

SİYEZ (*Triticum monococcum* L.) ve
DURUM (*Triticum durum*) BUĞDAYLARIN
BULGURA İŞLENMESİNDE BULGUR
KALİTESİ, BİYOAKTİF BİLEŞENLER VE
ANTIOKSİDAN AKTİVİTEDEKİ
DEĞİŞMELER
VOLKAN ARİF YILMAZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
PYO.MUH.1904.10.006' nolu Proje ile
Desteklenmiştir.

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SİYEZ (*Triticum monococcum* L.) ve DURUM (*Triticum durum*) BUĞDAYLARIN
BULGURA İŞLENMESİNDE BULGUR KALİTESİ, BİYOAKTİF BİLEŞENLER VE
ANTİOKSİDAN AKTİVİTEDEKİ DEĞİŞMELER**

VOLKAN ARİF YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. AHMET FAİK KOCA

SAMSUN, 2012

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 24/01/2012 tarihinde yapılan sınav ile Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Ahmet Faik KOCA

Üye: Yrd. Doç. Dr. İsmail SEZER

Üye: Yrd. Doç. Dr. Münir ANIL

ONAY:

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

.../.../2012

Prof. Dr. Ümit SERDAR
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**SİYEZ (*Triticum monococcum* L.) VE DURUM (*Triticum durum*)
BUĞDAYLARIN BULGURA İŞLENMESİNDE BULGUR KALİTESİ,
BİYOAKTİF BİLEŞENLER VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTEDEKİ
DEĞİŞMELER**

ÖZET

Bu çalışmada siyez (einkorn) buğdayı ve durum buğdayından üç farklı pişirme (geleneksel, mikrodalga, otoklav) ve iki farklı kurutma (etüv, mikrodalga) yöntemi ile bulgur üretilmiştir. Buğday türleri, pişirme yöntemleri ve kurutma yöntemlerinin bulgur kalitesi ve fonksiyonel özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Bulgur üretimi sonucunda meydana gelen değişimler araştırılarak üretim için en uygun yöntemin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bulgurlarda yapılan renk analizi sonuçlarına göre, çiğ durum bulgurlarında koyuluk değeri (L) ve sarılık değeri (b) artış göstermiş, kırmızılık değeri (a) ise azalmıştır. Bulgurların pişirilmesiyle her iki buğdayda da L ve b değerleri artarken, a değerleri ise azalmıştır. Otoklav pişirmenin ve mikrodalga kurutmanın parlaklığı azaltıp kırmızılık değerini artırdığı gözlenmiştir.

Durum bulgurunun pilavlık bulgur verimi siyez bulgurundan daha yüksek, köftelik bulgur verimi ise daha düşük bulunmuştur. Geleneksel pişirme toplam bulgur verimini artırırken, etüvde kurutmanın pilavlık ve toplam bulgur verimi açısından daha üstün olduğu, köftelik verimde ise mikrodalga kurutmanın daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

Siyez bulgurunun optimum pişme süresi 6.5 dakika, durum bulgurunun ise 14 dakika olarak belirlenmiştir. Su kaldırma ve hacim artışı ise durum bulgurlarında yaklaşık iki kat daha fazla tespit edilmiştir. Otoklavda pişirilen bulgurlar daha kısa sürede pişmiş, mikrodalgada kurutulanlar ise daha fazla su kaldırmıştır.

Duyusal analiz sonuçlarına göre, durum bulgurlarının genel kabul edilebilirliği siyezden daha yüksek olmuş, pişirme ve kurutma yöntemlerinin genel kabul edilebilirliğe etkisi olmamıştır.

Tekstür profili sonuçlarına göre, siyez bulgurlarının bütün tekstür profil parametreleri durum bulgurlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Otoklav pişirilen

bulgurlar daha sert özellik gösterirken, mikrodalga pişirilen bulgurlar daha yapışkan bulunmuştur. Mikrodalga kurutulan bulgurların sertliği, etüvde kurutulanların ise yapışkanlığı daha yüksek tespit edilmiştir. Otoklav pişirme ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin çiğnenebilirliği artırdığı tespit edilmiştir.

Siyez buğdayının ortalama DPPH indirgeme gücü ve FRAP antioksidan aktivite miktarı durum buğdayından daha yüksek iken, ABTS metodunda durum buğdayı daha yüksek bulunmuştur. Bulgura işleme sırasında antioksidan aktivitenin düştüğü ancak önemli bir kısmının korunabildiği görülmüştür. Mikrodalga pişirilen bulgurlarda antioksidan aktivite ABTS metodunda daha düşük belirlenmiştir. Mikrodalga kurutma DPPH ve FRAP metotlarında daha yüksek, ABTS metodunda daha düşük sonuç vermiştir.

Toplam fenolik madde (TFM) miktarı siyez buğdaylarında daha yüksek bulunurken, bulgura işlenirken durum buğdayına göre daha fazla kayba uğramıştır. Toplam sarı pigment (TSP) miktarı siyez buğdayında durum buğdayından iki kat yüksek tespit edilmiştir. Mikrodalga pişirme en yüksek, otoklav pişirme ise en düşük TFM ve TSP miktarına neden olmuştur. Etüvde kurutma ise TFM ve TSP miktarı açısından daha iyi sonuç vermiştir.

Durum buğdayında fenolik asitlerin % 84.98' i bağlı, % 13.13' ü çözünebilir konjuge, % 1.72' si ise çözünebilir serbest formda bulunmuştur. Bu oranlar siyez için sırasıyla; % 79.81, % 18.67 ve % 1.52 olarak tespit edilmiştir. Her iki buğdayda da ferulik asit en yüksek, klorojenik asit ise en düşük miktarda belirlenmiştir. Bulgura işleme sırasında her iki buğdayda da en fazla fenolik kaybı, çözünebilir konjuge formda saptanmıştır.

Bu sonuçlara göre, siyez buğdayının özellikle bulgura işlenmeden önceki biyoaktif bileşenlerinin genel olarak daha yüksek olduğu ve bulgura işlenirken bu bileşenlerin durum buğdayına göre daha fazla zarar gördüğü söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Siyez, einkorn, durum, buğday, bulgur, tekstür, antioksidan, fenolik bileşikler

**CHANGES OF BULGUR QUALITY, BIOACTIVE COMPOUNDS AND
ANTIOXIDANT ACTIVITY AT BULGUR PRODUCTION FROM SIYEZ
(*Triticum monococcum* L.) AND DURUM (*Triticum durum*) WHEATS.**

ABSTRACT

In this research, bulgurs were produced with siyez (einkorn) and durum wheats, by three different cooking (traditional, microwave, autoclave) and two different drying (oven, microwave) methods. The effect of wheat type, cooking and drying methods on bulgur quality and functional properties are investigated. In scope of this work, changes during bulgur production are investigated to determine the most appropriate method for the production.

According to the results of color analysis on bulgurs, at uncooked durum bulgurs brightness value (*L*) and yellowness value (*b*) are increased, redness value (*a*) is decreased. By cooking of bulgurs, both of two wheats, *L* and *b* values are increased, while *a* value are decreased. *L* values are increased and *a* values are decreased in autoclave cooking and microwave drying methods.

The yield of durum bulgurs for pilaf is found more than siyez bulgurs. The yield of durum bulgurs for fine bulgur is lower than siyez bulgurs. Traditional cooking method arises the yield of total bulgur. Drying oven method has higher yield of total bulgur and bulgurs for pilaf while the yield of fine bulgur gives better results in microwave drying method.

The optimum cooking times are determined as 6.5 minutes in siyez bulgurs and 14 minutes in durum bulgurs. However, volume rise and water absorption are determined about twice more in durum bulgurs. The bulgurs cooked in autoclave have shorter cooking time than other methods while the bulgurs dried in microwave have much more water absorption.

According to the results of sensory analyze, the general acceptance of durum bulgurs is higher than siyez bulgurs. Cooking and drying methods have no influence on general acceptance of bulgurs.

According to texture profile analyze results, all texture profile parameters of siyez bulgurs are found higher than durum bulgurs. The bulgurs cooked in autoclave

shows more hardness features and the bulgurs cooked in microwave have much more adhesiveness than other methods. Hardness of the bulgurs which are dried by microwave and chewiness of the bulgurs which are dried by oven are higher than other methods. Methods of the autoclave cooking and microwave drying are determined to have increase effect on chewiness.

Average DPPH scavenging activity and FRAP antioxidant activity is found higher in siyez wheat than durum wheat, while at ABTS method, durum wheat is gaved higher result than siyez wheat. It is seen that, antioxidant activity decreased but significant amount of activity can be saved during processing of bulgur. ABTS antioxidant activity is lower than other methods in bulgurs which are cooked in microwave. Drying at microwave method is gave higher results at DPPH and FRAP methods while gave lower result at ABTS method.

The amount of total phenolic compounds (TPC) is found higher in siyez wheat but it is suffered more losses during bulgur production than durum wheat. The amount of total yellow pigment (TYP) is found twice more at siyez wheat than durum wheat. Cooking at microwave method is caused the highest, cooking at autoclave method is caused the lowest TPC and TYP amounts. Drying in oven method gave better results in terms of TPC and TYP amount.

Phenolic acids in durum wheat is found 84.98 % bound, 13.13 % soluble conjugated and 1.72 % soluble free form. These rates are determined for siyez, 79.81 %, 18.67 % and 1.52 % respectively. Ferulic acid is the most and chlorogenic acid is the least phenolic acid in both of two wheats. The most phenolic acid loss is found in soluble conjugated form in both of two wheats during bulgur production.

According to these results, in general, siyez wheat has higher bioactive compounds before bulgur processing and it is exposed to more damage than durum wheat during bulgur production.

Keywords: Siyez, einkorn, durum, wheat, bulgur, texture, antioxidant, phenolic compounds

TEŐEKKÖR

Danışmanlığı süresince bilgi ve fikirlerini benimle paylaşan değerli hocam Prof. Dr. A. Faik KOCA' ya, çalışmalarımnda deneyim ve yardımlarından faydalandığım hocam Yrd. Doç. Dr. İlkey KOCA' ya, hammaddelerin temininde yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. İsmail SEZER' e, Tez çalışmam boyunca tecrübelerinden faydalandığım hocam Yrd. Doç. Dr. Münir ANIL' a, bölümümüzde görevli olan tüm akademik personele, iyi insan olabilmeyi bana sürekli öğütleyen ve bu yolda desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen güzel AİLEME ve manevi desteğini hep yanımda hissettiğim sevgili İrem ALTUNTAŐ' a teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Buğday ve Bulgur.....	1
1.1.1. Siyez Buğdayı.....	2
1.2. Bulgur Üretimi.....	4
1.3. Buğday ve Bulgurun Fonksiyonel Özellikleri.....	5
2. GENEL BİLGİLER	7
3. MATERYAL ve YÖNTEMLER	14
3.1. Materyal	14
3.1.1. Buğday Örnekleri.....	14
3.1.2. Kimyasallar.....	14
3.1.2.1. Standart Maddeler	15
3.2. Yöntemler.....	15
3.2.1. Örneklerin Analize Hazırlanması	15
3.2.2. Buğdayda Fiziksel Analizler	15
3.2.2.1. Siyez Buğdayında Kavuzsuz Randıman Analizi.....	15
3.2.2.2. Buğdaylarda Yabancı Madde Analizi.....	15
3.2.2.3. Bin Tane Ağırlığı Analizi	16
3.2.2.4. Hektolitre Ağırlığı Analizi.....	16
3.2.2.5. Buğdaylarda Renk Analizi.....	16
3.2.3. Buğdaylarda Kimyasal Analizler.....	16
3.2.3.1. Su Miktarı	16
3.2.3.2. Kül Miktarı.....	17
3.2.3.3. Protein Miktarı	17
3.2.3.4. Ham Yağ Tayini	17
3.3. Bulgur Üretiminde Deneme Planı	18
3.4. Bulgur Üretim Yöntemleri	19
3.4.1. Pişirme İşlemleri	19
3.4.1.1. Geleneksel Yöntemle Pişirme	19
3.4.1.2. Mikrodalga Pişirme	19
3.4.1.3. Otoklavda Pişirme	19

3.4.2. Kurutma İşlemleri	20
3.4.2.1. Etüvde Kurutma	20
3.4.2.2. Mikrodalga Kurutma	20
3.2.4. Bulgurların Kırılması ve Sınıflandırılması.....	20
3.5. Bulgurlarda Laboratuvar Analizleri.....	21
3.5.1. Fiziksel Analizler	21
3.5.1.1. Toplam Bulgur Verimi, Pilavlık Bulgur Verimi ve Köftelik Bulgur Verimi.....	21
3.5.1.2. Bulgurlarda Renk	21
3.5.2. Bulgurlarda Pişme Denemeleri.....	21
3.5.2.1. Optimum Pişme Süresi	21
3.5.2.2. Su Kaldırma	22
3.5.2.3. Hacim Artış	22
3.5.3. Bulgurda Tekstür Profil Analizi	22
3.5.4. Duyusal Analiz	23
3.6. Buğday ve Bulgur Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi için Hazırlanması.....	25
3.6.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini.....	25
3.7. Antioksidan Aktivite Analizleri	25
3.7.1. Buğday ve Bulgur Örneklerinin Toplam Antioksidan Aktivite Analizleri için Hazırlanması.....	25
3.7.2. DPPH Metodu ile Toplam Antioksidan Aktivite Analizi	26
3.7.3. ABTS Metodu ile Toplam Antioksidan Aktivite Analizi	26
3.7.3.1. ABTS Çözeltisinin Hazırlanması	26
3.7.3.2. Tuzlu Fosfat Tamponu (PBS) Çözeltisinin Hazırlanması	27
3.7.3.3. Analizin Yapılması.....	27
3.7.4. FRAP Metodu ile Toplam Antioksidan Aktivite Analizi.....	27
3.8. Toplam Sarı Pigment Miktarı Analizi	27
3.9. Fenolik Madde Profillerinin Belirlenmesi	28
3.9.1. Çözünebilir Serbest Fenolik Asitlerin Ekstraksiyonu	28
3.9.2. Çözünebilir Konjuge Fenolik Asitlerin Ekstraksiyonu	28
3.9.3. Bağlı Fenolik Asitlerin Ekstraksiyonu	29
3.9.4. Ekstraktların Analize Hazırlanması	29

3.9.5. HPLC ile Fenolik Asitlerin Tespiti	29
3.10. İstatistik Analizler	30
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	31
4.1. Buğdaylarda Yapılan Analizler	31
4.1.1. Fiziksel Analizler	31
4.1.2. Kimyasal Analizler	32
4.1.2.1. Buğdaylarda Renk Analizi	33
4.2. Bulgurlarda Kuru Madde Miktarı	34
4.3. Bulgurlarda Yapılan Analizler	35
4.3.1. Bulgurlarda Renk Analizleri	35
4.3.2. Bulgur Verimi	42
4.3.3. Pişme Analizleri	48
4.3.4. Duyusal Analiz	53
4.3.5. Bulgurlarda Tekstür Profili Analizi	59
4.3.6. Antioksidan Aktivite Analizleri	69
4.3.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı	77
4.3.8. Toplam Sarı Pigment Miktarı	78
4.3.9. Fenolik Asit Profili	85
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	113
6. KAYNAKLAR	118
EKLER	129
EK A	129
EK B	131
EK C	136
EK D	138
ÖZGEÇMİŞ	141

KISALTMALAR

AACC: American Association of Cereal Chemists

ABTS : 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

FRAP: Ferric Reducing Ability of Plasma

HPLC: High Pressure Liquid Chromatography

ORAC: Oxygen Radical Absorbance Capacity

PDA: Photo Diode Array Dedector

SPSS : Statistical Package for the Social Sciences

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 4.1.	Çiğ bulgurlarda L değerleri üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu.....	40
Şekil 4.2.	Çiğ bulgurlarda a değerleri üzerine etkili olan “buğday çeşidi x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu	41
Şekil 4.3.	Toplam bulgur verimi üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi” interaksyonu	46
Şekil 4.4.	Pilavlık bulgur verimi üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu	47
Şekil 4.5.	Köftelik bulgur verimi üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu	48
Şekil 4.6.	Hacim artışı üzerine etkili olan “buğday türü x kurutma yöntemi” interaksyonu	52
Şekil 4.7.	Su kaldırma üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu	53
Şekil 4.8.	Sertlik değerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi” interaksyonu.....	67
Şekil 4.9.	Çiğnenebilirlik değerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi” interaksyonu	68
Şekil 4.10.	Sertlik değeri üzerine etkili olan “pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu	69
Şekil 4.11.	Bulgurların DPPH % indirgeme miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu.....	75
Şekil 4.12.	Bulgurların ABTS metoduna göre antioksidan madde miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu.....	76

Şekil 4.13.	Bulgurların FRAP metoduna göre antioksidan madde miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi” interaksyonu	77
Şekil 4.14.	Bulgurların TFM miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu.....	83
Şekil 4.15.	Bulgurların TSP miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu	84
Şekil.4.16.	Toplam Ferülik Asit miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu	96
Şekil 4.17.	Toplam p-Kumarik Asit miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu	101
Şekil 4.18.	ÇSTFA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu	109
Şekil 4.19.	ÇKTFA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu	110
Şekil 4.20.	BTFA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu	111
Şekil 4.21.	TFNA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu	112
Şekil A.1.	Analizlerde kullanılan durum buğdayı	129
Şekil A.2.	Analizlerde kullanılan siyez buğdayı.....	130
Şekil B.1.	Çiğ ve pişirilmiş bulgurlar 1	131
Şekil B.2.	Çiğ ve pişirilmiş bulgurlar 2	131
Şekil B.3.	Çiğ ve pişirilmiş siyez bulgurlar	132
Şekil B.4.	Çiğ ve pişirilmiş durum bulgurlar	132
Şekil B.5.	Siyez-Geleneksel-Mikrodalga bulguru.....	133

Şekil B.6.	Siyez-Otoklav-Mikrodalga bulguru	133
Şekil B.7.	Siyez-Geleneksel-Etöv bulguru	133
Şekil B.8.	Siyez-Otoklav-Etöv bulguru	133
Şekil B.9.	Siyez-Mikrodalga-Etöv bulguru	134
Şekil B.10.	Siyez-Mikrodalga-Mikrodalga bulguru.....	134
Şekil B.11.	Durum-Geleneksel-Mikrodalga bulguru	134
Şekil B.12.	Durum-Otoklav-Mikrodalga bulguru	134
Şekil B.13.	Durum-Geleneksel-Etöv bulguru.....	135
Şekil B.14.	Durum-Mikrodalga-Etöv bulguru	135
Şekil B.15.	Durum-Mikrodalga-Etöv bulguru	135
Şekil B.16.	Durum-Mikrodalga-Mikrodalga bulguru	135
Şekil C.1.	Gallik asit kalibrasyon eğrisi	136
Şekil C.2.	Troloks kalibrasyon eğrisi	136
Şekil C.3.	Demir sülfat 6 sulu kalibrasyon eğrisi.....	137
Şekil D.1.	Ferulik asit kalibrasyon eğrisi.....	138
Şekil D.2.	p-Kumarik asit kalibrasyon eğrisi.....	138
Şekil D.3.	Sirinjik asit kalibrasyon eğrisi	139
Şekil D.4.	Klorojenik asit kalibrasyon eğrisi	139
Şekil D.5.	p-Hidroksibenzoik asit kalibrasyon eğrisi.....	140

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Araştırmada uygulanan deneme planı	18
Çizelge 3.2. Duyusal değerlendirme formu	24
Çizelge 4.1. Buğdaylarda yapılan fiziksel analiz sonuçları.....	31
Çizelge 4.2. Buğdaylarda yapılan kimyasal analiz sonuçları	32
Çizelge 4.3. Buğdayların renk değerleri	33
Çizelge 4.4. Bulgurların kuru madde miktarı	34
Çizelge 4.5. Çiğ bulgurlarda renk analizi.....	36
Çizelge 4.6. Pişirilmiş bulgurlarda renk analizi.....	37
Çizelge 4.7. Buğday türüne göre bulgurların renk değerleri	38
Çizelge 4.8. Pişirme yöntemlerine göre bulgurların renk değerleri.....	38
Çizelge 4.9. Kurutma yöntemine göre bulgurların renk değerleri.....	39
Çizelge 4.10. Bulgurlarda verim analizi	43
Çizelge 4.11. Buğday türüne göre bulgur verimleri.....	44
Çizelge 4.12. Pişirme yöntemine göre bulgur verimleri.....	44
Çizelge 4.13. Kurutma yöntemine göre bulgur verimleri.....	45
Çizelge 4.14. Pişme analizleri.....	49
Çizelge 4.15. Buğday türüne göre pişme analizleri	50
Çizelge 4.16. Pişirme yöntemine göre pişme analizleri	51
Çizelge 4.17. Kurutma yöntemine göre pişme analizleri	51
Çizelge 4.18. Duyusal analiz	54
Çizelge 4.19. Buğday türüne göre çiğ bulgurların duyusal özellikleri	55
Çizelge 4.20. Pişirme yöntemine göre çiğ bulgurların duyusal özellikleri	55
Çizelge 4.21. Kurutma yöntemine göre çiğ bulgurların duyusal özellikleri.....	56
Çizelge 4.22. Buğday türüne göre pişmiş bulgurların duyusal özellikleri	56
Çizelge 4.23. Pişirme yöntemine göre pişmiş bulgurların duyusal özellikleri.....	57
Çizelge 4.24. Kurutma yöntemine göre pişmiş bulgurların duyusal özellikleri	58
Çizelge 4.25. Bulgurların tekstür profili	60
Çizelge 4.26. Buğday türüne göre bulgurların sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri	62

Çizelge 4.27. Pişirme yöntemine göre bulgurların sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri	63
Çizelge 4.28. Kurutma yöntemine göre bulgurların sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri	64
Çizelge 4.29. Buğday türüne göre bulgurların çiğnenebilirlik, bağlılık ve kendini toplama gücü.....	64
Çizelge 4.30. Pişirme yöntemine göre bulgurların çiğnenebilirlik, bağlılık ve kendini toplama gücü.....	66
Çizelge 4.31. Kurutma yöntemine göre bulgurların çiğnenebilirlik, bağlılık ve kendini toplama gücü.	66
Çizelge 4.32. Buğday ve bulgurların DPPH metoduna göre % indirgeme gücü.....	70
Çizelge 4.33. ABTS metodu ile toplam antioksidan aktivite	71
Çizelge 4.34. FRAP metodu ile antioksidan aktivite	72
Çizelge 4.35. Buğday türüne göre bulgurların DPPH, ABTS ve FRAP analiz sonuçları.....	73
Çizelge 4.36. Pişirme yöntemine göre bulgurların DPPH, ABTS ve FRAP analiz sonuçları.....	73
Çizelge 4.37. Kurutma yöntemine göre bulgurların DPPH, ABTS ve FRAP analiz sonuçları.....	74
Çizelge 4.38. Toplam Fenolik Madde Miktarı	78
Çizelge 4.39. Toplam Sarı Pigment Miktarı.....	79
Çizelge 4.40. Buğday türüne göre bulgurların TFM ve TSP miktarları	80
Çizelge 4.41. Pişirme yöntemine göre bulgurların TFM ve TSP miktarları	81
Çizelge 4.42. Kurutma yöntemine göre bulgurların TFM ve TSP miktarları.....	82
Çizelge 4.43. Ferülik Asit Miktarı	86
Çizelge 4.44. p-Hidroksibenzoik Asit Miktarı.	87
Çizelge 4.45. p-Kumarik Asit Miktarı	88
Çizelge 4.46. Sirinjik Asit Miktarı	89
Çizelge 4.47. Klorojenik Asit Miktarı.....	90
Çizelge 4.48. Toplam Fenolik Asit Miktarı.....	91
Çizelge 4.49. Buğday türüne göre ÇSFA, ÇKFA, BFA ve TFA miktarları.	93
Çizelge 4.50. Pişirme yöntemine göre ÇSFA, ÇKFA, BFA ve TFA miktarları	94
Çizelge 4.51. Kurutma yöntemine göre ÇSFA, ÇKFA, BFA ve TFA miktarları	95

Çizelge 4.52. Buğday türüne göre ÇSHA, ÇKHA, BHA, THA miktarları	97
Çizelge 4.53. Pişirme yöntemine göre ÇSHA, ÇKHA, BHA, THA miktarları	98
Çizelge 4.54. Kurutma yöntemine göre ÇSHA, ÇKHA, BHA, THA miktarları	99
Çizelge 4.55. Buğday türüne göre ÇSKA, ÇKKA, BKA, TKA miktarları	99
Çizelge 4.56. Pişirme yöntemine göre ÇSKA, ÇKKA, BKA, TKA miktarları	100
Çizelge 4.57. Kurutma yöntemine göre ÇSKA, ÇKKA, BKA, TKA miktarları	101
Çizelge 4.58. Buğday türüne göre ÇSSA, ÇKSA, BSA, TSA miktarları	102
Çizelge 4.59. Pişirme yöntemine göre ÇSSA, ÇKSA, BSA, TSA miktarları	103
Çizelge 4.60. Kurutma yöntemine göre ÇSSA, ÇKSA, BSA, TSA miktarları	103
Çizelge 4.61. Buğday türüne göre ÇSKLA, ÇKKLA, BKLA, TKLA miktarları	104
Çizelge 4.62. Pişirme yöntemine göre ÇSKLA, ÇKKLA, BKLA, TKLA miktarları	105
Çizelge 4.63. Kurutma yöntemine göre ÇSKLA, ÇKKLA, BKLA, TKLA miktarları	105
Çizelge 4.64. Buğday türüne göre TÇSFA, TÇKFA, TBFA, TFNA miktarları	106
Çizelge 4.65. Pişirme yöntemine göre TÇSFA, TÇKFA, TBFA, TFNA miktarları ..	107
Çizelge 4.66. Kurutma yöntemine göre TÇSFA, TÇKFA, TBFA, TFNA miktarları	108

1. GİRİŞ

Tahıllar, insanların yerleşik hayata geçmelerinden itibaren beslenmede en temel kaynaklardan birisini oluşturmuştur. Çeşitli coğrafya ve iklim koşullarında üretilebilmeleri, birçok gıdanın hammaddesini oluşturmaları ve basit tekniklerle gıda olarak işlenebilmeleri gibi nedenlerle tahıllar, insanoğlunun binlerce yıldan beri vazgeçemediği gıda maddeleri olmuşlardır.

Tahıllar genel olarak bir işlemden geçirildikten sonra tüketilen besin öğeleridir. Ancak son zamanlarda yapılan araştırmalar, tahılların işlenmesi sırasında besleyicilik ve fonksiyonel özelliklerinde meydana gelen kayıpların göz ardı edilemeyecek kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle insanlar artık, daha doğal ve sağlıklı olduklarına inandıkları az işlenmiş tahıl ve ürünlerini tercih etmektedirler.

1.1. Buğday ve Bulgur

Bir gıda maddesi olarak buğdayın yurdumuzda yadsınamaz ekonomik öneminin yanında, toplumsal ve kültürel, aynı zamanda da tarihi hatta arkeolojik bir değeri vardır. Neolitik çağda Çatalhöyük’deki mağaralarda, ilk tarım köylerinde ekilen iki çeşit 14 kromozumlu einkorn (siyez) (*Triticum monococcum*) ve 28 kromozumlu emmer (gernik) (*Triticum dicoccum*) buğday tanelerine rastlanmıştır. Daha sonraki dönemlerde ise iri taneli, uzun boylu ve kavuzsuz olmaları nedeniyle, işlenmeleri çok daha kolay olan 28 kromozumlu makarnalık buğday (*Triticum durum*) ve 42 kromozumlu ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum*) türleri ortaya çıkmıştır (Bilgiç, 2004; Yıldırım, 2004).

Bulgur, iyice temizlenip yıkanan bir kısım buğdaya iki veya üç kısım su ilave edildikten sonra pişirilmesi, kurutulması ve meyve kabuğunun ayrılmasından sonra kırılması ve iriliklerine göre sınıflandırılmasıyla elde edilen yarı hazır bir gıdadır (Certel, 1990; Aydın, 1994).

Bulgur, yaklaşık 4000 yıllık geçmişi olan ve eski Hitit ve Babillerden beri insan gıdası olarak kullanılan bir tahıl ürünüdür (Özkaya, 1997). Antik dünyada temel protein ve kalori kaynağı olarak kabul edilen, eski ahitlerde “arisah” olarak adlandırılan bulgur; bulgor, boulgur, burgul, burghul ve burghoul isimleriyle de bilinmektedir (Yıldırım, 2004). Türklerin en önemli geleneksel gıdalarından biri olan bulgur günümüzde

Yunanistan, Kıbrıs, Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Doğu Avrupa' da geniş çapta tüketilen bir gıda maddesidir (Hayta, 2002).

Bulgur, insan beslenmesinde yüksek moleküllü karbonhidrat içeriği nedeniyle önemli fizyolojik değere sahiptir. Özellikle son zamanlarda insanların nişastalı gıdalara karşı olan isteksiz tutumuna rağmen, bugün batı insanının da beslenmesinde bulgur yer almaktadır (Seçkin, 1968; Çömden, 1986; Certel, 1990).

Türkiye'de 500 üretim tesisinde yılda yaklaşık 800 bin ton üretilen bulgur, bu üretim değeri ile makarnadan 2.5 kat fazla üretilmekte ve kişi başına yılda ortalama 12 kilogram tüketilmektedir (Bayram ve ark., 2004).

Uniform su absorpsiyonu, iyi tekstür ve çiğneme karakteristiği, sert yapısını sağlayan azot ve nişasta miktarı, parlak sarı rengi ve iyi kırma özelliklerine sahip olması nedeniyle durum buğdayı bulgur üretiminde kullanılan ana buğday türüdür. Bulgur farklı tekstür ve pişme özelliklerine sahip çeşitli gıdalar için değişik boyutlarda öğütülür. Bulgur tipleri, iri, orta, ince, duble ince ve ultra ince taneli olarak sınıflandırılabilir (Kahyaoğlu, 2009). Ancak ülkemizde pilavlık (3.55 – 1.66 mm) ve köftelik (2.00 – 0.50 mm) olarak iki sınıfa ayrılır (Anon., 1991).

1.1.1. Siyez Buğdayı

Siyez (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum* L.) buğdayı, diploid ($2n=14$), kavuzlu primitif bir buğday türüdür. Bu buğday türü ticari olarak üretilen buğday türlerine göre fitokimyasallar (karotenoidler, tokoferoller, fenolik asitler), protein ve mineral madde miktarları açısından önemli üstünlüklere sahiptir. Yapılan çalışmalarda karotenoid miktarlarının diğer buğdaylardan yaklaşık olarak 2 - 4 kat arasında fazla olduğu, tokoferol içeriklerinin de diğer türlere oranla önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Protein miktarı % 15.8 - 24.2 (KM), kül miktarı % 2.5 - 2.2 (KM) arasında iken, ekmeleklik buğdayda bu değerler sırasıyla % 11.1 (KM) ve % 1.5 (KM) olarak saptanmıştır. Bu sonuçlar, siyez buğdayının protein ve mineral madde içeriği açısından da oldukça zengin bir tür olduğunu ortaya koymaktadır (Hidalgo ve ark., 2006; Hidalgo ve ark., 2008).

Çölyak hastalığı, buğday gluteni (gliadinler) ve ona benzer yapı gösteren alkolde çözünebilen bazı arpa ve çavdar proteinlerine (prolaminler) karşı oluşan uygunsuz bağışıklık sistemi tepkilerinin ince bağırsakta düzensizliğe neden olmasıdır (Sollid ve Khosla, 2005). Günümüzde buğday gluteni ve ona benzer yapı gösteren bazı arpa ve çavdar proteinlerini içeren gıdaları tüketemeyen çölyak hastaları için uygulanan tek tedavi yöntemi ise glutensiz diyet ile beslenmeleridir. Yapılan bazı çalışmalar siyez buğdayının (*Triticum monococcum*) çölyak hastalığına (gluten intoleransı) sebep olan α -gliadin' deki aminoasit dizilimine sahip olduğunu belirtse de (Wieser, 2001; Fasano ve Catassi, 2001; Vaccino ve ark., 2009), siyez çölyak hastalığına sebep olan toksisiteye çeşide bağlı olarak az neden olduğu veya neden olmadığı yönünde çalışmalar da mevcuttur (De Vincenzi ve ark., 1996; Pizzuti ve ark., 2006; Vincentini ve ark., 2007).

Ülkemizde özellikle Batı Karadeniz Bölgesi'nde Kastamonu ve Sinop illerinde yöresel ismi siyez olan "einkorn" buğdayından "siyez bulguru" üretilmektedir. Bu antik buğday türü bölgedeki dağ köylerinde halen siyez bulguru üretimi için ve hayvan yemi olarak az miktarda da olsa yetiştirilmektedir. Bu buğdayın ticari olamamasında; ekim alanlarının kısıtlı olması, düşük verimi ve işlenmesinin zorluğu en önemli dezavantajları olarak görülürken, her türlü iklim şartları ve hastalıklara karşı dayanıklı olması ise en önemli artılarıdır (D'Egidio ve ark., 1993).

Kavuzlu ve koyu renkli siyez buğdayından yapılan ve "siyez bulguru" olarak bilinen bulgur, sahip olduğu farklı görünüş, aroma ve tat ile üretildiği bölgede tüketicilerin büyük beğenisini kazanmıştır. Anavatanı Türkiye olan bu buğdayın bulgurunun tanıtımı için Kastamonu'nun İhsangazi ilçesinde "Siyez Bulguru Festivali" düzenlenmektedir.

Bilimsel çalışmalarla zengin besinsel içeriği kanıtlanan siyez buğdayın, ürüne işlenmesi sırasında besleyiciliği ve fonksiyonelliğinde meydana gelen değişimlerin araştırılması gerekmektedir. Ayrıca, siyez buğdayının gluten intoleransı olan kişiler tarafından tüketilebilme umudu araştırılması gereken önemli bir konudur.

1.2. Bulgur Üretimi

Buğday tanesi bulgura işlenirken birçok fonksiyonel karakteristik kazanır. İşleme ile canlı olan buğday tanesi bu özelliğini kaybetmekte, tanenin enzimleri inaktive olmakta, böcek ve kemirgen zararı ile küf kontaminasyonuna direnç kazanmakta, tanenin mikroflorası hemen hemen tahrip edilmekte, buğdayın ham kokusu kaybolarak bulgura has tat ve aroma gelişmektedir. Buğday kepeğindeki besinsel öğeler bulgurda muhafaza olmakta, düşük yağ, yüksek protein içeriğine sahip, ekonomik, radyasyona dirençli, sıcak ve nemli ortamlarda buğdaydan daha dayanıklı, uzun raf ömrüne sahip, iyi bir folik asit kaynağı olan, kolay hazırlanabilen yarı hazır bir ürün elde edilmektedir. Bulgur üretiminde nişasta su alarak jelatinize olmakta ve fizikokimyasal değişmelere uğramakta, proteinler ise denatüre olmaktadır. Bütün bu değişmelerin sonucu olarak tane, protein ve nişasta jelinin birbiri ile kaynaşması ile camsı ve oldukça sert bir yapı kazanmaktadır (Pence ve ark., 1964; Seçkin, 1968; Çömnden, 1986; Özkaya ve Kahveci, 1989; Bayram ve ark., 2004).

Pişirme yöntemi bulgur kalitesinde önemli bir faktördür. Pişirme işlemi bünyesine yeteri kadar su almış buğday tanesindeki nişastanın jelatinize edilmesi için yapılır. Pişirilen buğdaylarda; beyaz noktaların bulunmaması, topaklanma, yapışma ve renkte koyulaşma olmaması ve jelatinizasyonun tam olması gerekir. Pişirme işleminde köylerde ve imalathanelerde geleneksel yöntem, fabrikalarda ise otoklav yöntemi kullanılmaktadır (Anıl, 1994; Acer, 2004).

Bulgur üretiminde kaliteye etki eden önemli faktörlerden biri de kurutma yöntemidir. Ülkemizde köylerde ve küçük işletmelerde kurutma işlemi güneşte, büyük işletmelerde ise sıcak hava akımlı yapay kurutucularda gerçekleştirilmektedir. Kurutma sıcaklığının yüksek tutulması, bulgur renginde geri dönüşü olmayan koyulaşmalara yol açmaktadır (Acer, 2004). Ayrıca pişirme ve kurutma aşamalarında uygulanan yüksek ısıl işlemin bulgurun biyoaktif bileşenlerine de önemli zararları olabileceği ve biyoyararlılığını düşürebileceği unutulmamalıdır.

Mikrodalgalar, 1 mm-1 m dalga boyu ve 300 MHz-300 GHz frekans aralığında bulunan, elektromanyetik spektrumun belirli bir kısmını kapsayan iyonize edici olmayan elektromanyetik dalgalardır. Geleneksel ısıtma yöntemlerinde ısı, gıdanın yüzeyinden iç kısmına doğru iletilmektedir. Bu yöntemler ile kıyaslandığı zaman,

mikrodalga ile ısıtma sırasında ısı materyalin içinde üretildiği için ısıtma hızı yüksektir ve işlem süresi kısadır. Mikrodalga ile işlem gören gıdalarda vitamin ve mineral kayıplarının daha az olduğu belirtilmiştir. Diğer avantajları ise, ekipmanın az yer kaplaması, kolay temizlenmesi ve proses sırasında enerjiden tasarruf sağlamasıdır. Ayrıca mikrodalgalar materyalleri içten ısıttığı için sıcaklık dağılımları daha homojen olmakta, yüzeyin aşırı ısınması önlenmekte ve ürün kalitesi üründe oluşabilecek yüzey sertleşmesi gibi bazı olayların engellenmesi ile gelişebilmektedir (Konak ve ark., 2009). Mikrodalga teknolojisinin gıda sanayinde kullanımı her geçen gün artmaktadır. Bu teknolojinin bulgur üretiminde pişirme ve kurutma aşamalarında kullanılabileceği bilimsel çalışmalarla gösterilmiştir (Acer, 2004).

1.3. Buğday ve Bulgurun Fonksiyonel Özellikleri

Kanserin de dahil olduğu birçok kronik hastalığın patolojisi hücrenel bileşenlerin oksidatif hasara uğramasının sonucudur. Reaktif oksijen türleri DNA' da hasara neden olup ilerleyen yaşa bağlı olarak karsinogenesis, koroner kalp rahatsızlığı, tip 2 diyabet, obezite, romatizmal hastalıklar, katarakt gibi hastalıkların oluşumuna neden olabilir. Yaşlılığa bağlı olarak oluşan bu hastalıkların ve sağlık problemlerinin önlenmesinin en önemli yolu ise oksidatif hasarı minimize etmektir. Antioksidanlar reaktif oksijen türlerinin ataklarını sonlandırarak buna bağlı oluşan hastalıkların ve sağlık problemlerinin önlenmesinde büyük öneme sahiptir.

Buğday antioksidanlarının vücuttaki 3-hidroksi-3-metilglutaril-CoA redüktaz ve kolesterol 7 α -hidroksilaz enzim seviyelerini değiştirerek total plazma ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol seviyelerini düşürmeye etki ettiği de belirlenmiştir. Tam buğday unu diyetinin aynı zamanda enflamasyonları önlediği de bildirilmiştir (Yu, 2008).

Biyoaktif gıda faktörlerinin sağlığa herhangi bir yararlı etkisinin olması için biyoyararlılık terimini karşılama gerekir. Biyoyararlılık, biyoaktif faktörlerin gıda ürünlerinde elverişli olma ve in vivo sistemlerde absorbe olup hedef organ ya da dokuya ulaşabilme oranı olarak ifade edilebilir. Gıda ürünlerinde biyoaktiflerin elverişliliği, gıda bileşenleri arasındaki konsantrasyonu ve işleme koşulları içinde korunabilmesi ile belirlenir. Gıda bileşenlerinin ve ısıl işlem gibi gıda işleme koşullarının buğday

antioksidanları üzerine etkileri henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Gıda matriksinin biyoaktiflerin elverişliliğini ve biyoyararlılığını etkileyebildiği araştırmalar sonucunda bildirilmiştir (Yu, 2008).

Buğday ve buğday esaslı gıdalar zengin doğal antioksidan içerikleriyle fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde ideal kaynaklardır. Buğdayda; karotenoidler, tokoferoller-tokotrienoller, fenolik asitler ve fitosteroller-fitostanoller gibi biyoaktif bileşenler önemli miktarda bulunmaktadır. Tam buğday ürünü olan bulgur da bu fitokimyasallar açısından önemli bir kaynak olarak değerlendirilebilir.

Tam buğday unu önemli miktarda antioksidan bileşikler içermektedir. Ancak bu bileşikler taneye düzgün dağılmamışlardır (Adom ve ark., 2003). Antioksidan bileşiklerin büyük bir kısmı aleuron tabakasında yer almaktadır (Zhou ve ark., 2004). Son çalışmalar; kepek, un ve ara ürünlerin farklı antioksidan aktivite gösterdiklerini ve kepeğin en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır (Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2007). Bu antioksidan özelliklerin diğer kepek tabakalarından farklı olarak alöron tabakasında fenolik asitler ve özellikle ferulik asitten kaynaklandığı belirtilmiştir (Esposito ve ark., 2005). Aleuron tabakası aynı zamanda metabolitleri antioksidan özellik gösteren lignanların birçoğunu içerir ve lignanlar östrojenlerin etkilerini modüle ederek antitümoral aktivite gösterirler (Qu ve ark., 2005).

Buğdayın fitokimyasal kompozisyonu genetik, çevresel ve işleme şartlarına bağlı olarak büyük farklılıklar gösterebilmektedir.

Literatürde bulgurla ilgili yapılan çalışmalar genellikle bulgurun üretim teknolojileri üzerine yoğunlaşmıştır (Yıldırım, 2004; Ünüvar, 2009). Bulgurun fonksiyonel özellikleri üzerine ise çok az çalışma mevcuttur. Halbuki bulgur besinsel lif, nişasta, yağ, mineraller ve fitokimyasallar açısından oldukça zengin bir üründür. Ancak, bulgurun sadece bölgesel bir ürün olarak tüketilmesi, bu konuda yapılan çalışmaların genel olarak sınırlı kalmasına neden olmuştur (Bayram, 2005).

Bu çalışmada anavatanı ülkemiz olan antik buğday türlerinden siyez buğdayının bulgura işlenebilirliği, bulgur üretiminde kullanılan durum buğdayı ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmada, optimum üretim şartlarının belirlenmesi ve farklı üretim yöntemlerinin bulgur kalitesine etkisinin yanında buğdayın antioksidan kapasitesine ve biyoaktif bileşenlerine etkisinin de ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Bulgur ve bulgurun teknolojik özellikleri üzerine yapılan oldukça fazla sayıda çalışma olmasına karşın, bulgurun fonksiyonel özellikleri, bu özelliklerin farklı işleme metodlarının etkisiyle değişimi ve siyez buğdayının ürüne işlenmesi ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Saraçoğlu (1953), 28 farklı bulgur örneği üzerinde yaptığı çalışmada, buğdayın bulgura işlenmesi sırasında tiamin kaybının % 8.9 - 42.4 arasında olduğunu ve ortalama olarak % 27 oranında tiamin kaybı olduğunu saptamıştır.

Certel ve Ertugay (1992), *Triticum durum* ve *Triticum aestivum* türlerinden 4 farklı pişirme yöntemi ile ürettikleri bulgurlarda, mikroklorimetri (DSC) ile nişastada meydana gelen değişimleri incelemişler, çirilenme özelliklerinin buğday türüne göre farklılıklar gösterdiğini belirlemişlerdir.

Özkaya ve ark. (1993) geleneksel ve laboratuvar koşullarında beş farklı durum buğdayından yaptıkları bulgurların bazı kimyasal özellikleri ile tiamin, riboflavin ve mineral madde miktarlarını incelemişlerdir. Her iki yöntemde de buğdaylar bulgura işlenirken kül miktarının bir miktar azaldığını, protein miktarı ise değişmediğini bildirmişlerdir. Tiamin ve riboflavin miktarlarının geleneksel üretilen bulgurlarda laboratuvarda üretilen bulgurlara göre daha düşük bulunduğu bildirilmiştir. Buğdayların mineral madde içeriklerinin (Fe, Cu, Zn, Mn, Ca ve Mg) yapıldıkları bulgura işlendiklerinde düştüğü belirlenmiş, geleneksel ve laboratuvar koşullarında yapılan bulgurların mineral madde miktarı arasında ise önemli bir fark görülmemiştir.

Çoksöyler ve ark. (1993) bulgurda aflatoksin oluşma imkanını araştırmışlardır. Buna göre bulgurun genellikle oldukça kısa sürelerde kuruduğu, fungal florada *Aspergillus flavus* veya başka bir fungusun belirgin bir artış eğilimi göstermediği görülmüş ve analiz edilen 31 adet bulgur örneğinin hiçbirinde saptanabilir düzeyde aflatoksin bulunamamıştır.

Koca ve Anıl (1996), farklı pişirme yöntemleri ve kurutma sıcaklıklarının bulgur kalitesine etkilerini inceledikleri çalışmalarında geleneksel ve iki farklı düzeyde otoklavda pişirme yöntemi ile 50 °C ve 70 °C kurutma sıcaklıklarının bulgurların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kül

miktarı geleneksel yöntemde, yağ miktarı otoklav-II yönteminde, nişasta miktarı ise geleneksel ve otoklav-I yöntemiyle pişirilen bulgurlarda daha yüksek bulunmuştur. 50 °C' da kurutulan bulgurlardan hektolitreye ağırlığı, 70 °C' de kurutulan bulgurlarda ise köftelik bulgur verimi ve yağ miktarı daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Özboy ve Köksel (2001), bulgur üretiminin proteinlerin elektroforetik özelliklerine etkisini araştırmışlar ve araştırma sonucunda buğdayın bulgura dönüşümü ile gliadin elektroforegramlarında protein bantlarının relatif intensitelerinde önemli düzeyde azalma olduğunu, bu azalma bakımından hem çeşitler hem de değişik relatif intensite bölgelerinde farklılık olduğunu bulmuşlardır.

Hayta (2002), kurutma metotlarının bulgur kalitesine etkisini araştırmış, solar kurutma ve mikrodalga kurutma metotlarının bulgur örneklerinin hacim yoğunluğu üzerine önemli derecede etkili olduğunu saptamıştır. Pilavlık bulgur verimi, en yüksek solar kurutma yöntemiyle elde edilmişken, bunu sırasıyla direkt güneş ışığında ve mikrodalga yöntemiyle kurutulan bulgur örnekleri takip etmiştir. Nem içeriğindeki azalma eğilimi, mikrodalga kurutma ile daha fazla olurken, bunu solar, tepside ve güneşte kurutma takip etmiştir. Farklı metotlar kullanılarak kurutulan bulgurların fizikokimyasal özelliklerinde bazı değişiklikler elde edildiği halde, test edilmiş duyuşal özellikler esas olarak aynı bulmuştur.

Adom ve ark. (2003) 11 buğday çeşidi üzerinde yaptıkları bir araştırmada, lutein içeriğini 26 - 143 µg/100g (KM), zeaksantin içeriğini 0,54 - 27 µg/100g (KM) arasında, β-kriptozantin içeriğini ise oldukça düşük konsantrasyonda bulmuşlardır.

Panfili ve ark. (2003) yedi farklı tahılda yaptıkları α-,β-, γ-, δ-, tokoferol ve tokotrienol analizlerinde yumuşak buğdayın, arpa ile birlikte toplam tokol seviyesi açısından en zengin olduğunu (75 µg/g (KM' de)), β-tokotrienolün ise buğdaylarda en fazla bulunan tokol olduğunu belirlemişlerdir (33-43 µg/g (KM' de)).

Martinez-Tome ve ark. (2004) % 87 buğday kepeği, % 2 malt unu, % 4 kahverengi şeker ve % 1.4 oranında tuz katarak hazırladıkları kahvaltılık tahılın % 100 buğday kepeğinden % 4-8 oranında daha az antioksidan aktivite gösterdiğini, 2 atm' de 150 °C' da ekstrüzyona tabi tutulduğunda ise yağ oksidasyonunda işlem görmemiş kepeğe oranla % 42 daha iyi koruma sağladığını belirlemişlerdir.

Adom ve ark. (2005) üç değişik yumuşak buğday üzerinde yaptıkları çalışmada un ve kepek/embriyo fraksiyonlarını fitokimyasallar açısından incelemişlerdir. Tam taneye oranla kepek/embriyo fraksiyonunun toplam fenolik miktarının % 83' ünü flavonoidlerin % 79' unu, luteinin % 51' ini, zeaksantin % 78' sini, hidrofilik antioksidan aktivitesinin % 85' ini ve lipofilik antioksidan aktivitesinin ise % 94' ünü barındırdığı sonucuna varmışlardır.

Bayram ve Öner (2005), bulgurun taş, disk ve eki değirmenlerinde öğütülmesinin bulgurun dökme yoğunluğu ve boyut, nitelik, yüzey ve görünüşündeki etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, bulgur tanelerinin boyutlarında ve şekillerinde en önemli farklılıkların eki değirmen ile öğütülenlerde olduğunu, disk, taş ve eki değirmenlerde bulgur veriminin sırasıyla % 96.5, 97.4 ve 98.3 olduğunu tespit etmişlerdir.

Hidalgo ve ark. (2006) 54 çeşit einkorn (siyez) (*Triticum monococcum*) buğdayının karotenoid miktarlarını, durum ve ekmeçlik buğdaylarla karşılaştırmışlardır. Siyezlerde ortalama ve maksimum lutein miktarlarını sırasıyla 8,41 µg/g (KM' de) ve 13,4 µg/g (KM' de) olarak belirlemişler ve bu değerlerin kıyasladıkları diğer buğdaylardan 2-4 kat daha fazla olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı çalışmada siyez buğdayının toplam tokol miktarı ortalamasını 77,96 µg/g (KM' de) bulmuşlardır. Siyezde en fazla sırasıyla; β-tokotrienol (48,22 µg/g (KM' de) , α-tokotrienol (12,77 µg/g (KM' de), α-tokoferol 12,18 µg/g (KM' de) ve β-tokoferol 4,79 µg/g (KM' de)' un bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Cheng ve ark. (2006) hızlandırılmış depolama test modeli ile buğday tanelerini 25, 60 ve 100 °C' da 9 gün boyunca depolamışlar, DPPH, ORAC ve ABTS deney metodlarına göre toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarında bir değişiklik gözlemlememişlerdir. Ancak buğday kepeğinde yaptıkları denemede ise artan sıcaklık ve zamana bağlı olarak toplam antioksidan aktivite değerlerinde azalan bir eğilim belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada sıcaklığın toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite üzerine etkisinin, depolanan materyale, partikül iriliğine, buğday cinsine ve antioksidan aktivite belirleme metodlarına göre önemli farklılıklar gösterdiği vurgulamışlardır.

Leenhardt ve ark. (2006) ekmek yapımı sırasında karotenoid miktarlarının değişimini araştırdıkları çalışmalarında, hamur yapımı sırasında yoğurma aşamasının toplam karotenoid miktarının tam taneye oranla % 49' unun, endospermine oranla ise % 15' inin kaybolmasına neden olduğunu, karotenoidlerin yok oluşunun pişirme aşamasında da devam ettiğini ve pişirme işlemi sonunda tam taneye kıyasla bu oranın % 70' lere çıkarken, unda ise % 33-50 civarında olduğunu belirtmişlerdir.

Moore ve ark. (2006) katı faz fermantasyon modelinde buğday kepeğini ticari β -glukanaz, karboksilik esteraz, poligalakturonaz, aminopeptidaz, ve selüloz enzimleriyle muamele etmişlerdir. *Humicola insolens*'ten elde edilen β -glukanaz ile diğer enzim preparatları arasında önemli aktivite farklılıkları olduğu ve β -glukanazın bağlı formda bulunan ferulik asitin yaklaşık % 50' sini serbest forma dönüştürdüğünü tespit etmişlerdir. Katı faz enzim uygulamalarının buğday kepeğinde antioksidanların biyoyararlılığını artırmak adına kullanılacak bir ön işlem olabileceğini belirtmişlerdir.

Bayram (2006), bulgur üretiminde nişasta jelatinizasyonuna dayalı pişirme derecesinin tespitinde, geleneksel olarak kullanılan merkez kesme metoduna alternatif olarak, amiloz/iyot ve "light scattering" metodlarını denemiştir. Durum buğdayı kullanarak pişirme operasyonu 130 dakika boyunca kaynama sıcaklığında uygulanmıştır. Bütün buğday tanelerinin deformasyonu ve üç metodu kullanılarak pişirme derecesi kontrol edildiğinde amiloz/iyot metodundan elde edilen jelatinizasyon değerleri % 100 pişirme derecesine ulaşana dek diğerlerinden daha yüksek olarak belirlenmiştir. Kesme metodunun sonuçları "light scattering" metoduyla farklılık göstermezken, uygun pişirme zamanı 40 dakika olarak saptanmıştır. Aşırı pişirmenin, pişirme işlemi boyunca bütün buğday tanelerinde önemli deformasyona neden olduğunu tespit etmiştir. Alternatif metotlar olan amiloz/iyot ve "light scattering" metotlarının her ikisinin de pişirme sisteminin kontrolü için kullanılabilir olduğu, "light scattering" metodunun otomasyon bulgur üretim sistemlerinde tercih edilebileceğini belirlemiştir.

Solah ve ark. (2007) 22 sağlıklı gönüllüye (18 - 50 yaş arası) kaynatılarak ya da otoklav metoduyla pişirilmiş, geleneksel yollarla işlenmiş 170 gram Avusturya makarnalık buğday bulguru, yüksek kalite Türk bulguru ve yüksek amiloz içeriğine sahip Avusturya beyaz pirinci içeren test yemeklerini yedirmişlerdir. Sonuç olarak Avusturya bulgurunun, her üretim metodunda yüksek amilozlu pirinçten daha fazla doyurucu olduğunu tespit etmişlerdir.

Bayram ve Bozkurt (2007) etsiz sucuğun imalatı için bulgur kullanımının uygunluğunu çalışmışlardır. Hayvansal yağ görünümü vermek için 115 g/kg sarı bulgur kullanarak ve etçil renk vermek için 121 g/kg siyah/kahverengi bulgur sucuk hamuru hazırlamışlardır. Hamur diğer malzemelerle (zeytinyağı, baharatlar ve tuz) bir kesici içinde karıştırılmış ve 15 gün % 60-95 nispi nem ve 18-25 °C’ da olgunlaştırılmıştır. pH, nem miktarı, doku, duyuşal özellikler ve renk değışimleri olgunlaşma boyunca takip edilmiştir ve geleneksel et sucuğu türevleri ile karşılaştırmışlardır. pH ve nem miktarı etsiz sucuğun olgunlaşma süresi boyunca düşmüş ve kısmen formülasyondaki nitrat ve nitrit eksikliğinden dolayı renginde bazı önemli renk kayıpları gözlemişlerdir. Sertlik, esneklik, birleşiklik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve dirençlilikte önemli değışiklikler gözlemişlerdir. Lezzetin, rengin ve kesimin uygunluğunun duyuşal analizlerini içeren genel sonuçlar, sucuk üretiminde bulgurun et benzeri olarak kullanılma potansiyeli olduğunu göstermişlerdir.

Kadalkal ve ark. (2007) bulgur üretiminde; otoklavda (121 °C) veya klasik pişirme (90 - 100 °C) ile sıcak hava fırınında (60 - 70 - 80 °C) ve güneş altında kurutma metodlarının örneklerin tiamin, niasin, pantotenik asit, pridoksin ve riboflavin gibi suda eriyen vitamin içeriğinde meydana getirdiği değışimleri araştırmışlardır. Pişme ve kurutmanın aşamalarının her ikisinin de bulgurun suda eriyen vitamin içeriğine önemli etkiye sahip olduğu belirlemişlerdir. Otoklavda pişirmenin, 90 ve 100 °C’ da pişirme ile karşılaştırıldığında tiamin, niasin, pantotenik asit, pridoksin ve riboflavin içeriklerinde önemli ölçüde azalmaya yol açtığı saptamışlardır. Pişirme sıcaklığı arttıkça, örneklerdeki suda eriyen vitaminlerin konsantrasyonunun azaldığı belirlemişlerdir. Suda eriyebilen vitaminlerdeki azalışın sıcak hava fırınında kurutmada, açık havada güneşte kurutmadan daha yüksek olduğu tespit etmişlerdir.

Li ve ark. (2007) mor buğday kepeğine ve mor buğday kepeği katkılı keklere ısı işlem uygulamışlardır. Farklı ekstraksiyon metodlarına göre antioksidan aktivite ve toplam antosiyanin miktarlarını incelemişlerdir. Kepekler 177 °C’ de 20 dakika fırında ısı işlemine tabi tutulmuş, kepek katkılı kekler ise yine 177 °C’ de 7 - 12 dakika fırında pişirilmiştir. Toplam antosiyanin miktarının ısıtmanın etkisiyle önemli ölçüde korunduğu, keklere uygulanan ısı işleminin ise antosiyaninlerin parçalanmasına neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Serpen ve ark. (2008) Türkiye'nin farklı bölgelerinde yetiştirilen 12 emmer, 6 einkorn (siyez) ve 2 ekmeçlik buğdayın toplam fenolik ve flovanoid madde miktarlarını, toplam sarı pigment miktarları, lutein ve fenolik asitlerini ve ABTS yöntemiyle toplam radikal yakalama kapasitelerini araştırmışlardır. Emmer buğdaylarının toplam antioksidan aktivitesinin ($18.31 \pm 1.31 \mu\text{mol}$ troloks eş./g), flovanoid ($1.61 \pm 0.34 \mu\text{mol}$ kateşin eş./g), ferulik ($662.95 \pm 61.07 \mu\text{g/g}$) ve toplam fenolik miktarının ($6.33 \pm 0.98 \mu\text{mol}$ gallik asit eş./g) önemli derecede yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Siyez buğdaylarının ise lutein miktarının ($7.33 \pm 2.43 \mu\text{g/g}$) oldukça yüksek seviyede olduğunu bildirmişlerdir.

Tacer (2009), ticari olarak satılan 5 farklı bulgur örneğinin fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bulgurlarda; toplam dirençli nişasta, toplam diyet lifi, sindirilebilirlik ve glisemik indeks ile toplam fenolik madde, fenolik madde profili, toplam antioksidan aktivite ve toplam flavonoid miktarı analizleri yapmıştır. Bulgur örneçlerinin toplam dirençli nişasta miktarı % 1.9 - 3.0 arasında değiştiği, nişasta sindirilebilirlik indeksi değerleri ile hızla kullanılabilen glikoz değerlerinin ise sırasıyla % 25 - 35 arasında ve % 20 - 28 arasında olduğu belirlenmiştir. Bulgur örneçlerinin toplam besinsel lifi miktarlarının ise % 6.5 - 9.7 arasında olduğu tespit edilmiştir. Örneçlerin toplam fenolik madde içerikleri 48.67 - 67.58 mg gallik asit/100 g KM, ekstraktlar için % DPPH indirgeme aktivitesi en düşük % 18.59, en yüksek ise % 26.43, ABTS yöntemi ile hesaplanan toplam antioksidan aktiviteleri $431.74 \mu\text{mol}$ troloks eşdeğeri/ 100 g KM ile $623.58 \mu\text{mol}$ troloks eşdeğeri/ 100 g KM olarak bildirilmiştir.

Kahyaoğlu ve ark. (2010) püskürtme yataklı ve mikrodalga destekli püskürtme yataklı kurutmanın yarı kaynatılmış buğday ve bulgurun fiziksel özelliklerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Kurutma değişik sıcaklıklarda (50, 70, 90 °C) ve değişik mikrodalga güçlerinde (288W, 624W) gerçekteşirmiştir. Dökme/yığma ve görünür yoğunluk, yığma ve görünür gözeneklilik, küresellik, renk, mikroyapı/içyapı ve yarı kaynatılmış buğdayın gözenek büyüklüğü dağılımı kurutmada sonra araştırılmıştır. Verim ve su soğurma kapasitesi bulgur örneçlerinde belirlenmiştir. Hava sıcaklığının renk dışında ürünün fiziksel özellikleri üzerindeki etkisinin püskürtme yatağı kurutmada önemli olmadığı belirlenmiştir. Püskürtme yataklı kurutulana ile karşılaştırıldığında mikrodalga destekli püskürtme yatağında kurutulmuş buğday örneçlerinde daha fazla gözenekli yapı gözlenmiştir. Küresellik ve yığma yoğunluğunun yüksek sıcaklık yüksek

mikrodalga güçle birleşince daha da yükseldiği tespit edilmiştir. Mikrodalga destekli püskürtme ile kurutulmuş örnekler, püskürtme yatak kurutulan örneklerle karşılaştırıldığında bulgur verimlerinin yakın olduğu fakat düşük su soğurma kapasitesine sahip olduğunu gözlemlemiştir.

Okarter ve ark. (2010) 6 farklı buğday türünde yaptıkları bir çalışmada, toplam fenolik içeriklerinin % 53.8 ile 69.7 arasında bağlı formda bulunduğunu, serbest fenolik asit miktarlarının 254.7 - 499.5 (μmol gallik asit eşdeğeri/100g KM' de), bağlı fenolik asit miktarlarının 548.8 - 662.4 (μmol gallik asit eş./100g KM' de), toplam fenolik asit miktarlarının ise 841 - 1099 (μmol gallik asit eş./100g KM' de) olduğunu belirlemiştir.

Dordevic ve ark. (2010) laktik asit bakterisi *Lactobacillus rhamnosus* ile maya *Saccharomyces cerevisiae* ile fermantasyonun 4 farklı tahılın (kara buğday, buğday, arpa ve çavdar) antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı üzerindeki etkisini incelemiştir. Fermantasyonun fenolik madde miktarında ve antioksidan kapasitede artışa yol açtığı belirlemiştir. En yüksek antioksidan aktivite *L. rhamnosus* ile fermente edilen örneklerde gözlemlemiştir. Fermente ürünlerdeki bu antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarındaki artış, mikroorganizmaların salgıladıkları enzimler ve ortam pH'sının etkisi ile bağlı formda bulunan fenoliklerin serbest forma geçmesine bağlamıştır.

Hirawan ve ark. (2010) ticari olarak üretilen normal spagetti ve tam buğday spagettisinin antioksidan özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, toplam fenolik madde (TFM) miktarı analizleri yapmışlardır. Bütün örneklerde pişirme işleminden önce ve sonra TFM miktarında önemli miktarda değişimler gözlenmiştir. Tam buğday unundan üretilen spagettilerin TFM içerikleri 773 - 1529 μg ferulik asit eşdeğeri/g arasında değişirken, bu rakam pişirilmiş tam buğday unu spagettilerinde 530 - 844 μg ferulik asit eş./g arasında belirlenmiştir. Normal spagettilerin TFM içeriklerinin ise 718 - 927 μg ferulik asit eş./g arasında değişirken, pişirilmiş spagettilerde 443 - 564 μg ferulik asit eş./g arasında değişmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1. Materyal

3.1.1. Buğday Örnekleri

Materyal olarak 2010 yılı mahsulü olan *Triticum monococcum* (siyez) ile *Triticum durum* türü (Eminbey çeşidi) buğdaylar kullanılmıştır. *Triticum monococcum* türü buğday, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Kastamonu İl Müdürlüğü'nden, *Triticum durum* buğdayı ise T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü/Ankara' dan temin edilmiştir. Bulgur yapım işlemlerinden önce siyez buğdayının kavuzları ayrılmış, daha sonra her iki buğday türü de kuru temizleme işleminden geçirilerek yabancı maddelerinden arındırılmış ve pişme sürelerini ve miktarlarını standardize edebilmek için iriliklerine göre 2,5-2,2-2 mm aralığında sınıflandırılmıştır.

Araştırmada kullanılan buğdaylara ait resimler Ek. A' da yer alan Şekil A.1 ve Şekil A.2' de verilmiştir.

3.1.2. Kimyasallar

Deneyle için; Sodyum hidroksit (Merck), Hidroklorik asit (Aldrich), Aseton (Aldrich), Borik asit (Merck), Sülfürik asit (Aldrich), Petrol eter (Merck), katalizör tablet (selenyum) (Merck), Metanol (Aldrich), N-butanol (Merck), Folin-Ciocalteu reaktif (Merck), DPPH (2,2 Diphenyl 1-picrylhydrazyl) (Sigma), Sodyum bikarbonat (Merck), ABTS (2,2-Azino-bis 3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) (Sigma), Monobazik sodyum fosfat (Merck), Dibazik sodyum fosfat (Merck), Potasyum persülfat (Merck), Sodyum klorür (Sigma), TPTZ (Tripyridyl triazine) (Aldrich), FeCl₃.6H₂O (Merck), Metanol (HPLC saflığı) (Aldrich), Formik asit (HPLC saflığı) (Merck), Etil asetat (Merck), Dietyl Eter (Merck), Sodyum karbonat (Aldrich), kullanılmıştır.

3.1.2.1. Standart Maddeler

Spektrofotometrik ve kromatografik analizlerde kullanılan standart maddeler aşağıda belirtilmiştir.

p-hidroksibenzoik asit (Merck), Ferulik asit (Aldrich), Sirinjik asit (Sigma), p-Kumarik asit (Sigma), Klorojenik asit (Sigma), Troloks (Sigma), Gallik asit (MP-ICN)

3.2. Yöntemler

3.2.1. Örneklerin Analize Hazırlanması

Fiziksel analizler için yabancı maddesinden ayrılmamış veya ayrılmış buğdaylar kullanılmıştır. Buğday ve bulgurlarda kimyasal analizler ise bıçaklı tip öğütücü (Siemens, MC 23200) ile öğütölüp 1 mm delik çaplı elekten geçirilen örneklerde yapılmıştır. Öğütölen örnekler analiz edilinceye kadar çift katlı polietilen torbalarda ağızları sıkıca kapalı olarak oda şartlarında muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Buğdayda Fiziksel Analizler

3.2.2.1. Siyez Buğdayında Kavuzsuz Randıman Analizi

Kavuzlu haldeki siyez buğdayından 100 gram örnek alınmıştır. Kavuz içerisindeki sağlıklı taneler el ile çıkarılmıştır. Kavuzundan temizlenen buğday taneleri tartılarak siyez buğdayı kavuzsuz randımanı yüzde olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2. Buğdaylarda Yabancı Madde Analizi

100 gram buğday tartılıp, düz bir zemine serilmiştir. Yabancı maddeler pens ile tek tek ayrılmıştır. Ayrı ayrı tartılarak değersiz ve diğer yabancı taneler ile toplam yabancı madde miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır. Siyez buğdaylarda yabancı madde tayini kavuz ayrıldıktan sonra yapılmıştır (Elgün ve ark., 2002).

3.2.2.3. Bin Tane Ağırlığı Analizi

Analiz için yabancı maddesinden ayrılmış örnekler 1000 tanenin seçmeksizin şansa bağlı olarak sayılıp tartılmasıyla, % su miktarı dikkate alınarak bin tane ağırlığı kurumadde üzerinden gram cinsinden ifade edilmiştir (Elgün ve ark., 2002). Siyez buğdaylarda bin tane ağırlığı tayini kavuz ayrıldıktan sonra yapılmıştır.

3.2.2.4. Hektolitre Ağırlığı Analizi

1 litrelik ölçü silindirine hektolitresi tayin edilecek örnek 4 cm yükseklikten 12 saniyede dolacak hızla akıtılmıştır. Bu işlemden sonra bıçak çekilerek, örnek ölçü silindirini doldurunca bıçak tekrar yerine takılmıştır. Bıçak üzerindeki fazla örnekler atılmış ve bıçağın altında kalan örnek tartılarak 1 litre buğdayın ağırlığı belirlenmiştir. Daha sonra örneklerin 100 litre ağırlığı tespit edilerek kurumadde üzerinden hesaplanmıştır (AACC, 1999). Siyez buğdaylarda hektolitre ağırlığı tayini kavuz ayrıldıktan sonra yapılmıştır.

3.2.2.5. Buğdaylarda Renk Analizi

Renk, Minolta CR-400 kolorometresi kullanılarak belirtilmiştir. Ölçümler, 40 gram tam buğday materyalinde yapılmıştır. Koyuluk- açıklık (*L*), kırmızılık (*a*), sarılık (*b*) değerlerinin belirlenmesi için her bir örnekten 5 ölçüm alınmıştır (Certel, 1990). Siyez buğdaylarda renk tayini kavuz ayrıldıktan sonra yapılmıştır

3.2.3. Buğdaylarda Kimyasal Analizler

3.2.3.1. Su miktarı

Sabit ağırlığa getirilip darası alınmış nikel kaplara yaklaşık 5 gram örnek tartıldıktan sonra, 105 °C' da etüvde kurutulmuştur. Örnekler sabit ağırlığı ulaşınca kadar kurutma işlemine devam edilmiştir. Sabit ağırlığa gelen örnekler desikatörde

soğutulup tartılmış ve ağırlık farkından % nem miktarı hesaplanmıştır (Elgün ve ark., 2001).

3.2.3.2. Kül Miktarı

Sabit ağırlığa getirilen boş porselen krozelerin darası alındıktan sonra içlerine yaklaşık 5 gram bulgur örneği tartılmış, üzerine 1-2 ml etanol ilave edilip bir süre yakılarak kabuk bağlatılmıştır. Bu işlemden sonra fırına yerleştirilen örnekler siyah leke kalmayınca kadar kademeli olarak 900 °C' da yakılmıştır. Daha sonra krozeler desikatörde soğutulup tartılmış ve kül miktarı % kurumadde üzerinden hesaplanmıştır (Özkaya ve Kahveci, 1990).

3.2.3.3. Protein Miktarı

Protein tayini, kjeldahl yöntemine göre, 1 gram örnek üzerinden kjeltec cihazında yapılarak % azot miktarı belirlenmiştir. % azot miktarı buğday için belirlenmiş olan 5.7 faktörüyle çarpılarak protein miktarı kurumadde üzerinden % olarak ifade edilmiştir (Özkaya ve Kahveci, 1990).

3.2.3.4. Ham Yağ Tayini

Ham yağ analizinde Özkaya ve Kahveci (1990)' nin yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Öğütülerek homojen hale getirilmiş 5 gram buğday unu soxhlet ekstraktörlerinde petrol eter ile muamele edilerek yağ fazı örnekten uzaklaştırılmıştır. Bunun için, hazırlanan kartuş soxhlet aletinin ekstraktörün içerisine, sabit tartıma getirilmiş ekstraksiyon balonları ise ekstraktörün altına yerleştirilmiştir. Soxhlet aletinin ekstraktör kısmına 1.5 kere sifon yapacak kadar çözücü konulmuş ve örnekler 8 saat 50 - 60 °C' da ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon sonunda içinde çözücü bulunan balonlar alınarak evaporatöre bağlanmış ve çözücüsü uzaklaştırılmıştır. Daha sonra balon 105 °C' a ayarlı etüvde 1-2 saat tutulmuş, desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulup tartılmıştır. Darası bilinen balonlardan ham yağ miktarı belirlenmiş ve kuru madde üzerinden % olarak ifade edilmiştir.

3.3. Bulgur Üretiminde Deneme Planı

Denemede iki farklı buğday türü kullanılarak, üç farklı pişirme yöntemiyle bulgur üretilmiş (geleneksel, mikrodalga, otoklav) ve pişirilen bulgurlar, etüvde ve mikrodalgada olmak üzere iki farklı yöntemle kurutulmuştur. Çalışma üç tekrarlı olarak yürütülmüştür. Çalışmaya ait deneme planı Çizelge 3.1.' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada Uygulanan Deneme Planı

	Piştirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi
Siyez Buğdayı	Geleneksel (100 °C' da 20-25 dakika)	60 °C (15 saat)
		500 W (60 dakika)
	Mikrodalga 500 W (6 dakika)	60 °C (13 saat)
		500 W (40 dakika)
	Otoklav 121 °C' da 5 dakika	60 °C (13 saat)
		500 W (40 dakika)
	Piştirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi
Durum Buğdayı	Geleneksel (100 °C' da 35-40 dakika)	60 °C (15 saat)
		500 W (60 dakika)
	Mikrodalga 500 W (7 dakika)	60 °C (14 saat)
		500 W (45 dakika)
	Otoklav 121 °C' da 5 dakika	60 °C (14 saat)
		500 W (45 dakika)

3.4. Bulgur Üretim Yöntemleri

3.4.1. Pişirme İşlemleri

3.4.1.1. Geleneksel Yöntemle Pişirme

1 kilogram buğday iyice yıkandıktan sonra yapılan ön deneme sonuçlarına göre siyez buğdayı 2 litre, durum buğdayı için ise 3 litre su ile kesitte unlu noktalar kalmayacak şekilde pişirilmiştir. Pişirme işlemi kapağı açık bir tencerede (99-100 °C' de) siyez buğdayı için 20-25 dakika, durum buğdayı için ise 35-40 dakikada gerçekleştirilmiştir.

3.4.1.2. Mikrodalga Pişirme

Mikrodalga işlemleri programlanabilen ev tipi mikrodalga fırını ile yapılmıştır (Arçelik MD 581). Mikrodalga fırın maksimum 1000 W enerjiye sahip olup, 2450 MHz dalga boyunda çalışmaktadır. Mikrodalga fırının gücü ve pişirme süresi ayarlanabilir özelliktedir.

Mikrodalga pişirme için 1 kilogram buğday iyice yıkandıktan sonra siyez buğdayı için 1.75 litre su içerisinde 60 °C' da 1.5 saat bekletilerek, durum buğdayı için tanelerin 2,5 litre su içerisinde 60 °C' da 3 saat bekletilerek % 60 su almaları sağlanmıştır. Daha sonra yeterli büyüklükteki cam kaplara 500' er g buğday örnekleri konularak mikrodalga fırına yerleştirilmiş, zaman ve güç ayarı yapılarak pişirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan ön çalışmalarda tanede jelatinizasyonun sağlandığı süreler "pişirme süreleri" olarak kullanılmıştır. Buna göre mikrodalga pişirmeler 500 W' da siyez buğdayı için 6 dakikada, durum buğdayı için ise 7 dakikada gerçekleştirilmiştir.

3.4.1.3. Otoklavda Pişirme

Otoklavda pişirme için 1 kilogram buğday iyice yıkandıktan sonra siyez buğdayı için 1.75 litre su içerisinde 60 °C' da 1.5 saat bekletilerek, durum buğdayı için tanelerin

2.5 litre su içerisinde 60 °C' da 3 saat bekletilerek % 60 su almaları sağlanmıştır. Daha sonra uygun büyüklükteki eleklerle 500' er g buğday örnekleri konarak otoklava yerleştirilmiş, zaman ve sıcaklık ayarı yapılarak pişirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Optimum pişirme süresi 121 °C' da 1.1 Atü' de 5 dakika olarak uygulanmıştır (Anıl, 1994).

3.4.2. Kurutma İşlemleri

3.4.2.1. Etüvde Kurutma

Piştirilen bulgurlar, tepsilerde 0.5-1 cm yükseklikte yayılarak 60 °C' da fanlı etüvde belli aralıklarda karıştırılarak nem içeriği yaklaşık % 10 oluncaya kadar (13-15 saat) kurutulmuştur.

3.4.2.2. Mikrodalga Kurutma

Piştirilen bulgurlar, fırında yeterli büyüklükteki cam kaplar içerisine 500 g örnek konulmak suretiyle kurutulmuştur. Kurutmada 500 Watt' lık güç kullanılmıştır. İşlem tanedeki su oranı yaklaşık % 10' a düşünceye kadar gerçekleştirilmiştir. Kurutma siyez buğdayı için geleneksel yöntemle piştirilen bulgurlarda 60 dakikada, mikrodalgada piştirilen bulgurlar ile otoklavda piştirilen bulgurlarda ise 40 dakikada sağlanmıştır. Durum buğdayı için ise geleneksel yöntemle piştirilen bulgurlar 60 dakikada, 500 Watt' da piştirilen bulgurlar ile otoklavda piştirilen bulgurlarda ise 45 dakikada kurutulmuştur.

3.4.3. Bulgurların Kırılması ve Sınıflandırılması

Kurutulan bulgurlar, ön deneme ile tespit edilen % 3.5 su ilavesi ile sürekli karıştırılarak 10 dakika tavlandıktan sonra laboratuvar tipi çekiçli değirmende kırılmıştır. Kırma sırasında soyulan kepekler bir vantilatör vasıtasıyla savrulmuş ve ayrılmıştır. Kabukları uzaklaştırılan bulgurlar, 2.5 - 2.0 - 0.5 mm' lik eleklerden geçirilerek pilavlık, köftelik ve ince bulgur olarak üç fraksiyona ayrılmıştır.

3.5. Bulgurlarda Laboratuvar Analizleri

Analizlerde pilavlık bulgurlar kullanılmıştır.

3.5.1. Fiziksel Analizler

3.5.1.1. Toplam Bulgur Verimi, Pilavlık Bulgur Verimi ve Köftelik Bulgur Verimi

Elde edilen pilavlık (2-2.5 mm) ve köftelik bulgur (0.5-2 mm) miktarları tartılarak belirlendikten sonra bulgur verimleri kullanılan buğday miktarına göre pilavlık, köftelik ve toplam bulgur verimi olarak hesaplanmıştır (Certel, 1990).

3.5.1.2. Bulgurlarda Renk

Renk analizleri, kırılmamış ve kırılmış (pilavlık) pişmemiş bulgurlarda ve pişmiş pilavlık bulgurlarda daha önce buğdayda bildirilen şekilde yapılmıştır.

3.5.2. Bulgurda Pişme Denemeleri

3.5.2.1. Optimum Pişme Süresi

2 gram bulgur örneği 20 ml saf su içeren beherlere konulmuş ve kaynar suda pişirilmiştir. Pişme süresi yarım dakikalık aralıklarla çıkarılan 5 tohumun ağızda çiğnenmesi sonucu verdiği pişme hissine göre dakika cinsinden belirlenmiştir (Bajaj ve Sidhu, 1989). Denemelerde elde edilen optimum pişme süresi siyez buğdayı bulgurları için ortalama 6.5 dakika, durum buğdayı bulgurları için ise ortalama 14 dakika olarak saptanmıştır.

3.5.2.2. Su Kaldırma

İçerisinde 20 ml saf su bulunan beherler içerisine 2 gram bulgur örneği konarak kaynar suda optimum pişme süresi kadar pişirilmiştir. Örnekler piştikten sonra pişirme suyu dökülmüş ve taneler iki filtre kağıdı tabakası arasında 5 dakika tutularak fazla suları alınmış ve tartılmıştır (Acer, 2004). Su kaldırma oranı çiğ bulgurun her gramının absorbe ettiği su miktarı % cinsinden ifade edilmiştir

3.5.2.3. Hacim Artış

Optimum süre pişirilmiş olan 2 gram bulgur örneği, içerisinde 20 ml saf su bulunan 50 ml' lik mezüre alınarak artış oranı ml olarak okunmuştur. Aynı işlem pişirilmemiş bulgur örneğinde uygulanmıştır (Acer, 2004). Pişirilmemiş ve pişmiş bulgurdaki hacim artışı farkı (ml) alınarak hacim artış % olarak hesaplanmıştır.

3.5.3. Bulgurlarda Tekstür Profili Analizi

Bulgur örneklerinde tekstür profili analizi için pişirilmiş pirinçte kullanılan metod (Champagne ve ark., 1998) modifiye edilerek kullanılmıştır. Analizde TA.XT2 Plus (Stable Micro Systems, İngiltere) cihazı kullanılmıştır. Bunun için optimum pişme süreleri belirlenen bulgur örnekleri ortalama pişme sürelerinde pişirilmiş ve 1' er gramlık örnekler halinde tekstür cihazının platformuna taneler üst üste gelmeyecek şekilde eşit yükseklikte yerleştirilmiştir. Cihazda metot olarak iki döngülü sıkıştırma uygulanmıştır. Pre-test, test ve pro-test hızı 1mm/sn olacak şekilde ayarlanmıştır. Prob örneğe temastan itibaren 4 mm ilerleyecek, geri dönüp 5 saniye bekledikten sonra işlemi tekrarlayacak şekilde programlanmıştır. Cihazda 50 mm çapında P50 silindir alüminyum prob kullanılmıştır. Veriler örnek üzerinde 5 gramlık kuvvet oluştuktan sonra otomatik olarak kaydedilmeye başlayacak şekilde programlanmıştır. Denemeler 5 paralelli gerçekleştirilmiştir.

3.5.4. Duyusal Analiz

Pişirilmiş ve pişirilmemiş bulgur örneklerinin duyusal analizi Anıl (1994)' de bulgurlar için hazırlanan duyusal analiz formuna göre yapılmıştır. Pişirilmemiş bulgurlar beyaz kaplar içerisinde koku, renk, ve görünüşleri bakımından toplam 5 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Bulgur örneklerinden 50 şer gram alınarak üzerine 200 ml kaynar su ilave edilerek ortalama optimum pişme sürelerince pişirilmişlerdir. Pişmiş bulgur örnekleri de koku, tat, ağızda çiğneme sırasında bıraktığı his, renk ve görünüş yönünden toplam beş puan üzerinden değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmeler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarından oluşan 10 kişilik eğitilmiş panelist tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çiğ ve pişirilmiş bulgurun duyusal değerlendirmesinde kullanılan form Çizelge 3.2.' de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Duyusal Değerlendirme Formu

	Çiğ Bulgurda		Pişirilmiş Bulgurda		
P u a n	Koku (0-5P)	Renk ve Görünüş (0-5P)	Koku ve Tat (0-5P)	Ağızda Çiğneme Sırasında Bıraktığı His (0-5P)	Renk ve Görünüş (0-5P)
5	Kusursuz	Kusursuz parlak sarı renk, bulgur taneleri sağlam, temiz	Kusursuz bulgura has tat ve kokuda, hiçbir yabancı madde ve küf kokusu yok	Ağızda kolayca çiğneniyor	Rengini muhafaza etmiş, parlak sarı renkte, yapışma ve topaklanma yok
4	Kusursuz	Net olmayan renk, görünümü biraz bozuk	Piştirme yönteminden gelen koku ve tat	Çiğnemede hafif sertlik hissediliyor	Net olmayan renk, görünüm biraz bozuk
3	Yabancı madde kokusu, hafif küf kokusu	Doğal olmayan renk ve görünüş	Yabancı madde koku ve tadı, hafif küf kokusu	Çiğnenmesinde hafif zorluk çekiliyor	Doğal olmayan renk ve görünüş
2	Çok küf kokusu hissediliyor	Görünümü çok bozuk, renkte kararmalar var	Ekşimiş, acımuş, çok küf kokusu var	Çiğnenmesi zor	Görünümü çok bozuk, renkte kararmalar var

3.6. Buğday ve Bulgur Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi için Hazırlanması

Fenolik maddelerin örneklerden ekstraksiyonu için Tacer (2009)'daki yöntem değiştirilerek kullanılmıştır. 1 gram örneğe 10 ml % 1 HCl içeren % 80'lik metil alkol ilave edilmiştir. Elde edilen karışım vorteks karıştırıcıda 1800 rpm' de 15 dakika karıştırılmış ve buzdolabı koşullarında 18 saat ekstraksiyona bırakılmıştır.

3.6.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Toplam fenolik madde tayininde UV-visible spektrofotometre kullanılarak Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır (Singleton ve Rossi, 1965). Analiz için mikro küvete 20 µl örnek ekstraktı alınmış, üzerine 1.58 ml saf su ve 100 µl Folin-Ciocalteu reaktifi ilave edilmiş ve 5 dakika bekletildikten sonra üzerine 300 µl suyla doyurulmuş Na₂CO₃ ilave edilerek karanlık ortamda oksijen geçirmeyecek şekilde 2 saat bekletilmiştir. İki saat sonunda örneklerin 760 nm dalga boyunda absorbansları 3 paralelli olarak kaydedilmiştir. Örnekler analiz için hazırlanmadan önce cihazda sıfırlama işlemi yapılması gerekmektedir. Sıfırlama işlemi için örnek ekstraktı yerine saf su kullanılarak aynı işlem devam ettirilmiş ve cihaz sıfırlandıktan sonra örneklerin ölçümüne geçilmiştir. Sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir. Gallik aside ait kalibrasyon eğrisi EK C' de verilmiştir.

3.7. Antioksidan Aktivite Analizleri

Antioksidan aktivite analizinde DPPH, ABTS ve FRAP olmak üzere 3 farklı metot kullanılmıştır.

3.7.1. Buğday ve Bulgur Örneklerinin Toplam Antioksidan Aktivite Analizleri için Hazırlanması

Örneklerden fenolik madde ekstraksiyonundan farklı olarak; 1 gram örneğe 10 ml asitlendirilmemiş % 80'lik metil alkol ilave edilmiştir. Elde edilen karışım vorteks

karıştırıcıda 1800 rpm' de 15 dakika karıştırılmış ve buzdolabı koşullarında 18 saat ekstraksiyona bırakılmıştır.

3.7.2. DPPH Metodu ile Toplam Antioksidan Aktivite Analizi

Antioksidan aktivite analizinde spektrofotometrik yöntemle DPPH (1.1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) indirgeme gücü metodu kullanılmıştır. Nakajima ve ark. (2004) ile Thaipong ve ark. (2006)' nın yöntemleri modifiye edilerek kullanılmıştır. Bunun için 50 µl örnek ekstraktı üzerine yeni hazırlanmış DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Karanlık ortamda 30 dakika bekletildikten sonra UV-visible spektrofotometrede 517 nm' de absorbans değeri kaydedilmiştir. İndirgemenin tamamlanıp tamamlanmadığının kontrolü için 1 saat sonunda bir okuma daha yapılmıştır. % indirgemenin tespiti için analizden önce ekstrakt yerine çözücü ve DPPH çözeltisi içeren tanık numune hazırlanıp ve absorbans değeri kaydedilmiştir. Çalışma 3 paralelli olarak yapılmış, sonuçlar % DPPH yakalama aktivitesi olarak ifade edilmiştir.

% DPPH Yakalama Aktivitesi = $(\text{Tanık Absorbansı} - \text{Örnek Absorbansı}) / \text{Tanık Absorbansı} \times 100$

3.7.3. ABTS Metodu ile Toplam Antioksidan Aktivite Analizi

ABTS (2.2-Azino-bis 3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) ile toplam antioksidan aktivite analizinde Cemeroğlu (2007)' deki metot modifiye edilerek kullanılmıştır.

3.7.3.1. ABTS çözeltisinin hazırlanması

0.384 g ABTS ile 20 ml 12.25 mM' lık potasyum persülfat çözeltisi karıştırılıp saf su ile 100 ml' ye tamamlanmıştır.

3.7.3.2. Tuzlu fosfat tamponu (PBS) çözeltisinin hazırlanması

19 ml 0.2 M monobazik sodyum fosfat ile 81 ml dibazik sodyum fosfat karıştırılıp, üzerine 8.77 g NaCl ilave edilerek 1 litreye tamamlanmıştır.

3.7.3.4. Analizin Yapılması

Analize başlamadan önce ABTS çözeltisi PBS çözeltisi ile 734 nm de 0.700 absorbans değeri verecek şekilde seyreltilmiştir. PBS çözeltisiyle sıfırlama işlem yapıldıktan sonra mikroküvete ABTS çözeltisi doldurularak başlangıç absorbans değeri kaydedilmiştir. 10-15-20 ve 25 µl örnek ekstraktı üzerine 1 ml seyreltilmiş ABTS çözeltisi eklenerek 0-6 dakika arasında her dakika 734 nm de ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar 3 paralelli olarak troloks eşitliği antioksidan kapasitesi (TEAK) değeri olarak örneğe ait % inhibisyon eğrisinin eğiminin, troloks standart eğrisinin eğimine bölünmesiyle hesaplanıp ifade edilmiştir. Analiz için hazırlanan Troloks kalibrasyon eğrisi EK C' de verilmiştir.

3.7.4. FRAP Metodu ile Toplam Antioksidan Aktivite Analizi

FRAP (Demir indirgeme antioksidan gücü) metodu ile aktivite tayininde Gao ve ark. (2000)' nin metodu kullanılmıştır. 300 mmol/L asetat tamponu, 10 mmol/L TPTZ (Tripyridyl triazine) çözeltisi ile 20 mmol/L FeCl₃.6H₂O çözeltisi sırasıyla 10:1:1 oranında karıştırılarak analiz çözeltisi hazırlanmıştır. 50 µl örnek ekstraktı üzerine 700 µl analiz çözeltisi ilave edilerek karanlıkta 5 dakika bekledikten sonra UV-Visible spektrofotometresinde 593 nm' de absorbans ölçülmüştür. Sonuçlar 3 paralelli olarak troloks eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir. Analiz için hazırlanan FeCl₃.6H₂O kalibrasyon eğrisi EK C' de verilmiştir.

3.8. Toplam Sarı Pigment Miktarı Analizi

Toplam sarı pigment miktarı analizinde AACC 14-50.01, (1999) metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. 1 mm' lik elekten geçecek şekilde öğütülen buğday ve bulgurlardan 2 gram alınarak üzerlerine 10 ml suyla doyurulmuş n-bütanol ilave edilmiştir. Vorteks karıştırıcıda 1 dakika karıştırılan örnekler 15 dakika bekletildikten

sonra 1 dakika daha karıştırılmış ve 16-18 saat karanlık ortamda bekletilmiştir. Örnekler Whatman No:1 filtre kağıdıyla süzülmeden önce karıştırılmıştır. Süzülen örnekler mikroküvetlerde durum buğdayı ve siyez buğdayında baskın pigment olan luteinin en iyi absorbans verdiği 445 nm' de okunmuştur. Analizde kalibrasyon, suyla doyurulmuş n-bütanol ile yapılmıştır. Sonuçlar 3 paralelli olarak Sims ve Lepage (1968)' de lutein için belirtilen soğurganlık katsayısıyla hesaplanmıştır.

3.9. Fenolik Madde Profillerinin Belirlenmesi

Buğday ve bulgur örneklerinin fenolik madde profillerinin tespiti için Abdel-Aal ve ark. (2001)' nin metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Ferulik, p-hidroksibenzoik, p-kumarik, sirinjik, klorojenik ve toplam fenolik asit miktarı; çözünebilir serbest, çözünebilir konjuge ve bağlı fenolik asitler olarak ayrı ayrı tespit edilmiştir.

3.9.1. Çözünebilir Serbest Fenolik Asitlerin Ekstraksiyonu

Analiz için 0.1 gram örnek 35 ml' lik teflon santrifüj tüplerine alınarak üzerlerine 7.5 ml aseton/metanol/su (7:7:6, v/v/v) çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım 15 dakika çalkalayıcıda karıştırıldıktan sonra 20 °C' da 10000 g' de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra tüpteki sıvı kısım alınarak aynı işlem bir kez daha tekrarlanmıştır.

3.9.2. Çözünebilir Konjuge Fenolik Asitlerin Ekstraksiyonu

Aseton/metanol/su ekstraktının bir kısmı ayrılarak üzerine 7.5 ml 4 N NaOH ile oda sıcaklığında 15 dakikada bir karıştırılarak 1 saat alkali hidrolizine tabi tutulmuştur. Daha sonra 6 N HCl ile pH' sı 2' ye ayarlanmıştır. Hidrolizat 10 ml etil asetat/dietil eter (1:1, v/v) çözeltisiyle muamele edilip birkaç kez ters düz edildikten sonra 10000 g' de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Organik faz toplandıktan sonra geri kalan kısım 7.5 ml etil asetat/dietil eter ile yıkayıp tekrar santrifüjlenmiştir.

3.9.3. Bağlı Fenolik Asitlerin Ekstraksiyonu

Aseton/metanol/su ekstraksiyonundan sonra santrifüj tüpünde kalan katı kısım üzerine 7.5 ml 4 N NaOH ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 15 dakikada bir karıştırılarak 1 saat alkali hidrolizine tabi tutulmuştur. 6 N HCl ile pH' sı 2' ye ayarlanan hidrolizatın üzerine 10 ml etil asetat/dietil eter (1:1, v/v) ilave edilip birkaç kez ters düz edilerek 10000 g' de 10 dakika santrifüjlenmiş, organik faz toplandıktan sonra aynı işlem 7.5 ml etil asetat/dietil eter (1:1, v/v) ile tekrarlanmıştır.

3.9.4. Ekstraktların Analize Hazırlanması

Serbest, serbest konjuge ve bağlı fenolik asit ekstraktlarının her biri vakumlu evaporatörde (BÜCHI, Rotavapor R-200) 45 °C' da kurutulmuştur. Kalıntı metanol:su (1:1, v/v) çözeltisiyle ile tekrar çözülüp, 0.45 µm' lik naylon filtrelerden geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir.

3.9.5. HPLC ile Fenolik Asitlerin Tespiti

Kromatografik analizler için Serpen ve ark. (2008)' na ait metot modifiye edilerek kullanılmıştır. Shimadzu marka HPLC cihazında, Shimadzu PDA dedektörle, Thermo Scientific marka C18 kolonla (250mm x 4.6mm x 5µm) 30 °C' da, 20 µl enjeksiyon hacmiyle, toplam 0.8 ml/dk gradient akışla analiz gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 190-400 nm dalga boyu aralığında yapılmıştır. Her bir fenolik asit standardı için maksimum absorbans verdiği dalga boyu tespit edilip hesaplamalar integrasyon alan hesabı ile her standart için oluşturulan kalibrasyon eğrilerinden yapılmıştır. Mobil faz olarak solvent A (formik asit/su)(1:99, v/v) ve solvent B (saf metanol) kullanılmıştır. Akış programı; 0-15 dakika arasında solvent B % 10' dan % 60' a çıkacak, 15-20 dakika arasında akış B % 60 olacak şekilde devam edecek, 20-25 dakika arasında B % 60' dan % 10' a düşecek, 25-30 dakika arasında B % 10 olacak şekilde uygulanmıştır.

Ferulik, p-kumarik, sirinjik, p-hidroksibenzoik ve klorojenik asit kalibrasyon eğrileri EK D' de verilmiştir.

3.10. İstatistik Analizler

Araştırma sırasında elde edilen veriler deneme planına uygun olarak hazırlanan tablolar halinde verilmiş olup, denemeden alınan ham veriler SPSS programında % 5 önem seviyesinde varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testiyle karşılaştırılmıştır. İstatistik sonuçları tablolar halinde standart sapmalarıyla beraber özetlenmiş ve önemli bulunan interaksiyonlar şekiller üzerinde tartışılmıştır (Anon., 1999).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Buğdaylarda Yapılan Analizler

Buğdayların fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya koymak için yapılan analizlerin sonuçları verilmiştir.

4.1.1. Fiziksel Analizler

Araştırmada kullanılan buğday örneklerinde hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı, yabancı madde miktarı ve kavuzlu olduğu için sadece siyez buğdayında yapılan kavuzsuz randıman analizlerine ait sonuçlar Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Buğdaylarda Yapılan Fiziksel Analiz Sonuçları

Buğday Türü	Hektolitre Ağırlığı Analizi (kg/100L) KM’ de	Bin Tane Ağırlığı Analizi (gram) KM’ de	Yabancı Madde Miktarı Analizi (%)	Kavuzsuz Randıman Analizi (%)
Durum	80.56	38.60	3.94	-
Siyez	83.13	24.79	4.79	75.30

KM: Kurumadde

Kavuzlu olan siyez buğdayının kavuzsuz randımanı ortalama % 75.30 olarak bulunmuştur. Bu değerler el ile yapılan kavuz ayırma sonucunda elde edilmiştir. Ancak bu işlem endüstriyel kavuz ayırma makineleriyle gerçekleştirildiğinde randıman önemli ölçüde düşmekte ve % 50-65 aralığında olmaktadır.

Hektolitre ağırlığı durum buğdayında ortalama 80.56 kg/100L, siyez buğdayında ise 83.13 kg/100 L olarak tespit edilmiştir. Hektolitre ağırlığı her iki buğday türünde D’Egidio ve ark. (1993)’ nın yaptığı çalışmadan yüksek bulunmuştur. Siyez buğdayının tane şeklinin daha yuvarlak, karın boşluğunun daha az ve tanenin daha küçük olması hektolitre ağırlığının daha yüksek olmasına yol açmıştır (Özkaya ve Kahveci, 1990).

Bin tane ağırlıkları durum ve siyez için sırasıyla ortalama 38.60 gram ile 24.79 gram olmuştur. Bin tane ağırlıkları her iki buğday için de literatürle benzerlik göstermiştir (Abdel-Aal ve ark., 1997; Loje ve ark., 2003; D'Egidio ve ark., 1993; Brandolini ve ark., 2008). Durum buğdayında tanenin daha iri ve sert yapıda olması, yoğunluğunun daha fazla olması bin tane ağırlığının yüksek olmasına sebep olmuştur (Özkaya ve Kahveci, 1990).

Siyez buğdayının yabancı madde miktarı (% 4.79) da durum buğdayına (% 3.94) göre daha yüksek tespit edilmiştir.

4.1.2. Kimyasal Analizler

Hammaddede yapılan su, kül, protein ve ham yağ analizlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.2.' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Buğdaylarda Yapılan Kimyasal Analiz Sonuçları

Buğday Türü	Yapılan Analiz			
	Su Miktarı (%)	Kül (KM' de %)	Protein (KM' de %)	Ham Yağ (KM' de %)
Durum Buğdayı	10.36	1.81	16.15	1.71
Siyez Buğdayı	11.81	2.22	15.61	2.47

KM: Kuru madde

Su miktarı durum buğdayı için ortalama % 10.36, siyez buğdayı için ise % 11.81 olarak bulunmuştur. Her iki buğday türü için de su içeriği depolamada kritik değer olan % 14' ün oldukça altındadır.

Buğdaylardaki kül miktarı durumda % 1.81, siyezde ise % 2.22 bulunmuştur. Siyez buğdayında kül miktarının ticari olarak üretilen buğday türlerine göre yüksek olduğu bilinmektedir. Kül miktarları literatürde verilen değerler ile paralellik göstermiştir (Loje ve ark., 2003; Brandolini ve ark., 2008; D'Egidio ve ark., 1993; Hidalgo ve Brandolini 2008).

Protein miktarı siyez ve durum için sırasıyla % 15.61-16.15 olarak tespit edilmiştir. Literatürde siyezin protein içeriğiyle ilgili verilen sonuçlar farklılık göstermektedir (Jiang ve ark., 2008; Loje ve ark., 2003; Brandolini ve ark., 2008; D'Egidio ve ark., 1993; Hidalgo ve Brandolini 2008). Brandolini ve ark. (2008) 65 tür einkornda (siyez) yaptıkları çalışmada ortalama protein miktarını % 18.2 tespit etmişler, 6 türün ise % 20' nin üzerinde proteine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Certel (1990), durum buğdayında protein miktarını % 14.7 olarak tespit etmiştir.

Durum buğdayı için ham yağ miktarı % 1.71, siyez için ise % 2.47 olarak tespit edilmiştir. Certel (1990), ham yağ miktarını durum buğdayı için % 1.98, ekmeklik buğday için % 1.85 olarak bulmuştur. Ragae ve ark. (2006) ise sert buğday için ham yağ miktarını % 0.98 olarak bildirmiştir. Siyez buğdayı diğer buğday türlerine göre daha yüksek yağ içeriğine sahiptir (Suchowilska ve ark., 2009). Siyez buğdayında bulunan yağ miktarı Suchowilska ve ark. (2009)' nın yaptığı çalışma ile paralellik göstermiştir.

Elde edilen veriler ışığında; siyez buğdayının protein değerinin durum buğdayı ile oldukça yakın olduğu, kül miktarı ve ham yağ miktarı açısından ise daha zengin olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar siyez buğdayının besleyicilik özelliklerinin genel olarak daha üstün olduğunu göstermektedir.

4.1.2.1. Buğdaylarda Renk Analizi

Buğdayların; *L* (koyuluk-açıklık), *a* (kırmızılık-yeşillik) ve *b* (sarılık-mavilik) değerlerinin ortalama sonuçları Çizelge 4.3.' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Buğdayların Renk Değerleri

Buğday Çeşidi	<i>L</i> değeri	<i>a</i> değeri	<i>b</i> değeri
Durum Buğdayı	40.17	6.72	17.47
Siyez Buğdayı	43.98	6.17	16.55

Buğdayların işlenmeden önceki renk değerleri incelendiğinde, *L* değerinin, siyezde (43.98) durum buğdayına (40.17) göre daha yüksek olduğu yani daha açık renkli olduğu görülmektedir.

Buğdayların *a* değerlerinde önemli bir farklılık olmadığı (durum 6.72, siyez 6.17) ancak durum buğdayının *b* (sarılık) değerinin (17.47) siyezden (16.55) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Şahin ve ark., (2006) durum buğdaylarının renk değerlerini belirlemişler, *L* değerini 45.55 - 49.29, *a* değerini 7.47 - 8.67 ve *b* değerini 16.34 - 17.50 aralığında saptamışlardır. Bu değerler ile karşılaştırıldığında durum buğdayının daha koyu ve kırmızılığının daha az, sarılığının ise benzer olduğu tespit edilmiştir. Siyez buğdayının renk özelliklerini belirten çalışmalar (Abdel-Aal ve ark., 1997; Hidalgo ve Brandolini 2011) buğdayın un haline getirilmiş haliyle yapıldığından herhangi bir karşılaştırma yapılamamıştır.

4.2. Bulgurlarda Kurumadde Miktarı

Üretilen bulgurlara ait kurumadde miktarları Çizelge 4.4.' de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Bulgurların Kurumadde Miktarları

Buğday Türü	Piştirme	Kurutma	1T % KM	2T % KM	3T % KM	Ort.
Durum	Geleneksel	Etüv	92.81	92.6	92.76	92.72
		Mikrodalga	95.23	94.51	94.38	94.71
	Mikrodalga	Etüv	91.53	93.69	91.51	92.24
		Mikrodalga	91.89	91.59	92.64	92.04
	Otoklav	Etüv	90.93	92.96	93.24	92.38
		Mikrodalga	91.88	91.62	93.13	92.21
Siyez	Geleneksel	Etüv	91.04	91.37	91.29	91.23
		Mikrodalga	92.69	91.28	92.81	92.26
	Mikrodalga	Etüv	90.94	93.84	91.39	92.06
		Mikrodalga	94.01	90.88	90.9	91.93
	Otoklav	Etüv	91.43	90.73	90.98	91.05
		Mikrodalga	90.21	91.00	90.95	90.72

T:Tekrar, Ort.: Ortalama, KM: Kurumadde

Bulgurla ilgili yapılan analizlerde kuru madde üzerinden verilen analiz sonuçları bu tablodaki değerlere göre hesaplanmıştır. Türk Gıda Kodeksi Bulgur Tebliği'nde bulgurda bulunması gereken en yüksek rutubet miktarı % 13 olarak bildirilmiştir. Buna göre örneklerin tamamı tebliğe uygundur (Anon., 2009).

4.3. Bulgurlarda Yapılan Analizler

4.3.1. Bulgurlarda Renk Analizleri

Bulgurlarda renk analizleri pişmemiş ve pişirilmif pilavlık bulgurlarda ayrı ayrı gerçekleştirilmiş ve sonuçları izelge 4.5. ve 4.6.' da verilmiştir. Buğday türü, pişirme yöntemi ve kurutma yönteminin bulgurların renk değerlerine etkisinin incelendiği sonuçlar ise izelge 4.7., 4.8. ve 4.9.' da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Pişmemiş Bulgurlarda Renk Analizi

Buğday Türü	Pişmemiş Bulgurlarda Renk Analizi													
	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	<i>L</i>				<i>a</i>				<i>b</i>			
			1.T	2.T	3.T	Ort.	1.T	2.T	3.T	Ort.	1.T	2.T	3.T	Ort.
Durum	Geleneksel	Etüv	47.8	48.12	46.57	47.50	4.43	3.52	5.08	4.34	18.43	17.75	19.46	18.55
		Mikrodalga	43.21	46.03	46.92	45.39	6.95	5.33	5.44	5.91	18.73	19.64	20.11	19.49
	Mikrodalga	Etüv	49.41	50.1	49.23	49.58	5.45	5.55	5.82	5.61	19.56	19.81	19.92	19.76
		Mikrodalga	44.01	48.55	48.43	47.00	6.71	5.41	6.12	6.08	18.78	19.44	19.52	19.25
	Otoklav	Etüv	46.86	44.76	45.33	45.65	5.08	5.59	5.07	5.25	19.79	19.73	18.96	19.49
		Mikrodalga	44.46	43.76	44.22	44.15	5.64	6.98	6.65	6.42	18.78	19.05	19	18.94
Siyez	Geleneksel	Etüv	37.3	37.85	39.58	38.24	7.8	7.51	7.56	7.62	15.4	15.53	15.9	15.61
		Mikrodalga	40.91	37.57	37.82	38.77	7.6	7.37	7.71	7.56	16.48	15.76	15.48	15.91
	Mikrodalga	Etüv	43.92	45.18	45.33	44.81	6.85	6.95	6.14	6.65	15.69	16.02	15.13	15.61
		Mikrodalga	39.02	36.8	34.35	36.72	7.63	7.46	7.55	7.55	16.05	14.83	13.75	14.88
	Otoklav	Etüv	36.82	36.24	37.9	36.99	7.05	6.98	7.18	7.07	14.94	14.21	15.29	14.81
		Mikrodalga	31.32	32.33	34.2	32.62	7.27	7.33	7.42	7.34	12.73	13.32	13.82	13.29

T:Tekrar, Ort.: Ortalama

Çizelge 4.6. Pişirilmiş Bulgurlarda Renk Analizi

Buğday Türü	Pişirilmiş Bulgurlarda Renk Analizi													
	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	<i>L</i>				<i>a</i>				<i>b</i>			
			1.T	2.T	3.T	Ort.	1.T	2.T	3.T	Ort.	1.T	2.T	3.T	Ort.
Durum	Geleneksel	Etüv	55.65	53.45	49.14	52.75	1.75	1.96	2.59	2.10	19.99	19.61	18.41	19.34
		Mikrodalga	49.68	51.89	52.83	51.47	3.06	2.52	1.84	2.47	20.99	20.23	18.13	19.78
	Mikrodalga	Etüv	60.36	53.16	48.55	54.02	1.21	2.80	2.37	2.13	19.98	20.47	18.39	19.61
		Mikrodalga	45.73	56.35	51.66	51.25	3.05	2.72	2.85	2.87	18.53	20.49	19.25	19.42
	Otoklav	Etüv	52.18	52.78	51.10	52.02	2.75	2.39	1.79	2.31	20.35	20.17	19.37	19.96
		Mikrodalga	49.88	49.90	49.18	49.65	4.10	3.66	2.72	3.49	20.01	20.11	17.63	19.25
Siyez	Geleneksel	Etüv	43.82	38.82	43.85	42.16	6.06	5.39	5.56	5.67	18.50	15.65	17.16	17.10
		Mikrodalga	42.91	37.50	40.91	40.44	6.44	5.46	5.74	5.88	18.42	15.80	16.89	17.04
	Mikrodalga	Etüv	41.36	41.31	39.60	40.76	6.05	5.38	5.10	5.51	19.08	17.58	16.83	17.83
		Mikrodalga	43.07	39.40	35.69	39.39	5.70	4.42	5.24	5.12	17.94	15.19	14.85	15.99
	Otoklav	Etüv	42.33	45.92	42.19	43.48	5.04	4.22	5.22	4.83	17.60	17.80	16.17	17.19
		Mikrodalga	37.10	38.30	38.58	37.99	6.09	5.49	5.62	5.73	16.13	15.98	15.90	16.00

T:Tekrar, Ort.: Ortalama

Çizelge 4.7. Buğday Türüne Göre Bulgurların Renk Değerleri

Buğday Türü	n	Pişmemiş Bulgurda Renk Analizi			Pişmiş Bulgurda Renk Analizi		
		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Siyez	18	38.02±3.94b	7.30±0.40a	15.02±1.04b	40.70±2.75b	5.46±0.56a	16.86±1.22b
Durum	18	46.54±2.17a	5.60±0.88b	19.25±0.61a	51.86±3.34a	2.56±0.70b	19.56±0.96a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Pişmemiş ve pişmiş bulgurlarda renk değerlerinin (*L*, *a* ve *b*) buğday türüne göre değişimi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Pişmemiş siyez bulgurundaki ortalama *L*, *a* ve *b* değerleri sırasıyla 38.02, 7.30, 15.02 bulunurken, durum bulgurunda bu değerler 46.54, 5.60, 19.25 olmuştur. Çizelge 4.3.' de verilen buğday değerleri ile karşılaştırıldığında; durum buğdayı bulgura işlenirken koyuluk-açıklık değeri (*L*) ve sarılık değeri (*b*) artış göstermiş, kırmızılık değeri (*a*) ise düşmüştür. Bu durum siyez buğdayı için aynı şekilde olmamıştır. Siyezde *L* ve *b* değerleri düşerken, *a* değeri artış göstermiştir. Bu da bulgura işlendiğinde siyezin koyulaştığını göstermektedir. Duyusal olarak da bu durum aynı şekilde gözlemlenmiştir (Çizelge 4.18.).

Bulgurlar pişirildiğinde; renk değerleri pişmemiş bulgura göre önemli ölçüde değişmiştir (Çizelge 4.6.). Siyezde ortalama *L* değeri 40.70, *a* değeri 5.46 ve *b* değeri 16.86, durum buğdayında *L* değeri 51.86, *a* değeri 2.56, *b* değeri 19.56 olmuştur. Her iki buğday için *L* ve *b* değerleri artış gösterirken, *a* değeri düşmüştür. Başka bir ifadeyle pişirmenin etkisiyle her iki buğdayda da *L* ve *b* değerleri artarken, *a* değerleri ise azalmıştır.

Çizelge 4.8. Pişirme Yöntemine Göre Bulgurların Renk Değerleri

Pişirme Yöntemi	n	Pişmemiş Bulgurda Renk Analizi			Pişmiş Bulgurda Renk Analizi		
		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Geleneksel	12	42.47±4.42b	6.36±1.50a	17.39±1.82a	46.70±6.15a	4.03±1.87a	18.32±1.71a
Mikrodalga	12	44.53±5.25a	6.47±0.83a	17.38±2.32a	46.35±7.65a	3.91±1.58a	18.22±1.86a
Otoklav	12	39.85±5.61c	6.52±0.90a	16.64±2.79b	45.79±5.81a	4.09±1.43a	18.10±1.81a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Piştirme yöntemlerinin renk üzerine etkisi incelendiğinde, çiğ bulgurda L değeri istatistiksel olarak önemli farklılık gösterirken, pişmiş bulgurlarda fark önemli bulunmamıştır. Pişmemiş bulgurda en yüksek L değeri mikrodalga pişirmede (44.53) bulunurken, en düşük değer ise otoklav pişirmede (39.85) elde edilmiştir. Bu durum otoklav pişirmede kullanılan yüksek sıcaklık ve basınç uygulamasının diğer piştirme yöntemlerine göre renkte daha fazla koyulaşmaya yol açmasıyla açıklanabilir (Certel, 1990).

Acer (2004), çalışmasında geleneksel ve mikrodalga yöntemlerinin çiğ ve pişmiş bulgurlarda L değeri üzerine etkilerini önemsiz bulmuştur. Bu çalışmadaki pişmiş bulgurlara ait L değerleri paralellik göstermektedir.

Piştirme yöntemine göre, pişmemiş ve pişmiş bulgurların a değerleri arasında fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu sonuçlar Acer (2004)' in geleneksel ve mikrodalga yöntemleriyle ürettiği pişmemiş ve pişmiş bulgurlara ait a değerleri ile benzerlik göstermektedir. Certel (1990), ise geleneksel yöntemle üretilen bulgurların a değerini otoklav yöntemine göre daha yüksek bulmuştur.

Piştirme yöntemlerinin b değerleri üzerine etkisi incelendiğinde ise, pişmemiş bulgurlarda geleneksel ve mikrodalga yöntemleri arasında fark bulunamazken, otoklav yönteminde daha düşük tespit edilmiştir. Bu durum otoklav yönteminin sarı renk maddelerine daha fazla zarar verdiğini göstermektedir. Benzer sonuçlar Certel (1990), tarafından da tespit edilmiştir. Acer (2004), pişmemiş ve pişmiş bulgurlarda b değerini geleneksel yöntemde daha yüksek, mikrodalga yönteminde ise daha düşük bulmuştur.

Çizelge 4.9. Kurutma Yöntemine Göre Bulgurların Renk Değerleri

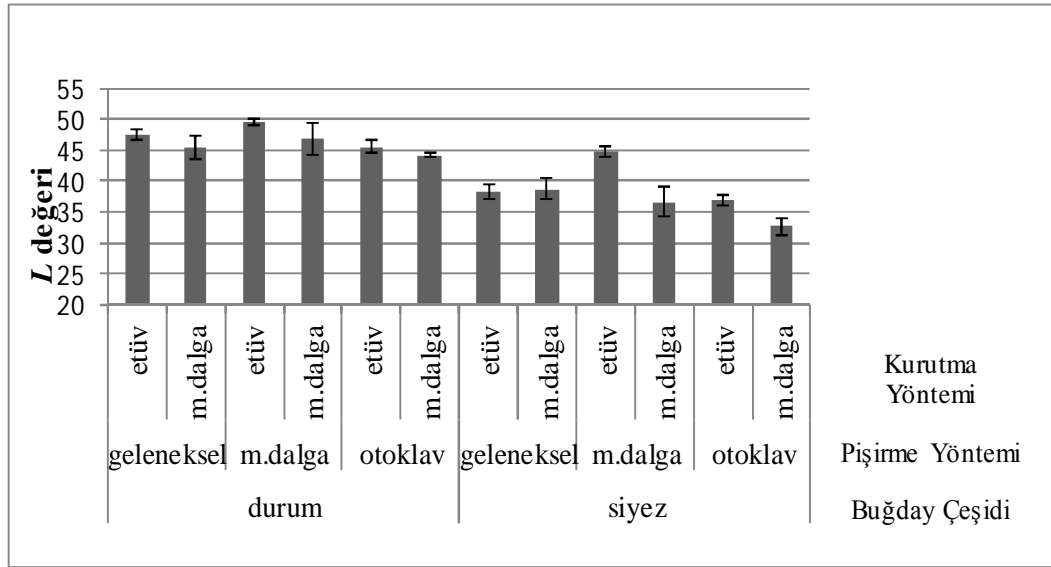
Kurutma Yöntemi	n	Pişmemiş Bulgurda Renk Analizi			Pişmiş Bulgurda Renk Analizi		
		L	a	b	L	a	b
Etüv	18	43.80±4.83a	6.09±1.21b	17.31±2.02	47.53±6.25a	3.76±1.71b	18.51±1.48
Mikrodalga	18	40.77±5.52b	6.81±0.85a	16.96±2.53	45.03±6.50b	4.26±1.48a	17.92±1.98

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. \pm ortalamanın standart sapmasıdır.

Kurutma yöntemlerinin pişmemiş ve pişmiş bulgurların renk özellikleri üzerindeki etkisi incelendiğinde, L ve a değerlerindeki değişim önemli bulunurken

($p < 0.05$), b değerine etkisi ise önemli olmamıştır ($p > 0.05$). Örneklerin L değeri ele alındığında, etüvde kurutulan bulgurların, mikrodalgada kurutulanlara göre daha açık renkli olduğu belirlenmiştir. Etüvde kurutulan bulgurlarda kırmızılık değerinin (a değeri) mikrodalgaya göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Mikrodalga ile kurutmada kullanılan güç seviyesi ve sürenin bulgurların daha yüksek sıcaklığa maruz kalmasına yol açmış, sonuçta rengin koyulaşmasına ve kırmızı renk yoğunluğunun artmasına sebep olmuştur. Bu sonuçlar Acer (2004)' in 70 °C etüv ve 500 W mikrodalgada kurutulan pişmemiş bulgurlar için tespit ettiği L ve a değerleriyle benzerlik göstermektedir. Aynı araştırmacı, pişmiş bulgurlarda kurutma yöntemlerinin L ve b değerlerine etkisini önemsiz, a değerini ise mikrodalga ile kurutulan bulgurlarda daha yüksek bulmuştur. Bu sonuç bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Pişmemiş bulgurlarda L değeri üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.1.' de verilmiştir.

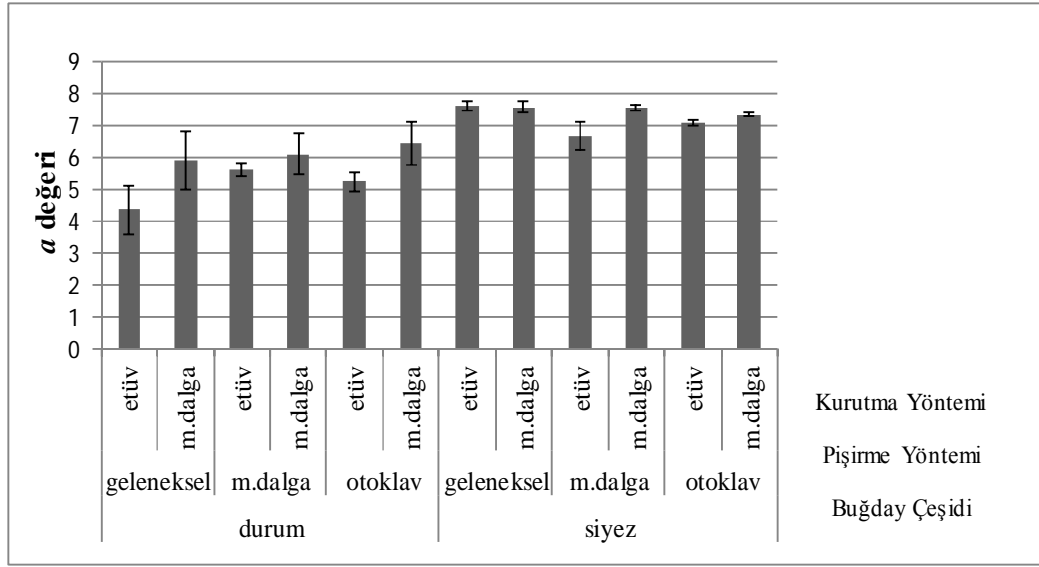


Şekil 4.1. Pişmemiş bulgurlarda L değeri üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.1.' de pişmemiş bulgurların L değerleri incelendiğinde, en yüksek değer durum-mikrodalga-etüv bulgurlarında, en düşük değer ise siyez-otoklav-mikrodalga bulgurlarında elde edilmiştir. Durum ve siyez buğdaylarının her ikisinde de etüvde kurutma, kullanılan üç farklı pişirme yönteminde de daha yüksek L değerine yol açmıştır. Her iki buğdayda da en yüksek L değerleri mikrodalga ile pişirilip, etüvde

kurutulan bulgurlarda elde edilirken, en düşük L değerleri ise otoklavda pişirilip mikrodalga ile kurutulan bulgurlarda saptanmıştır. Mikrodalga ile pişirilen siyez buğdaylarda etüv ve mikrodalga ile kurutmanın L değeri üzerine etkisi diğer bulgulara göre daha fazla bulunmuştur.

Pişmemiş bulgurlarda a değeri üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.2.’ de verilmiştir.



Şekil 4.2. Pişmemiş bulgurlarda a değeri üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.2.’ de görüldüğü gibi, en yüksek a değerine siyez-geleneksel-etüv bulgurları, en düşük a değerine ise durum-geleneksel-etüv bulgurları sahiptir. Bu durum pişirme ve kurutma yöntemlerinin a değeri üzerine olan etkisinin paralel olmadığını göstermektedir. Aynı üretim yöntemi siyez bulgurunda a değerinin en yüksek olmasına yol açarken, durum bulgurunda ise en düşük değere sebep olmuştur. Siyez bulgurlarda geleneksel ve otoklavda pişirilip etüv ve mikrodalgada kurutulan örneklerin a değerleri arasındaki fark önemli bulunmazken, durum buğdaylarında ise geleneksel ve otoklavda pişirilip mikrodalgayla kurutulan bulguların a değeri daha yüksek tespit edilmiştir. Durum bulgurlarında tüm pişirme yöntemleri için mikrodalga ve etüvde kurutmaların a değerleri arasındaki fark siyez bulgulara göre daha yüksek bulunmuştur.

4.3.2. Bulgur Verimi

Bulgurların toplam, pilavlık ve köftelik bulgur verimlerine ait sonuçlar Çizelge 4.10.' da, buğday türü, pişirme yöntemi ve kurutma yönteminin bulgur verimine etkisinin incelendiği sonuçlar ise sırasıyla Çizelge 4.11., 4.12. ve 4.13.' de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Bulgurlarda Verim Analizi

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Toplam bulgur verimi (%)				Pilavlık bulgur verimi (%)				Köftelik bulgur verimi (%)			
			1. T.	2. T.	3. T.	Ort.	1. T.	2. T.	3. T.	Ort.	1. T.	2. T.	3. T.	Ort.
Durum	Geleneksel	Etüv	99.34	97.76	99.90	99.00	79.53	75.41	78.70	77.88	19.81	22.35	21.20	21.12
		Mikrodalga	96.68	97.67	97.97	97.44	72.93	71.48	70.74	71.72	23.74	26.18	27.22	25.71
	Mikrodalga	Etüv	98.71	98.85	96.67	98.08	74.39	74.94	73.62	74.32	24.32	23.91	23.04	23.76
		Mikrodalga	94.88	94.39	94.42	94.56	64.29	69.86	67.37	67.17	30.59	24.53	27.05	27.39
	Otoklav	Etüv	98.40	96.62	93.27	96.09	79.65	76.82	74.44	76.97	18.74	19.80	18.83	19.12
		Mikrodalga	93.56	94.55	91.34	93.15	66.90	67.02	64.32	66.08	26.66	27.54	27.02	27.07
Siyez	Geleneksel	Etüv	95.42	97.42	97.91	96.92	70.64	71.65	72.06	71.45	24.78	25.77	25.85	25.47
		Mikrodalga	99.14	98.30	96.57	98.00	62.15	64.33	61.63	62.70	36.99	33.97	34.94	35.30
	Mikrodalga	Etüv	94.75	94.35	97.17	95.42	70.58	69.11	68.47	69.39	24.17	25.24	28.70	26.04
		Mikrodalga	97.82	94.22	95.53	95.86	64.69	64.81	67.13	65.54	33.13	29.41	28.40	30.31
	Otoklav	Etüv	99.39	98.97	99.90	99.42	65.20	74.19	67.28	68.89	34.19	24.78	32.62	30.53
		Mikrodalga	95.55	93.38	97.96	95.63	70.86	69.84	66.70	69.13	24.69	23.54	31.26	26.50

T:Tekrar, Ort.: Ortalama

Çizelge 4.11. Buğday Türüne Göre Bulgur Verimleri

Buğday Türü	n	Pilavlık Bulgur Verimi (%)	Köftelik Bulgur Verimi (%)	Toplam Bulgur Verimi (%)
Siyez	18	67.85±3.55 b	29.02±4.40 a	96.88±1.98
Durum	18	72.36±4.93 a	24.03±3.41 b	96.39±2.42

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Buğday çeşitlerinin pilavlık ve köftelik bulgur verimleri üzerindeki etkileri önemli bulunurken ($p<0.05$), toplam bulgur verimi üzerine etkisi ise önemli bulunamamıştır ($p>0.05$). Siyez buğdaylarının pilavlık bulgur verimi durum buğdaylarına göre daha düşük, köftelik bulgur verimi ise daha yüksektir. Bu durum, daha sert yapıya sahip olan durum bulgurunun daha iri partiküller halinde kırılmasıyla açıklanabilir. Bu sonuçlar Anıl (1994)' ün yaptığı çalışma ile benzerlik göstermemektedir. Anıl (1994), bir ekmeklik ve iki makarnalık buğdaydan ürettiği bulgurlarda toplam bulgur verimlerini daha düşük, pilavlık bulgur verimlerini ise oldukça yüksek bulmuştur. Sonuçlar, Acer (2004)' ün yaptığı çalışmayla karşılaştırıldığında ise, toplam bulgur verimleri paralellik gösterirken, pilavlık bulgur verimi oldukça düşük, köftelik bulgur verimi ise oldukça yüksek bulunmuştur. Bu durumun, farklı hammaddelerin kullanılması yanı sıra, irilik sınıflandırılmasındaki elek delik çaplarının farklı olması ve kabuk soyma işlemi için verilen tavlama suyu miktarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.12. Pişirme Yöntemine Göre Bulgur Verimleri

Pişirme Yöntemi	n	Pilavlık Bulgur Verimi (%)	Köftelik Bulgur Verimi (%)	Toplam Bulgur Verimi (%)
Geleneksel	12	70.94±5.78 a	26.90±5.54 a	97.84±1.26 a
Mikrodalga	12	69.10±3.74 a	26.88±3.17 a	95.98±1.77 b
Otoklav	12	70.27±4.94 a	25.81±5.17 a	96.07±2.86 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Pilavlık ve köftelik bulgur verimlerinde pişirme yöntemlerine göre istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Toplam bulgur verimi ise geleneksel yöntemle pişirilen bulgurlarda daha yüksek olurken, diğer iki yöntem arasında istatistiksel bir fark görülmemiştir ($p>0.05$).

Acer (2004), geleneksel ve mikrodalga 500 Watt pişirme uyguladığı durum bulgurlarında toplam bulgur verimleri arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Pilavlık bulgur verimini geleneksel yöntemde, köftelik bulgur verimini mikrodalga yöntemde daha yüksek bulmuştur. Certel (1990) ve Anıl (1994) ise çalışmalarında otoklav yönteminin pilavlık ve toplam bulgur verimini artırdığını ifade etmişlerdir. Araştırma sonuçlarımız söz edilen çalışmalarla benzerlik göstermemiştir. Bu durum muhtemelen kullanılan üretim yöntemlerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.13. Kurutma Yöntemine Göre Bulgur Verimleri

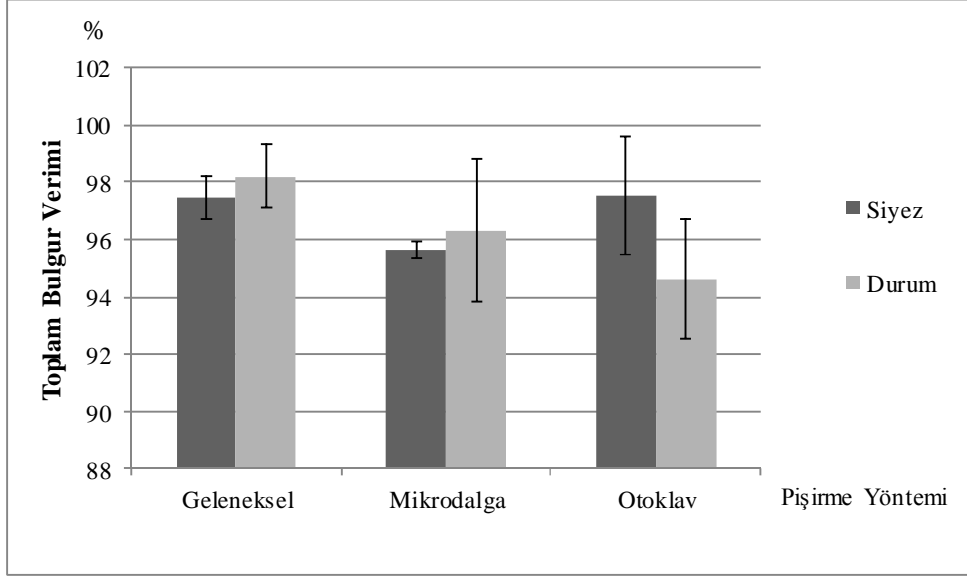
Kurutma Yöntemi	n	Pilavlık Bulgur Verimi (%)	Köftelik Bulgur Verimi (%)	Toplam Bulgur Verimi (%)
Etüv	18	73.15±4.15 a	24.34±4.26 b	97.49±1.97 a
Mikrodalga	18	67.06±3.30 b	28.72±3.99 a	95.77±2.11 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Kurutma yöntemlerinin pilavlık, köftelik ve toplam bulgur verimleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Etüvde kurutma pilavlık ve toplam bulgur verimlerini artırırken, köftelik bulgur verimini ise düşürmüştür. Pilavlık bulgur üretiminde etüvde kurutmanın daha uygun bir yöntem olduğu görülmektedir. Mikrodalga kurutma ise, kurutma süresini yaklaşık 16-17 kat düşürdüğünden dikkate alınması gereken bir yöntemdir. Mikrodalga kurutmada bulgur tanelerinin içten dışa doğru hızlı bir şekilde kurumaması, tanenin yapısal özelliklerinde önemli bozulmalara sebep olmaktadır. Bu durumun ise, öğütme sırasında tanelerin daha fazla parçalanarak pilavlık bulgur veriminde düşmeye neden olduğu düşünülmektedir. Kahyaoğlu (2009), bulgurun akışkan yatak veya mikrodalga destekli akışkan yatak ile kurutulmasında, her iki yöntemde de kurutma sıcaklığı arttıkça bulgur veriminin düştüğünü belirlemiştir. Düşük sıcaklık ve düşük güç uygulamasının (50° C – 288 Watt) yüksek sıcaklık-düşük güce (90° C – 288 Watt) göre daha yüksek bulgur verimi sağladığını, yine aynı sıcaklık

seviyelerinde yüksek güç kullanımının bulgur verimini düşürdüğünü tespit etmiştir. Bu sonuçlar, çalışmamızda mikrodalga kurutmada elde ettiğimiz düşük verim ile paralellik göstermektedir.

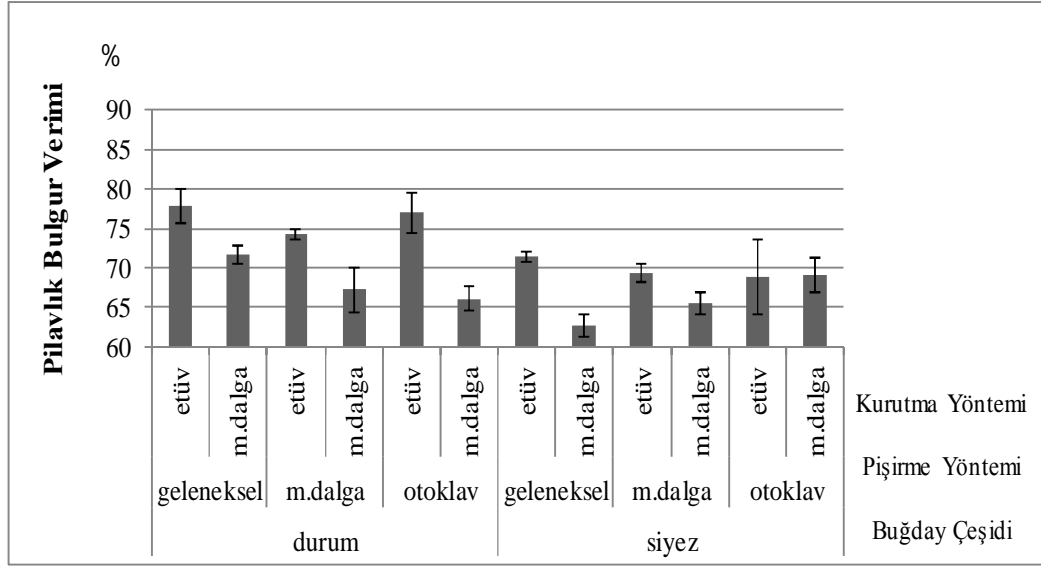
Toplam bulgur verimi üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi” interaksyonu Şekil 4.3.’ de verilmiştir.



Şekil 4.3. Toplam bulgur verimi üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.3.’e göre, en yüksek toplam bulgur verimi geleneksel pişirilen durum bulgurlarında belirlenirken, en düşük değeri ise otoklavda pişirilen durum bulgurları vermiştir. Geleneksel ve mikrodalga pişirme yöntemlerinin toplam bulgur verimlerine etkisi değerlendirildiğinde; durum bulgurlarının verimlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Otoklav pişirmede ise bu durumun tam aksine siyez bulgurunun toplam bulgur verimi daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, toplam bulgur verimi açısından en uygun pişirme yöntemlerinin siyez için otoklav, durum için ise geleneksel yöntem olduğunu göstermektedir.

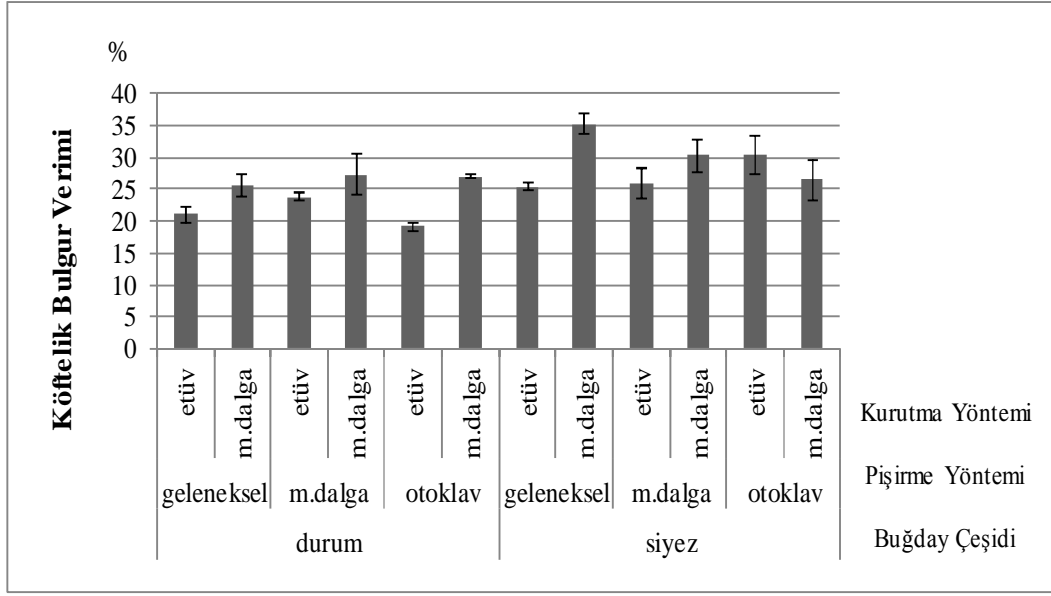
Pilavlık bulgur verimi üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.4.’ de verilmiştir.



Şekil 4.4. Pilavlık bulgur verimi üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.4. pilavlık bulgur verimi açısından ele alındığında, en yüksek pilavlık bulgur verimi durum-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında, en düşük verim ise siyez-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında tespit edilmiştir. Otoklavda pişirilen siyez bulgurlarının pilavlık verimlerinde kurutma yöntemleri arasında önemli bir fark yok iken, diğer bütün bulgurlarda bu fark görülmektedir. Bu veriler dikkate alındığında, siyezden pilavlık bulgur üretiminde verim açısından siyez-geleneksel-etüv bulguru öne çıkmaktadır. Durum bulgurlarında ise durum-geleneksel-etüv veya durum-otoklav-etüv bulgurlarından birisi tercih edilebilir.

Köftelik bulgur verimi üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.5.’ de verilmiştir.



Şekil 4.5. Köftelik bulgur verimi üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksiyonu

Şekil 4.5. incelendiğinde ise en yüksek verim etüv-geleneksel-mikrodalga, en düşük verim ise durum-otoklav-etüv bulgurlarında görülmüştür. Otoklavda pişirilen siyez buğdayların köftelik bulgur verimi etüvde kurutma yönteminde daha yüksek sonuç verirken, diğer bütün yöntemlerde ise mikrodalga kurutulan bulgurların verimleri daha yüksek bulunmuştur.

4.3.3. Pişme Analizleri

Pilavlık bulgurların, optimum pişme süresi, su kaldırma ve hacim artışına ait sonuçlar Çizelge 4.14.’ de, buğday türü, pişirme yöntemi ve kurutma yönteminin pişme özelliklerine etkisinin incelendiği sonuçlar ise sırasıyla Çizelge 4.15., 4.16. ve 4.17.’ de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Pişme Analizleri

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Optimum Pişme Süresi (dakika)				Su Kaldırma (%)				Hacim Artış (%)			
			1. T.	2. T.	3. T.	Ort.	1. T.	2. T.	3. T.	Ort.	1. T.	2. T.	3. T.	Ort.
Durum	Geleneksel	Etüv	14.00	14.50	15.00	14.50	180.50	204.50	208.50	197.83	150.00	200.00	200.00	183.33
		Mikrodalga	15.00	15.50	15.00	15.17	214.00	226.50	223.50	221.33	200.00	200.00	200.00	200.00
	Mikrodalga	Etüv	15.50	15.50	16.00	15.67	220.50	237.50	208.00	222.00	200.00	200.00	200.00	200.00
		Mikrodalga	13.00	12.50	13.00	12.83	200.50	186.00	230.50	205.67	150.00	150.00	200.00	166.67
	Otoklav	Etüv	13.50	13.50	13.00	13.33	228.00	218.50	201.00	215.83	200.00	200.00	200.00	200.00
		Mikrodalga	14.00	13.50	14.00	13.83	233.00	227.00	252.00	237.33	200.00	200.00	150.00	183.33
Siyez	Geleneksel	Etüv	5.50	6.00	6.00	5.83	93.50	89.00	104.00	95.50	100.00	100.00	100.00	100.00
		Mikrodalga	6.50	7.00	6.50	6.67	123.00	127.00	148.00	132.67	125.00	175.00	150.00	150.00
	Mikrodalga	Etüv	6.00	6.50	6.50	6.33	93.00	102.00	100.00	98.33	100.00	125.00	100.00	108.33
		Mikrodalga	7.00	6.00	6.50	6.50	90.50	103.50	98.00	97.33	150.00	100.00	125.00	125.00
	Otoklav	Etüv	7.50	6.50	7.00	7.00	98.00	93.50	108.00	99.83	150.00	150.00	125.00	141.67
		Mikrodalga	6.00	6.50	6.50	6.33	89.00	87.00	95.00	90.33	125.00	150.00	125.00	133.33

T:Tekrar, Ort.: Ortalama

Çizelge 4.15. Buğday Türüne Göre Pişme Analizleri

Buğday Türü	n	Optimum Pişme Süresi (dakika)	Su Kaldırma (%)	Hacim Artış (%)
Siyez	18	6.44±0.48 b	102.33±15.77 b	126.39±23.44 b
Durum	18	14.22±1.06 a	216.67±18.13 a	188.89±21.39 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Bulgur türlerine göre optimum pişme süreleri karşılaştırıldığında, durum bulgurlarının pişme süresi siyez bulgurlarının 2 katından fazla bulunmuştur ve fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Bu sonucun buğdayların farklı fiziksel özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Durum buğdayı çok sert bir tane yapısına sahiptir ve kepek tabakası siyeye göre daha fazladır. Bu durum, suyun tane içine nüfuz etmesini zorlaştırmakta, pişme için gerekli olan ısının tane içerisindeki etkinliğini düşürmekte ve nişastanın jelatinizasyonunu geciktirmektedir. Sonuç olarak da pişme süresinin uzamasına yol açmaktadır. Siyez bulgurunun kısa sürede pişebilme özelliğinin, üreticiye daha ekonomik üretim avantajı sağlayabileceği söylenebilir.

Optimum pişme sürelerinde tam jelatinizasyonu sağlanan tanelerin bu önemli süre farklılığından dolayı su kaldırmaları da istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Daha kısa sürede pişen siyez buğdayı ancak kendi ağırlığı kadar su kaldırabilmişken, durum buğdayı kendi ağırlığının iki katından fazla su kaldırmıştır.

Hacim artışı da pişme süresi ve su kaldırma sonuçlarıyla paralellik göstermiş ve iki bulgur arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu sonuç, daha önce de açıklandığı gibi durum bulgurunun pişme süresinin siyez bulguru göre iki katından fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Bu uzun süre içerisinde tanenin absorbe ettiği su miktarının fazla olması hacmi de artırmıştır.

Çizelge 4.16. Pişirme Yöntemine Göre Pişme Analizleri

Piştirme Yöntemi	n	Optimum Piştirme Süresi (dakika)	Su Kaldırma (%)	Hacim Artış (%)
Geleneksel	12	10.54±4.51 a	161.83±53.33 a	158.33±43.08 a
Mikrodalga	12	10.33±4.23 ab	155.83±62.06 a	150.00±41.28 a
Otoklav	12	10.13±3.64 b	160.83±69.78 a	164.58±32.78 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Piştirme yöntemlerinin optimum piştirme süresi üzerine etkilerine bakıldığında; otoklavda piştirilen bulgurların en kısa, geleneksel piştirilenlerin ise en uzun sürede piştigi, mikrodalgada piştirilenlerde ise diğer iki piştirme yöntemine göre farklılık görülmemiştir.

Su kaldırmalar arasında piştirme yöntemlerinden kaynaklanan bir fark saptanmamıştır. Ancak mikrodalgada piştirilen bulgurların su kaldırması nispeten daha düşük tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Acer (2004)' ün çalışmasıyla benzerlik göstermektedir.

Piştirme yöntemlerine göre hacim artışları arasında fark olmamıştır. Ancak yine mikrodalgada piştirilen bulgurların hacim artışının diğer yöntemlerden nispeten daha düşük olduğu görülmektedir. Acer (2004), mikrodalga ve geleneksel yöntemlerin hacim artışı üzerine etkisini çalışmamızla benzer şekilde önemsiz bulmuştur.

Çizelge 4.17. Kurutma Yöntemine Göre Piştirme Analizleri

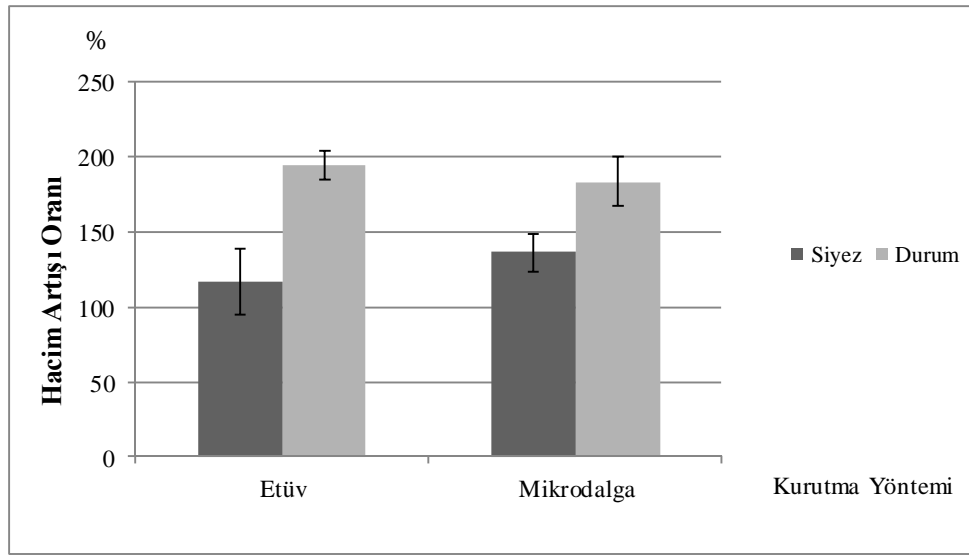
Kurutma Yöntemi	n	Optimum Piştirme Süresi (dakika)	Su Kaldırma (%)	Hacim Artış (%)
Etüv	18	10.44±4.26	154.89±59.90 b	155.56±44.19
Mikrodalga	18	10.22±3.90	164.11±62.17 a	159.72±33.36

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Kurutma yöntemlerinin bulgurların optimum pişme süreleri ve hacim artışı üzerindeki etkisi istatistiksel önemde olmamıştır ($p>0.05$). Acer (2004)' ün hacim artışı ile ilgili sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Kurutma yöntemlerinin bulgurların su kaldırmalarına etkisi ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Mikrodalgada kurutulan bulgurların su kaldırmaları etüvde kurutulan bulgurlara göre daha yüksek tespit edilmiştir. Mikrodalga yöntemi ile kurutulan bulgurlarda kurutma sırasında tane yapısında meydana gelen değişikliklerin pişme sırasında suyun taneye daha iyi nüfuz etmesine yol açtığı ve dolayısıyla su kaldırmalarında artışa neden olduğu düşünülmektedir.

Hacim artışı üzerine etkili olan “buğday türü x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.6.' da verilmiştir.



Şekil 4.6. Hacim artışı üzerine etkili olan “buğday türü x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.6.' da etüvde kurutulan durum bulgurunun hacim artışı mikrodalgada kurutmaya göre daha yüksekken, siyez bulgurunda tam tersi olarak mikrodalga kurutmada hacim artışı etüvde kurutulan bulgurlara göre daha yüksek saptanmıştır.

Su kaldırma üzerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.7.' de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Duyusal Analiz

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Pişmemiş Bulgurda						Pişirilmiş Bulgurda												
			Koku (1-5P)			Renk ve Görünüş (1-5P)			Koku ve Tat (1-5P)			Ağızda Çiğneme Sırasında Bıraktığı His (1-5P)			Renk ve Görünüş (1-5P)			Genel Kabul Edilebilirlik (1-5P)			
			1. T	2. T	3. T	1. T	2. T	3. T	1. T	2. T	3. T	1. T	2. T	3. T	1. T	2. T	3. T	1. T	2. T	3. T	Ort
Durum	Geleneksel	Etiv	3.95	4.05	4.10	4.30	3.68	3.96	4.28	4.00	4.07	3.80	3.82	3.67	4.50	4.50	4.20	4.17	4.01	4.00	4.06
		Mikrodalga	4.11	4.30	4.35	3.45	4.32	4.55	3.56	3.86	3.95	3.25	4.10	4.35	3.90	4.27	4.70	3.65	4.17	4.38	4.07
	Mikrodalga	Etiv	4.22	4.10	4.00	4.35	4.18	4.22	3.89	3.70	3.79	4.10	4.05	3.97	4.40	4.14	4.15	4.19	4.03	4.02	4.08
		Mikrodalga	4.00	4.40	3.85	3.30	4.54	4.06	4.30	3.85	3.92	3.90	4.18	3.88	3.70	4.00	3.82	3.84	4.19	3.91	3.98
	Otoklav	Etiv	4.15	4.00	3.90	3.90	4.18	4.30	4.45	3.95	4.04	4.25	3.68	4.00	4.30	4.18	4.40	4.21	4.00	4.13	4.11
		Mikrodalga	4.11	4.20	4.30	3.30	4.00	4.20	3.78	3.85	4.45	3.50	3.73	3.70	4.15	4.14	4.08	3.77	3.98	4.15	3.97
Siyez	Geleneksel	Etiv	3.44	3.90	3.85	3.25	3.22	3.35	3.56	4.00	3.55	3.90	3.91	4.45	4.10	3.82	3.70	3.65	3.77	3.80	3.74
		Mikrodalga	3.70	4.00	3.95	3.05	2.91	3.15	3.60	4.20	3.60	4.25	4.18	4.10	3.60	3.36	3.10	3.64	3.73	3.58	3.65
	Mikrodalga	Etiv	3.67	3.70	3.83	3.00	3.06	3.28	3.55	3.60	3.71	3.80	3.86	3.73	3.70	3.77	3.90	3.54	3.60	3.69	3.61
		Mikrodalga	3.61	3.60	3.72	3.35	2.78	3.54	3.75	3.25	3.92	3.80	4.18	4.23	3.80	3.73	3.68	3.66	3.51	3.81	3.66
	Otoklav	Etiv	3.61	3.70	3.75	3.20	2.91	3.60	4.17	3.75	3.85	4.00	3.59	3.90	3.65	3.36	3.65	3.73	3.46	3.75	3.65
		Mikrodalga	3.89	3.40	3.75	2.70	2.54	2.85	4.00	4.20	4.30	3.95	4.14	4.20	3.00	3.10	3.30	3.51	3.47	3.60	3.53

T:Tekrar, Ort.: Ortalama

Çizelge 4.19. Buğday Türüne Göre Pişmemiş Bulgurların Duyusal Özellikleri

Buğday Türü	n	Pişmemiş Bulgurda Koku (1-5P)	Pişmemiş Bulgurda Renk ve Görünüş (1-5P)
Siyez	18	3.73±0.16 b	3.10±0.28 b
Durum	18	4.11±0.16 a	4.04±0.38 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Pişmemiş bulgurların duyuşal özelliklerinin buğday türüne göre değişimi incelendiğinde; koku değerleri ile renk ve görünüş değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (p<0.05). Durum bulguru pişmemiş koku değeri siyez bulguruna göre daha yüksektir. Yine pişmemiş durum bulguru renk ve görünüşü daha yüksek puanlar almıştır.

Siyez buğdayından elde edilen bulgur, renk, koku ve görünüş olarak durum bulgurlarından oldukça farklı özellikler sergilemektedir. Bu özellikler panelistlerin alışageldiğı geleneksel bulgur özelliklerine benzememektedir. Bu durum pişmemiş bulgurda koku puanının durum bulguruna göre daha düşük çıkmasına sebep olurken, siyez bulgurunun koyu kahverengimsi renk karakteri de renk ve görünüş puanlarının durum bulguruna göre oldukça düşük olmasına neden olmuştur. Pişmemiş bulgurların renk değerleri sonuçları ile duyuşal analiz sonuçları karşılaştırıldığında (Çizelge 4.7.) siyez bulgurlarının renk değerlerindeki değişimin duyuşal analiz sonuçlarına da yansıdığı görülmektedir.

Çizelge 4.20. Pişirme Yöntemine Göre Pişmemiş Bulgurların Duyusal Özellikleri

Pişirme Yöntemi	n	Pişmemiş Bulgurda Koku (1-5P)	Pişmemiş Bulgurda Renk ve Görünüş (1-5P)
Geleneksel	12	3.98±0.25 a	3.60±0.55 a
Mikrodalga	12	3.89±0.25 a	3.64±0.60 a
Otoklav	12	3.90±0.27 a	3.47±0.64 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Panelistler tarafından değerlendirilen duyuusal analiz sonuçlarına göre, pişirme yöntemlerinin pişmemiş bulgurun duyuusal özellikleri üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Acer (2004), pişmemiş bulgurda koku puanı ile renk ve görünüş puanlarını geleneksel pişirme yönteminde daha yüksek bulmuştur. Bu sonuçlar kısmen çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.21. Kurutma Yöntemine Göre Pişmemiş Bulgurların Duyusal Özellikleri

Kurutma Yöntemi	n	Pişmemiş Bulgurda Koku (1-5P)	Pişmemiş Bulgurda Renk ve Görünüş (1-5P)
Etüv	18	3.88±0.21	3.66±0.51
Mikrodalga	18	3.96±0.29	3.47±0.65

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Kurutma yöntemlerinin pişmemiş bulgurun duyuusal özellikleri üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Acer (2004), koku puanı ile renk ve görünüş puanını etüvde kurutulmuş bulgurlarda mikrodalgaya göre daha yüksek bulmuştur. Bu sonuçlar, tespit ettiğimiz renk ve görünüş sonuçları benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.22. Buğday Türüne Göre Pişmiş Bulgurların Duyusal Özellikleri

Buğday Türü	n	Koku ve Tat (1-5P)	Ağızda Çiğneme Sırasında Bıraktığı His (1-5P)	Renk ve Görünüş (1-5P)	Genel Kabul Edilebilirlik (1-5P)
Siyez	18	3.81±0.29 b	4.01±0.22	3.57±0.30 b	3.64±0.11 b
Durum	18	3.98±0.25 a	3.89±0.28	4.20±0.25 a	4.04±0.18 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Buğday çeşitlerinin pişmiş bulgurda koku ve tat üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Siyez bulgurlarının kendine has koku ve aroması klasik bulgur olarak kabul edilen durum bulguru ile kıyaslandığında nispeten daha düşük puanlar almıştır.

Pişmiş bulgurun ağızda çiğneme sırasında bıraktığı his, buğday çeşitlerine göre istatistiksel farklılık göstermemiştir ($p>0.05$). Siyez bulguru, durum bulguruna göre nispeten daha iyi puanlar almıştır. Durum buğdayı sert karakteri ve yüksek kepek oranıyla, kepek tabakası tam ayrılmamış bir tam buğday ürünü olan bulgura işlendiğinde; jelatinizasyonu tamamlansa bile çiğneme sırasında bir miktar sertlik hissi bırakmaktadır.

Buğday türlerinin pişmiş bulgurda renk ve görünüş üzerine etkisi istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Pişmemiş siyez bulgurunda olduğu gibi, pişmiş bulgurda da renk daha koyu olmuştur. Bu nedenle pişmiş bulgurda renk ve görünüş durum bulgurlarına göre panelistler tarafından daha düşük puanla değerlendirilmiştir.

Genel kabul edilebilirlik üzerine buğday türlerinin etkisi incelendiğinde; durum bulguru geleneksel olarak bilinen bulgura has özellikleri taşıdığı için daha yüksek genel kabul edilebilirlik puanı almıştır. Siyez bulguru ise kendine has renk, koku ve aromasıyla, üretildiği bölge dışında pek bilinmediği için panelistlerin genel bulgur algısına durum bulguru kadar cevap verememiş ve daha düşük puan ortalaması elde etmiştir. Bu duruma farklı aroma ve lezzetinden çok, arzu edilen parlak sarı renkten uzak olmasının neden olduğu düşünülmektedir. Anıl (1994), ekmeklik ve makarnalık buğdaylardan yaptığı bulgurlarda durum bulgurlarının genel kabul edilebilirliğinin daha yüksek olduğunu bulmuştur.

Çizelge 4.23. Pişirme Yöntemine Göre Pişmiş Bulgurların Duyusal Özellikleri

Pişirme Yöntemi	n	Koku ve Tat (1-5P)	Ağızda Çiğneme Sırasında Bıraktığı His (1-5P)	Renk ve Görünüş (1-5P)	Genel Kabul Edilebilirlik (1-5P)
Geleneksel	12	3.85±0.27 b	3.98±0.33 a	3.98±0.49 a	3.88±0.26 a
Mikrodalga	12	3.77±0.25 b	3.97±0.17 a	3.90±0.23 ab	3.83±0.24 a
Otoklav	12	4.07±0.25 a	3.89±0.25 a	3.78±0.49 b	3.81±0.27 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Piştirme yönteminin pişmiş bulgurda koku ve tat puanına etkisi önemlidir. Otoklav piştirme yöntemi koku ve tat puanı açısından daha iyi sonuçlar alırken, diğer iki yöntem arasında belirgin bir fark olmamıştır.

Pişmiş bulgurun ağızda çiğneme sırasında bıraktığı his puanına piştirme yöntemleri arasında fark olmamıştır ($p>0.05$).

Piştirme yöntemleri arasındaki pişmiş bulgurda renk ve görünüş puanı farkı önemlidir. En iyi puanı geleneksel yöntem alırken, en düşük puanı otoklav yöntemi almış, mikrodalga yönteminin ise diğer iki yönteme göre bir farkı olmadığı belirlenmiştir.

Pişmiş bulgurun renk ve görünüş puanında piştirme yöntemleri arasında oluşan fark genel kabul edilebilirlik puanlarına ise yansımamıştır. Anıl (1994), geleneksel yöntemle pişirilen bulgurların otoklav yöntemine göre panelistler tarafından daha fazla kabul gördüğünü bildirmektedir. Acer (2004)' ün pişmiş bulgurlarda belirlediği tüm duyuşal özellik puanları, geleneksel pişirilen bulgurlarda mikrodalga pişirilenlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar bulgularımızla benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.24. Kurutma Yöntemine Göre Pişmiş Bulgurların Duyuşal Özellikleri

Kurutma Yöntemi	n	Koku ve Tat (1-5P)	Ağızda Çiğneme Sırasında Bıraktığı His (1-5P)	Renk ve Görünüş (1-5P)	Genel Kabul Edilebilirlik (1-5P)
Etüv	18	3.88±0.26	3.92±0.21	4.02±0.34 a	3.88±0.24
Mikrodalga	18	3.91±0.30	3.98±0.29	3.75±0.45 b	3.81±0.27

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Kurutma yöntemi; pişmiş bulgurun koku ve tat, ağızda çiğneme sırasında bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik puanlarına istatistiksel olarak önemli bir etkide bulunmazken, renk ve görünüş puanına ise önemli etkide bulunmuştur ($p<0.05$).

Mikrodalga ile kurutulan bulgurların rengi özellikle siyez bulgurlarında daha koyu özellikte olduğu için renk ve görünüş puanı etüvde kurutulan bulgurlara göre daha düşüktür. Mikrodalga kurutma sırasında etüvde 60 °C kurutulan bulgurlara göre daha yüksek sıcaklıklara çıkılması söz edilen renk koyulaşmasına sebep olmaktadır. Ancak

bu durum istatistiksel olarak genel kabul edilebilirlik puanlarına yansımamıştır. Acer (2004), tüm duyuşal özellik puanlarının etüvde kurutulan bulgurlarda mikrodalga kurutmaya göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bu sonuçlar, çalışmamızda belirlediğimiz renk ve görünüş ile genel kabul edilebilirlik puanlarıyla benzerlik göstermektedir.

4.3.5. Bulgurlarda Tekstür Profili Analizi

Literatürde pirincin tekstür özellikleri ile ilgili birçok çalışmaya rastlanırken (Champagne ve ark., 1998; Champagne ve ark., 1999; Park ve ark., 2001), buğdayla ilgili çalışmalar kısıtlıdır (Singh ve Singh, 2010). Yapılan çalışmalar ise genellikle unda (Bonet ve ark.,2007; Meral ve ark., 2010) ve un veya irmikten üretilen ürünlerde gerçekleştirilmiştir (erişte, makarna, ekmek, kek, kurabiye v.b.) (Guinot ve Mathlouthi, 1991; Gaines ve ark., 1992; Edwards ve ark.,1993; Gonzalez ve ark., 2000; Epstein ve ark., 2002; Wang ve ark., 2002; Oliveria ve Salvadori, 2006; Kotancılar ve ark., 2008; Certel ve ark., 2009). Bulgurun tekstür profiline ilişkin bir çalışmaya ise literatürde rastlanmamıştır.

Optimum pişme süreleri dikkate alınarak pişirilen pilavlık bulgurların, tekstür profil analiz sonuçları Çizelge 4.25.' de verilmiştir.

Buğday türü, pişirme yöntemi ve kurutma yönteminin bulgurların sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri üzerine etkilerinin incelendiği sonuçlar sırasıyla Çizelge 4.26., 4.27. ve 4.28.' de verilmiştir. Buğday türü, pişirme yöntemi ve kurutma yönteminin bulgurların iç bağlılık (cohesiveness), çiğnenebilirlik ve kendini toplama gücü değerleri üzerine etkilerinin incelendiği sonuçlar ise sırasıyla Çizelge 4.29., 4.30. ve 4.31.' de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Bulgurlarda Tekstür Profili Analizi

Buğday Türü	Piştirme ve Kurutma Yöntemi	Tekrar	Sertlik (gram)	Yapışkanlık (gram x saniye)	Esneklik	İç Bağlılık	Çiğnenebilirlik	Kendini Toplama Gücü
D U R U M	Geleneksel- Etüv	1	10184.67	-4.52	0.63	0.51	3151.88	0.36
		2	12142.92	-5.34	0.67	0.60	4959.56	0.44
		3	12884.14	-5.69	0.64	0.58	4804.22	0.42
	Geleneksel - Mikrodalga	1	19321.07	-7.11	0.70	0.63	8655.44	0.51
		2	19553.43	-8.04	0.67	0.55	7748.67	0.45
		3	16556.83	-6.39	0.63	0.57	5922.97	0.41
	Mikrodalga - Etüv	1	9953.84	-9.64	0.59	0.49	2807.52	0.30
		2	12253.64	-13.32	0.62	0.56	4306.27	0.39
		3	11342.42	-14.30	0.62	0.58	4038.21	0.39
	Mikrodalga - Mikrodalga	1	16762.75	-11.53	0.64	0.58	6160.20	0.42
		2	15263.75	-10.05	0.69	0.57	6005.66	0.43
		3	14490.99	-13.41	0.65	0.54	5245.94	0.36
	Otoklav- Etüv	1	19350.14	-19.95	0.67	0.57	7391.90	0.41
		2	16415.32	-15.26	0.60	0.53	5265.70	0.37
		3	14976.81	-11.86	0.66	0.59	5995.87	0.42
	Otoklav - Mikrodalga	1	21324.45	-11.10	0.70	0.65	9924.30	0.50
		2	19249.55	-11.31	0.67	0.54	6995.64	0.39
		3	18397.84	-9.37	0.63	0.56	6740.21	0.39

Çizelge 4.25. Bulgurlarda Tekstür Profili Analizi (devamı)

Buğday Türü	Piştirme ve Kurutma Yöntemi	Tekrar	Sertlik (gram)	Yapışkanlık (gram x saniye)	Esneklik	İç Bağlılık	Çiğnenebilirlik	Kendini Toplama Gücü
E İ N K O R N	Geleneksel-Etöv	1	12951.16	-12.99	0.62	0.53	4276.66	0.35
		2	16633.99	-15.80	0.64	0.60	6324.05	0.42
		3	13967.27	-16.90	0.60	0.54	3902.48	0.33
	Geleneksel-Mikrodalga	1	17318.49	-11.13	0.72	0.59	7524.59	0.42
		2	22268.63	-12.74	0.71	0.67	10031.01	0.51
		3	18877.75	-9.63	0.70	0.62	8397.46	0.47
	Mikrodalga-Etöv	1	17869.79	-103.10	0.68	0.60	7432.46	0.42
		2	21344.23	-121.20	0.68	0.60	8791.52	0.47
		3	16676.47	-105.54	0.66	0.52	5614.23	0.38
	Mikrodalga-Mikrodalga	1	20644.51	-17.97	0.69	0.64	8574.22	0.48
		2	19624.15	-21.84	0.74	0.61	8883.14	0.47
		3	21843.08	-25.33	0.75	0.66	10784.21	0.50
	Otoklav-Etöv	1	27771.78	-29.18	0.61	0.70	12810.11	0.58
		2	22832.16	-31.23	0.66	0.62	8794.22	0.43
		3	25649.62	-36.32	0.67	0.67	11354.10	0.52
	Otoklav-Mikrodalga	1	27201.45	-19.72	0.74	0.72	15720.71	0.60
		2	22644.87	-24.67	0.75	0.64	10994.65	0.50
		3	25178.00	-27.55	0.69	0.63	12556.50	0.53

Çizelge 4.26. Buğday Türüne Göre Bulgurların Sertlik, Yapışkanlık ve Esneklik Değerleri

Buğday Türü	n	Sertlik (gram)	Yapışkanlık (gram x saniye)	Esneklik
Siyez	18	20550±4366.88 a	-35.71±35.08 a	0.68±0.05 a
Durum	18	15579±3531.11 b	-10.46±3.98 b	0.65±0.03 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Optimum pişme sürelerinin ortalamaları alınarak pişirilen bulgur örneklerinde yapılan tekstür profili analizi sonuçlarına göre, buğday türünün bulgurların sertlik değerine olan etkisi önemli bulunmuştur. Sertlik, tekstür analizinde ilk sıkıştırma sonucunda elde edilen maksimum kuvvet olarak tanımlanır. Pişmiş bulgurlarda siyez bulgurları daha sert karakter göstermiştir.

Buğday türünün yapışkanlık değerine olan etkisi de önemli tespit edilmiştir. Yapışkanlık ifadesi tekstür profili analizinde ilk sıkıştırmadan sonra oluşan negatif kuvvet alanı olarak tanımlanır ve prob ile örnek arasındaki yapışma etkileşiminin ifadesidir. Yapışkanlık negatif kuvvet alanı ifade ettiğinden negatif kuvvetin büyümesi yapışkanlığın arttığını ifade eder. Bu nedenle siyez bulgurunun yapışkanlık özelliği durum buğdayına göre daha fazla tespit edilmiştir.

Esneklik, tekstür profili analizinde ilk sıkıştırmanın ardından ikinci sıkıştırma işlemine kadar örneğin yüksekliğinde meydana gelen değişim olarak ifade edilmektedir. Esneklik miktarının buğday çeşitlerine göre değişimi önemli bulunmuştur. Siyez bulgurlarının esneklik değeri durum bulgurlarından daha yüksek tespit edilmiştir.

Çizelge 4.27. Pişirme Yöntemine Göre Bulgurların Sertlik, Yapışkanlık ve Esneklik Değerleri

Piştirme Yöntemi	n	Sertlik (gram)	Yapışkanlık (gram x saniye)	Esneklik
Geleneksel	12	16055±3636.67 b	-9.69±4.19 c	0.66±0.04 a
Mikrodalga	12	16389±3991.98 b	-38.94±43.27 a	0.67±0.05 a
Otoklav	12	21749±4185.19 a	-20.62±9.08 b	0.67±0.05 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Piştirme yöntemlerinin bulgurların sertliği üzerine olan etkisi önemli olarak belirlenmiştir ($p<0.05$). Otoklav ile pişirilen bulgurlarda en yüksek sertlik değeri elde edilirken, geleneksel ve mikrodalga pişirilen bulgurların sertlik değerleri arasında önemli bir fark tespit edilememiştir ($p>0.05$).

Piştirme yöntemlerinin yapışkanlık değerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en yüksek değer mikrodalga ile pişirilen bulgurlarda elde edilirken, ikinci olarak otoklav ile pişirilen bulgurlarda ve en düşük değer ise geleneksel pişirilen bulgurlarda görülmüştür.

Piştirme yöntemlerinin bulgurların esneklikleri arasında fark bulunamamıştır. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre üç piştirme yöntemi için de esneklik değerleri aynıdır. Demirkol (2007), farklı formülasyonlarla mikrodalga, infrared-mikrodalga kombinasyonu ve konvansiyonel piştirme uyguladığı keklerin sertlik, iç bağlılık ve esneklik değerlerini araştırdığı çalışmasında, mikrodalga ve konvansiyonel pişirmenin örneklerin sertliklerini artırdığını belirlemiştir. Bu duruma sebep olarak ise piştirme sırasında gerçekleşen kurumayı göstermiştir. Bu sonuçlar çalışmamızda kullandığımız mikrodalga piştirme işlemi sonuçları ile paralel göstermemiştir.

Çizelge 4.28. Kurutma Yöntemine Göre Bulgurların Sertlik, Yapışkanlık ve Esneklik Değerleri

Kurutma Yöntemi	n	Sertlik (gram)	Yapışkanlık (gram x saniye)	Esneklik
Etüv	12	16322±5235.84 b	-31.79±37.14 a	0.64±0.03 b
Mikrodalga	12	19807±3282.82 a	-14.78±6.70 b	0.69±0.04 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Kurutma yöntemlerinin bulgurların sertlik değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Mikrodalga ile kurutulan bulgur örneklerinin sertlikleri etüvde kurutulan bulgurlara göre yüksek tespit edilmiştir.

Kurutma yöntemlerinin bulgurların yapışkanlık değerleri olan etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Etüvde kurutulan bulgurların mikrodalgada kurutulan bulgurlara göre daha yapışkan özellik gösterdikleri belirlenmiştir.

Kurutma yöntemlerinin esneklik değerlerine olan etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Mikrodalgada kurutulan bulgurlar, etüvde kurutulan bulgurlara göre daha esnek karakter göstermişlerdir.

Çizelge 4.29. Buğday Türüne Göre Bulgurların Çiğnenebilirlik, İç Bağlılık ve Kendini Toplama Gücü Değerleri

Buğday Türü	n	Çiğnenebilirlik	İç Bağlılık	Kendini Toplama Gücü
Siyez	18	9011.10±3091.31 a	0.62±0.05 a	0.47±0.07 a
Durum	18	5895.60±1838.52 b	0.57±0.04 b	0.41±0.05 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Çiğnenebilirlik ifadesi, sakızimsılık ile esneklik ifadelerinin çarpımıyla elde edilir. Sakızimsılık ifadesi yarı katı gıdalarda kullanıldığı için analiz sonuçlarına dahil edilmemiştir. Buğday çeşitlerinin bulgurların çiğnenebilirlik değerleri etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Siyez bulgurlarının çiğnenebilirlik değerleri durum bulgurlarına göre yüksek tespit edilmiştir.

İç bağıllık (cohesiveness), gerilme kuvvetinin ifadesi olarak tanımlanabilir ve sıkıştırma esnasında yapışkanlığın tersi olarak prob ile etkileşiminin az olması ve bütün olarak kalma eğilimi olarak ifade edilebilir. İkinci sıkıştırma ile ilk sıkıştırma alanlarının birbirlerine oranı olarak hesap edilir. Buğday çeşitlerine göre bağıllığın değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Siyez bulgurlarının iç bağıllık değeri durum bulgurlarına göre daha yüksek bulunmuştur.

Kendini toplama gücü, probun geri dönüşü sırasında örnekle temasın ilk kesildiği ana kadar olan alanın, örneğin ilk sıkıştırılması sırasında oluşan alana oranı olarak tanımlanır. Örneğin ilk deformasyondan sonra kendini ne kadar toplayabildiğinin tespiti için yapılır. Buğday çeşitlerinin, bulgurların kendini toplama gücüne olan etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Siyez bulgurlarının kendini toplama gücü durum bulgurlarından daha yüksek tespit edilmiştir. Bu sonuç siyez bulgurunun sertlik, esneklik ve iç bağıllık sonuçlarıyla paralellik göstermiştir.

Singh ve Singh (2010), farklı oranlarda kepeğini ayırdığı buğdayları pişirerek tekstür profilini belirledikleri çalışmalarında, Örneklerin protein miktarlarıyla, sertlik ($r=0.739$, $p\leq 0.05$), iç bağıllık ($r=0.835$, $p\leq 0.05$) ve çiğnenebilirlik ($r=0.624$, $p\leq 0.05$) değerleri arasında güçlü bir pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, pişme süresi ile çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri arasında da negatif korelasyon belirlemişlerdir ($r= -0.478$, $p\leq 0.05$ ve $r= -0.579$, $p\leq 0.05$). Araştırmacılar, çalışmalarında kepeği ayrılmamış buğdaylarda yapışkanlık değeri tespit edememiş, bunu da yapışkanlığa sebep olan jelatinize nişasta ve denatüre proteinlerin pişmiş tanenin yüzeyine çıkmasını engelleyen kepek tabakasının varlığına bağlamışlardır. Çizelge 4.26.'daki sonuçları incelediğimizde, Singh ve Singh (2010)'in sertlik ile protein miktarı arasında belirlediği ilişki çalışmamızla benzerlik göstermemiştir. Ancak bu duruma örneklerin pişme sürelerindeki farklılığın neden olduğu düşünülmektedir (Çizelge 4.15.). Yine aynı araştırmacıların belirttiği yapışkanlık ile kepek oranı arasındaki ilişki ise çalışmamız ile benzerlik göstermiştir. Kepek oranı daha az olduğu düşünülen siyez bulguru pişirildiği zaman durum bulguruna göre daha yapışkan bir özellik göstermiştir. Pişme süresi ile Çizelge 4.26. ile 4.29.'daki çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri arasındaki pozitif korelasyon da Singh ve Singh (2010)'in çalışmasıyla paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.30. Pişirme Yöntemine Göre Bulgurların Çiğnenebilirlik, İç Bağlılık ve Kendini Toplama Gücü Değerleri

Piştirme Yöntemi	n	Çiğnenebilirlik	İç Bağlılık	Kendini Toplama Gücü
Geleneksel	12	6308.2±2161.54 b	0.58±0.05 b	0.42±0.06 b
Mikrodalga	12	6506.40±2393.30 b	0.58±0.05 b	0.42±0.06 b
Otoklav	12	9545.30±3217.31 a	0.62±0.06 a	0.47±0.08 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Çiğnenebilirlik değerinin piştirme yöntemlerine göre değişimi incelendiğinde, duncan çoklu karşılaştırma testinde otoklav yöntemi en yüksek değeri verirken, geleneksel ve mikrodalga yöntemleri arasında fark tespit edilememiştir.

İç bağlılık değerleri, sertlik değerleri ile paralellik göstermiş ve en yüksek değer otoklav pişirmede tespit edilirken, geleneksel ve mikrodalga yöntemleri arasında fark bulunamamıştır.

Kendini toplama gücü değeri en yüksek otoklav piştirme yönteminde elde edilirken, geleneksel ve mikrodalga yöntemleri arasında fark belirlenememiştir.

Demirkol (2007), çalışmasında keklerde iç bağlılık değerini mikrodalga pişirmenin düşürdüğünü belirlemiştir. Bu sonuç bulgurun mikrodalga piştirme yöntemi ile karşılaştırıldığında paralellik göstermemiştir.

Çizelge 4.31. Kurutma Yöntemine Göre Bulgurların Çiğnenebilirlik, İç Bağlılık ve Kendini Toplama Gücü Değerleri

Kurutma Yöntemi	n	Çiğnenebilirlik	İç Bağlılık	Kendini Toplama Gücü
Etüv	18	6191.90±2769.86 b	0.58±0.05 b	0.41±0.07 b
Mikrodalga	18	8714.80±2652.04 a	0.61±0.05 a	0.46±0.06 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

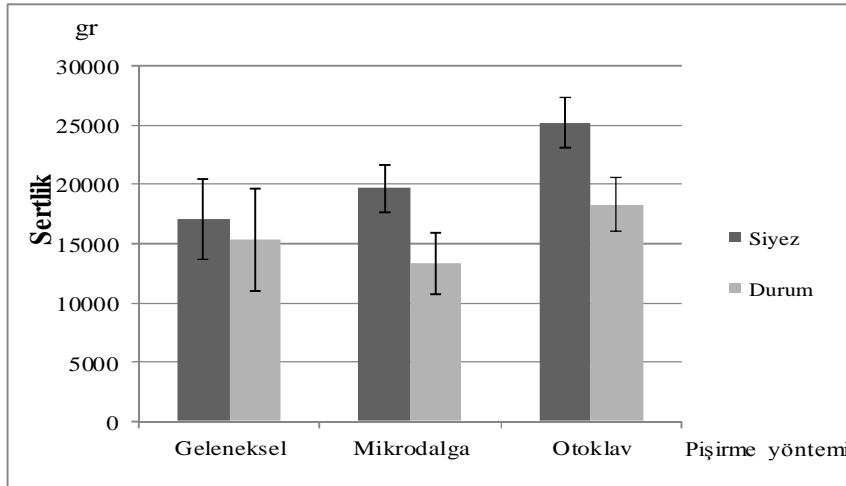
Kurutma yöntemlerinin, bulgurların çignenebilirlik, iç bağlılık ve kendini toplama gücü değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çignenebilirlik değeri mikrodalga kurutulan bulgurlarda etüvde kurutulan bulgurlardan daha yüksek belirlenmiştir.

Mikrodalga ile kurutulan bulgurların iç bağlılık ve kendini toplama gücü değerleri etüvde kurutulan bulgurların iç bağlılık değerlerinden daha yüksek tespit edilmiştir.

Champagne ve ark. (1998), pişirilmiş pirinçleri farklı yöntem ve sıcaklıklarla % 12-15 aralığına kuruttuklarında, kurutma sıcaklığının artmasıyla iç bağlılık değerinin arttığını belirlemişlerdir. Mikrodalga yöntemiyle kısa sürede kuruttuğumuz bulgurların daha yüksek sıcaklığa maruz kaldığını düşünürsek, çalışmamız bu sonuçla paralellik göstermiştir.

Sertlik değerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi” interaksyonu Şekil 4.8.’ de verilmiştir.

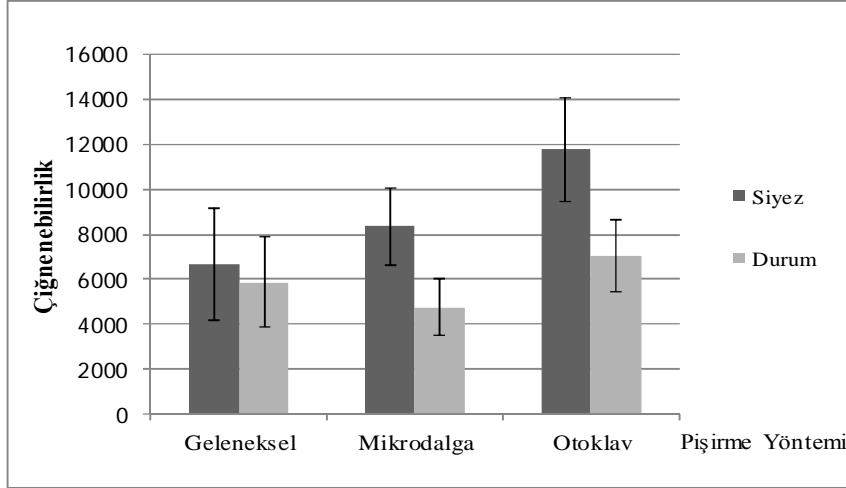


Şekil 4.8. Sertlik değerine etkili olan “buğday türü x piştirme yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.8. incelendiğinde, otoklav ile piştirilen siyez bulgurunun en yüksek, mikrodalga ile piştirilen durum bulgurunun ise en düşük sertlik değerine sahip olduğu görülmektedir. Siyez bulguru için sertlik düzeyi en düşük geleneksel pişirmede sağlanırken, durum buğdayı için en düşük sertlik değeri mikrodalga pişirmede elde edilmiştir. Siyez bulgurları ile durum bulgurları arasındaki sertlik değeri farkı

geleneksel pişirme yönteminde az iken, geleneksel ve mikrodalga pişirme yöntemlerinde ise sertlik değeri farkı fazladır. Bu durum, geleneksel pişirmenin farklı buğdaylarda da olsa, birbirine daha yakın sertlik değerleri sağladığını göstermektedir.

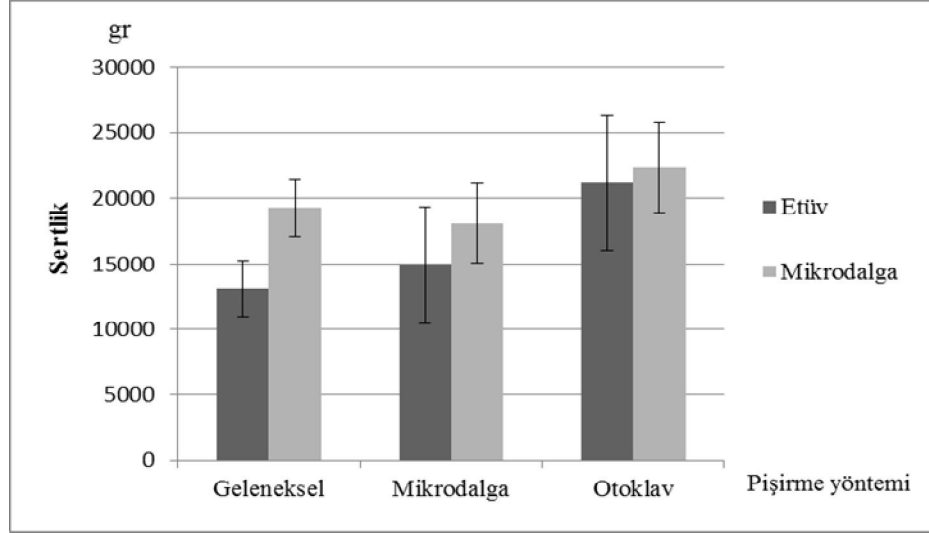
Çiğnenebilirlik değerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi” interaksyonu Şekil 4.9.’ da verilmiştir.



Şekil 4.9. Çiğnenebilirlik değerine etkili olan “buğday türü x pişirme yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.9.’ da en yüksek çiğnenebilirlik değeri otoklavda pişirilmiş siyez bulgurlarında, en düşük değer ise mikrodalgada pişirilmiş durum bulgurlarında elde edilmiştir. Siyez bulgurları için en düşük çiğnenebilirlik değeri geleneksel pişirilmiş bulgurlarda, durum bulgurları için en yüksek çiğnenebilirlik değeri otoklavda pişirilen bulgurlarda belirlenmiştir. Otoklavda pişirme yöntemi siyez bulgurlarında çiğnenebilirliği geleneksel pişirilen bulgurlara göre yaklaşık iki kat artırmıştır. Otoklav pişirme durum buğdayının çiğnenebilirliğini artırmış olsa da, bu oran siyez bulgurlarındaki kadar fazla değildir. Siyez bulgurları ile durum bulgurları arasındaki çiğnenebilirlik değeri farkı geleneksel pişirme yönteminde az iken, geleneksel ve mikrodalga pişirme yöntemlerinde ise bu fark daha fazladır.

Sertlik değerine üzerine etkili olan “pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.10.’ da verilmiştir.



Şekil 4.10. Sertlik değerine üzerine etkili olan “piştirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksiyonu

Şekil 4.10. değerlendirildiğinde, en yüksek sertlik değeri otoklav pişirilip mikrodalgada kurutulan bulgurlarda elde edilmişken, en düşük sertlik değeri geleneksel pişirilip etüvde kurutulan bulgurlarda belirlenmiştir. Mikrodalga kurutulan bulgurlarda sertlik en az mikrodalga pişirilen bulgurlarda gerçekleşmişken, etüvde kurutulan bulgurlarda en yüksek sertlik değeri otoklavda pişirilen bulgurlarda elde edilmiştir. Kurutma yöntemleri arasındaki sertlik farkı en fazla geleneksel pişirilen bulgurlarda gerçekleşirken, otoklav pişirilen bulgurlar arasındaki sertlik farkı en azdır.

4.3.6. Antioksidan Aktivite Analizleri

Bitkisel gıdalardan özellikle tahıllarda antioksidan aktiviteyi sağlayan biyoaktif bileşenlerin bulunduğu karmaşık yapılardan dolayı aktivite analizinde hatalı değerlendirme yapmamak için en az iki metot uygulanması gerektiği literatürde belirtilmiştir (Tacer, 2009; Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2007) Buğday ve bulgurlarda antioksidan aktiviteyi tayin edebilmek için DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)) ve FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) metotları kullanılmıştır. DPPH, ABTS ve FRAP yöntemlerine ait sonuçlar Çizelge 4.32., 4.33 ve 4.34.' de sırasıyla verilmiştir.

Buğday türü, piştirme yöntemi ve kurutma yönteminin DPPH, ABTS ve FRAP analizlerine etkisinin incelendiği sonuçlar sırasıyla Çizelge 4.35., 4.36. ve 4.37.' de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Buğday ve Bulgurların DPPH Metoduna Göre % İndirgeme Gücü

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	% İndirgeme 0,1g/ml (KM' de)			
			1.T.	2.T.	3.T.	Ortalama
Durum	Buğday		26.10	28.56	26.10	26.92
	Geleneksel	Etüv	17.06	15.47	14.80	15.78
		Mikrodalga	23.44	19.95	22.37	21.92
	Mikrodalga	Etüv	18.79	15.62	17.31	17.24
		Mikrodalga	22.32	19.43	21.49	21.08
	Otoklav	Etüv	16.26	17.04	17.31	16.87
Mikrodalga		21.50	22.22	23.00	22.24	
Siyez	Buğday		28.94	27.42	28.43	28.26
	Geleneksel	Etüv	23.36	22.12	20.49	21.99
		Mikrodalga	23.60	21.32	21.45	22.12
	Mikrodalga	Etüv	20.73	21.22	18.98	20.31
		Mikrodalga	24.23	23.40	22.73	23.45
	Otoklav	Etüv	20.79	19.28	22.38	20.82
Mikrodalga		19.41	21.58	20.24	20.41	

T:Tekrar

Buğdayların DPPH % indirgeme güçleri incelendiğinde, siyez buğdayının ortalama DPPH indirgeme gücü %28.26 iken, durum buğdayında %26.92 bulunmuştur. Durum bulgurlarının indirgeme gücü kaybı buğday hallerine göre ortalama %29, siyez bulgurlarında ise %24 civarında olmuştur. Li ve ark. (2007) mor buğday kepeğine uyguladıkları ısı işlemden (177° C' da 20 dakika) sonra kepeklerin DPPH % indirgeme gücünün önemli ölçüde korunduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuç çalışmamızla paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.33. ABTS Metodu ile Toplam Antioksidan Aktivite (KM' de)

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Antioksidan aktivite ($\mu\text{mol T.E./g}$)			
			1. T.	2. T.	3. T.	Ortalama
Durum	Buğday		8.16	8.77	8.18	8.37
	Geleneksel	Etüv	4.56	4.25	4.39	4.40
		Mikrodalga	5.66	5.55	5.39	5.53
	Mikrodalga	Etüv	6.08	5.58	6.28	5.98
		Mikrodalga	5.15	4.66	4.78	4.86
	Otoklav	Etüv	4.32	4.55	4.45	4.44
Mikrodalga		4.54	4.51	4.41	4.49	
Siyez	Buğday		7.36	7.32	7.52	7.40
	Geleneksel	Etüv	3.49	3.43	3.39	3.44
		Mikrodalga	3.62	3.85	3.42	3.63
	Mikrodalga	Etüv	6.47	5.99	6.42	6.29
		Mikrodalga	3.72	3.47	3.62	3.60
	Otoklav	Etüv	3.30	2.99	3.40	3.23
Mikrodalga		3.40	3.32	3.73	3.48	

T:Tekrar, T.E.:Troluks eşdeğeri

ABTS metodu ile antioksidan aktivitenin troluks eşdeğerinden (T.E.) ifadesinde, antioksidan madde miktarı siyez buğdayında ortalama $7.40 \mu\text{mol/g}$ (T.E.) bulunmuşken, durum buğdayında ise $8.37 \mu\text{mol/g}$ (T.E.) bulunmuştur.

Ragae ve ark. (2006), ABTS metodu ile antioksidan miktarını yumuşak buğdayda $8.3 \pm 0.31 \mu\text{mol/g}$ (T.E.), sert buğdayda $8.8 \pm 0.39 \mu\text{mol/g}$ (T.E.) olarak belirlemişlerdir. Bu sonuç, durum buğdayında elde ettiğimiz ortalamayla paralellik göstermiştir. Liyana-Pathirana ve Shahidi (2007)' nin durum ve sert ekmeçlik buğdaylarda elde ettikleri sonuçlar ise sırasıyla; $4.99 \pm 0.06 \mu\text{mol/g}$ (T.E.) ile $4.24 \pm 0.03 \mu\text{mol/g}$ (T.E.)'dir. Bu sonuçlar ise, çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlardan oldukça düşüktür.

Çizelge 4.34. FRAP Metodu ile Toplam Antioksidan Aktivite (KM' de)

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Antioksidan aktivite ($\mu\text{mol T.E./g}$)			
			1. T.	2. T.	3. T.	Ortalama
Durum	Buğday		6.96	6.87	6.27	6.70
	Geleneksel	Etüv	5.16	5.24	4.94	5.11
		Mikrodalga	6.04	6.17	6.03	6.08
	Mikrodalga	Etüv	4.49	5.38	5.22	5.03
		Mikrodalga	6.23	6.34	6.31	6.29
	Otoklav	Etüv	5.81	5.20	5.49	5.50
Mikrodalga		6.83	6.65	6.20	6.56	
inkorn	Buğday		7.28	7.06	6.92	7.09
	Geleneksel	Etüv	5.66	5.62	5.55	5.61
		Mikrodalga	5.39	5.59	5.15	5.38
	Mikrodalga	Etüv	5.77	5.02	5.33	5.38
		Mikrodalga	5.87	6.11	5.90	5.96
	Otoklav	Etüv	5.41	5.21	4.96	5.19
Mikrodalga		5.72	6.08	5.58	5.79	

T:Tekrar, T.E.:Troluks eşdeğeri

Demir indirgeme gücüne dayanan FRAP metoduna göre, siyez buğdayının antioksidan miktarı $7.09 \mu\text{mol/g}$ (T.E.), durum buğdayında $6.70 \mu\text{mol/g}$ (T.E.) olarak bulunmuştur.

Siebenhandl ve ark. (2007)' nın mor ve mavi buğdaylarda yaptığı çalışmada, FRAP metodu ile antioksidan aktivite miktarını asitlendirilmiş metanol ekstraktında mor buğday için $7.4 \mu\text{mol/g}$ (T.E.), mavi buğdayda ise $3.8 \mu\text{mol/g}$ (T.E.) bulmuşlardır. Mor buğdayda elde edilen sonuçlar örneklerimiz ile paralellik gösterirken, mavi buğday daha düşük sonuç vermiştir.

Çizelge 4.35. Buğday Türüne Göre Bulgurların DPPH, ABTS ve FRAP Analiz Sonuçları

Buğday Türü	n	DPPH % indirgeme	ABTS μmol/g T.E.	FRAP μmol/g T.E.
Siyez	18	21.47±1.57 a	3.95±1.10 b	5.55±0.34 b
Durum	18	19.12±2.50 b	4.95±0.64 a	5.76±0.65 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Buğday çeşitlerinin bulgurlardaki DPPH, ABTS ve FRAP metodlarına göre belirlenen antioksidan madde miktarları üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). DPPH % indirgeme gücü siyez bulgurlarında, durum bulgurlarına göre daha yüksek tespit edilmiştir. ABTS ve FRAP metodlarında ise, durum bulgurlarının troloks eşdeğeri antioksidan miktarı siyez bulgurlarından daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.36. Pişirme Yöntemine Göre Bulgurların DPPH, ABTS ve FRAP Analiz Sonuçları

Piştirme Yöntemi	n	DPPH % indirgeme	ABTS μmol/g T.E.	FRAP μmol/g T.E.
Geleneksel	12	20.41±3.08 a	4.25±0.87 b	5.55±0.39 a
Mikrodalga	12	20.48±2.57 a	5.19±1.13 a	5.66±0.58 a
Otoklav	12	20.04±2.25 a	3.91±0.60 c	5.76±0.58 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır.

Piştirme yöntemlerine göre bulgurların DPPH indirgeme kuvvetleri arasında fark bulunmamıştır. Mikrodalga pişirilen bulgurların % indirgeme değerleri daha yüksek iken, en düşük değer otoklav pişirilen bulgurlarda tespit edilmiştir.

ABTS metoduna göre antioksidan miktarı tayinine piştirme yöntemlerinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en yüksek troloks eşdeğeri antioksidan miktarı mikrodalga piştirme yönteminde elde edilirken, bu yöntemi sırasıyla geleneksel ve otoklav yöntemleri takip etmiştir.

Turkmen ve ark. (2005) farklı pişirme işlemlerinin (kaynatma, mikrodalga pişirme, buharla pişirme) yeşil sebzelerin DPPH indirgeme gücü üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, üç pişirme yönteminde de DPPH aktivitelerinin sebzeye bağlı olarak değişmediğini veya arttığını belirlemişlerdir. Sultana ve ark. (2008)' da indirgeme gücünün mikrodalga ve kaynatma yöntemleriyle pişirmede düşmediğini tespit etmişlerdir. Bu duruma; yüksek sıcaklıkta peroksidazların inaktive olmasının ve oluşan maillard reaksiyonu ürünleri gibi ürünlerin gösterdiği antioksidan aktivitenin neden olabileceği belirtilmiştir. DPPH indirgeme gücü sonuçlarımızın pişirme yöntemine göre değişmemesinin de pişirme sırasında oluşabilecek maillard reaksiyonu ürünlerinden kaynaklabileceği düşünülmektedir.

Segev ve ark. (2011), farklı sürelerde kaynatarak ve buharlı pişiricide pişirdikleri nohutlarda FRAP metodu ile antioksidan aktivite analizi yapmışlardır. Pişirme ve su aldırma işlemleri sırasında aktivitenin önemli ölçüde düştüğünü, antioksidan aktivitenin buharla pişirme yönteminde klasik pişirme yöntemine göre daha iyi korunabildiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar FRAP metodu ile farklı pişirme işlemleri neticesinde elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik göstermemiştir. Bu duruma pişirme sırasında antioksidan maddelerin daha iyi korunmasını sağlayan buğdaydaki gibi bir kepek tabakasının nohutta bulunmamasının sebep olduğu düşünülmüştür.

Çizelge 4.37. Kurutma Yöntemine Göre Bulgurların DPPH, ABTS ve FRAP Sonuçları

Kurutma Yöntemi	n	DPPH % indirgeme	ABTS $\mu\text{mol/g T.E.}$	FRAP $\mu\text{mol/g T.E.}$
Etüv	18	18.78 \pm 2.38 b	4.63 \pm 1.21 a	5.30 \pm 0.33 b
Mikrodalga	18	21.84 \pm 1.44 a	4.27 \pm 0.80 b	6.01 \pm 0.42 a

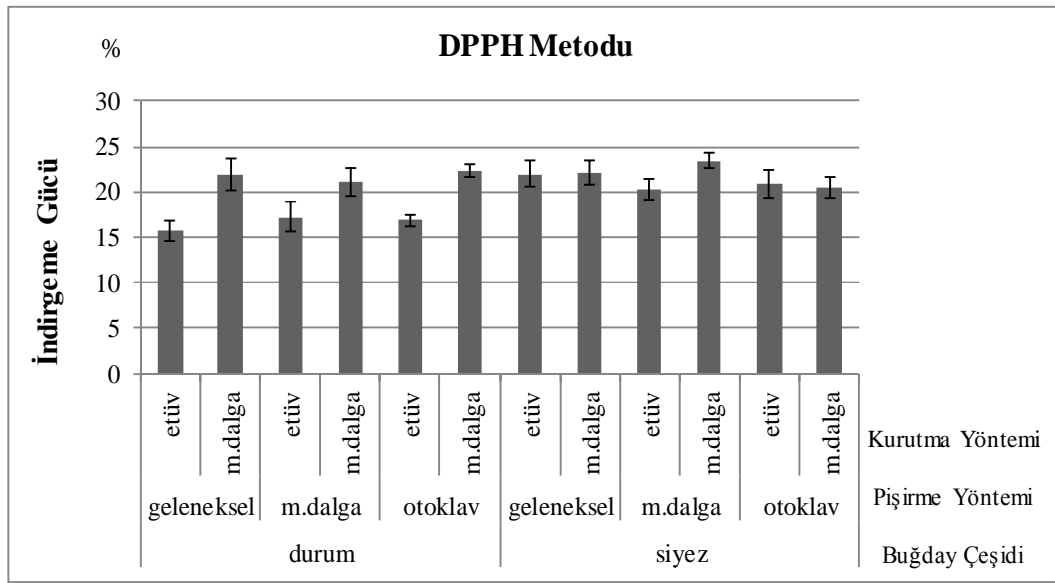
*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. \pm ortalamanın standart sapmasıdır.

Kurutma yönteminin bulgurların DPPH, ABTS ve FRAP metotlarına göre belirlenen antioksidan madde miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). DPPH ve FRAP metotlarında mikrodalga ile kurutulmuş bulgurların antioksidan madde miktarları etüv ile kurutulmuş bulgurlardan daha yüksek tespit edilmiştir. ABTS metodunda ise troloks eşdeğeri antioksidan miktarı etüvle

kurutulmuş bulgurlarda mikrodalga ile kurutulmuş bulgurlara göre daha yüksek bulunmuştur.

Lim ve Murtijaya (2007), *Phyllanthus amarus* ekstraktlarını güneş altında (3 gün), mikrodalgada (800W - 4 dakika) ve etüvde (50 °C - 5 saat) kurularak örneklerin DPPH indirgeme gücü ve FRAP metodu ile antioksidan aktivite miktarını tespit etmişlerdir. En yüksek indirgeme gücü ve antioksidan aktivite miktarı etüvde kurutulan ekstraktlarda, en düşük aktivite ise mikrodalga kurutulan ekstraktlarda görülmüştür. Bu sonuçlar çalışmamızla benzer değildir. Etüvde kurutma süre ve sıcaklığımızın söz konusu çalışmadan yüksek olmasının bu farkı ortaya çıkardığı düşünülmektedir.

Bulgurların DPPH % indirgeme gücünün “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.11.’ de verilmiştir.

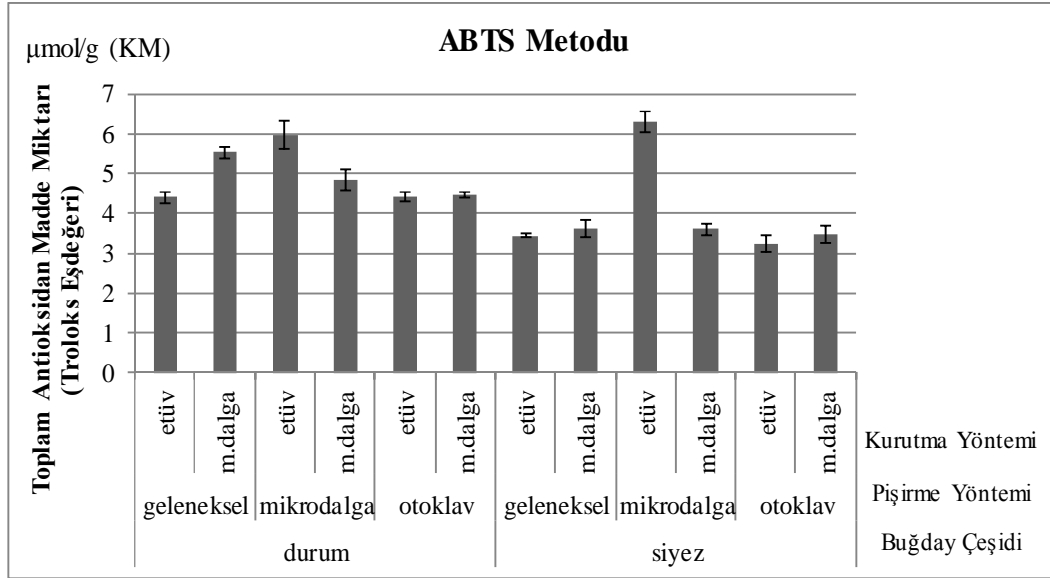


Şekil 4.11. Bulgurların DPPH % indirgeme gücünün “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.11.’ e göre, en düşük indirgeme kuvveti durum-geleneksel-etüv bulgurlarında belirlenirken, en yüksek indirgeme kuvveti siyez-mikrodalga-mikrodalga bulgurlarda belirlenmiştir. Durum bulgurlarında her pişirme yöntemi için kurutma yöntemleri arasındaki % indirgeme kuvveti farkı paralellik gösterirken, otoklavda pişirilen siyez bulgurlarında bu paralellik görülmemektedir. Otoklavda pişirilip etüvde kurutulan siyez bulgurların, otoklavda pişirilip mikrodalgada kurutulan siyez bulgurlarından daha yüksek indirgeme gücüne sahip olduğu bulunmuştur. Siyezden

geleneksel ve otoklav yöntemleriyle pişirilen bulgurların % indirgeme kuvvetlerinde kurutma yöntemine bağlı olarak belirgin bir farklılık oluşmadığı görülmüştür.

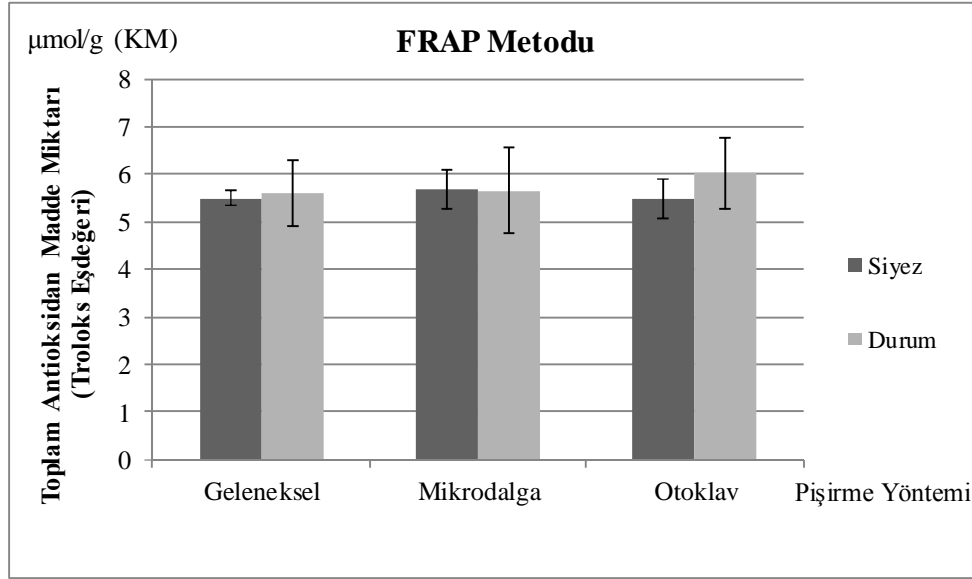
ABTS metoduna göre antioksidan madde miktarına ait “buğday çeşidi x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksiyonu Şekil 4.12.’ de verilmiştir.



Şekil 4.12. Bulgurların ABTS metoduna göre antioksidan madde miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksiyonu

ABTS metoduna göre troloks eşdeğeri antioksidan miktarının (TEAM), “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksiyonu incelendiğinde, en yüksek TEAM siyez-mikrodalga-etüv bulgurlarında, en düşük TEAM ise siyez-otoklav-etüv bulgurlarında belirlenmiştir. Her iki buğday için de mikrodalga pişirilip etüvde kurutulan bulgurların en yüksek TEAM’ a sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum dikkat çekicidir, çünkü bu yöntemle üretilen siyez bulgurları genel olarak diğer siyez bulgurlarının hepsinden oldukça yüksek bir değere sahiptir. Geleneksel ve otoklavda pişirilen siyez bulgurlarında ise mikrodalga kurutma etüv kurutmalardan az da olsa daha yüksek sonuç vermiştir. Durum buğdaylarının TEAM’ ları arasında yönteme bağlı bir paralellik görülemediği görülmüştür. Geleneksel pişirmede mikrodalga kurutma, mikrodalga pişirmede etüvde kurutma daha yüksek sonuç verirken, otoklav pişirmede ise iki kurutma yöntemi arasında önemli bir fark bulunamamıştır.

Bulgurların FRAP metoduna göre antioksidan madde miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi” interaksiyonu Şekil 4.13.’ de verilmiştir.



Şekil 4.13. Bulgurların ABTS metoduna göre antioksidan madde miktarının “buğday türü x piştirme yöntemi” interaksyonu

FRAP metodu ile TEAM’ın “buğday türü x piştirme yöntemi” interaksyonu ele alındığında, mikrodalga piştirme yönteminde bulgurların antioksidan miktarları arasında bir fark olmadığı görülmektedir. Buğday türleri arasındaki en büyük fark ise otoklav piştirme yönteminde elde edilmişken, en yüksek TEAM otoklav ile piştirilmiş durum bulgularında belirlenmiştir. Siyez bulgurları için en yüksek TEAM mikrodalga piştirilen bulgurlarda görülürken, geleneksel ve otoklav piştirme yöntemleri arasında fark saptanamamıştır.

4.3.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM)

Spektrofotometrik yöntemle yapılan toplam fenolik madde miktarı analizinin sonuçları Çizelge 4.38’ de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Toplam Fenolik Madde Miktarı (KM' de)

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Toplam fenolik madde $\mu\text{g/g}$ (G.A.E.)			
			1. T.	2. T.	3. T.	Ortalama
Durum	Buğday		1619.64	1565.22	1714.87	1633.24
	Geleneksel	Etüv	1381.18	1350.57	1368.45	1366.73
		M.dalga	1346.08	1276.98	1305.23	1309.43
	Mikrodalga	Etüv	1591.69	1555.00	1530.57	1559.09
		M.dalga	1116.14	1065.21	1161.08	1114.14
	Otoklav	Etüv	1086.69	1177.25	1113.39	1125.78
		M.dalga	1163.88	1249.04	1255.64	1222.85
	Siyez	Buğday		1639.01	1652.96	1792.39
Geleneksel		Etüv	1366.84	1437.15	1417.87	1407.29
		M.dalga	1045.82	1034.59	983.86	1021.43
Mikrodalga		Etüv	1478.31	1366.02	1491.55	1445.29
		M.dalga	1110.92	1224.83	1121.42	1152.39
Otoklav		Etüv	998.71	909.98	955.57	954.75
		M.dalga	1004.55	949.74	1052.67	1002.32

T:Tekrar, G.A.E.:Gallik asit eşdeğeri

Toplam fenolik madde (TFM) miktarı, siyez buğdayı için ortalama $1694.79 \mu\text{g/g}$ (gallik asit eşdeğeri) olarak belirlenirken durum buğdayı için ortalama $1633.24 \mu\text{g/g}$ (gallik asit eşdeğeri) bulunmuştur. Elde ettiğimiz sonuçlar literatürde % 80'lik metanol ile ekstrakte edilen buğday örneklerinin sonuçları ile paralellik göstermemiştir (Ragae ve ark., 2006; Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2007; Fares ve ark., 2010). Bu duruma sebep olarak ise, % 1 HCl ile asitlendirilen % 80'lik metanol ekstraktının, %80' lik metanol ekstraktına göre yaklaşık 2-3 kat yüksek sonuç vermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tacer, 2009).

4.3.8. Toplam Sarı Pigment Miktarı (TSP)

Spektrofotometrik yöntemle yapılan toplam sarı pigment miktarı analizinin sonuçları Çizelge 4.39' da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Toplam Sarı Pigment Miktarı (KM’de)

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Toplam sarı pigment $\mu\text{g/g}$ (L.E.)			
			1. T.	2. T.	3. T.	Ortalama
Durum	Buğday		6.80	6.78	6.71	6.76
	Geleneksel	Etüv	3.83	3.63	3.55	3.67
		M.dalga	4.05	3.35	3.52	3.64
	Mikrodalga	Etüv	4.49	4.68	4.84	4.67
		M.dalga	3.89	3.51	3.58	3.66
	Otoklav	Etüv	3.04	2.99	3.12	3.05
		M.dalga	3.31	3.78	3.68	3.59
	Siyez	Buğday		13.56	14.06	14.35
Geleneksel		Etüv	9.22	8.55	9.24	9.00
		M.dalga	7.97	8.11	8.21	8.10
Mikrodalga		Etüv	12.29	12.23	11.45	11.99
		M.dalga	9.18	9.02	9.89	9.36
Otoklav		Etüv	6.16	6.25	6.21	6.21
		M.dalga	6.01	6.57	7.06	6.55

T:Tekrar, L.E.:Lutein eşdeğeri

Toplam sarı pigment (TSP) miktarı, siyez buğdayı için ortalama $13.99 \mu\text{g/g}$ KM (lutein eşdeğeri), durum buğdayı için ortalama $6.76 \mu\text{g/g}$ KM (lutein eşdeğeri) olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar; Serpen ve ark. (2008) ve Hidalgo ve ark. (2006)’nın siyez buğdayları için bulduğu sonuçlardan nispeten daha yüksektir. Kullanılan buğday çeşitlerinin bu duruma neden olmuş olabileceği düşünülmektedir.

TFM ve TSP miktarı analizlerinin buğday türü, pişirme yöntemi ve kurutma yöntemine göre değişiminin sonuçları sırasıyla Çizelge 4.40., 4.41. ve 4.42.’de verilmiştir.

Çizelge 4.40. Buğday Türüne Göre Bulgurların TFM ve TSP Miktarları

Buğday Türü	n	Toplam Fenolik Madde Miktarı $\mu\text{g/g}$ (G.A.E.)	Toplam Sarı Pigment Miktarı $\mu\text{g/g}$ (L.E.)
Siyez	18	1163.9 \pm 205.46 b	8.53 \pm 2.01 a
Durum	18	1283.00 \pm 161.12 a	3.32 \pm 0.34 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. \pm ortalamanın standart sapmasıdır. (G.A.E: Gallik asit eşdeğeri, L.E.: Lutein eşdeğeri)

Buğday türünün bulgurların toplam fenolik madde (TFM) miktarına etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). TFM miktarı durum bulgurlarında siyez bulgurlarına göre daha yüksek tespit edilmiştir. Çizelge 4.38.'deki sonuçlarla karşılaştırıldığında, TFM miktarı bulgura işleme sırasında siyezde ortalama % 31.4, durum buğdayında ise % 21.5 oranında azalmıştır. Bu sonuç, TFM miktarının siyez buğdayının bulgura işlenmesi sırasında daha fazla kayba uğradığını göstermektedir. Buğdayların tane yapıları arasındaki farklılığın, özellikle de taneyi dış etkilerden koruyan kepek miktarının siyez buğdayında durum buğdayına göre oldukça az olmasının bu duruma neden olduğu düşünülmektedir. Siyezde kepek miktarının az oluşu bulgur üretimi sırasında kırma aşamasında ayrılan kepek miktarından da gözlenmiştir.

Segev ve ark. (2011)'nin yaptığı çalışmada nohutlarda kullanılan ıslatma ve pişirme suyunda önemli miktarda fenolik madde tespit etmişlerdir. Bu durumun bulgur yapımında kullanılan ıslatma ve pişme aşamalarında da gerçekleşmiş olabileceği düşünülmektedir.

Toplam sarı pigment (TSP) miktarına buğday türlerinin etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). TSP miktarı siyez bulgurlarında durum bulgurlarına göre daha yüksek belirlenmiştir. Literatürde de TSP miktarının ve buğdaylarda TSP miktarının büyük kısmını oluşturan luteinin siyez buğdaylarında diğer buğday türlerine göre 2-4 kat daha fazla olduğunu bildirir çalışmalar mevcuttur (Hidalgo ve ark., 2006; Hidalgo ve ark., 2008; Serpen ve ark., 2008; Abdel-Aal ve Rabalski, 2008). TSP miktarı bulgura işleme sırasında siyez bulgurlarında ortalama % 39, durum bulgurlarında ise % 51 oranında azalmıştır. Buğday renginin esasını oluşturan bu pigmentlerin işleme sırasında kayba uğraması bulgur renginde açılmaları neden olmaktadır. Hidalgo ve ark. (2008)'

nın yaptığı çalışmada 115-120°C’ de buhar uygulanan farklı siyez buğdayların toplam sarı pigment miktarının büyük çoğunluğunu oluşturan lutein miktarının ısı işlemin etkisiyle azaldığı, uygulama süresinin artmasıyla da lutein miktarındaki kaybın arttığı belirtilmiştir.

Çizelge 4.41. Pişirme Yöntemine Göre Bulgurların TFM ve TSP Miktarları

Pişirme Yöntemi	n	Toplam Fenolik Madde Miktarı µg/g (G.A.E.)	Toplam Sarı Pigment Miktarı µg/g (L.E.)
Geleneksel	12	1276.20±160.08 b	6.10±2.59 b
Mikrodalga	12	1317.70±203.13 a	7.42±3.57 a
Otoklav	12	1076.40±117.29 c	4.85±1.63 c

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamasının standart sapmasıdır. (G.A.E: Gallik asit eşdeğeri, L.E: Lutein eşdeğeri)

Pişirme yönteminin TFM miktarı ve TSP miktarlarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek TFM miktarı mikrodalga pişirilen bulgurlarda görülürken, en düşük TFM miktarı otoklav ile pişirilen bulgurlarda elde edilmiştir.

TSP miktarı ise en yüksek mikrodalgada, en düşük ise otoklavda pişirilen bulgurlarda belirlenmiştir. Pişirme yöntemlerine göre TFM ve TSP miktarlarındaki değişim paralellik göstermiştir.

Sultana ve ark. (2008) kaynatarak, mikrodalga 500 W’ da ve kızartarak pişirdikleri çeşitli sebzelerde TFM miktarının en fazla mikrodalga pişirme işlemi ile düştüğünü, diğer iki yöntem arasında farkın ise önemli olmadığını bildirmişlerdir. Bu sonuç çalışmamız ile paralellik göstermemiştir.

Zhang ve Hamausu (2004), farklı yöntemlerle (kaynatma, mikrodalga) pişirdikleri brokolilerde TFM miktarı analizi yapmışlar, mikrodalga pişirilen brokolilerin kaynatarak pişirilenlere göre daha yüksek TFM miktarına sahip olduğunu, pişme süresinin çok uzamasının ise iki yöntem arasındaki farkı ortadan kaldırdığını bildirmişlerdir. Mikrodalga pişirme yöntemi çalışmamızda da kaynatarak yapılan geleneksel yönteme göre daha iyi TFM miktarına sahip olmuştur.

Mikrodalga pişirme yöntemi bulgur üretiminde TFM ve TSP miktarı açısından olumlu sonuçlar vermiştir. Pişirme suyunun büyük kısmının taneye emdirildikten sonra pişirilmesi, düşük sürede pişirme sağlamanın bu avantaja neden olduğu düşünülmektedir.

Buğday filizi ve fidelerinin otoklavlanması sonucu antioksidan aktivite ve fenolik bileşiklerinin değişiminin incelendiği bir çalışmada (Randhir ve ark., 2008), DPPH indirgeme gücü ve TFM miktarlarının arttığını gözlemlenmiştir. Bu netice çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularla benzerlik göstermemiştir. Kullanılan materyalin farklı özelliklere sahip oluşunun bu duruma neden olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.42. Kurutma Yöntemine Göre Bulgurların TFM ve TSP Miktarları

Kurutma Yöntemi	n	Toplam Fenolik Madde Miktarı $\mu\text{g/g}$ (G.A.E.)	Toplam Sarı Pigment Miktarı $\mu\text{g/g}$ (L.E.)
Etüv	18	1309.80 \pm 214.52a	6.43 \pm 3.25a
Mikrodalga	18	1137.10 \pm 117.76b	5.81 \pm 2.42b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. \pm ortalamasının standart sapmasıdır. (G.A.E: Gallik asit eşdeğeri, L.E: Lutein eşdeğeri)

Kurutma yöntemlerinin bulgurların TFM ve TSP miktarlarına olan etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). TFM miktarı, etüvde kurutulan bulgurlarda mikrodalgada kurutulan bulgurlara göre daha yüksek tespit edilmiştir.

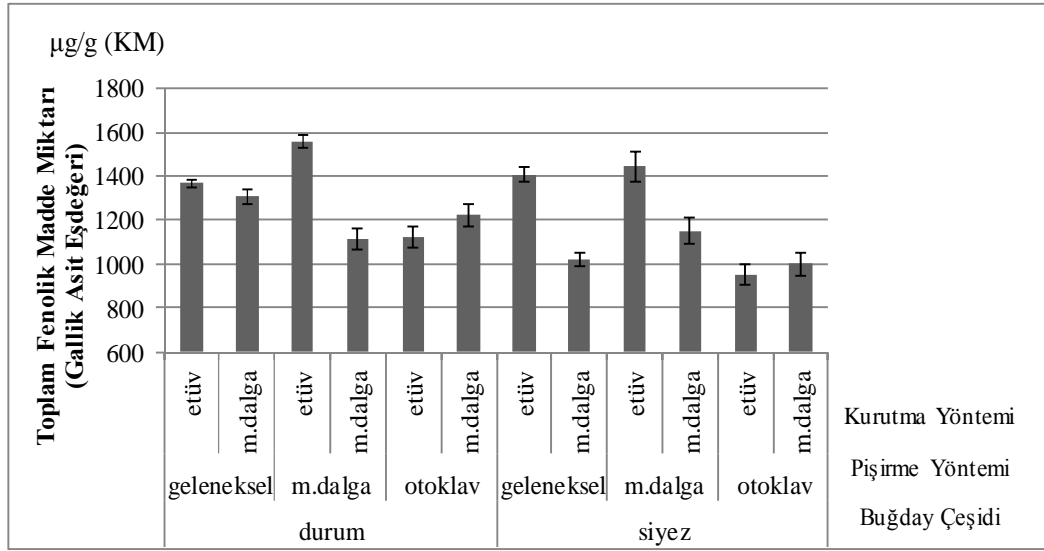
TSP miktarı da etüvde kurutulan bulgurlarda mikrodalgada kurutulan bulgurlara göre daha yüksek belirlenmiştir. Bu sonuçların, mikrodalga kurutmanın oldukça kısa sürede tamamlanmasına rağmen, kurutma sırasında etüv kurutmaya göre bulgurların yüksek sıcaklığa maruz kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

TFM ve TSP miktarları otoklav pişirme ve mikrodalga kurutma yöntemlerinde en düşük sonucu vermişlerdir. Pişirme ve kurutma yöntemlerinin toplam antioksidan aktivite sonuçlarına olan etkisi (Çizelge 4.36., Çizelge 4.37.) ile birlikte düşünüldüğünde, ABTS metodu sonuçları ile TFM ve TSP miktarı sonuçlarındaki azalma benzerlik göstermiş, DPPH ve FRAP yöntemlerinde ise değerler şaşırtıcı olarak

otoklav pişirmede diğer pişirme yöntemlerinden farklı bulunamazken, mikrodalga kurutmada daha yüksek gerçekleşmiştir.

Hung ve Tran (2012), dondurarak ve 55 °C’ da bir gece boyunca kuruttukları sebzelerin TFM miktarı ve DPPH indirgeme güçlerini incelemiştir. Her sebze örneğinde dondurarak kurutma daha iyi sonuç vermiş, özellikle patlıcanda TFM miktarlarının dondurarak kuruttukları yöntemlerde yaklaşık 8-9 kat daha yüksek olduğunu belirlemiştir. DPPH indirgeme gücü ise TFM miktarı kadar ısı işleminden etkilenmemiş, 55 °C’ da kurutulan örneklerde dondurarak kurutmaya göre en yüksek fark ise havuçta gerçekleşmiştir.

Bulgurların TFM miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.14.’ de verilmiştir.



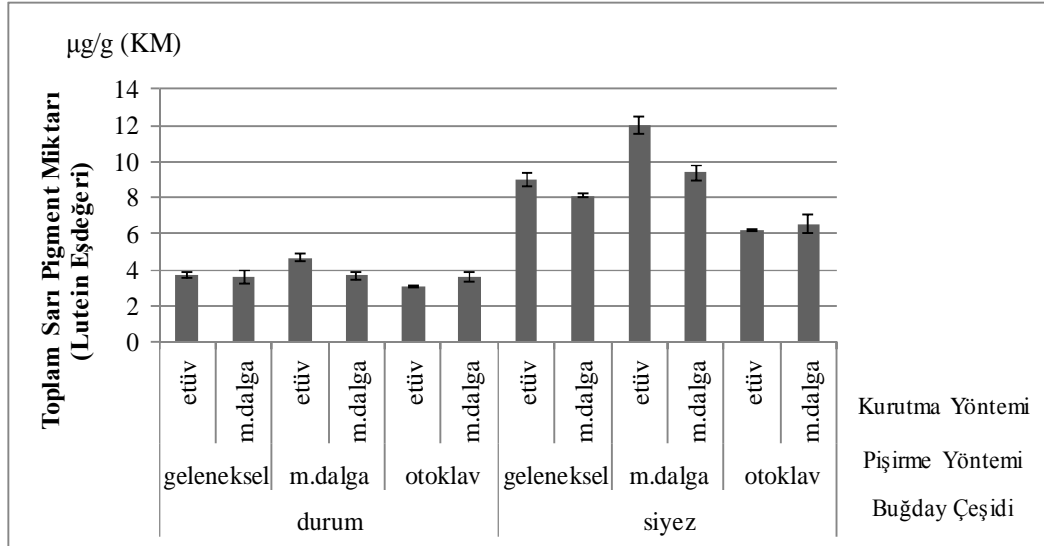
Şekil 4.14. Bulgurların TFM miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.14 ele alındığında, en yüksek TFM miktarı durum-mikrodalga-etüv bulgurlarında elde edilirken, en düşük TFM miktarı siyez-otoklav-etüv bulgurlarında görülmektedir. Durum bulgurları arasında en yüksek TFM miktarı durum-mikrodalga-etüv bulgurlarında, en düşük TFM miktarı durum-mikrodalga-mikrodalga bulgurlarında tespit edilmiştir. Siyez bulgurları için ise, en yüksek TFM miktarı siyez-mikrodalga-etüv bulgurlarında, en düşük TFM miktarı siyez-otoklav-etüv bulgurlarında belirlenmiştir. Mikrodalga pişirilip etüvde kurutulan bulgurların her iki buğday türü için de en yüksek TFM miktarına sahip olması dikkat çekicidir. İki buğday türü için de,

otoklavda pişirilip mikrodalga ile kurutulan bulgurlar daha yüksek TFM miktarına sahiptir. Diğer pişirme yöntemlerinde ise etüvde kurutulan bulgurların, mikrodalgada kurutulan bulgurlara göre daha yüksek TFM miktarına sahip olduğu görülmüştür.

Siyez bulgurlarında otoklav ile pişirilen bulgurların TFM miktarları arasında kurutma yöntemine bağlı olan fark oldukça az iken, diğer pişirme yöntemlerinde kurutma yöntemleri arasındaki TFM miktarları farkı daha fazla olmuş ve etüvde kurutulan bulgurların TFM miktarları daha yüksek bulunmuştur. Durum bulgurlarında kurutma yöntemleri arasındaki TFM miktarı farkı mikrodalga pişirilen bulgurlarda fazla iken, diğer pişirme yöntemlerinde kurutma yöntemleri arasındaki TFM miktarı farkı daha az tespit edilmiştir.

Bulgurların TSP miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.15.’ de verilmiştir



Şekil 4.15. Bulgurların TSP miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.15. ele alındığında, en yüksek TSP miktarı siyez-mikrodalga-etüv bulgurlarında elde edilirken, en düşük TSP miktarı durum-otoklav-etüv bulgurlarında görülmektedir. Durum bulgurları arasında en yüksek TSP miktarı durum-mikrodalga-etüv bulgurlarında tespit edilirken, en düşük TSP miktarı durum-otoklav-etüv bulgurlarında tespit edilmiştir. Siyez bulgurları için ise, en yüksek TSP miktarı siyez-mikrodalga-etüv bulgurlarında, en düşük TSP miktarı ise siyez-otoklav-etüv bulgurlarında belirlenmiştir.

Durum bulgurlarında kurutma yöntemleri arasındaki TFM miktarı farkı geleneksel pişirilen bulgurlarda çok az düzeyde iken, diğer pişirme yöntemlerinde kurutma yöntemlerine göre TFM miktarı farkı daha fazladır. Mikrodalga pişirilen bulgurlarda etüvde kurutulan, otoklav pişirilenlerde ise mikrodalga kurutulan bulgurların TSP miktarı daha yüksek belirlenmiştir.

Siyez bulgurlarında otoklav ile pişirilen bulgurların TSP miktarları arasında kurutma yöntemine bağlı olan fark oldukça az iken, diğer pişirme yöntemlerinde kurutma yöntemleri arasındaki TSP miktarları farkı fazla gerçekleşmiştir ve etüvde kurutulan bulgurların TSP miktarları daha yüksek tespit edilmiştir.

4.3.9. Fenolik Asit Profili

Buğday ve bulgurlara ait çözünebilir serbest, çözünebilir konjuge, bağlı ve toplam ferulik, p-hidroksibenzoik, p-kumarik, sirinjik, klorojenik ve toplam fenolik asit miktarları sırasıyla Çizelge 4.43., 4.44., 4.45., 4.46., 4.47., 4.48.' de verilmiştir.

Buğday çeşidine, pişirme yöntemine ve kurutma yöntemine göre çözünebilir serbest, çözünebilir konjuge, bağlı ve toplam ferulik, p-hidroksibenzoik, p-kumarik, sirinjik, klorojenik ve toplam fenolik asit miktarlarına ait sonuçlar sırasıyla Çizelge 4.49., 4.50., 4.51., 4.52., 4.53., 4.54., 4.55., 4.56., 4.57., 4.58., 4.59., 4.60., 4.61., 4.62., 4.63., 4.64., 4.65., 4.66.' da verilmiştir.

Çizelge 4.43. Ferulik Asit Miktarı (KM' de)

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Çözünebilir Serbest Ferulik Asit Miktarı (µg/g)				Çözünebilir Konjuge Ferulik Asit Miktarı (µg/g)				Bağlı Ferulik Asit Miktarı (µg/g)				Toplam Ferulik Asit Miktarı (µg/g)			
			1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.
Durum	Buğday		3.07	4.86	4.10	4.01	53.36	59.96	63.13	58.82	583.71	577.50	606.93	589.38	640.15	642.32	674.16	652.21
	Geleneksel	Etüv	2.64	2.93	2.87	2.82	51.77	45.48	47.42	48.22	481.69	502.23	546.99	510.30	536.10	550.64	597.28	561.34
		M.dalga	3.18	3.45	3.71	3.45	50.75	54.77	53.45	52.99	488.53	480.62	489.32	486.16	542.46	538.85	546.48	542.60
	Mikrodalga	Etüv	1.60	1.64	1.89	1.71	49.41	47.07	44.70	47.06	338.22	328.86	344.03	337.04	389.23	377.57	390.63	385.81
		M.dalga	2.27	2.17	2.52	2.32	41.10	39.29	42.24	40.88	442.10	456.10	456.66	451.62	485.47	497.56	501.41	494.81
	Otoklav	Etüv	3.22	3.55	2.92	3.23	51.18	51.69	47.75	50.21	487.46	470.96	462.53	473.65	541.86	526.20	513.20	527.09
M.dalga		3.74	2.81	3.31	3.29	58.80	52.87	49.05	53.57	477.60	484.17	471.22	477.66	540.14	539.85	523.57	534.52	
Siyez	Buğday		3.40	3.98	3.35	3.58	50.39	47.82	60.34	52.85	421.18	428.01	457.04	435.41	474.97	479.81	520.73	491.84
	Geleneksel	Etüv	3.12	3.37	2.85	3.11	26.16	27.03	24.22	25.80	376.42	405.47	400.81	394.24	405.71	435.87	427.88	423.15
		M.dalga	1.16	1.08	1.31	1.18	15.61	13.13	13.54	14.09	279.34	270.31	301.94	283.86	296.11	284.52	316.78	299.14
	Mikrodalga	Etüv	1.59	2.14	1.95	1.90	33.87	27.36	30.78	30.67	396.17	417.33	441.73	418.41	431.63	446.83	474.47	450.98
		M.dalga	1.79	1.97	2.23	2.00	23.79	24.06	22.66	23.50	383.23	355.40	370.11	369.58	408.81	381.43	395.00	395.08
	Otoklav	Etüv	1.65	1.21	1.36	1.41	35.48	32.10	30.05	32.54	437.06	417.34	384.08	412.82	474.19	450.65	415.48	446.78
M.dalga		3.32	2.58	2.98	2.96	18.66	18.58	20.29	19.18	319.80	363.09	389.74	357.54	341.77	384.25	413.01	379.68	

T:Tekrar, Ort. :Ortalama

Çizelge 4.44. p-Hidroksibenzoik Asit Miktarı (KM' de)

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Çözünebilir Serbest p-Hidroksibenzoik Asit Miktarı (µg/g)				Çözünebilir Konjuge p-Hidroksibenzoik Asit Miktarı (µg/g)				Bağlı p-Hidroksibenzoik Asit Miktarı (µg/g)				Toplam p-Hidroksibenzoik Asit Miktarı (µg/g)			
			1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.
Durum	Buğday		1.35	1.13	0.89	1.12	5.86	4.94	4.50	5.10	4.04	5.09	5.83	4.99	11.25	11.16	11.22	11.21
	Geleneksel	Etüv	0.69	0.54	0.48	0.57	4.90	4.38	4.10	4.46	2.99	3.34	4.49	3.61	8.58	8.27	9.07	8.64
		M.dalga	0.00	0.00	0.00	0.00	1.68	1.57	1.38	1.54	1.46	1.07	1.29	1.28	3.14	2.64	2.67	2.82
	Mikrodalga	Etüv	0.61	0.74	0.70	0.68	3.51	4.05	3.82	3.79	2.14	2.70	2.54	2.46	6.25	7.48	7.05	6.93
		M.dalga	0.38	0.00	0.54	0.30	2.62	2.78	2.39	2.60	2.67	2.20	2.21	2.36	5.66	4.97	5.14	5.26
	Otoklav	Etüv	0.28	0.00	0.21	0.16	2.59	3.31	2.90	2.93	2.49	2.28	2.01	2.26	5.36	5.59	5.12	5.35
M.dalga		0.00	0.22	0.00	0.07	3.91	4.26	3.68	3.95	2.90	2.48	3.22	2.87	6.81	6.97	6.90	6.89	
Siyez	Buğday		1.15	1.56	1.62	1.44	10.61	10.33	10.81	10.58	2.06	2.38	2.44	2.29	13.82	14.26	14.87	14.32
	Geleneksel	Etüv	1.10	0.77	0.93	0.93	3.91	3.17	3.29	3.45	1.31	1.09	0.88	1.09	6.32	5.02	5.10	5.48
		M.dalga	0.00	0.00	0.00	0.00	2.39	2.09	3.03	2.50	0.45	0.67	0.70	0.60	2.83	2.76	3.72	3.11
	Mikrodalga	Etüv	1.48	1.07	0.98	1.18	8.98	8.41	8.76	8.71	1.83	1.89	1.85	1.86	12.28	11.37	11.59	11.75
		M.dalga	0.00	0.00	0.00	0.00	2.45	3.08	2.18	2.57	0.34	0.45	0.66	0.48	2.78	3.53	2.84	3.05
	Otoklav	Etüv	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	2.07	2.09	2.12	0.45	0.28	0.31	0.35	2.64	2.35	2.40	2.46
M.dalga		0.75	0.54	0.60	0.63	8.53	7.78	7.92	8.08	1.97	2.00	1.95	1.97	11.25	10.32	10.48	10.68	

T:Tekrar, Ort. :Ortalama

Çizelge 4.45. p-Kumarik Asit Miktarı (KM' de)

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Çözünebilir Serbest p-Kumarik Asit Miktarı (µg/g)				Çözünebilir Konjuge p-Kumarik Asit Miktarı (µg/g)				Bağlı p-Kumarik Asit Miktarı (µg/g)				Toplam p-Kumarik Asit Miktarı (µg/g)			
			1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.
Durum	Buğday		3.99	3.14	2.77	3.30	2.10	2.85	3.42	2.79	25.50	24.19	31.65	27.11	31.59	30.17	37.84	33.20
	Geleneksel	Etüv	1.16	0.91	0.84	0.97	1.93	2.00	1.77	1.90	9.11	10.87	12.00	10.66	12.19	13.79	14.62	13.53
		M.dalga	2.20	2.10	1.88	2.06	2.57	2.52	2.27	2.45	17.16	15.69	18.26	17.04	21.93	20.32	22.42	21.56
	Mikrodalga	Etüv	1.17	1.20	1.14	1.17	1.43	1.80	2.08	1.77	10.21	11.29	9.26	10.25	12.81	14.30	12.48	13.20
		M.dalga	0.94	1.07	1.31	1.10	1.44	1.59	1.72	1.58	11.89	11.27	13.41	12.19	14.28	13.92	16.43	14.88
	Otoklav	Etüv	1.23	1.34	1.07	1.21	2.14	2.04	2.09	2.09	15.93	15.57	13.80	15.10	19.31	18.95	17.23	18.49
M.dalga		2.47	1.95	1.78	2.07	3.01	1.98	2.11	2.36	12.66	16.76	15.17	14.86	18.13	20.68	19.06	19.29	
Siyez	Buğday		1.54	2.71	2.03	2.09	37.32	31.81	38.59	35.91	15.95	17.17	19.42	17.52	54.81	51.70	60.04	55.52
	Geleneksel	Etüv	0.00	0.47	0.37	0.28	1.81	1.34	1.06	1.40	9.92	11.04	12.30	11.09	11.74	12.85	13.73	12.77
		M.dalga	0.84	0.60	0.97	0.80	1.85	1.16	1.79	1.60	8.43	9.95	8.95	9.11	11.11	11.71	11.72	11.51
	Mikrodalga	Etüv	1.22	1.43	1.60	1.41	1.36	1.31	1.97	1.55	12.71	13.78	14.27	13.59	15.29	16.52	17.84	16.55
		M.dalga	0.27	0.35	0.00	0.21	1.08	1.09	1.58	1.25	12.97	11.73	10.90	11.87	14.32	13.16	12.49	13.32
	Otoklav	Etüv	1.44	1.58	1.38	1.47	2.20	2.68	2.61	2.50	11.87	10.36	11.91	11.38	15.51	14.62	15.90	15.34
M.dalga		0.80	0.98	1.05	0.94	1.32	2.19	2.08	1.86	11.83	11.70	14.07	12.54	13.94	14.86	17.21	15.34	

T:Tekrar, Ort. :Ortalama

Çizelge 4.46. Sirinjik Asit Miktarı (KM' de)

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Çözünebilir Serbest Sirinjik Asit Miktarı (µg/g)				Çözünebilir Konjuge Sirinjik Asit Miktarı (µg/g)				Bağlı Sirinjik Asit Miktarı (µg/g)				Toplam Sirinjik Asit Miktarı (µg/g)			
			1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.
Durum	Buğday		4.97	5.48	6.73	5.73	34.82	30.85	28.43	31.37	9.93	11.12	12.98	11.34	49.72	47.45	48.14	48.43
	Geleneksel	Etüv	4.72	4.21	4.00	4.31	4.98	5.42	5.75	5.38	11.53	9.93	10.86	10.77	21.22	19.56	20.60	20.46
		M.dalga	3.60	3.73	4.60	3.97	4.07	4.26	3.51	3.95	7.71	6.94	6.67	7.11	15.37	14.93	14.78	15.03
	Mikrodalga	Etüv	1.26	1.05	1.69	1.33	6.65	7.32	6.33	6.77	10.05	10.76	9.12	9.97	17.96	19.13	17.13	18.07
		M.dalga	2.81	1.39	1.78	1.99	6.29	7.66	6.95	6.97	8.99	9.80	10.54	9.78	18.08	18.85	19.28	18.74
	Otoklav	Etüv	0.45	0.54	0.42	0.47	3.19	3.26	2.74	3.06	6.88	7.67	8.80	7.78	10.51	11.47	11.96	11.32
M.dalga		0.59	0.86	0.66	0.70	10.24	9.56	10.87	10.22	11.29	10.08	9.36	10.24	22.11	20.50	20.88	21.17	
Siyez	Buğday		1.57	1.43	2.22	1.74	9.69	10.10	8.70	9.50	6.69	4.90	6.34	5.98	17.95	16.43	17.26	17.21
	Geleneksel	Etüv	1.96	1.18	1.32	1.49	0.45	1.12	0.66	0.74	3.99	3.87	4.54	4.13	6.40	6.17	6.51	6.36
		M.dalga	0.72	0.56	0.88	0.72	1.31	1.69	1.94	1.65	1.70	1.30	1.18	1.39	3.73	3.56	4.00	3.76
	Mikrodalga	Etüv	1.89	1.46	1.08	1.48	0.00	0.25	0.55	0.27	6.62	7.58	7.08	7.09	8.51	9.30	8.71	8.84
		M.dalga	1.06	0.99	0.80	0.95	3.24	4.14	4.45	3.94	2.34	2.82	3.08	2.75	6.63	7.95	8.33	7.64
	Otoklav	Etüv	0.00	0.23	0.33	0.19	2.69	2.58	3.04	2.77	1.41	1.53	1.92	1.62	4.10	4.35	5.30	4.58
M.dalga		1.15	1.23	1.07	1.15	3.63	3.90	4.63	4.05	3.85	4.35	4.90	4.37	8.62	9.48	10.60	9.57	

T:Tekrar, Ort. :Ortalama

Çizelge 4.47. Klorojenik Asit Miktarı (KM' de)

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Çözünebilir Serbest Klorojenik Asit Miktarı (µg/g)				Çözünebilir Konjuge Klorojenik Asit Miktarı (µg/g)				Bağlı Klorojenik Asit Miktarı (µg/g)				Toplam Klorojenik Asit Miktarı (µg/g)			
			1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.	1 T.	2 T.	3 T.	Ort.
Durum	Buğday		-	-	-	-	-	-	-	-	2.03	2.40	2.00	2.14	2.03	2.40	2.00	2.14
	Geleneksel	Etöv	-	-	-	-	-	-	-	-	1.16	1.01	1.51	1.23	1.16	1.01	1.51	1.23
		M.dalga	-	-	-	-	-	-	-	-	1.59	1.38	1.14	1.37	1.59	1.38	1.14	1.37
	Mikrodalga	Etöv	-	-	-	-	-	-	-	-	2.06	1.91	2.04	2.00	2.06	1.91	2.04	2.00
		M.dalga	-	-	-	-	-	-	-	-	1.05	1.30	0.93	1.09	1.05	1.30	0.93	1.09
	Otoklav	Etöv	-	-	-	-	-	-	-	-	1.83	1.89	1.16	1.63	1.83	1.89	1.16	1.63
M.dalga		-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.29	0.00	0.10	0.00	0.29	0.00	0.10	
Siyez	Buğday		-	-	-	-	-	-	-	-	3.97	4.10	3.98	4.02	3.97	4.10	3.98	4.02
	Geleneksel	Etöv	-	-	-	-	-	-	-	-	0.79	0.71	0.97	0.83	0.79	0.71	0.97	0.83
		M.dalga	-	-	-	-	-	-	-	-	2.05	1.96	1.66	1.89	2.05	1.96	1.66	1.89
	Mikrodalga	Etöv	-	-	-	-	-	-	-	-	2.82	2.93	3.07	2.94	2.82	2.93	3.07	2.94
		M.dalga	-	-	-	-	-	-	-	-	2.33	2.05	2.21	2.19	2.33	2.05	2.21	2.19
	Otoklav	Etöv	-	-	-	-	-	-	-	-	0.96	1.04	1.12	1.04	0.96	1.04	1.12	1.04
M.dalga		-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.21	0.00	0.07	0.00	0.21	0.00	0.07	

T:Tekrar, Ort. :Ortalama, (- = bulunamadı)

Çizelge 4.48. Toplam Fenolik Asit Miktarı (KM' de)

Buğday Türü	Pişirme Yöntemi	Kurutma Yöntemi	Çözünabilir Serbest Fenolik Asit Miktarı (µg/g)				Çözünabilir Konjuge Fenolik Asit Miktarı (µg/g)				Bağlı Fenolik Asit Miktarı (µg/g)				Toplam Fenolik Asit Miktarı (µg/g)			
			1.T.	2.T.	3.T.	Ort.	1.T.	2.T.	3.T.	Ort.	1.T.	2.T.	3.T.	Ort.	1.T.	2.T.	3.T.	Ort.
Durum	Buğday		13.38	14.60	14.50	14.16	96.14	98.60	99.48	98.07	625.21	620.29	659.39	634.96	734.73	733.50	773.36	747.20
	Geleneksel	Etüv	9.21	8.60	8.19	8.67	63.57	57.28	59.05	59.97	506.48	527.39	575.84	536.57	579.27	593.27	643.08	605.21
		M.dalga	8.99	9.28	10.19	9.49	59.06	63.12	60.61	60.93	516.45	505.71	516.68	512.95	584.50	578.12	587.49	583.37
	Mikrodalga	Etüv	4.64	4.63	5.42	4.90	61.00	60.24	56.92	59.39	362.68	355.51	366.98	361.72	428.32	420.38	429.33	426.01
		M.dalga	6.40	4.63	6.14	5.72	51.45	51.31	53.30	52.02	466.70	480.66	483.74	477.03	524.54	536.61	543.18	534.78
	Otoklav	Etüv	5.18	5.43	4.62	5.08	59.10	60.30	55.48	58.29	514.60	498.37	488.30	500.42	578.87	564.11	548.40	563.79
		M.dalga	6.80	5.85	5.75	6.13	75.95	68.67	65.70	70.11	504.45	513.78	498.96	505.73	587.20	588.29	570.41	581.97
	Siyez	Buğday		7.65	9.68	9.21	8.85	108.01	100.06	118.45	108.84	449.85	456.57	489.22	465.21	565.51	566.31	616.87
Geleneksel		Etüv	6.18	5.79	5.47	5.81	32.34	32.66	29.22	31.41	392.44	422.18	419.50	411.37	430.96	460.63	454.19	448.59
		M.dalga	2.71	2.24	3.15	2.70	21.15	18.08	20.30	19.84	291.96	284.19	314.43	296.86	315.83	304.51	337.88	319.41
Mikrodalga		Etüv	6.17	6.10	5.62	5.96	44.21	37.33	42.06	41.20	420.15	443.51	467.99	443.89	470.53	486.94	515.68	491.05
		M.dalga	3.12	3.31	3.03	3.15	30.55	32.37	30.86	31.26	401.21	372.44	386.97	386.87	434.88	408.12	420.85	421.28
Otoklav		Etüv	3.09	3.02	3.07	3.06	42.57	39.43	37.79	39.93	451.74	430.56	399.33	427.21	497.40	473.00	440.20	470.20
		M.dalga	6.01	5.33	5.71	5.68	32.13	32.46	34.92	33.17	337.44	381.34	410.67	376.49	375.59	419.13	451.30	415.34

T:Tekrar, Ort. :Ortalama

Durum buğdayında fenolik asitlerin % 84.98' i bağlı, % 13.13' ü çözünebilir konjuge, % 1.72' si ise çözünebilir serbest formda bulunmuştur. Bu oranlar siyez için sırasıyla; % 79.81, % 18.67 ve % 1.52 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar literatürdeki çalışmalar ile benzerlik göstermiştir (Moore ve ark., 2005; Serpen ve ark., 2008; Okarter ve ark., 2010). Ferulik asit her iki buğday için de en yüksek miktardaki, klorojenik asit ise en düşük miktardaki fenolik asit olarak tespit edilmiştir. Ferulik asitin tane içerisinde bulunduğu formun oransal ifadesi aynı zamanda buğdayın genel formu hakkında da bilgi verebileceği görülmüştür. Abdel-Aal ve Rabalski (2008), farklı buğdayların ferulik asit içeriklerini incelemişler, iki çeşit einkorn (siyez) için ferulik asit miktarını ortalama 301 ve 479 µg/g, durum buğdayı için ise ortalama 416 µg/g bulmuşlardır. Buğday türleri ile ferulik asit miktarı arasındaki ilişki çalışmamız ile paralellik gösterse de, durum buğdayının ve siyez buğdaylardan bir tanesinin sonuçları çalışmamıza göre düşük bulunmuştur.

Buğday türlerine göre fenolik asitlerin oranı ve tane içerisinde bulunduğu formların buğday çeşidine göre farklı olduğu görülmüştür. Ferulik asit ve sirinjik asit miktarları durum buğdayında daha yüksek bulunurken, p-kumarik asit, p-hidroksibenzoik asit ve klorojenik asit miktarları siyez buğdayında daha yüksek saptanmıştır. Ferulik asit literatürdeki diğer çalışmalarda da baskın fenolik olarak belirlenmiştir (Moore ve ark., 2005; Serpen ve ark., 2008; Abdel-Aal ve Rabalski, 2008; Hung ve ark., 2009; Fares ve ark., 2010; Okarter ve ark., 2010).

Durum buğdayında ferulik asitin % 0.61' i çözünebilir serbest, % 9.01' i çözünebilir konjuge, % 90.36' sı bağlı formda tespit edilmiştir. Siyez buğdayı için ise sırasıyla; % 0.73, % 10.75, % 88.52 oranında belirlenmiştir. Sonuçlar her iki buğday türü içinde oldukça benzerdir. Ferulik asitin oransal olarak dağılımını gösteren çalışmalar da sonuçlarımızla paralellik göstermiştir (Moore ve ark., 2005; Serpen ve ark., 2008; Abdel-Aal ve Rabalski, 2008; Hung ve ark., 2009; Fares ve ark., 2010; Okarter ve ark., 2010).

Durum buğdayında çözünebilir konjuge p-kumarik asit (ÇKKA) miktarı toplam p-kumarik asit miktarının % 8.4' ünü, bağlı p-kumarik asit (BKA) miktarı % 81.6' sını oluştururken, bu oran siyez buğdaylarında farklı tespit edilmiştir. Siyezde çözünebilir konjuge p-kumarik asit (ÇKKA) miktarı toplam p-kumarik asit miktarının % 64.6' sını, bağlı p-kumarik asit (BKA) miktarı % 31.55' ini oluşturmuştur. Siyez buğdayı için

sonuçlar Serpen ve ark. (2008)' nın çalışmasıyla paralellik göstermiştir. Okarter ve ark. (2010) ise 6 farklı buğday çeşidinde de çözünebilir serbest p-kumarik asit miktarını % 20.4-48.5 arasında tespit ederek sonuçlarımıza göre daha yüksek belirlemişlerdir.

Durum buğdayında çözünebilir konjuge p-hidroksibenzoik asit (ÇKHA) miktarı toplam p-hidroksibenzoik miktarının % 45.5' ini, bağlı p-hidroksibenzoik asit (BHA) miktarı % 44.5' ini oluştururken, bu oran siyez buğdaylarında çözünebilir konjuge p-hidroksibenzoik asit (ÇKHA) miktarı toplam p-hidroksibenzoik asit miktarının % 73.9' unu, bağlı p-hidroksibenzoik asit (BHA) miktarı ise % 16' sını oluşturmuştur. Serpen ve ark. (2008) 6 farklı siyez buğdayında yaptıkları çalışmada ÇKHA miktarını % 88.65±20.55, BHA miktarını ise % 11.35±1.89 olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamız ile benzerlik göstermiştir.

Durum buğdayında çözünebilir konjuge sirinjik asit (ÇKSA) miktarı toplam sirinjik asit miktarının % 64.7' sini, bağlı sirinjik asit (BSA) miktarı % 23.4' ünü oluştururken, bu oran siyez buğdaylarında çözünebilir konjuge sirinjik asit (ÇKSA) miktarı toplam sirinjik asit miktarının % 55.2' sini, bağlı sirinjik asit (BSA) miktarı ise % 34.7' sini oluşturmuştur. Okarter ve ark. (2010) 6 farklı buğday çeşidinde yaptıkları çalışmada serbest formda sirinjik asit tespit edememişken, ÇSSA miktarının toplam sirinjik asit miktarına oranını % 37-100 aralığında belirlemişlerdir. Moore ve ark. (2005) ise 8 farklı yumuşak buğday çeşidinde yaptıkları çalışmada sirinjik asitin çözünebilir serbest formda neredeyse bulunmadığını, % 60-75 oranında çözünebilir konjuge formda bulunduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuç, her iki buğday için elde ettiğimiz sonuçlar ile benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.49. Buğday Türüne Göre ÇSFA, ÇKFA, BFA ve TFA Miktarları

Buğday Türü	n	ÇSFA (µg/g)	ÇKFA (µg/g)	BFA (µg/g)	TFA (µg/g)
Siyez	18	2.09±0.78 b	24.30±6.74 b	372.74±50.44 b	399.13±56.59 b
Durum	18	2.80±0.67 a	48.82±5.01 a	475.66±9.27 a	507.69±61.13 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır. (ÇSFA: Çözünebilir Serbest Ferulik Asit, ÇKFA: Çözünebilir Konjuge Ferulik Asit, BFA: Bağlı Ferulik Asit, TFA: Toplam Ferulik Asit)

Buğday türünün bulgurların çözünebilir serbest, çözünebilir konjuge, bağlı ve toplam ferulik asit miktarları üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Durum bulgurlarının, çözünebilir serbest, çözünebilir konjuge, bağlı ve toplam ferulik asit içeriği siyez bulgurlarından daha yüksek belirlenmiştir. Durum buğdayı bulgura işlenirken p-kumarik asit miktarı ortalama % 18.85 oranında azalmış, bu oran siyez bulgurlarında % 22.16 olmuştur.

Çizelge 4.50. Pişirme Yöntemine Göre ÇSFA, ÇKFA, BFA ve TFA Miktarları

Piştirme Yöntemi	n	ÇSFA ($\mu\text{g/g}$)	ÇKFA ($\mu\text{g/g}$)	BFA ($\mu\text{g/g}$)	TFA ($\mu\text{g/g}$)
Geleneksel	12	2.64 \pm 0.93a	35.28 \pm 16.78b	418.64 \pm 94.61a	456.56 \pm 111.16a
Mikrodalga	12	1.98 \pm 0.30b	35.53 \pm 9.66b	394.16 \pm 47.63b	431.67 \pm 47.64b
Otoklav	12	2.72 \pm 0.86a	38.88 \pm 14.75a	430.42 \pm 55.18a	472.01 \pm 69.55a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. \pm ortalamanın standart sapmasıdır. (ÇSFA: Çözünebilir Serbest Ferulik Asit, ÇKFA: Çözünebilir Konjuge Ferulik Asit, BFA: Bağlı Ferulik Asit, TFA: Toplam Ferulik Asit)

Piştirme yöntemlerinin çözünebilir serbest ferulik asit miktarı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Otoklav ve geleneksel piştirme yöntemleri daha yüksek çözünebilir serbest ferulik asit miktarına sahiptir ve bu iki yöntem arasındaki fark istatistiksel açıdan aynı seviyede değerlendirilmiştir.

Piştirme yöntemlerinin çözünebilir konjuge ferulik asit miktarı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Geleneksel ve mikrodalga piştirme yöntemleri daha düşük çözünebilir konjuge ferulik asit içeriğine sahipken, bu iki yöntem arasında önemli bir fark tespit edilememiştir.

Bağlı ferulik asit miktarının piştirme yöntemlerine göre değişimi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Mikrodalga piştirilen bulgurlar daha düşük bağlı ferulik asit içeriğine sahipken, geleneksel ve otoklav piştirilen bulgurların bağlı ferulik asit içerikleri arasında duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemli bir fark belirlenememiştir.

Toplam ferulik asit miktarının pişirme yöntemlerine göre değişimi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Mikrodalga pişirilen bulgurlar daha düşük bağlı ferulik asit içeriğine sahipken, geleneksel ve otoklav pişirilen bulgurların bağlı ferulik asit içerikleri arasında önemli bir fark belirlenmemiştir. Bu sonuç, toplam ferulik asitlerin büyük çoğunluğunu oluşturan bağlı ferulik asit miktarı sonuçlarıyla paraleldir.

Çizelge 4.51. Kurutma Yöntemine Göre ÇSFA, ÇKFA, BFA ve TFA Miktarları

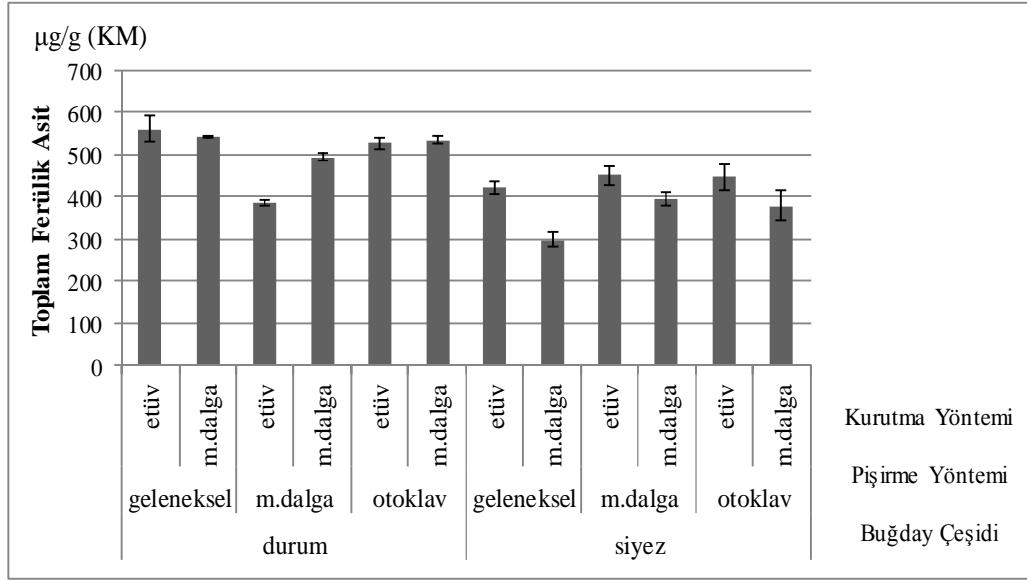
Kurutma Yöntemi	n	ÇSFA ($\mu\text{g/g}$)	ÇKFA ($\mu\text{g/g}$)	BFA ($\mu\text{g/g}$)	TFA ($\mu\text{g/g}$)
Etüv	18	2.36 \pm 0.76	39.08 \pm 10.18 a	424.41 \pm 60.00 a	465.86 \pm 64.52 a
Mikrodalga	18	2.53 \pm 0.85	34.04 \pm 16.48 b	404.40 \pm 76.82 b	440.97 \pm 93.21 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. \pm ortalamanın standart sapmasıdır. (ÇSFA: Çözünabilir Serbest Ferulik Asit, ÇKFA: Çözünabilir Konjuge Ferulik Asit, BFA: Bağlı Ferulik Asit, TFA: Toplam Ferulik Asit)

Çözünabilir serbest ferulik asit miktarının kurutma yöntemlerine bağlı olarak istatistik açıdan önemli ölçüde değişmediği belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Kurutma yöntemlerinin çözünabilir konjuge, bağlı ve toplam ferulik asit miktarına etkisi ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Etüv yöntemiyle kurutulan bulgurların mikrodalga yöntemiyle kurutulan bulgurlara göre daha yüksek çözünabilir konjuge, bağlı ve toplam ferulik asit içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.

TFA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksiyonu Şekil 4.16.’ da verilmiştir.



Şekil 4.16. TFA miktarının “buğday türü x piştirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.16. incelendiğinde; en yüksek toplam ferulik asit miktarının durum-geleneksel-etüv bulgurlarında, en düşük miktarın ise siyez-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında bulunduğu tespit edilmiştir. Durum bulgurları arasında en yüksek toplam ferulik asit miktarı durum-geleneksel-etüv, en düşük miktar ise durum-mikrodalga-etüv bulgurlarında belirlenmiştir. Siyez bulgurları için ise, en yüksek toplam ferulik asit miktarı siyez-mikrodalga-etüv, en düşük miktar ise siyez-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında bulunmuştur.

Siyez bulgurları arasında, tüm piştirme yöntemlerinde, etüv kurutulan bulgurların toplam ferulik asit miktarı, mikrodalga kurutulan bulgurlardan daha yüksek tespit edilmiştir. Geleneksel piştirme yönteminde kurutma yöntemleri arasındaki fark ise dikkat çekicidir.

Durum bulgurlarından geleneksel ve otoklav pişirilen bulgurların toplam ferulik asit miktarları arasında kurutma yöntemine bağlı olarak büyük bir fark gözlenmezken, mikrodalga pişirilen bulgurların kurutma yöntemleri arasındaki toplam ferulik asit miktarı farkı yüksektir.

Çizelge 4.52. Buğday Türüne Göre ÇSHA, ÇKHA, BHA, THA Miktarları

Buğday Türü	n	ÇSHA (µg/g)	ÇKHA (µg/g)	BHA (µg/g)	THA (µg/g)
Siyez	18	0.46±0.51 a	4.57±2.84 a	1.06±0.68 b	6.08±3.89
Durum	18	0.30±0.29 b	3.21±1.03 b	2.47±0.80 a	5.98±1.89

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır. (ÇSHA: Çözünabilir Serbest p-Hidroksibenzoik Asit, ÇKHA: Çözünabilir Konjuge p-Hidroksibenzoik Asit, BHA: Bağlı p-Hidroksibenzoik Asit, THA: Toplam p-Hidroksibenzoik Asit)

Buğday türlerinin bulgurların çözünabilir serbest p-hidroksibenzoik asit (ÇSHA) içerikleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Siyez bulgurlarının ÇSHA miktarı durum bulgurlarından daha yüksek belirlenmiştir.

Çözünabilir konjuge p-hidroksibenzoik (ÇKHA) asit içeriği de buğday türlerine bağlı olarak önemli ölçüde değişmiştir ($p<0.05$). Siyez bulgurlarının ÇKHA miktarı durum bulgurlarından daha yüksektir.

Bağlı p-hidroksibenzoik asit (BHA) miktarının değişimi buğday türlerine göre istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Durum bulgurlarının siyez bulgurlarına göre daha yüksek BHA içeriğine sahip oldukları saptanmıştır.

Bulgur örneklerinin toplam p-hidroksibenzoik asit (THA) miktarları arasında istatistiksel bir fark tespit edilememiştir ($p>0.05$). Ancak siyez bulgurlarının THA miktarının durum bulgurlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Durum buğdayı bulgura işlenirken p-kumarik asit miktarı ortalama % 46.7 oranında azalmış, bu oran siyez bulgurlarında % 57.55 olmuştur.

Çizelge 4.53. Pişirme Yöntemine Göre ÇSHA, ÇKHA, BHA, THA Miktarları

Piştirme Yöntemi	n	ÇSHA (µg/g)	ÇKHA (µg/g)	BHA (µg/g)	THA (µg/g)
Geleneksel	12	0.38±0.42 b	2.99±1.18 b	1.65±1.26 a	5.01±2.47 c
Mikrodalga	12	0.54±0.49 a	4.41±2.65 a	1.79±0.84 a	6.75±3.37 a
Otoklav	12	0.22±0.27 c	4.27±2.41 a	1.86±0.99 a	6.35±3.02 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamasının standart sapmasıdır. (ÇSHA: Çözünabilir Serbest p-Hidroksibenzoik Asit, ÇKHA: Çözünabilir Konjuge p-Hidroksibenzoik Asit, BHA: Bağlı p-Hidroksibenzoik Asit, THA: Toplam p-Hidroksibenzoik Asit)

Piştirme yönteminin bulgurların ÇSHA miktarına etkisi önemli düzeydedir ($p<0.05$). Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, en yüksek ÇSHA miktarı mikrodalga pişirilen bulgurlarda elde edilirken, bu yöntemi sırasıyla geleneksel ve otoklav piştirme yöntemleri takip etmiştir.

ÇKHA içeriğine piştirme yönteminin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek ÇKHA miktarı otoklav ile mikrodalga piştirme yöntemlerinde elde edilirken, en düşük miktar geleneksel piştirme yönteminde belirlenmiştir.

Piştirme yöntemleri arasında BHA miktarları açısından istatistiksel açıdan bir fark gözlenmemiştir.

Piştirme yönteminin bulgurların THA miktarına etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek THA miktarı mikrodalga pişirilen bulgurlarda elde edilirken, bu yöntemi sırasıyla otoklav ve geleneksel piştirme yöntemleri takip etmiştir.

Çizelge 4.54. Kurutma Yöntemine Göre ÇSHA, ÇKHA, BHA, THA Miktarları

Kurutma Yöntemi	n	ÇSHA (µg/g)	ÇKHA (µg/g)	BHA (µg/g)	THA (µg/g)
Etüv	18	0.59±0.44 a	4.25±2.20 a	1.94±1.11 a	6.77±3.01 a
Mikrodalga	18	0.17±0.26 b	3.54±2.23 b	1.59±0.93 b	5.30±2.92 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır. (ÇSHA: Çözünabilir Serbest p-Hidroksibenzoik Asit, ÇKHA: Çözünabilir Konjuge p-Hidroksibenzoik Asit, BHA: Bağlı p-Hidroksibenzoik Asit, THA: Toplam p-Hidroksibenzoik Asit)

Kurutma yöntemlerinin bulgurların ÇSHA, ÇKHA, BHA ve THA miktarlarına etkisi önemli seviyede olmuştur ($p<0.05$). Etüvde kurutulan bulgurların ÇSHA, ÇKHA, BHA ve THA miktarları mikrodalgada kurutulan bulgurlardan daha yüksek belirlenmiştir. Bu sonuç etüvde kurutmanın bütün p-hidroksibenzoik asit formlarını mikrodalga kurutmada daha fazla muhafaza ettiğini göstermektedir. Bu durum etüv kurutma sıcaklıklarının mikrodalga kurutmaya göre daha düşük olmasının bu duruma neden olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.55. Buğday Türüne Göre ÇSKA, ÇKKA, BKA, TKA Miktarları

Buğday Türü	n	ÇSKA (µg/g)	ÇKKA (µg/g)	BKA (µg/g)	TKA (µg/g)
Siyez	18	0.85±0.53 b	1.69±0.52 b	11.59±1.66 b	14.14±2.00 b
Durum	18	1.43±0.50 a	2.03±0.40 a	14.98±1.50 a	16.83±3.38 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır. (ÇSKA: Çözünabilir Serbest p-Kumarik Asit, ÇKKA: Çözünabilir Konjuge p-Kumarik Asit, BKA: Bağlı p-Kumarik Asit, TKA: Toplam p-Kumarik Asit)

Buğday türlerinin bulgurların çözünabilir serbest p-kumarik asit (ÇSKA), çözünabilir konjuge p-kumarik asit (ÇKKA), bağlı p-kumarik asit (BKA) ve toplam p-kumarik asit (TKA) miktarlarına olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Durum bulgurlarının ÇSKA, ÇKKA, BKA ve TKA miktarları siyez bulgurlarından yüksek tespit edilmiştir. Durum buğdayı bulgura işlenirken kumarik asit miktarı ortalama % 49.3 oranında azalmış, bu oran siyez bulgurlarında % 74.5 gibi

yüksek bir oranda olmuştur. Bulgura işleme sırasında iki buğdayın kumarik asit içeriklerindeki değişim birbirlerine göre oldukça farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.56. Pişirme Yöntemine Göre ÇSKA, ÇKKA, BKA, TKA Miktarları

Piştirme Yöntemi	n	ÇSKA ($\mu\text{g/g}$)	ÇKKA ($\mu\text{g/g}$)	BKA ($\mu\text{g/g}$)	TKA ($\mu\text{g/g}$)
Geleneksel	12	1.03±0.70 b	1.84±0.48 b	11.97±3.31 b	14.84±4.20 b
Mikrodalga	12	0.98±0.50 b	1.54±0.32 c	11.97±1.50 b	14.49±1.73 b
Otoklav	12	1.42±0.47 a	2.20±0.42 a	13.47±2.04 a	17.12±2.16 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. \pm ortalamanın standart sapmasıdır. (ÇSKA: Çözünebilir Serbest p-Kumarik Asit, ÇKKA: Çözünebilir Konjuge p-Kumarik Asit, BKA: Bağlı p-Kumarik Asit, TKA: Toplam p-Kumarik Asit)

Piştirme yöntemlerinin bulgurların ÇSKA, ÇKKA, BKA ve TKA miktarlarına olan etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, otoklavda pişirilen bulgurların ÇSKA miktarları geleneksel ve mikrodalga pişirilen bulgurlara göre daha yüksek belirlenmiştir.

ÇKKA miktarları piştirme yöntemine göre değişmekte, en yüksek ÇKKA miktarı otoklav piştirme yönteminde görülürken, bu yöntemi sırasıyla geleneksel ve mikrodalga piştirme yöntemleri takip etmiştir.

BKA miktarlarının piştirme yöntemine göre değişimi ele alındığında, otoklav pişirmenin diğer piştirme yöntemlerinden daha yüksek sonuç verdiği görülmektedir.

Piştirme yöntemine göre bulgurların TKA içerikleri incelendiğinde; en yüksek TKA miktarı otoklav pişirilen bulgurlarda görülürken, geleneksel ve mikrodalga piştirme yöntemleri arasında önemli bir fark tespit edilememiştir.

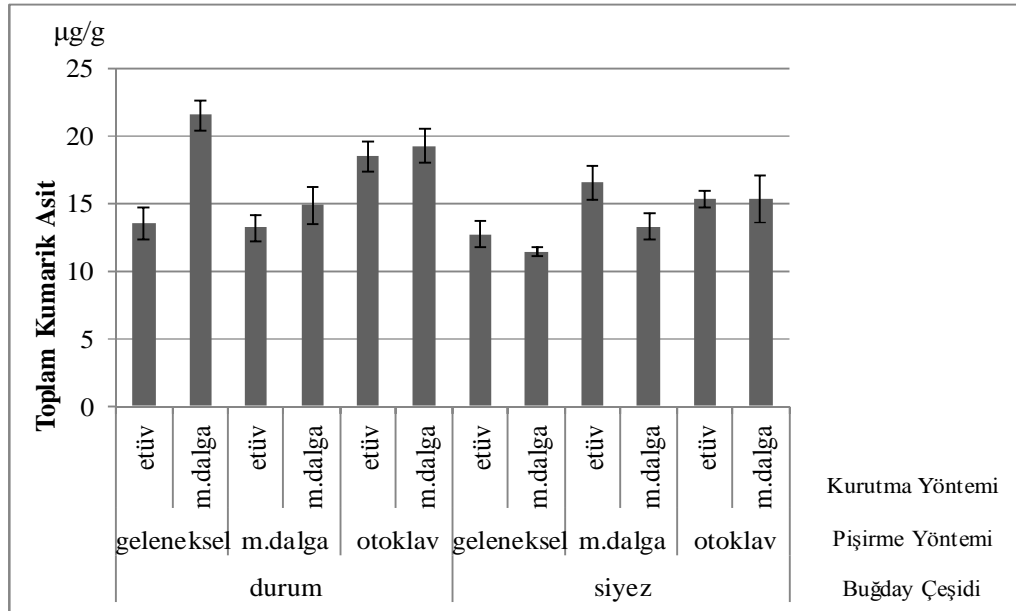
Çizelge 4.57. Kurutma Yöntemine Göre ÇSKA, ÇKKA, BKA, TKA Miktarları

Kurutma Yöntemi	n	ÇSKA ($\mu\text{g/g}$)	ÇKKA ($\mu\text{g/g}$)	BKA ($\mu\text{g/g}$)	TKA ($\mu\text{g/g}$)
Etüv	18	1.09±0.47	1.87±0.44	12.01±2.02 b	14.98±2.29 b
Mikrodalga	18	1.20±0.72	1.85±0.54	12.93±2.79 a	15.98±3.67 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. \pm ortalamanın standart sapmasıdır. (ÇSKA: Çözünabilir Serbest p-Kumarik Asit, ÇKKA: Çözünabilir Konjuge p-Kumarik Asit, BKA: Bağlı p-Kumarik Asit, TKA: Toplam p-Kumarik Asit)

Kurutma yöntemlerinin ÇSKA ve ÇKKA miktarları üzerine etkisi önemsiz bulunmuşken ($p>0.05$), BKA ve TKA miktarları üzerine etkisi ise önemli olmuştur ($p<0.05$). BKA ve TKA miktarları ele alındığında, mikrodalga yöntemi ile kurutulan bulgurların etüv yöntemi ile kurutulan bulgurlardan daha yüksek BKA ve TKA miktarlarına sahip olduğu belirlenmiştir.

TKA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.17.’ de verilmiştir.



Şekil 4.17. TKA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.17. incelendiğinde, en yüksek TKA miktarı durum-geleneksel-mikroalga bulgurlarında, en düşük TKA miktarı ise siyez-geleneksel-mikroalga bulgurlarında tespit edilmiştir. Durum bulgurları içerisinde en yüksek TKA miktarı durum-geleneksel-mikroalga bulgurunda, en düşük TKA miktarı ise durum-mikroalga-etüv bulgurunda bulunmuştur. Siyez bulgurları için ise en yüksek TKA miktarı siyez-mikroalga-etüv bulgurlarında, en düşük TKA miktarı ise siyez-geleneksel-mikroalga bulgurlarında belirlenmiştir.

Geleneksel pişirilen durum bulgurlarının kurutma yöntemleri arasındaki TKA miktarı farkı diğer iki yöntemdeki farktan oldukça fazladır. Otoklav pişirilen durum bulgurlarının TKA miktarlarında kurutma yöntemi arasında fark ise oldukça az olmuştur.

Siyez bulgurları için tüm pişirme yöntemlerinde etüvde kurutulan bulgurlar daha yüksek TKA miktarına sahipken, otoklavda pişirilen siyez bulgurlarda kurutma yöntemleri arasındaki fark diğer yöntemlerden oldukça azdır.

Çizelge 4.58. Buğday Türüne Göre ÇSSA, ÇKSA, BSA, TSA Miktarları

Buğday Türü	n	ÇSSA (µg/g)	ÇKSA (µg/g)	BSA (µg/g)	TSA (µg/g)
Siyez	18	1.00±0.52 b	2.24±1.55 b	3.56±2.02 b	6.79±2.24 b
Durum	18	2.13±1.59 a	6.06±2.43 a	9.28±1.55 a	17.46±3.53 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır. (ÇSSA: Çözünabilir Serbest Sirinjik Asit, ÇKSA: Çözünabilir Konjuge Sirinjik Asit, BSA: Bağlı Sirinjik Asit, TSA: Toplam Sirinjik Asit)

Buğday türlerinin bulgurların çözünabilir serbest sirinjik asit (ÇSSA), çözünabilir konjuge sirinjik asit (ÇKSA), bağlı sirinjik asit (BSA) ve toplam sirinjik asit (TSA) miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Durum bulgurlarında ÇSSA, ÇKSA, BSA ve TSA miktarları siyez bulgurlarına göre daha yüksek tespit edilmiştir. Durum buğdayı bulgura işlenirken sirinjik asit miktarı ortalama % 64 oranında azalmış, bu oran siyez bulgurlarında % 60.55 olmuştur.

Çizelge 4.59. Pişirme Yöntemine Göre ÇSSA, ÇKSA, BSA, TSA Miktarları

Piştirme Yöntemi	n	ÇSSA (µg/g)	ÇKSA (µg/g)	BSA (µg/g)	TSA (µg/g)
Geleneksel	12	2.62±1.65 a	2.93±1.94 c	5.85±3.68 b	11.40±7.00 b
Mikrodalga	12	1.44±0.55 b	4.49±2.87 b	7.40±3.10 a	13.32±5.37 a
Otoklav	12	0.63±0.38 c	5.03±3.20 a	6.00±3.48 b	11.66±6.32 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır. (ÇSSA: Çözünabilir Serbest Sirinjik Asit, ÇKSA: Çözünabilir Konjuge Sirinjik Asit, BSA: Bağlı Sirinjik Asit, TSA: Toplam Sirinjik Asit)

Piştirme yöntemlerinin, bulgurların ÇSSA, ÇKSA, BSA ve TSA miktarları üzerine önemli miktarda etki ettiği belirlenmiştir ($p<0.05$).

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre en yüksek ÇSSA miktarı geleneksel pişirilen bulgurlarda belirlenmişken, bu yöntemi sırasıyla mikrodalga ve otoklav piştirme yöntemleri takip etmiştir.

ÇKSA miktarları en yüksek otoklav yönteminde belirlenmiş, bu yöntemi mikrodalga ve geleneksel piştirme yöntemleri izlemiştir.

En yüksek BSA ve TSA miktarları mikrodalga piştirme yönteminde bulunmuş, geleneksel ve otoklav piştirme yöntemleri arasında ise önemli bir fark olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.60. Kurutma Yöntemine Göre ÇSSA, ÇKSA, BSA, TSA Miktarları

Kurutma Yöntemi	n	ÇSSA (µg/g)	ÇKSA (µg/g)	BSA (µg/g)	TSA (µg/g)
Etüv	18	1.54±1.40	3.17±2.41 b	6.90±3.32 a	11.61±6.04 b
Mikrodalga	18	1.58±1.23	5.13±2.86 a	5.94±3.50 b	12.65±6.38 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır. (ÇSSA: Çözünabilir Serbest Sirinjik Asit, ÇKSA: Çözünabilir Konjuge Sirinjik Asit, BSA: Bağlı Sirinjik Asit, TSA: Toplam Sirinjik Asit)

Kurutma yöntemlerinin bulgurların ÇSSA miktarları üzerine olan etkisi önemsiz ($p>0.05$), ÇKSA, BSA ve TSA miktarları üzerine olan etkisi ise önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Bulgurların ÇKSA miktarları değerlendirildiğinde; mikrodalga yöntemi ile kurutulan bulgurların etüvde kurutulan bulgurlara göre daha yüksek ÇKSA miktarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Etüvde kurutulan bulgurların ise BSA miktarları mikrodalga ile kurutulan bulgurlardan daha yüksek tespit edilmiştir.

Bulgurların TSA miktarları ele alındığında ise, mikrodalga ile kurutulan bulgurların TSA miktarları, etüv ile kurutulan bulgurlardan yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.61. Buğday Türüne Göre ÇSKLA, ÇKKLA, BKLA, TKLA Miktarları

Buğday Türü	n	ÇSKLA ($\mu\text{g/g}$)	ÇKKLA ($\mu\text{g/g}$)	BKLA ($\mu\text{g/g}$)	TKLA ($\mu\text{g/g}$)
Siyez	18	-	-	1.49 \pm 0.99 a	1.49 \pm 0.99 a
Durum	18	-	-	0.86 \pm 0.88 b	0.86 \pm 0.88 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. \pm ortalamanın standart sapmasıdır. (ÇSKLA: Çözünabilir Serbest Klorojenik Asit, ÇKLA: Çözünabilir Konjuge Klorojenik Asit, BKLA: Bağlı Klorojenik Asit, TKLA: Toplam Klorojenik Asit) (- = bulunamadı)

Buğday ve bulgur örneklerinin hiçbirinde çözünabilir serbest ve çözünabilir konjuge formda klorojenik asite rastlanmamıştır. Bu durum tespit edilen bağlı klorojenik asit miktarının aynı zamanda toplam klorojenik asit miktarına eşit olmasına neden olmuştur. Bu yüzden sonuçlar ile ilgili değerlendirmeler sadece toplam klorojenik asit miktarı üzerinden yapılacaktır.

Buğday türlerine bağlı olarak bulgurların toplam klorojenik asit (TKLA) miktarları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Siyez bulgurlarının TKLA miktarı durum bulgurlarından daha yüksektir. Durum buğdayı bulgura işlenirken klorojenik asit miktarı ortalama % 59.8 oranında azalmış, bu oran siyez bulgurlarında % 63 olmuştur.

Çizelge 4.62. Pişirme Yöntemine Göre ÇSKLA, ÇKKLA, BKLA, TKLA Miktarları

Piştirme Yöntemi	n	ÇSKLA (µg/g)	ÇKKLA (µg/g)	BKLA (µg/g)	TKLA (µg/g)
Geleneksel	12	-	-	1.33±0.44 b	1.33±0.44 b
Mikrodalga	12	-	-	2.06±0.70 a	2.06±0.70 a
Otoklav	12	-	-	0.71±0.72 c	0.71±0.72 c

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamasının standart sapmasıdır. (ÇSKLA: Çözünabilir Serbest Klorojenik Asit, ÇKKLA: Çözünabilir Konjuge Klorojenik Asit, BKLA: Bağlı Klorojenik Asit, TKLA: Toplam Klorojenik Asit) (- = bulunamadı)

Piştirme yöntemlerinin bulgurların TKLA miktarları üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Mikrodalga yöntemiyle pişirilen bulgurlar en yüksek TKLA miktarına sahip olurken, bu yöntemi sırasıyla geleneksel ve otoklav piştirme yöntemleri izlemiştir.

Çizelge 4.63. Kurutma Yöntemine Göre ÇSKLA, ÇKKLA, BKLA, TKLA Miktarları

Kurutma Yöntemi	n	ÇSKLA (µg/g)	ÇKKLA (µg/g)	BKLA (µg/g)	TKLA (µg/g)
Etüv	18	-	-	1.61±0.75 a	1.61±0.75 a
Mikrodalga	18	-	-	1.12±0.85 b	1.12±0.85 b

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamasının standart sapmasıdır. (ÇSKLA: Çözünabilir Serbest Klorojenik Asit, ÇKKLA: Çözünebilir Konjuge Klorojenik Asit, BKLA: Bağlı Klorojenik Asit, TKLA: Toplam Klorojenik Asit) (- = bulunamadı)

Kurutma yöntemlerinin bulgurların TKLA miktarları üzerine etkisi incelendiğinde, kurutma yöntemleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Etüvde kurutulan bulgurların, mikrodalgada kurutulan bulgurlara göre daha yüksek TKLA asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.64. Buğday Türüne Göre TÇSFA, TÇKFA, TBFA, TFNA Miktarları

Buğday Türü	n	TÇSFA ($\mu\text{g/g}$)	TÇKFA ($\mu\text{g/g}$)	TBFA ($\mu\text{g/g}$)	TFNA ($\mu\text{g/g}$)
Siyez	18	4.40 \pm 1.50b	32.80 \pm 7.42b	390.45 \pm 50.88b	427.65 \pm 60.16b
Durum	18	5.61 \pm 0.73a	64.20 \pm 7.45a	482.40 \pm 60.04a	549.19 \pm 62.36a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. \pm ortalamanın standart sapmasıdır. (TÇSFA: Toplam Çözünabilir Serbest Fenolik Asit, TÇKFA: Toplam Çözünabilir Konjuge Fenolik Asit, TBFA: Toplam Bağlı Fenolik Asit, TFNA: Toplam Fenolik Asit)

Kromatografik yöntemle teker teker belirlenen fenolik asit kompozisyonu son olarak her bir formu kendi içerisinde toplanarak “fenolik asit miktarı” olarak tekrar düzenlenmiş ve sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Buğday çeşitlerinin bulgurların çözünebilir toplam serbest fenolik asit (TÇSFA), toplam çözünebilir konjuge fenolik asit (TÇKFA), toplam bağlı fenolik asit (TBFA) ve toplam fenolik asit (TFNA) miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Durum bulgurlarının TÇSFA, TÇKFA, TBFA ve TFNA miktarları siyez bulgurlarına göre yüksek saptanmıştır.

Buğdayların bulgura işlenmesi sırasında her bir form için meydana gelen kayıpların yüzdeleri incelendiğinde; durum buğdayı için TÇSFA miktarında % 61, TÇKFA miktarında % 37, TBFA miktarında % 14.5 oranında, siyez buğdayı için ise; TÇSFA miktarında % 50.3, TÇKFA miktarında % 69.9, TBFA miktarında % 16 oranında kayıp olmuştur.

Çizelge 4.65. Pişirme Yöntemine Göre TÇSFA, TÇKFA, TBFA, TFNA Miktarları

Piştirme Yöntemi	n	TÇSFA (µg/g)	TÇKFA (µg/g)	TBFA (µg/g)	TFNA (µg/g)
Geleneksel	12	6.67±2.82 a	43.04±18.79 c	439.44±100.68 a	489.14±121.27 b
M.dalga	12	4.93±1.24 b	45.97±11.30 b	417.38±49.23 b	468.28±50.84 c
Otoklav	12	4.99±1.27 b	50.38±15.54 a	452.46±59.71 a	507.83±74.46 a

*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamasının standart sapmasıdır. (TÇSFA: Toplam Çözünbilir Serbest Fenolik Asit, TÇKFA: Toplam Çözünbilir Konjuge Fenolik Asit, TBFA: Toplam Bağlı Fenolik Asit, TFNA: Toplam Fenolik Asit)

Piştirme yöntemlerinin bulgurların TÇSFA, TÇKFA, TBFA ve TFNA miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

TÇSFA miktarları, geleneksel yöntemle pişirilen bulgurlarda en yüksek tespit edilmişken, mikrodalga ve otoklav pişirilen bulgurlar arasında istatistiksel açıdan bir fark tespit edilememiştir.

TÇKFA miktarları en yüksek otoklav ile piştirme yönteminde belirlenmiş iken, bu yöntemi sırasıyla mikrodalga ve geleneksel piştirme yöntemleri takip etmiştir.

Bulgur örneklerinin TBFA miktarlarını inceleyecek olursak; geleneksel ve otoklav yöntemleriyle pişirilen bulgurların TBFA miktarları mikrodalga yöntemiyle pişirilen bulgurlardan daha yüksek bulunmuştur.

En yüksek TFNA miktarı otoklav pişirilen bulgurlarda, en düşük TFNA miktarı ise mikrodalgada pişirilen bulgurlarda saptanmıştır.

Fares ve ark. (2010) çiğ ve pişmiş makarnalarda yaptıkları fenolik asit miktarı analizinde, piştirme işleminden sonra fenolik asit içeriğinin şaşırtıcı şekilde arttığını belirlemişler, bu duruma sebep olarak ise pişme neticesinde oluşan maillar reaksiyonu ürünlerini göstermişlerdir.

Çizelge 4.66. Kurutma Yöntemine Göre TÇSFA, TÇKFA, TBFA, TFNA Miktarları

Kurutma Yöntemi	n	TÇSFA (µg/g)	TÇKFA (µg/g)	TBFA (µg/g)	TFNA (µg/g)
Etüv	18	5.58±1.75	48.36±11.83 a	446.86±62.06 a	500.81±68 a
Mikrodalga	18	5.48±2.34	44.56±18.41 b	425.99±82.43 b	476.02±101.88 b

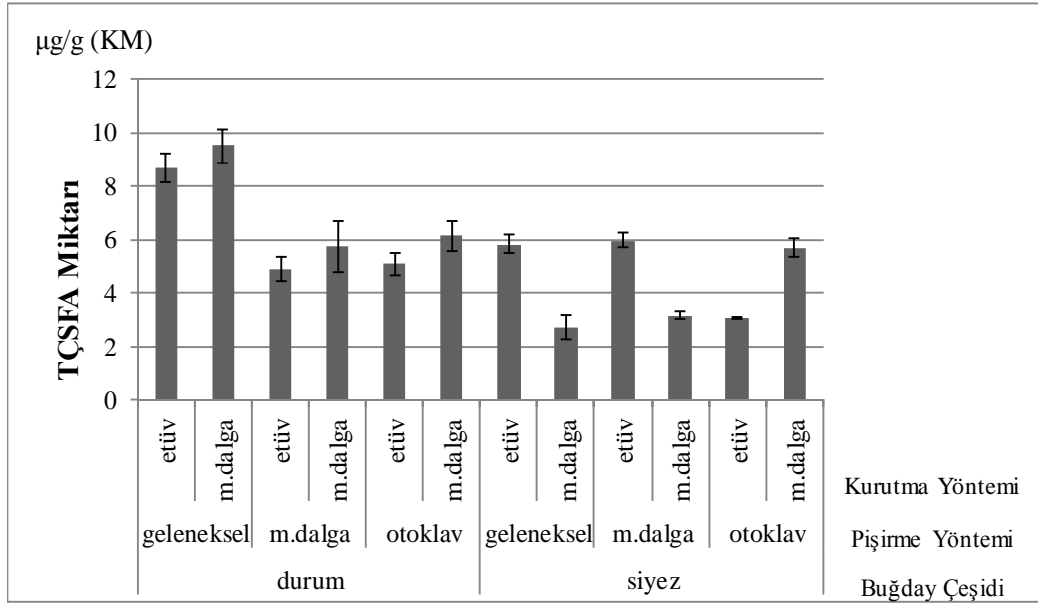
*Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. ± ortalamanın standart sapmasıdır. (TÇSFA: Toplam Çözünabilir Serbest Fenolik Asit, TÇKFA: Toplam Çözünabilir Konjuge Fenolik Asit, TBFA: Toplam Bağlı Fenolik Asit, TFNA: Toplam Fenolik Asit)

Kurutma yöntemlerinin bulgurların TÇSFA miktarları üzerine etkileri önemsiz bulunmuşken ($p>0.05$), TÇKFA, TBFA ve TFNA miktarları üzerine etkileri önemli olmuştur ($p<0.05$).

Etüvde kurutulan bulgurların TÇKFA, TBFA ve TFNA miktarları mikrodalgada kurutulan bulgurlardan yüksek tespit edilmiştir.

Wojdyło ve ark. (2009), Farklı yöntemlerle [Dondurarak (-60 °C' de 65Pa), vakum altında (50 °C' da 100Pa), mikrodalgada (240, 360, 480W), konvansiyonel (70 °C- 9 saat)] kuruttukları çileklerde en yüksek fenolik bileşikleri dondurarak kurutulan örneklerde bulmuşlar, daha sonra ise sırasıyla; mikrodalga, vakum ve konvansiyonel 70° C' da elde etmişlerdir. Elde edilen bu sonuçlar ise çalışmamızla paralellik göstermemiştir. Kullanılan hammadde, sıcaklık ve süre farklılığının bu duruma yol açmış olabileceği düşünülmektedir.

TÇSFA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.18.' de verilmiştir.



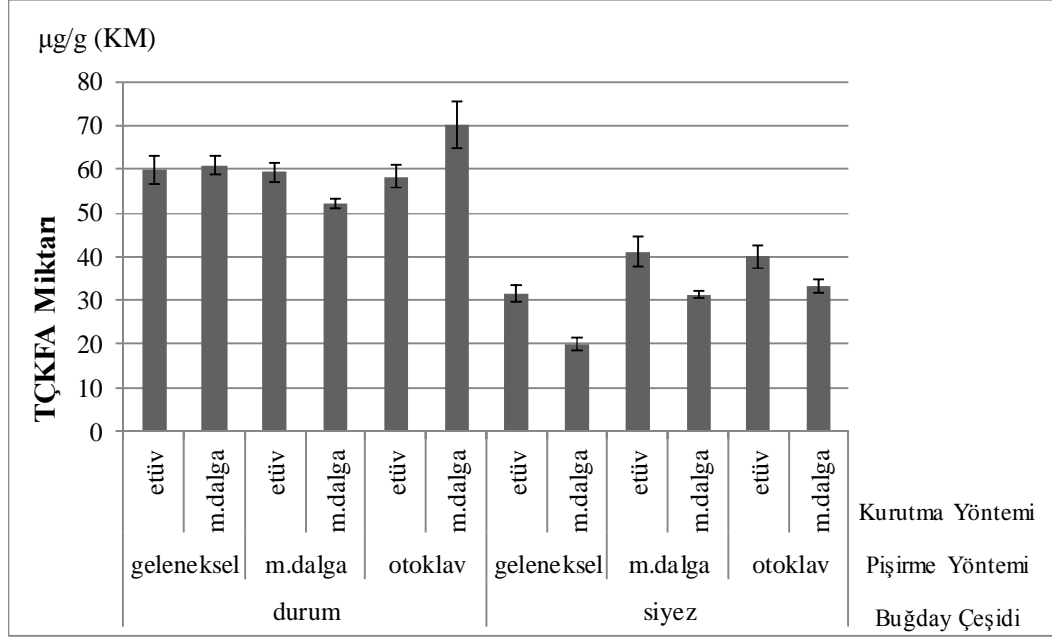
Şekil 4.18. TÇSFA miktarının “buğday türü x piştirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.18.’ e göre, en yüksek TÇSFA miktarı durum-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında, en düşük TÇSFA miktarı ise siyez-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında görülmüştür. Durum bulgurları için en yüksek TÇSFA miktarı durum-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında, en düşük TÇSFA miktarı ise durum-mikrodalga-etüv bulgurlarında tespit edilmiştir. Siyez bulgurları için ise en yüksek TÇSFA miktarı siez-mikrodalga-etüv bulgurlarında, en düşük TÇSFA miktarı ise siyez-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında belirlenmiştir.

Durum bulgurlarından, otoklav ile mikrodalga pişirilen bulgurların her iki kurutma yöntemi için de TÇSFA miktarları birbirlerine oldukça yakın tespit edilirken, geleneksel pişirilen bulgurların diğer piştirme yöntemlerine göre oldukça yüksek TÇSFA miktarına sahip olduğu görülmektedir. Üç piştirme yöntemi için de mikrodalga kurutulan bulgurların daha yüksek TÇSFA miktarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Siyez bulgurları için TÇSFA miktarları geleneksel ve mikrodalga pişirilen bulgurlarda birbirlerine çok benzer bulunmuştur ve etüvde kurutulan bulgurların daha yüksek TÇSFA miktarına sahip oldukları görülmüştür. Otoklavda pişirilen bulgurlarda ise mikrodalgada kurutulan bulgurların daha yüksek TÇSFA miktarına sahip oldukları belirlenmiştir.

TÇKFA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.19.’ da verilmiştir.



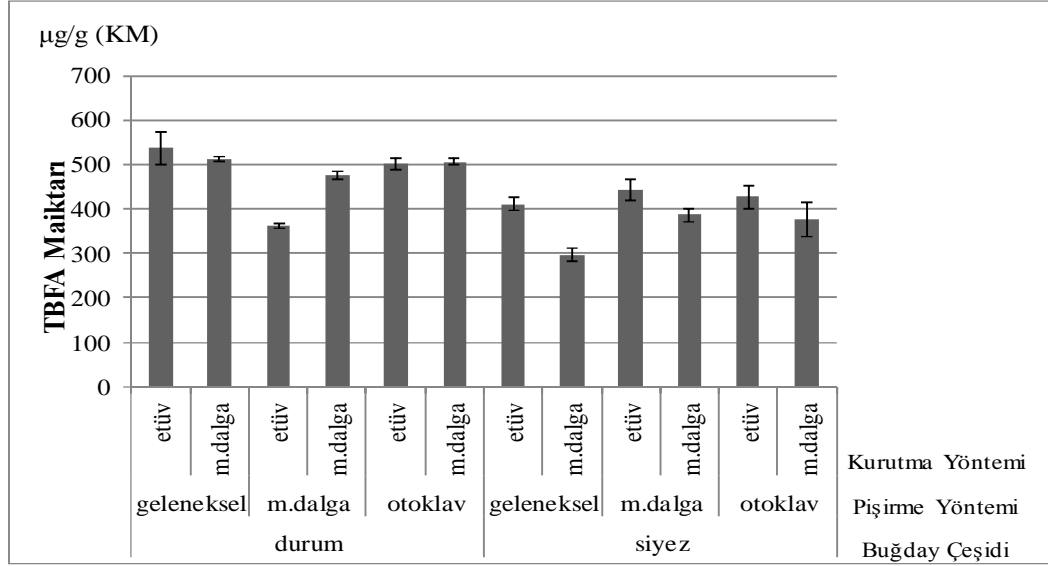
Şekil 4.19. TÇKFA miktarının “buğday türü x piştirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.19. incelendiğinde; en yüksek TÇKFA miktarı durum-otoklav-mikrodalga bulgurlarında, en düşük TÇKFA miktarı ise siyez-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında görülmüştür. Durum bulgurları için en yüksek TÇKFA miktarı durum-otoklav-mikrodalga bulgurlarında, en düşük TÇKFA miktarı ise durum-mikrodalga-mikrodalga bulgurlarında tespit edilmiştir. Siyez bulgurları için ise en yüksek TÇKFA miktarı siyez-mikrodalga-etüv bulgurlarında, en düşük TÇKFA miktarı ise siyez-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında belirlenmiştir.

Durum bulgurlarından, geleneksel pişirilen bulgurlarda kurutma yöntemleri arasında TÇKFA miktarı farkı çok az iken, mikrodalga pişirilenlerden etüvde kurutulan, otoklavda pişirilenlerden ise mikrodalgada kurutulan bulgurlar daha yüksek TÇKFA miktarına sahip bulunmuştur.

Siyez bulgurlarında, üç piştirme yöntemi için de etüvde kurutulan bulgurların daha yüksek TÇKFA miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Geleneksel pişirilen bulgurların kurutma yöntemleri arasındaki fark diğer piştirme yöntemlerine göre daha fazla oluşurken, en az fark otoklavda pişirilen bulgurlar arasında oluşmuştur.

TBFA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.20.’ de verilmiştir.



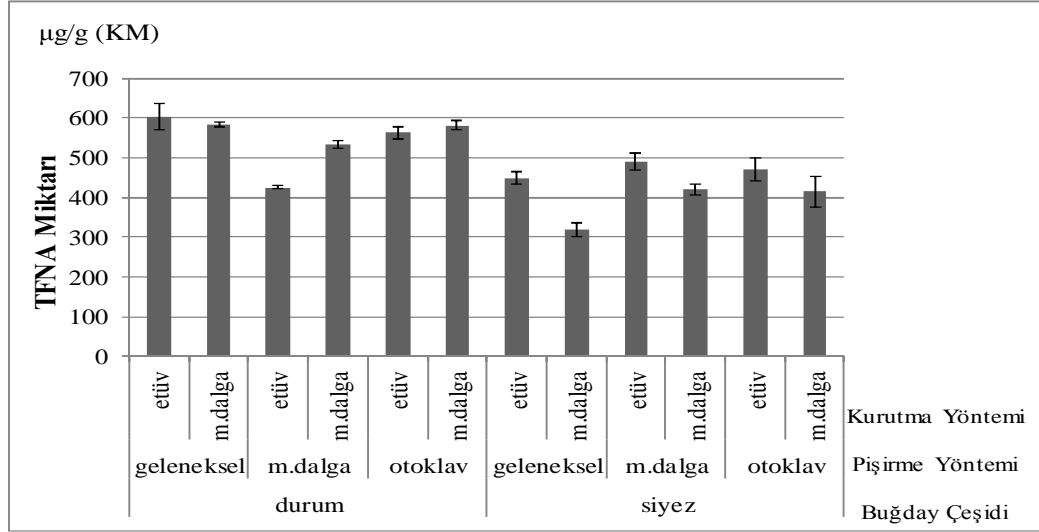
Şekil 4.20. TBFA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.20. değerlendirildiğinde; en yüksek TBFA miktarı durum-geleneksel-etiv bulgurlarında, en düşük TBFA miktarı ise siyez-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında görülmüştür. Durum bulgurları için en yüksek TBFA miktarı durum-geleneksel-etiv bulgurlarında, en düşük TBFA miktarı ise durum-mikrodalga-etiv bulgurlarında tespit edilmiştir. Siyez bulgurları için ise en yüksek TBFA miktarı siyez-mikrodalga-etiv bulgurlarında, en düşük TBFA miktarı ise siyez-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında belirlenmiştir.

Durum bulgurları arasında geleneksel ve otoklav pişirilen bulgurlarda kurutma yöntemleri arasında TBFA miktarı farkı oldukça az bulunurken, mikrodalga pişirilen bulgurlarda kurutma yöntemleri arasındaki TBFA miktarı farkı fazla bulunmuştur ve mikrodalga pişirilen bulgurlardan mikrodalga kurutulanların etüvde kurutulanlardan daha yüksek TBFA miktarına sahip oldukları görülmüştür.

Siyez bulgurlarında, üç pişirme metodu için de etüvde kurutulan bulgurların daha yüksek TBFA miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Geleneksel pişirilen bulgurların kurutma yöntemleri arasındaki fark diğer pişirme yöntemlerine göre daha fazla oluşmuştur. Mikrodalga ve otoklav pişirilen bulgurların TBFA miktarları arasında önemli bir fark görülmemiştir ve kurutma yöntemlerine göre paralellik göstermiştir.

TFNA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu Şekil 4.21.’ de verilmiştir.



Şekil 4.21. TFNA miktarının “buğday türü x pişirme yöntemi x kurutma yöntemi” interaksyonu

Şekil 4.21 değerlendirildiğinde; en yüksek TFNA miktarı durum-geleneksel-siyez bulgurlarında, en düşük TFNA miktarı ise siyez-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında görülmüştür. Durum bulguruları için en yüksek TFNA miktarı durum-geleneksel-etüv bulgurlarında, en düşük TFNA miktarı ise durum-mikrodalga-etüv bulgurlarında tespit edilmiştir. Siyez bulguruları için ise en yüksek TFNA miktarı siyez-mikrodalga-etüv bulgurlarında, en düşük TFNA miktarı ise etüv-geleneksel-mikrodalga bulgurlarında belirlenmiştir.

Durum bulguruları arasında geleneksel ve otoklav pişirilen bulgurlarda kurutma yöntemleri arasında TFNA miktarı farkı oldukça az bulunurken, mikrodalga pişirilen bulgurlarda kurutma yöntemleri arasındaki TFNA miktarı farkı fazla bulunmuştur ve mikrodalga pişirilen bulgurlardan mikrodalga kurutulanların etüvde kurutulanlardan daha yüksek TFNA miktarına sahip oldukları görülmüştür.

Siyez bulgurlarında, üç pişirme metodu için de etüvde kurutulan bulgurların daha yüksek TFNA miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Geleneksel pişirilen bulgurların kurutma yöntemleri arasındaki fark diğer pişirme yöntemlerine göre daha fazla oluşmuştur. Mikrodalga ve otoklav pişirilen bulgurların TFNA miktarları arasında önemli bir fark görülmemiştir ve kurutma yöntemlerine göre paralellik göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Siyez (*Triticum monococcum*) ve durum (*Triticum durum*) buğdayların bulgura işlenmesinde bioaktif bileşenler ve antioksidan aktivitedeki değişimleri konu alan bu çalışmada kullanılan iki farklı buğday (siyez, durum), üç farklı pişirme (geleneksel, mikrodalga, otoklav) ve iki farklı kurutma (etüv, mikrodalga) yönteminin, örneklerin renk özellikleri, fiziksel özellikleri, bulgur verimleri, pişme özellikleri, duyuusal özellikleri, tekstürel özellikleri, toplam antioksidan aktiviteleri, toplam fenolik madde ve sarı pigment miktarları, fenolik asit profilleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Farklı yöntemlerle üretilen 36 bulgur örneğinin kurumadde miktarları % 90.72 ile % 94.71 arasında değişmiştir.

Bulgurlarda yapılan renk analizi sonuçlarına göre, durum buğdayı bulgura işlenirken açıklık-koyuluk değeri (L) ve sarılık değeri (b) artış göstermiş, kırmızılık değeri (a) ise düşmüştür. Bu durum siyez buğdayı için aynı şekilde olmamıştır. Siyezde L ve b değerleri düşerken, a değeri artış göstermiştir. Bu da bulgura işlendiğinde siyezin koyulaştığını göstermiştir. Bulgurların pişirilmesiyle her iki buğdayda da renk açıklığı ve sarılık değerleri artarken, kırmızılık değerleri ise azalmıştır. Pişirme yöntemlerinden otoklav yönteminin, kurutma yöntemlerinden ise mikrodalga yönteminin bulgurları koyulaştırdığı ve kırmızılık değerini artırdığı gözlenmiştir.

Durum bulgurlarının köftelik bulgur verimi % 24.03 ± 3.41 , pilavlık bulgur verimi % 72.36 ± 4.93 , toplam bulgur verimi % 96.39 ± 2.42 iken siyez bulgurlarında sırasıyla; % 29.02 ± 4.40 , % 67.85 ± 3.55 , % 96.88 ± 1.98 olarak bulunmuştur. Pişirme yöntemlerinin pilavlık ve köftelik bulgur verimine etkisi belirlenemezken, geleneksel pişirme toplam bulgur verimini artırmıştır. Etüvde kurutmanın mikrodalga kurutmaya göre pilavlık ve toplam bulgur verimi açısından daha üstün olduğu, köftelik verimde ise mikrodalga kurutmanın daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Buğday çeşitleri arasındaki pişme özellikleri farkı oldukça fazladır. Siyez bulgurların optimum pişme süresi ortalama 6.5 dakika iken, durum bulgurlarında bu süre 14 dakika olmuştur. Pişme süreleri arasındaki fark bulgurların su kaldırma ve hacim artışına da yansımıştır. Siyez bulguru optimum süre pişirildiğinde; su kaldırma % 102.33 ± 15.77 , durum bulgurunda ise % 216.67 ± 18.13 olarak gerçekleşmiştir. Pişirme yöntemlerinin pişme özellikleri üzerine etkisi kısıtlı olmuştur. Otoklav pişirilen

bulgurlar daha kısa pişme süresine sahipken, geleneksel pişirilen bulgurların pişme süresi daha uzun tespit edilmiştir.

Duyusal analizler pişmemiş ve pişirilmiş bulgurlarda gerçekleştirilmiş ve genel olarak siyez bulgurları durum bulguruna göre daha düşük puanlar almıştır. “Pişmiş bulgurun ağızda çiğneme sırasında bıraktığı his” puanı siyez bulgurlarında daha yüksek olmuştur. Pişirme ve kurutma yöntemlerinin pişmemiş bulgurun duysal özelliklerine etkisi belirlenememiştir. Pişirilmiş bulgurlarda, otoklav pişirilen bulgurların koku ve tat puanı daha yüksek, geleneksel pişirilen bulgurların ise renk ve görünüş puanı daha yüksek tespit edilmiştir. Mikrodalga kurutma yönteminin ise “pişmiş bulgur renk ve görünüş” puanı daha düşük bulunmuştur.

Tekstür profili analizinde optimum süre pişirilen bulgurların sertlik, yapışkanlık, esneklik, çiğnenebilirlik, iç bağlılık ve kendini toplama gücü parametreleri ölçülmüştür. Siyez bulgurlarında sonuçlar bütün parametrelerde durum bulgurlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Siyez bulgurlarının sertlik değeri 20550 ± 4366.88 g iken, durum buğdayında 15579 ± 3531.11 g olmuştur. Yine siyez bulgurlarının çiğnenebilirlik değeri 9011.10 ± 3091.31 iken, durum bulgurlarında 5895.60 ± 1838.52 tespit edilmiştir. Siyez bulguru sertlik ve çiğnenebilirlik ve esneklik parametrelerinde daha yüksek sonuçlar almış, bu sonuçlar ise duysal parametrelerden “Ağızda çiğneme sırasında bıraktığı his” puanıyla paralellik göstermiştir. Mikrodalga pişirilen bulgurlar en fazla, geleneksel bulgurlar ise en az yapışkanlığı gösterirken, otoklav pişirilen bulgurların en yüksek sertliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Kurutma yöntemlerine göre, mikrodalgada kurutulan bulgurlar daha sert ve esnek, etüv kurutulanlar ise daha yapışkan özellik göstermişlerdir. Otoklavda pişirilen bulgurların ve mikrodalgada kurutulan bulgurların çiğnenebilirlik, iç bağlılık ve kendini toplama gücü daha yüksek bulunmuştur.

Buğday ve bulgurların antioksidan aktivitesi tespit etmek için üç yöntem (DPPH, ABTS ve FRAP) kullanılmıştır. DPPH % indirgeme gücü siyez buğdayında % 28.26, durum buğdayında % 26.92 tespit edilmiştir. Siyez bulgurlarında DPPH % indirgeme gücü durum bulgurlarından daha yüksek olmuştur. DPPH % indirgeme gücünde pişirme yöntemleri arasında fark yok iken ($p > 0.05$), mikrodalga kurutulan bulgurlarda daha yüksek belirlenmiştir.

ABTS metoduna göre siyez buğdayında antioksidan aktivite 7.40 μmol troloks eşdeğeri/g, durum buğdayında 8.37 μmol troloks eşdeğeri/g tespit edilmiştir. Bulgura işleme sırasında siyez bulgurların antioksidan aktivite kaybı en fazla % 56.4, durum bulgurlarında ise % 47.5 olmuştur. Antioksidan aktivite pişirme yöntemleri arasında en fazla mikrodalga yönteminde, en az ise otoklav yönteminde korunabilmiştir. Kurutma yöntemlerinden ise etüv yöntemi daha yüksek sonuç vermiştir.

FRAP metoduna göre siyez buğdayı daha yüksek antioksidan aktivite göstermiştir. Ancak bulgura işlendiğinde siyez bulgurlarının daha fazla kayıba uğradığı tespit edilmiştir. Siyez bulgurlarında en fazla % 27 kayıp olurken, durum bulgurlarında bu rakam % 24 olmuştur.

Toplam fenolik madde (TFM) miktarı siyez buğdayı için ortalama 1694.79 $\mu\text{g/g}$ (gallik asit eşdeğeri), durum buğdayı için 1633.24 $\mu\text{g/g}$ (gallik asit eşdeğeri) olarak belirlenmiştir. TFM miktarı bulgura işleme sırasında siyezde en fazla % 44, durum buğdayında ise % 32 azalmıştır. Buğday çeşitlerinin toplam sarı pigment (TSP) miktarları arasında önemli fark tespit edilmiştir. Siyez buğdayının TSP miktarı ortalama 13.99 $\mu\text{g/g}$ (lutein eşdeğeri), durum buğdayında ise 6.76 $\mu\text{g/g}$ (lutein eşdeğeri) tespit edilmiştir. TFM ve TSP miktarları mikrodalga pişirilen bulgurlarda en yüksek, otoklavda pişirilen bulgurlarda ise en düşük olmuştur. Etüvde kurutmanın ise TFM ve TSP miktarlarının korunması açısından daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Buğday ve bulgurlarda ferulik, p-kumarik, sirinjik, p-hidroksibenzoik ve klorojenik asit içerikleri; çözünebilir serbest, çözünebilir konjuge, bağlı ve toplam fenolik asitler olarak ayrı ayrı tespit edilmiştir. Durum buğdayında fenolik asitlerin % 84.98' i bağlı, % 13.13' ü çözünebilir konjuge, % 1.72' si ise çözünebilir serbest formda bulunmuştur. Bu oranlar siyez için sırasıyla; % 79.81, % 18.67 ve % 1.52 olarak tespit edilmiştir. Her iki buğdayda da ferulik asit en yüksek, klorojenik asit ise en düşük miktarlarda tespit edilen asitler olmuştur. Durum buğdayının toplam fenolik asit miktarı ortalama 747.20 $\mu\text{g/g}$, siyez buğdayının ise 582.90 $\mu\text{g/g}$ bulunmuştur. Fenolik asit içeriklerinin bulunduğu formun oransal olarak buğdaylara göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bulgura işleme sırasında her iki buğdayda da en fazla fenolik kaybı çözünebilir konjuge formda tespit edilmiştir. Klorojenik asit her iki buğday türünde de çözünebilir formda tespit edilememiştir.

Bu sonuçlar ışığında getirilebilecek önerileri sıralayacak olursak;

1. Siyez buğdayının iyi bir antioksidan kaynağı olduğu ve özellikle, buğday türleri arasında yüksek sarı pigment miktarına sahip olduğu görülmektedir. Analizlerde kullanılan durum buğdayının da selektif bir çeşit olması nedeniyle besleyici ve fonksiyonel özelliklerinin birçok buğdaya göre üstün olduğu görülmüştür. Her iki buğday türü de biyoaktif bileşenler açısından iyi birer kaynak olarak düşünülmektedir.

2. İki buğday türünün tane yapıları aralarında önemli farklar vardır. Özellikle kabuk soyma aşamasında siyez buğdayından ayrılan kepeğin durum buğdayına göre oldukça az ve unsu karakterde olduğunun gözlenmesi nedeniyle siyez buğdayının durum buğdayına göre oldukça ince bir kepek tabakasına sahip olduğu ve bu nedenle kabuk soyma aşamasında biyoaktif bileşenler açısından zengin olan aleuron tabakasında kayıpların daha fazla olduğu düşünülmektedir. Durum buğdayının daha kalın kepek tabakası, taneyi bulgura işleme sırasında (pişirme, kurutma ve kırma) koruyarak biyoaktif bileşenlerindeki kayıpların daha az olmasını sağlamaktadır. Siyez buğdayının genel olarak durum buğdayına göre daha yüksek olan biyoaktif bileşenlerinin bulgura işlenmesinin ardından daha fazla kayba uğraması bu düşünceleri desteklemektedir. Bu varsayımlar ışığında, siyez bulguru üretiminde kabuk soyma işleminin ya hiç yapılmaması veya çok az yapılması ile söz konusu kayıpların azaltılabileceği söylenebilir.

3. Biyoaktif bileşenlerin, mikrodalga pişirme ve etüv kurutma yöntemlerinde daha fazla korunduğu görülmektedir. Zira mikrodalga pişirme düşük süre, etüv kurutma ise düşük sıcaklık-uzun süre yöntemleri olduğu için tanenin yüksek sıcaklığa maruz kalmadan bulgura dönüşmesini sağlamaktadır.

4. Toplam bulgur verimleri açısından iki buğday türü arasında fark görülmezken, pilavlık bulgur üretimi açısından durum buğdayı önerilebilir. Pilavlık bulgur üretimi için etüv kurutma, köftelik verim için ise mikrodalga kurutma yöntemleri kullanılabilir.

5. Durum buğdayının pişme süresinin siyez buğdayının iki katından fazla olduğu görülmüştür. Pişme özellikleri arasındaki önemli fark, siyez bulgurunu enerji maliyeti açısından avantajlı kılmaktadır.

6. Genel kabul edilebilirlik puanları değerlendirildiğinde; genel bulgur algısına göre farklı renk ve kısmen farklı aromaya sahip olan siyez bulguruna tüketicinin alışmakta zorluk çekmeyeceği söylenebilir.

7. Tekstür profili analizi sonuçlarına göre tketebilirlik açısından siyez bulgurunun daha üstün özelliklere sahip olduğu görülmektedir.

8. Siyez buğdayının biyoaktif bileşenlerinin daha iyi ortaya konulması için karotenoid ve tokoferol profilinin de araştırılması gerektiği düşünülmektedir. Siyez farklı ürünlere işlenerek özellikleri incelenebilir.

9. Siyezın literatür bildirimlerine göre çeşide bağlı olarak incebağırsakta mukozal toksisiteye neden olmaması, bu nedenle glüten intoleransı olan kişiler tarafından tüketebilir bir buğday olabilme umudu da araştırılması gereken bir diğer önemli konu olarak düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- AACC, 1999a. AACC International Method 55-10.01. AACC: St. Paul, MN.
- AACC, 1999b. Method 14-50.01 Approved Methods of the AACC, 10th ed.; AACC: St. Paul, MN.
- Abdel-Aal, E-S. M., Hucl, P., Sosulski, F.W., Bhirud, P.R., 1997. Kernel, milling and baking properties of spring-type spelt and einkorn wheats. *Journal of Cereal Science* 26, 363–370.
- Abdel-Aal, E-S. M., Hucl, P., Sosulski, F.W., Graf, R., Gillott, C., Pietrzak, L., 2001. Screening spring wheat for midge resistance in relation to ferulic acid content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 3559-3566.
- Abdel-Aal, E-S. M., Rabalski, I., 2008. Bioactive compounds and their antioxidant capacity in selected primitive and modern wheat species. *The Open Agriculture Journal*, 2, 7-14.
- Adom, K. K., Sorrells, M. E., Liu, R. H., 2003. Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7825–7834.
- Adom, K. K., Sorrells, M. E., Liu, R. H., 2005. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 6, 2297–2306.
- Acer, Z., 2004. Mikrodalga pişirme ve kurutmanın bulgur kalitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 49 s.
- Anıl, M., 1994. Bulgur yapımında farklı buğday çeşitleri, pişirme yöntemleri ve kurutma sıcaklıklarının ürün kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 59 s.
- Anonymous, 1991. TS 2284. Bulgur Standardı. Türk Standartları Enstitüsü. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112, Bakanlıklar, Ankara.
- Anonymous, 1999. SPSS. Statistical Package for the Social Sciences, 1999. SPSS 10.0 for Windows, Statistical Software, SPSS Inc., Chicago, IL, USA.

- Anonymous, 2009. Türk Gıda Kodeksi, Bulgur Tebliği, <http://www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/2009-24.html> 20.12.2011.
- Aydın, F., 1994. Günümüzde bulgurun önemi ve sorunları. Unlu Mamuller Dünyası Dergisi. Yıl: 3, Sayı: 1., 40-42.
- Bajaj and Sidhu, 1989. Extended milling of indian rice. II. effect on cooking and sensory quality characteristic. *Chemie, Mikrobiologie, Technologie der Lebensmittel*, 12, 46-51.
- Bayram, M., Oner, M. D., Eren, S., 2004. Effect of cooking time and temperature on the dimensions and crease of the wheat kernel during bulgur production. *Journal of Food Engineering*, 64, 43–51.
- Bayram, M., 2005. Modeling of cooking of wheat to produce bulgur. *Journal of Food Engineering*, 71, 179–186.
- Bayram, M., Oner, M. D., 2005. Stone, disc and hammer milling of bulgur. *Journal of Cereal Science*. 41 (3): 291-296.
- Bayram, M. 2006. Determination of the cooking degree for bulgur production using amylose/iodine, centre cutting and light scattering methods. *Food Control*, 17 (5): 331-335.
- Bayram, M., Bozkurt, H. 2007. The use of bulgur as a meat replacement: bulgur-sucuk (a vegetarian dry-fermented sausage). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87 (3): 411-419.
- Bilgiç, H., 2004. Anadolu uygarlıklarının izinde buğdayın kökleri. *Buğday Dergisi*, S. 20, 34-37.
- Bonet A, Rosell C. M., Perez-Munuera I., Hernando I., 2007. Rebuilding gluten network of damaged wheat by means of glucose oxidase treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1301–1307.
- Brandolini, A., Hidalgo, A., Moscaritolo, S., 2008. Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) whole meal flour. *Journal of Cereal Science*, 47, 599–609.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34.
Ankara

- Certel, M. 1990. Makarnalık (Tr.durum) ve ekmeklik (Tr. aestivum) buğdaylardan farklı ısıl işlem uygulamalarıyla üretilen bulgur ve ürünlerinin fiziksel, kimyasal ve duyusal kalite özellikleri. Doktora Tezi. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum. 131 s.
- Certel, M., Ertugay, Z., 1992. Buğdayın bulgura işlenmesi sırasında meydana gelen fizikokimyasal değişimler. Gıda Dergisi. 17 (4): 227-234.
- Certel, M., Erem, F., Konak, Ü.İ., Karakaş, B., 2009. Dondurulmuş hamur ile kısmi olarak pişirilip dondurulmuş hamurlardan üretilen beyaz ekmeklerin fiziksel tekstürel ve duyusal özellikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1): 91-102.
- Champagne, E.T., Lyon, B.G., Min, B.K., Vinyard, B.T., Bett, K.L., Barton II, F.E., Webb, B.D., McClung, A.M., Moldenhauer, K.A., Linscombe, S., McKenzie, K.S., Kohlwey, D.E., 1998. Effects of postharvest processing on texture profile analysis of cooked rice. Cereal Chemistry, 75 (2): 181-186.
- Champagne, E.T., Bett, K.L., Vinyard, B.T., McClung, A.M., Barton II, F.E., Moldenhauer, K.A., Linscombe, S., McKenzie, K.S., 1999. Correlation between cooked rice texture and rapid visco analyser measurements. Cereal Chemistry, 76 (5): 764-771.
- Cheng, Z., Su, L., Moore, J., Zhou, K., Luther, M., Yin, J. J., Yu, L., 2006. Effects of postharvest treatment and heat stress on availability of wheat antioxidants. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54, 15, 5623–5629.
- Çoksöyler, N., Özkaya, Ş. ve H. Boncuk. 1993. Bulgurda aflatoksin oluşma imkanının incelenmesi- I. Gıda Dergisi, 18 (2): 85-89.
- Çömden, M. 1986. Sürekli bulgur üretim tekniği ve bulgur kurutulması. Gıda Sanayi Araştırma Geliştirme Sempozyumu. 85 s.
- D'Egidio, M.G., Nardi, S., Vallega, V., 1993. Grain, flour and dough characteristics of selected strains of diploid wheat, *Triticum monococcum* L. Cereal Chemistry, 70 (3): 298-303.

- Demirkol, Ö.Ş., 2007. Investigation of physical properties of different cake formulations during baking with microwave and infrared-microwave combination. The Degree of Doctor of Philosophy Thesis. Middle East Technical University, The Graduate School of Natural And Applied Sciences, Ankara, 262 p.
- De Vincenzi, M., Luchetti, R., Giovannini, C., Pogna, N.E., Saponaro, C., Galterio G., Gasbarrini, G., 1996. In vitro toxicity testing of alcohol soluble proteins from diploid wheat triticum monococcum in celiac disease. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 11, (6).
- Dordevic, T.M., Siler-Marinkovic, S.S., Dimitrijevic-Brankovic, S.I., 2010. Effect of fermentatiton on antioxidant properties of some cereals and pseudo cereals. *Food Chemistry*, 119, 957-963.
- Edwards, N.M., Izydorczyk, M.S., Dexter, J.E., Biliaderis, C.D., 1993. Cooked pasta texture: comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness. *Cereal Chemistry*, 70 (2): 122-126.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N., 2001. Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ders Notları, Konya.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G., 2002. Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama klavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Yayınları, Yayın No: 335, Erzurum.
- Epstein, J., Morris, C.F., Huber, K.C., 2002. Instrumental texture of white salted noodles prepared from recombinant inbred lines of wheat differing in the three granule bound starch synthase (waxy) genes. *Journal of Cereal Science*, 35 (1): 51-63.
- Esposito, F., Arlotti, G., Bonifati, A. M., Napolitano, A., Vitale, D., Fogliano, V., 2005. Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products. *Food Research International*, 38, 1167–1173.
- Fares, C., Platani, C., Baiano, A., Menga, V., 2010. Effect of processing and cooking on phenolic acid profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta enriched with debranning fractions of wheat. *Food Chemistry*, 119, 1023–1029.

- Fasano, A., Catassi, C., 2001. Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterology*, 120, 636–651.
- Gaines, C.S., Kassuba, A., Finney, P.L., Donelson, J.R., 1992. Instrument measurement of cookie hardness.II. application to product quality variables. *Cereal Chemistry*, 69 (2): 120-125.
- Gao, X., Björk, L., Trajkovski, V., Uggl, M., 2000. Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 2021-2027.
- Gonzalez, J. J., Mccarthy, K. L., Mccarthy, M. J., 2000. Textural and structural changes in lasagna after cooking. *Journal of Texture Studies*, 31 (1): 93-108.
- Guinot, P., Mathlouthi, M., 1991. Instron measurement of sponge cake firmness: Effect of additives and storage conditions, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54 (3): 413-420.
- Hayta, M., 2002. Bulgur Quality as Affected by Drying Methods. *Journal Food Science* 67 (6): 2244-2245.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., Pompei, C., Piscozzi, R., 2006. Carotenoids and tocopherols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 44, 182–193.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., Gazza, L., 2008. Influence of steaming treatment on chemical and technological characteristics of einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) wholemeal flour. *Food Chemistry*, 111, 549–555.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., 2008. Protein, ash, lutein and tocopherols distribution in einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) seed fractions. *Food Chemistry* 107, 444–448.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., 2011. Evaluation of heat damage, sugars, amylases and colour in breads from einkorn, durum and bread wheat flours. *Journal of Cereal Science*, 54, 90-97.
- Hirawan, R., Ser, W.Y., Arntfield S.D., Beta, T., 2010. Antioxidant properties of commercial, regular- and whole-wheat spaghetti. *Food Chemistry*, 119, 258-264.
- Hung, P.V., Maeda, T., Mikatake, K., Morita, N., 2009. Total phenolic compounds and antioxidant capacity of wheat graded flours by polishing method. *Food Research International* 42, 185–190.

- Hung, P.V., Tran, D.L., 2012, Effects of drying methods on bioactive compounds of vegetables and correlation between bioactive compounds and their antioxidants. *International Food Research Journal* 19, (1): 327-332.
- Jiang, X.L., Tian, J.C., Hao, Z., Zhang, W.D., 2008. protein content and amino acid composition in grains of wheat-related species. *Agricultural Sciences in China*. 7 (3): 272-279.
- Kadalkal, C., Ekinci, R., Yapar, A. 2007. The effect of cooking and drying on the water-soluble vitamins content of bulgur. *Food Science and Technology International*. 13 (5): 349-354.
- Kahyaoglu, L. N., 2009. Usage of spouted bed and microwave assisted spouted bed dryers in bulgur production. Master of Science Thesis. Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, 143 p.
- Kahyaoglu, L. N., Sahin, S., Sumnu, G., 2010. Physical properties of parboiled wheat and bulgur produced using spouted bed and microwave assisted spouted bed drying. *Journal of Food Engineering*. 98 (2): 159-169.
- Koca, A.F., Anıl, M., 1996. Farklı pişirme yöntemleri ve kurutma sıcaklıklarının bulgur kalitesine etkileri. *Gıda Dergisi*, 21, 369-374.
- Konak, Ü. İ., Certel, M., Helhel, S., 2009. Gıda sanayisinde mikrodalga uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4 (3): 20-31.
- Kotancılar, H.G., Gerçekaslan, K.E., Karaoğlu, M.M., 2008. Effects of loaf weight and storage time on the qualitative properties of white and traditional vakfikebir breads. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32, 459-467.
- Leenhardt, F., Lyan, B., Rock, E., Boussard, A., Potus, J., Chanliaud, E., Remesy, C., 2006. Wheat lipoxygenase activity induces greater loss of carotenoids than vitamin E during breadmaking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54, 1710–1715.
- Li, W., Pickard, M.D., Beta, T., 2007. Effect of thermal processing on antioxidant properties of purple wheat bran. *Food Chemistry*, 104, 1080-1086.
- Lim, Y.Y., Murtiyaja, J., 2007. Antioxidant properties of *Phyllanthus amarus* extracts as affected by different drying methods. *LWT-Food Science and Technology*, 40, 1664–1669.

- Liyana-Pathirana, C., Shahidi, F., 2007. Antioxidant and free radical scavenging activities of whole wheat and milling fractions. *Food Chemistry*, 101, 1151–1157.
- Loje, H., Moller, B., Laustsen, A. M., Hansen, A., 2003. Chemical composition, functional properties and sensory profiling of einkorn (*Triticum monococcum* L.) *Journal of Cereal Science*, 37, 231-240.
- Martinez-Tome, M., Murcia, A., Frega, N., Ruggieri, S., Jimenez, A. M., Roses, F., Parras, P., 2004. Evaluation of antioxidant capacity of cereal brans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 4690–4699.
- Meral, R., Yıldız, Ö., Doğan, İ.S., 2010. Unların reolojik özelliklerinin belirlenmesinde tekstür analiz cihazının kullanımı ve sonuçların ekstensograf değerleri ile karşılaştırılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (3): 17-24.
- Moore, J., Hao, Z., Zhou, K., Luther, M., Costa, J., Yu, L.L., 2005. Carotenoid, tocopherol, phenolic acid, and antioxidant properties of maryland-grown soft wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 6649-6657.
- Moore, J., Cheng, Z. H., Su, L., Yu, L. L., 2006. Effects of solid-state enzymatic treatments on the antioxidant properties of wheat bran *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 9032–9045.
- Nakajima, J.I., Tanaka, I., Seo, S., Yamazaki, M. and Saito, K., 2004. LC/PDA/ESI-MS profiling and radical scavenging activity of anthocyanins in various berries. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5, 241-247.
- Okarter, N., Liu, C., Sorrells, M.E.;Liu, R.H., 2010. Phytochemical content and antioxidant activity of six diverse varieties of whole wheat. *Food Chemistry*, 119, 249-257.
- Olivera, D.F., Salvadori, V.O., 2006. Textural characterisation of lasagna made from organic whole wheat. *Journal of Food Science and Technology*, 41 (2): 63-69.
- Özboy, Ö. ve H. Köksel. 2001. Bulgur Üretiminin Elektroforetik Özellikleri Üzerine Etkisi. *Gıda.*, 26 (3): 184-189.
- Özkaya, H., Kahveci, B., 1989. Muhtelif buğday çeşitlerinin bulgura işlenmesi sırasında kimyasal bileşimde meydana gelen değişmeler. *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 13 (3a): 644-653.

- Özkaya, H., Kahveci, B., 1990. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri, Gıda Teknolojisi Yayınları No:14, Ankara.
- Özkaya, B., Özkaya, H., Köksel, H., 1993. Farklı durum çeşitlerinden mahalli ve laboratuvar koşullarında yapılmış bulgurların bazı vitamin ve mineral içerikleri. Gıda Dergisi, 18 (3): 189-195.
- Özkaya, B., 1997. Bulgur işleme tekniğinin beslenme kalitesi açısından önemi. 2. Un-Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu, Karaman.
- Panfili, G., Fratianni, A., Irano, M., 2003. Normal Phase High Performance Liquid Chromatography Method for the Determination of Tocopherols and Tocotrienols in Cereals. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 3940–3944.
- Park, J.K., Kim S.S., Kim K.O., 2001. Effect of milling ratio and sensory properties of cooked rice and on physicochemical properties of milled and cooked rice. Cereal Chemistry, 78 (2): 151-156.
- Pizzuti, D., Buda, A., D’odorico, A., D’inca, R., Chiarelli, S., Curioni, A., Martines, D., 2006. Lack of intestinal mucosal toxicity of *Triticum monococcum* in celiac disease patients. Scandinavian Journal of Gastroenterology, 41, 1305-1311.
- Qu, H., Madl, R. L., Takemoto, D. J., Baybutt, R. C., & Wang, W., 2005. Lignans are involved in the antitumor activity of wheat bran in colon cancer SW480 cells. Journal of Nutrition, 135, 598–602.
- Ragae, S., Abdel-Aal, E-S. M., Noaman, M., 2006. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. Food Chemistry, 98, 32–38.
- Randhir, R., Kwon, Y.I., Shetty, K., 2008. Effect of thermal processing on phenolics, antioxidant activity and health-relevant functionality of select grain sprouts and seedlings. International Food Research Journal, 19 (1): 327-332.
- Saraçoğlu, S., 1953. The thiamin content of turkish wheats and corresponding bulgurs. Cereal Chemistry, 30 (8): 323.
- Seçkin, R., 1968. Bulgurun terkip ve yapılışı üzerine bir araştırma. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 320. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. No: 199. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Segev, A., Banadi, H., Galili, L., Hovav, R., Kapulnik, Y., Shomer, I., Galili, S., 2011. Total phenolic content and antioxidant activity of chickpea (*Cicer arietinum* L.)

- as affected by soaking and cooking conditions. *Food and Nutrition Sciences*, 2, 724-730.
- Serpen, A., Gökmen, V., Karagöz, A., Köksel, H., 2008. Phytochemical quantification and total antioxidant capacities of emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) and einkorn (*Triticum monococcum* L.) wheat landraces. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 7285–7292.
- Siebendhandl, S., Grausgruber, H., Pellegrini, N., Del-Rio, D., Fogliano, V., Pernice, R., Berghofer, E., 2007. Phytochemical profile of main antioxidants in different fractions of purple and blue wheat, and black barley. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 8541–8547.
- Sims, R.P.A., Lepage, M., 1968. A basis for measuring the intensity of wheat flour pigments. *Cereal Chemistry*, 45, 605-611.
- Singh, S., Singh, N., 2010. Effect of debranning on the physico-chemical, cooking, pasting and textural properties of common and durum wheat varieties. *Food Research International*, 43, 2277-2283.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic - phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Solah, V.A., Fenton, H., Kerr, D., Crosbie, G.B., and Siryani, S., 2007. Measurement of satiety of wheat-based bulgur by intervention and sensory evaluation, *Cereal Foods World*, 52 (1): 15-19.
- Sollid, L. M., Khosla, C., 2005. Future therapeutic options for celiac disease. *Nature Clinical Practice Gastroenterology & Hepatology*, 2 (3): 140-147.
- Suchowilska, E., Wiwart, M., Borejzso, Z., Packa, D., Kandler, W., Krska, R., 2009. Discriminant analysis of selected yield components and fatty acid composition of chosen *Triticum monococcum*, *Triticum dicoccon* and *Triticum spelta* accessions. *Journal of Cereal Science*, 49, 310–315.
- Sultana, B., Anwar, F., Iqbal, S., 2008. Effect of different cooking methods on the antioxidant activity of some vegetables from Pakistan. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 560–567.

- Şahin, M., Akçura, M., Akçacık Göçmen, A., Aydoğan, S., 2006. Makarnalık buğday ıslahında renk spektrofotometresi ile ölçülen parametrelerin değerlendirilmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 2, 17–21.
- Tacer, Z., 2009. Bulgurun fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 79 s.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. and Byrne, D.H., 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J. Food Composition and Analysis*, 19, 669-675.
- Turkmen, N., Sari, F., Velioglu, Y.S., 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*, 93, 713–718.
- Ünüvar, A.D., 2009. Soyma işlemi ve granülasyon dağılışının bulgurun kalitatif ve besinsel özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 64 s.
- Vaccino, P., Becker, H.A., Brandolini, A., Salamini, F., Kilian, B., 2009. A catalogue of *Triticum monococcum* genes encoding toxic and immunogenic peptides for celiac disease patients. *Molecular Genetics and Genomics*, 281, 289-300.
- Vincentini, O., Maialetti, F., Gazza, L., Silano, M., Dessi, M., De Vincenzi, M., Pogna, N.E., 2007. Environmental factors of celiac disease: Cytotoxicity of hulled wheat species *Triticum monococcum*, *T. Turgidum* ssp. *dicoccum* and *T. aestivum* ssp. *Spelta*. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 22, 1816–1822.
- Wang, J., Rosell, C.M., Barber, C.B., 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, 79 (2): 2002.
- Wieser, H., 2001. Comparative investigations of gluten proteins from different wheat species. III. N-terminal amino acid sequences of α -gliadins potentially toxic for coeliac patients. *European Food Research and Technology*, 213, 183–186.
- Wojdyło A., Figiel A., Oszmianski, J., 2009. Effect of drying methods with the application of vacuum microwaves on the bioactive compounds, color, and

antioxidant activity of strawberry fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1337–1343.

Yıldırım, A., 2004. Effect of different milling systems on selected quality parameters of bulgur. Master of Science Thesis. Gaziantep University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Gaziantep, 83 p.

Yu, L., 2008. *Wheat Antioxidants*. John Wiley & Sons, Incorporated, Hoboken, New Jersey, USA, 276 p.

Zhang, D., Hamausu, Y., 2004, Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry*, 88, 503–509.

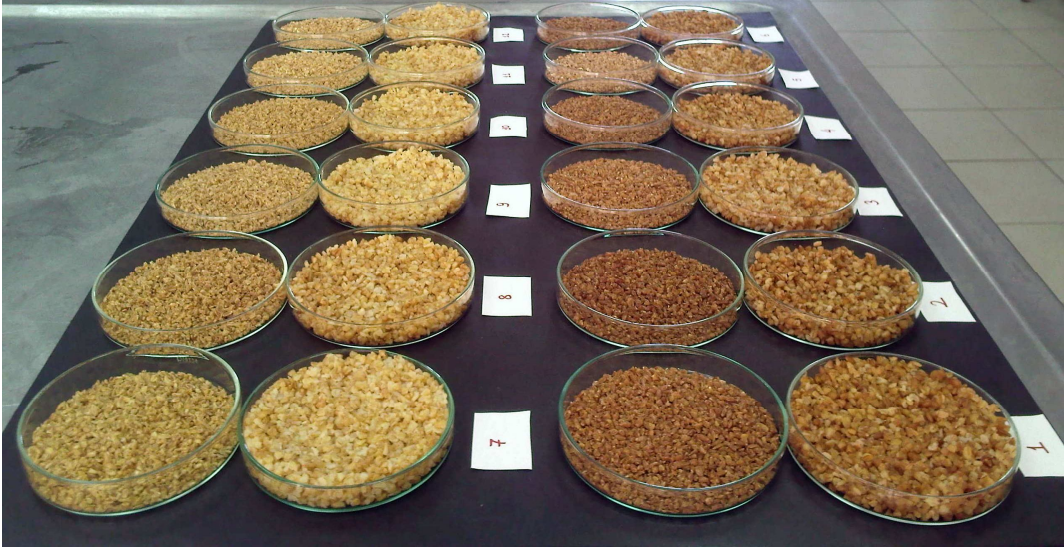
Zhou, K., Su, L., Yu, L., 2004. Phytochemicals and antioxidant properties in wheat bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 6108–6114.

EKLER**EK A**

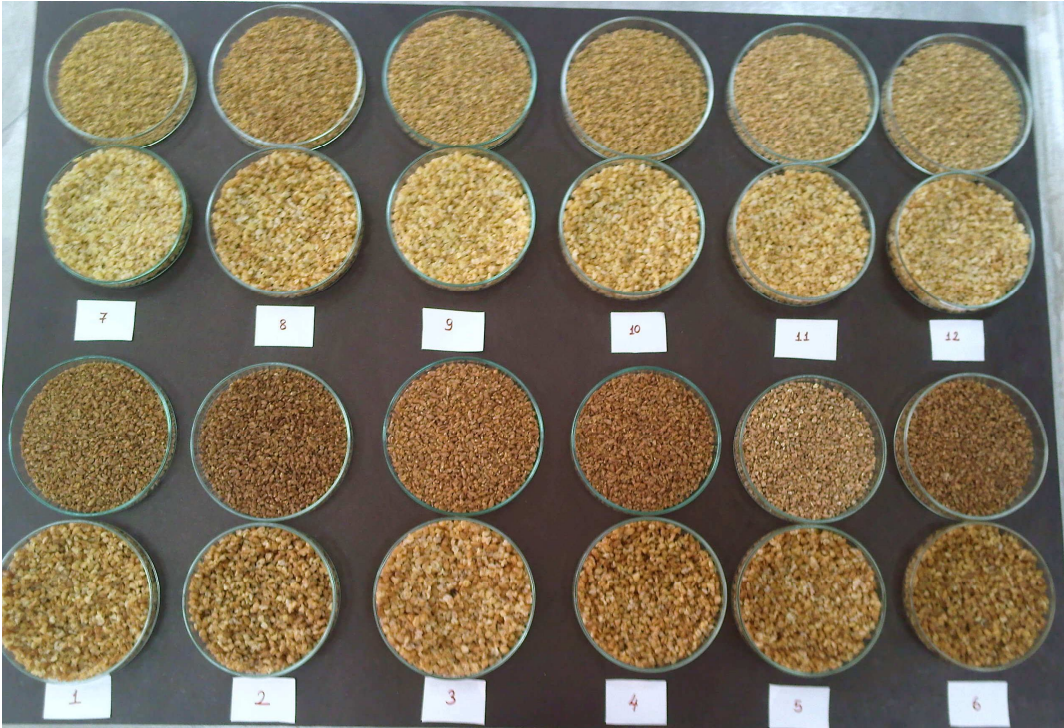
Şekil A.1. Analizlerde kullanılan durum buğdayı



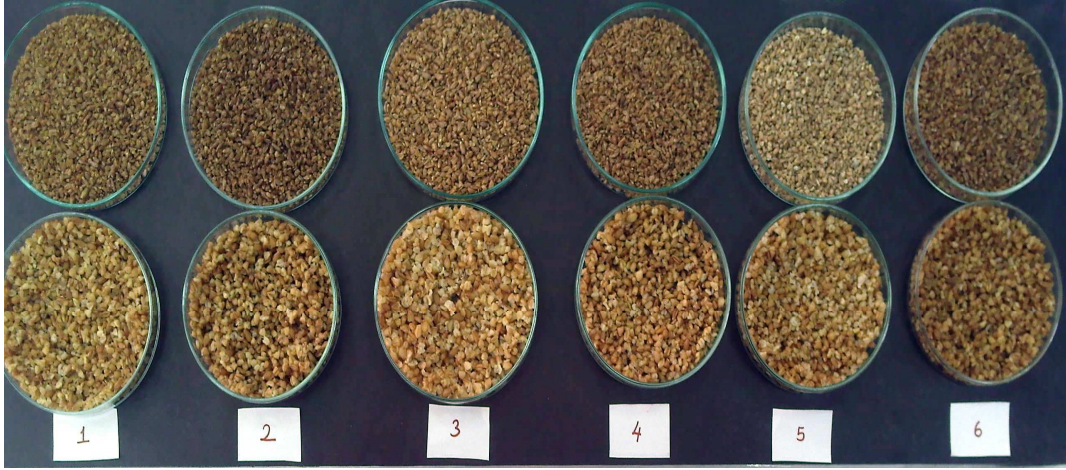
Şekil A.2. Analizlerde kullanılan siyez buğdayı

EK B

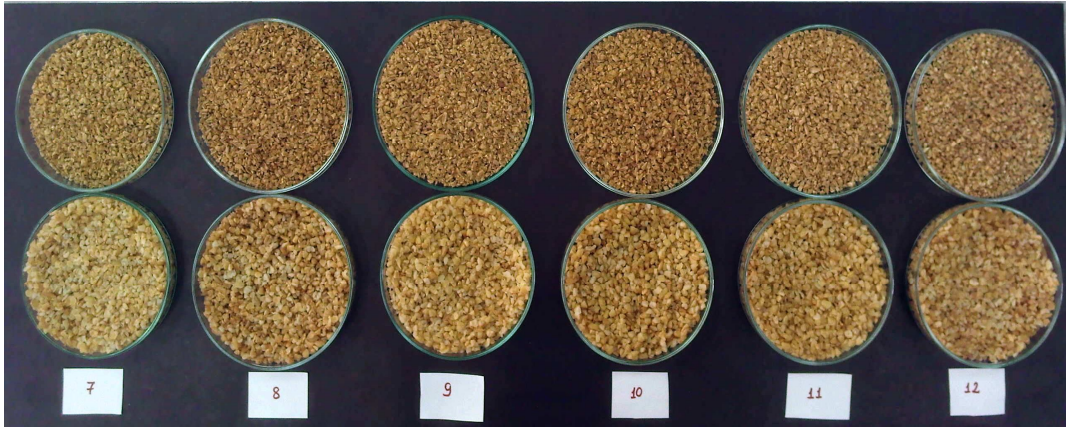
Şekil B.1. Pişmemiş ve pişirilmiş bulgurlar 1 (Durum solda, siyez sağda)



Şekil B.2. Pişmemiş ve pişirilmiş bulgurlar 2 (Durum üstte, siyez altta)



Şekil B.3. Pişmemiş ve pişirilmiş siyez bulgurlar (Pişirimişler altta, pişmemişler üstte) (1: Siyez-Geleneksel-Mikrodalga, 2: Siyez-Otoklav-Mikrodalga, 3: Siyez-Geleneksel-Etöv, 4: Siyez-Otoklav-Etöv, 5: Siyez-Mikrodalga-Etöv, 6: Siyez-Mikrodalga-Mikrodalga bulgurları)



Şekil B.4. Pişmemiş ve pişirilmiş durum bulgurlar (Pişirimişler altta, pişmemişler üstte) (7: Durum-Geleneksel-Mikrodalga, 8: Durum-Otoklav-Mikrodalga, 9: Durum-Geleneksel-Etöv, 10: Durum-Otoklav-Etöv, 11: Durum-Mikrodalga-Etöv, 12: Durum-Mikrodalga-Mikrodalga bulgurları)



Şekil B.5. Siyez-Geleneksel-M.dalga Bulguru



Şekil B.6. Siyez-Otoklav-M.dalga Bulguru



Şekil B.7. Siyez-Geleneksel-Etiv Bulguru



Şekil B.8. Siyez-Otoklav-Etiv Bulguru



Şekil B.9. Siyez-M.dalga-Etiev Bulguru



Şekil B.10. Siyez-M.dalga-M.dalga Bulguru



Şekil B.11. Durum-Geleneksel-M.dalga Bulguru



Şekil B.12. Durum-Otoklav-M.dalga Bulguru



Şekil B.13. Durum-Geleneksel-Siyez Bulguru



Şekil B.14. Durum-M.dalga-Etöv Bulguru

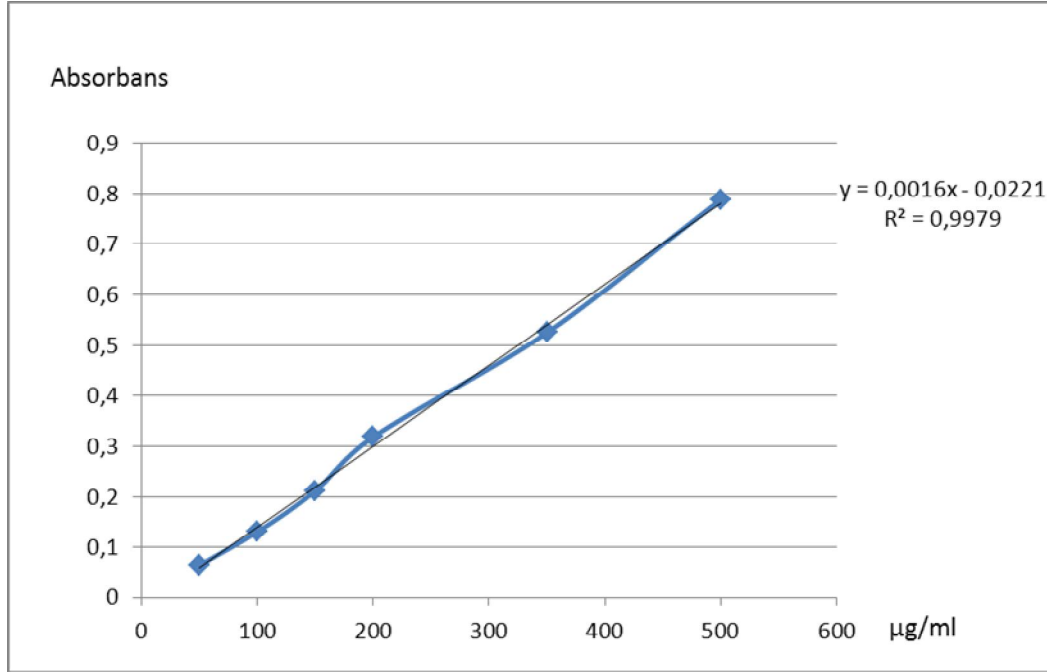


Şekil B.15. Durum-M.dalga-Etöv Bulguru

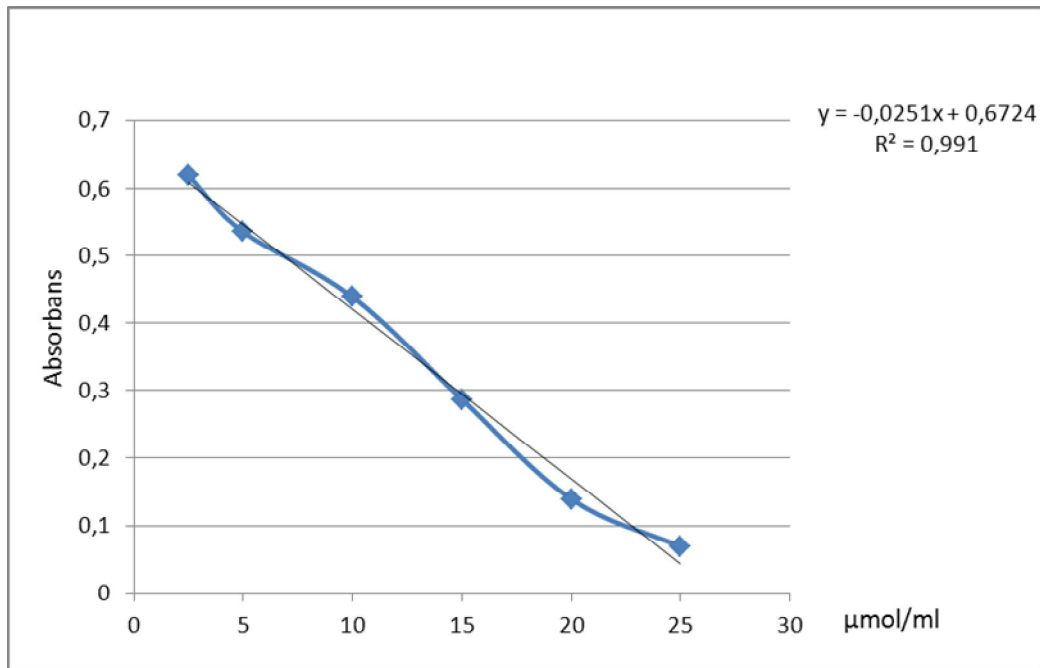


Şekil B.16. Durum-M.dalga-M.dalga Bulguru

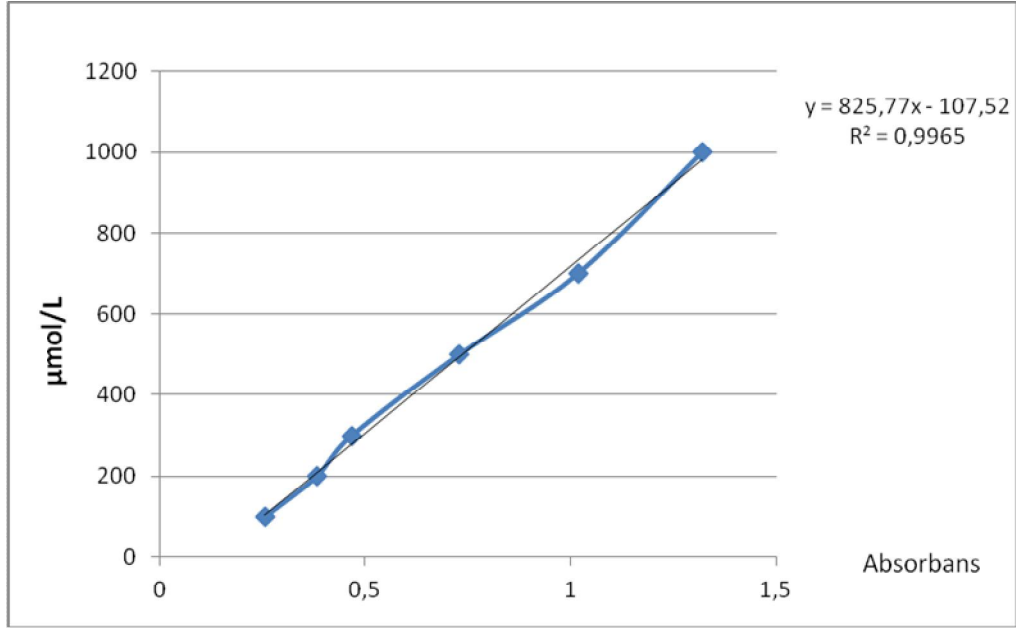
EK C



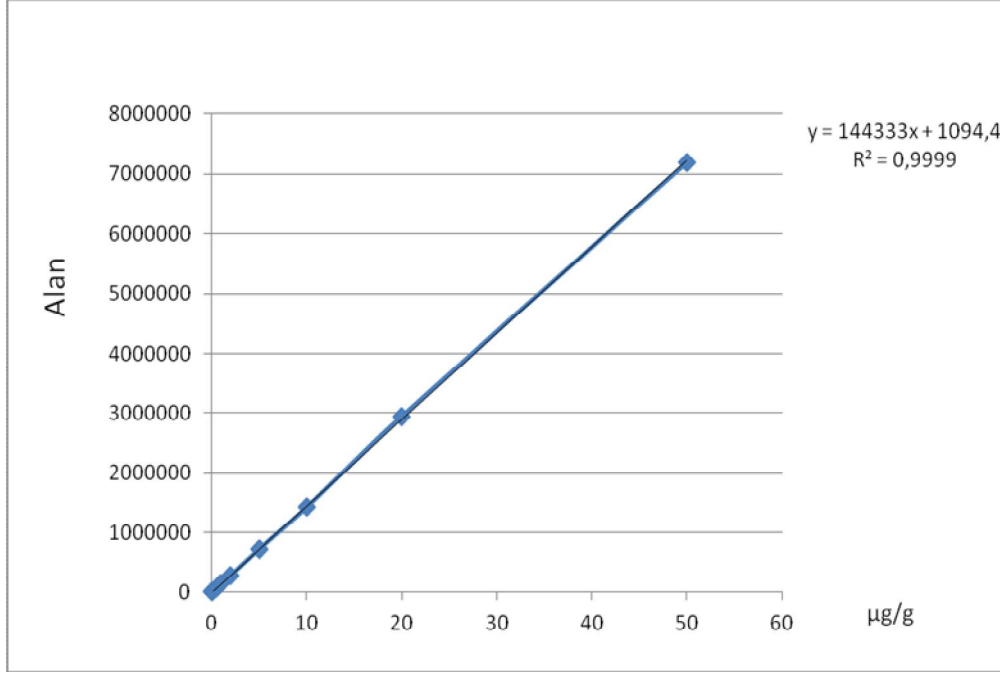
Şekil C.1. Gallik asit kalibrasyon eğrisi



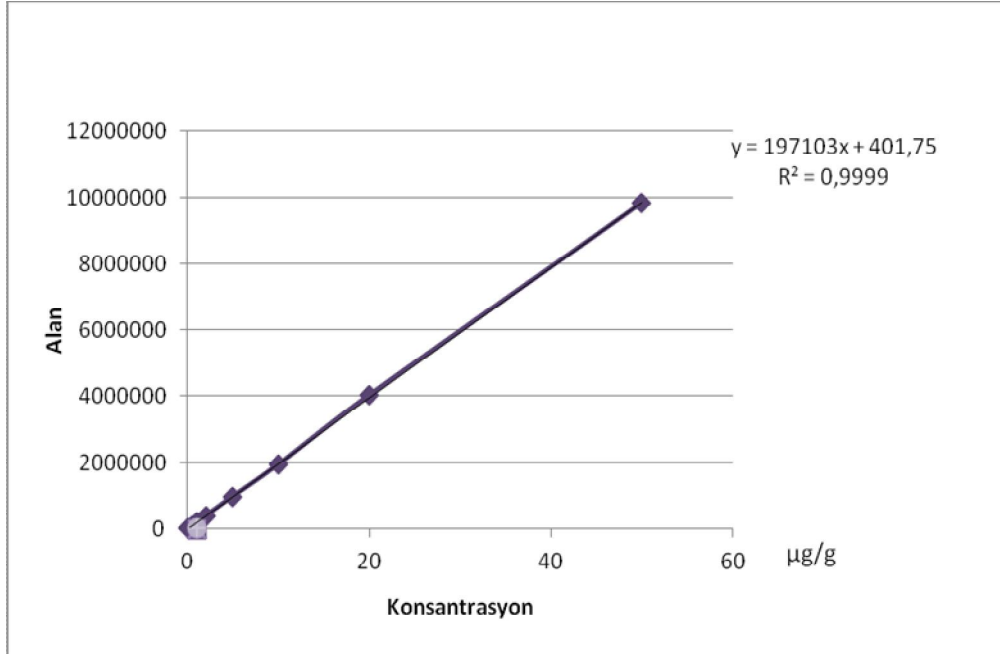
Şekil C.2. Troloks kalibrasyon eğrisi



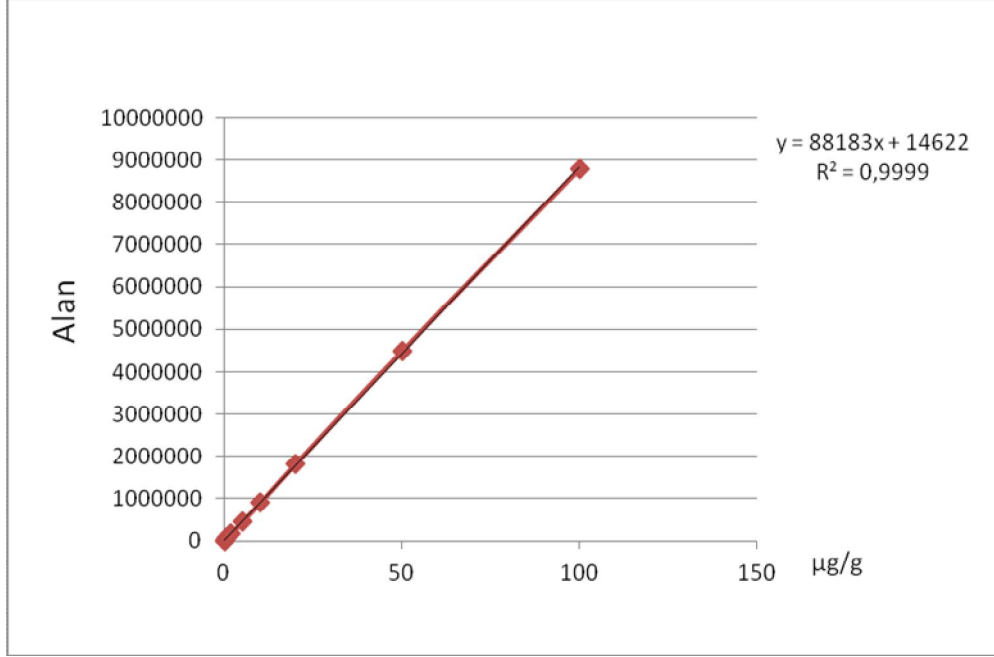
Şekil C.3. Demir sülfat 6 sulu kalibrasyon eğrisi

EK D

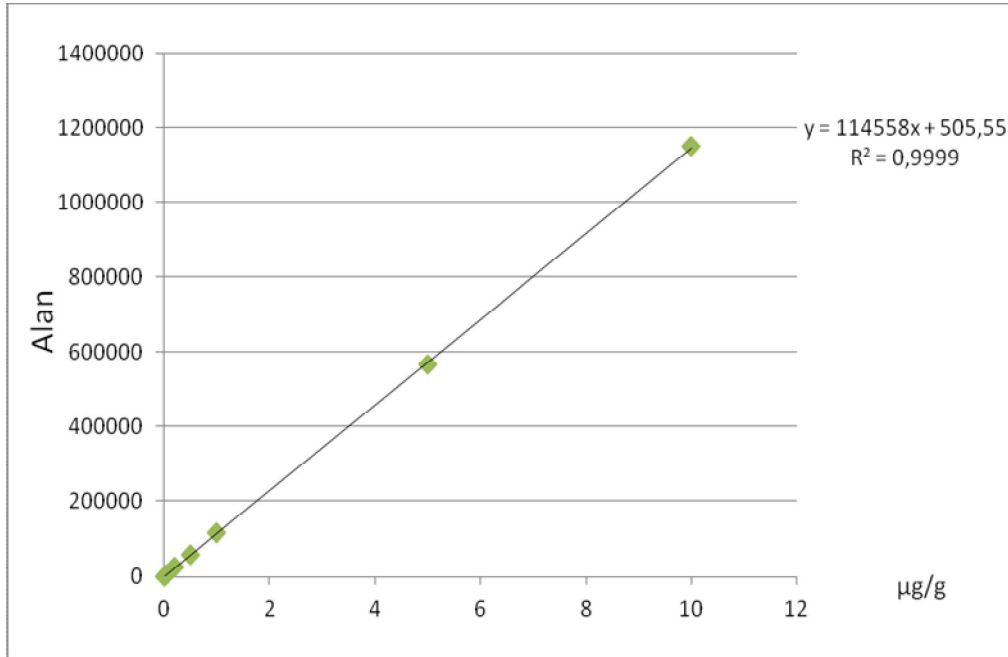
Şekil D.1. Ferulik asit kalibrasyon eğrisi



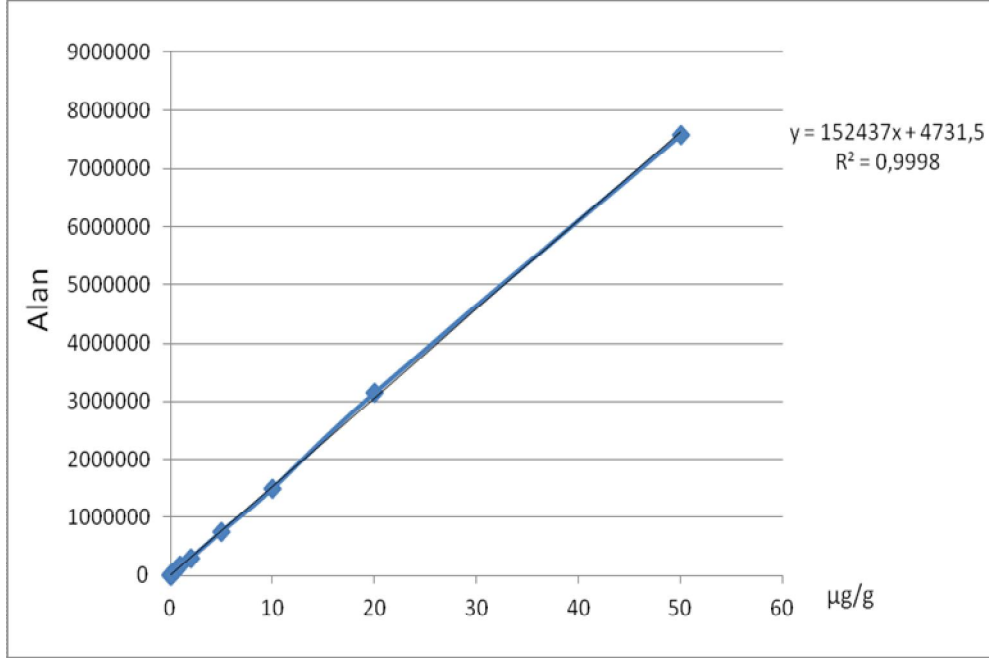
Şekil D.2. p-Kumarik asit kalibrasyon eğrisi



Şekil D.3. Sirinjik asit kalibrasyon eğrisi



Şekil D.4. Klorojenik asit kalibrasyon eğrisi



Şekil D.5. p-Hidroksibenzoik asit kalibrasyon eğrisi

ÖZGEÇMİŞ

AD-SOYAD: VOLKAN ARİF YILMAZ

DOĞUM YERİ: ERZURUM

DOĞUM TARİHİ: 16/07/1985

MEDENİ HALİ: BEKAR

BİLDİĞİ YABANCI DİLLER: İNGİLİZCE-ALMANCA

EĞİTİM DURUMU:

LİSE: ERZURUM ANADOLU LİSESİ 1996-2003

LİSANS: EGE ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ GIDA
MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ 2004-2008

ÇALIŞTIĞI KURUM: ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI 2010-

İLETİŞİM BİLGİLERİ: ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK
FAKÜLTESİ GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ATAKUM/SAMSUN

TEL: 0362 3121919-1514 – 0533 3362367