle pişirilen ve kurutularak öğütülen buğday fraksiyonlarından 2,0-2,5 mm elek arasındaki kısım pilava pişirilerek

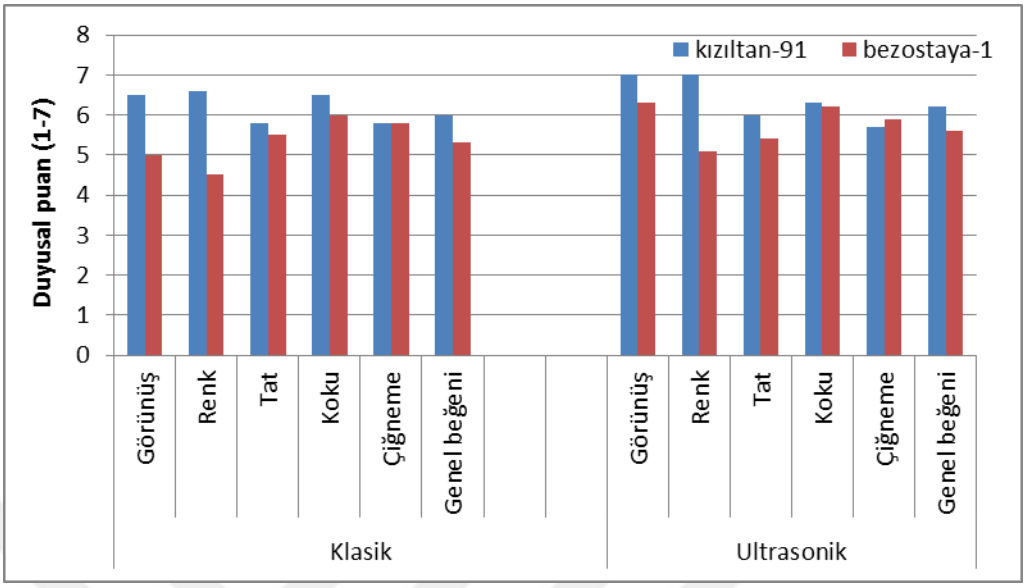
duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz sonuçları Şekil 4.61 ve Çizelge 4.50'de verilmiştir.

Görünüş bakımından duyusal analiz sonuçları incelendiğinde; ultrason uygulamalı pişirme ile üretilen hem Kızltan-91 hem de Bezostaya-1 buğdaylarından elde edilen bulgurlar, klasik pişirme ile elde edilen bulgurlara göre daha çok beğeni toplamıştır.

Renk değerleri 4,5-7,0 puan arasında değişmiş olup, her iki bulgur çeşidi için de ultrason uygulamalı pişirme ile elde edilen bulgurların rengi, klasik pişirme ile elde edilen bulgurların renginden daha üstün bulunmuştur. Hem ultrason uygulamalı hem de klasik pişirme metoduna göre hazırlama yöntemleri kullanıldığında, Kızıltan-91 bulgurları, Bezostaya-1 bulgurlarından daha yüksek renk puanları toplamıştır.

Tat puanları 5,4-6,0 arasında değişim göstermiş olup, panelistler tarafından Kızıltan-91 bulgurları, Bezostaya-1 bulgurlarından daha yüksek tat puanlarıyla değerlendirilmiştir. Koku puanları da Kızıltan-91 buğdaylarında daha yüksek bulunmuş, ancak pişirme metoduna bağlı anlamlı bir değişim belirlenememiştir.

Bulgurlarda çiğneme özelliği puanları 5,6-5,9 puan arasında değişmiş olup, buğday çeşidi ve pişirme metoduna bağlı anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Sonuçlar genel beğeni puanı açısından değerlendirildiğinde, her iki pişirme metodu ile hazırlanan buğdaylarda da Kızıltan-91 bulgurları daha fazla beğeni toplamıştır. Ultrason uygulamalı pişirme, klasik pişirme metoduna göre genel beğeni puanlarını yükseltmiş, bu durum üzerinde en fazla görünüş ve renk baskın rol oynamıştır.



Şekil 61. Pişirilmiş bulgur örneklerine ait duyusal analiz sonuçları

Çizelge 4. 50. Kırılarak sınıflandırılmış bulgur örneklerinin duyusal analiz sonuçları[1]

Buğday çeşidi	Pişirme metodu	Görünüş	Renk	Tat	Koku	Çiğneme	Genel beğeni
Kızıltan-91	120 dk klasik	6,5±0,14	6,6±0,42	5,8±0,14	6,5±0,28	5,8±0,00	6,0±0,35
	90 dk ultrason uygulamalı	7,0±0,18	7,0±0,28	6,0±0,35	6,3±0,14	5,7±0,28	6,2±0,28
Bezostaya-1	120 dk klasik	5,0±0,18	4,5±0,35	5,5±0,17	6,0±0,28	5,8±0,18	5,3±0,14
	90 dk ultrason uygulamalı	6,3±0,35	5,1±0,14	5,4±0,35	6,2±0,14	5,9±0,35	5,6±0,28
	Ortalama	6,2	5,8	5,7	6,3	5,8	5,8
	Minimum-maksimum	5,0-7,0	4,5-7,0	5,4-6,0	6,0-6,5	5,6-5,9	5,3-6,2

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu araştırmada makarnalık *Tr. durum* Kızıltan-91 buğdayı ile sert ekmeklik *Tr. aestivum* Bezostaya-1 buğdaylarının ultrason uygulamalı ıslatma ve pişirme işlemelerinde kalitatif değişimleri incelenmiştir.

Islatmada 21, 45 ve 60 °C sıcaklıklarda; 5, 10 ve 15 dakikalık sürelerle, ultrason uygulaması ve normal ıslatma uygulanmıştır. Islak buğdaylarda; renk, boyut, su absorbsiyonu, ıslatma suyunda; renk suya geçen kuru madde miktarları tayin edilmiştir.

Pişirme işlemi 90 °C sıcaklıkta 30, 45, 60, 90, 120 ve 150 dakika sürelerle ultrason uygulamalı ve klasik pişirme şeklinde gerçekleştirilmiştir. Pişirilmiş buğdaylarda renk, boyut, su absorbsiyonu, pişirme sularında renk ve suya geçen kuru madde miktarları belirlenmiştir. Pişirilmiş buğdaylar kurutulduktan sonra da renk, boyut, kimyasal bileşim ve bulgur verimi değerleri belirlenmiştir.

Bulgur özelliklerinin değerlendirilmesinde, ultrason uygulamasında 90 dakika, klasik pişirmede ise 120 dakika süre ile pişirilen örnekler kullanılmıştır. Bu örneklerin 2,5-2,8 mm aralığı, 2,0-2,5 mm aralığı ve 0,5 mm elek altı fraksiyonlarında renk, kimyasal bileşim tespit edilmiş ve pilava pişirilerek duyusal analizlere tabi tutulmuştur. Sonuçlar istatistiki analiz metotlarına dayanılarak değerlendirilmiş ve aşağıda özetlenmiştir.

Hammadde özellikleri: Analitik olarak Kızıltan-91 buğdayı, Bezostaya-1 buğdayına göre daha parlak ve kehribar renkte, daha yüksek bin tane ve hektolitre ağırlığında, daha ince yapılı, dar ve uzun taneli, daha derin karın girintisine ve daha yüksek kül, yağ ve protein miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Islatma işlemi

Islatılmış tane özellikleri; Islatılmış tanelerde doğal yapısı gereği Bezostaya-1 buğdayının kırmızı renk değeri, Kızıltan-91 buğdayında ise sarı renk değeri daha yüksek bulunmuştur. Artan ıslatma suyu sıcaklığı ve ultrason uygulama süresi buğdayların parlaklık ve sarılığını artırırken, kırmızılığını düşürmüştür. Ultrason uygulaması tanenin yalnız "en" değerini istatistiki olarak artırmıştır. Artan ıslatma suyu sıcaklık derecesi ile tüm boyutlarda ve hacimde artış gerçekleşmiştir. Kızıltan-91

buğdayı, Bezostaya-1 buğdayına göre daha çok ıslatma suyu çekmiştir. En etkili ıslatma 60 °C de 15 dakika ultrason uygulaması ile gerçekleştirilmiştir.

Islatma suyu özellikleri; Kızıltan-91 durum buğdayının ıslatma suları daha yüksek parlaklık, daha düşük sarılık ve kırmızılık değerleri vermiştir. Islatma suyu sıcaklık derecesinin artması, ıslatma sularında parlaklık, sarılık ve suya geçen madde miktarını artırırken, ultrason uygulama süresinin uzaması parlaklığı düşürmüş, sarılık değerini ve suya geçen madde miktarını yükseltmiştir. Ultrasonikasyonun kütle transferini arttırdığı gerçeği bu çalışmada da izlenmiş, beraberinde ıslatma suyu sıcaklık uygulaması da prosesi hızlandırmıştır. Böylece bir taraftan taneye ıslatma suyu girişi hızlanırken, diğer taraftan suda eriyebilir maddelerin tane dışına transferi kolaylaşmıştır.

Pişirme işlemi

Pişirilmiş yaş buğday tanesi özellikleri; Ultrason uygulamalı pişmiş yaş tanede, Kızıltan-91 buğdayında daha yüksek su alıp şişme kabiliyeti ve daha parlak renk belirlenmiştir. Ultrason uygulamalı pişirme klasik pişirmeye göre yaş buğday tanesinde sarı rengin korunmasına katkı sağlamış. Artan pişirme süresi ile yaş buğdaylarda sarı denk değeri düşüş göstermiştir.

Tüm boyut bulguları dikkate alındığında, pişirme işlemi ile tane boyunda bir kısalma görülürken kalınlık ve en değerlerinde artış olduğu, bu artışın ultrason uygulamasıyla çok daha açık şekilde ortaya çıktığı belirlenmiştir. Pişirme süresindeki artış tahmin edildiği gibi kalınlık ve en değerlerini artırmıştır.

Pişirme işleminde ultrason uygulaması ile 90 dakikada, klasik pişirme ile 120 dakikada tam jelatinizasyon sağlanmıştır.

Pişirilmiş kuru buğday tanesi özellikleri; Kurutma sonrası Kızıltan-91 buğdayı daha yüksek parlaklık ve sarılık değerleri vermiştir. Ultrason uygulaması kuru buğdayların sarılığında istatistiki bir farka neden olmazken, pişirme süresinin uzaması, kurutulmuş buğdaylarda tüm renk parametrelerini düşürmüştür.

Boy, kalınlık ve en özelliklerindeki değişimler, yaş tanedekine benzer şekilde gerçekleşmiştir. Pişirmede ultrason uygulamasının klasik sisteme göre taneyi kabartarak enini daha fazla artırdığı görülmüştür. Pişme süresindeki artış kuru tanelerde de boyu kısaltırken, kalınlık ve eni artırmıştır.

Ultrason uygulamalı pişirme metodu ve artan pişirme süresi ile Kızıltan-91 buğdaylarında daha fazla olmak üzere kül miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Artan

pişirme süresi ile protein miktarında düşüş görülmüştür. Ultrason uygulamalı pişirme yağ miktarını düşürürken, artan pişirme süresi ile yağ miktarında artış gerçekleşmiştir. Kızıltan-91 buğdayı K hariç analiz edilen tüm mineral maddeler açısından daha düşük değerler sergilemiştir. Ultrason uygulamalı pişirme, klasik pişirmeye göre kuru buğday tanesinde K, Mg, P ve Zn'da kayba neden olmuştur. Kuru madde kaybı ile bu minerallerin pişirme suyuna transfer olarak tanedeki miktarlarının azaldığı, diğerlerinin ise tane içinde tutulduğu söylenebilir. Ultrason uygulamalı pişirmeye bağlı Ca artışının taneden uzaklaşan kuru madde miktarına bağlı oransal bir artış olduğu düşünülmektedir. Pişirme süresindeki artış, K ve P miktarında düşüşe neden olmuştur.

Pişirme suyu özellikleri; Bezostaya-1 buğdaylarının pişirme suları daha yüksek kırmızılık ve sarılık değerleri sergilemiştir. Ultrason uygulmalı pişirme de daha fazla olmak üzere, yüksek pişirme süreleri, pişirme suyunun parlaklığını düşürücü, sarılığını ise artırıcı etkide bulunmuştur. Bezostaya-1 buğdayları, Kızıltan-91 buğdaylarından daha fazla suya geçen kuru madde miktarı değerleri vermiştir**.** Ultrason uygulamalı pişirme klasik pişirmeye göre, buğdayın su absorbsiyonunu artırmıştır. Aynı artış, pişirme süresinin uzamasıyla da gerçekleşmiştir.

Bulgur özellikleri

Bulgur verimi; Bulgur üretiminde Bezostaya-1 çeşidinin kullanımı tane bulgur verimini düşürürken, kırık bulgur verimini (0,5 mm elek üstü) artırıcı etki göstermiştir. Ultrason uygulamalı pişirme metodunun kullanımı tane ve kırık bulgur verimini etkilemezken, 150 dakika pişirme süresi hem tane hem de kırık bulgur verimini düşürücü etki göstermiştir.

Bulgur fraksiyonlarının renk değerleri; Genel anlamda bakıldığında buğday tanesinin pişirilip kırılması sonucu açığa çıkan ince unsu-beyaz tanecik yüzeyleri ürün beyazlığını ve buna paralel olarak parlaklığı da artırmıştır. Görüntü açısından Kızıltan-91 buğdayında ve ultrasonikasyonun aynı irilik sınıflarında daha iyi sonuç vermiştir. 90 dakika ultrason uygulamalı pişirme, 120 dakika klasik pişirme uygulamasına göre kırmızılığı düşürmüş, istenen sarı rengin belirginleşmesini sağlamıştır. SI değeri sarı renk yoğunluğu ile sıkı ilişkili olduğundan yaklaşık aynı yönlerde etkilenmiştir.

Bulgur fraksiyonlarının kimyasal özellikleri; Bezostaya-1 buğdayından elde edilen bulgur fraksiyonları daha düşük kül, protein ve yağ değerleri sergilemiştir. Ayrıca 0,5 mm elek altı fraksiyon en yüksek kül, protein ve yağ miktarının elde

edilmesini sağlamıştır. 90 dakika ultrason uygulamalı pişirme uygulaması ile, 120 dakika klasik pişirmeye göre buğday fraksiyonlarında K miktarı azalmıştır. 0,5 mm altı bulgur fraksiyonu tüm mineral maddeler açısından en yüksek değerleri vermiştir. Bulgur inceliği arttıkça bazı mineral madde miktarlarında 4 kata kadar varabilen önemli artışlar gözlemlenmiştir.

Pişirilen bulgur örneklerinde duyusal özellikler; Kızıltan-91 buğdayı hemen hemen tüm parametrelerde ve genel beğeni açısından üstünlük göstermiştir. Ultrason uygulamalı pişirme ile üretilen bulgurlar ise özellikle görünüş ve renk olmak üzere genel beğeni açısından daha yüksek puanlarla değerlendirilmiştir

Sonuç olarak, ultrason uygulamasının, buğdayın ıslatma aşamasında kullanımının buğdayda su absorbsiyonunu, kalınlık-en boyutlarını, parlaklık ve sarılığı artırdığı ancak suya geçen kuru madde miktarının da yükseldiği belirlenmiştir. Pişirme aşamasında uygulanan ultrason pişmiş yaş buğdaylarda parlaklık ve sarılığı geliştirmiş, kalınlık-en boyutlarını artırmış, kurutulmuş tanelerde kül ve bazı mineral maddelerin azalmasına, Ca'un ise artmasına neden olmuştur. Islatma ve pişirme aşamalarında ultrason uygulamaları, bulgurun bazı fiziksel ve duyusal özelliklerinin geliştirilmesine katkı sağlamış, buğdayın bulgura işlenme süresini kısaltmıştır.

5.2. Öneriler

1. Endüstriyel boyutta üretim çalışmalarının gerçekleştirilmesi,
2. Besin kayıpları açısından daha detaylı çalışmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

AACC, 1990, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (8th ed.), *St. Paul: AACC*.

Akkoyunlu, B. O., 1990, İşitilebilir, ultrasonik ve infrasonik dalgaların üretimi ve iç enerjisi., Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Álava, J. M., Sahi, S. S., García-Álvarez, J., Turó, A., Chávez, J. A., García, M. J. ve Salazar, J., 2007, Use of ultrasound for the determination of flour quality, *Ultrasonics*, 46 (3), 270-276.

Alonso, R., Aguirre, A. ve Marzo, F., 2000, Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans, *Food Chemistry*, 68 (2), 159-165.

Anonim, 2012, http://www.fao.org/worldfoodstituation/wfs-home/csdb/en, [Ziyaret Tarihi 14.05.2013].

Anonim, 2013a, http://www.vibronet.com/ [Ziyaret Tarihi: 14.05.2013].

Anonim, 2013b, http://www.ticaretgroup.com/asp/menu_items.asp?ID=66 [Ziyaret Tarihi: 14.05.2013].

Anonymous, 1994, TS 2284 Bulgur, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Avila, I. ve Silva, C., 1999, Modelling kinetics of thermal degradation of colour in peach puree, *Journal of Food Engineering*, 39 (2), 161-166.

Ay, C. ve Gunasekaran, S., 1994, Ultrasonic attenuation measurements for estimating milk coagulation time, *Transactions of the ASAE*, 37 (3), 857-862.

Bayraktaroğlu, G. ve Obuz, E., 2006, Ultrason yönteminin ilkeleri ve gıda endüstrisinde kullanımı. 24-26 Mayıs 2006. Türkiye 9. Gıda Kongresi. Bolu**:** 57-60.

Bayram, M., 1997, Search for improving bulgur production techhiques, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi.

Bayram, M., Kaya, A. ve Öner, M., 2002, Soy-bulgur üretimi için uygulanacak olan ıslatma işleminin incelenmesi. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi. Gaziantep**:** 629-643.

Bayram, M., 2003, Production of bulgur-like foods from soybean and rye, Doctor of Philosophy Thesis, *Gaziantep University*, 240.

Bayram, M. ve Öner, D., 2004, 2003' de Bulgur sektörü (2), *Unlu Mamuller Teknolojisi* (62), 20-30.

Bayram, M., Öner, M. D. ve Kaya, A., 2004, Influence of soaking on the dimensions and colour of soybean for bulgur production, *Journal of Food Engineering*, 61 (3), 331-339.

Bellido, G. G. ve Hatcher, D. W., 2010, Ultrasonic characterization of fresh yellow alkaline noodles, *Food research international*, 43 (3), 701-708.

Bhaskaracharya, R. K., Kentish, S. ve Ashokkumar, M., 2009, Selected applications of ultrasonics in food processing, *Food Engineering Reviews*, 1 (1), 31.

Bhattacharya, K. ve Ali, S., 1985, Changes in rice during parboiling, and properties of parboiled rice, *Advances in Cereal Science and Technology (USA)*, p. 105-67.

Bilgiçli, N., 2009, Effects of cooking and drying processes on physical, chemical and sensory properties of legume based bulgur, *Journal of food processing and preservation*, 33 (5), 590-604.

Blitz, J., 1971, Ultrasonics: methods and applications, Van Nostrand Reinhold Co., p. 76-103.

Brennan, J. G., 2006, Food Processing Handbook, *Germany*, Wiley VCH p. 582 p.

Butz, P. ve Tauscher, B., 2002, Emerging technologies: chemical aspects, *Food research international*, 35 (2-3), 279-284.

Canselier, J., Delmas, H., Wilhelm, A. ve Abismail, B., 2002, Ultrasound emulsification—an overview, *Journal of Dispersion Science and Technology*, 23 (1-3), 333-349.

Certel, M., 1990, Makarnalık ve ekmeklik buğdaylardan farklı ısıl işlem uygulamalarıyla üretilen bulgur ve ürünlerinin fiziksel, kimyasal ve duyusal kalite özellikleri, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitusü*, 147.

Certel, M. ve Ertugay, Z., 1992, Buğdayın bulgura işlenmesi sırasında nişastada meydana gelen fizikokimyasal değişmeler, *Gıda teknolojisi derneği (GTI) yayın organı*, 17(4), 227-234.

Chemat, F., Tomao, V. ve Virot, M., 2008, Ultrasound-assisted extraction in food analysis, *Handbook of food analysis instruments*, 85-103.

Chemat, F. ve Khan, M. K., 2011, Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction, *Ultrasonics Sonochemistry*, 18 (4), 813-835.

De Castro, M. L. ve Priego-Capote, F., 2007, Ultrasound-assisted crystallization (sonocrystallization), *Ultrasonics Sonochemistry*, 14 (6), 717-724.

de la Fuente-Blanco, S., Riera-Franco de Sarabia, E., Acosta-Aparicio, V. M., Blanco-Blanco, A. ve Gallego-Juárez, J. A., 2006, Food drying process by power ultrasound, *Ultrasonics*, 44, 523-527.

Dolatowski, Z. J., Stadnik, J. ve Stasiak, D., 2007, Applications of ultrasound in food technology, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6 (3), 88-99.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve deneme metotları (İstatistiksel Metodları-II), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1021, p. 381, Ankara.

Earnshaw, R., Appleyard, J. ve Hurst, R., 1995, Understanding physical inactivation processes: combined preservation opportunities using heat, ultrasound and pressure, *International journal of food microbiology*, 28 (2), 197-219.

Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1995, Tahıl İşleme Teknolojisi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, p. 411, Erzurum.

Elgün, A., Türker, S. ve Bilgiçli, N., 2001, Tahıl ve ürünlerine analitik kalite kontrolü, *Konya Ticaret Borsası Yayınları*, p. 129, Konya.

Elgün, A., 2002, Buğdayda kalite takdiri ve alınan önlemler, *Konya Ticaret Borsası Dergisi*, 5, 22-23.

Elgün, A., Türker, S. ve Bilgiçli, N., 2005, Tahıl ve ürünlerine analitik kalite kontrolü, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ders Notları**:** 112, Konya.

Elmehdi, H., Page, J. ve Scanlon, M., 2003, Using ultrasound to investigate the cellular structure of bread crumb, *Journal of Cereal Science*, 38 (1), 33-42.

Ensminger, D. B., 1988, Acoustic and electroacoustic methods of dewatering and drying, *Drying Technology*, 6 (3), 473-499.

Ercan, S. Ş. ve Soysal, Ç., 2011, Ultrasonun gıdalarda ve enzimlerin inaktivasyonunda kullanılması, *Gıda Dergisi*, 36, 225-231.

Ertaş, N., 2010, Nohut, fasulye ve soya fasulyesinden üretilen baklagil bulgurlarının üretim metotlarının standardizasyonu ile bazı kalitatif ve besinsel özelliklerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 188.

Fernandes, F. A. N. ve Rodrigues, S., 2007, Ultrasound as pre-treatment for drying of fruits: Dehydration of banana, *Journal of Food Engineering*, 82 (2), 261-267.

Fernandes, F. A. N., Linhares, F. E. ve Rodrigues, S., 2008, Ultrasound as pre-treatment for drying of pineapple, *Ultrasonics Sonochemistry*, 15 (6), 1049-1054.

Floros, J. D. ve Liang, H., 1994, Acoustically assisted diffusion through membranes and biomaterials, *Food Technology*, 48 (12), 79-84.

Francis, F. J., 1998, Color analysis, *Food analysis*, 3.

Frias, J., Peñas, E., Ullate, M. ve Vidal-Valverde, C. n., 2010, Influence of drying by convective air dryer or power ultrasound on the vitamin C and β-carotene content of carrots, *Journal of agricultural and food chemistry*, 58 (19), 10539-10544.

Gallego-Juarez, J. A., Rodriguez-Corral, G., Gálvez Moraleda, J. C. ve Yang, T. S., 1999, A new high-intensity ultrasonic technology for food dehydration, *Drying Technology*, 17 (3), 597-608.

Garcia-Alvarez, J., Alava, J., Chavez, J., Turo, A., Garcia, M. ve Salazar, J., 2006, Ultrasonic characterisation of flour–water systems: A new approach to investigate dough properties, *Ultrasonics*, 44, 1051-1055.

Gunasekaran, S. ve Ay, C., 1996, Milk Coagulation Cut-Time Determination Using Ultrasonics, *Journal of Food Process Engineering*, 19 (1), 63-73.

Hayta, M., 2002, Bulgur quality as affected by drying methods, *Journal of Food Science*, 67 (6), 2241-2244.

Ibarz, A., Pagan, J. ve Garza, S., 1999, Kinetic models for colour changes in pear puree during heating at relatively high temperatures, *Journal of Food Engineering*, 39 (4), 415-422.

Iida, Y., Tuziuti, T., Yasui, K., Towata, A. ve Kozuka, T., 2008, Control of viscosity in starch and polysaccharide solutions with ultrasound after gelatinization, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9 (2), 140-146.

İnceer, N., 2011, Mısır bulgurunun bazı besinsel ve teknolojik özellikleri üzerine farklı olum devrelerinin ve bazı mısır varyetelerinin etkisi, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.

Jiménez, A., Beltrán, G. ve Uceda, M., 2007, High-power ultrasound in olive paste pretreatment. Effect on process yield and virgin olive oil characteristics, *Ultrasonics Sonochemistry*, 14 (6), 725-731.

Kim, S. ve Zayas, J., 1989, Processing parameters of chymosin extraction by ultrasound, *Journal of Food Science*, 54 (3), 700-703.

Koca, A. F. ve Anıl, M., 1996, Faklı pişirme yöntemleri ve kurutma sıcaklıklarının bulgur kalitesine etkileri, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 163-172.

Kon, S., 1979, Effect of soaking temperature on cooking and nutritional quality of beans, *Journal of Food Science*, 44 (5), 1329-1335.

Konopka, I., Fornal, Ł., Abramczyk, D., Rothkaehl, J. ve Rotkiewicz, D., 2004, Statistical evaluation of different technological and rheological tests of Polish wheat varieties for bread volume prediction, *International Journal of Food Science & Technology*, 39 (1), 11-20.

Lionetto, F., Maffezzoli, A., Ottenhof, M.-A., Farhat, I. A. ve Mitchell, J. R., 2006, Ultrasonic investigation of wheat starch retrogradation, *Journal of Food Engineering*, 75 (2), 258-266.

Lozano, J. ve Ibarz, A., 1997, Colour changes in concentrated fruit pulp during heating at high temperatures, *Journal of Food Engineering*, 31 (3), 365-373.

Luque-Garcıa, J. ve De Castro, M. L., 2004, Ultrasound-assisted soxhlet extraction: an expeditive approach for solid sample treatment: application to the extraction of

total fat from oleaginous seeds, *Journal of Chromatography A*, 1034 (1-2), 237-242.

MacKay, F., 1998, Applications of ultrasound to dough processing-literature review, *Quality Wheat CRC Project Report, QWCRC Report no: 8, 7-9*.

Mason, T., Newman, A., Sukhvinder, P. ve Charter, C., 1994, Sound solution, *World water and environmental engineering*, 16.

Mason, T., 1998, Power Ultrasound in Food Processing—the way, *London*, Chapman & Hall, p. 105-126.

Mason, T. J., Paniwnyk, L. ve Lorimer, J. P., 1996, The uses of ultrasound in food technology, *Ultrasonics Sonochemistry*, 3, 253-260.

Matsuura, K., Hirotsune, M., Nunokawa, Y., Satoh, M. ve Honda, K., 1994, Acceleration of cell growth and ester formation by ultrasonic wave irradiation, *Journal of fermentation and bioengineering*, 77 (1), 36-40.

McClements, D. ve Povey, M., 1987, Solid fat content determination using ultrasonic velocity measurements, *International Journal of Food Science & Technology*, 22 (5), 491-499.

McClements, D. J., 1995, Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing, *Trends in Food Science & Technology*, 6 (9), 293-299.

McClements, D. J. ve Gunasekaran, S., 1997, Ultrasonic characterization of foods and drinks: Principles, methods, and applications, *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 37 (1), 1-46.

Mizrach, A., Galili, N. ve Rosenhouse, G., 1994, Determining quality of fresh products by ultrasonic excitation, *Food technology (USA)*, 48, 68-71.

Mulet, A., Cárcel, J., Benedito, J., Rosselló, C. ve Simal, S., 1999, Ultrasonic mass transfer enhancement in food processing. *Proceedings of 6th Conference of Food Engineering AIChE Annual Meeting*,G. Barbosa-Canovas and S.P. Lombardo 74-85.

Mulet, A., Cárcel, J., Sanjuan, N. ve Bon, J., 2003, New food drying technologies-Use of ultrasound, *Food Science and Technology International*, 9 (3), 215-221.

Muthukumaran, S., Kentish, S. E., Stevens, G. W. ve Ashokkumar, M., 2006, Application of ultrasound in membrane separation processes: a review, *Reviews in chemical engineering*, 22 (3), 155-194.

Öner, E., 2012, Ultrason uygulaması ile enerjinin tekstil endüstrisinde kullanımı, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Eğitim Bölümü, Sonokimya. 7. İstanbul.

Özbaş, Ö. Ö. ve Köksel, H., 2002, Bulgur verimini tahmin etmek amacıyla pişmiş buğdayın fiziksel özelliklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi, *Gıda Dergisi*, 27(3), 179-183.

Özboy, O. ve Koksel, H., 1998, The effects of bulgur production on various chemical properties of wheats, *Gıda Dergisi*, 23, 449–457.

Özboy, Ö., 1998, Bulgur üretiminde verim ve kalite belirlemede kullanılabilecek testler ile üretimin nişasta ve protein özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 124.

Özkaya, B., Köksal, H. ve Özkaya, H., 1993, Bazı buğday çeşitlerinden farklı yöntemlerle üretilen bulgurların bazı vitamin ve mineral içerikleri ile proteinlerinin elektroforetik ve nişastalarının 'bırefrıngence' özellikleri üzerine araştırmalar, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 4.

Özkaya, H. ve Kahveci, B., 1990, Tahıl ve ürünleri analiz yöntemleri, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:14*, p. 152, Ankara.

Özkaya, H. ve Özkaya, B., 2005, Öğütme Teknolojisi, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, p. 737, Ankara.

Piyasena, P., Mohareb, E. ve McKellar, R., 2003, Inactivation of microbes using ultrasound: a review, *International journal of food microbiology*, 87 (3), 207-216.

Pohlman, F. W., 1996, Ultrasound uses for cookery, and to improve cooking, textural, sensory and shelf life stability properties of beef muscle. Kansas State University, Manhattan, Kansas.

Pomeranz, Y., 1988, Wheat: chemistry and technology.

Povey, M. ve Harden, C., 1981, An application of the ultrasonic pulse echo technique to the measurement of crispness of biscuits, *International Journal of Food Science & Technology*, 16 (2), 167-175.

Povey, M. ve Rosenthal, A., 1984, Ultrasonic detection of the degradation of starch by α-amylase, *International Journal of Food Science & Technology*, 19 (1), 115-119.

Povey, M. J. ve Mason, T. J., 1998, Ultrasound in food processing, Springer Science & Business Media, p.

Raso, J., Pagan, R., Condon, S. ve Sala, F., 1998, Influence of temperature and pressure on the lethality of ultrasound, *Applied and Environmental Microbiology*, 64 (2), 465-471.

Richardson, P. ve Povey, M., 1990, Ultrasonic temperature measurement and its potential for food processing systems, *Food Control*, 1 (1), 54-57.

Roberts, R. T., 1993, High intensity ultrasonics in food processing, *Chemistry and Industry* (4), 119-121.

Sala, F., Burgos, J., Condon, S., Lopez, P. ve Raso, J., 1995, Effect of heat and ultrasound on microorganisms and enzymes, In: New methods of food preservation, Eds: Springer, p. 176-204.

Scherba, G., Weigel, R. ve O'brien, W., 1991, Quantitative assessment of the germicidal efficacy of ultrasonic energy, *Applied and Environmental Microbiology*, 57 (7), 2079-2084.

Schofield, J. D., 1994, Wheat proteins: structure and functionality in milling and breadmaking, In: Wheat Production Properties and Quality, Eds: Bushuk, W. ve Rasper, V. F.: Blackie Academic & Professional p. 73-106.

Singh, B. ve Dodda, L. M., 1979, Studies on the preparation and nutrient composition of bulgur from triticale, *Journal of Food Science*, 44 (2), 449-452.

Singh, H. ve MacRitchie, F., 2001, Use of sonication to probe wheat gluten structure, *Cereal Chemistry*, 78 (5), 526-529.

Skrede, G., 1985, Color quality of blackcurrant syrups during storage evaluated by hunter L', a', b'values, *Journal of Food Science*, 50 (2), 514-517.

Skujins, S., 1998, Handbook for ICP-AES (Varian-Vista), A Short Guide to Vista Series ICP-AES Operation, *Variant Int. Ag. Zug*, 235-248.

Suslick, K. S., 1988, Ultrasound: its chemical, physical, and biological effects, *Homogenous Sonochemistry*.

Suslick, K. S., 1989, The chemical effects of ultrasound, *Scientific American*, 260 (2), 80-87.

Tavman, Ş., Kumcuoğlu, S. ve Akaya, Z., 2009, Bitkisel ürünlerin atıklarından antioksidan maddelerin ultrason destekli ekstraksiyonu, *Gıda*, 34 (3), 175-182.

TelsonicGroup, 2007, Ultrasonic Screening Technology, www.telsonic.com [10 August 2010].

Tipples, K. H., Kilborn, R. H. ve Preston, K. R., 1994, Bread-wheat quality defined, In: In Wheat Production, Properties and Quality, Eds: Bushuk, W. ve Rasper, V. F., *Blackie Academic Professional*, p. 25-36.

Toma, M., Vinatoru, M., Paniwnyk, L. ve Mason, T. J., 2001, Investigation of the effects of ultrasound on vegetal tissues during solvent extraction, *Ultrasonics Sonochemistry*, 8 (2), 137-142.

Tulukçu, E., 1998, Konya ekolojik şartlarında bazı makarnalık buğday genotiplerinin kuru ve sulu şartlardaki performanslarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 88.

Ulusoy, B. H., Colak, H. ve Hampikyan, H., 2007, The use of ultrasonic waves in food technology, *Research Journal of Biological Sciences*, 2 (4), 491-497.

Ünüvar, A., 2009, Soyma işlemi ve granülasyon dağılışının bulgurun kalitatif ve besinsel özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 75.

Vercet, A., Lopez, P. ve Burgos, J., 1997, Inactivation of heat-resistant lipase and protease from Pseudomonas fluorescens by manothermosonication, *Journal of Dairy Science*, 80 (1), 29-36.

Villamiel, M., De Jong, P. ve van Hamersveld, E. H., 1999, Effect of ultrasound processing on the quality of dairy products, *Milchwissenchaft*, 54, 69-73.

Villamiel, M., Verdurmen, R. ve De Jong, P., 2000, Degassing of milk by high-intensity ultrasound, *Milchwissenchaft*, 55 (3), 123-125.

Virot, M., Tomao, V., Le Bourvellec, C., Renard, C. M. ve Chemat, F., 2010, Towards the industrial production of antioxidants from food processing by-products with ultrasound-assisted extraction, *Ultrasonics Sonochemistry*, 17 (6), 1066-1074.

Wang, J., Sun, B., Cao, Y., Tian, Y. ve Li, X., 2008, Optimisation of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from wheat bran, *Food Chemistry*, 106 (2), 804-810.

Webb, T., Heaps, P. W. ve Coppock, J. B. M., 1971, Protein quality and quantity: A rheological assessment of their relative importance in breadmaking, *International Journal of Food Science & Technology*, 6 (1), 47-62.

Wu, H., Hulbert, G. J. ve Mount, J. R., 2000, Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 1 (3), 211-218.

Xia, T., Shi, S. ve Wan, X., 2006, Impact of ultrasonic-assisted extraction on the chemical and sensory quality of tea infusion, *Journal of Food Engineering*, 74 (4), 557-560.

Yaldagard, M., Mortazavi, S. A. ve Tabatabaei Yazdi, F., 2007, The effects of ultrasound on the activity of alpha-amylase during barley germination, *African Journal of Biotechnology*, 7, 2465-2471.

Yang, W., Vambura, P. ve Williams, L. L., 2008, Extending the capability of power ultrasound to cereal and oilseed processing for food and non-food applications, *World Applied Sciences Journal*, 3, 91-95.

Yıldırım, A., Bayram, M. ve Öner, M. D., 2006, Ultrasonik ses dalgalarının bakliyatların kolay islenebilir hale getirilmesinde kullanılma olasılıkları. Türkiye 9. Gıda Kongresi. Bolu**:** 783-786.

Yıldırım, A., Öner, M. D. ve Bayram, M., 2011, Fitting Fick's model to analyze water diffusion into chickpeas during soaking with ultrasound treatment, *Journal of Food Engineering*, 104 (1), 134-142.

Yüksel, Y., 2013, Buğdaylarda tavlama işleminde ultrason uygulamasının öğütme ve un kalitesi üzerine etkisi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* 140.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Fatma Merve ELGÜN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Erzincan/ 1986
Telefon : -
Faks : -
e-mail : mervesaraya@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Efeler Lisesi Merkez/Aydın	2006
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Selçuklu/Konya	2010
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi Selçuklu/Konya	-

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2014-devam	Sofra Yemek Üretim ve Hizmet AŞ.	Gıda Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce