

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÜLKEMİZDE YETİŞTİRİLEN BAZI MISIR ÇEŞİTLERİNE UYGULANAN
ALKALİ PİŞİRME İŞLEMİNİN MISIR UNLARININ KARAKTERİSTİK
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN: Mustafa Şamil ARGUN
DANIŞMAN: Prof. Dr. İsmail Sait DOĞAN

VAN-2016

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÜLKEMİZDE YETİŞTİRİLEN BAZI MISIR ÇEŞİTLERİNE UYGULANAN
ALKALİ PİŞİRME İŞLEMİNİN MISIR UNLARININ KARAKTERİSTİK
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN: Mustafa Şamil ARGUN

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından **2014-FBE-D036** No'lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2016

KABUL VE ONAY SAYFASI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. İsmail Sait DOĞAN danışmanlığında, Mustafa Şamil ARGUN tarafından sunulan “Ülkemizde Yetiştirilen Bazı Mısır Çeşitlerine Uygulanan Alkali Pişirme İşleminin Mısır Unlarının Karakteristik Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 05/01/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. İsmail Sait DOĞAN

İmza:

Üye: Prof. Dr. Selman TÜRKER

İmza:

Üye: Doç. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Raciye MERAL

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 05/01/2016 tarih ve 2016/1-I sayılı kararı ile onaylanmıştır.



İmza

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

Mustafa Şamil ARGUN

ÖZET

ÜLKEMİZDE YETİŞTİRİLEN BAZI MISIR ÇEŞİTLERİNE UYGULANAN ALKALİ PİŞİRME İŞLEMİNİN MISIR UNLARININ KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

ARGUN, Mustafa Şamil
Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail Sait DOĞAN
Ocak 2016, 123 sayfa

Türkiye’de yetiştirilen bazı atdışi ve sert mısır çeşitlerine % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 konsantrasyonlarında ilave edilen $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile uygulanan 30 dk. ve 45 dk. alkali pişirmenin mısır unlarının fonksiyonel özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Alkali pişirmenin 30 dk.’dan 45 dk.’ya uzaması mısırların su absorpsiyonunu yaklaşık % 1.6 arttırmış, su absorpsiyonu sert mısırlarda daha düşük bulunmuştur. En yüksek su absorpsiyonu % 0.4 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Kullanılan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ miktarının artması kül içeriklerini % 0.27-0.54 arasında arttırmış ($P<0.01$); bu artış atdışi mısır çeşitlerinde daha yüksek bulunmuştur. Pişirilen mısır unlarının pH değerleri $\text{Ca}(\text{OH})_2$ seviyesiyle doğru orantılı olarak (6.41-8.82) artmıştır ($P<0.01$). Sarı renkli mısır unlarında pişirmeyle oluşan renk farklılığı (ΔE) en fazla % 0.4 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonunda gözlenmiş ve artan konsantrasyonlarda ΔE değeri düşmüştür. Beyaz mısırlarda ise tam tersine ΔE değeri % 0.4 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kullanılan pişirmede en düşük seviyededir ($P<0.01$). Pişirmede $\text{Ca}(\text{OH})_2$ miktarının artmasıyla jelatinizasyon sıcaklıkları 1.9-5.5 °C arasında düşmüş; unların pik, katılaşma ve son viskozitelerindeki artış ise atdışi mısırlarda % 18-22, sert mısırlarda ise % 57-67 seviyelerinde olmuştur. Alkali pişirmeyle mısır unlarının albumin ve globulin proteinlerinde önemli miktarda, zein proteininde ise düşük seviyelerde azalma olmuştur. Mısır unlarının serbest fenolik madde içeriklerinin ve antioksidan aktivitelerinin alkali pişirmeyle arttığı, bağlı fenoliklerin antioksidan aktivitelerinin ise azaldığı belirlenmiştir ($P<0.01$). Pişirme işlemiyle atdışi mısırlarda fitik asit miktarı ortalama % 29, sert mısırlarda ise % 35 azalmıştır ($P<0.01$). Mısırların serbest niasin içerikleri 30 dk. pişirme ile % 19-67 arasında azalırken, 45 dk. pişirme ile % 11-75 arasında artmıştır ($P<0.01$).

Anahtar kelimeler: Atdışi mısır, Sert mısır, Alkali pişirme, Viskozite, Jelatinizasyon, Serbest niasin, Fenolik bileşen

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF THE ALKALI COOKING PROCESS APPLIED TO SOME CORN VARIETIES GROWN IN TURKEY ON CHARACTERISTIC PROPERTIES OF CORN FLOURS

ARGUN, Mustafa Samil

PhD Thesis, Department of Food Engineering

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Ismail Sait DOĞAN

January 2016, 123 pages

The effect of the alkaline cooking process at 30 min and 45 min applied to some dent corn and flint corn varieties grown in Turkey by adding of Ca(OH)_2 in 0.0, 0.4, 0.8 and 1.2 % concentrations were investigated on functional properties of corn flours. The prolongation of the alkali cooking process from 30 min to 45 min was increased water absorption of corns approx. 1.6 %, the water absorption of flint corn was found lower than that of dent corn. The highest water absorption was observed in the sample of Ca(OH)_2 added at 0.4 %. Ash contents increased 0.27-0.54 % by increasing of the Ca(OH)_2 amount used in the alkali cooking ($P<0.01$), this increase was found higher in dent corn varieties. Corn pH values increased in direct proportion with Ca(OH)_2 amount applied the alkali cooking to 6.41-8.82 ($P<0.01$). Color difference (ΔE) in yellow corns applied the alkali cooking process was observed mostly in 0.4 % Ca(OH)_2 and ΔE value decreased by increasing Ca(OH)_2 concentrations. In contrast, ΔE value of white corns was at the lowest level in the alkali cooking process used 0.4 % Ca(OH)_2 ($P<0.01$). Gelatinization initial temperatures decreased 1.9-5.5 °C approx. by increasing Ca(OH)_2 concentrations in the alkali cooking, increases in peak, setback and final viscosity of corns were 18-22 % in dent corns and 57-67 % in flint corns. Decrease occurred at important levels in albumin and globulin proteins of corn varieties, but at low levels in zein proteins by the alkali cooking process. Free phenolic contents and antioxidant activities of flours were increased, but antioxidant activities of bonded phenolics were decreased ($P<0.01$). Phytic acid decreased 29 % average in dent corns, 35% average in flint corns by the alkali cooking process ($P<0.01$). Free niacin contents of corns in alkali cooking at 30 min decreased 19-67 %, increased 11-75 % at 45 min cooking ($P<0.01$).

Keywords: Dent corn, Flint corn, Nixtamalization, Viscosity, Gelatinization, Free niacin, Phenolic component.

ÖN SÖZ

Bu çalışmada ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen bazı atdışı ve sert mısır çeşitlerine farklı Ca(OH)_2 seviyeleri ile farklı pişirme sürelerinde alkali pişirme işlemi uygulanmış ve elde edilen mısır unlarının karakteristik özelliklerinin bu işlemlerle nasıl değiştiği araştırılmıştır. Çalışmanın sonunda un özelliklerini etkileme açısından alkali pişirme normları arasındaki farklılıklar ortaya konmuştur. Çalışmanın mısır ve ürünleriyle ilgilenen üreticilere ve araştırmacılara faydalı olmasını temenni ediyoruz.

Bu tez çalışmasını bitirmeye beni muvaffak eden Cenab-ı Hakk'a hamd ediyorum. Çalışmalarım boyunca, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. İsmail Sait DOĞAN'a en samimi duygularıyla teşekkür ederim. Ayrıca tez izleme komitemde bulunarak çalışmalarım boyunca sürekli yardımlarını gördüğüm Prof. Dr. Selman TÜRKER ve Doç Dr. Yusuf TUNÇTÜRK'e, laboratuvar imkânlarını benimle paylaşan Iğdır Üniveristesi Gıda Mühendisliği Bölümüne ve Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ'ın zatında bütün öğretim elemanlarına, laboratuvar çalışmalarımnda hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Mubin KOYUNCU'ya ve katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Raciye MERAL ve Arş. Gör. Dr. Şenol KÖSE'ye ve tez projemizi destekleyen YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na teşekkürlerimi sunarım.

2016

Mustafa Şamil ARGUN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvii
EKLER DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	3
2.1. Mısır	3
2.2. Alkali Pişirme	4
2.3. Alkali Pişirmenin Tane Üzerine Etkileri	6
2.3.1. Perikarp tabakası üzerine etkileri	6
2.3.2. Nişasta üzerine etkileri	6
2.3.3. Proteinlerin üzerine etkileri	8
2.3.4. Fenolik maddeler ve antioksidan aktivite üzerine etkileri	9
2.3.5. Fitik asit üzerine etkileri	11
2.3.6. Niasin (B ₃ vitamini) üzerine etkileri	11
2.3.7. Mikotoksinler üzerine etkileri	12
2.3.8. Diğer etkileri	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Mısır Çeşitlerinin Temini	14
3.2. Kimyasal Maddelerin Temini	15
3.3. Örneklerin Hazırlanması	15

3.4. Ön Deneme	16
3.5. Pişirilmemiş Mısırların Fiziksel ve Kimyasal Analizleri	16
3.6. Alkali Pişirilen Örneklerin Kimyasal Analizleri.....	16
3.7. Mısır Unlarının Renk Değerleri	17
3.8. Mısır Unlarının Viskozite Özelliklerinin Belirlenmesi	17
3.9. Elektroforez (SDS-PAGE) Analizi	18
3.9.1. Proteinlerin ekstraksiyonu.....	18
3.9.2. Protein fraksiyonlarının SDS-PAGE analizi.....	18
3.9.2.1. Protein örneklerinin hazırlanması.....	20
3.9.2.2. Poliakrilamid jelin hazırlanması	20
3.9.2.3. Örneklerin jelde yürütülmesi	20
3.9.2.4. Jelin boyanması ve taranması	21
3.10. Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Tayini	21
3.10.1. Örneklerden serbest ve bağlı fenoliklerin ekstraksiyonu	21
3.10.2. Serbest ve bağlı fenolik madde miktarlarının belirlenmesi.....	22
3.10.3. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi	22
3.10.3.1. DPPH yöntemi	22
3.10.3.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK) yöntemi.....	23
3.11. Fitik Asit Tayini.....	23
3.12. Mısır Unlarının Serbest Niasin Miktarlarının Belirlenmesi.....	24
3.13. Mısır Unlarının Mikroskopik Analizi	26
3.14. İstatistiksel Analizler	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	27
4.1. Pişirilmemiş (Kontrol) Mısırların Fiziksel, Kimyasal ve Reolojik Özellikleri	27
4.2. Pişirilmemiş Mısırların Renk Değerleri.....	29
4.3. Pişirilmemiş Mısırların Fenolik Madde Miktarları.....	30

4.4. Pişirilmemiş Mısırların Anitioksidan Aktivite Özellikleri	31
4.5. Pişirilmemiş Mısırların Fitik Asit ve Serbest Niasin İçerikleri	33
4.6. Alkali Pişirme Şartlarının Pişirme Sonrası Mısır Danelerinin Su Absorpsiyonuna Etkisi	34
4.7. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Kül İçeriğine Etkisi.....	35
4.8. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Protein İçeriğine Etkisi	36
4.9. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının pH Değerlerine Etkisi	37
4.10. Alkali Pişirme Sonunda Mısır Unlarında Oluşan Renk Farklılıkları (ΔE)	38
4.11. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Viskozite Özellikleri Üzerine Etkisi.....	40
4.11.1. Jelatinizasyon sıcaklığına etkisi	40
4.11.2. Pik viskozitesine etkisi	41
4.11.3. Katılaşma viskozitesi üzerine etkisi	43
4.11.4. Son viskozite değeri üzerine etkisi.....	44
4.12. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Protein Fraksiyonları Üzerine Etkisi	45
4.13. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Serbest ve Bağlı Fenolik Madde İçeriği Üzerine Etkisi.....	50
4.14. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Serbest ve Bağlı Antioksidanlarının DPPH Radikalini Temizleme Gücü Üzerine Etkisi	53
4.15. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının TEAK Değerleri Üzerine Etkisi	55
4.16. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Fitik Asit İçeriğine Etkisi	58
4.17. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Serbest Niasin İçeriği Üzerine Etkisi.....	60
4.18. Alkali Pişirilen Mısır Unlarının Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüleri....	62
5. SONUÇ.....	69
KAYNAKLAR.....	73
EKLER	86
ÖZGEÇMİŞ.....	123

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Mısır danesinin ana morfolojik tabakalarının ve başlıca bileşenlerinin danede dağılımı	4
Çizelge 3.1. RVA Bilgisayar Profili	17
Çizelge 4.1. Pişirilmemiş mısırların bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	27
Çizelge 4.2. Pişirilmemiş mısırların viskozite değerleri	29
Çizelge 4.3. Pişirilmemiş mısırlara ait unların renk değerleri	30
Çizelge 4.4. Pişirilmemiş mısırların fenolik madde içerikleri	30
Çizelge 4.5. Pişirilmemiş mısırların TEAK içerikleri	32
Çizelge 4.6. Pişirilmemiş mısırların fitik asit ve serbest niasin içerikleri	33

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan atdişi mısır çeşitleri.....	14
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan sert mısır çeşitleri.	14
Şekil 4.1. Pişirilmemiş mısırların toplam fenolik madde miktarları	31
Şekil 4.2. Pişirilmemiş mısır ekstraktlarının DPPH radikalini inhibe etme oranı	32
Şekil 4.3. Pişirilmemiş mısırların TEAK içerikleri	33
Şekil 4.4. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının mısır danelerinin pişirme sonrası su absorpsiyonuna etkisi	35
Şekil 4.5. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının mısır unlarının kül içeriğine etkisi	35
Şekil 4.6. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının mısır unlarının protein içeriklerine etkisi	37
Şekil 4.7. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının mısır unlarının pH değerlerine etkisi.....	38
Şekil 4.8. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının mısır unlarının ΔE değerlerine etkisi	40
Şekil 4.9. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının unların jelatinizasyon sıcaklıklarına etkisi	41
Şekil 4.10. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının mısır unlarının pik viskozitesine etkisi	42
Şekil 4.12. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının mısır unlarının son viskozite değerleri üzerine etkisi	45
Şekil 4.13. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının atdişi mısır çeşitlerinin albumin ve globulin proteinleri üzerine etkisi	46
Şekil 4.14. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin albumin ve globulin proteinleri üzerine etkisi	46

Şekil	Sayfa
Şekil 4.15. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdişi mısır çeşitlerinin zein proteinleri üzerine etkisi.....	48
Şekil 4.16. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin zein proteinleri üzerine etkisi.....	48
Şekil 4.17. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdişi mısır çeşitlerinin glutelin proteinleri üzerine etkisi	49
Şekil 4. 18. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin glutelin proteinleri üzerine etkisi	50
Şekil 4.19. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdişi mısır çeşitlerinin fenolik madde içerikleri üzerine etkisi.....	52
Şekil 4.20. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin fenolik madde içerikleri üzerine etkisi.....	52
Şekil 4.21. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdişi mısır çeşitlerinin DPPH radikalini temizleme gücü üzerine etkisi	54
Şekil 4.22. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin DPPH radikalini temizleme gücü üzerine etkisi	54
Şekil 4.23. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdişi mısır çeşitlerinin TEAK değerleri üzerine etkisi	56
Şekil 4.24. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin TEAK değerleri üzerine etkisi	57
Şekil 4.25. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdişi mısır çeşitlerinin fitik asit içeriği üzerine etkisi.....	59
Şekil 4.26. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin fitik asit içeriği üzerine etkisi.....	60
Şekil 4.27. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdişi mısır çeşitlerinin serbest niasin içeriği üzerine etkisi	61
Şekil 4.28. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin serbest niasin içeriği üzerine etkisi	61
Şekil 4.29. Alkali pişirme işleminin 1 nolu mısır çeşidinin yapısal özellikleri üzerine etkisi.....	64

Şekil**Sayfa**

Şekil 4.30. Alkali pişirme işleminin 2 nolu mısır çeşidinin yapısal özellikleri üzerine etkisi.....	65
Şekil 4.31. Alkali pişirme işleminin 3 nolu mısır çeşidinin yapısal özellikleri üzerine etkisi.....	66
Şekil 4.32. Alkali pişirme işleminin 4 nolu mısır çeşidinin yapısal özellikleri üzerine etkisi.....	67
Şekil 4.33. Alkali pişirme işleminin 5 nolu mısır çeşidinin yapısal özellikleri üzerine etkisi.....	68

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

ΔE	Toplam renk farklılıkları
cP	Centipoise
dk.	Dakika
g	Gram
mmol	Milimol
μg	Mikrogram
μmol	Mikromol
μL	Mikrolitre
mL	Mililitre
mg	Miligram
sa.	Saat
rpm	Dakikada devir sayısı

Kısaltmalar

Açıklama

AACC	Amerikan Hububat Kimyacılar Birliği
BHT	Bütillenmiş Hidroksi Toluen
BSM	Beyaz Sert Mısır
DPPH	2,2-difenilpikrilhidrazil
GA	Gallik Asit
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
KM	Kuru Madde
SDS-PAGE	Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforezi
SSM	Sarı Sert Mısır
TE	Troloks Eşdeğeri

SİMGELER VE KISALTMALAR (Devam)

TEAK	Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi
DSC	Diferansiyel Tarama Kalorimetrisi
SD	Serbestlik Derecesi
KT	Karelerin Toplamı
KO	Kareler Ortalaması

EKLER DİZİNİ

	Sayfa
Ek 1. Alkali pişirilen mısır çeşitlerine ait çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları.....	86
Ek 2. Alkali pişirilen mısır çeşitlerine ait varyans analizi sonuçları.....	116

1. GİRİŞ

Dünyada üretilen mısırın yaklaşık % 27'si, ülkemizde ise % 55'i insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Mısır ve ürünlerinin gıda endüstrisinde geniş bir kullanım alanı vardır. Mısırın yaş öğütülmesi ile elde edilen ürünlerden gluten, nişasta ve nişastadan elde edilen glikoz şurubunun gıda sanayinde kullanımı yaygındır. Mısır embriyosundan endüstriyel mısır özü yağı üretilmektedir. Bunlara ilave olarak mısır fermentasyon ürünleri ve mısırdan elde edilen enzimler de gıda sanayiinde kullanılmaktadır (Kırtok, 1998; Yalçın, 2006). Çölyak hastalarının duyarlılık gösterdiği prolamin grubu proteinler buğday, arpa, çavdar ve yulafta bulunurken, mısır, pirinç, soya ve darıda (sorgum) bulunmamaktadır; dolayısıyla çölyak hastaları bu tahıllara karşı duyarlılık göstermezler (Ün ve Aydoğdu, 2003). Gluteni tüketemeyen çölyak hastaları için glutensiz gıdaların üretilmesinde de mısır ve ürünleri kullanılabilir. Olexová ve ark. (2006), glutensiz fırın ürünlerinin üretiminde mısır, pirinç ve soya unlarının guar ve amarantlarla birlikte kullanıldığını ifade etmişlerdir (Türksoy ve Özkaya, 2006). Mısırın bu yaygın kullanımı ve öneminden dolayı mısırın bileşimi ve bileşiminde meydana gelecek değişiklikler önem taşımaktadır.

Alkali pişirme, mısır danelerinin kalsiyum hidroksit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ilavesiyle pişirilmesi, dinlendirilmesi ve daha sonra da yıkanmasını içeren bir işlemdir. Bu işlem sonunda elde edilen ürüne “nikstamal” denir. Nikstamal, özellikle Latin Amerika ülkelerinde tüketilen çeşitli ürünlerin (tortilla, mısır cipsi, tamales, tostadas, tacos, enchiladas, atoles vb.) üretiminde kullanılır. Nikstamal “masa” olarak isimlendirilen nikstamal hamurunu elde etmek için taze olarak öğütülebileceği gibi, kurutulup öğütülerek instant masa unu elde edilmesinde de kullanılabilir (Cornejo-Villegas ve ark., 2010, Guzmán ve ark., 2011).

Alkali pişirmenin pişirme ve dinlendirme aşamalarında mısır danesinde bir dizi fiziksel, kimyasal ve reolojik değişiklikler meydana gelir. Perikarp tabakasının uzaklaşması kolaylaşır, pişirme suyundan taneye kalsiyum iyon geçişi olur, nişasta kısmen jelatinize olur. Nişastanın viskozite özelliklerinde ve jelatinizasyon sıcaklıklarında değişimler meydana gelir. Pişirme suyundan taneye geçen kalsiyum iyonlarıyla nişasta ve zein proteinleri arasında bağlar meydana gelir (Méndez-Montealvo ve ark., 2008; Guzmán ve ark., 2009).

Danede bağılı formda bulunan niasin (B₃ vitamini) alkali pişirmede Ca(OH)₂'in etkisiyle serbest hale geçmekte ve biyoyararlılığı artmaktadır (Sefa-Dedeh ve ark., 2004). Alkali pişirmeyle danede *Fusarium verticillioides*, *Fusarium proliferatum* ve *Aspergillus flavus* tarafından üretilen mikotoksinler de önemli ölçüde azalmakta veya zararsız hale gelmektedir (Méndez-Albores ve ark., 2004; Burns ve ark., 2008).

Ayrıca mısır, çölyak (gluten enteropatisi) hastaları tarafından da yaygın olarak tüketilmekte ve alkali beslenmenin kemik sağlığını iyileştirici, kas yıkımı ve yüksek tansiyonu düşürücü, kalp ve damar sağlığı ile hafıza üzerine olumlu etkileri ve bazı yüksek pH gerektiren kemoterapötik maddelerin etkinliğini arttırıcı özelliği bulunmaktadır (Schwalfenberg, 2011; Bülbül ve Bülbül, 2014). Mısırın alkali ortamda pişirilmesi beslenme açısından da oldukça önem kazanmış durumdadır.

Bu faydalarından dolayı alkali uygulaması mısırdan üretilen gıdaların hazırlanmasında önemli bir aşamadır. Ülkemizde bu konu üzerine yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yapılan bu çalışma önemli bir boşluğu dolduracaktır.

Bu çalışmada ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen atdışi (*Zea mays* var. *indentata*) ve sert mısır (*Zea mays* var. *indurata*) çeşitlerine farklı Ca(OH)₂ konsantrasyonu ve pişirme sürelerinde uygulanan alkali pişirme işleminin mısır unlarının karakteristik özelliklerini nasıl etkilediği araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

2.1. Mısır

Uluslararası hububat konseyinin (International Grains Council-IGC) raporuna göre 2013-2014 yılı dünya mısır üretimi 997.3 milyon ton civarında gerçekleşmiştir. Bunun 107.4 milyon tonunun gıda, 256.8 milyon tonunun endüstriyel, 549.6 milyon tonunun da yem olarak kullanıldığı ifade edilmektedir (Anonim, 2015a). Türkiye’de mısır üretimi ise 2014 yılı itibarıyla yaklaşık 5.95 milyon tona ulaşmıştır (Anonim, 2015b).

Dünya genelinde üretim miktarı açısından mısır, tahıllar arasında ilk sırada yer alırken; Türkiye’de buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Yalçın, 2006; Anonim, 2015b). Elçi tarafından Dünya’da yetiştirilen mısır çeşitleri başlıca 7 grupta incelendiği ifade edilerek; bunların atdışi mısır, sert mısır, cin mısır, şeker mısır, kavuzlu mısır, unlu mısır ve mumlu mısır olduğu bildirilmektedir. Ayrıca bunlardan en çok yetiştirilenlerin atdışi ve sert mısır olduğu, cin mısır ile şeker mısır çeşitlerinin genellikle çerezlik olarak değerlendirildiği belirtilmektedir (Şahin, 2001). Bu çeşitlerin her birinin sarı, beyaz, kırmızı ve mavi renkli olanları vardır (Watson, 2003). Tortilla üretimi ve kuru öğütme için genellikle beyaz renkli sert mısırlar tercih edilmektedir (Johnson, 2000). Ülkemizde genelde yetiştirilen mısır çeşitleri atdışi mısır (*Zea mays intendata*), sert mısır (*Zea mays indurata*), cin mısır veya patlak mısır (*Zea mays everta*) ve şeker mısırdır (*Zea mays saccharata*). Bunlar arasında en fazla ekilen % 80’lik bir oranla sert mısırdır. Sert mısırın ekim alanı mısır unundan ekmek yapılan bölgelerde, özellikle Karadeniz bölgesinde çok yaygındır. Cin mısır ve şeker mısır çerezlik tüketim için ülke genelinde küçük alanlarda ekilmektedir (Şahin, 2001; Süzer, 2013). Sert mısır danelerinin dış kısmında, yanlarda ve üst kısmında sert nişasta biriktiği ve protein miktarı da atdışi mısırlara göre daha yüksek olduğu için taneleri camsı yapıda, parlak düz yüzeyli ve yuvarlakçadır. Tane iriliği yönünden; iri taneli sert mısır (*Zea mays indurata macrosperma*) ve küçük taneli sert mısır (*Zea mays indurata microsperma*) olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Tane renkleri sarı, beyaz, kırmızı ve kırmızı çizgili olan sert mısırların bin dane ağırlıkları 100-700 g arasındadır. Ticari yönden sarı ve beyaz daneliler önem taşımaktadır (Ulukan, 2011).

Mısır endosperminin büyük çoğunluğunu nişasta, embriyo kısmının büyük çoğunluğunu ise yağ oluşturmaktadır. Endosperm camsı ve unsu endosperm olmak üzere başlıca iki kısımdan oluşmaktadır (Shukla ve Cheryan, 2001; Elgün ve Ertugay, 2002). Camsı endosperm daha yüksek oranda protein içermektedir (Lásztity, 1995). Mısır, kuru öğütme, alkali pişirme, yağ öğütme ve etanol üretimi için kuru çekme (grinding) prosesi olmak üzere dört şekilde işlenebilmektedir (Shukla ve Cheryan, 2001). Genel olarak mısır danesi ana bileşenlerinin danede dağılımı Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Mısır danesinin ana morfolojik tabakalarının ve başlıca bileşenlerinin danede dağılımı (Matz, 1991; Iglesias ve ark., 2014; Das ve Singh 2015) *

Mısır Çeşidi	Perikarp (%)	Endosperm (%)	Ruşeym (%)	Tip kap (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Ham lif (%)
Sert	7	82	10	0.8	8.6	3.1	1.0	2.8
Atdışi	9	78	12	0.8	8.3	3.2	1.2	2.6

*Kurumadde üzerinden

2.2. Alkali Pişirme

Çok eski bir mısır işleme yöntemi olan alkali pişirme ilk defa mısırın anavatanı olan Mesoamerika’ da geliştirilmiştir ve geleneksel ismi “Nikstamalizasyon” dur. Aztek dilinde mısıra uygulanan bu işlem sonucu oluşan ürün için “nikstamalli” veya “nekstamalli” kelimeleri kullanılmaktayken; bunun için Meksika İspanyolcasında “nikstamal” ifadesi kullanılmaktadır. Aztek dilinde bu kelime kül manasına gelen “nekstli” ile şekillendirilmemiş mısır hamuru manasına gelen “tamalli” kelimelerinin bileşiminden oluşmuştur. Aztek ve Maya medeniyetleri Ca(OH)_2 (kalsiyum hidroksit) ve kül (potasyum hidroksit-KOH) ile oluşturdukları alkali çözeltiyi kullanarak “nikstamalizasyon” işlemini geliştirmişlerdir (Pradeau, 1974; González-Martinez, 1984).

Alkali pişirmede ilk adım kurutulmuş mısır danelerinin belli bir yoğunluktaki kalsiyum hidroksit çözeltisi içerisinde kaynama sıcaklığında bir süre pişirilmesidir. Pişirmeden sonra mısır bir müddet pişirme sıvısı içerisinde bekletilir. Kaynama ve dinlendirme süresi bölgesel geleneklere ve hazırlanacak gıda türüne göre değişir. Pişirme süresi birkaç dk. ile 1 sa., dinlendirme süresi ise birkaç dk. ile bir gün arasında

değişir. Pişirmenin ardından perikarp, nişasta ve diğer mısır parçalarını içeren pişirme suyu (nejayote) süzülür ve atılır. Nejayotenin hoş olmayan tadından dolayı taneler hiç nejayote kalmayınca kadar yıkanır ve takiben perikarp uzaklaştırılır. Bu işlem geleneksel olarak ve küçük ölçekli üretimde elle, endüstriyel üretimde ise mekaniksel olarak yapılır. Hazırlanan dane “nikstamal” olarak adlandırılır (González-Martinez, 1984, Méndez-Montevalvo ve ark., 2008; Guzmán ve ark., 2009).

Endüstriyel olarak alkali pişirilmiş mısır unu ekstrüzyon teknolojisi kullanılarak da üretilabilmektedir. Bu amaçla mısır öğütülerek irmik haline getirilir. İrmige % 0.2 civarında Ca(OH)_2 ve karışımın son su içeriği % 28 olacak şekil su ilave edilip 4°C de 12 sa. dinlendirilir. Dinlendirilen karışım ekstrüderde 240 rpm vida hızında ve son ürün sıcaklığı 85 °C olacak şekilde pişirilir. Çıkan ürün soğutulduktan sonra 0.180 mm’lik eleğe sahip diskli değirmende öğütülür ve ambalajlanır (Milán-Carrillo, ve ark., 2006; Mora-Rochin ve ark., 2010). Geleneksel yöntemlerle alkali pişirilmiş mısırlardan yapılan tortillalarda toplam fenolik madde miktarı % 25-50 arasında azalırken, ekstürüder teknolojisi kullanılarak üretilen unlardan yapılan tortilalarda % 6-25 arasında bir azalma olmaktadır (Mora-Rochin ve ark., 2010).

Janve ve ark. (2012), yaptıkları bir çalışmada ultrason uygulamasının alkali pişirmenin işlem kalitesini iyileştirdiğini ve işlem süresini kısalttığını ifade etmişlerdir. Geleneksel alkali pişirme işlemine ilave olarak pişirme esnasında 1 sa. 1.85 W/g seviyesinde akustik enerji uygulandığı zaman daha yumuşak bir nikstamal ve daha az kuru madde kaybı meydana gelmektedir.

Alkali pişirmede kullanılacak mısır, sert, orta irilikte ve hektolitre ağırlığı yüksek olmalıdır. Perikarp tabakasının da pişirme boyunca kolay ayrılması istenmektedir. Yumuşak yapıda olan taneler, alkali pişirme boyunca daha fazla kuru madde kaybetmektedir. Sert tanelerde pişme süresi uzun olmaktadır. Alkali pişirmede beyaz veya orta sarı renkte parlak taneli mısırlar tercih edilir. Kırmızı pigmentlere sahip mısır perikarpının rengi pişirme sonrasında kahverengiye dönmekte ve bu da tortilla ve cipslerde kirli beyaz veya sarı bir görüntü oluşturmaktadır. Koyu sarı renkli mısırlar da çok koyu renkli ürünler verdiği için istenilmemektedir (Hallauer, 2001).

2.3. Alkali Pişirmenin Tane Üzerine Etkileri

2.3.1. Perikarp tabakası üzerine etkileri

Mısır perikarpının dış katmanlarının mikro yapısı değişir, kısmen çözünür ve bu işlem yıkama esnasında perikarp tabakasının uzaklaşmasını kolaylaştırır. İşlem sonunda aleron tabakası endosperme bağlı olarak kalır ve bu tabaka protein kayıplarını azaltmaya yardımcı olan yarı geçirgen bir zar gibi davranır. Pişirme çözeltisinden kullanılan alkaliye bağlı olarak taneye iyon geçişi olur (Méndez-Montealvo ve ark., 2008; Guzmán ve ark., 2009). Alkali pişirmede, kullanılan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve dinlendirme süresine göre değişmekle beraber, tane perikarpı, rüşeymi ve endosperminin kalsiyum miktarları artmaktadır (Fernández-Muñoz ve ark. 2006).

2.3.2. Nişasta üzerine etkileri

Pişirme çözeltisinde $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'in çözülmesiyle monovalent ($\text{Ca}(\text{OH})^+$) veya divalent (Ca^{++}) katyonları oluşabilmektedir. Alkali şartlarda kalsiyum katyonlarıyla nişasta-hidroksil bölgeleri arasında bağlar meydana gelmektedir (Rutenberg ve Solarek, 1984; Bryant ve Hamaker, 1997). Oluşan bu bağlar nişastanın morfolojik ve reolojik özellikleri üzerinde önemli değişikliklere neden olur. Alkali uygulamasıyla mısırın pişirilmesi tam olarak gerçekleşmediği için nişasta granülleri kısmen jelatinize olur. Nişasta ile kalsiyum arasında pişirme sonucu oluşan çapraz bağlar nedeniyle amilozun nişasta taneciğinden uzaklaşması önemli ölçüde azalır. Alkali pişirilen nişasta granülleri pişirilmeyenlere göre daha büyük ve pürüzsüz yapıdadır. Mısır danelerinin 30 dakikadan fazla alkali pişirmeye tabi tutulması, nişasta granüllerinin şeklini değiştirip yuvarlak yapıdan köşeli hale çevirir (Paredes-López ve Saharópulos, 1982; Mondragón ve ark., 2004; Méndez-Montealvo ve ark., 2008; Guzmán ve ark., 2009; Guzmán ve ark., 2011). X-ray difraksiyonu ile yapılan çalışmalar, işlenmemiş nişastanın A tipi olan kristal yapısının alkali pişmiş mısırdaki V tipine dönüştüğünü göstermektedir. Bu dönüşümde nişastanın pişirme boyunca lipitlerle oluşturduğu komplike yapının etkisi bulunmaktadır. Bu dönüşüm nişastanın çözünürlüğünü, su absorpsiyonunu ve enzimlere

karşı duyarlılığını etkilemektedir (Le Bail ve ark., 1999; Mondragón ve ark., 2004; Figueroa ve ark., 2013).

Alkali pişirme üzerine yapılan bir çalışmada pişirme sürecinde Ca(OH)_2 'in çözülmesiyle oluşan Ca(OH)^+ veya Ca^{++} katyonlarının nişasta ile çapraz bağ oluşturmalarının, zein polimerlerinin oluşumunun ve kalsiyum-zein interaksiyonlarının kombine etkisinin daha güçlü ve elastik bir jel yapısını oluşturduğu ifade edilmiştir (Guzmán ve ark., 2010). Böylelikle nişasta tortilla üretimi için daha uygun bir jel yapısına kavuşur (Méndez-Montealvo ve ark., 2008). Yapılan başka bir çalışmada nişasta granüllerine bağlanan kalsiyum miktarındaki artışın viskozite sonuçlarına da yansıdığı; artan kalsiyum miktarıyla viskozite değerlerinin de arttığı belirtilmiştir (Fernández-Muñoz ve ark., 2011). Nikstamalizasyon işlemiyle meydana gelen değişiklikler arasında tortillanın tekstür özelliklerini nişasta zedelenmesi de etkilemektedir (Arámbula Villa ve ark., 2001)

Mondragón ve ark. (2006) alkali pişirmede pişirme süresinin uzamasıyla nişastanın daha yapışkan bir hale geldiğini tespit etmişlerdir. Bunun nedenini açıklarken pişirme süresinin artmasıyla tanede daha fazla nişastanın jelatinize olduğunu ve serbest kalıp uzaklaşan amiloz miktarının arttığını, sonuçta nişastanın daha yapışkan bir tekstür kazandığını ifade etmişlerdir.

Pişirme süresinin ve Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artmasıyla nişastanın jelatinizasyon sıcaklığı da artmaktadır (Castillo ve ark., 2009). Yapılan bir çalışmada Ca(OH)_2 konsantrasyonunun yalnız başına nişastanın jelatinizasyon sıcaklığını arttırdığı, fakat yağsız mısır ununun jelatinizasyon sıcaklığında önemli bir değişiklik yapmadığı tespit edilmiştir (Bryant ve Hamaker, 1997). Buna karşılık Sefa-Dedeh ve ark. (2004) ise tam mısır unu kullanarak yaptıkları çalışmada, kullanılan Ca(OH)_2 miktarının artmasıyla jelatinizasyon sıcaklığının azaldığını belirlemişlerdir. Bunun sebebi olarak Mondragón ve ark., (2004)'nın belirttiği gibi Ca(OH)_2 uygulaması lipitlerle amiloz kompleksi oluşumunu modifiye ettiği için mısır unundaki yağın Ca(OH)_2 konsantrasyonunun jelatinizasyon sıcaklığını arttırıcı etkisini önlediği söylenebilir.

2.3.3. Proteinlerin üzerine etkileri

Mısır danesinde bulunan başlıca protein fraksiyonları albuminler, globulinler, prolaminler (zein) ve glutelinlerdir. Tam tanedeki toplam proteinlerin yaklaşık % 20-25'ini albumin ve globulin, % 35-40'ını zein, % 30-40'ını da glutelin oluşturmaktadır. Ruşeym proteinlerinin yaklaşık % 60'ını albumin ve globulin oluştururken, endosperm proteinlerinin yaklaşık % 90'ını zein ve glutelin oluşturmaktadır (Lásztity, 1995).

Alkali pişirme protein miktarında Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artışıyla doğru orantılı olarak hafif bir artışa (yaklaşık % 0.74) neden olmaktadır. Çoğu araştırmacı bu artış konsantrasyon miktarlarındaki değişime bağlı nispi bir artış olduğunu söylemektedir (Sefa-Dedeh ve ark., 2004). Pişirme işlemi, Ca(OH)_2 kullanılsın veya kullanılmıyorsa mısır proteinlerini polimerize etmektedir. Pişirme esnasında kalsiyum-protein ve protein-kalsiyum-protein interaksiyonları meydana gelmekte ve bu da proteinin ısı direncini arttırmaktadır. Ca(OH)_2 olmadan yapılan pişirmede polimerizasyon başlıca disülfid bağların çapraz bağlanmasıyla gerçekleşmektedir. Polimerize olmuş mısır proteininin mısır ununun jel yapısını stabilize ettiği bildirilmektedir (Guzmán ve ark., 2011).

Mısır proteininin alkali pişirme işleminden nasıl etkilendiğini Sodyum Dodesil Sülfat-Poliakrilamid Jel Elektrofrez (SDS-PAGE) ile belirleyen bir çalışmada pişirme süresinin artmasıyla bazı protein bantlarının varlığını devam ettirdiğini, bunun da kalsiyum köprüleriyle meydana gelen kalsiyum-protein interaksiyonunun proteinlerin bozulmasını önlediği ve ısı dirençlerini arttırdığını gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu sonucu alkali pişirmeye tabi tutulan proteinlerin DSC analizlerinde denaturasyon sıcaklığı ve entalpisinin artması da desteklemektedir (Guzmán ve ark., 2011). Bununla beraber yapılan başka bir çalışmada alkali pişirmenin albumin, globulin, zein ve glutelin proteinlerinin miktarını azalttığı bildirilmiştir (Trejo-González ve ark., 1982). Başka araştırmacılarda benzer sonuçları ifade etmiştir (Ortega ve ark., 1986; Rojas-Molina ve ark., 2008). Yalnız albumin, globulin ve zein fraksiyonlarının alkali pişirmeye geri kazanımları azalırken, glutelin fraksiyonunun geri kazanımı artmaktadır (Rojas-Molina ve ark., 2008). Ekstrakte edilebilir protein fraksiyonlarındaki bu azalış, araştırmacılar alkali pişirme esnasında meydana gelen hidrofobik interaksiyonlar, protein denatürasyonu ve çapraz bağlanmaların neden olduğu proteinlerin çözünme

davranışlarının değişmesine bağlamaktadırlar. Yapılan çalışmalar ekstrakte edilebilir protein fraksiyonlarındaki bu azalışla beraber alkali pişirmeyle lisin amino asidinin kullanılabilirliğinin arttığını ve bunun da beslenme açısından önemli bir sonuç olduğunu göstermektedir (Trejo-González ve ark., 1982; Rojas-Molina ve ark., 2008).

2.3.4. Fenolik maddeler ve antioksidan aktivite üzerine etkileri

Fenolik bileşikler veya yaygın kullanılan ismiyle polifenoller benzen halkası içeren maddelerdir. Hidroksi benzen çoğunlukla fenol ismiyle anılır. En basit fenolik bileşik bir tane hidroksil gurubu içeren benzendir. Diğer tüm fenolik maddeler bundan türemiştir. Fenolik bileşikler fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki guruba ayrılmaktadır. Fenolik asitler de sinamik asitler (kumarik asit, kafeik asit, ferulik asit ve sinapik asit) ve benzoik asitler (salisilik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, gentisik asit, protokateşuik asit, vanilik asit, gallik asit ve siringik asit) olarak ikiye ayrılmaktadır. Flavonoidler gurubu ise antosiyanidinler, flavonlar ve flavonollar, flavanonlar, kateşinler, löykoantosiyanidinler ile proantosiyanidinlerden oluşmaktadır (Cemeroğlu, 2004).

Tam tahıl ürünlerinin tüketilmesi üzerine artan ilgi dolayısıyla mısırdan biyoaktif bileşiklerin elde edilmesi ve bunların sağlık açısından etkileri üzerine yapılan çalışmalar artmaktadır. Günlük 85 g'a denk gelen miktarda tam tahıl tüketilmesi kanser, diyabet, kalp hastalıkları ve Alzheimer gibi kronik hastalıkların gelişme riskini azalttığı bildirilmektedir (Temple, 2000; Liu, 2007). Fenolik maddeler gibi fitokimyasallar daha çok danenin en dış katmanlarında bulunmaktadır. Bu maddelerin antioksidant aktiviteleriyle beraber kanserojenlerin ön maddelerinin deaktivasyonu, DNA onarımı ve N-nitrozamin oluşumunun inhibe edilmesi gibi birçok olumlu etkileri de vardır (Shahidi, 2004; Luthira ve Liu, 2013).

Mısırın fenolik madde içeriği buğday, yulaf ve pirinç gibi tahıllardan daha fazladır (Adom ve Liu, 2002). Meyve ve sebzelerden farklı olarak tahıllarda fenolik maddeler, çözünebilir-serbest, çözünebilir-ester ve çözünmez-bağlı formlarda bulunmaktadır (Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2006). Mısır ruşeyminin serbest fenolik asit içeriği perikarp ve endosperm tabakalarından oldukça yüksektir. Endosperm ve perikarp tabakalarında fenoliklerin çoğu bağlı formda bulunmaktadır. Atdışi ve sert

mısırlardaki toplam fenoliklerin ancak % 6-9' u serbest formdadır (Das ve Singh, 2015). Buna karşın Adom ve Liu (2002) tarafından mısırdaki bulunan fenoliklerin yaklaşık % 69'nun çözünmez bağlı formda olduğu bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada mısırdaki toplam fenoliklerin % 80'den fazlasının başlıca ruşeym, aleuron tabakası ve perikarp tabakasının hücre duvarlarındaki hemiselülozlarda bağlı bulunduğu ifade edilmiştir (Mora-Rochin ve ark., 2010). Atdışi ve sert mısırlardaki serbest fenoliklerin yaklaşık % 60'ı ruşeyimde bulunmaktadır. Toplam bağlı fenoliklerin % 55'i atdışi mısırlarda perikarpta bulunurken, bu oran sert mısırlarda % 78'e ulaşmaktadır (Das ve Singh, 2015). Mısırdaki bulunan fenolik asitler arasında vanilik, sringik, *p*-hidroksibenzoik, protokateçurik, kafeik, *p*-kumarik ve ferulik asitler bulunmaktadır (Das ve Singh, 2015).

Alkali pişirme işlemi mısırın toplam fenolik madde içeriğini ve antioksidant aktivitesini azaltmaktadır. Yapılan bir çalışmada alkali pişirmeyle beyaz atdışi mısırlarda toplam fenolik madde miktarının yaklaşık % 89 azaldığı, buna karşın oksijen radikal absorban kapasitesi (ORAC) ile belirlenen antioksidant aktivitesinin % 12 civarında azaldığı belirlenmiştir (Pozo-Insfran ve ark., 2006). Aynı mısır türünde daha uzun süre pişme uygulanan başka bir çalışmada toplam fenolik madde miktarındaki düşüşe paralel olarak hidrofilik antioksidant aktivitenin yaklaşık % 50 azaldığı tespit edilmiştir (Mora-Rochin ve ark., 2010). Yapılan bir çalışmada, alkali pişirmeye tabi tutulmuş tanelerde pişirilmemiş taneye göre serbest fenoliklerin ve çözünür konjuge ferulik asit miktarının daha fazla, bağlı fenolikler ile ferulik asit miktarının daha az olduğu bulunmuştur (De la Parra ve ark., 2007). Bunun sebebi alkali pişirmenin hücre duvarlarındaki bağlı fenolikleri çözerek serbest hale getirmesidir.

Alkali pişirme boyunca tane ağırlığının % 0.5 ile % 14.5 lik kısmı suya geçmektedir. Bu suya geçen kısım perikarp, ruşeym ve endosperm tabakalarını içerebilmektedir (Rosentrater, 2006). Nejayote içerisinde pişirilen mısır cinsine bağlı olarak farklı oranlarda serbest ve bağlı formda fenolik maddeler bulunmaktadır (Rojas-García ve ark., 2012).

2.3.5. Fitik asit üzerine etkileri

Fitik asit (myo-inositol 1, 2, 3, 4, 5, 6-hexakisphosphate) tahıl danelerinde fosforun ana deposudur. Bazı mikro elementlerle (kalsiyum, manganez, çinko, baryum, ve demir) çözünmez kompleksler oluşturarak bu elementlerin biyo-yararlılığını düşürmektedir (Jian-Chao ve ark., 2013). Mısırdaki fitik asidin yaklaşık % 90'ı rüşeym ve aleoronda bulunmaktadır. Tohumun gelişme süresinde fitik asit birikimi, karbonhidrat, lipit ve proteinlerin birikimi ile aynı zamanda olmaktadır. Bu nedenle fitik asitin, dane olgunlaşma sürecinde karbonhidrat ve protein sentezi için önemli bir rol oynama ihtimali üzerine durulmaktadır (Raboy ve ark., 1990; Jian-Chao ve ark., 2013).

Özkaya (2004) tarafından bildirildiğine göre Harland ve Prosky (1979); Franz ve ark. (1980); Lasztity ve Lasztity (1990); Ravindran ve ark. (1994); Kasim ve Edwards (1998)'in çalışmalarında mısırdaki fitik asit miktarının % 0.75-2.22 arasında değiştiği ifade edilmiştir. Buğdaydaki fitik asit miktarı ise % 0.39-1.35 arasında bulunmuştur (Lolas ve ark., 1976; Reddy, 1976; Kikunaga ve ark., 1985; Kirby ve Nelson, 1988; Eechkhout ve Depaepe, 1994; Frossard ve ark., 2000). Fitik asit diğer tahıllardan farklı olarak mısırdaki % 80 rüşeyimde geri kalanı ise endospermde bulunmaktadır (O'Dell ve ark., 1972 ve Lasztity, 1988). Fitik asit miktarı alkali pişirme işlemi ile yaklaşık % 15 oranında azalmaktadır (Proulx ve Reddy, 2007).

2.3.6. Niasin (B₃ vitamini) üzerine etkileri

Niasin, nikotinamid (piridin 3-karboksiamid) ve nikotinik asit (piridin 3-karboksilik asit) olarak iki vitaminin yerine kullanılan genel bir isimdir. Bu iki bileşik eşit biyolojik aktiviteye sahiptirler ve organizmada triptofandan da sentezlenebilmektedirler (1 mg niasin 60 mg triptofana eşdeğerdir) (Lawrance, 2015). Niasin daha çok hayvansal gıdalarda bulunmakla beraber bitkisel gıdalarda da az miktarda ve biyo-yararlılığı düşük seviyede bulunmaktadır (Nohr ve ark., 2011).

Niasin; glikoliz, yağ asidi biyosentezi, sitrat çevirimi ve solunum zinciri enzimlerinin pek çoğunun aktif formu için zorunlu olan nikotinamid adenin dinükleotid (NAD) ve nikotinamid adenin dinükleotid fosfat'ın (NADP) yapı taşıdır (Demirci,

2003). Mısırdaki proteinlerle bağılı formda bulunduğı için, niasinin biyo-yararlılığı düşmektedir (Gerald ve Combs, 2012).

Mısırın serbest niasin ve triptofan miktarı yönünden yetersizliği, tek başına tüketiminin söz konusu olduğı bölgelerde eğer alkali işlem uygulanmazsa pellegra hastalığına neden olabilmektedir. Pellegranın klinik belirtileri sinir sistemi ile sindirim sistemi bozuklukları ve deride yaralar ile belirlenir. Bununla birlikte niasinin kısmi eksikliği de metabolizma yavaşlamasına ve soğuga karşı dayanıksızlığa yol açabilmektedir (Demirci, 2003; Akgün, 2015). Alkali işleme mısırdaki niasin ve triptofanın serbest forma geçmesini sağlayarak biyo-yararlanımlarını arttırmakta, bununla birlikte protein kalitesini de geliştirmektedir. Böylelikle niasin eksikliğine bağılı olarak ortaya çıkacak sorunların önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Wall ve Carpenter, 1988; Sefa-Dedeh ve ark., 2004).

2.3.7. Mikotoksinler üzerine etkileri

Alkali pişirme sırasında mısırdaki *Fusarium verticillioides*, *Fusarium proliferatum* ve *Aspergillus flavus* tarafından üretilen mikotoksinlerin önemli ölçüde (% 90-94) azaldığı rapor edilmiştir (Elias-Orozco ve ark., 2002; Méndez-Albores ve ark., 2004; Burns ve ark., 2008). Pişirme başlangıcında danede bulunan fumonisin B₁'in (FB₁) dörtte üçü pişirme sonrası başlıca hidrolize fumonisin B₁ (HFB₁) olarak pişirme ve yıkama suyuna geçmekte, danede geriye kalan fumonisinler ise FB₁ ve HFB₁ formunda olmaktadır (Dombrink-Kurtzman ve ark., 2000). Yapılan bir çalışmada HFB₁ formundaki fumonisinlerin karaciğer ve bağırsaklara herhangi bir zararının olmadığı bulunmuş ve FB₁ miktarının azaltılmasında HFB₁'e dönüştürmenin iyi bir yol olduğu belirtilmiştir (Grenier ve ark., 2012). Voss ve ark. (2009), da yaptıkları bir çalışmada FB₁'in farelerde nöral tüp defektine neden olduğu buna karşın HFB₁'in neden olmadığını tespit etmişlerdir. Alkali işleme mikotoksin-mısır matriksi interaksiyonları Fumonisin B'nin biyo-yararlanımını ve toksisitesini azaltmaktadır (Burns ve ark., 2008). Voss ve ark. (2006), bu işlemin FB₁ miktarını azaltmasının yanında masa ve tortilla cips ekstraktlarında seramid sentaz inhibitörü aktivitesini de azalttığını ifade etmişlerdir.

2.3.8. Diğer etkileri

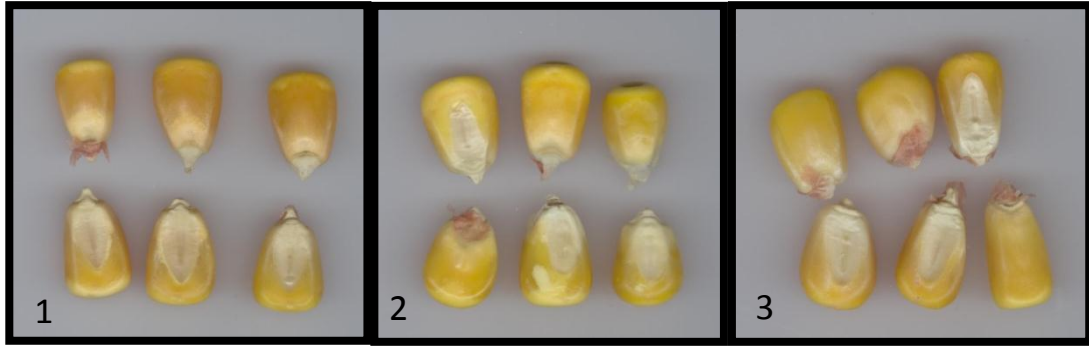
Alkali pişirme, mısır danelerinin pH değeri, su absorpsiyon kapasitesi ile sarılığını arttırmaktadır. Pişirme sonunda mısırların su içeriği % 39-46 arasına kadar yükselebilmektedir. Kullanılan Ca(OH)_2 miktarı danenin absorbe ettiği su miktarını etkilemektedir. Ca(OH)_2 konsantrasyonunun % 0.5'e kadar çıkması danede su miktarını arttırmakta ve % 0.5'ten sonra su miktarı hafifçe azalmaktadır. Alkali pişirmede % 1 Ca(OH)_2 konsantrasyonu kullanıldığında mısır unlarının pH değeri 7-8 arasında olmaktadır. Pişirme işlemi sonucunda (% 1 Ca(OH)_2 , 12 sa. dinlendirme) unların renk parametrelerinden L değerinin de yaklaşık % 10 oranında düştüğü ifade edilmektedir (Sefa-Dedeh ve ark., 2004; Salazar ve ark., 2014).

Alkali pişirme işleminin mısır unu özellikleri üzerine etkileri, kullanılan mısır çeşidi ve mısırların bileşimindeki farklılıklara göre değişmektedir. Mısırların bileşimi ve özellikleri de yetiştikleri bölgeye ve şartlara göre farklılık göstermektedir. Literatürde ülkemizde yetiştirilen mısır çeşitlerinin alkali pişirilmesi üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmamızda mısır ve ürünlerini gıda sanayiinde kullanmak isteyen üreticilere yol gösterici olması açısından ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen atdışi ve sert mısır çeşitlerinin alkali pişirme işleminden nasıl etkilendiği araştırılmıştır.

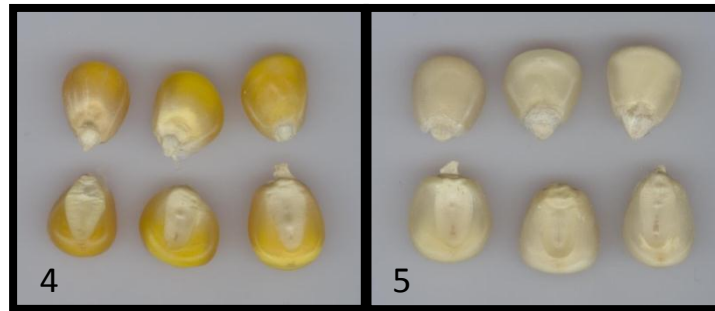
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Mısır Çeşitlerinin Temini

Çalışmada atdişi mısır (*Zea mays* var. *indentata*) olarak 2014 – 2015 hasat döneminde Mardin, Urfa ve Antalya bölgelerinden temin edilen sırasıyla Pioneer 32T83, Dekalb 6101 ve Pioneer 3245 çeşitleri kullanıldı. Sert mısır (*Zea mays* var. *indurata*) olarak da yine 2014 – 2015 hasat döneminde Samsun bölgesinde çiftçi tarlasından temin edilen sarı sert mısır (SSM) ve beyaz sert mısırların (BSM) F2 jenerasyonları kullanıldı. Pioneer 32T83, Dekalb 6101, Pioneer 3245, SSM ve BSM çeşitleri sırasıyla 1, 2, 3, 4 ve 5 rakamlarıyla kodlanarak ifade edildi (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2)



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan atdişi mısır çeşitleri.



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan sert mısır çeşitleri.

3.2. Kimyasal Maddelerin Temini

Çalışmada analitik saflıkta kimyasal maddeler kullanıldı. Elektroforez analizinde elektroforez saflık derecesindeki kimyasallar kullanıldı. Etanol, metanol, dimetilsülfoksit (DMSO), Tris (hidroksimetil) amino metan, sodyum hidroksit (NaOH), hidroklorik asit (HCl), dietil eter, etil asetat, bromfenol mavisi, Coomassie brilliant blue G-250, asetik asit, kalsiyum hidroksit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), sodyum klorür (NaCl), amonyum demir (III) sülfat, tiyoglikolik asit, Merck (Darmstadt, Almanya) firmasından; hekzan, gallik asit, 2,2- difenilpikrilhidrazil (DPPH), Folin-Ciocalteu belirteci, Butillenmiş hidroksitoluen (BHT), sodyum fitat, 2,2'-bipiridil, 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) diamonyum tuzu (ABTS), 6-hidroksi-2,5,7,8 tetrametilkroman-2-karboksilik asit (Troloks), potasyum persülfat ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$), Coomassie brilliant blue R, moleküler ağırlık kiti, glisin, akrilamid, N,N' – metilen bisakrilamid, gliserol, β -merkaptetoetanol, sığır serum albümini (BSA), amonyum persulfat, N,N,N',N'-tetrametiletilen-diamin ve sodyum dodesil sülfat (SDS) Sigma–Aldrich (St. Louis.MO, ABD) firmasından, fosforik asit Fluka (Switzerland) firmasından ve nikotinik asit Duchefa Biochemie (Hollanda) firmasından temin edildi.

3.3. Örneklerin Hazırlanması

Mısır çeşitlerinin her birinden 400 g alınarak 1200 mL dört farklı konsantrasyonda (% 0, 0.4, 0.8 ve 1.2 ağırlık/mısır ağırlığı esasına göre) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ içeren alkali çözeltisinde, kaynama sıcaklığında iki farklı sürede (30 ve 45 dk.) pişirildikten sonra oda sıcaklığında dört farklı sürede (0, 3, 6 ve 9 sa.) dinlendirildi. Dinlendirmenin ardından pişirme çözeltisi (nejayote) uzaklaştırıldı ve mısır daneleri distile su ile yıkama suyunun pH değeri yaklaşık 7 oluncaya kadar yıkandı. Yıkanan tanelerin kurutma kâğıdıyla suyu alındıktan sonra 60 °C de hava akımlı fırında (SCC 61/ 06, Öztiryakiler System Rational, Almanya) rutubet miktarı yaklaşık $\%11 \pm 2$ olacak şekilde kurutuldu. Kurutulan taneler 500 mikron eleğe sahip çekiçli değirmende (PCD 50, Töreci Makine Ticaret A.Ş., Türkiye) öğütülerek mısır unları elde edildi. Unlar analiz edilinceye kadar +4 °C de polietilen torbalarda saklandı.

3.4. Ön Deneme

Hazırlanan örneklerde kül analizi yapıldıktan sonra veriler varyans analizine tabi tutuldu. Analizler neticesinde 6 saat dinlendirme süresinin taneye kalsiyum geçişi için optimum dinlendirme normu olduğu tespit edildi. Mısır endospermi, perikarpı ve rüşeymine alkali pişirme boyunca kalsiyum geçişinin ayrı ayrı incelendiği bir çalışmada, alkali pişirmede endospermin 5 saat dinlendirmeye en yüksek kalsiyum değerine ulaştığı, bu süreden sonra kalsiyum miktarının tekrar düştüğü tespit edilmiştir (Fernández-Muñoz ve ark., 2006). Bu da bizim bulduğumuz neticeyi desteklemektedir. Alkali pişirme işleminde tanede meydana gelen değişikliklerin en önemli nedenlerinden biri taneye pişirme suyundan kalsiyum geçişi olduğundan bundan sonraki asıl denemede dinlendirme süresi olarak optimum bulduğumuz 6 sa. normu kullanıldı. Buna göre örnekler dört farklı konsantrasyonda (% 0, 0.4, 0.8 ve 1.2 ağırlık/mısır ağırlığı esasına göre) Ca(OH)_2 içeren alkali çözeltisinde, kaynama sıcaklığında iki farklı sürede (30 ve 45 dk.) pişirildikten sonra oda sıcaklığında 6 sa. dinlendirildi ve bundan sonraki işlem basamakları örnek hazırlamada belirtildiği şekilde uygulandı.

3.5. Pişirilmemiş Mısırların Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Pişirilmemiş mısır danelerinin 1000 dane ağırlığı Elgün ve ark. (2002)'ye göre belirlendi. Danelerin su, protein ($\text{N} \times 6.25$), ham yağ ve kül içerikleri, hektolitreye pH değerleri sırasıyla AACC 44-15, 46-12, 30-25, 08-01, 55-10 ve 02-52 metotlarına göre tespit edildi (AACC, 2000).

3.6. Alkali Pişirilen Örneklerin Kimyasal Analizleri

Un örneklerinde su, protein ($\text{N} \times 6.25$), kül içeriği ve pH değerleri sırasıyla AACC 44-15, 46-12, 08-01 ve 02-52 metotlarına göre tespit edildi (AACC, 2000).

3.7. Mısır Unlarının Renk Değerleri

Unların renkleri Doğan (2002)'a göre ölçüldü. HP Scan Jet 3300 C tarayıcı ile taranan unlar, HP Precision Scan LT programı ile tarandıktan sonra JPG resim formatında saklandı. Saklanan bu görüntülerin 'Lab Color Mod' (16 Bits/channel) ayarlarında, L, a, b değerleri belirlendi. L değeri 100 ise rengin beyaz, 0 ise siyah, +a değeri kırmızı, -a değeri yeşili ve +b değeri sarı, -b değeri mavi olduğunu göstermektedir. Program tarafından 0-255 arasında ifade edilen değerler, L=0-100, +a=0-60, +b=0-60 olacak şekilde ifade edildi. Örneklerde pişirme sonunda meydana gelen toplam renk farklılıkları (ΔE) aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplandı (Milán-Carrillo ve ark., 2000).

$$\Delta E = [(L_s - L)^2 + (a_s - a)^2 + (b_s - b)^2]^{1/2} \quad (3.1)$$

Burada L_s , a_s ve b_s değerleri referans olarak alınan pişmemiş mısırlardan elde edilen unlara ait renk değerlerini ifade etmektedir.

3.8. Mısır Unlarının Viskozite Özelliklerinin Belirlenmesi

Alkali pişirilmiş ve pişirilmemiş mısır unlarının viskozite özellikleri viskozimetre ile (Rapid Visco Analyzer-RVA 4500, Perten, Australia), modifiye edilen AACC 76-21.01 metodu kullanılarak belirlendi. Bu metoda göre %14 nem esas alınarak 4 g un tartılıp üzerine 24 mL distile su ilave edildi. Daha sonra Çizelge 3.1'de ifade edilen profil kullanılarak viskozite ölçümü gerçekleştirildi.

Çizelge 3.1. RVA Bilgisayar Profili

Aşama	Sıcaklık/Hız	Süre
1	50°C	0 dk., 0 sn.
2	960 rpm	0 dk. 0 sn.
3	160 rpm	0 dk. 10 sn.
4	50°C	1 dk. 0 sn.
5	95°C	5 dk. 0 sn.
6	95°C	10 dk. 0 sn.
7	50°C	15 dk. 0 sn.
Son	50°C	15 dk. 0 sn.

Viskozite birimi olarak centiPoise (cP) kullanıldı. CentiPoise, pascal-saniyenin (Pa.s) binde birine karşılık gelmektedir.

3.9. Elektroforez (SDS-PAGE) Analizi

3.9.1. Proteinlerin ekstraksiyonu

Örneklerden albümin+globülin, zein ve glutelin proteinleri aynı örnekten izole işlemlerine dayalı olan sekansiyel bir yöntem kullanılarak ekstrakte edildi (Yau ve ark., 1999). Buna göre: 1) Albümin+globülin için 0.5 N NaCl çözeltisi; 2) Zein için % 70 etanol ve % 2 β -merkaptoetanol (β -ME) çözeltisi; 3) Glutelinler için % 1 sodyum dodesil sülfat (SDS) ve % 2 β -ME çözeltisi kullanıldı. Çözeltiler unlara 6:1 (v/w) oranında ilave edildi. Her örneğe ilgili çözücüler eklendikten sonra proteinlerin çözünmesini sağlamak amacıyla 15 dk. ara ile çalkalandı ve bir saat beklendi. Albümin+globülinlerin ekstraksiyonu 4 °C'de, zein ve glutelinlerin ekstraksiyonu 22°C'de yapıldı. Örnekler 10000 $\times g$ devirli santrifüjde (Hettich Universal 320R, England) 10'ar dk. süreyle santrifüje edildi. Ekstraktlarda kantitatif protein tayini amacıyla Bradford yönteminden faydalanıldı. Bu amaçla 0.1 mL ekstrakt üzerine 5 mL Coomassie blue solüsyonu (100 mg Coomassie brilliant blue G-250 50 mL % 95 etanol içinde çözündürüldü, üzerine 100 mL % 85 fosforik asit ilave edildi ve saf suyla 1000 ml'ye tamamlandı) eklendi ve oda sıcaklığında 5 dk. bekletildikten sonra, UV-VIS spektrofotometrede (UVmini-1240, Shimadzu, North America) 595 nm'de absorbans değerleri kaydedildi. Aynı şekilde ölçülen ve bovine serum albümini (BSA) standardı kullanılarak oluşturulan kurve yardımıyla örneklerin protein içerikleri tespit edildi (Robyt ve White, 1990).

3.9.2. Protein fraksiyonlarının SDS-PAGE analizi

Ekstrakte edilen protein fraksiyonlarına Yau ve ark. (1999)'nın kullandıkları yöntem modifiye edilerek elektroforez analizi uygulandı. Buna göre aşağıdaki çözeltiler hazırlandı:

i. Örnek tamponu:

2.5 mL 0.5M HCl

10 mL distile su
4 mL % 10 SDS
17 mL % 84-88 gliserol
1 mL β -ME
0.5 mL % 0.01'lik bromfenol mavisi

ii. 2x Yürütme tamponu (pH 8.3):

9 g tris
48.3 g glisin
3 g SDS karıştırılarak distile su ile 600 mL'ye tamamlandı.

iii. % 30 akrilamid çözeltisi:

30 g akrilamid
0.5 g N,N' – metilen bisakrilamit 50 mL distile su içinde çözüldü sonra 100 mL'ye distile su ile tamamlandı.

iv. % 12' lik poliakrilamid jel çözeltisi (pH 8.8) (1 adet jel için):

12.5 mL 1.5M tris
17.5 mL distile su
0.5 mL % 10'luk SDS
20 mL % 30'luk akrilamid çözeltisi

v. % 14'lük poliakrilamid jel çözeltisi (pH 8.8) (1 adet jel için):

12.5 mL 1.5M tris
14 mL distile su
0.5 mL %'luk 10 SDS
23.5 mL % 30'luk akrilamid çözeltisi

vi. % 4'lük yığma jeli çözeltisi (pH 6.8) (1 adet jel için):

6.25 mL 0.5M tris
15.25 mL distile su
0.25 mL % 10'luk SDS
3.25 mL % 30'luk akrilamid çözeltisi

vii. Boyama çözeltisi:

0.45 g Coomassie brillant blue R üzerine 900 mL % 50 metanol + % 9.2
asetik asit ilave edilerek hazırlandı.

viii. Yıkama çözeltisi:

300 mL metanole 100 mL asetik asit ilave edildi ve 1000 mL'ye distile su ile tamamlandı.

3.9.2.1. Protein örneklerinin hazırlanması

Her ekstraktan 100 µL alınarak üzerine 100 µL örnek tamponu ilave edildi ve 5 dk. kaynatıldı. Kaynayan örneklerin soğuması beklendi.

3.9.2.2. Poliakrilamid jelin hazırlanması

Hazırlanan % 12'lik (zein ve glutelinler için) veya % 14'lük (albumin ve globulinler için) jel çözeltisi üzerine 50 µL % 99 N,N,N',N'- tetrametiletillen-diamin eklendikten sonra karışımın havası alındı. Üzerine taze olarak hazırlanan % 10'luk amonyum persulfattan 50 µL ilave edildi ve cam levhalar arasına içinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde şırınga yardımıyla boşaltıldı. Boşaltılan karışımın üzerine havayla temasını kesmek ve üst yüzeyinin düz bir seviyede kalmasını sağlamak için yaklaşık 0.8 mL distile su ilave edildi ve polimerize oluncaya kadar beklendi. Polimerizasyonun ardından üzerine yığma jeli döküldü. Bunun için % 4'lük hazırlanan yığma jeli çözeltisinin üzerine 25 µL % 99 N,N,N',N'- tetrametiletillen-diamin eklendikten sonra karışımın havası alındı. Üzerine taze olarak hazırlanan % 10'luk amonyum persulfattan 40 µL ilave edildi ve zaman kaybetmeden % 12'lik veya % 14'lük polimerize jelin üzerine şırınga yardımıyla içinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde ilave edildi. Yığma jeli döküldükten hemen sonra örneklerin yükleneceği kuyucukları oluşturmak için 20'lik tarak takılarak jelin katılaşması beklendi. Jel katılaştıktan sonra tarak çıkarılarak cam levhalar elektroforez ünitesine takıldı ve üzerine yürütme tamponu döküldü.

3.9.2.3. Örneklerin jelde yürütülmesi

Hazırlanan örneklerden 80 µL alınarak jele yüklendi. Yürütme işlemi 200 V ve 30 mA/jel elektrik akımında gerçekleştirildi. İndikatör olarak kullanılan bromfenol mavisi jelin son 1 cm'lik kısmına geldiğinde yürütme işlemi sonlandırıldı. Cam levhalar elektroforez ünitesinden çıkarıldı.

3.9.2.4. Jelin boyanması ve taranması

Cam levhalar arasından çıkarılan jel boyama çözeltisinde bir gece bekletildi. Boyamanın ardından jel 3-4 kez yıkama çözeltisinden geçirilerek protein bantlarının ortaya çıkması sağlandı. Boyama işleminin ardından jeller HP Scan Jet 3300 C tarayıcı ile taranarak görüntüler JPG resim formatında saklandı.

3.10. Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Tayini

Alkali pişirmenin etkisini görmek için hem pişirilmiş hem de pişirilmemiş örnekler fenolik madde ve antioksidan aktivite açısından analiz edildi.

3.10.1. Örneklerden serbest ve bağlı fenoliklerin ekstraksiyonu

Serbest fenoliklerin ekstraksiyonu Menteş Yılmaz (2011)' a göre yapıldı. Örneklerin yağı hekzan (1:5 w/v 5 dk, x2.) ile muamele edilerek uzaklaştırıldı. Serbest fenoliklerin ekstraksiyonu için aseton-su (1:1 v/v) karışımı kullanıldı (0.5:5 w/v 1 sa., x3, 200 rpm). Buna göre 0.5 g yağı alınmış örneğin üzerine 5 ml aseton-su karışımı ilave edilerek 1 sa. boyunca 200 rpm de çalkalandı. Elde edilen karışım 2500 x g de +4 °C de 10 dk. süreyle santrifüj (Hettich Universal 320R, England) edildi. Süpernatant ayrı bir kaptaki toplandı. Aynı işlem iki kez daha yapılarak tüm ekstraksiyonlardan elde edilen süpernatantlar birleştirildi. Süpernatantlar liyofilize (Freezone 2.5 Benchtop Freeze Dryer, Labconco, USA) edilerek içlerinden çözücüler uzaklaştırıldı. Elde edilen fenolik bileşikler 3 ml dimetilsülfoksit (DMSO) içinde çözüldü ve kullanılıncaya kadar -18 °C'deki derin dondurucuda muhafaza edildi.

Bağlı fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu Sosulski ve ark. (1982) ve Adom ve Liu (2002) tarafından önerilen yöntemle göre yapıldı. Mısır örneğinden serbest fenolik bileşikler ekstrakte edildikten sonra elde edilen pelet 2N 20 ml NaOH ile 4 saat süreyle alkali hidrolize maruz bırakıldı. Alkali hidroliz sonunda elde edilen karışımın pH'sı uygun miktarda 6M HCl ile pH 2'ye ayarlandı. Daha sonra bu karışımdan fenolik bileşikler dietil eter-etil asetat (1:1, v/v) karışımı ile ekstrakte edildi. Dietil eter-etilasetat fraksiyonları birleştirildikten sonra solvent rotary evaporatörde (RV 10 digital,

IKA, Germany) uzaklaştırdı ve bağlı fenolik bileşikler 3 mL DMSO içerisinde çözüldü. Örnekler kullanılıncaya kadar -18 °C'deki derin dondurucuda muhafaza edildi.

3.10.2. Serbest ve bağlı fenolik madde miktarlarının belirlenmesi

Fenolik madde miktarının belirlenmesinde Yu ve ark. (2002) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek kullanıldı. Buna göre 100 µL ekstrakta 500 µL Folin-Ciocalteu, 1.5 mL sodyum karbonat (%20'lik) ve 3 mL distile su ilave edildi. Örnekler vorteks yardımıyla karıştırıldı ve daha sonra reaksiyonun gerçekleşmesi için karanlık bir ortamda, oda sıcaklığında 2 sa. süre ile bekletildi. Süre sonunda örneklerin spektrofotometrede (UVmini-1240, Shimadzu, North America) 765 nm de verdiği absorbanslar belirlendi. Fenolik madde konsantrasyonu gallik asit ile oluşturulan kalibrasyon grafiğinden hesaplandı ve sonuçlar, gallik asit eşdeğeri olarak ifade edildi.

3.10.3. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi

Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde DPPH yöntemi ve TEAK yöntemi olmak üzere iki farklı yöntem kullanıldı. Oksidan ve antioksidan maddelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı olduğu için farklı radikallere etkileri de farklı şekilde olmaktadır (Prior ve ark., 2005). Bu nedenle de antioksidan aktivitenin belirlenmesinde oksijen radikali absorbans kapasitesi (ORAK), troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK) veya 2,2 –azinobis(3-etilbenzotiazolin-sulfonik asit) (ABTS) ve DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalinin inhibe edilmesine dayanan farklı metotlar kullanılmaktadır.

3.10.3.1. DPPH yöntemi

DPPH yöntemi, Huang ve ark. (2005)'nin önerdiği şekilde uygulandı. Yöntemin esası, pembe-mor renkli kararlı serbest bir radikal olan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) bileşiğinin ortamda bulunan antioksidanlar tarafından yok edilmesi sonucu renkte meydana gelen açılmanın spektrofotometrik olarak ölçülmesine dayanmaktadır. 0.1 mL ekstrakta 3.9 mL DPPH solüsyonu (0.025 g/L metanol) ilave

edildikten sonra karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 120 dk. bekletildi. Süre sonunda örneklerin spektrofotometrede (UVmini-1240, Shimadzu, North America) 515 nm de verdiği absorbanslar belirlendi. Kontrol örneğinde ekstrakt yerine 0.1 mL DMSO kullanılarak ölçüm yapıldı. Örneklerin radikal temizleme oranları aşağıdaki eşitliğe göre hesaplandı.

$$\% \text{ İnhibisyon} = (\text{Abs}_{\text{kontrol}} - \text{Abs}_{\text{örnek}}) / \text{Abs}_{\text{kontrol}} \times 100 \quad (3.2)$$

3.10.3.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK) yöntemi

TEAK yöntemi, Re ve ark. (1999)' nın belirttiği şekilde uygulandı. Yöntemin esası, ABTS'nin (2,2'azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)) potasyum persülfat ile reaksiyona girmesi sonucu oluşan mavi-yeşil renkli ABTS⁺ radikalinin ortamda bulunan antioksidanlar tarafından indirgenerek mavi-yeşil rengin açılma miktarının spektrofotometrik olarak ölçülmesine dayanmaktadır. İndirgenen ABTS⁺ miktarı sentetik bir antioksidant olan troloksun standart miktarlarıyla kıyaslanarak hesaplanmaktadır. Örneklerin TEAK değerlerinin belirlenmesi için 2.45mM potasyum persülfat içeren 7mM'lık ABTS çözeltisi hazırlandı ve bu çözelti karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 12-16 sa. bekletilerek stok ABTS⁺ radikal çözeltisinin oluşması sağlandı. Stok ABTS⁺ radikal çözeltisini su: etanol (1:1, v/v) karışımı ile toplam karışımın absorbansı 734 nm de 0.70 ± 0.02 olacak şekilde seyreltilerek ABTS⁺ çalışma çözeltisi hazırlandı. 20 µL ekstrakt üzerine 1980 µL ABTS⁺ çalışma çözeltisi ilave edilerek vorteks yardımıyla hızlıca karıştırıldı ve 6 dk. beklendikten sonra 734 nm de verdiği absorbanslar belirlendi. Aynı işlemler troloks için de yapıldı ve örneklerin antioksidan aktivite değerleri mmol troloks eşdeğeri olarak ifade edildi.

3.11. Fitik Asit Tayini

Mısır unlarının fitik asit içerikleri Haug ve Lantzsch (1983)' in belirttikleri yöntemle göre tespit edildi. Buna göre aşağıdaki çözeltiler hazırlandı:

- i. Fitik asit standart çözeltisi: 0.15 g Na fitat 100 mL saf su içinde çözündürüldü. Daha sonra bu çözeltiden aşağıda belirtilen miktarlar

alınarak 0.2 N HCl ile 100 mL'ye tamamlandı ve bu şekilde 3-30 µg/mL Na fitat içeren seriler hazırlanmış oldu;

3 µg/mL Na fitat için 1.2 mL

5 µg/mL Na fitat için 2.0 mL

10 µg/mL Na fitat için 4 mL

15 µg/mL Na fitat için 6 mL

20 µg/mL Na fitat için 8 mL

30 µg/mL Na fitat için 12 mL

- ii. Demir Çözeltisi: 0.2 g amonyum demir (III) sülfat 100 mL 2 N HCl içinde çözündürüldü ve 1000 mL'ye saf su ile tamamlandı.
- iii. 2,2'- Bipiridin çözeltisi: 10 g 2,2'- bipiridin 10 mL tiyoglikolik asit içinde çözündürülüp saf suyla 1000 mL'ye tamamlandı.

Analiz için 100 mL'lik balon joje içine 0.3 g örnek tartılarak üzerine 50 mL 0.2 N HCl ilave edildi ve 35 °C deki su banyosunda 2.5 sa. çalkalandı. Daha sonra elde edilen ekstraktlardan ve hazırlanan standart serilerinin her birinden 0.5 mL alınarak kapaklı ve sıcaklığa dayanıklı deney tüplerine kondu. Üzerlerine 1 mL demir çözeltisi ilave edilip ağızları sıkıca kapatıldı ve kaynar su banyosunda 30 dk. bekletildi. Su banyosunda çıkarılan tüpler 15 dk. buz banyosunda bekletilerek oda sıcaklığına getirildi. Soğuyan örneklerin üzerlerine 2 mL bipiridin çözeltisi ilave edilerek 1 dk. içinde 519 nm de saf suya karşı okuma yapıldı. Fitik asit konsantrasyonu Na fitat standart serileriyle oluşturulan kalibrasyon grafiğinden hesaplandı ve sonuçlar mg fitik asit/g örnek olarak ifade edildi.

3.12. Mısır Unlarının Serbest Niasin Miktarlarının Belirlenmesi

Unların serbest niasin içeriği spektrofotometrik bir yöntem olan AACC 86-50.02 metodu modifiye edilerek belirlendi. Bu metot toplam niasin miktarını belirlemek için kullanıldığından metodun niasin ekstraksiyonu kısmı sadece serbest niasini elde etmek amacıyla asit hidrolizi yapılarak (Anonim, 2013; Lawrance, 2015) aşağıda belirtildiği şekilde modifiye edildi. AACC 86-50.02 metodunun diğer kısımları aynen uygulandı. Buna göre aşağıdaki çözeltiler hazırlandı:

- i. Nikotinik asit stok çözeltisi: 50 mg nikotinik asit referans standardı 500 mL % 25'lik etil alkol içinde çözündürülerek hazırlandı (1 mL = 100 µg nikotinik asit).
- ii. Nikotinik asit standart çözeltisi: 10 mL stok çözeltisi alınarak 100 mL'ye saf suyla seyreltildi (1 mL = 10 µg nikotinik asit).
- iii. Fosfat tampon çözeltisi: 60 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ve 10 g KH_2PO_4 sıcak su içerisinde çözündürülerek saf suyla 200 mL'ye tamamlandı. Kullanılincaya kadar buzdolabında saklandı.
- iv. Siyanojen bromür (CNBr) çözeltisi: 370 mL 40 °C deki distile suya 40 g CNBr ilave edildi. CNBr çözülünceye kadar çalkalandı, soğutuldu ve 400 mL'ye tamamlandı.
- v. % 55'lik sülfanilik asit: 55 g sülfanilik asit üzerine 27 mL distile su ve 27 mL NH_4OH ilave edilerek çözülünceye kadar çalkalandı. Çözeltinin pH değeri 7' ye ayarlandı ve saf suyla 100 mL'ye tamamlandı. Karanlık bir ortamda muhafaza edildi.

Analiz için 50 mL'lik ölçü balonunun içine 5 g un örneği tartılıp üzerlerine 30 mL 0.1N HCL ilave edilerek 2-3 dk. hızlı bir şekilde karıştırıldı ve 1 sa. süreyle 100 °C deki su banyosunda bekletildi. Su banyosundan çıkarılan karışım distile suyla 50 mL'ye tamamlandıktan sonra +4 °C de buzdolabında 2 sa. bekletildi. Daha sonra karışım 15 dk. santrifüj edildikten sonra süpernatantdan 20 mL alınarak içinde 8 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ve 2 mL fosfat tampon çözeltisi bulunan tüplere aktarıldı. Karışım tam çözülünceye kadar 55-60 °C ısıtıldı ve çalkalandı. Ardından 5 dk. santrifüj edilerek 12 numaralı Whatman filtre kağıdıyla süzüldü.

Örneklerin renklendirilmesi amacıyla 5 mL filtre edilen örnekten alınarak 30 dk. + 4 °C de buzdolabında bekletildi. Daha sonra tüplere 10 mL CNBr ve 30 sn. içinde de 1 mL % 55'lik sülfanilik asit ilave edildi ve hemen karıştırıldı. Sülfanilik asit ilavesinden 12-15 dk. sonra 470 nm de 10 mL distile su ve 1 mL % 55'lik sülfanilik asit içeren standart köre karşı transmittians değerleri okundu. Örneklerin serbest niasin miktarları nikotinik asit standart serileriyle oluşturulan kalibrasyon grafiğinden hesaplandı ve sonuçlar mg /100 g örnek olarak ifade edildi.

3.13. Mısır Unlarının Mikroskopik Analizi

Unların “scanning electron microscope” (SEM) kullanılarak Guzmán ve ark. (2009)’nın belirttiği yönteme göre fotoğrafları çekildi. SEM analizi için sadece pişmemiş mısırlar ile % 0 (minimum) ve % 1.2 (maksimum) Ca(OH)_2 konsantrasyonunda pişirilen mısırların unları kullanıldı.

3.14. İstatistiksel Analizler

Çalışmada 5 farklı mısır çeşidi (3 adet atdışi mısır ve 2 adet sert mısır), 4 farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonu (% 0, 0.4, 0.8 ve 1.2 ağırlık/ağırlık esasına göre), 2 farklı pişirme süresi (30 ve 45 dk.) ve 2 tekerrürlü tam şansa bağlı deneme deseni kullanıldı. Analizler hem pişmemiş mısır unlarında hemde pişirilmiş mısır unlarında yapılarak pişirmeyle oluşan değişimler tespit edildi. Elde edilen veriler Statgraphics (Graphics Software System, STCC, Inc. USA) istatistik programı kullanılarak analiz edildi. Örneklere uygulanan işlemler arasındaki farkın önemli olup olmadığının belirlenmesi varyans analizi (ANOVA) ve F testi ile yapıldı. Grupların farklılıkları ise LSD çoklu karşılaştırma testi ile $P < 0.05$ seviyesinde belirlendi.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Pişirilmemiş (Kontrol) Mısırların Fiziksel, Kimyasal ve Reolojik Özellikleri

Piştirilmemiş mısırlara ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çalışmada kullanılan mısır çeşitlerinin hektolitre ağırlıkları 76.99-81.00 kg/hL arasında değişmiştir. Mısırdaki hektolitre ağırlığı 62.50-78.75 kg/hL arasında değişmekle birlikte, 74 kg/hL ve üzeri tercih edilmektedir. Dane boyutu, yoğunluğu, şekli, perikarp kayganlığı, nem içeriği, yabancı materyal ve kırık dane oranı gibi faktörler hektolitre ağırlığını etkilemektedir. Yüksek hektolitre ağırlığı mısır danesinin dolgun ve sert endosperm oranının daha yüksek olduğunu gösterir. Düşük hektolitre ağırlığı ise mısırın uygun bir şekilde olgunlaşmadığının göstergesidir. Benzer sertliğe ve dane niteliklerine sahip hibritler içinde yüksek hektolitre ağırlığına sahip olanlar daha iyi öğütme özellikleri göstermektedir (Smith ve ark., 2004).

Çizelge 4.1. Piştirilmemiş mısırların bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları*

Örnek Kodu	Mısır Çeşidi	Hektolitre Ağırlığı (kg/hL)	1000 Dane Ağırlığı (g)	Nem (%)	Protein (%)**	Kül (%)***	Ham Yağ (%)***
Atdışi Mısır	1 Pioneer 3245	81.00±0.62 ^c	361.50±6.74 ^c	11.94±0.01 ^b	8.51±0.50 ^b	1.09±0.10 ^a	5.79±0.17 ^b
	2 Pioneer 32T83	77.68±0.29 ^{ab}	337.20±1.03 ^b	10.96±0.03 ^a	7.31±0.27 ^a	1.18±0.06 ^{ab}	3.49±0.02 ^a
	3 Dekalb 6101	76.99±1.00 ^a	358.62±11.21 ^c	12.99±0.19 ^c	8.34±0.31 ^b	1.29±0.01 ^{bc}	5.56±0.96 ^b
Sert Mısır	4 SSM	77.25±0.22 ^{ab}	251.41±2.29 ^a	13.85±0.23 ^d	11.57±0.02 ^c	1.33±0.01 ^{bc}	5.73±0.14 ^b
	5 BSM	78.27±0.52 ^b	339.95±1.34 ^b	13.79±0.28 ^d	11.79±0.25 ^c	1.40±0.05 ^c	5.27±0.23 ^b

*: Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (LSD, P>0.05).

** : Kuru madde esas ve Nx6.25’e göre hesaplanmıştır.

***: Kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Örneklerin 1000 dane ağırlıkları ise 251.41 g ile 361.50 g arasında belirlenmiştir. Mısırdaki 1000 dane ağırlığı çeşit ile çevre şartlarından önemli ölçüde etkilenmekte ve mısır veriminin ölçülmesinde bir kriter olarak değerlendirilmektedir (Watson, 2003; Öner ve ark., 2012). Nejayote ile hazırlanan alkali piştirilmiş hamurun özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, kullanılan mısırın hektolitre ağırlığı 75.30 ± 0.57 kg/hL bulunurken; 1000 dane ağırlığı ise 276.46 g ± 0.43 bulunmuştur (Valderrama-Bravo ve ark., 2015). Öner ve ark. (2012) tarafından farklı lokasyonlarda

yetiştirilen atdışı mısır (*Zea mays l. indendata*) çeşitlerinde 1000 dane ağırlıkları 301 g ile 389 g arasında ölçülmüştür. Turgut (2003), yaptığı bir çalışmada mısır (*Zea mays indentata Sturt.*) hatlarına ait 1000 dane ağırlık değerlerini 277.9-326.8 g arasında, melez popülasyonda ise örneklerin 1000 dane ağırlıklarını 265.2-405.1 g arasında bulunduğunu belirtmektedir.

Mısırların nem oranı ise % 10.96-13.85 arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). Normal bir depolama süresince nem içeriği düşük olan kuru tahıl danelerinde genellikle çok az değişiklik olur. Buna karşılık tahılların nem içeriklerinin ve sıcaklıklarının artması ile tahıllarda kızışma, küflenme, çimlenme, çürüme, tutukluk, yanma, ekşime ve alkol kokusu oluşumu gibi birçok olumsuz durum ortaya çıkar ve ciddi boyutlarda ekonomik kayıplar oluşur. Depolamada söz konusu sorunların ortaya çıkmaması için en yüksek nem içeriği; buğdayda %14, mısırdaki, arpada, yulafta ve sorgumda %13, pirinçte ise %12-13 olmalıdır (Hoseney, 1986; Dizlek, 2012).

Aleron tabakasının altında sert ve yumuşak olmak üzere iki tip mısır endospermi bulunmaktadır. Sert endosperm daha fazla protein içermektedir (Lásztity, 1995). Pişmemiş mısırların protein değerlerine bakıldığında sonuçların % 7.31-11.79 arasında değiştiği görülmektedir. Çalışmada kullanılan sert mısırların protein oranları atdışı mısırlardan ortalama % 3.6 daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.1). Mısırdaki protein miktarı çeşit, yetiştirme koşulları ve diğer faktörlere göre değişmekle beraber yaklaşık % 6 ile %18 aralığındadır. Genellikle şeker mısır ve cin mısırların protein içeriği atdışı ve sert mısırlardan daha fazladır (Lásztity, 1995).

Pişmemiş mısırların kül miktarları % 1.09-1.40 aralığında bulunmuştur. Mısırların kül değerleri çeşide bağlı olarak % 1.1-3.9 arasında değişmektedir (Watson, 2003). Matz (1991), şeker mısır, cin mısır ve atdışı mısırların kül miktarlarını sırasıyla % 1.83, % 1.45 ve % 1.18 olarak değiştiğini ifade etmektedir. Çizelge 4.1 incelendiğinde sert mısırların kül değerlerinin atdışı mısırlardan ortalama % 0.18 daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kontrol mısırlarının yağ değerleri ise % 3.49 ile % 5.79 arasında tespit edilmiştir. Mısır danesinin yağ içeriği genetik koşullara göre farklılık göstermekle birlikte, genelde % 3.1-5.7 aralığında değişir (Watson, 2003). Mısır endospermi düşük miktarda ham yağ içerirken (yaklaşık % 1) rüşeym kısmının ham yağ ve protein miktarı oldukça yüksek olup, sırasıyla yaklaşık % 33 ve % 18 dir. Rüşeym kısmı yüksek oranda

çoklu doymamış yağ asitlerinden oleik ve linoleik asitleri içermektedir. Buna karşın endosperm kısmının doymuş yağ asidi içeriği ise daha yüksektir (Singh ve ark., 2011).

Piştirilmemiş mısır çeşitlerine ait viskozite özellikleri Çizelge 4.2’de sunulmuştur. Mısır unlarının jelatinizasyon sıcaklıkları 74.23-81.45°C aralığında değişmiştir. Sert mısırların jelatinizasyon sıcaklıkları atdışi mısırlardan ortalama 4.5 °C daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Sonuçlara bakıldığında pik viskozitesi değerlerinin 1430-3581 cP arasında, katılaşma viskozitesi değerlerinin 1605-2721 cP arasında ve son viskozite değerlerinin 2783-4359 cP aralığında değiştiği görülmektedir. Atdışi mısırların viskozite değerleri sert mısırlardan ortalama 452 cP ile 1657 cP arasında daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Piştirilmemiş Maíze Ancho türü mısırlarda yapılan bir çalışmada pik viskozitesi, katılaşma ve son viskozite değerlerinin sırasıyla 2891-3060 cP, 1631-1865 cP ve 4766-5181 cP aralıklarında değiştiği bildirilmiştir (Figueroa ve ark., 2013). Aynı çalışmada söz konusu mısırların jelatinizasyon sıcaklıkları 71.35-75.95 °C arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Piştirilmemiş mısırların viskozite değerleri*

Örnek Kodu	Mısır Çeşidi	Jelatinizasyon Sıcaklığı (°C)	Pik viskozitesi (cP)	Son viskozite (cP)	Katılaşma viskozitesi (cP)
Atdışi Mısır	1 Pioneer 3245	77.55±0.07 ^b	2405±18 ^c	4267±85 ^d	2411±71 ^d
	2 Pioneer 32T83	74.23±0.60 ^a	3581±3 ^e	3644±107 ^c	1941±61 ^c
	3 Dekalb 6101	77.70±0.00 ^b	3057±15 ^d	4359±105 ^e	2721±77 ^e
Sert Mısır	4 SSM	80.65±0.07 ^c	1285±11 ^a	2783±15 ^a	1605±7 ^a
	5 BSM	81.45±0.71 ^d	1430±2 ^b	3179±7 ^b	1797±2 ^b

*: Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (LSD, P>0.05).

4.2. Piştirilmemiş Mısırların Renk Değerleri

Atdışi mısırlarda parlaklığın göstergesi olan L değeri 96.41-97.91 arasında, yeşil rengin göstergesi olan a değeri (-3.15) ile (-2.16) arasında ve sarılığın göstergesi olan b değeri 17.29-19.59 arasında değişmiştir. L değeri SSM çeşidinde 93.66 çıkarken, daha parlak olan BSM çeşidinde 97.69 çıkmıştır. Beyaz renkli olmasından dolayı BSM çeşidinin +b değeri 7.02 olarak belirlenirken, SSM’nin 20.39 olarak belirlenmiştir. Sefa-Dedeh ve ark. (2004) yaptıkları bir çalışmada çiğ mısırın L değerini 83.88, a değerini -0.05 ve b değerini 19.36 olarak bulmuşlardır. Mısır çeşitlerinin alkali pişirme

sonucunda oluşan toplam renk farklılıklarının (ΔE) belirlenmesinde pişmemiş mısırların L, a ve b değerleri referans değerler olarak alınmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Pişirilmemiş mısırlara ait unların renk değerleri*

Örnek Kodu	Mısır Çeşidi	L	a	b
Atdışi Mısır	1 Pioneer 3245	96.41±0.18 ^b	-2.16±0.17 ^c	17.74±0.61 ^b
	2 Pioneer 32T83	97.91±0.35 ^c	-3.15±0.07 ^a	17.29±0.43 ^b
	3 Dekalb 6101	96.65±0.15 ^b	-2.71±0.11 ^b	19.59±0.22 ^c
Sert Mısır	4 SSM	93.66±0.11 ^a	-0.80±0.06 ^d	20.39±0.17 ^d
	5 BSM	97.69±0.25 ^c	-0.56±0.02 ^e	7.02±0.38 ^a

*: Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (LSD, P>0.05).

4.3. Pişirilmemiş Mısırların Fenolik Madde Miktarları

Çalışmada kullanılan atdışi mısır çeşitlerinde fenolik maddelerin yaklaşık % 72'si bağlı formda, sert mısır çeşitlerinde ise yaklaşık % 62' si bağlı formda bulunmuştur (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.1). Meyve ve sebzelerden farklı olarak tahıllarda fenolik maddeler, serbest ve bağlı formlarda bulunmaktadır (Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2006). Mısırdaki bağlı fenoliklerin oranı yaklaşık % 70-80 civarındadır (Adom ve Liu, 2002; Mora-Rochin ve ark., 2010).

Çizelge 4.4. Pişirilmemiş mısırların fenolik madde içerikleri*

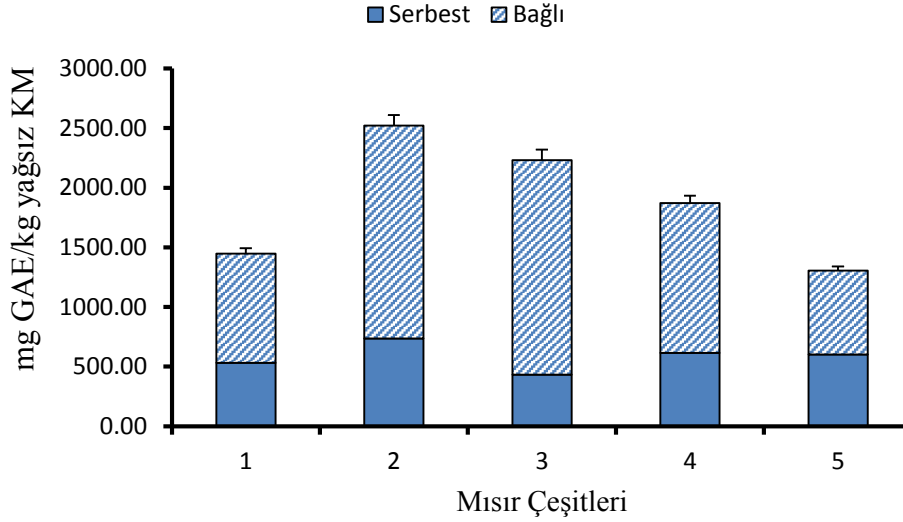
Örnek Kodu	Mısır Çeşidi	Serbest fenolikler mg GAE/kg **	Bağlı fenolikler mg GAE/kg **	Toplam fenolik mg GAE/kg **
Atdışi Mısır	1 Pioneer 3245	530.8±66.4 ^{ab}	916.2±14.6 ^b	1446.9±51.9 ^a
	2 Pioneer 32T83	737.1±93.6 ^c	1784.4±47.7 ^d	2521.5±141.3 ^d
	3 Dekalb 6101	431.2±5.5 ^a	1798.8±33.1 ^d	2230.0±38.6 ^c
Sert Mısır	4 SSM	614.3±53.2 ^{bc}	1255.9±0.0 ^c	1870.2±53.2 ^b
	5 BSM	600.6±34.8 ^{bc}	704.1±41.8 ^a	1304.7±36.6 ^a

*: Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (LSD, P>0.05).

** : Kuru madde esasına göre hesaplanmıştır, GAE: Gallik asit eşdeğeri.

Atdışi mısırların toplam fenolik madde miktarları 1446.95 ile 2521.48 mg GAE/kg arasında değişirken; sert mısırların toplam fenolik madde miktarları ise 1304.75 mg GAE/kg ile 1870.21 mg GAE/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Yapılan bir çalışmada toplam fenolik miktarları mor mısırların 4650-34000 mg GAE/kg arasında, kırmızı mısırların 2830-6170 mg GAE/kg arasında, sarı mısırların 5510 mg

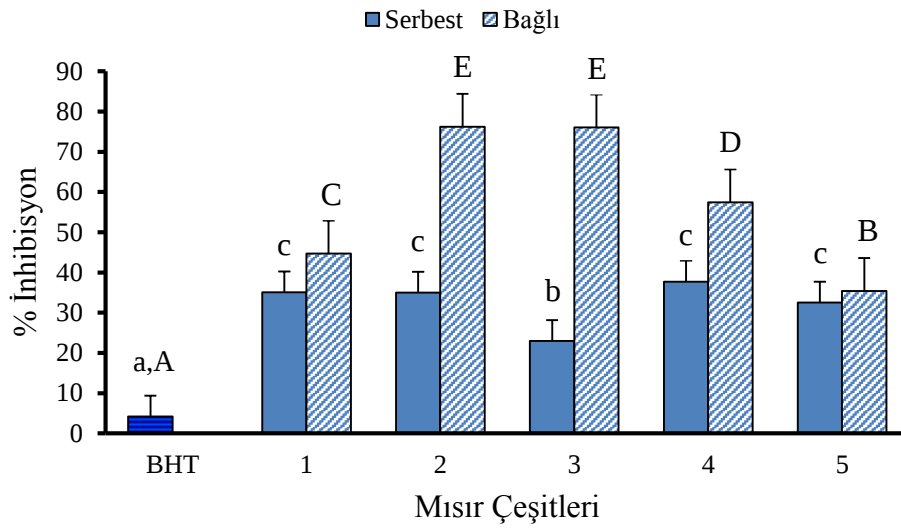
GAE/kg civarında ve beyaz mısırın ise 1700 mg GAE/kg civarında bulunmuştur (Lopez-Martinez ve ark., 2009).



Şekil 4.1. Pişirilmemiş mısırların toplam fenolik madde miktarları (GAE: Gallik asit eşdeğeri, KM: Kuru madde, (1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101, (4) SSM, (5) BSM).

4.4. Pişirilmemiş Mısırların Antioksidan Aktivite Özellikleri

Çalışmada kullanılan örneklere ait serbest ve bağlı fenolik ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri DPPH ve TEAK olmak üzere iki farklı yöntemle belirlenmiştir. Pişirilmemiş mısırların DPPH radikalini temizleme gücü standart bir antioksidan olan bütillenmiş hidroksi tolue (BHT-25 ppm) ile karşılaştırılarak grafiğe geçirilmiş ve Şekil 4.2’de verilmiştir. Şekilden mısırlara ait serbest fenolik ekstraktların DPPH radikalini % 22-39 arasında inhibe ettiği bağlı fenolik ekstraktların ise % 35-76 arasında inhibe ettiği görülmektedir. Yapılan bir çalışmada sarı mısır örneklerinde serbest fenolik antioksidanların DPPH radikalini % 15 civarında inhibe ettiği bağlı fenolik antioksidanların ise % 75 civarında inhibe ettiği belirlenmiştir (Lopez-Martinez, 2009). Tahılların antioksidan aktiviteleri üzerine yapılan bir çalışmada mısırın toplam antioksidan aktivitesinin % 13’ünün serbest fitokimyasallardan % 87’sinin ise bağlı fitokimyasallardan geldiği tespit edilmiştir (Adom ve Liu, 2002). Çalışmada kullanılan mısır çeşitlerinin bağlı fenolik antioksidanların DPPH radikalini temizleme gücü ortalaması toplam antioksidanların DPPH radikalini temizleme gücü ortalamalarının % 64’ü civarında çıkmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Pişirilmemiş mısır ekstraktlarının DPPH radikalini inhibe etme oranı (Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (LSD, $P>0.05$), (1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101, (4) SSM, (5) BSM).

Atdışi mısırların toplam TEAK değerleri 4.90-6.46 mmol TE/g arasında bulunurken, sert mısırların TEAK değerleri 5.79 mmol TE/g ve 4.24 mmol TE/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3). Das ve Singh (2015) yaptıkları bir çalışmada atdışi mısırların toplam TEAK değerlerini 1.3 mmol TE/g olarak tespit ederlerken sert mısırların 0.85 mmol TE/g olarak belirlemişlerdir. On sekiz adet mısır çeşidinin fenolik bileşiklerinin ve antioksidan aktivitelerinin incelendiği bir çalışmada ise mısır çeşitlerinin serbest radikalleri temizleme özellikleri bir birinden farklı çıkmış ve bu farklılığın her bir fenotipin fenolik madde ve antosiyanin profillerinin farklılığından kaynaklandığı belirtilmiştir (Lopez-Martinez ve ark., 2009).

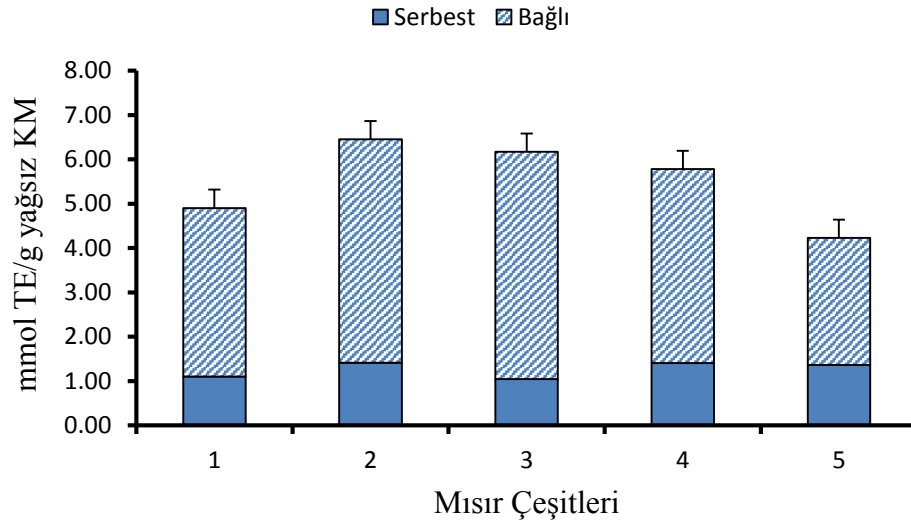
Çizelge 4.5. Pişirilmemiş mısırların TEAK içerikleri*

			TEAK		
Örnek Kodu		Mısır Çeşidi	Serbest mmol TE/g **	Bağlı mmol TE/g **	Toplam mmol TE/g **
Atdışi Mısır	1	Pioneer 3245	1.10±0.03 ^a	3.80±0.21 ^b	4.90±0.24 ^b
	2	Pioneer 32T83	1.42±0.10 ^b	5.04±0.01 ^d	6.46±0.10 ^d
	3	Dekalb 6101	1.05±0.07 ^a	5.12±0.02 ^d	6.17±0.05 ^d
Sert Mısır	4	SSM	1.41±0.01 ^b	4.38±0.12 ^c	5.79±0.11 ^c
	5	BSM	1.36±0.07 ^b	2.87±0.07 ^a	4.24±0.01 ^a

* : Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (LSD, $P>0.05$).

** : Kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Çalışmada atdişi mısırlarda bağlı fenoliklerden gelen antioksidanların TEAK değerleri toplam antioksidanların TEAK değerlerinin % 80'nini oluşturukun sert mısırlarda bu oran ortalama % 72 civarında bulunmuştur (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Pişirilmemiş mısırların TEAK içerikleri (TE: Troloks eşdeğeri, KM: Kuru madde, (1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101, (4) SSM, (5) BSM).

4.5. Pişirilmemiş Mısırların Fitik Asit ve Serbest Niasin İçerikleri

Çalışmada mısır çeşitlerinin fitik asit içerikleri 7.33-9.57 mg/g arasında bulunmuştur. Bu da yaklaşık mısırların % 0.7-0.9 arasında fitik asit içerdiğini ifade etmektedir. Mısırdaki fitik asit miktarı % 0.75- % 2.22 arasında değişmekte (Özkaya, 2004) ve toplam fitatın yaklaşık % 90'ı rüşeym ve aleron gibi kül içeriği yüksek tabakalarda bulunmaktadır (Jian-Chao ve ark., 2013). Kül içeriği yüksek olan örneklerin (Bkz. Çizelge 4.1) fitik asit içerikleri de yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Pişirilmemiş mısırların fitik asit ve serbest niasin içerikleri*

Örnek Kodu	Mısır Çeşidi	Fitik asit mg/g**	Serbest niasin mg/100g**
Atdişi Mısır	1 Pioneer 3245	7.87±0.51 ^{ab}	0.04±0.01 ^c
	2 Pioneer 32T83	7.33±0.62 ^a	0.06±0.01 ^d
	3 Dekalb 6101	8.90±0.48 ^{bc}	0.03±0.01 ^b
Sert Mısır	4 SSM	9.17±0.62 ^{bc}	0.04±0.01 ^c
	5 BSM	9.57±0.31 ^c	0.02±0.01 ^a

*: Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (LSD, P>0.05).

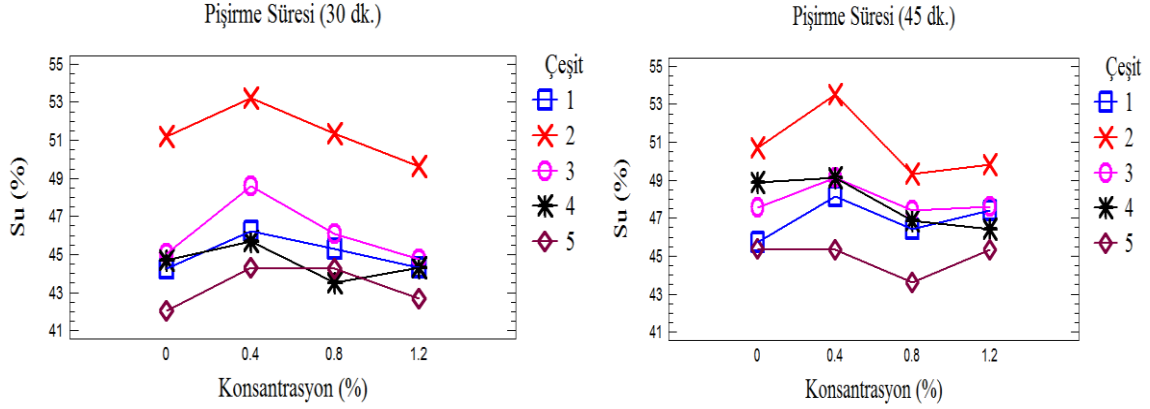
** : Kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Olgunlaşmış tahıl danelerinde niasinin yaklaşık % 85-90'nı bağlı formda, geri kalanı serbest formda bulunmaktadır. Nikotinik asit polisakkaritlerle (niasitin) veya polipeptitlerle (niasinojen) bağ oluşturmaktadır. Bağlı formdaki niasinden organizmanın yararlanma oranı düşüktür. Danedeki niasinin % 80'i aleron ve ruşeym tabakalarında yoğunlaşmıştır (Kodicek ve Wilson, 1960; Das ve Guha, 1960; Ghosh ve ark., 1963; Ball, 2005). Pişmemiş mısırdaki yaklaşık 0.04 mg/100g civarında kullanılabilir serbest niasin bulunmaktadır (Carter ve Carpenter, 1982; Wall ve Carpenter, 1988). Çalışmada mısırların serbest niasin içerikleri 0.02-0.06 mg/100g arasında bulunmuştur (Çizelge 4.6).

4.6. Alkali Pişirme Şartlarının Pişirme Sonrası Mısır Danelerinin Su Absorpsiyonuna Etkisi

Mısır danelerinin su absorpsiyon miktarları çeşide göre farklılık göstermiştir ($P<0.001$). Buna göre atdişi mısırların pişirme sonrası su absorpsiyonu % 44.23-53.50 arasında değişirken; sert mısırların ise % 42.04-49.14 arasında değişmiştir (Bkz. Ekler Çizelge 1 ve Çizelge 2). Tortilla ve mısır cipsi üretimi için en uygun nişastamalı (taze pişmiş mısır) su içeriğinin % 48 civarında olması gerekmektedir (Serna-Saldivar ve ark., 1993). Buna göre sonuçlara baktığımızda sert mısırların yeterli su absorbe etmesi için en az 45 dk. pişirilmeleri gerekmektedir.

Pişirme işleminde Ca(OH)_2 konsantrasyonunun mısır çeşitlerinin su absorpsiyonu üzerine etkisi önemli ($P<0.001$) bulunmuştur (Bkz. Ekler Çizelge 31). Ca(OH)_2 konsantrasyonunun doğrusal olmayan bir etkisi olmuş; % 0.4 konsantrasyonda su absorpsiyonu en üst seviyeye çıkmış, daha sonra tekrar düşmüştür (Şekil 4.4). Yapılan bir çalışmada alkali pişirmede % 0.1-0.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonunun mısır unlarının su absorpsiyonunu % 58-59 civarına çıkardığı; % 0.2 den sonra su absorpsiyonunun hızlı bir şekilde azalmaya başladığı ve % 0.4'den daha yüksek konsantrasyonlarda su absorpsiyonundaki değişimin yavaşladığı ifade edilmiştir. Bu durum Ca(OH)_2 miktarının artmasıyla nişasta granülleriyle Ca^{++} ve Ca(OH)^+ katyonları arasında meydana gelen ve taneye su geçişini güçleştiren bağlar nedeniyle pişirme suyunun nişasta içine girişinin zorlaşmasıyla açıklanmaktadır (Bryant ve Hamaker, 1997).

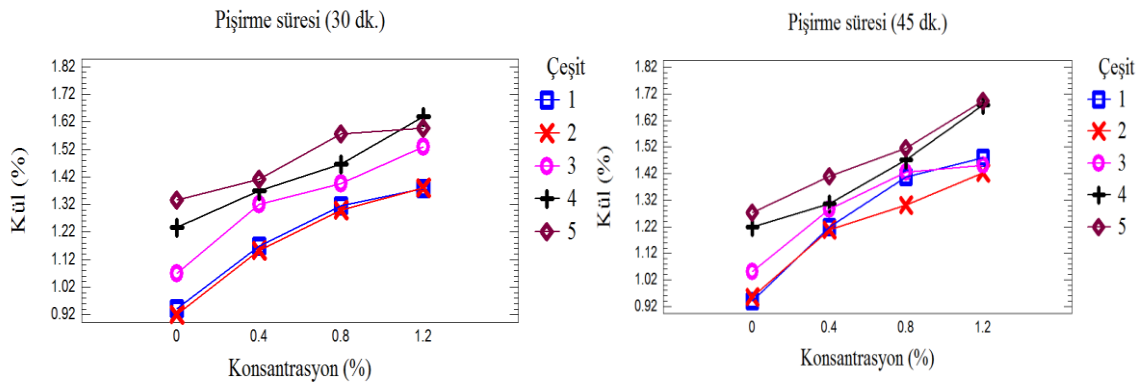


Şekil 4.4. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının mısır danelerinin pişirme sonrası su absorpsiyonuna etkisi ((1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101, (4) SSM, (5) BSM).

Çalışmada 30 dk. pişirilen mısırların toplam ortalama su içerikleri % 46.07 iken, 45 dk. pişirilen mısırların su içerikleri ortalaması % 47.67 olmuştur. Pişirme süresinin uzaması mısırların absorbe ettikleri su miktarını yaklaşık % 1.6 arttırmıştır ($P < 0.001$).

4.7. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Kül İçeriğine Etkisi

Alkali pişirmede çeşit, pişirme süresi ve Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının deneme unlarının kül içerikleri üzerine etkisi Ekler Çizelge 3, Ekler Çizelge 4 ile Şekil 4.5’de ve varyans analizleri ise Ekler Çizelge 32’de verilmiştir. Pişirme işleminde Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artmasıyla bütün çeşitlerde kül miktarı artmıştır ($P < 0.001$).



Şekil 4.5. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının mısır unlarının kül içeriğine etkisi ((1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101, (4) SSM, (5) BSM).

Ca(OH)_2 miktarının % 1.2'e çıkarılmasıyla elde edilen mısır unlarının kül içeriği başlangıca göre % 0.27-0.54 oranında artış göstermiş, son örneklerde ortalama kül içerikleri ise % 0.94 değerlerinden en yüksek % 1.69 değerlerine çıkmıştır ($P < 0.001$). Salazar ve ark. (2014)'ın çalışmasında alkali pişirme boyunca Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artması örneklerin kül miktarlarını da arttırmıştır. Sefa-Dedeh ve ark. (2004)'nın yaptıkları bir çalışmada alkali pişirmede kullanılan Ca(OH)_2 miktarının % 0.0-1.0 değerleri arasında artmasıyla mısır unlarının kül içerikleri de % 0.20 civarında artmıştır.

Pişirme süresinin mısır unlarının kül içeriği üzerine etkisi önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur (Bkz. Ekler Çizelge 32). Alkali pişirme boyunca danenin % 0.5 ile % 14.5 arasında perikarp, ruşeym ve endospermden oluşan bir kısmı suya geçmektedir (Rosentrater, 2006). Fernández-Muñoz ve ark. (2006) mısır endospermi, perikarpı ve ruşeymine alkali pişirme boyunca kalsiyum geçişini ayrı ayrı inceledikleri çalışmada, alkali pişirmede endospermin 5 sa. dinlendirilmesiyle en yüksek kalsiyum değerine ulaştığını, bundan sonra kalsiyum miktarının tekrar düştüğünü tespit etmişlerdir. Çalışmalarında bunun sebebini açıklarken 5 sa. te kadar dinlendirme esnasında perikarp tabakasının parçalanmasıyla endosperme hızlı bir kalsiyum geçişi olduğunu, 5 sa. ten sonra ise endospermin kalsiyumca zengin dış kısımlarının yıkama esnasında endospermden ayrıldığını ve sonuçta kalsiyum miktarının düştüğünü ifade etmişlerdir. Gutiérrez-Cortez ve ark. (2010) yaptıkları çalışmalarında alkali pişirme süresinin uzamasıyla dane perikarpında kalsiyum miktarının da arttığını belirlemişlerdir. Çalışmamızda pişirme süresinin uzamasının mısır unlarının kül içeriğini arttırmamasının sebebi kalsiyum miktarı artan bu perikarp tabakasının pişirmenin etkisiyle parçalanarak nejayoteye geçmesi olabilir.

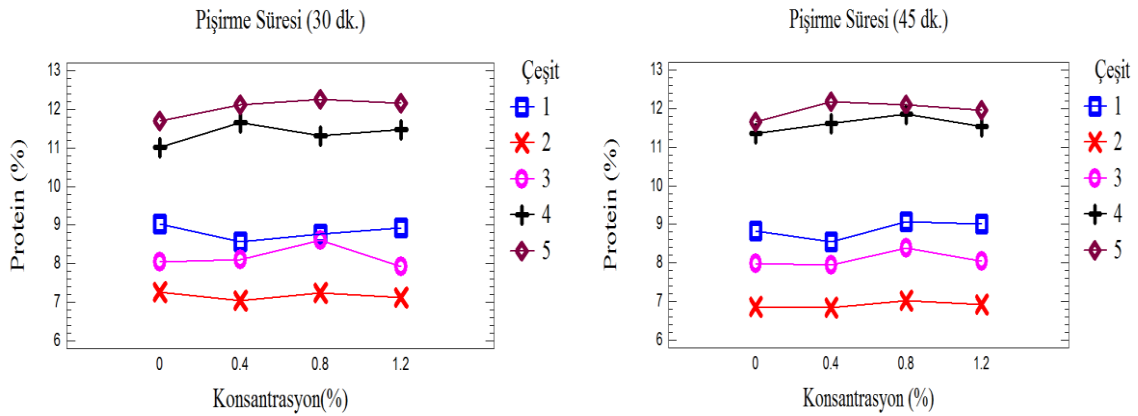
4.8. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Protein İçeriğine Etkisi

Mısır çeşidi, Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının protein içeriklerine etkileri Ekler Çizelge 5, Ekler Çizelge 6 ile Şekil 4.6.'da ve varyans analizleri Ekler Çizelge 33'de verilmiştir.

Atdışi mısırların protein miktarı % 6.70-9.19 arasında bulunurken, sert mısırlarda ise % 10.95-12.42 arasında bulunmuştur. Ca(OH)_2 konsantrasyonunun

protein içeriği üzerine doğrusal olmayan bir etkisi olmuştur ($P < 0.01$). Mısır unlarının protein içeriğindeki artış % 0.8 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda en üst seviyeye ulaşmakta, daha sonra genelde sabit kalmakta veya azalmaktadır. Bu artış miktarı atdışi mısırlarda % 0.21-0.68 arasında değişirken, sert mısırlarda % 0.45 ile % 0.64 arasında değişmiştir. Bressani ve ark. (1958) yaptıkları bir çalışmada çiğ ve alkali pişirilmiş mısırların protein içeriğini sırasıyla % 9.6 ve % 10.3 bulmuşlardır. Yapılan başka bir çalışmada alkali pişirmede Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artmasıyla örneklerin protein içeriğinin de yaklaşık % 0.74 civarında arttığı belirlenmiştir (Sefa-Dedeh ve ark., 2004). Protein miktarındaki bu hafif artış nispi bir artış olarak değerlendirilmiş ve konsantrasyonun etkisine bağlanmıştır.

Piştirme süresinin mısır unlarının protein içeriği üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$) (Bkz. Ekler Çizelge 33).



Şekil 4.6. Alkali piştirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının mısır unlarının protein içeriklerine etkisi ((1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101, (4) SSM, (5) BSM).

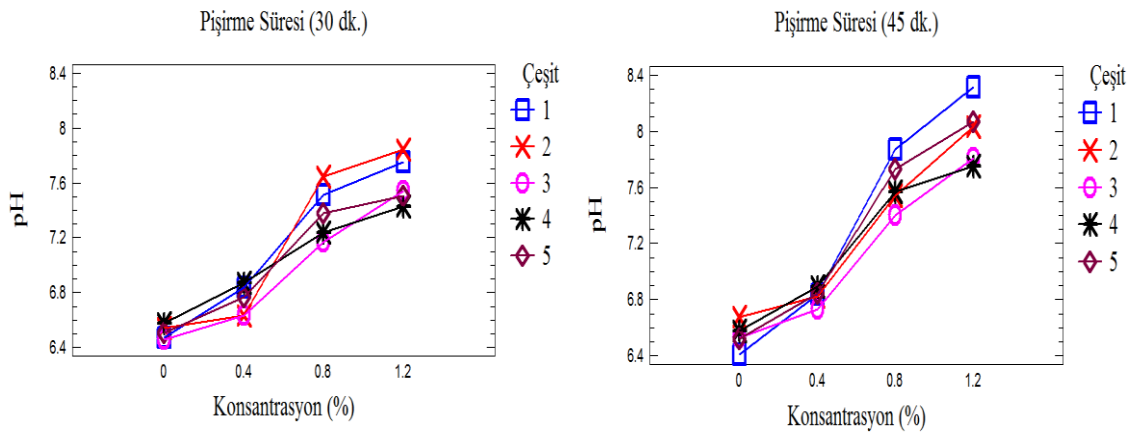
4.9. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının pH Değerlerine Etkisi

Alkali pişirilen atdışi mısırlarının pH değerleri 6.41 ile 8.32 arasında, sert mısırların pH değerleri de 6.51 ile 8.07 arasında bulunmuştur. Farklı mısır çeşitlerinin kullanılması ile pH değerindeki değişim önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$) (Bkz. Ekler Çizelge 7 ve Ekler Çizelge 34).

Artan Ca(OH)_2 konsantrasyonu örneklerin pH değerini artırmıştır ($P < 0.001$) (Şekil 4.7 ve Ekler Çizelge 8). Atdışi mısırların pH değerlerinde kontrol (% 0 Ca(OH)_2)

ile % 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonu arasındaki fark 30 dk. pişirme uygulandığında ortalama 1.22 olurken, 45 dk. pişirme uygulandığında 1.52 olmuştur. Bu durum sert mısırlarda ise 30 dk. pişirme uygulandığında ortalama 0.92 olurken, 45 dk. pişirme uygulandığında 1.36 olmuştur. Pişirme süresinin uzaması ile pH yükselmiş ($P < 0.01$), atdışi mısırlardaki artış sert mısırlardan daha fazla olmuştur. Ca(OH)_2 konsantrasyonları arasındaki farka baktığımızda atdışi mısırlarda % 0-0.4, % 0.4-0.8 ve % 0.8-1.2 arasındaki pH artışı 30 dk. pişirme uygulandığında sırasıyla 0.22, 0.74 ve 0.27 olurken, 45 dk. pişirme uygulandığında 0.26, 0.80 ve 0.45 bulunmuştur. Aynı durum sert mısırlarda 30 dk. pişirme uygulandığında sırasıyla 0.27, 0.49 ve 0.16 olurken, 45 dk. pişirme uygulandığında 0.33, 0.77 ve 0.27 olmuştur.

Bu sonuçlar pH değerindeki en fazla artış miktarının Ca(OH)_2 konsantrasyonunun % 0.4'den % 0.8'e çıkarılmasıyla gerçekleştiğini göstermektedir (Şekil 4.7). Bedolla ve Rooney (1984) yaptıkları bir çalışmada alkali pişirilen mısırların pH değerlerinin 7.01-7.88 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada 30 dk. pişirme uygulandığında artan Ca(OH)_2 konsantrasyonu ile örneklerin pH değerlerinin yaklaşık 6.10'dan 7.88'e yükseldiği ifade edilmiştir (Sefa-Dedeh ve ark., 2004).



Şekil 4.7. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının mısır unlarının pH değerlerine etkisi ((1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101, (4) SSM, (5) BSM).

4.10. Alkali Pişirme Sonunda Mısır Unlarında Oluşan Renk Farklılıkları (ΔE)

Alkali pişirmede mısır çeşidi, Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının ΔE değerleri üzerine etkisi Ekler Çizelge 9, Ekler Çizelge 10 ile Şekil

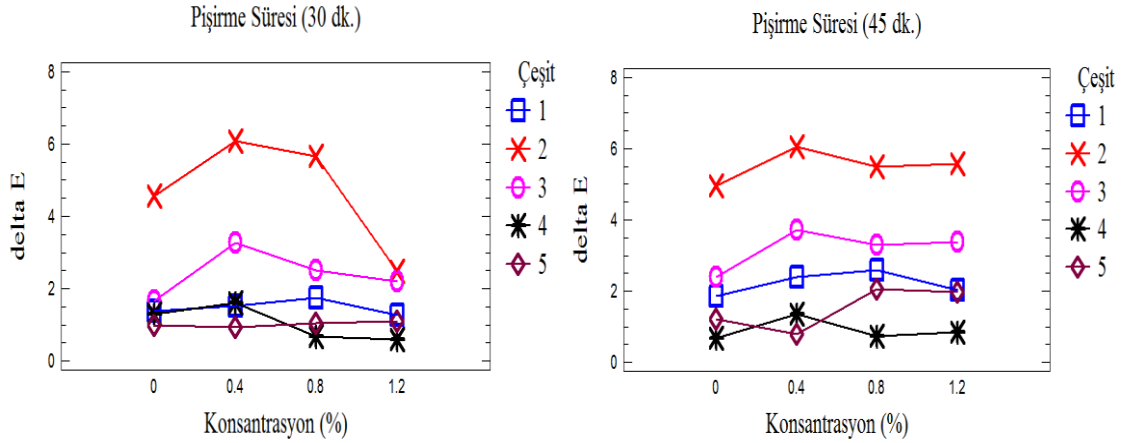
4.8. de ve varyans analizleri ise Ekler Çizelge 35’de verilmiştir. Atdışı mısırların ΔE değerleri 1.26 ile 6.07 arasında değişirken, sert mısırların 0.58 ile 2.07 arasında değişmiştir. Buna göre sert mısır unlarının renk değerleri pişirme işleminden daha az etkilenmiştir.

Atdışı mısırlara 30 dk. pişirme uygulandığında artan Ca(OH)_2 konsantrasyonu ile ΔE değerleri doğrusal olmayan bir şekilde etkilenmiş ($P<0.001$) ve en yüksek değere % 0.4 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda ulaşmıştır. Ca(OH)_2 konsantrasyonunun % 1.2’ye doğru artmasıyla ΔE değerleri düşmüştür. Aynı mısırlara 45 dk. pişirme uygulandığında yine ΔE değerleri en fazla % 0.4 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda artmış, artan konsantrasyonlarda ΔE değerleri ya sabit kalmış veya düşmüştür ($P<0.001$) (Şekil 4.8). Yapılan bir çalışmada % 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında alkali pişirme uygulanmış mısır unlarından tortilla cipsi üretilmiş ve üretilen cipslerin ΔE değerlerinin % 0.5 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda en yüksek değere ulaştığı, daha yüksek konsantrasyonlarda ise ΔE değerinin tekrar düştüğü ifade edilmiştir (Salazar ve ark., 2014).

Sarı sert mısırla beyaz sert mısırların artan Ca(OH)_2 konsantrasyonundan etkilenmeleri bir birleriyle ters orantılı olmuştur. Buna göre sarı renkli sert mısır olan 4 numaralı örneğe ait ΔE değeri pişirme işleminde % 0.4 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda en yüksek değere ulaşmış daha yüksek konsantrasyonlarda yeniden düşmüştür. Beyaz renkli sert mısır olan 5 numaralı örneğe ait ΔE değeri ise % 0.4 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda ya sabit kalmış veya düşmüştür; artan konsantrasyonlarda ΔE değeri yükselmiş ve % 1.2 konsantrasyonda en yüksek değere ulaşmıştır(Şekil 4.8).

Alkali pişirme işleminde % 0.4 Ca(OH)_2 konsantrasyonu kullanıldığında sarı renkli mısırların ΔE değeri artmakta beyaz renkli mısırların ise azalmakta veya sabit kalmaktadır. Bu nedenle tortilla ve mısır cipsi gibi fazla koyu rengin istenmediği (Hallauer, 2001) ürünlerin üretiminde sarı renkli mısır kullanılacaksa pişirmede kullanılan Ca(OH)_2 miktarı % 0.4 den fazla olmalıdır.

Pişirme işleminin uzaması örneklerin ΔE değerlerine arttırıcı etkide bulunmuştur ($P<0.001$) (Bkz. Ekler Çizelge 35). Yapılan bir çalışmada alkali pişirmede Ca(OH)_2 konsantrasyonunun % 0’dan % 0.5’artmasıyla örneklerin parlaklığı ile sarılığı artmış ve pişirilmemiş mısırların değerlerine yaklaşmıştır (Sefa-Dedeh ve ark., 2004).



Şekil 4.8. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının mısır unlarının ΔE değerlerine etkisi ((1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101, (4) SSM, (5) BSM).

4.11. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Viskozite Özellikleri Üzerine Etkisi

4.11.1. Jelatinizasyon sıcaklığına etkisi

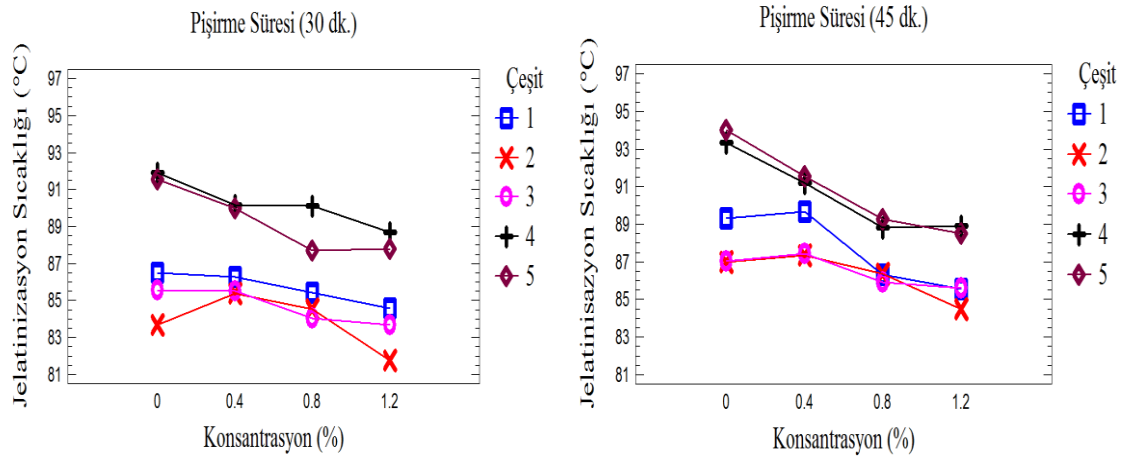
Alkali pişirmede mısır çeşidi, Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının jelatinizasyon sıcaklığına etkileri Şekil 4.9 ile Ekler Çizelge 11 ve 12 de verilmiştir. Mısır unlarının jelatinizasyon sıcaklıklarına ait varyans analizleri Ekler Çizelge 36'da sunulmuştur. Atdışi mısırların jelatinizasyon sıcaklıkları 81.8-89.7 °C arasında belirlenirken sert mısırların 87.7-94.0 °C arasında belirlenmiştir. Sert mısırların jelatinizasyon sıcaklık değerleri atdışi mısırlardan daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.9). Bu sonuç sert mısırların pişirilmesi için daha fazla enerjiye ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Pişirme işleminde artan Ca(OH)_2 konsantrasyonları ile bütün çeşitlerde jelatinizasyon sıcaklıkları düşmüştür ($P < 0.001$) (Şekil 4.9 ve Bkz. Ekler Çizelge 36). Sefa-Dedeh ve ark. (2004) tam mısır unu kullanarak yaptıkları bir çalışmada aynı şekilde Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artmasıyla jelatinizasyon sıcaklığının azaldığını belirlemişlerdir. Fakat yalnız başına nişastanın jelatinizasyon sıcaklığı Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artmasıyla artmakta, yağsız unun jelatinizasyon sıcaklığı ise önemli ölçüde etkilenmemektedir (Bryant ve Hamaker, 1997). Aradaki farkın sebebi tam mısırdaki bulunan lipidler olabilir. Çünkü tam mısır ununda Ca(OH)_2 uygulaması

nişastanın lipidlerle interaksiyonunu modifiye ettiği için (Mondragón ve ark.,2004) jelatinizasyon sıcaklığının değişmesine neden olmuş olabilir.

Çalışmamızda artan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonları ile jelatinizasyon sıcaklığının azalması alkali pişirilen mısırların daha kolay piştiğini göstermektedir. Yapılan bir çalışmada iyi kalitede bir tortilla elde etmek için, alkali pişirme mısır pişirme süresini kısaltarak, tortilla hamurunun uygun bir tekstür almasını sağladığı belirtilmiştir (Guzmán ve ark., 2009).

Alkali pişirmede pişirme süresinin uzamasıyla bütün çeşitlerde jelatinizasyon sıcaklığı da artmış ($P<0.001$) fakat artan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonları ile tekrar azalmıştır (Şekil 4.9). Sefa-Dedeh ve ark. (2004), pişirme işleminin jelatinizasyon sıcaklığını arttırdığını, bunun nedeninin de pişme boyunca nişastanın jelatinizasyonundan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.



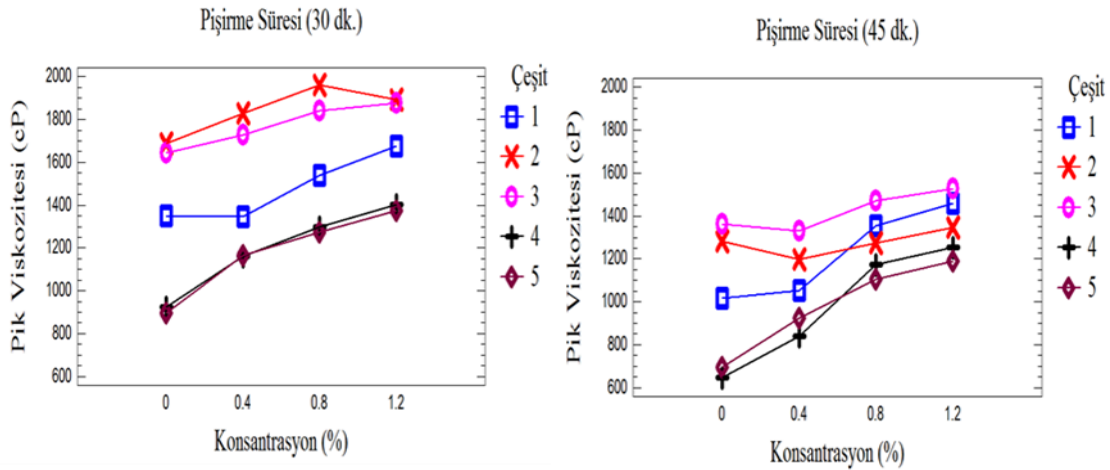
Şekil 4.9. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının mısır unlarının jelatinizasyon sıcaklıklarına etkisi ((1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101, (4) SSM, (5) BSM).

4.11.2. Pik viskozitesine etkisi

Atdışi mısırların pik viskozite değerleri pişmemiş örneklerde olduğu gibi (Bkz. Çizelge 4.2), sert mısırlardan daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.10). Atdışi mısırların pik viskozite değerleri 1055 cP ile 1962 cP arasında, sert mısırların ise 649-1401 cP arasında değişmiştir. Bu sonuç atdışi mısır unlarının su tutma kapasitesinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Pik viskozite değeri üzerine kullanılan Ca(OH)_2 miktarı artırıcı etkide ($P<0.001$) bulunmuştur (Bkz. Ekler Çizelge 11 ile Çizelge 37 ve Şekil 4.10). Viskozite değerlerindeki bu artış atdışi mısırlarda pişmemiş mısırların değerlerine (Bkz. Çizelge 2) ulaşamazken sert mısırlarda pişmemiş mısırların viskozite değerlerine yaklaşmakta ve % 0.8-1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda 30 dk. pişirmeyle kontrol mısırlarının pik viskozite değerlerini geçmektedir. Sert mısırların pik viskozite değerleri Ca(OH)_2 artışından daha fazla etkilenmektedir (Bkz. Çizelge 11). Buna göre kullanılan Ca(OH)_2 miktarının % 0.0-1.2 arasında artmasıyla atdışi mısırların pik viskozite değerleri yaklaşık % 18.5 artarken sert mısırların ise % 67 oranında artmıştır. Fernández-Muñoz ve ark. (2011) tanede kalsiyum miktarının artmasıyla viskozite değerlerinin de arttığını belirlemişlerdir

Piştirme süresinin uzaması pik viskozite değerlerini azaltıcı etkide bulunmuştur ($P<0.001$) (Şekil 4.10). Buna göre piştirme süresinin 30 dk.'dan 45 dk.'ya uzamasıyla atdışi mısırların pik viskozite değerleri ortalama 556 cP azalırken sert mısırların 158 cP azalmıştır. Mondragón ve ark. (2006) alkali pişirmede 60 dk. piştirme sonunda nişastanın 30 dk. pişirmeye göre daha yapışkan bir hale geldiğini tespit etmişlerdir. Burada piştirme süresinin artmasıyla tanede daha fazla nişastanın jelatinize olduğunu ve serbest kalıp uzaklaşan amiloz miktarının arttığını, bunun neticesinde nişastanın daha yapışkan hale geldiğini ifade etmişlerdir.



Şekil 4.10. Alkali piştirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının mısırlarının pik viskozitesine etkisi ((1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101, (4) SSM, (5) BSM).

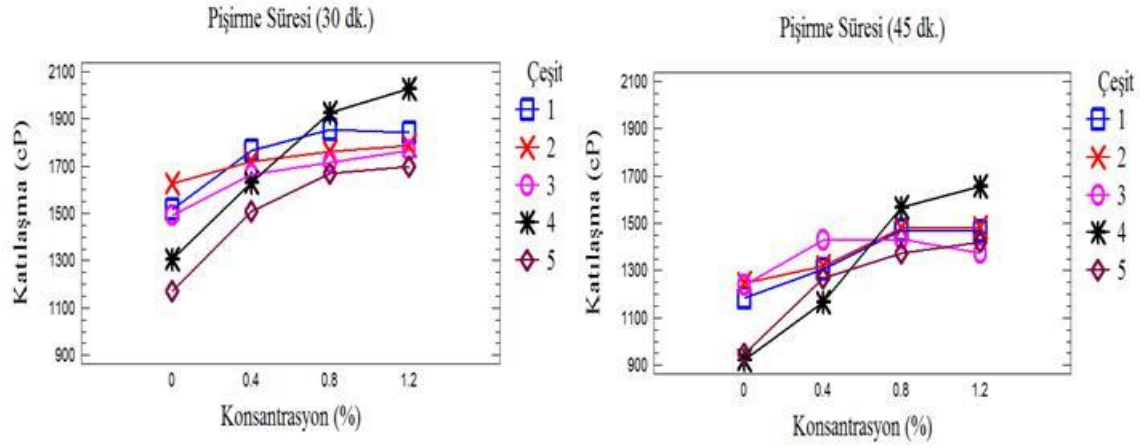
4.11.3. Katılma viskozitesi üzerine etkisi

Alkali pişirmede mısır çeşidi, Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının katılma viskozitesine etkileri Şekil 4.11, Ekler Çizelge 11, Ekler Çizelge 14 ve Ekler Çizelge 38’de sunulmuştur. Atışı mısırların katılma viskozite değerleri 1182 cP ile 1854 cP arasında değişirken sert mısırların 922-2029 cP arasında değişmiştir.

Pişirme işleminde Ca(OH)_2 miktarının artması katılma viskozitesi değerlerini arttırıcı etkide bulunmuştur ($P<0.001$) (Şekil 4.11). Alkali pişirmeyle sert mısır çeşitleri olan 4. ve 5. örneklerin katılma viskozitesinde % 0-1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonu arasında sırasıyla ortalama 499 cP ve 730 cP artış olurken atışı mısır çeşitleri olan 1., 2. ve 3. örneklerde sırasıyla 306 cP, 200 cP ve 206 cP artış olmuştur. Bu da alkali pişirmeyle sert mısırların retrogradasyon değerinin atışı mısırlara göre daha fazla arttığını göstermektedir (Bkz. Çizelge 11). Figueroa ve ark. (2013), % 1 Ca(OH)_2 kullanarak yaptıkları bir çalışmada Maíze Ancho türü mısırlarda alkali pişirmeyle örneklerin 1865 cP ve 1631 cP olan katılma viskozitesi değerlerinin sırasıyla 2114 cP ve 2349 cP değerlerine yükseldiğini belirlemişlerdir.

Pişmemiş mısırlarla alkali pişmiş mısır sonuçları karşılaştırıldığında (Bkz. Ekler Çizelge 11), pişirme işleminde Ca(OH)_2 kullanılsın veya kullanılsın mısırların katılma değerleri pişmemiş mısırlara göre daha düşük olmaktadır. Bununla beraber pişirme işleminde artan Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında yeniden katılma değerlerinin artmaya başladığı görülmektedir (Şekil 4.11). Fakat bu artış atışı mısırlarda pişmemiş mısırların katılma değerine ulaşamazken, sert mısırlarda pişmemiş mısırların katılma değerine ulaşabilmektedir. Özellikle çeşit 4’ün % 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 30 dk. pişirilmesiyle katılma viskozite değeri pişmemiş mısırları geçmektedir.

Pişirme süresinin 30 dk.’dan 45 dk.’ya uzaması katılma viskozitesinde azalmaya neden olmuştur ($P<0.001$) (Şekil 4.11). Mondragón ve ark. (2006)’nın belirttikleri gibi pişirme süresindeki artış nişastadan nejayoteye geçen amiloz miktarını arttırmakta, bu da nişastayı yapışkan hale getirmektedir. Yapışkan hale gelen nişastanın retrogradasyon miktarının bir göstergesi olan katılma viskozite değeri de düşmektedir.



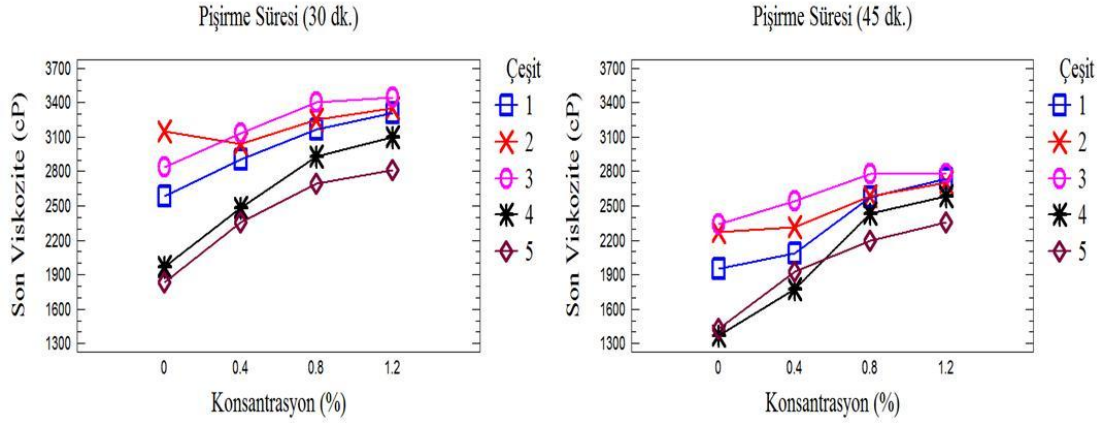
Şekil 4.11. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının mısır unlarının katılaşma viskozitesi üzerine etkisi ((1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101, (4) SSM, (5) BSM).

4.11.4. Son viskozite değeri üzerine etkisi

Alkali pişirmede mısır çeşidi, Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının son viskozite değerlerine etkileri Şekil 4.12, Ekler Çizelge 11, Ekler Çizelge 15 ve varyans analizleri Ekler Çizelge 39’da verilmiştir. Pişirme işleminde Ca(OH)_2 miktarının artmasıyla mısır çeşitlerinin son viskozite değerleri artmıştır ($P<0.001$) (Şekil 4.12). Fernández-Muñoz ve ark. (2011) pişirme sonrası tanede kalsiyum miktarının artmasıyla örneklerin son viskozite değerlerini arttığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda atdişi mısırların son viskozite değerleri sert mısır çeşitlerinden daha yüksek bulunmuştur. Bununla beraber artan Ca(OH)_2 miktarı ile 30 dk. ve 45 dk. pişirme sürelerindeki ortalama son viskozite değerindeki artış miktarı sert mısır çeşitleri olan 4. ve 5. örnekte sırasıyla 1170 cP ve 953 cP olurken, atdişi mısır çeşitleri olan 1., 2. ve 3. örneklerde sırasıyla 759 cP, 318 cP ve 523 cP olmuş sert mısırların artış miktarı daha fazla bulunmuştur (Çizelge 11). Şekil 4.5 incelendiğinde, atdişi mısırların kül içerikleri alkali pişirmeyle sert mısırlardan daha fazla artarken viskozite değerleri sert mısırlardan daha az artmıştır. Bu durum sert mısırların viskozite değerlerinin ortamdaki kalsiyum artışından atdişi mısırlara göre daha fazla etkilendiğini göstermektedir (Şekil 4.12).

Pişirme süresinin uzaması son viskozite değerlerini azaltmaktadır ($P<0.001$) (Şekil 4.12). Katılaşma viskozitesi sonuçlarında tartışıldığı gibi pişirme süresinin

uzamasıyla jelatinize olan nişasta miktarı ve buna bağlı olarak serbest kalan amiloz miktarı artmaktadır (Mondragón ve ark., 2006). Bunun neticesinde nişasta daha yapışkan hale gelmektedir.



Şekil 4.12. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının mısır unlarının son viskozite değerleri üzerine etkisi ((1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101, (4) SSM, (5) BSM).

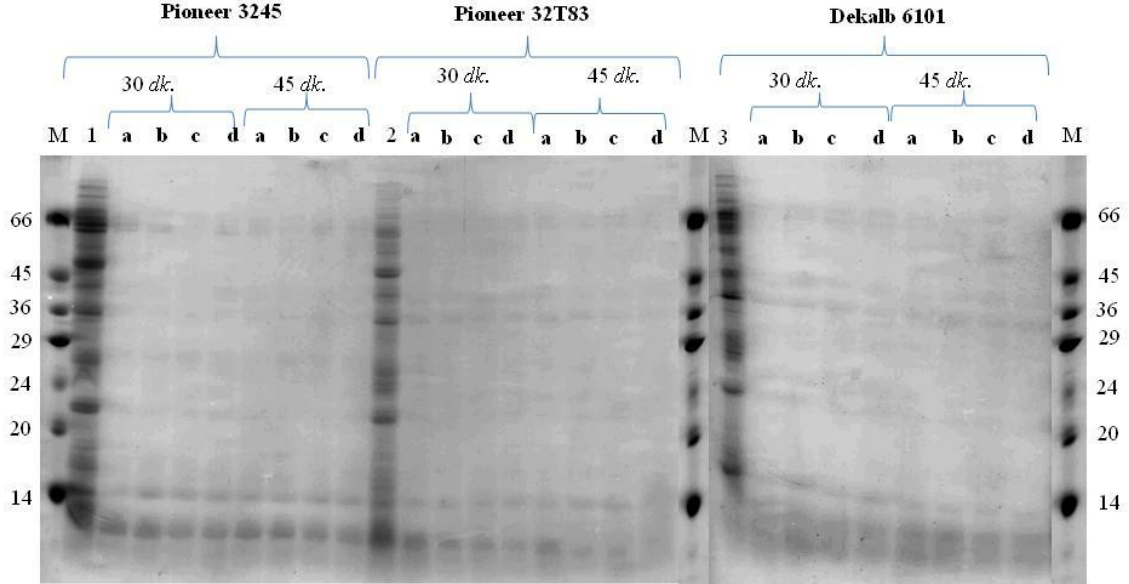
4.12. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Protein Fraksiyonları Üzerine Etkisi

Farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme sürelerinde yapılan alkali pişirmenin mısır unlarının albumin, globulin, zein ve glutelin fraksiyonlarının üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan SDS-PAGE elektroforez analizi sonuçları Şekil 4.13-4.18 de verilmiştir.

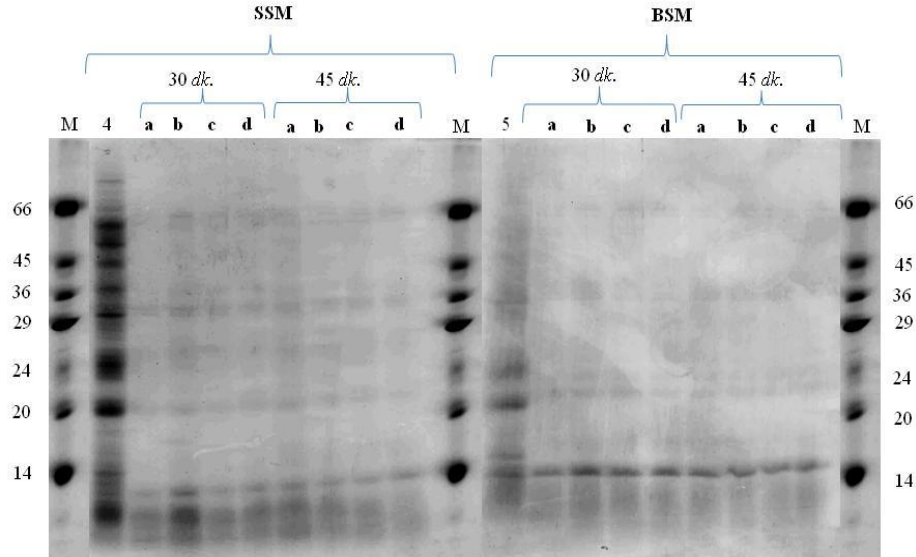
Piştirilmemiş mısırlara ait albumin ve globulinlerin SDS-PAGE analizinde 14-66 kDa civarında pek çok bant gurubu belirlenmiştir. Yau ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada albumin ve globulin proteinleri için 5-58 kDa aralığında benzer bant gruplarını tespit etmişlerdir. Santos ve ark., (2014) da çalışmalarında albumin ve globulinler için çalışmamızda bulduğumuz bantlara benzer bantlar belirlemişlerdir.

Mısırlara uygulanan pişirme işlemiyle bütün çeşitlerde albumin ve globulin bantlarının yoğunluğu büyük ölçüde azalmış ve bazıları görünmez duruma gelmiştir. Ca(OH)_2 kullanılan ve kullanılmayan pişirmeler arasında fark görülmemiş, bütün pişirme seviyelerinde albumin ve globulin miktarları düşmüştür (Şekil 4.13 ve Şekil 4.14.) Albumin ve globulinler suda ve tuzlu suda çözünen proteinler olduğu için bu azalma beklenen bir sonuçtur. Yapılan başka çalışmalarda da (Fageer ve Tinay, 2004;

Guzman ve ark., 2011; Santos ve ark., 2014) pişirme işleminin albumin ve globulin proteinlerinin miktarlarını azalttığı rapor edilmiştir.



Şekil 4.13. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdışi mısır çeşitlerinin albumin ve globulin proteinleri üzerine etkisi (M: Marker (kDa), 1, 2 ve 3: pişirilmemiş (kontrol) mısırları; a: % 0 Ca(OH)_2 ; b: % 0.4 Ca(OH)_2 ; c: % 0.8 Ca(OH)_2 ; d: % 1.2 Ca(OH)_2).



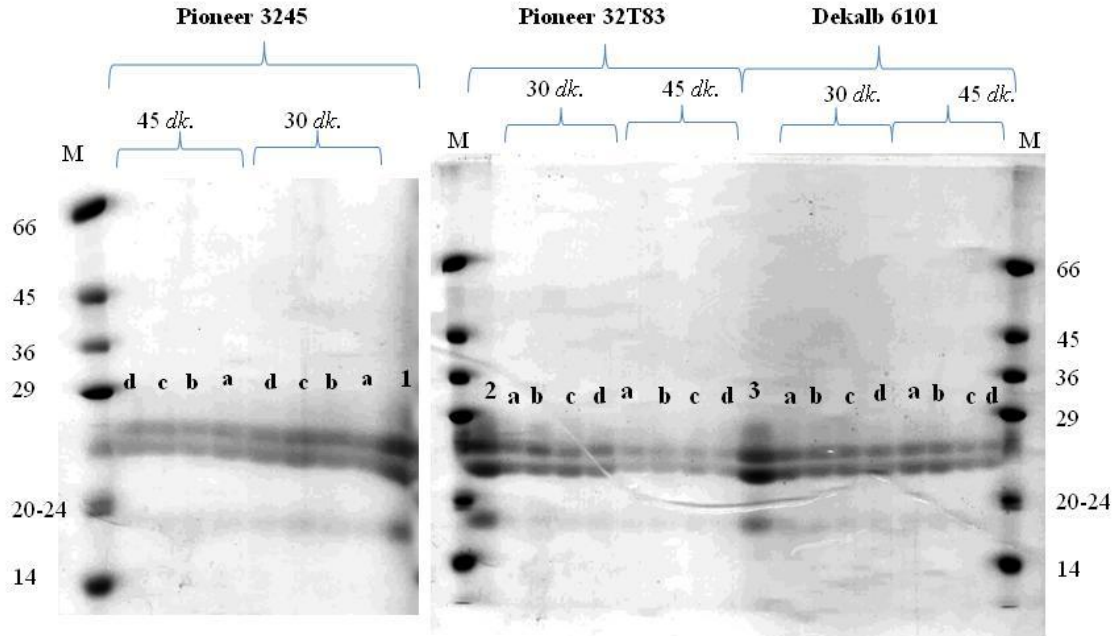
Şekil 4.14. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin albumin ve globulin proteinleri üzerine etkisi (M: Marker (kDa), 4 ve 5: pişirilmemiş (kontrol) mısırları; a: % 0.0 Ca(OH)_2 ; b: % 0.4 Ca(OH)_2 ; c: % 0.8 Ca(OH)_2 ; d: % 1.2 Ca(OH)_2).

Zein fraksiyonlarına ait SDS-PAGE görüntüleri incelendiğinde (Şekil 4. 15 ve Şekil 4.16) atdişi mısırların pişmemiş örneklerinde 14-29 kDa aralığında 4 gurup bant belirlenmiştir. Guzmán ve ark. (2010) pişmemiş mısırdaki 20-25 kDa civarında benzer zein bantlarını tespit etmişlerdir.

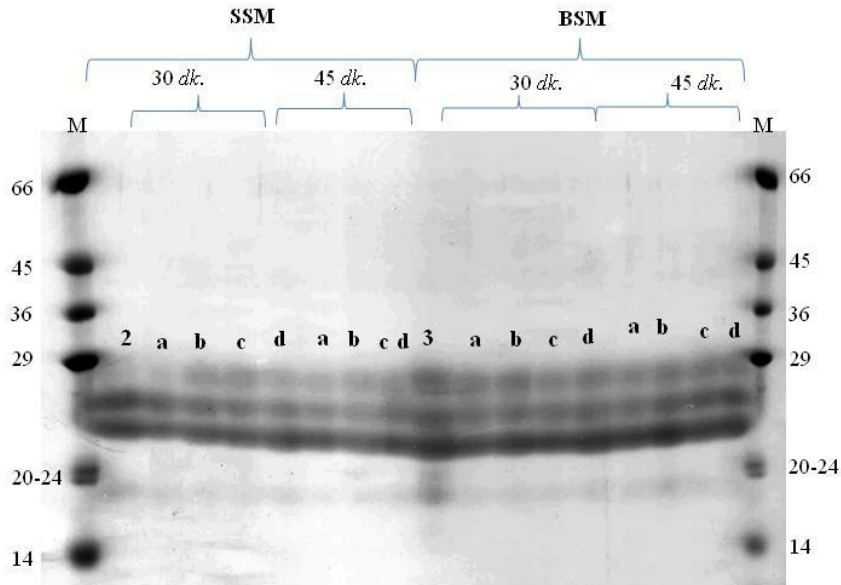
Ca(OH)_2 kullanılan veya kullanılmayan bütün pişirme sürelerinde 29 kDa'na yakın ilk bant ile 20 kDa civarındaki 4. bant kaybolmuştur. Diğer 24-29 kDa arasındaki iki bandın yoğunluğu ise 30 dk. pişirme süresinde pişmemiş örneğe göre azalmıştır. Pişirme süresinin 45 dk. ya uzamasıyla bu bantların yoğunlukları daha da azalmıştır. Aynı pişirme süresindeki konsantrasyonlar arasında önemli bir fark gözükmemektedir. Zein proteini alkolde çözünür bir protein olmasına rağmen pişirme ile miktarında meydana gelen bu azalmayı araştırmacılar pişirme esnasında nişasta-hidrofobik protein matriksi interaksyonuna (Hoffman ve ark., 2011) ve zeinin diğer çözünmez polipeptitlerle reaksiyona girerek oluşturduğu yapının SDS muamelesiyle çözünür duruma dönüşmesine (Rojas-Molina, 2008) bağlamaktadırlar. Ayrıca pişme boyunca meydana gelen hidrofobik interaksyonlar, protein denaturasyonu ve oluşan çapraz bağlar proteinlerin çözünürlüğünü değiştirebilmektedir (Guzmán ve ark., 2011).

Sert mısırların SDS-PAGE analizinde pişmemiş örneklerde 14-29 kDa arasında 4 adet bant gurubu belirlenmiştir (Şekil 4.16). Pişirme işlemiyle 29 kDa civarında belirlenen 1. bandın yoğunluğunda önemli bir değişiklik olmamaktadır. Bu bandın altındaki 2. bant çeşit 4'de 30 dk. pişirme ile kısmen azalmakta 45 dk. pişirme ile daha da azalmaktadır. Fakat çeşit 5'de 2. bandın yoğunluğu % 0.8-1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda 45 dk. pişirme ile yeniden artmaktadır. Bunun sebebi artan kalsiyum miktarının kalsiyum-protein interaksyonunu artırarak proteinlerin yapısının güçlenmesine ve ısı direncinin artmasına (Guzman ve ark., 2011) bağlanabilir. Ayrıca alkali pişirme ile örneklerin kül içeriğindeki değişimleri gösteren Şekil 4.5 incelendiğinde çeşit 4'ün % 0.8-1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda 45 dk. pişirilmesiyle kül miktarı değişmezken çeşit 5'in % 0.8-1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda 45 dk. pişirilmesiyle kül miktarı artmaktadır. Bu sonuçta yukarıda belirttiğimiz görüşü desteklemektedir. 24 kDa'a yakın çıkan 3. bant, çeşit 4'te farklı pişirme seviyelerinde önemli bir değişikliğe uğramazken çeşit 5'te ise artan Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresiyle bant yoğunluğu kısmen artmıştır. Bunu sebebi de yine yukarıda belirttiğimiz gibi örneklerdeki kalsiyum miktarındaki artıştır. En altta 20 kDa'a yakın

çıkan 4. bant ise bütün pişirme seviyelerinde kaybolmuştur. Bu sonuçlara göre çalışmamızda belirlediğimiz şartlarda uygulanan alkali pişirmeyle atdışi mısırların zein proteinlerinin sert mısırlardan daha fazla etkilendiği anlaşılmaktadır.

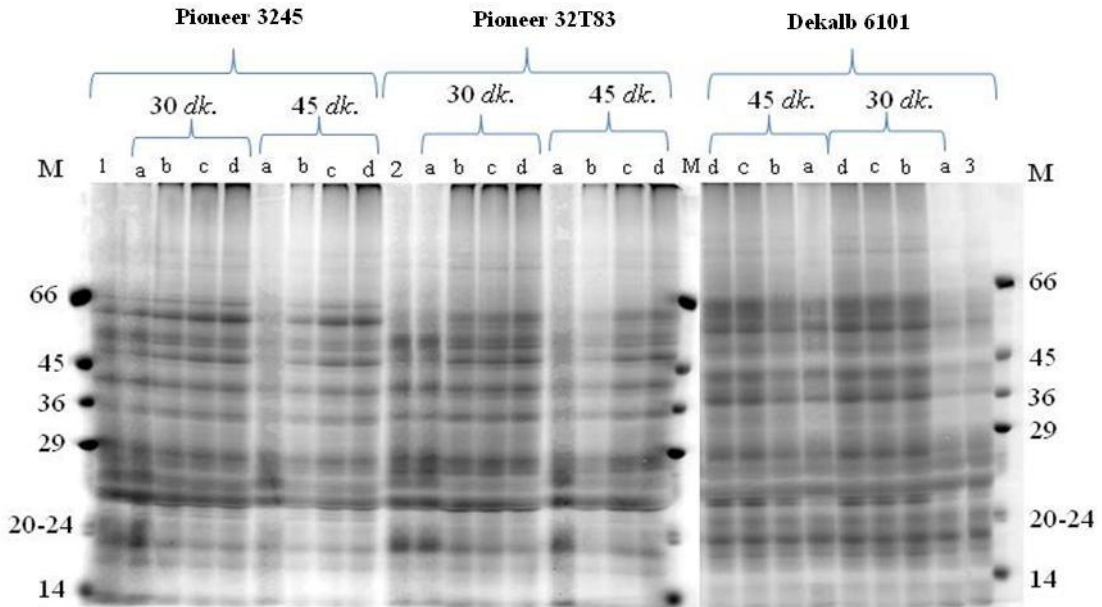


Şekil 4.15. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdışi mısır çeşitlerinin zein proteinleri üzerine etkisi (M: Marker (kDa), 1, 2 ve 3: pişirilmemiş (kontrol) mısırları; a: % 0.0 Ca(OH)_2 ; b: % 0.4 Ca(OH)_2 ; c: % 0.8 Ca(OH)_2 ; d: % 1.2 Ca(OH)_2).

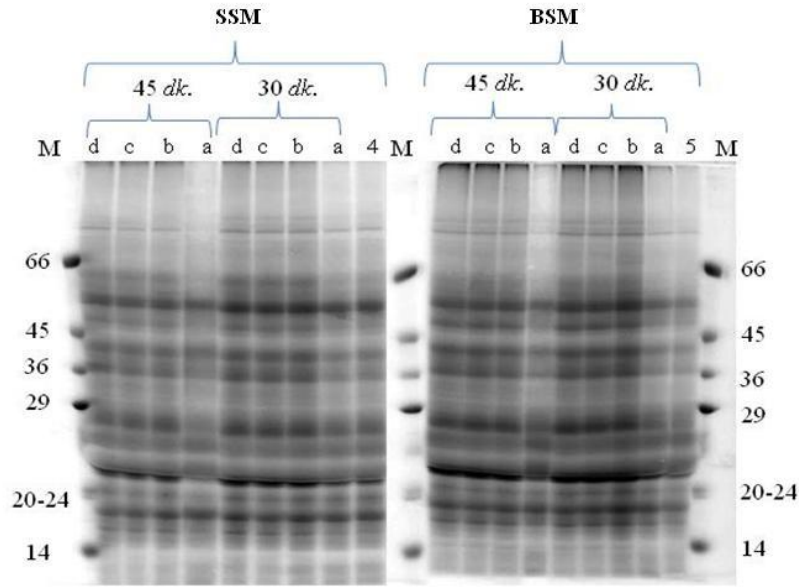


Şekil 4.16. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin zein proteinleri üzerine etkisi (M: Marker (kDa), 4 ve 5: pişirilmemiş (kontrol) mısırları; a: % 0.0 Ca(OH)_2 ; b: % 0.4 Ca(OH)_2 ; c: % 0.8 Ca(OH)_2 ; d: % 1.2 Ca(OH)_2).

Atdışı ve sert mısırların pişmemiş örneklerine ait glutelin fraksiyonlarının SDS-PAGE analizinde 14-66 kDa arasında pek çok bant gurubu tespit edilmiştir (Şekil 4.17 ve Şekil 4.18). Yau ve ark. (1999) mısır endosperm proteinlerini incelediği bir çalışmada benzer glutelin bantlarını belirlemişlerdir. Çalışmamızda mısırların % 0 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda 30 dk. pişirilmesiyle bantların yoğunluğu değişmezken, konsantrasyonunun artmasıyla bantların yoğunluğu artmıştır. Örneklerin % 0 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda 45 dk. pişirilmesiyle bant yoğunluğu kısmen azalmış, konsantrasyonunun artmasıyla yeniden artmıştır. Bant yoğunluğundaki bu artış Ca(OH)_2 konsantrasyonuna bağlıdır. Çünkü % 0 Ca(OH)_2 konsantrasyonu kullanılan pişirme işlemlerinde bant yoğunluğu değişmemiş hatta 45 dk. pişirmede azalmıştır. Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artmasıyla bant yoğunluğunun artmasının sebebi pişirme işleminde Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artmasıyla protein ekstraksiyonunda glutelinlerin geri kazanım oranının artması ve dolayısıyla ekstrakte edilen glutelin miktarının artmasına (Rojas-Molina, 2008), kalsiyum köprüleriyle meydana gelen kalsiyum-protein interaksiyonunun protein yapısını daha güçlü hale getirerek ısı direncini arttırmasına (Guzman ve ark., 2011) ve proteinlerin polimerizasyonuna bağlanmaktadır.



Şekil 4.17. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdışı mısır çeşitlerinin glutelin proteinleri üzerine etkisi (M: Marker (kDa), 1, 2 ve 3: pişirilmemiş (kontrol) mısırları; a: % 0.0 Ca(OH)_2 ; b: % 0.4 Ca(OH)_2 ; c: % 0.8 Ca(OH)_2 ; d: % 1.2 Ca(OH)_2).



Şekil 4. 18. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin glutelin proteinleri üzerine etkisi (M: Marker (kDa), 4 ve 5: pişirilmemiş (kontrol) mısırları; a: % 0.0 Ca(OH)_2 ; b: % 0.4 Ca(OH)_2 ; c: % 0.8 Ca(OH)_2 ; d: % 1.2 Ca(OH)_2).

4.13. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Serbest ve Bağlı Fenolik Madde İçeriği Üzerine Etkisi

Alkali pişirilen atdişi mısırların serbest fenolik madde içerikleri 393-1100 mg GAE/kg arasında değişirken bağlı fenolik madde içerikleri 171-1219 mg GAE/kg arasında değişmiştir. Sert mısırların serbest fenolik madde içerikleri 458 mg GAE/kg ile 815 mg GAE/kg arasında bulunurken bağlı fenolik madde içerikleri 264-1260 mg GAE/kg arasında bulunmuştur (Şekil 4.19 ve Şekil 4.20, Bkz. Ekler Çizelge 16).

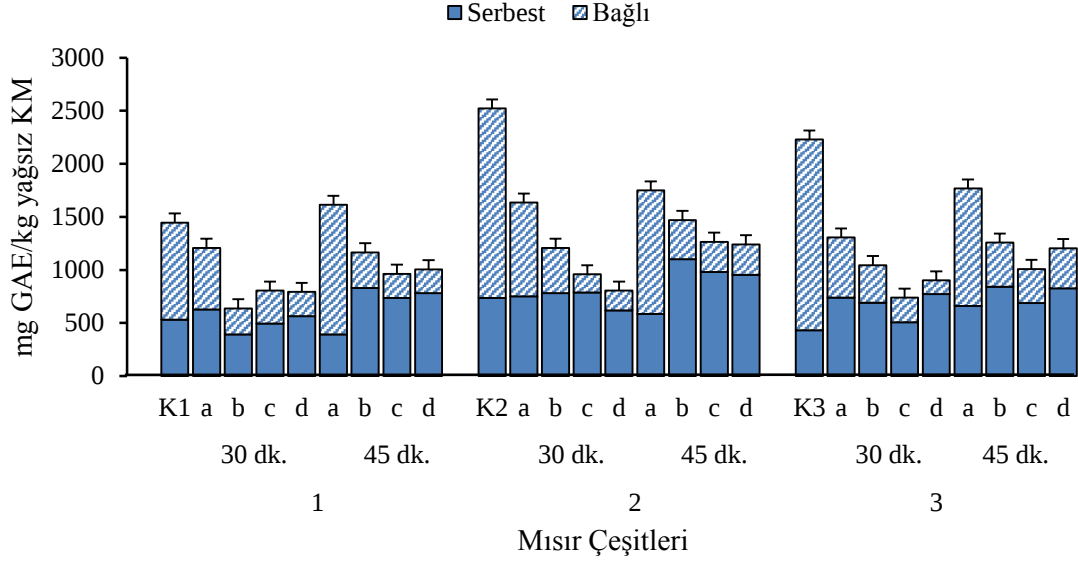
Pişırmeye kullanılan Ca(OH)_2 miktarının artmasının mısırların serbest fenolik içeriği üzerine doğrusal olmayan bir etkisi olurken ($P < 0.001$), bağlı fenolikler üzerine önemli miktarda azaltıcı etkisi ($P < 0.001$) olmuştur (Şekil 4.19 ve Bkz. Ekler Çizelge 40 ve 41). Atdişi mısırlarda kullanılan Ca(OH)_2 miktarının % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 seviyelerinde 30 dk. pişirmeye sırasıyla ortalama % 52, 77, 81 ve 86 civarında bağlı fenoliklerin miktarı azalırken 45 dk. pişirmede sırasıyla % 13, 73, 80 ve 79 civarında bir azalma olmuş, yalnız çeşit 1'in bağlı fenolik madde miktarında % 0.0 Ca(OH)_2 seviyesinde kontrole göre artış olmuştur.

Sert mısırların bağı fenolik miktarlarında % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 30 dk. pişirmeyle sırasıyla ortalama % 11, 60, 68 ve 68 civarında bir azalma belirlenmiştir. Yine sert mısırlardan çeşit 5'in 45 dk. pişirilmesiyle % 0.0 Ca(OH)_2 seviyesinde bağı fenolik miktarında azalma değil artış olmuş, % 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 seviyelerinde sırasıyla % 34, 38 ve 55 civarında tekrar azalma olmuştur. Sert mısırlardan çeşit 4'ün % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 45 dk. pişirilmesiyle sırasıyla ortalama % 28, 57, 68 ve 65 civarında bağı fenoliklerin miktarında bir azalma olmuştur (Şekil 4.20). Bağı fenoliklerde % 0.0 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda yapılan 45 dk. pişirmede meydana gelen artışın sebebi bu seviyedeki pişirme sonrasında mısırdan bağı fenolik madde içeriği yüksek olan perikarp ayrışması olmazken tanenin parçalanmasıyla kuru madde kaybı meydana gelmekte bu da tanede bulunan bağı fenolik madde miktarının nispi olarak artışına sebep olmaktadır. Artan Ca(OH)_2 seviyelerinde ise perikarp tabakası uzaklaşmakta ve neticede bağı fenolik madde miktarı azalmaktadır.

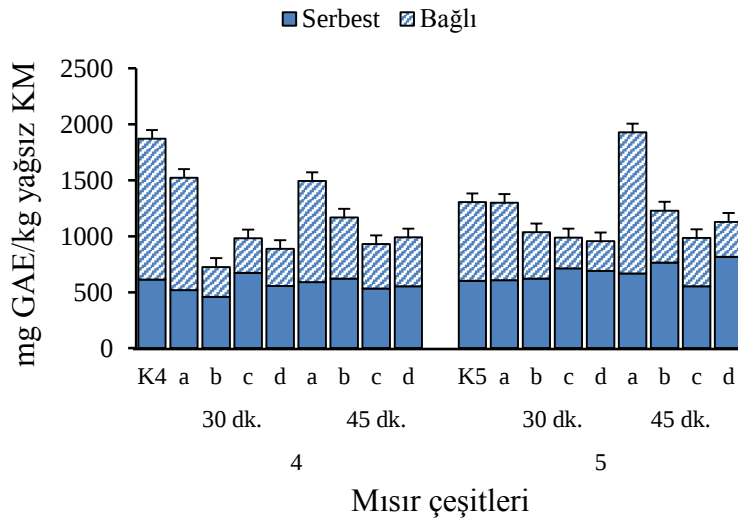
Serbest fenoliklerde ise düzensiz bir artma ve azalma olmakla beraber artan Ca(OH)_2 miktarı ve pişirme süresi seviyelerinde serbest fenoliklerin miktarında da artışlar olmuştur ($P < 0.001$). Bu artış miktarı atdı mısırlar için 45 dk. pişirmede daha belirgindir ve % 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 seviyelerinde pişmemiş mısırlara göre ortalama sırasıyla % 67, 44 ve 56 oranında serbest fenolik içeriğinde artış olmuştur. Aynı mısırların 30 dk. pişirilmesiyle % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 seviyelerinde pişmemiş mısırlara göre serbest fenolik madde miktarlarında ortalama sırasıyla % 31, 13, 6 ve 23 oranında artış olmuştur.

Sert mısırlardan çeşit 4'ün farklı pişirme seviyelerinde pişmemiş örneğe göre serbest fenolik içeriğinde artma ve azalmalar görünürken, çeşit 5'te % 0.8 Ca(OH)_2 seviyesinde 45 dk. pişirme hariç bütün seviyelerde serbest fenoliklerde % 1-36 arasında artma olmuştur ($P < 0.001$) (Şekil 4.20). Yapılan bir çalışmada, alkali pişirmeye tabi tutulmuş tanelerde pişirilmemiş taneye göre serbest fenoliklerin ve çözünür konjuge ferulik asit konsantrasyonunun daha fazla, bağı fenoliklerin ve ferulik asitin konsantrasyonunun daha az olduğunu bulmuşlardır. Bunun sebebi alkali pişirmenin hücre duvarlarındaki bağı fenolikleri çözerek serbest hale geçirmesidir (De La Parra ve ark. 2007). Alkali pişirmeyle mısırlardan yaklaşık % 3-6 civarında kuru madde nejayoteye geçmektedir (Gutiérrez-Urbe ve ark. 2010). Yapılan bir çalışmada

nejayotede 9 mg GAE/kg civarında serbest fenolik tespit edilirken 50 mg GAE/kg civarında da bağlı fenolik tespit edilmiştir (Rojas-García ve ark., 2012).



Şekil 4.19. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdışı mısır çeşitlerinin fenolik madde içerikleri üzerine etkisi (GAE: Gallik asit eşdeğeri, KM: Kuru madde, K: Kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 Ca(OH)_2 ; (b) % 0.4 Ca(OH)_2 ; (c) % 0.8 Ca(OH)_2 ; (d) % 1.2 Ca(OH)_2 , (1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101).



Şekil 4.20. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin fenolik madde içerikleri üzerine etkisi (GAE: Gallik asit eşdeğeri, KM: Kuru madde, K: Kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 Ca(OH)_2 ; (b) % 0.4 Ca(OH)_2 ; (c) % 0.8 Ca(OH)_2 ; (d) % 1.2 Ca(OH)_2 , (4) SSM, (5) BSM).

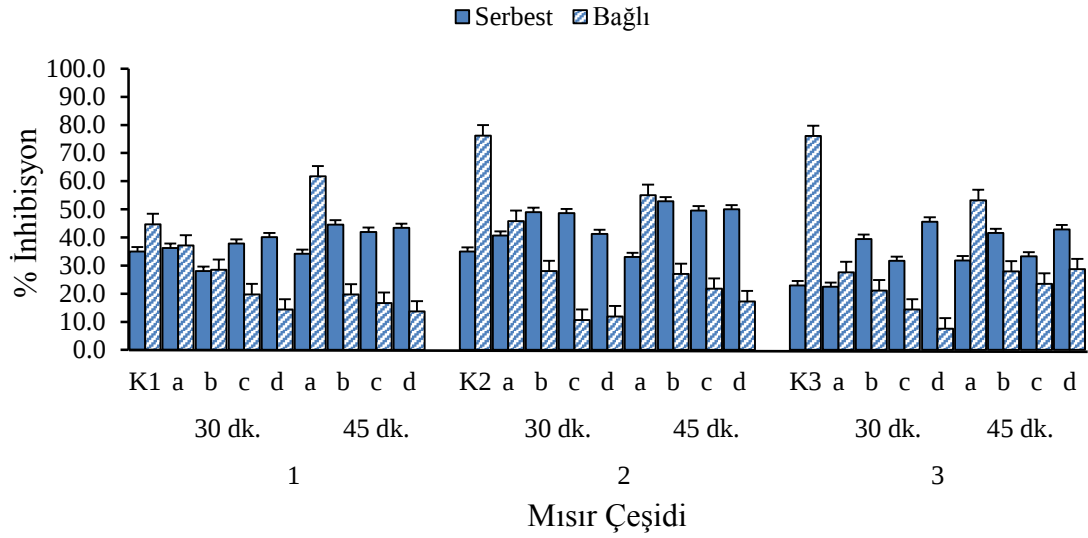
Piştirme boyunca hücre duvarlarındaki bağlı fenoliklerin çözünerek serbest hale geçmesi undaki serbest fenoliklerin miktarını artırırken bağlı fenoliklerin miktarını azaltmaktadır. Fakat mısırlar pişerken nejayoteye geçen kuru madde ve beraberindeki fenolik madde miktarındaki farklılıklar mısır unlarındaki serbest fenolik madde konsantrasyonunda da farklılıklara sebep olmuştur.

Sert mısırların alkali pişirilmesiyle serbest ve bağlı fenolik madde içeriklerindeki değişim atdışı mısırlardan daha düşük oranlarda olmuştur. Bu sonuç sert mısırların fenolik madde içeren kısımlarının piştirme işleminden daha az etkilendiğini göstermektedir.

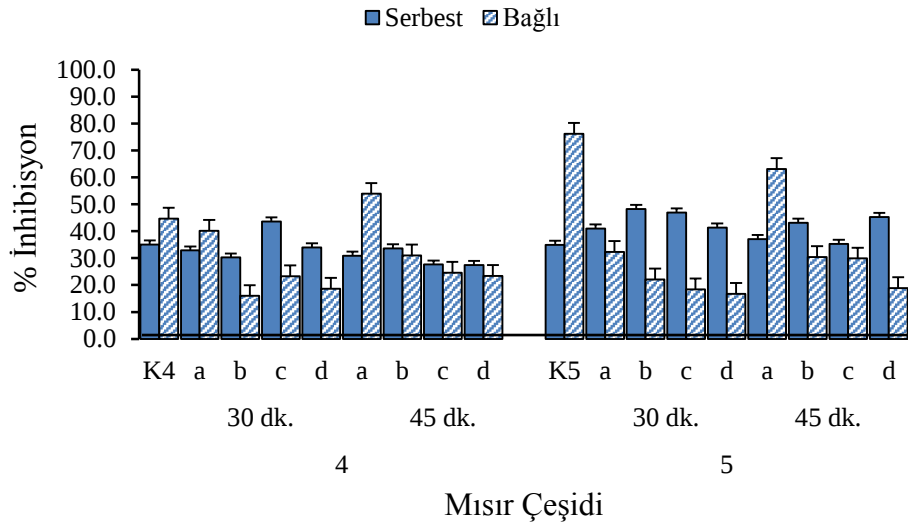
4.14. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Serbest ve Bağlı Antioksidanlarının DPPH Radikalini Temizleme Gücü Üzerine Etkisi

Piştirme işlemi sonunda atdışı mısırların serbest antioksidanlarının DPPH radikalini temizleme oranları farklı piştirme seviyelerinde % 22.5-50.0 arasında bulunurken bağlı antioksidanlarının DPPH radikalini temizleme oranları % 7.6 ile % 61.7 arasında bulunmuştur (Şekil 4.21 ve Bkz. Ekler Çizelge 20). Sert mısırların serbest antioksidanlarının DPPH radikalini temizleme oranları farklı piştirme seviyelerinde % 27.9 ile 46.4 arasında değişirken bağlı antioksidanlarının DPPH radikalini temizleme oranları % 16.0-60.5 arasında değişmiştir (Şekil 4.22 ve Bkz. Ekler Çizelge 20).

Piştirme işleminde Ca(OH)_2 konsantrasyonunun mısır unlarının serbest ve bağlı antioksidanlarının DPPH radikalini temizleme oranları üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.001$) (Bkz. Ekler Çizelge 43 ve 44). Atdışı mısırların % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 seviyelerinde 30 dk. pişirilmesiyle serbest antioksidanların inhibisyon oranı kontrol mısırlara göre sırasıyla ortalama % 6, 31, 28 ve 44 civarında artarken 45 dk. pişirilmesiyle sırasıyla ortalama % 10, 53, 35 ve 51 civarında artmaktadır. Bağlı antioksidanların DPPH radikalini temizleme oranları ise % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 seviyelerinde 30 dk. pişirmeyle kontrol mısırlara göre sırasıyla ortalama % 40, 57, 74 ve 81 civarında azalırken, 45 dk. pişirmeyle % 7, 61, 68 ve 70 oranlarında azalmıştır (Şekil 4.21 ve Bkz. Ekler Çizelge 20).



Şekil 4.21. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının atdışi mısır çeşitlerinin DPPH radikalini temizleme gücü üzerine etkisi (GAE: Gallik asit eşdeğeri, KM: Kuru madde, K: Kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 $\text{Ca}(\text{OH})_2$; (b) % 0.4 $\text{Ca}(\text{OH})_2$; (c) % 0.8 $\text{Ca}(\text{OH})_2$; (d) % 1.2 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, (1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101).



Şekil 4.22. Alkali pişirme işleminde farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin DPPH radikalini temizleme gücü üzerine etkisi (GAE: Gallik asit eşdeğeri, KM: Kuru madde, K: Kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 $\text{Ca}(\text{OH})_2$; (b) % 0.4 $\text{Ca}(\text{OH})_2$; (c) % 0.8 $\text{Ca}(\text{OH})_2$; (d) % 1.2 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, (4) SSM, (5) BSM).

Sert mısırlardan çeşit 4'ün % 0.0, 0.4 ve 1.2 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ seviyelerinde 30 dk. pişirilmeleriyle serbest antioksidanların DPPH radikalini inhibisyon oranı kontrole göre

sırasıyla ortalama % 13, 21 ve 11 civarında azalırken % 0.8 Ca(OH)_2 seviyesinde 30 *dk.* pişirilmesiyle kontrole göre % 15 artmıştır. Aynı örneğin % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 seviyelerinde 45 *dk.* pişirilmesiyle serbest antioksidanların DPPH radikalini inhibisyon oranı kontrole göre sırasıyla ortalama % 19, 10, 25 ve 26 civarında azalmıştır (Şekil 4.22 ve Bkz. Ekler Çizelge 20). Sert mısırlardan çeşit 5'in alkali pişirilmesi ise serbest antioksidanların DPPH radikalini inhibisyon oranını kontrol mısırına göre arttırmıştır. Buna göre çeşit 5'in % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 seviyelerinde 30 *dk.* pişirilmesiyle serbest antioksidanların DPPH radikalini inhibisyon oranı kontrol mısırına göre sırasıyla ortalama % 29, 38, 43 ve 23 oranlarında artarken, aynı seviyelerde 45 *dk.* pişirilmesiyle sırasıyla ortalama % 14, 34, 9 ve 39 civarında artmıştır. Burada da serbest fenoliklerde izah edildiği gibi Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresindeki artışlar serbest antioksidanların DPPH radikalini inhibisyon oranını doğrusal olmayan bir şekilde etkilemiştir.

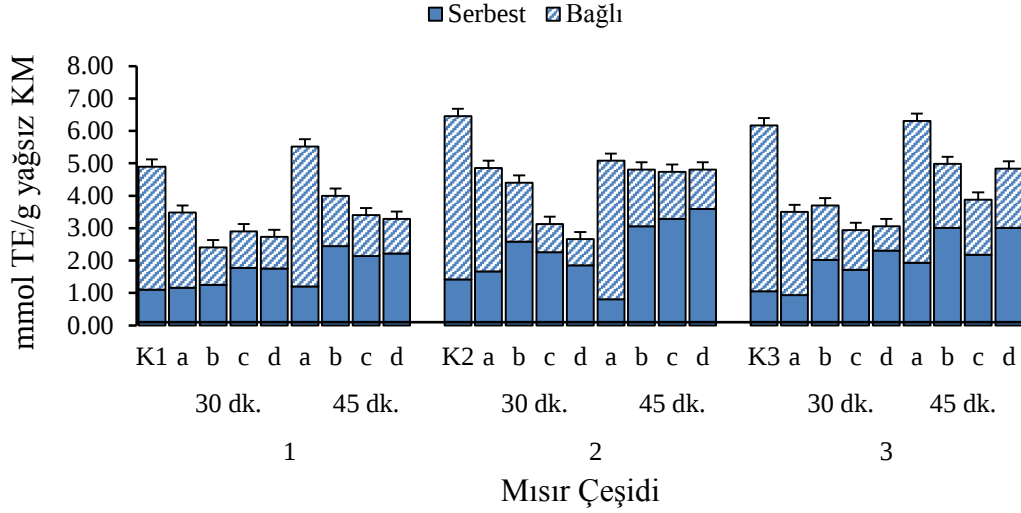
Sert mısırların bağlı antioksidanlarının DPPH radikalini inhibisyon oranı, çeşit 4 ve 5'in % 0.0 Ca(OH)_2 seviyesinde 45 *dk.* pişirilmeleri hariç artan Ca(OH)_2 konsantrasyonu ile % 9-55 arasında azalmıştır (Şekil 4.22).

Bütün mısır çeşitleri beraber değerlendirildiğinde serbest antioksidanların DPPH radikalini inhibisyon oranı en düşük % 0.0 Ca(OH)_2 seviyesinde belirlenirken en yüksek % 0.4 ve % 1.2 Ca(OH)_2 seviyelerinde belirlenmiştir. Bağlı antioksidanların DPPH radikalini inhibisyon oranı ise % 1.2 Ca(OH)_2 seviyesinde en düşük değerlere düşerken % 0.0 Ca(OH)_2 seviyesinde en yüksek değere ulaşmıştır (Bkz. Ekler Çizelge 21 ve 22).

4.15. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının TEAK Değerleri Üzerine Etkisi

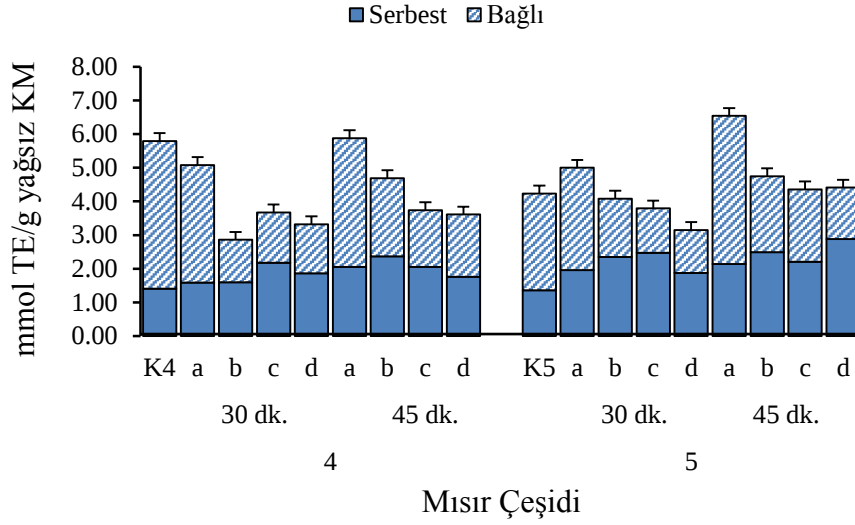
Alkali pişirme sonrası atdığı mısırların serbest antioksidanlarının TEAK değerleri 0.81-3.59 mmol TE/g arasında, bağlı antioksidanlarının TEAK değerleri ise 0.75-4.38 mmol TE/g arasında belirlenmiştir (Şekil 4.23 ve Bkz. Ekler Çizelge 23). Sert mısırların alkali pişirme sonrası serbest antioksidanlarının TEAK değerleri 1.59-2.88 mmol TE/g arasında bulunurken bağlı antioksidanlarının TEAK değerleri 1.28-4.40 mmol TE/g arasında bulunmuştur (Şekil 4.24 ve Bkz. Ekler Çizelge 23). Alkali pişirme sonunda sert mısırların serbest ve bağlı antioksidanlarının değişim aralığı atdığı mısırlardan daha dar olduğu görülmektedir. Bu sonuçta fenolik maddelerde olduğu gibi

alkali pişirmeyle sert mısırların antioksidan içeren kısımlarının pişirme işleminden atdışı mısırlara göre daha az etkilendiğini göstermektedir.



Şekil 4.23. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdışı mısır çeşitlerinin TEAK değerleri üzerine etkisi (TE: Troloks eşdeğeri, KM: Kuru madde, K: Kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 Ca(OH)_2 ; (b) % 0.4 Ca(OH)_2 ; (c) % 0.8 Ca(OH)_2 ; (d) % 1.2 Ca(OH)_2 , (1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101).

Pişirme işleminde Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artması atdışı ve sert mısırların serbest antioksidanlarının TEAK değerlerini pişmemiş mısırlara göre artırıcı etkide ($P < 0.001$) bulunurken bağlı antioksidanlarının TEAK değerlerini azaltıcı etkide ($P < 0.001$) bulunmuştur (Bkz. Ekler Çizelge 45 ve 46). Buna göre % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 30 dk. pişirmeyle atdışı mısırların serbest antioksidanlarının TEAK değerleri pişmemiş mısırlara göre sırasıyla ortalama % 4, 63, 61 ve 70 oranında artarken, 45 dk. pişirmeyle sırasıyla % 17, 142, 111 ve 147 oranlarında artmıştır. Atdışı mısırların bağlı antioksidanlarının TEAK değerleri ise % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 30 dk. pişirmeyle sırasıyla ortalama % 42, 67, 76 ve 81 civarında azalırken, 45 dk. pişirmeyle sırasıyla % 5, 62, 68 ve 71 oranında azalmıştır. Bağlı antioksidanların miktarındaki azalmanın 45 dk. pişirmede 30 dk. pişirmeye göre daha az olmasının sebebi pişirme süresinin uzamasıyla mısırdan endosperm gibi antioksidan içeriği düşük kuru maddelerin kaybı artmakta bu da antioksidan maddelerin miktarındaki azalmayı nispi olarak düşürmektedir.



Şekil 4.24. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin TEAK değerleri üzerine etkisi (TE: Troloks eşdeğeri, KM: Kuru madde, K: Kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 Ca(OH)_2 ; (b) % 0.4 Ca(OH)_2 ; (c) % 0.8 Ca(OH)_2 ; (d) % 1.2 Ca(OH)_2 , (4) SSM, (5) BSM).

Sert mısırların % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 30 dk. pişirilmeleriyle serbest antioksidanlarının TEAK değerleri pişmemiş mısırlara göre sırasıyla ortalama % 28, 43, 68 ve 35 oranında artarken, 45 dk. pişirilmeleriyle sırasıyla % 51, 76, 54 ve 68 oranlarında artmıştır. Sert mısırların bağlı antioksidanlarının TEAK değerleri ise % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 30 dk. pişirilmeleriyle pişmemiş mısırlara göre sırasıyla ortalama % 7, 55, 60 ve 61 oranlarında azalmıştır. Mısırların % 0.0 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda 45 dk. pişirilmeleriyle bağlı antioksidanların TEAK değerleri pişmemiş mısırlara göre artmıştır. Kullanılan Ca(OH)_2 miktarının % 0.4, 0.8 ve 1.2 seviyelerinde 45 dk. pişirmeyle bağlı antioksidanların TEAK değerleri pişmemiş mısırlara göre sırasıyla ortalama % 34, 43 ve 52 oranlarında azalmıştır (Şekil 4. 24 ve Bkz. Ekler Çizelge 23). De La Parra ve ark. (2007) % 1.0 Ca(OH)_2 kullanarak yaptıkları bir alkali pişirme sonunda masanın serbest fenoliklerinin antioksidan aktivitesinin pişmemiş mısıra göre yaklaşık % 50 civarında arttığını, bağlı fenoliklerinin antioksidan aktivitesinin ise % 30-75 arasında azaldığını bildirmişlerdir.

Atdışı mısırların toplam TEAK değerleri % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 30 dk. pişirilmeleriyle sırasıyla % 32, 41, 48 ve 51 oranında azalırken, 45 dk. pişirilmeleriyle sırasıyla % 2, 21, 31 ve 27 oranında azalmıştır. Sert

mısırların toplam TEAK değerleri ise % 0.0 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 30 dk. ve 45 dk. pişirilmeleriyle azalma değil artma göstermiştir. Bu artışta hem pişirme esnasında tanede meydana gelen kurumadde konsantrasyonundaki değişimlerin etkisi hemde sert mısırların başlangıç serbest TEAK değerlerinin yüksek olmasının etkisi vardır. Pişirme işleminde Ca(OH)_2 konsantrasyonunun % 0.4, 0.8 ve 1.2 seviyesinde artmasıyla toplam TEAK değeri 30 dk. pişirme için sırasıyla % 27, 24 ve 34 oranlarında azalırken 45 dk. pişirme için sırasıyla % 3, 16 ve 17 oranlarında azalmıştır (Bkz. Ekler Çizelge 23). Pozo-Insfran ve ark. (2006) yaptıkları bir çalışmada % 1.0 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda 20 dk. pişirmeyle beyaz mısırların toplam antioksidan aktivitesinin % 12 oranında azaldığı, mavi mısırların toplam antioksidan aktivitesinin ise % 28 oranında azaldığını tespit etmişlerdir.

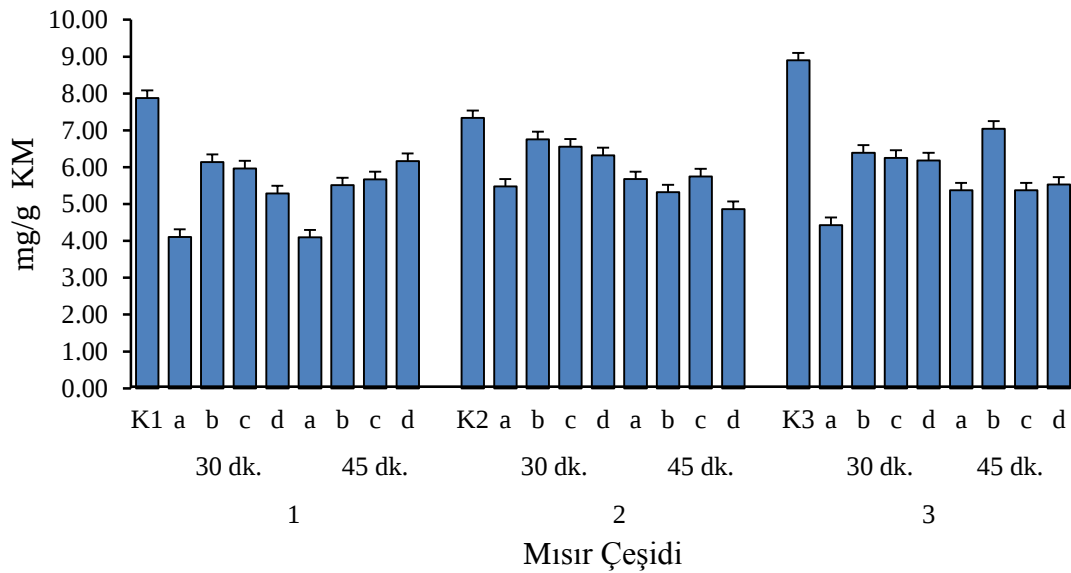
Mısırların serbest fenolik madde içerikleriyle serbest antioksidanların DPPH radikalini temizleme güçleri ve TEAK değerleri arasında sırasıyla $r=+0.7274$ ve $r=+0.7275$ seviyesinde ($P<0.01$) korelasyon olduğu belirlenmiştir. Bağlı fenolik madde içerikleriyle bağlı antioksidanların DPPH radikalini temizleme güçleri ve TEAK değerleri arasında ise sırasıyla $r=+0.9539$ ve $r=+0.9790$ seviyesinde ($P<0.01$) korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Bkz. Ekler Çizelge 48).

4.16. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Fitik Asit İçeriğine Etkisi

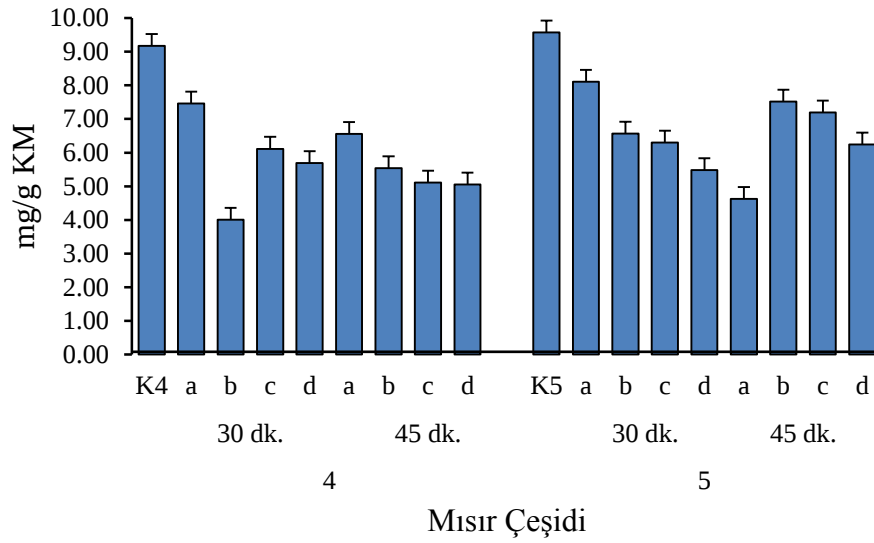
Alkali pişirme işlemi mısır çeşitlerinin fitik asit içeriklerini azaltıcı etkide bulunmuştur (Şekil 4.25, Şekil 4.26 ve Bkz. Ekler Çizelge 49). Buna göre atdişi mısırların % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 30 dk. pişirilmesiyle fitik asit içerikleri pişmemiş mısırlara göre sırasıyla ortalama % 41, 19, 21 ve 26 civarında azalırken 45 dk. pişirilmesiyle sırasıyla ortalama % 37, 26, 30 ve 31 oranlarında azalmıştır ($P<0.01$). Sert mısırların % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 30 dk. pişirilmesiyle fitik asit içerikleri pişmemiş mısırlara göre sırasıyla ortalama % 17, 44, 34 ve 40 oranlarında azalırken 45 dk. pişirilmesiyle ortalama % 40, 31, 35 ve 40 oranlarında azalmıştır ($P<0.01$). Pişirme işlemiyle sert mısırların fitik asit içeriklerinin atdişi mısırlara göre daha fazla azaldığı görülmektedir. Proulx ve Reddy (2007) yaptıkları bir çalışmada alkali pişirmeyle mısırların fitik asit içeriğinin % 15 oranında azaldığını belirtmişlerdir.

Çalışmada at dişi mısırların % 0.0 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda pişirilmesiyle mısır unlarının fitik asit içeriği Ca(OH)_2 kullanılan pişirmeye göre daha fazla azalmıştır. Bunun nedeninin Ca(OH)_2 kullanılmasıyla oluşan ve alkali ortamda çözünürlüğü düşük olan kalsiyum fitat kompleksi olduğu düşünülmektedir. Çünkü fitik asitle kalsiyum kuvvetli bir şelat oluşturmaktadır. Kalsiyum fitat kompleksi asidik ortamda oldukça iyi çözünürken, nötral veya alkali ortamda çözünürlüğü çok sınırlıdır (Zhou ve Erdman, 1995). Çalışmada sert mısırlarda ise bunun aksine pişirmede Ca(OH)_2 kullanımıyla fitik asit içeriğindeki azalma artmıştır (Şekil 4.26). Bunu destekler nitelikte yapılan bir çalışmada % 0.0, 1.2, 2.4 ve 3.6 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda 45 dk. pişirmeyle örneklerin fitik asit miktarlarının sırasıyla 6.91, 6.34, 6.24 ve 6.20 mg/g arasında azalarak değiştiği belirlenmiştir (Bressani ve ark., 2004).

Fitik asit ayrıca taneye kalsiyum geçişini de azaltmaktadır. Hambidge ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada fitat içeriği düşük mısırların alkali pişirmeyle daha fazla kalsiyum absorbe ettiklerini tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da fitik asit içeriği düşük olan çeşitlerin alkali pişirmeyle kül miktarlarındaki artış oranı daha fazla olmuştur (Bkz. Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5).



Şekil 4.25. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdişi mısır çeşitlerinin fitik asit içeriği üzerine etkisi (KM: Kuru madde, K: Kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 Ca(OH)_2 ; (b) % 0.4 Ca(OH)_2 ; (c) % 0.8 Ca(OH)_2 ; (d) % 1.2 Ca(OH)_2 , (1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101).



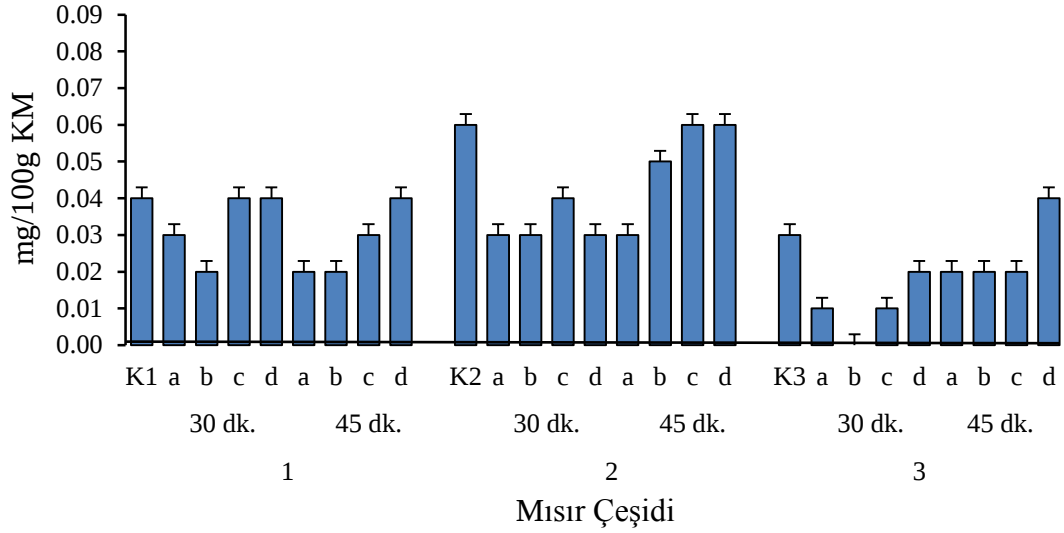
Şekil 4.26. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin fitik asit içeriği üzerine etkisi (KM: Kuru madde, K: Kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 Ca(OH)_2 ; (b) % 0.4 Ca(OH)_2 ; (c) % 0.8 Ca(OH)_2 ; (d) % 1.2 Ca(OH)_2 , (4) SSM, (5) BSM).

4.17. Alkali Pişirmenin Mısır Unlarının Serbest Niasin İçeriği Üzerine Etkisi

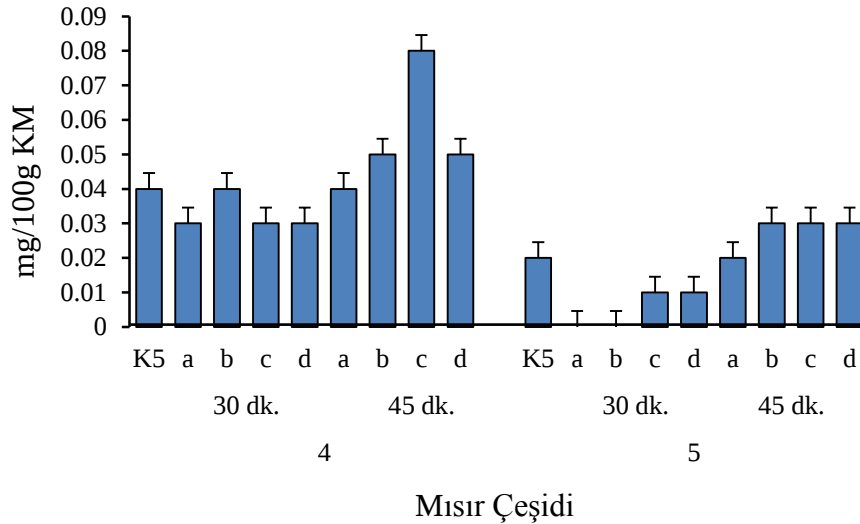
Alkali pişirilen atdişi mısır unlarının serbest niasin içerikleri 0.00-0.06 mg/100g arasında belirlenirken, sert mısır unlarının serbest niasin içerikleri ise 0.00-0.08 mg/100g arasında değişmiştir (Şekil 4.27 ve Şekil 4.28, Bkz. Ekler Çizelge 29). Alkali pişirmede serbest niasin bakımından çeşitler arasındaki farklılık önemli ($P < 0.001$) bulunmuştur (Bkz. Ekler Çizelge 50).

Pişirme işleminde atdişi mısırların % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 30 dk. pişirilmesiyle serbest niasin içerikleri pişmemiş mısırlara göre sırasıyla ortalama % 47, 67, 33 ve 28 civarında azalırken 45 dk. pişirilmesiyle % 0.0, 0.4, 0.8 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında sırasıyla ortalama % 44, 33 ve 19 oranlarında azalmıştır ($P < 0.001$). Mısırların % 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda 45 dk. pişirilmesiyle ise serbest niasin içeriği ortalama % 11 artmıştır. Sert mısırların % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 30 dk. pişirilmesiyle serbest niasin içerikleri pişmemiş mısırlara göre sırasıyla ortalama % 63, 50, 38 ve 38 civarında azalırken 45 dk. pişirilmesiyle % 0.0 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda serbest niasin içeriği

sabit kalmış ve % 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında 45 dk. pişirilmeleriyle sırasıyla % 38, 75 ve 38 oranlarında artış göstermiştir ($P<0.001$).



Şekil 4.27. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının atdışi mısır çeşitlerinin serbest niasin içeriği üzerine etkisi (KM: Kuru madde, K: Kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 Ca(OH)_2 ; (b) % 0.4 Ca(OH)_2 ; (c) % 0.8 Ca(OH)_2 ; (d) % 1.2 Ca(OH)_2 , (1) Pioneer 3245, (2) Pioneer 32T83, (3) Dekalb 6101).



Şekil 4.28. Alkali pişirme işleminde farklı Ca(OH)_2 konsantrasyonlarının sert mısır çeşitlerinin serbest niasin içeriği üzerine etkisi (KM: Kuru madde, K: Kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 Ca(OH)_2 ; (b) % 0.4 Ca(OH)_2 ; (c) % 0.8 Ca(OH)_2 ; (d) % 1.2 Ca(OH)_2 , (4) SSM, (5) BSM).

Atdışı mısırların serbest niasin içeriğinin pişirme işlemiyle arttırılabilmesi için en az % 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda 45 dk. pişirilmesi gerekmektedir. Kullanılan Ca(OH)_2 miktarının % 1.2'nin izerlerine çıkarılmasıyla 30 dk. pişirmeylede serbest niasin miktarı arttırılabilir. Sert mısırların da serbest niasin içeriğinin artması için % 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında en az 45 dk. pişirilmesi gerekmektedir. Mısırların diğer pişirme seviyelerinde serbest niasin içeriğinin azalması serbest niasinin suda çözünerek nejayoteye geçmesine ve pişirme işlemiyle mısırdan kuru madde kaybının meydana gelmesine bağlanabilir.

Wall ve Carpenter (1988) yaptıkları bir çalışmada pişirilmemiş mısırın serbest niasin içeriğinin 0.04 mg/100g civarında olduğunu belirtirlerken, Carter ve Carpenter (1982) alışmalarında pişirilmemiş mısırın serbest niasin içeriğinin 0.00 mg/100g seviyesinde olduğunu ve mısırın 1 sa. süreyle klasik pişirilmesiyle bu değerin 0.11 mg/100g civarına çıktığını ve % 2 Ca(OH)_2 kullanarak 45 dk. alkali pişirilmesinden elde edilen masa hamurundan üretilen tortillanın serbest niasin içeriğinin ise yaklaşık 1.17 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir.

4.18. Alkali Pişirilen Mısır Unlarının Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüleri

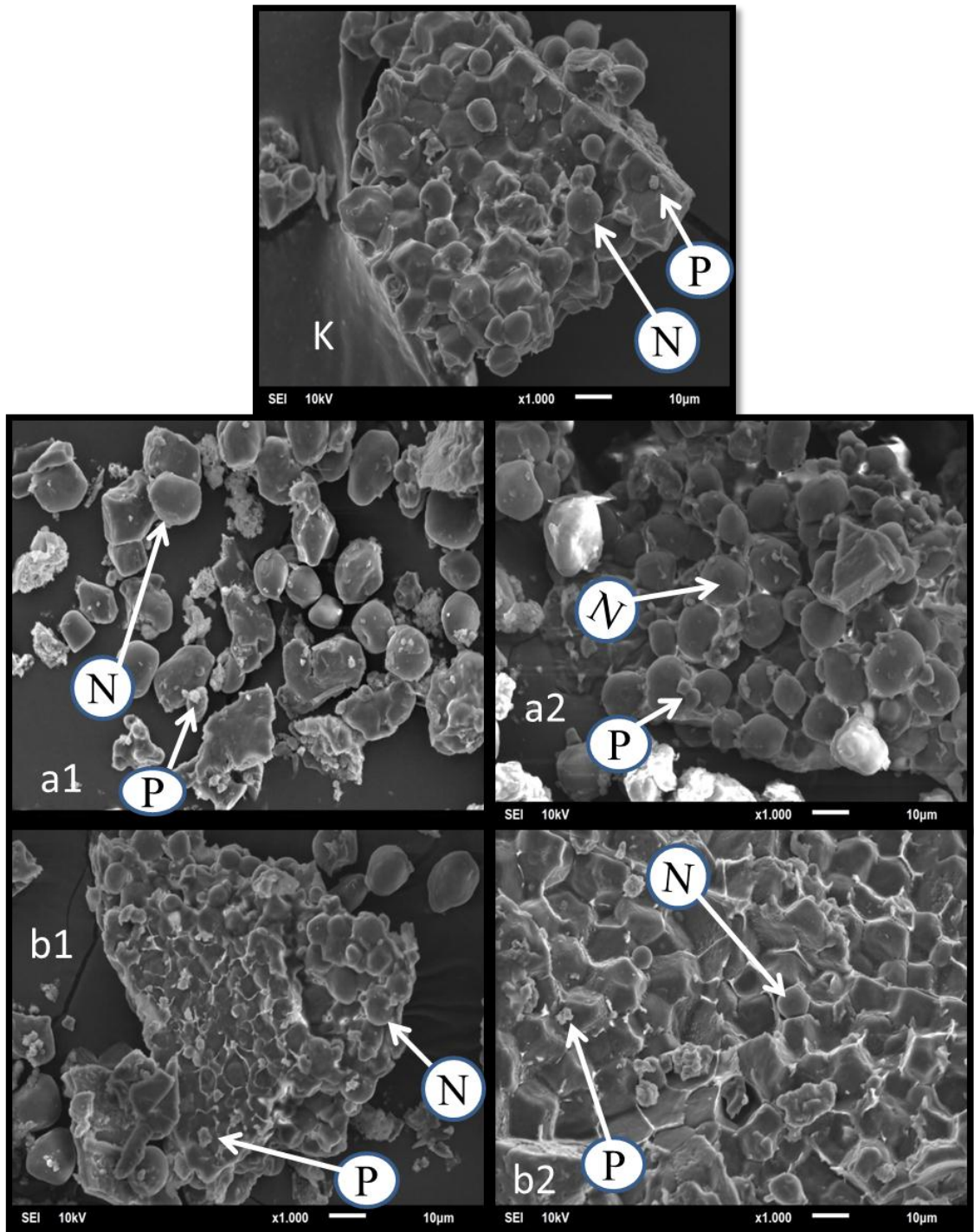
Farklı pişirme süreleri ve Ca(OH)_2 konsantrasyonları uygulamasıyla elde edilen mısır unlarının taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile nişastada meydana gelen değişiklikler incelenmiştir (şekil 4.29-4.33). Pişmemiş örneklerde sağlam nişasta granüllerinin çoğunluğu toplu halde görülmektedir. Görüntülerde nişasta granülleri yuvarlak ve köşeli olmak üzere iki farklı şekilde görünmektedir. Bunlardan yuvarlak olanlar yumuşak endosperm, köşeli olanlar ise sert endosperme aittir. Benzer sonuç Rojas-Molina ve ark. (2007) tarafından da bulunmuştur.

Pişirme işleminde kullanılan Ca(OH)_2 miktarının % 1.2'ye çıkarılmasıyla nişasta ve protein şekillerinde büyük bir farklılık gözükmemekle beraber, % 0.0 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda yapılan pişirmede nişasta granüllerinin daha fazla etkilendiği görülmektedir. Artan Ca(OH)_2 seviyelerinde nişastadaki değişimin daha az olması, kalsiyum-nişasta interaksiyonu sonucunda nişastanın daha az su alarak şişmesi ve jelatinizasyonu geciktirmesi ile açıklanabilir. Robles ve ark. (1988)'nın yaptıkları çalışmada aynı sonuç ortaya konmuştur. Çalışmadaki artan Ca(OH)_2 seviyelerinde

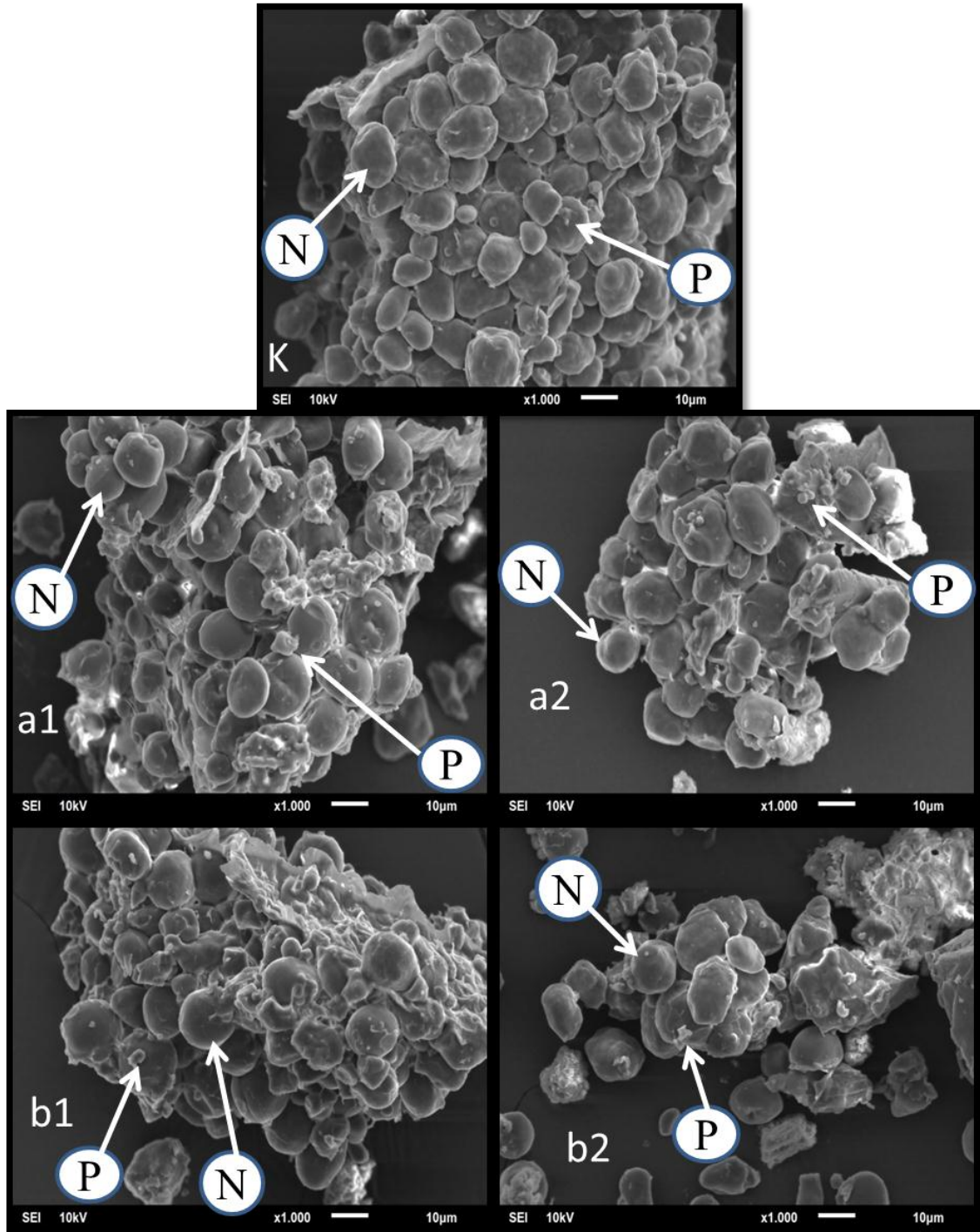
viskozite değerlerinin artması da bu sonucu doğrulamaktadır (Bkz. Şekil 4.10, 4.11 ve 4.12). Yapılan bir çalışmada atdışı mısıra uygulanan % 0.0-0.8 Ca(OH)_2 konsantrasyonu ile 30 *dk.* ve 60 *dk.* pişirme sürelerinde Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artmasıyla 30 *dk.* pişirilen örneklerin nişasta ve protein yapılarında herhangi bir farklılığın olmadığı ifade edilmiştir. Fakat örneklerin 60 *dk.* pişirilmesi ve Ca(OH)_2 miktarının artmasıyla granül yapılarının daha gevşek hale geldiği gözlenmiştir.

Pişirme süresinin 30 *dk.* dan 45 *dk.* ya uzamasıyla daha fazla çözünür nişastanın granüllerden ayrıldığına görölmesine rağmen, her iki pişirme süresinde de sağlam nişasta granüllerinin varlığı nişastanın kısmi olarak jelatinize olduğunu göstermektedir. Alkali pişirme süresince tam jelatinizasyon çoğunlukla mısır danesinin dış endospermde ve kısmi jelatinizasyon ise daha çok iç endospermde meydana gelmektedir (Rojas-Molina ve ark., 2007).

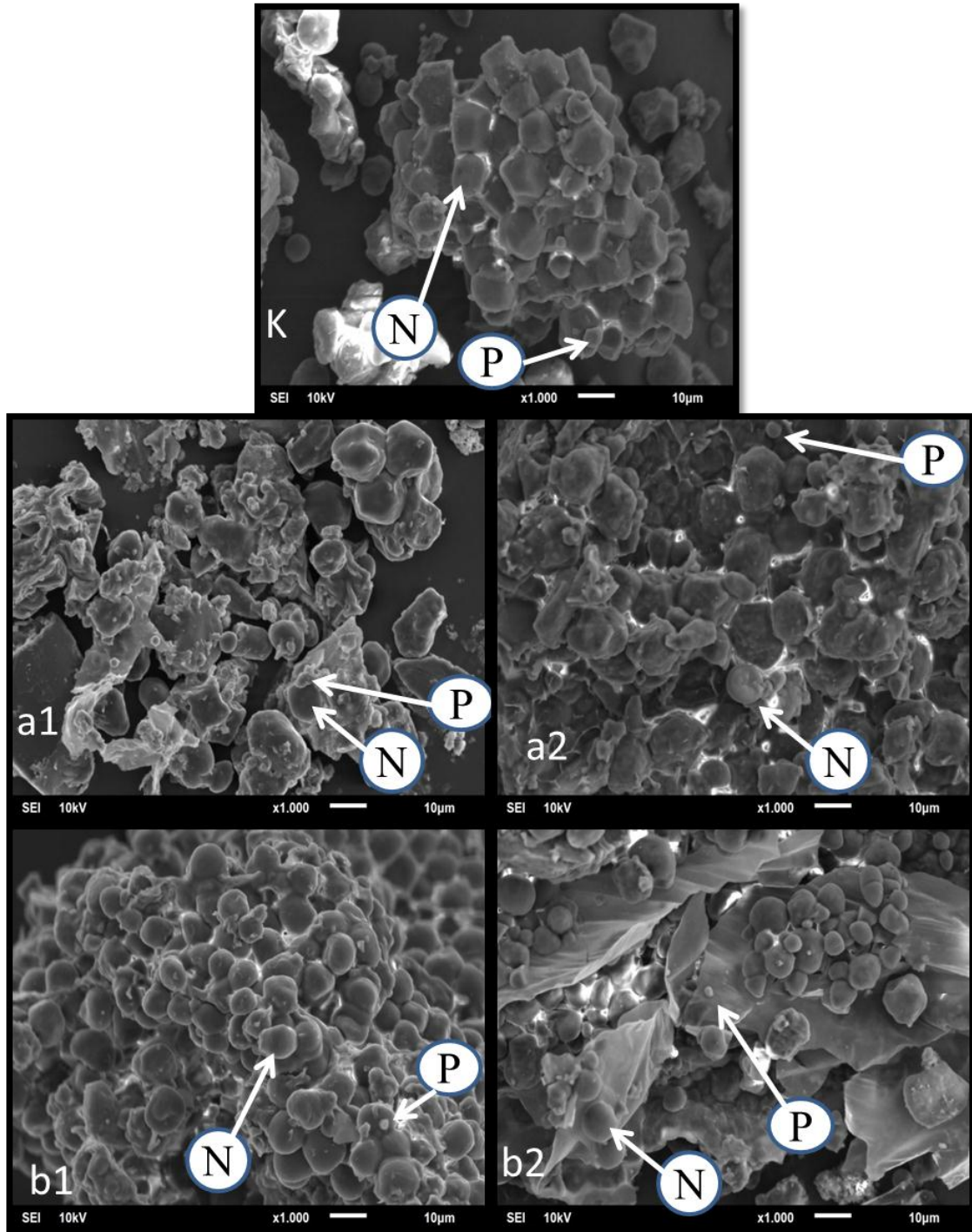
Alkali pişirme ile nişasta kısmen jelatinize olmaktadır (Mondragón ve ark., 2004). Bu nedenle de Ca(OH)_2 varlığında 70 *dk.* pişirmeye kadar parçalanmamış nişastalar görölebilmektedir. Bu süreden sonra nişasta granülleri tamamen parçalanarak görüntülenemez duruma gelmektedir (Guzmán ve ark., 2009).



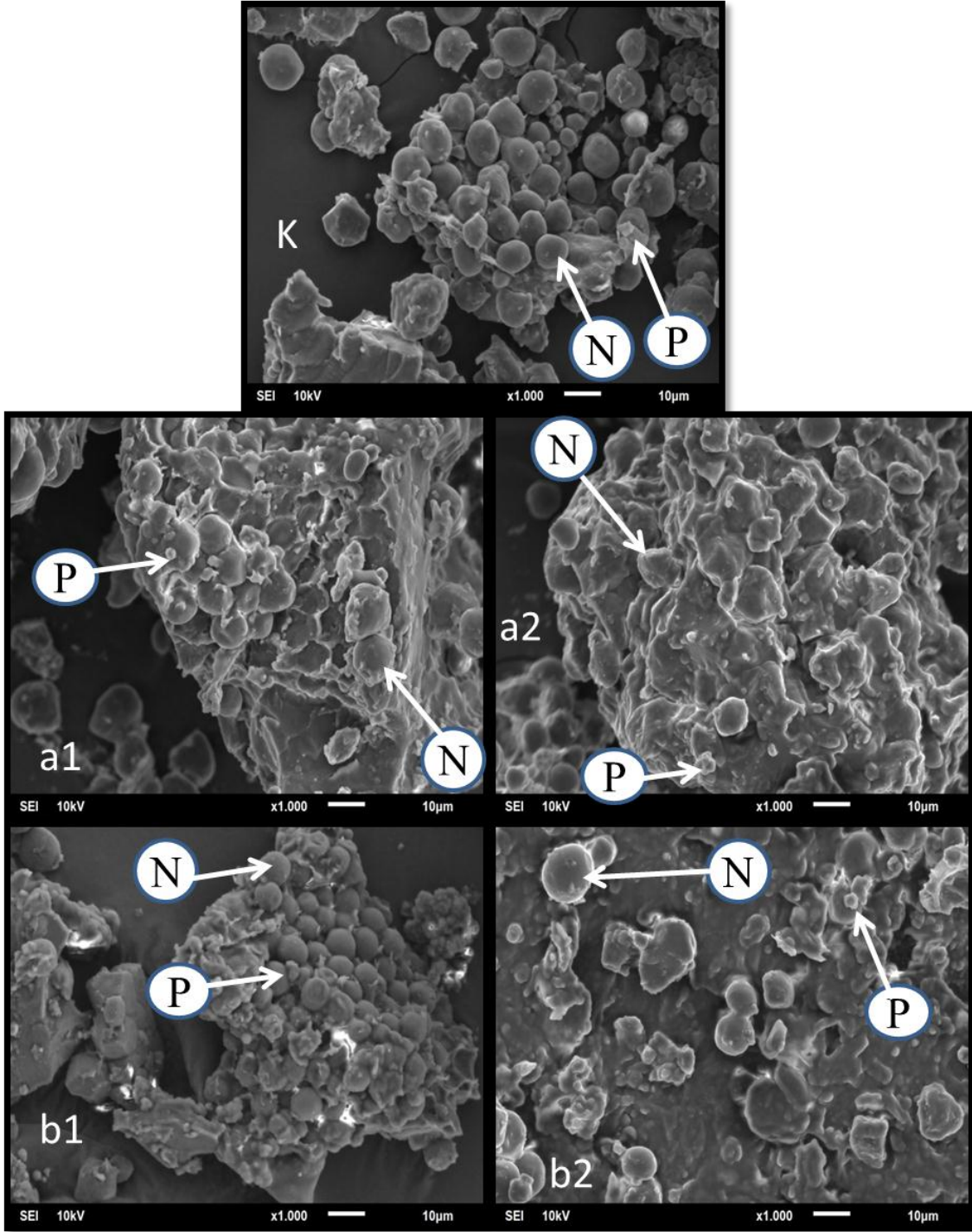
Şekil 4.29. Alkali pişirme işleminin 1 nolu mısır çeşidinin yapısal özellikleri üzerine etkisi (K: kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 Ca(OH)_2 ; (b) % 1.2 Ca(OH)_2 ; (1) 30 dk. pişirme; (2) 45 dk. pişirme; N: Nişasta; P: Protein).



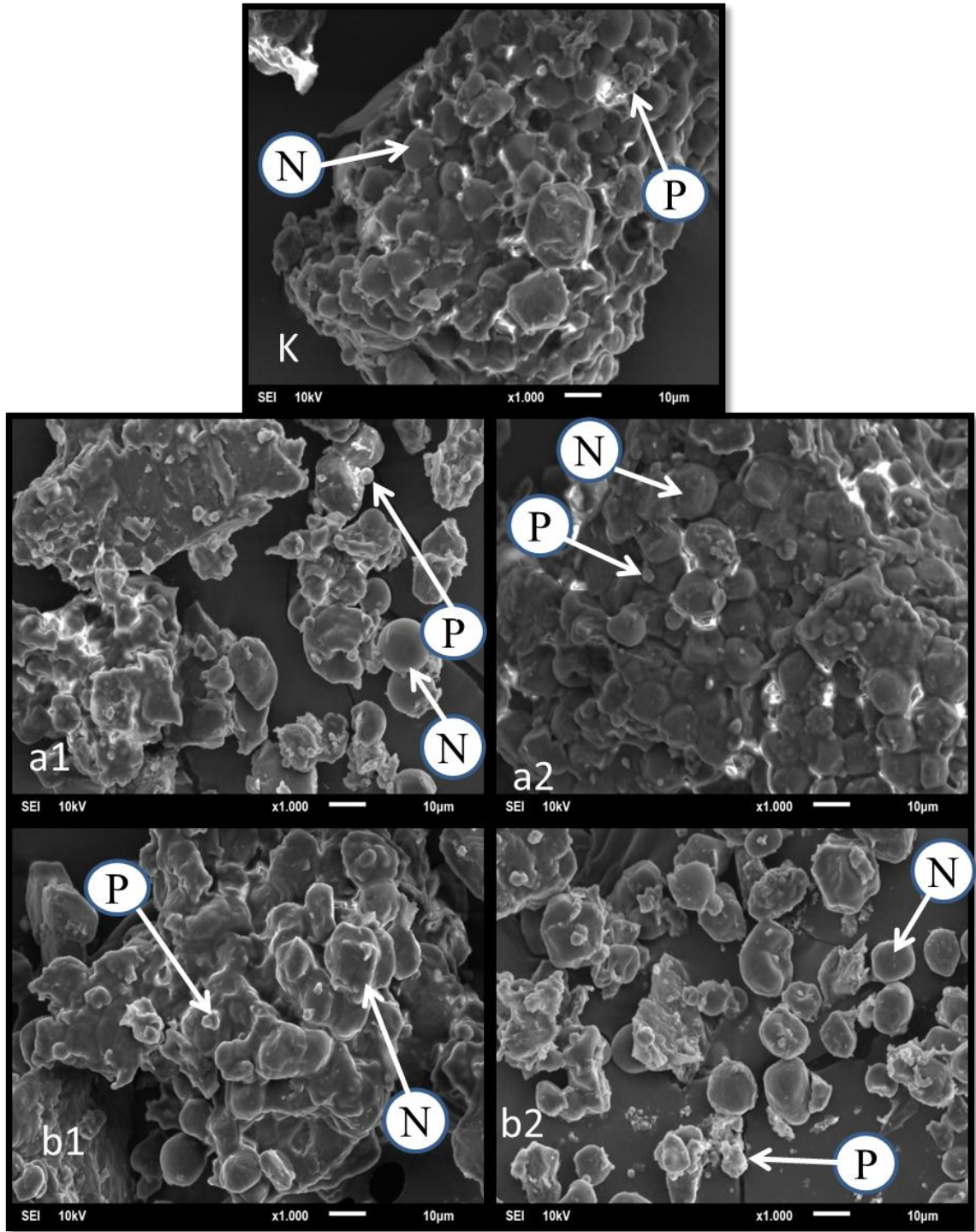
Şekil 4.30. Alkali pişirme işleminin 2 nolu mısır çeşidinin yapısal özellikleri üzerine etkisi (K: kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 Ca(OH)₂; (b) % 1.2 Ca(OH)₂; (1) 30 dk. pişirme; (2) 45 dk. pişirme; N: Nişasta; P: Protein).



Şekil 4.31. Alkali pişirme işleminin 3 nolu mısır çeşidinin yapısal özellikleri üzerine etkisi (K: kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 Ca(OH)_2 ; (b) % 1.2 Ca(OH)_2 ; (1) 30 dk. pişirme; (2) 45 dk. pişirme; N: Nişasta; P: Protein).



Şekil 4.32. Alkali pişirme işleminin 4 nolu mısır çeşidinin yapısal özellikleri üzerine etkisi (K: kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 $\text{Ca}(\text{OH})_2$; (b) % 1.2 $\text{Ca}(\text{OH})_2$; (1) 30 dk. pişirme; (2) 45 dk. pişirme; N: Nişasta; P: Protein).



Şekil 4.33. Alkali pişirme işleminin 5 nolu mısır çeşidinin yapısal özellikleri üzerine etkisi (K: kontrol (pişmemiş), (a) % 0.0 Ca(OH)_2 ; (b) % 1.2 Ca(OH)_2 ; (1) 30 dk. pişirme; (2) 45 dk. pişirme; N: Nişasta; P: Protein).

5. SONUÇ

Alkali pişirme işleminde % 0.0, 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 ilave seviyelerinde uygulanan 30 *dk.* ve 45 *dk.* pişirme sürelerinden atdışi ve sert mısır çeşitlerine ait mısır unlarının özellikleri farklı seviyelerde etkilenmiştir. Bundan dolayı alkali pişirme normları, kullanılacak mısır çeşidine ve elde edilecek mısır unlarının işleneceği ürüne göre seçilmelidir. Bu seçimi yapabilmek için çalışmamızda elde edilen ve yol gösterecek sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Pişirme işlemi sonucunda mısırların su absorpsiyonları artmaktadır. Mısırlar tortilla üretiminde kullanılacaksa pişirme sonrası absorpsiyon değerleri (su içerikleri) % 48-50 arasında olmalıdır (Serna-Saldivar ve ark., 1993). Atdışi mısırlar 30 *dk.* pişirme ile bu seviyeye ulaşabilirken, sert mısırlar için bu süre yeterli olmamakta; sert mısırların istenilen bu absorpsiyon seviyesine ulaşabilmeleri için en az 45 *dk.* pişirilmesi gerekmektedir. Pişirme işleminde mısırların su absorpsiyonundaki artış en çok % 0.4 Ca(OH)_2 seviyesinde gerçekleşmiştir.

Atdışi mısırların kül içeriği kullanılan Ca(OH)_2 miktarının artmasıyla % 0.36-0.54 arasında artarken, sert mısırların kül içeriği % 0.27-0.42 arasında artmıştır. Sert mısırların kül içeriğindeki artış miktarı daha az olmuştur. Pişirme işlemiyle sert mısır danelerine su ve mineral geçişi atdışi mısırlara göre daha düşük seviyede olmaktadır.

Alkali pişirme boyunca mısırların protein içeriklerinde % 0.21-0.68 arasında bir artış olmuştur. Fakat bu artış pişirme boyunca mısırların kuru madde konsantrasyonlarında meydana gelen değişimlerden kaynaklanan nispi bir artıştır. Pişirme süresinin uzaması mısır unların protein içeriklerine önemli bir etkide bulunmamıştır ($P>0.05$).

Pişirme boyunca protein fraksiyonlarının nasıl etkilendiğini incelediğimiz SDS-PAGE sonuçlarına baktığımızda Ca(OH)_2 ilavesine bakılmaksızın bütün pişirme seviyelerinde albumin ve globulin fraksiyonlarının miktarı azalmış, pişirme suyuna (nejoyete) geçmiştir. Atdışi ve sert mısırlar arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Zein proteinlerinin ise alkali pişirme işleminden etkilenmesi çeşide göre farklılık göstermiş; atdışi mısırların zein proteinleri sert mısırlardan daha fazla etkilenmiştir. Pişmemiş atdışi mısır çeşitlerinde 14-29 kDa arasında belirlenen dört adet banttı 29 kDa ve 20 kDa civarında belirlenen 1. ve 4. bantlar, 30 *dk.* pişirme sonunda kaybolmuş,

geri kalan iki bandın yoğunluğu da azalmıştır. Bu azalmada kullanılan Ca(OH)_2 miktarları arasında bir farklılık görülmemiştir. Pişirme süresinin 45 dk.'ya uzamasıyla bant yoğunlukları daha da azalmıştır. Sert mısırlarda da 14-29 kDa arasında dört adet bant belirlenmiştir. Fakat pişirme işlemiyle 20 kDa civarında çıkan 4. bant hariç diğer bantların yoğunluğunda önemli bir değişiklik olmamıştır.

Pişirme işleminde kullanılan Ca(OH)_2 miktarının artması glutelin proteinlerinin bant yoğunluğunu arttırmıştır. Pişirme süresinin uzamasıyla da Ca(OH)_2 kullanılan pişirmelerde bantlar varlığını devam ettirmiş, Ca(OH)_2 kullanılmayan pişirme işleminde ise bant yoğunlukları zayıflamıştır. Pişirme boyunca kalsiyum köprüleri oluşumuyla meydana gelen kalsiyum-protein interaksiyonunun proteinlerin yapısını daha güçlü hale getirerek ısı direncini arttırması, proteinlerin pişirmeyle polimerize olmaları ve pişirme işleminde Ca(OH)_2 kullanılmasının ekstraksiyon işleminde glutelinlerin geri kazanım oranını arttırması gibi etkenlerin kombine etkisi glutelin bantlarının yoğunluğunun artmasına ve yeni bantların oluşmasına neden olmuştur.

Alkali pişirme işlemiyle atdişi mısırların pH değerleri, artan Ca(OH)_2 miktarlarıyla, 6.41-8.32 arasında ve sert mısırların pH değerleri de 6.51 ile 8.07 arasında değişim göstermiştir. Pişirme süresinin uzaması pH değerinin yükselmesine sebep olmakla beraber ($P < 0.01$), atdişi mısır unlarının pH değerindeki artış sert mısırlardan daha fazla olmuştur.

Atdişi mısır unların toplam renk değişim (ΔE) değerleri pişirmeyle 1.26 ile 6.07 arasında değişirken, sert mısır unlarında ise 0.58 ile 2.07 arasında değişmiştir. Buna göre sert mısır unlarının renk değerleri pişirme işleminden daha az etkilenmiştir. Mısır unlarının ΔE değerleri en fazla % 0.4 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda artmış, artan konsantrasyonlarda ΔE değerleri ya sabit kalmış veya düşmüştür ($P < 0.01$). Mısır unlarının en yüksek serbest fenolik madde içeriği, % 0.4 Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve 45 dk. pişirilen mısır unlarında elde edilmiştir. En yüksek ΔE değerlerinin % 0.4 Ca(OH)_2 konsantrasyonunda bulunması, bu konsantrasyonda serbest fenoliklerle birlikte artan renk maddeleri içeriğinden kaynaklanabilir.

Alkali pişirme işleminde sarı renkli mısırların ΔE değerleri % 0.8 ve % 1.2 Ca(OH)_2 konsantrasyonlarında düşük seviyelerde olduğundan bu konsantrasyonlarda yapılan pişirme işlemi sarı renkli mısırlarda en az renk farklılığına neden olmaktadır.

Beyaz renkli mısırların ΔE değerleri ise bunun aksine olarak Ca(OH)_2 konsantrasyonunun % 0.4' den fazla olmasıyla artmaktadır.

Alkali pişirmede Ca(OH)_2 miktarının artmasıyla atdişi ve sert mısırların kül, pik, katılaşma ve son viskozite değerleri artmakta, jelatinizasyon sıcaklıkları ise azalmaktadır. Kül değerlerindeki değişime paralel olarak viskozite değerleri de değişmektedir. Pişirme süresinin artması örneklerin jelatinizasyon sıcaklıklarını arttırıcı, pik, katılaşma ve son viskozite değerlerini azaltıcı etkide bulunmaktadır. Bu sonucu SEM görüntüleri de desteklemektedir. Yani pişirmede Ca(OH)_2 kullanılmasıyla nişasta granüllerinin zarar görme oranları azalmakta, pişirme süresinin uzamasıyla ise nişasta granülleri daha çok zarar görmektedir. Bu durumda pişirmede Ca(OH)_2 kullanılmasıyla zarar gören nişasta miktarı azaldığı için örneklerin viskozite değerlerinin artmasına, pişirme süresinin uzaması ise viskozite değerlerinin azalmasına neden olmuştur.

Atdişi mısır çeşitlerinde, pik, katılaşma ve son viskozite değerlerinin sert mısırlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber Ca(OH)_2 konsantrasyonunun artmasıyla sert mısırların katılaşma ve son viskozite değerlerindeki artış miktarı atdişi mısırlardan daha fazla olmuştur. Bu da sert mısırların alkali pişirme sonrası atdişi mısırlardan daha fazla retrogradasyona uğradığını ve sert mısırların viskozite değerlerinin ortamdaki kalsiyum artışından atdişi mısırlara göre daha fazla etkilendiğini ifade etmektedir. Ayrıca sert mısırların jelatinizasyon sıcaklıklarının atdişi mısırlardan daha yüksek olması sert mısırların daha geç piştiğini göstermektedir.

Alkali pişirme işleminde kullanılan Ca(OH)_2 miktarının artması bağlı fenolikleri, bağlı fenolik ekstraktların DPPH radikalini temizleme oranlarını ve TEAK değerlerini azaltmaktadır. Serbest fenolikleri, serbest fenolik ekstraktlarının DPPH radikalini temizleme oranlarını ve TEAK değerlerini ise arttırmaktadır. Toplamda ise pişirme işlemiyle atdişi mısırların fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktiviteleri pişmemiş mısırlara göre bazı nispi artışlar hariç olmakla beraber % 13-58 arasında azalmaktadır. Bu oran sert mısır unlarında % 10-41 arasında olmuştur. Sert mısırların fitokimyasal bileşimi alkali pişirmeden daha az etkilenmiştir. Fenolik maddeler gibi fitokimyasallar daha çok danenin en dış katmanlarında bulunmaktadır. Alkali pişirmeyle atdişi mısır danelerinin dış katmanları daha çok zarar görmektedir.

Bütün mısır çeşitleri beraber değerlendirildiğinde mısırların serbest fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktiviteleri % 0.0 Ca(OH)_2 seviyesinde en düşük

değere, % 0.4 ve % 1.2 Ca(OH)_2 seviyelerinde ise en yüksek değerlere ulaşmıştır. Bağlı fenolikler ve antioksidan aktiviteleri % 1.2 Ca(OH)_2 seviyesinde en düşük değerlere düşerken % 0.0 Ca(OH)_2 seviyesinde en yüksek değere ulaşmıştır. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivesi ise % 0.0 Ca(OH)_2 kullanılan pişirmeden en az etkilenirken, % 0.8 ve % 1.2 Ca(OH)_2 kullanılan pişirmelerden ise en fazla etkilenmiştir.

Atdışı mısırların fitik asit içerikleri pişmemiş mısırlara göre pişirme işlemiyle % 19-41 oranında azalmıştır. Sert mısırların fitik asit içerikleri ise pişirme işlemiyle % 17-44 arasında bir azalma göstermiştir. Mısırların 30 *dk.* pişirilmesiyle bütün Ca(OH)_2 seviyelerinde serbest niasin içerikleri azalırken, 45 *dk.* pişirilmesiyle atdışı mısırlarda % 1.2 Ca(OH)_2 seviyesinde % 11 oranında, sert mısırlarda ise % 0.4, 0.8 ve 1.2 Ca(OH)_2 seviyelerinde sırasıyla % 38, 75 ve 38 oranında serbest niasin içerikleri artış göstermiştir. Mısır unlarının serbest niasin içeriğinin artması için % 0.4-1.2 Ca(OH)_2 seviyelerinde en az 45 *dk.* pişirilmesi veya kullanılan Ca(OH)_2 miktarının arttırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Adom, K.K., Liu, R.H., 2002. Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50** (21): 6182–6187.
- Akgün M., 2015. Vitaminler. <http://drmustafaakgun.com/documents/SudaEriyenVitaminler.pdf>. Erişim tarihi: 19.11.2015.
- Anonim, 2000. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists* (AACC). tenth ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Anonim, 2013. Analysis of bioavailable niacin (vitamin b3) by HPLC with postcolumn photochemical derivatization in foods and supplements. <https://www.pickeringlabs.com/wp-content/uploads/2015/01/MA237.pdf>. Pickering Laboratories, Inc. Erişim tarihi: 10.10.2015.
- Anonim, 2015a. Grain Market Report. <http://www.iqc.int/en/downloads/qmrsummary/qmrsumme.pdf>. Erişim tarihi: 02.10.2015.
- Anonim, 2015b. Türkiye istatistik kurumu bitkisel üretim istatistikleri veri tabanı [http://rapory.tuik.gov.tr/14-10-2015-15:13:50-4665766221106488400322619822](http://rapory.tuik.gov.tr/14-10-2015-15:13:50-4665766221106488400322619822.html).html? Erişim tarihi: 02.10.2015.
- Arámbula-Villa, G., Barrón Avila, L., González Hernández, J., Moreno Martínez, E., Luna Bárcenas, G., 2001. Effects of cooking and steep time of nixtamalized corn grain (*Zea mays L.*) on the physicochemical, rheological, structural and textural characteristics of grain, mass and tortillas. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, **51** (2): 187-94.
- Ball, G.F.M., 2005. *Vitamins in Foods: Analysis, Bioavailability, and Stability*. CRC Press. 785.
- Bedolla, S., Rooney, L.W., 1984. Characteristics of United States and Mexican instant maize flours for tortilla and snack preparation. *Cereal Foods World*, **29**: 732.
- Bressani, R., Paz y Paz, R., Scrimshaw, N.S., 1958. Chemical changes in corn during preparation of tortillas. *Journal of Food Chemistry*, **6**: 770–774.
- Bressani, R., Turcios, J.C., Colmenares de Ruiz, A.S., de Palomo, P.P., 2004. Effect of processing conditions on phytic acid, calcium, iron, and zinc contents of lime-cooked maize. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **52** (5): 1157-1162.

- Bryant C.M., Hamaker B.R., 1997. Effect of lime on gelatinization of corn flour and starch. *Cereal Chemistry*, **74** (2): 171–175.
- Burns, T.D., Snook, M.E., Riley, R.T., Voss, K.A., 2008. Fumonisin concentrations and in vivo toxicity of nixtamalized *Fusarium verticillioides* culture material: evidence for fumonisin–matrix interactions. *Food and Chemical Toxicology*, **46** (8): 2841–2848.
- Bülbül, S.F., Bülbül M., 2014. Çocuklarda alkali beslenme. *Türkiye Klinikleri Journal of Pediatrical Sciences*, **10** (3): 44-9.
- Carter, E.G., Carpenter, K.J., 1982. The available niacin values of foods for rats and their relation to analytical values. *The Journal of Nutrition*, **112** (11): 2091-2103.
- Castillo, V.K., Ochoa, M.I., Figueroa, C.J., Delgado, L.E., Gallegos, I.J., Morales, C.J., 2009. Effect of calcium hydroxide concentration and cooking time of corn grain (*Zea mays* L.) nixtamalized, over physicochemical and rheological nixtamal characteristics. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, **59** (4): 425-32.
- Cemeroğlu, B., 2004. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi I*. 2. Baskı. Başkent Kiliş Matbaacılık, Ankara. 670.
- Cornejo-Villegas, M.A., Acosta-Osorio, A.A., Rojas-Molina, I., Gutiérrez-Cortéz, E., Quiroga, M.A., Gaytán, M., Herrera, G., Rodríguez-García, M.E., 2010. Study of the physicochemical and pasting properties of instant corn flour added with calcium and fibers from nopal powder. *Journal of Food Engineering*, **96** (3): 401–409.
- Das, A.K., Singh, V., 2015. Antioxidative free and bound phenolic constituents in pericarp, germ and endosperm of Indian dent (*Zea mays* var. *indentata*) and flint (*Zea mays* var. *indurata*) maize. *Journal of Functional Foods*, **13**: 363–374.
- Das, M.L., Guha, B.C., 1960. Isolation and chemical characterization of bound niacin (niacinogen) in cereal grains. *Journal of Biological Chemistry* **235** (10): 2971-2976.
- Demirci, M. 2003. *Beslenme*. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ. 287.
- de la Parra, C., Saldivar, S.O., Liu, R.H., 2007. Effect of processing on the phytochemical profiles and antioxidant activity of corn for production of masa,

- tortillas, and tortilla chips. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (10): 4177-83.
- Dizlek, H. 2012. Depolama sırasında tahıllarda meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişiklikler. *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi*, 12: 49-57.
- Doğan, İ.S., 2002. Bisküvi üretiminde kalite kriteri olarak renk ölçümüne yeni bir yaklaşım. *Türkiye 7. Gıda Kongresi Bildirileri*. 22-24 Mayıs 2002. Ankara. 462s.
- Dombrink-Kurtzman, M.A., Dvorak, T.J., Barron, M.E., Rooney, L.W., 2000. Effect of nixtamalization (Alkaline cooking) on fumonisin-contaminated corn for production of masa and tortillas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (11): 5781-5786.
- Eechkhout, W., Dapaepe, M., 1994. Total phosphorus, phytate phosphorus and phytase activity in plant feed stuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 47: 19-29.
- Elçi, S., Kolsarıcı, Ö., Geçit, H., 1987. *Tarla Bitkileri*. A.Ü.Ziraat Fak.Yay No:100, Ofset Basım:30, Ankara.
- Elgün, A., Ertugay, Z., 2002. *Tahıl İşleme Teknolojisi*. Atatürk Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları No:718, Erzurum. 411.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G., 2002. *Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Erzurum. 245.
- Elias-Orozco, R., Castellanos-Nava, A., Gaytán-Martínez, M., Figueroa-Cárdenas, J.D., Loarca-Piña, G., 2002. Comparison of nixtamalization and extrusion processes for a reduction in aflatoxin content. *Food Additives and Contaminants*, 19 (9): 878-85.
- Ezeogu, L.I., Duodu, K.G., Emmambux, M.N., Taylor, J.R.N., 2008. Influence of cooking conditions on the protein matrix of sorghum and maize endosperm flours. *Cereal Chemistry*, 85 (3): 397-402.
- Fageer, A.S.M., El Tinay, A.H., 2004. Effect of genotype, malt pretreatment and cooking on in vitro protein digestibility and protein fractions of corn. *Food Chemistry*, 84 (4): 613-619.
- Fernández-Muñoz, J.L., San Martín-Martínez, E., Díaz-Góngora, J.A.I., Calderon, A., Alvarado-Escobar, A., Ortiz-Cárdenas, H., Leal-Perez, M., 2006. Steeping time

- and cooking temperature dependence of calcium ion diffusion during microwave nixtamalization of corn. *Journal of Food Engineering*, **76**: 568–572.
- Fernández-Muñoz, J.L., Acosta-Osorio, A.A., Zelaya-Angel, O., Rodríguez-García, M.E., 2011. Effect of calcium content in the corn flour on rva profiles. *Journal of Food Engineering*, **102**: 100–103.
- Figuerola, J.deD., Medina, J. J. V., Landaverde, M. A. H., Cuevas, F.A., Martínez, M. G., Martínez, E. C., Palacios, N., Willcox, M., 2013. Effect of annealing from traditional nixtamalisation process on the microstructural, thermal, and rheological properties of starch and quality of pozole. *Journal of Cereal Science*, **58**: 457-464.
- Franz, K.B., Kennedy, B.M., Fellers, D.A., 1980. Relative bioavailability of zinc from selected cereals and legumes using rat growth. *The Journal of Nutrition*, **110**: 2272-2283.
- Frossard, E., Bucher, M., Machler, F., Mozafar, A., Hurrell, R., 2000. Potential for increasing the content and bioavailability of Fe, Zn and Ca in plants for human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **80**: 861-879.
- Gerald, F. Combs, Jr., 2012. *The Vitamins*. Academic Press. London. 598.
- Ghosh, H.P., Sarkar, P.K., Guha, B.C., 1963. Distribution of the bound form of nicotinic acid in natural materials. *The Journal of nutrition*, **79**(4): 451-453.
- González-Martínez, S., 1984. Biological treatability of the wastewaters from the alkaline cooking of maize (Indian corn). *Environmental Technology*, **5** (1-11): 365-372.
- Grenier, B., Bracarense, A.P.F.L., Schwartz, H.E., Trumel, C., Cossalter, A-M., Schatzmayr, G., Kolf-Clauw, M., Moll, W-D., Oswald, I.P., 2012. The low intestinal and hepatic toxicity of hydrolyzed fumonisin B1 correlates with its inability to alter the metabolism of sphingolipids. *Biochemical Pharmacology*, **83**: 1465–1473.
- Gutiérrez-Cortez, E., Rojas-Molina, I., Rojas, A., Arjona, J.L., Cornejo-Villegas, M.A., Zepeda-Benítez, Y., Velázquez-Hernández, R., Ibarra-Alvarado, C., Rodríguez-García, M.E., 2010. Microstructural changes in the maize kernel pericarp during cooking stage in nixtamalization process. *Journal of Cereal Science*, **51**: 81–88.

- Gutiérrez-Urbe, J.A., Rojas-García, C., García-Lara, S., Serna-Saldivar, S.O., 2010. Phytochemical analysis of wastewater (nejayote) obtained after lime-cooking of different types of maize kernels processed into masa for tortillas. *Journal of Cereal Science*, **52** (3): 410-416.
- Guzmán, A.Q., Flores, M.E.J., Escobedo, R.M., Guerrero, L.C., Feria J.S., 2009. Changes on the structure, consistency, physicochemical and viscoelastic properties of corn (*Zea mays* sp.) under different nixtamalization conditions. *Carbohydrate Polymers*, **78** (4): 908–916.
- Guzmán, A.Q., Flores, M.E.J., Feria, J.S., Montealvo, M.G.M., Wang, Y.J., 2010. Effects of polymerization changes in maize proteins during nixtamalization on the thermal and viscoelastic properties of masa in model systems. *Journal of Cereal Science*, **52**: 152-160.
- Guzmán, A.Q., Flores, M.E.J., Feria, J.S., Montealvo, M.G.M., Wang, Y.J., 2011. Rheological and thermal properties of masa as related to changes in corn protein during nixtamalization. *Journal of Cereal Science*, **53** (1): 139–147.
- Hallauer, A.R., 2001. *Specialty Corns*. Second edition. CRC Press, Boca Raton, FL. 496.
- Hambidge, K.M., Krebs, N.F., Westcott, J.L., Sian, L., Miller, L.V., Peterson, K.L., Raboy, V., 2005. Absorption of calcium from tortilla meals prepared from low-phytate maize. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **82** (1): 84-87.
- Harland, B.F., Prosky, L., 1979. Development of dietary fiber values for foods. *Cereal Foods World*, **24**: 387-394.
- Haugh, W., Lantzsch, H.J., 1983. Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereals product. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **34**: 1423-1426.
- Hoffman, P.C., Esser, N.M., Shaver, R.D., Coblenz, W.K., Scott, M.P., Bodnar, A.L., Schmidt, R.J., Charley, R.C., 2011. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch protein matrix in high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*, **94**: 2465-2474.
- Hoseney, R.C., 1986. *Principles of Cereal Science and Technology*. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, 378 p, Minnesota.

- Huang, D., Ou, B. and Prior, R.L., 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**: 1841-1856.
- Iglesias, B.F., Ferraguti, F.J., Azcona, J.O., Charrière, M.V., Schang, M.J., 2014. Effect of nitrogen and sulfur fertilization of corn on grain nutrient composition.[Abstracts]. In *Annual Meeting Poultry Science Association*, **103**. July 14-17 2014. Texas. US.
- Janve, B., Yang, W., Kozman, A., Sims, C., Teixeira, A., Gunderson, M.A., Rababah, T.M., 2012. Enhancement of Corn Nixtamalization by Power Ultrasound. *Food and Bioprocess Technology*, **6** (5): 1269-1280.
- Jian-Chao, L., Ya-Qun, H., Wen-Qi, M., Jin-Feng, Z., Fen-Ru, B., Fan-Jun, C., Guo-Hua, M., 2013. Identification of quantitative trait loci for phytic acid concentration in maize grain under two nitrogen conditions. *Journal of Integrative Agriculture*, **12** (5): 765-772.
- Johnson, L. A., 2000. Corn: The major cereal of the Americas. In: *Handbook of Cereal Science and Technology* (Editor: Kulp, K. and Ponte, J. G. Jr.). 2nd edn. New York: Marcel Dekker, pp. 31–80.
- Kasim, A.B., Edwards, H.M., 1998. The analysis of inositol phosphate forms in feed ingredients. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **76**: 1-9.
- Kırtok, Y., 1998. *Mısır üretimi ve kullanımı*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kocaeluk Basın ve Yayınevi, İstanbul. 445.
- Kikunaga, S., Takahashi, M. and Huzisige, H., 1985. Accurate and simple measurement of phytic acid contents in cereal grains. *Plant and Cell Physiology*, **26**: 1323-1330.
- Kirby, L.K., Nelson, T.S., 1988. Total and phytate phosphorus content of some feed ingredients derived from grains. *Nutrition reports international*, **37** (2): 277-280.
- Kodicek, E., Wilson, P.W., 1960. Isolation of niacytin, the bound form of nicotinic acid. *Biochemical Journal*, **76**: 27-28.
- Lawrance, P., 2015. Niacin (Vitamin B3) - A review of analytical methods for use in food. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409990/Niacin_review-FINAL_06032015.pdf. Government Chemist Programme Report, National Measurement Office, UK. Erişim tarihi: 09.12.2015.

- Lázstity, L., 1988. ***Phytic acid in foods***. D.Sc. thesis, Academy of Sciences, Budapest. (In Hungarian).
- Lásztity, R. 1995. ***The Chemistry of Cereal Proteins***. Second Edition, CRC Press, Boca Raton, New York, London, Tokyo. 328.
- Lázstity, R., Lázstity, L., 1990. Phytic acid in cereal technology pages. 309-371. In.: ***Advances in Cereal Science and Technology***. Vol. X. (Editor: Y. Pomeranz). AACC St. Paul, MN. 557.
- Le Bail, P., Morin, F. G., Marchessault, R. H., 1999. Characterization of a crosslinked high amylose starch excipient. ***International Journal of Biological Macromolecules***, **26**: 193–200.
- Liyana-Pathirana, C. M., & Shahidi, F., 2006. Importance of insoluble-bound phenolics to antioxidant properties of wheat. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***, **54**: 1256–1264.
- Liu, X., Dong, M., Chen, X., Jiang, M., Lv, X., & Yan, G., 2007. Antioxidant activity and phenolics of an endophytic *Xylaria* sp. from *Ginkgo biloba*. ***Food Chemistry***, **105**: 548–554.
- Lolas, G. M., Palamidis, N., Markakis, P., 1976. The phytic acid total phosphorus relation ship in barley oats, soybeans. and wheat. ***Cereal Chemistry***, **53**: 867-871.
- Lopez-Martinez, L.X., Oliart-Ros, R.M., Valerio-Alfaro, G., Lee, C.H., Parkin, K.L., Garcia H.S., 2009. Antioxidant activity, phenolic compounds and anthocyanins content of eighteen strains of Mexican maize. ***LWT - Food Science and Technology***, **42**: 1187–1192.
- Luthira, D. L., & Liu, K., 2013. Localization of phenolic acids and antioxidant activity in sorghum kernels. ***Journal of Functional Foods***, **5**: 1751–1760.
- Matz S.A. 1991. ***The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*** (2nd ed) Van Nostrand Reinhold, New York. 751.
- Méndez-Albores, J.A., Arámbula-Villa, G., Loarca-Piña, M.G., González-Hernández, J., Castaño-Tostado, E., Moreno-Martínez, E., 2004. Aflatoxins' fate during the nixtamalization of contaminated maize by two tortilla-making processes. ***Journal of Stored Products Research***, **40**: 87–94.

- Méndez-Montealvo, G., García-Suárez, F.J., Paredes-López, O., Bello-Pérez, L.A., 2008. Effect of nixtamalization on morphological and rheological characteristics of maize starch. *Journal of Cereal Science*, **48** (2): 420–425.
- Milán-Carrillo, J., Reyes-Moreno, C., Armienta-Rodelo, E., Carábez-Trejo, A., Mora-Escobedo, R., 2000. Physicochemical and nutritional characteristics of extruded flours from fresh and hardened chickpea (*Cicer arietinum* L). *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, **33**: 117–123.
- Milán-Carrillo, J., Perales-Sánchez, J.X.K., Cuevas-Rodríguez, E.O., Ramirez-Wong, B., Reyes-Moreno, C., 2006. The optimization of the extrusion process when using maize flour with a modified amino acid profile for making tortillas. *International Journal of Food Science and Technology*, **41**: 727–736.
- Mondragón M., Bello-Pérez LA., Agama E, Melo A, Betancur-Ancona D, Peña JL. 2004. Effect of nixtamalization on the modification of the crystalline structure of maize starch. *Carbohydrate Polymers*, **55** (4): 411–418.
- Mondragón M., Mendoza-Martínez AM., Bello-Pérez LA., Peña JL. 2006. Viscoelastic behavior of nixtamalized maize starch gels. *Carbohydrate Polymers*, **65**: 314–320.
- Mora-Rochin, S., Gutiérrez-Urbe, J.A., Serna-Saldivar, S.O., Sánchez-Peña, P., Reyes-Moreno, C., Milán-Carrillo, J., 2010. Phenolic content and antioxidant activity of tortillas produced from pigmented maize processed by conventional nixtamalization or extrusion cooking. *Journal of Cereal Science* **52**: 502-508.
- Nohr, D., Biesalski, H.K., Back, E.I., 2011. Vitamins, Niacin. Pages 690–693. *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Second Edition) (Editor: John W. Fuquay, Patrick F. Fox, Paul L. H. McSweeney). Academic Press, London. 4170.
- O'Dell, B. L., De Boland, A.R., Koirtyohann, S.R., 1972. Distribution of phytate and nutritionally important elements among the morphological component Cereal grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **20**: 718-721.
- Olexová, L., Dovicovicová, L., Švec, M., Siekel, P., Kuchta, T., 2006. Detection of gluten containing cereals in flours and "gluten-free" bakery products by polymerase chain reaction. *Food Control*, **17**: 234-237.

- Ortega, F.I., Villegas, E., Vasal, S.K., 1986. A comparative study of protein changes in normal and quality protein maize during tortilla making. *Cereal Chemistry*, **63**: 446-451.
- Öner, F., Sezer, İ., Gülümser, A., 2012. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen atdişi mısır (*Zea mays l. indendata*) çeşit ve hatlarının agronomik özellikler yönünden karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **9** (2): 1-5.
- Özkaya, H., 2004. Buğday kepeğinin defitinizasyonu için uygun yöntemin belirlenmesi. *Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu*, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri. Ankara.
- Paredes-López, O., Saharópulos, M.E., 1982. Scanning electron microscopy studies on limed corn kernels for tortilla making. *Journal of Food Technology*, **17**: 687-693.
- Pozo-Insfran, D.D., Brenes, C.H., Saldivar, S.O.S., Talcott, S.T., 2006. Polyphenolic and antioxidant content of white and blue corn (*Zea mays L.*) products. *Food Research International*, **39**: 696–703.
- Pradeau, A.F., 1974. Pozole, Atole and Tamales: Corn and its uses in the Sonora-Arizona Region. *The Journal of Arizona History*, 1-7.
- Proulx, A.K., Reddy, M.B., 2007. Fermentation and lactic acid addition enhance iron bioavailability of maize. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **55** (7): 2749-54.
- Raboy V., Dickinson D.B., Neuffer M.G., 1990. A survey of maize kernel mutants for variation in phytic acid. *Maydica*, **35**: 383-390.
- Ravindran, V., Ravindran, S., Sivalogan, S., 1994. Total and phytate phosphorus contents of various foods and feedstuffs of plant origin. *Food Chemistry*, **50**: 133-136.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, **26**: 1231-1237.
- Reddy, N. R., 1976. *Milling and biochemical characteristics of triticale*. M.S. thesis, Alabama A & M University, Normal, AL.

- Robles, R.R., Murray, E.D., Paredes-Lopez, O., 1988. Physicochemical changes of maize starch during the lime-cooking treatment for tortilla making. *International Journal of Food Science and Technology*, **23**: 91–98.
- Robyt, J.F., White, B.J., 1990. *Biochemical Techniques: Theory and Practice*. Waveland Press, Inc. USA. 407.
- Rojas-García, C., García-Lara, S., Serna-Saldivar, S.O., Gutiérrez-Urbe, J.A., 2012. Chemopreventive effects of free and bound phenolics associated to steep waters (nejayote) obtained after nixtamalization of different maize types. *Plant Foods for Human Nutrition*, **67** (1): 94-99.
- Rojas-Molina, I., Gutierrez-Cortez, E., Palacios-Fonseca, A., Baños, L., Pons-Hernandez, J.L., Guzmán-Maldonado, S.H., Pineda-Gomez, P., Rodríguez, M.E., 2007. Study of structural and thermal changes in endosperm of quality protein maize during traditional nixtamalization process. *Cereal Chemistry*, **84** (4): 304–312.
- Rojas-Molina, I., Gutiérrez, E., Cortés-Acevedo, M.E., Falcón, A., Bressani, R., Rojas, A., Ibarra, C., Pons-Hernández, J.L., Guzmán-Maldonado, S.H., Cornejo-Villegas, A., Rodríguez, M.E., 2008. Analysis of quality protein changes in nixtamalized QPM flours as a function of the steeping time. *Cereal Chemistry*, **85**: 409-416.
- Rosentrater, K.A., 2006. A review of corn masa processing residues: generation, properties, and potential utilization. *Waste Management*, **26**: 284-292.
- Rutenberg M.W., Solarek D., 1984. Starch Derivatives: Production and Uses. Page 312-388 in: *Starch: Chemistry and Technology* (Editor: R.L. Whistler, J.N. BeMiller and E.F. Paschall), 2nd ed. Academic Press. Orlando, FL. 589.
- Salazar, R., Arámbula-Villa, G., Luna-Bárcenas, G., Figueroa-Cárdenas, J.D., Azuara, E., Vázquez-Landaverde, P.A., 2014. Effect of added calcium hydroxide during corn nixtamalization on acrylamide content in tortilla chips. *LWT - Food Science and Technology*, **56**: 87-92.
- Santos, E.M., Quintanar-Guzman A., Solorza-Feria, J., Sanchez-Ortega, I., Rodriguez, J.A., Wang, Y.J., 2014. Thermal and rheological properties of masa from nixtamalized corn subjected to a sequential protein extraction. *Journal of Cereal Science*, **60** (3): 490-496.

- Schwalfenberg, G.K., 2011. The alkaline diet: is there evidence that an alkaline pH diet benefits health? *Journal of Environmental and Public Health*, **2012**: 1-7.
- Sefa-Dedeh, S., Cornelius, B., Sakyi-Dawson, E., Afoakwa, E.O., 2004. Effect of nixtamalization on the chemical and functional properties of maize. *Food Chemistry*, **86** (3): 317–324.
- Serna-Saldivar, S., Gomez, M., Almeida-Dominguez, H., Islas-Rubio, A., Rooney, L., 1993. A method to evaluate the lime-cooking properties of corn (*Zea mays*). *Cereal Chemistry*, **70**: 762–762.
- Shahidi, F., 2004. Functional foods: Their role in health promotion and disease prevention. *Journal of Food Science*, **69**: R146–R149.
- Shukla, R., Cheryan, M., 2001. Zein: The industrial protein from corn. *Industrial Crops and Products*, **13**: 171–192.
- Singh, N., Singh, S., Shevkani, K., 2011. Maize: composition, bioactive constituents, and unleavened bread. Chapter 9. *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention* (Editörler: V. R. Preedy, R. R. Watsoni, V.B. Patel). Academic Press, London. 544.
- Smith, C.W., Betran, J., Runge, E.C.A., 2004. *Corn : Origin, History, Technology and Production*. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey. 968.
- Sosulski, F., Krygier, K., Hogge, L., 1982. Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids. 3. Composition of phenolic acids in cereal and potato flours. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **30**: 337-340.
- Süzer S., 2013. Mısır Tarımı. <http://hayrabolutb.org.tr/media/ziraat/Misir-Tarimi.pdf>. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Erişim: 02.01.2013
- Şahin, S., 2001. Türkiye’de mısır ekim alanlarının dağılışı ve mısır üretimi. G.Ü. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **21** (1): 73-90.
- Temple, N. J. Antioxidants and disease: More questions than answers. *Nutrition Research*, **20**: 449-459.
- Trejo-González, A., Feria-Morales, A., Wild-Altamirano, C., 1982. The role of lime in the alkaline treatment of corn for tortilla production. In: *Modification of Protein: Food, Nutritional and Pharmacological Aspects. Advances in Chemistry* (Editor: Feeney, R.E., Whitaker, John R.), Series, vol. 198. American Chemical Society, Washington DC. 413.

- Türksoy, S., Özkaya, B., 2006. Gluten ve Çölyak Hastalığı. **Türkiye 9. Gıda Kongresi Bildirileri**; 24-26 Mayıs 2006, Bolu. 807-810.
- Ulukan, H., 2011. **Tarla Bitkileri Yetiştirme – I**, Ders Notları (Metin), Basılmamış, A.Ü.Z.F. Tarla Bitkileri Bölümü, 9 sf. Ankara.
- Ün, C., Aydoğdu, S., 2003. Çölyak Hastalığının Moleküler Genetik Temelleri. **Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi**, **46**: 75-79.
- Valderrama-Bravo, C., López-Ramírezb, Y., Jiménez-Ambrizd, S., Oaxaca-Lunac, A., Domínguez-Pacheco, A., Hernández-Aguilara, C., Moreno-Martínezd, E., 2015. Changes in chemical, viscoelastic, and textural properties of nixtamalized dough with nejayote. **LWT-Food Science and Technology**, **61**: 496 – 502.
- Voss, K.A., Riley, R.T., Snook, M.E., Waes, J.G., 2009. Reproductive and sphingolipid metabolic effects of fumonisin B(1) and its alkaline hydrolysis product in LM/Bc mice: hydrolyzed fumonisin B(1) did not cause neural tube defects. **Toxicological Sciences**, **112** (2): 459-467.
- Voss, K.A., Norred, W.P., Meredith, F.I., Riley, R.T., Stephen Saunders, D., 2006. Fumonisin concentration and ceramide synthase inhibitory activity of corn, masa, and tortilla chips. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, **69** (14): 1387-1397.
- Wall, J.W., Carpenter, K.J., 1988. Variation in ability of niacin in grain products. **Food Technology**, **42** (10): 198–204.
- Watson, S. A., 2003. Description, development, structure, and composition of the corn kernel. In: **Corn Chemistry and Technology** (Editor: White, P. J. and Johnson, L. A.), 2nd edn. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists. 892.
- Yalçın, H., Kan, A., Dikici, N., 2006. Organik ve inorganik Gübreler Kullanılarak Yetiştirilen Sert Mısırın Bazı Besin içeriklerinin Araştırılması. **Türkiye 9. Gıda Kongresi Bildirileri**; 24-26 Mayıs 2006, Bolu. 339-342.
- Yau, J.C., Bockholt, A.J., Smith, J.D., Rooney, L.W., Waniska, R.D., 1999. Maize endosperm proteins that contribute to endosperm lysine content. **Cereal Chemistry**, **76**: 668-672.
- Yu, L., Haley, S., Perret, J. and Harris, M., 2002. Antioxidant properties of hard winter wheat extracts. **Food Chemistry**, **78**: 457-461.

Zhou, J.R., Erdman, J.W. Jr., 1995. Phytic acid in health and disease. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 35: 495–508.

EKLER

EK: 1 Alkali pişirilen mısır çeşitlerine ait çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çizelge 1. Alkali pişirme şartlarının pişirme sonrası mısır danelerinin absorbe ettikleri su miktarı üzerine etkisi

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Su (%)
1	30	0.0	44.23±1.10
		0.4	46.21±1.60
		0.8	45.29±1.44
		1.2	44.29±0.55
	45	0.0	45.73±0.21
		0.4	48.13±1.48
		0.8	46.43±1.13
		1.2	47.43±0.68
2	30	0.0	51.17±3.64
		0.4	53.19±1.94
		0.8	51.33±3.55
		1.2	49.62±1.51
	45	0.0	50.69±0.55
		0.4	53.50±1.16
		0.8	49.34±0.82
		1.2	49.84±0.24
3	30	0.0	45.04±0.73
		0.4	48.58±1.24
		0.8	46.10±0.23
		1.2	44.76±1.19
	45	0.0	47.55±0.22
		0.4	49.11±1.59
		0.8	47.39±0.18
		1.2	47.61±0.97
4	30	0.0	44.68±0.06
		0.4	45.68±0.94
		0.8	43.54±0.10
		1.2	44.29±1.21
	45	0.0	48.89±0.56
		0.4	49.14±0.35
		0.8	46.87±2.51
		1.2	46.43±0.81
5	30	0.0	42.04±0.45
		0.4	44.30±0.07
		0.8	44.27±0.68
		1.2	42.68±1.27
	45	0.0	45.38±0.74
		0.4	45.32±0.74
		0.8	43.62±1.23
		1.2	45.34±1.41

Çizelge 2. Pişirme sonrası mısır danelerinin absorbe ettikleri su miktarı ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Örnek Kodu	Pişirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Su (%)	Homojen Gruplar
				abcdefghijklmnopqrstu
1	30	0.0	44.23	XXXXX
		0.4	46.21	XXXXXX
		0.8	45.29	XXXXXX
		1.2	44.29	XXXXX
	45	0.0	45.73	XXXXXX
		0.4	48.13	XXXXXX
		0.8	46.43	XXXXXX
		1.2	47.43	XXXXXX
2	30	0.0	51.17	XXXX
		0.4	53.19	XX
		0.8	51.33	XXX
		1.2	49.62	XXXX
	45	0.0	50.69	XXXX
		0.4	53.50	X
		0.8	49.34	XXXXX
		1.2	49.84	XXXX
3	30	0.0	45.04	XXXXXX
		0.4	48.58	XXXXXX
		0.8	46.10	XXXXXXXX
		1.2	44.76	XXXXX
	45	0.0	47.55	XXXXXX
		0.4	49.11	XXXXXX
		0.8	47.39	XXXXXXXX
		1.2	47.61	XXXXXX
4	30	0.0	44.68	XXXX
		0.4	45.68	XXXXXX
		0.8	43.54	XXX
		1.2	44.29	XXXXX
	45	0.0	48.89	XXXXXX
		0.4	49.14	XXXXX
		0.8	46.87	XXXXXXXX
		1.2	46.43	XXXXXX
5	30	0.0	42.04	X
		0.4	44.30	XXXXX
		0.8	44.27	XXXXX
		1.2	42.68	XX
	45	0.0	45.38	XXXXX
		0.4	45.32	XXXXX
		0.8	43.62	XXXX
		1.2	45.34	XXXXX

Çizelge 3. Alkali pişirme şartlarının mısır unlarının kül içeriği üzerine etkisi

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Kül (%)*
Kontrol 1	-	-	1.09±0.10
1	30	0.0	0.94±0.05
		0.4	1.17±0.01
		0.8	1.31±0.07
		1.2	1.38±0.01
	45	0.0	0.94±0.02
		0.4	1.22±0.05
		0.8	1.41±0.10
		1.2	1.48±0.08
Kontrol 2	-	-	1.18±0.06
2	30	0.0	1.02±0.13
		0.4	1.22±0.09
		0.8	1.33±0.04
		1.2	1.38±0.00
	45	0.0	0.97±0.02
		0.4	1.23±0.03
		0.8	1.29±0.01
		1.2	1.41±0.02
Kontrol 3	-	-	1.29±0.01
3	30	0.0	1.07±0.01
		0.4	1.32±0.05
		0.8	1.40±0.04
		1.2	1.53±0.11
	45	0.0	1.05±0.02
		0.4	1.28±0.02
		0.8	1.43±0.00
		1.2	1.45±0.06
Kontrol 4	-	-	1.33±0.01
4	30	0.0	1.20±0.06
		0.4	1.40±0.05
		0.8	1.48±0.02
		1.2	1.56±0.12
	45	0.0	1.18±0.05
		0.4	1.37±0.09
		0.8	1.51±0.05
		1.2	1.60±0.11
Kontrol 5	-	-	1.40±0.05
5	30	0.0	1.33±0.03
		0.4	1.41±0.05
		0.8	1.58±0.04
		1.2	1.60±0.00
	45	0.0	1.27±0.08
		0.4	1.41±0.04
		0.8	1.52±0.08
		1.2	1.69±0.09

*: Kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4. Pişirme sonrası mısır unlarının kül içeriği ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Kül (%)	Homojen Guruplar
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz				
1	30	0.0	0.95	X
		0.4	1.17	XXX
		0.8	1.32	XXXXXXXX
		1.2	1.38	XXXXXX
	45	0.0	0.94	X
		0.4	1.22	XXXXXX
		0.8	1.41	XXXXXXXX
		1.2	1.48	XXXXXXXX
2	30	0.0	1.02	XX
		0.4	1.22	XXXX
		0.8	1.33	XXXXXXXX
		1.2	1.38	XXXXXXXX
	45	0.0	0.97	XX
		0.4	1.23	XXXXXX
		0.8	1.29	XXXXXXXX
		1.2	1.41	XXXXXXXX
3	30	0.0	1.07	XXX
		0.4	1.32	XXXXXXXX
		0.8	1.40	XXXXXXXX
		1.2	1.53	XXXX
	45	0.0	1.06	XXX
		0.4	1.29	XXXXXXXX
		0.8	1.43	XXXXXXXX
		1.2	1.50	XXXXXXXX
4	30	0.0	1.20	XXX
		0.4	1.41	XXXXXXXX
		0.8	1.49	XXXXXXXX
		1.2	1.56	XXX
	45	0.0	1.19	XXX
		0.4	1.37	XXXXX
		0.8	1.51	XXXXXXXX
		1.2	1.60	XX
5	30	0.0	1.34	XXXXX
		0.4	1.42	XXXXXXXX
		0.8	1.58	XXX
		1.2	1.60	XX
	45	0.0	1.27	XXXXXX
		0.4	1.41	XXXXX
		0.8	1.52	XXXXXX
		1.2	1.62	X

Çizelge 5. Alkali pişirme şartlarının mısır unlarının protein içeriği üzerine etkisi

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Protein (%)*
Kontrol 1	-	-	8.51±0.50
1	30	0.0	9.04±0.23
		0.4	8.56±0.00
		0.8	8.76±0.01
		1.2	8.92±0.14
	45	0.0	8.84±0.15
		0.4	8.54±0.24
		0.8	9.06±0.07
		1.2	9.00±0.07
Kontrol 2	-	-	7.31±0.27
2	30	0.0	7.25±0.09
		0.4	7.04±0.04
		0.8	7.24±0.12
		1.2	7.11±0.05
	45	0.0	6.85±0.28
		0.4	6.83±0.30
		0.8	7.02±0.29
		1.2	6.92±0.23
Kontrol 3	-	-	8.34±0.31
3	30	0.0	8.05±0.30
		0.4	8.10±0.18
		0.8	8.60±0.28
		1.2	7.92±0.47
	45	0.0	7.97±0.24
		0.4	7.94±0.11
		0.8	8.39±0.33
		1.2	8.04±0.22
Kontrol 4	-	-	11.57±0.02
4	30	0.0	11.02±0.62
		0.4	11.66±0.04
		0.8	11.32±0.29
		1.2	11.47±0.04
	45	0.0	11.36±0.14
		0.4	11.62±0.31
		0.8	11.85±0.40
		1.2	11.54±0.29
Kontrol 5	-	-	11.79±0.25
5	30	0.0	11.70±0.05
		0.4	12.11±0.00
		0.8	12.27±0.08
		1.2	12.16±0.22
	45	0.0	11.65±0.09
		0.4	12.19±0.03
		0.8	12.11±0.25
		1.2	11.97±0.07

*: Kuru madde esası ve Nx6.25'e göre hesaplanmıştır.

Çizelge 6. Pişirme sonrası mısır unlarının protein içeriği ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Protein (%)	Homojen Guruplar
abcdefghijklmnopqrstu				
1	30	0.0	9.04	X
		0.4	8.56	XXX
		0.8	8.76	XXX
		1.2	8.92	XX
	45	0.0	8.84	XXX
		0.4	8.54	XXX
		0.8	9.06	X
		1.2	9.00	XX
2	30	0.0	7.26	X
		0.4	7.04	X
		0.8	7.25	X
		1.2	7.11	X
	45	0.0	6.85	X
		0.4	6.84	X
		0.8	7.02	X
		1.2	6.92	X
3	30	0.0	8.05	X
		0.4	8.10	XX
		0.8	8.60	XXX
		1.2	7.92	X
	45	0.0	7.97	X
		0.4	7.94	X
		0.8	8.39	XXX
		1.2	8.05	X
4	30	0.0	11.02	X
		0.4	11.66	XXXX
		0.8	11.32	XX
		1.2	11.47	XXX
	45	0.0	11.36	XX
		0.4	11.63	XXX
		0.8	11.85	XXXXX
		1.2	11.55	XXX
5	30	0.0	11.70	XXXXX
		0.4	12.11	XXX
		0.8	12.27	X
		1.2	12.16	XX
	45	0.0	11.65	XXXX
		0.4	12.19	X
		0.8	12.11	XXX
		1.2	11.97	XXXX

Çizelge 7. Alkali pişirme şartlarının mısır unlarının pH değerleri üzerine etkisi

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	pH
Kontrol 1	-	-	6.12±0.01
1	30	0.0	6.47±0.03
		0.4	6.84±0.13
		0.8	7.52±0.45
		1.2	7.76±0.47
	45	0.0	6.41±0.01
		0.4	6.84±0.08
		0.8	7.87±0.28
		1.2	8.32±0.40
Kontrol 2	-	-	5.96±0.03
2	30	0.0	6.54±0.10
		0.4	6.64±0.01
		0.8	7.65±0.40
		1.2	7.84±0.04
	45	0.0	6.68±0.04
		0.4	6.83±0.18
		0.8	7.54±0.33
		1.2	8.04±0.33
Kontrol 3	-	-	6.04±0.04
3	30	0.0	6.46±0.05
		0.4	6.64±0.19
		0.8	7.17±0.34
		1.2	7.54±0.49
	45	0.0	6.53±0.01
		0.4	6.74±0.13
		0.8	7.40±0.23
		1.2	7.81±0.03
Kontrol 4	-	-	6.25±0.11
4	30	0.0	6.58±0.04
		0.4	6.87±0.23
		0.8	7.24±0.45
		1.2	7.43±0.59
	45	0.0	6.58±0.01
		0.4	6.90±0.11
		0.8	7.57±0.42
		1.2	7.76±0.67
Kontrol 5	-	-	6.20±0.05
5	30	0.0	6.51±0.05
		0.4	6.77±0.01
		0.8	7.38±0.48
		1.2	7.51±0.60
	45	0.0	6.52±0.10
		0.4	6.85±0.01
		0.8	7.73±0.00
		1.2	8.07±0.04

Çizelge 8. Pişirme sonrası mısır unlarının pH değeri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Pişirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	pH	Homojen Gruplar
				abcde f g ğ h i j k l m n o ö p r s ş
1	30	0.0	6.47	X
		0.4	6.84	XXXXX
		0.8	7.51	XXXX
		1.2	7.75	XXXXX
	45	0.0	6.41	X
		0.4	6.84	XXXXX
		0.8	7.87	XXX
		1.2	8.31	X
2	30	0.0	6.54	X
		0.4	6.63	XX
		0.8	7.64	XXXX
		1.2	7.84	XXX
	45	0.0	6.67	XXX
		0.4	6.82	XXXX
		0.8	7.54	XXXX
		1.2	8.03	XX
3	30	0.0	6.45	X
		0.4	6.63	XX
		0.8	7.17	XXXXX
		1.2	7.54	XXXX
	45	0.0	6.53	X
		0.4	6.73	XXX
		0.8	7.40	XXXXX
		1.2	7.81	XXXX
4	30	0.0	6.58	XX
		0.4	6.87	XXXXX
		0.8	7.23	XXXXX
		1.2	7.42	XXXX
	45	0.0	6.58	XX
		0.4	6.89	XXXXX
		0.8	7.57	XXXX
		1.2	7.75	XXXXX
5	30	0.0	6.50	X
		0.4	6.77	XXX
		0.8	7.38	XXXXX
		1.2	7.50	XXXX
	45	0.0	6.52	X
		0.4	6.84	XXXXX
		0.8	7.73	XXXXX
		1.2	8.07	XX

Çizelge 9. Alkali pişirme şartlarının mısır unlarının ΔE değerleri üzerine etkisi

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	ΔE
1	30	0.0	1.39±0.63
		0.4	1.52±0.08
		0.8	1.75±0.18
		1.2	1.26±0.47
	45	0.0	1.86±0.30
		0.4	2.41±0.61
		0.8	2.59±0.06
		1.2	2.04±0.04
2	30	0.0	4.57±0.23
		0.4	6.07±0.82
		0.8	5.67±0.79
		1.2	2.49±0.57
	45	0.0	4.94±0.14
		0.4	6.05±0.15
		0.8	5.50±0.07
		1.2	5.58±0.12
3	30	0.0	1.68±0.46
		0.4	3.27±1.03
		0.8	2.51±0.45
		1.2	2.21±0.19
	45	0.0	2.41±0.37
		0.4	3.71±0.24
		0.8	3.29±0.27
		1.2	3.37±0.34
4	30	0.0	1.29±0.17
		0.4	1.62±0.28
		0.8	0.68±0.15
		1.2	0.58±0.19
	45	0.0	0.69±0.07
		0.4	1.37±0.71
		0.8	0.74±0.45
		1.2	0.85±0.05
5	30	0.0	1.00±0.32
		0.4	0.94±0.25
		0.8	1.05±0.25
		1.2	1.11±0.38
	45	0.0	1.23±0.14
		0.4	0.80±0.33
		0.8	2.07±0.16
		1.2	1.96±0.30

Çizelge 10. Pişirme sonrası mısır unlarının ΔE değeri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	ΔE	Homojen Guruplar	
abcdefghijklmnopqrstu					
1	30	0.0	1.40	XXXXXXXXXX	
		0.4	1.52	XXXXXXXXXX	
		0.8	1.75	XXXXXXXXXX	
		1.2	1.26	XXXXXXXXXX	
	45	0.0	1.86	XXXXXXXXXX	
		0.4	2.41	XXX	
		0.8	2.60	XXXX	
		1.2	2.05	XXXXXX	
2	30	0.0	4.57		X
		0.4	6.07		X
		0.8	5.67		XX
		1.2	2.49	XXX	
	45	0.0	4.94		XX
		0.4	6.06		X
		0.8	5.50		XX
		1.2	5.58		XX
3	30	0.0	1.68	XXXXXXXXXX	
		0.4	3.28		XXXX
		0.8	2.51		XXXX
		1.2	2.22	XXXX	
	45	0.0	2.41	XXX	
		0.4	3.71		X
		0.8	3.29		XXX
		1.2	3.37		XX
4	30	0.0	1.29	XXXXXXXXXXXX	
		0.4	1.62	XXXXXXXXXXXX	
		0.8	0.69	XX	
		1.2	0.59	X	
	45	0.0	0.69	XX	
		0.4	1.37	XXXXXXXXXXXX	
		0.8	0.75	XXX	
		1.2	0.85	XXXX	
5	30	0.0	1.00	XXXXXX	
		0.4	0.95	XXXXXX	
		0.8	1.05	XXXXXX	
		1.2	1.11	XXXXXX	
	45	0.0	1.23	XXXXXXXXXX	
		0.4	0.81	XXX	
		0.8	2.07		XXXXXX
		1.2	1.97		XXXXXX

Çizelge 11. Alkali pişirme şartlarının mısır unlarının viskozite değerleri üzerine etkisi

		Ca(OH) ₂ (%)	Jelatinizasyon Sıcaklığı (°C)	Pik Visk. (cP)	Katılma Visk (cP)	Son Visk. (cP)
K 1	-	-	77.5±0.1	2405±18	2411±71	4267±85
1	30	0.0	86.5±1.4	1349±10	1516±2	2580±78
		0.4	86.3±0.5	1346±75	1765±26	2904±118
		0.8	85.4±0.9	1538±56	1854±9	3165±44
		1.2	84.6±1.8	1676±230	1843±62	3314±187
	45	0.0	89.3±0.5	1018±100	1182±40	1952±122
		0.4	89.7±1.1	1055±87	1308±48	2085±119
		0.8	86.3±0.6	1355±66	1470±38	2580±46
		1.2	85.6±1.5	1459±172	1467±20	2736±141
K 2	-	-	74.2±0.6	3581±3	1941±61	3644±107
2	30	0.0	83.7±1.0	1687±22	1627±34	3147±35
		0.4	85.4±4.0	1830±91	1721±220	3038±623
		0.8	84.6±3.0	1962±84	1762±133	3249±743
		1.2	81.8±0.6	1891±124	1787±262	3352±502
	45	0.0	87.0±0.6	1280±113	1245±45	2275±156
		0.4	87.3±1.0	1198±96	1318±182	2311±332
		0.8	86.4±0.5	1275±49	1478±168	2583±240
		1.2	84.5±0.2	1348±82	1485±101	2706±156
K 3	-	-	77.7±0.0	3057±15	2721±77	4359±105
3	30	0.0	85.6±1.4	1645±74	1490±142	2838±156
		0.4	85.5±0.5	1729±49	1665±93	3136±156
		0.8	84.0±0.6	1842±120	1716±62	3404±215
		1.2	83.7±1.1	1877±122	1765±113	3447±100
	45	0.0	87.0±0.5	1363±37	1238±47	2342±81
		0.4	87.5±1.1	1329±50	1428±8	2539±31
		0.8	85.9±1.1	1471±134	1432±12	2777±143
		1.2	85.6±1.6	1527±129	1376±4	2779±173
K 4	-	-	80.6±0.1	1285±11	1605±7	2783±15
4	30	0.0	91.9±0.1	925±48	1304±136	1967±148
		0.4	90.2±1.8	1160±66	1630±61	2480±32
		0.8	90.1±1.8	1299±35	1924±71	2934±21
		1.2	88.7±2.9	1401±51	2029±160	3095±21
	45	0.0	91.9±0.1	649±52	922±65	1373±97
		0.4	90.2±1.8	841±98	1167±134	1778±218
		0.8	90.1±1.8	1174±3	1568±23	2435±27
		1.2	88.7±2.9	1255±9	1657±33	2586±25
K 5	-	-	81.4±0.7	1430±2	1797±2	3179±7
5	30	0.0	91.6±0.4	897±48	1172±83	1830±25
		0.4	90.0±1.6	1164±100	1510±25	2357±71
		0.8	87.7±1.5	1276±134	1669±87	2696±251
		1.2	87.8±1.6	1375±154	1697±4	2812±197
	45	0.0	94.0±1.0	697±53	947±4	1430±49
		0.4	91.6±0.5	924±23	1268±30	1928±9
		0.8	89.3±0.6	1104±50	1375±47	2195±74
		1.2	88.5±0.5	1189±87	1420±69	2354±167

K: Kontrol (pişmemiş mısırlar).

Çizelge 12. Pişirme sonrası mısır unlarının jelatinizasyon sıcaklığı ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Jelatinizasyon Sıcaklığı (°C)	Homojen Guruplar
abcdefghijklmnopqrstu				
1	30	0.0	86.5	XXXXX
		0.4	86.3	XXXXXXXX
		0.8	85.5	XXXXX
		1.2	84.6	XXXX
	45	0.0	89.4	XXXXXX
		0.4	89.7	XXXXXX
		0.8	86.3	XXXXXXXX
		1.2	85.6	XXXXX
2	30	0.0	83.7	XX
		0.4	85.4	XXXXX
		0.8	84.6	XXXX
		1.2	81.8	X
	45	0.0	87.1	XXXXX
		0.4	87.4	XXXXX
		0.8	86.4	XXXXXXXX
		1.2	84.5	XXXX
3	30	0.0	85.6	XXXXX
		0.4	85.6	XXXXX
		0.8	84.1	XXXX
		1.2	83.8	XXX
	45	0.0	87.1	XXXXX
		0.4	87.5	XXXXXX
		0.8	86.0	XXXXXXXX
		1.2	85.6	XXXXX
4	30	0.0	91.9	XXX
		0.4	90.2	XXXX
		0.8	90.2	XXXX
		1.2	88.7	XXXXX
	45	0.0	93.4	XX
		0.4	91.2	XXXX
		0.8	88.9	XXXXX
		1.2	88.9	XXXXXX
5	30	0.0	91.6	XXX
		0.4	90.0	XXXXX
		0.8	87.8	XXXXXX
		1.2	87.8	XXXXXX
	45	0.0	94.1	X
		0.4	91.6	XXXX
		0.8	89.3	XXXXXX
		1.2	88.6	XXXXXX

Çizelge 13. Pişirme sonrası mısır unlarının pik viskozite değerleri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Pik Viskozitesi (cP)	Homojen Guruplar
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz				
1	30	0.0	1349	XXXXXXXX
		0.4	1346	XXXXXXXX
		0.8	1539	XXX
		1.2	1676	XXX
	45	0.0	1018	XXXX
		0.4	1055	XXX
		0.8	1355	XXXXXXXX
		1.2	1459	XXXXX
2	30	0.0	1688	XXX
		0.4	1830	XXXX
		0.8	1962	X
		1.2	1891	XX
	45	0.0	1280	XXXXXXXX
		0.4	1198	XXXXXX
		0.8	1275	XXXXXXXX
		1.2	1348	XXXXXXXX
3	30	0.0	1645	XXX
		0.4	1729	XXX
		0.8	1842	XXX
		1.2	1877	XX
	45	0.0	1363	XXXXXX
		0.4	1329	XXXXXXXX
		0.8	1471	XXXX
		1.2	1527	XXXX
4	30	0.0	925	XXX
		0.4	1160	XXX
		0.8	1299	XXXXXXXX
		1.2	1401	XXXXX
	45	0.0	649	X
		0.4	841	XX
		0.8	1174	XXXXX
		1.2	1255	XXXXXX
5	30	0.0	897	XX
		0.4	1164	XXXX
		0.8	1276	XXXXXXXX
		1.2	1375	XXXXXX
	45	0.0	697	XX
		0.4	924	XXX
		0.8	1104	XXX
		1.2	1189	XXXXXX

Çizelge 14. Pişirme sonrası mısır unlarının katılaşma viskozite değerleri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Katılaşma Viskozitesi (cP)	Homojen Gruplar
abcdefghijklmnopqr				
1	30	0.0	1516	XXXX
		0.4	1766	XXXX
		0.8	1854	XXX
		1.2	1844	XXXX
	45	0.0	1182	XX
		0.4	1308	XXXXX
		0.8	1470	XXXX
		1.2	1467	XXXX
2	30	0.0	1627	XXXXX
		0.4	1721	XXXX
		0.8	1762	XXXX
		1.2	1788	XXXX
	45	0.0	1245	XXXX
		0.4	1318	XXXXXX
		0.8	1478	XXXXX
		1.2	1485	XXXXX
3	30	0.0	1490	XXXXX
		0.4	1665	XXXXXX
		0.8	1716	XXXX
		1.2	1765	XXXX
	45	0.0	1238	XXX
		0.4	1428	XXXXX
		0.8	1432	XXXX
		1.2	1376	XXXXXX
4	30	0.0	1304	XXXXX
		0.4	1630	XXXXX
		0.8	1924	XX
		1.2	2029	X
	45	0.0	922	X
		0.4	1167	X
		0.8	1568	XXXXX
		1.2	1657	XXXXXX
5	30	0.0	1172	X
		0.4	1510	XXXXX
		0.8	1669	XXXXXX
		1.2	1697	XXXXX
	45	0.0	947	X
		0.4	1268	XXXX
		0.8	1375	XXXXXX
		1.2	1420	XXXXX

Çizelge 15. Pişirme sonrası mısır unlarının son viskozite değerleri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Son Viskozite (cP)	Homojen Gruplar
abcdefghijklmnopqr				
1	30	0.0	2581	XXXXXXXX
		0.4	2904	XXXXXXXX
		0.8	3165	XXXXXX
		1.2	3314	XXX
	45	0.0	1952	XX
		0.4	2085	XXX
		0.8	2580	XXXXXXXX
		1.2	2736	XXXXXXXX
2	30	0.0	3147	XXXXXX
		0.4	3039	XXXXXX
		0.8	3249	XXXX
		1.2	3352	XX
	45	0.0	2275	XXXX
		0.4	2311	XXXXXX
		0.8	2583	XXXXXXXX
		1.2	2706	XXXXXXXX
3	30	0.0	2838	XXXXXX
		0.4	3136	XXXXXX
		0.8	3404	X
		1.2	3447	X
	45	0.0	2342	XXXXXX
		0.4	2539	XXXXXXXX
		0.8	2777	XXXXXX
		1.2	2779	XXXXXX
4	30	0.0	1967	XX
		0.4	2480	XXXXXXXX
		0.8	2934	XXXXXX
		1.2	3095	XXXXXX
	45	0.0	1373	X
		0.4	1778	XXX
		0.8	2435	XXXXXX
		1.2	2586	XXXXXX
5	30	0.0	1830	XX
		0.4	2357	XXXXXX
		0.8	2696	XXXXXXXX
		1.2	2812	XXXXXX
	45	0.0	1430	XX
		0.4	1928	XX
		0.8	2195	XXXX
		1.2	2354	XXXXXX

Çizelge 16. Alkali pişirme şartlarının mısır unlarının fenolik madde içerikleri üzerine etkisi

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Serbest Fenolikler mg GAE/kg*	Bağlı Fenolikler mg GAE/kg *	Toplam Fenolik mg GAE/kg *
K 1	-	-	530.8±66.4	916.2±14.6	1446.9±51.9
1	30	0.0	628.0±38.8	580.6±14.1	1208.6±24.7
		0.4	393.4±8.9	244.3±7.1	637.7±15.9
		0.8	494.0±28.3	311.4±3.5	805.4±31.8
		1.2	565.8±62.0	227.8±8.9	793.7±53.1
	45	0.0	394.3±0.0	1219.3±12.5	1613.6±12.5
		0.4	830.0±8.9	336.0±23.1	1166.0±31.9
		0.8	735.7±3.6	227.6±7.1	963.3±10.7
		1.2	782.2±1.8	224.4±7.1	1006.6±8.9
K 2	-	-	737.1±93.6	1784.4±47.7	2521.5±141.3
2	30	0.0	753.0±49.1	882.0±84.2	1635.0±133.3
		0.4	781.7±22.8	426.8±15.8	1208.5±7.0
		0.8	787.4±3.5	171.5±14.2	958.9±17.7
		1.2	618.3±26.5	186.5±31.9	804.7±58.4
	45	0.0	585.7±10.6	1164.0±47.5	1749.7±36.9
		0.4	1100.4±58.2	370.5±24.7	1470.9±82.9
		0.8	981.4±5.4	284.5±3.6	1265.9±1.8
		1.2	953.7±7.1	288.0±87.5	1241.7±94.7
K 3	-	-	431.2±5.5	1798.8±33.1	2230.0±38.6
3	30	0.0	738.4±17.6	567.2±0.0	1305.6±17.6
		0.4	690.6±61.7	355.3±31.7	1045.9±30.0
		0.8	506.5±8.8	232.1±8.8	738.6±0.0
		1.2	773.0±1.8	129.2±43.9	902.2±42.2
	45	0.0	662.2±3.5	1105.3±3.5	1767.5±0.0
		0.4	840.9±91.1	417.3±42.0	1258.2±133.1
		0.8	687.5±0.0	322.0±52.7	1009.4±52.7
		1.2	826.0±70.3	378.9±24.6	1204.9±94.9
K 4	-	-	614.3±53.2	1255.9±0.0	1870.2±53.2
4	30	0.0	518.0±19.6	1004.5±85.3	1522.5±65.8
		0.4	458.8±19.5	267.0±7.1	725.9±26.6
		0.8	672.5±7.1	309.3±0.0	981.9±7.1
		1.2	555.9±62.0	331.8±3.5	887.6±65.5
	45	0.0	590.1±8.9	902.8±3.6	1493.0±12.4
		0.4	622.2±58.5	545.6±0.0	1167.8±58.5
		0.8	533.0±0.0	397.6±31.9	930.6±31.9
		1.2	552.0±0.0	439.3±53.1	991.3±53.1
K 5	-	-	600.6±34.8	704.1±41.8	1304.7±36.6
5	30	0.0	608.6±10.6	690.7±7.0	1299.3±3.5
		0.4	620.9±31.8	416.0±17.7	1036.9±49.5
		0.8	712.1±38.9	276.6±38.9	988.7±0.0
		1.2	691.3±5.3	264.6±15.9	955.9±21.2
	45	0.0	666.6±74.3	1260.7±26.5	1927.3±100.8
		0.4	764.7±0.0	464.3±3.5	1229.0±3.5
		0.8	552.2±14.2	433.3±5.3	985.5±8.9
		1.2	815.1±8.8	313.8±21.2	1128.9±12.4

*: Kuru madde üzerinden hesaplanmıştır, K: Kontrol (pişmemiş mısırlar), GAE: Gallik asit eşdeğeri.

Çizelge 17. Pişirme sonrası mısır unlarının serbest fenolik içerikleri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Serbest Fenolikler mg GAE/kg	Homojen Gruplar abcdefghijklmnopqr													
1	30	0.0	628.04														
		0.4	393.43	X													
		0.8	493.97	XX													
		1.2	565.82		XXXXX												
	45	0.0	394.26	X													
		0.4	830.01													XX	
		0.8	735.71											XXXX			
		1.2	782.19											XXXX			
2	30	0.0	718.25											XXXX			
		0.4	797.82													XXX	
		0.8	784.89													XXXX	
		1.2	599.48		XXXXX												
	45	0.0	585.71		XXXX												
		0.4	1100.38													X	
		0.8	981.36													X	
		1.2	953.72													X	
3	30	0.0	738.42											XXXX			
		0.4	690.63											XXX			
		0.8	506.53	XXX													
		1.2	772.97											XXXX			
	45	0.0	662.19		XXXXX												
		0.4	840.89													X	
		0.8	687.45											XXXX			
		1.2	826.04													XX	
4	30	0.0	517.97	XXX													
		0.4	458.84	XX													
		0.8	672.53											XXXXX			
		1.2	555.87		XXXXX												
	45	0.0	590.15		XXXX												
		0.4	622.17		XXXXX												
		0.8	533.04	XXX													
		1.2	551.99	XXXX													
5	30	0.0	608.58		XXXXX												
		0.4	620.90		XXXXX												
		0.8	712.13											XXX			
		1.2	691.33											XXX			
	45	0.0	666.62		XXXX												
		0.4	764.69													XXXX	
		0.8	552.24	XXXX													
		1.2	815.08													XX	

GAE: Gallik asit eşdeğeri.

Çizelge 18. Pişirme sonrası mısır unlarının bağlı fenolik içerikleri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Pişirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Bağlı Fenolikler mg GAE/kg	Homojen Guruplar																
				abcdefghijklmnopqrs																
1	30	0.0	580.59																	X
		0.4	244.33	XXX																
		0.8	311.39		XXXX															
		1.2	227.83	XXX																
	45	0.0	1219.32																	XX
		0.4	336.02			XXXX														
		0.8	227.63	XXX																
		1.2	224.38	XXX																
2	30	0.0	882.00																	X
		0.4	426.83											XXX						
		0.8	171.50	XX																
		1.2	186.48	XXX																
	45	0.0	1163.97																	XX
		0.4	370.54											XXXXX						
		0.8	284.54											XXXXX						
		1.2	288.01											XXXXX						
3	30	0.0	567.16																	X
		0.4	355.29											XXXX						
		0.8	232.06	XXX																
		1.2	129.24	X																
	45	0.0	1105.30																	X
		0.4	417.35											XXXX						
		0.8	321.98											XXXXX						
		1.2	378.86											XXXXX						
4	30	0.0	1004.50																	X
		0.4	267.03											XXXX						
		0.8	309.34											XXXXX						
		1.2	331.77											XXXXX						
	45	0.0	902.80																	X
		0.4	545.65																	X
		0.8	397.59											XXXX						
		1.2	439.34																	XX
5	30	0.0	690.71																	X
		0.4	416.01											XXXX						
		0.8	276.59											XXXXX						
		1.2	264.55	XXX																
	45	0.0	1260.69																	X
		0.4	464.32																	X
		0.8	433.28																	XXX
		1.2	313.78											XXXXX						

GAE: Gallik asit eşdeğeri.

Çizelge 19. Pişirme sonrası mısır unlarının toplam fenolik madde içerikleri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Toplam Fenolikler mg GAE/kg	Homojen Gruplar abcdefghijklmnopöprşş																
1	30	0.0	1208.63																XXX	
		0.4	637.75	X																
		0.8	805.35		XXX															
		1.2	793.66		XX															
	45	0.0	1613.58																XX	
		0.4	1166.03															XX		
		0.8	963.34			XXXX														
		1.2	1006.57			XXX														
2	30	0.0	1634.97																	X
		0.4	1208.51															XXX		
		0.8	958.89			XXXX														
		1.2	804.74		XXX															
	45	0.0	1749.68																	X
		0.4	1470.92																X	
		0.8	1265.91															XX		
		1.2	1241.73															XX		
3	30	0.0	1305.58																X	
		0.4	1045.92															XX		
		0.8	738.58		XX															
		1.2	902.22			XXX														
	45	0.0	1767.48																	X
		0.4	1258.24															XX		
		0.8	1009.43															XX		
		1.2	1204.90															XXX		
4	30	0.0	1522.47																XX	
		0.4	725.87		XX															
		0.8	981.87			XXXX														
		1.2	887.64			XXX														
	45	0.0	1492.95																X	
		0.4	1167.81															XX		
		0.8	930.63			XXX														
		1.2	991.33			XXXX														
5	30	0.0	1299.28																X	
		0.4	1036.90															XX		
		0.8	988.71			XXXX														
		1.2	955.88			XXXX														
	45	0.0	1927.31																	X
		0.4	1229.01															XXX		
		0.8	985.51			XXXX														
		1.2	1128.86															XX		

GAE: Gallik asit eşdeğeri.

Çizelge 20. Alkali pişirme şartlarının mısır unlarının DPPH radikalini temizleme gücü üzerine etkisi

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Serbest % İnhibisyon	Bağlı % İnhibisyon
BHT (25 ppm)	-	-	4.17±0.35	
K 1	-	-	35.0±2.7	44.7±1.4
1	30	0.0	36.3±1.2	37.1±0.1
		0.4	28.1±0.7	28.5±0.5
		0.8	37.8±0.3	19.8±7.5
		1.2	40.1±0.3	14.3±2.7
	45	0.0	34.2±0.7	61.7±3.2
		0.4	44.6±0.5	19.7±1.8
		0.8	42.0±0.7	16.7±1.4
		1.2	43.4±0.6	13.7±0.1
K 2	-	-	35.0±0.7	76.2±1.8
2	30	0.0	40.7±0.0	45.8±0.2
		0.4	49.0±0.2	28.0±1.6
		0.8	48.6±2.0	10.7±0.2
		1.2	41.3±0.3	11.9±0.5
	45	0.0	33.0±0.0	55.1±1.2
		0.4	52.9±0.8	27.0±2.2
		0.8	49.6±0.1	21.7±1.1
		1.2	50.0±0.5	17.3±1.9
K 3	-	-	23.0±0.6	76.1±1.8
3	30	0.0	22.5±0.1	27.6±0.7
		0.4	39.5±0.3	21.2±2.2
		0.8	31.7±0.7	14.3±0.8
		1.2	45.6±0.2	7.6±1.2
	45	0.0	31.9±0.5	53.2±10.9
		0.4	41.6±0.3	27.9±0.9
		0.8	33.3±0.3	23.5±2.6
		1.2	42.9±1.0	28.7±0.8
K 4	-	-	37.7±0.7	57.5±5.3
4	30	0.0	32.7±0.2	41.9±2.6
		0.4	29.6±0.9	16.0±0.1
		0.8	43.5±0.2	21.6±2.4
		1.2	33.7±0.3	18.8±0.3
	45	0.0	30.4±0.7	51.5±3.4
		0.4	34.1±0.6	31.8±1.0
		0.8	28.1±0.7	25.0±0.6
		1.2	27.9±0.6	23.6±0.2
K 5	-	-	32.5±1.8	35.4±0.0
5	30	0.0	41.9±1.3	32.1±0.4
		0.4	44.8±4.9	22.0±0.2
		0.8	46.4±0.7	19.4±1.3
		1.2	40.1±1.7	16.0±0.9
	45	0.0	37.1±0.0	60.5±3.6
		0.4	43.6±0.7	29.7±1.0
		0.8	35.3±0.0	29.4±0.6
		1.2	45.3±0.0	18.9±0.0

K: Kontrol (pişmemiş mısırlar), BHT: Butallenmiş hidroksi tolueen.

Çizelge 21. Pişirme sonrası mısır unlarına ait serbest antioksidanların DPPH radikalini temizleme oranları ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	% İnhibisyon	Homojen Guruplar																						
				a	b	c	d	e	f	g	ğ	h	i	j	k	l	m	n	o	ö	p	r	s	ş		
1	30	0.0	36.3																							XX
		0.4	28.1																							X
		0.8	37.8																							XX
		1.2	40.1																							XX
	45	0.0	34.2																							XX
		0.4	44.6																							XXXX
		0.8	42.0																							XXX
		1.2	43.4																							XXX
2	30	0.0	40.7																							XX
		0.4	49.0																							X
		0.8	48.6																							X
		1.2	41.3																							XXX
	45	0.0	33.0																							XX
		0.4	52.9																							X
		0.8	49.6																							X
		1.2	50.0																							X
3	30	0.0	22.5																							X
		0.4	39.5																							XX
		0.8	31.7																							XX
		1.2	45.6																							XX
	45	0.0	31.9																							XX
		0.4	41.6																							XXX
		0.8	33.3																							XXX
		1.2	42.9																							XXX
4	30	0.0	32.7																							XX
		0.4	29.6																							XX
		0.8	43.5																							XXX
		1.2	33.7																							XXX
	45	0.0	30.4																							XX
		0.4	34.1																							XX
		0.8	28.1																							X
		1.2	27.9																							X
5	30	0.0	41.9																							XXX
		0.4	44.8																							XXXX
		0.8	46.4																							X
		1.2	40.1																							XX
	45	0.0	37.1																							XX
		0.4	43.6																							XXXX
		0.8	35.3																							XX
		1.2	45.3																							XXX

Çizelge 22. Pişirme sonrası mısır unlarına ait bağlı antioksidanların DPPH radikalini temizleme oranları ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	% İnhibisyon	Homojen Guruplar
abcdefghijklmnopqrss				
1	30	0.0	37.1	XX
		0.4	28.5	XXX
		0.8	19.8	XXX
		1.2	14.4	XXXX
	45	0.0	61.7	X
		0.4	19.7	XXX
		0.8	16.7	XXXXX
		1.2	13.7	XXX
2	30	0.0	45.9	X
		0.4	28.0	XXX
		0.8	10.7	XX
		1.2	12.0	XXX
	45	0.0	55.1	X
		0.4	27.1	XXXXX
		0.8	21.7	XXX
		1.2	17.3	XXXX
3	30	0.0	27.6	XXX
		0.4	21.2	XXXXX
		0.8	14.4	XXXXX
		1.2	7.6	X
	45	0.0	53.2	X
		0.4	27.9	XXX
		0.8	23.5	XXXXX
		1.2	28.7	XXX
4	30	0.0	42.0	XX
		0.4	16.1	XXXXX
		0.8	21.6	XXX
		1.2	18.8	XXXXXX
	45	0.0	51.5	X
		0.4	31.8	X
		0.8	25.1	XXXXX
		1.2	23.6	XXXXX
5	30	0.0	32.1	XX
		0.4	22.0	XXXXX
		0.8	19.4	XXXXX
		1.2	16.1	XXXXX
	45	0.0	60.6	X
		0.4	29.8	XX
		0.8	29.5	XX
		1.2	18.9	XXXXXX

Çizelge 23. Alkali pişirme şartlarının mısır unlarının TEAK değerleri üzerine etkisi

Örnek Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ Konsantrasyonu (%)	Serbest mmol TE/g*	Bağlı mmol TE/g*	Toplam mmol TE/g*
K 1	-	-	1.10±0.03	3.80±0.21	4.90±0.24
1	30	0.0	1.16±0.04	2.32±0.28	3.48±0.32
		0.4	1.25±0.18	1.16±0.09	2.41±0.26
		0.8	1.77±0.17	1.13±0.00	2.90±0.17
		1.2	1.75±0.03	0.98±0.08	2.73±0.05
	45	0.0	1.20±0.10	4.32±0.05	5.52±0.15
		0.4	2.45±0.15	1.55±0.14	4.00±0.29
		0.8	2.14±0.22	1.26±0.00	3.40±0.22
		1.2	2.22±0.21	1.07±0.09	3.29±0.30
K 2	-	-	1.42±0.10	5.04±0.01	6.46±0.10
2	30	0.0	1.67±0.10	3.19±0.11	4.85±0.22
		0.4	2.58±0.03	1.82±0.10	4.40±0.07
		0.8	2.26±0.11	0.87±0.16	3.13±0.05
		1.2	1.85±0.18	0.81±0.29	2.66±0.46
	45	0.0	0.81±0.07	4.27±0.01	5.08±0.09
		0.4	3.06±0.09	1.75±0.05	4.81±0.14
		0.8	3.29±0.05	1.45±0.06	4.74±0.11
		1.2	3.59±0.13	1.22±0.06	4.82±0.08
K 3	-	-	1.05±0.07	5.12±0.02	6.17±0.05
3	30	0.0	0.93±0.09	2.57±0.05	3.50±0.04
		0.4	2.02±0.12	1.68±0.03	3.70±0.09
		0.8	1.72±0.05	1.22±0.07	2.93±0.11
		1.2	2.31±0.10	0.75±0.02	3.07±0.08
	45	0.0	1.93±0.20	4.38±0.07	6.31±0.27
		0.4	3.01±0.33	1.97±0.01	4.98±0.33
		0.8	2.18±0.01	1.70±0.03	3.88±0.03
		1.2	3.01±0.33	1.83±0.11	4.84±0.22
K 4	-	-	1.41±0.01	4.38±0.12	5.79±0.11
4	30	0.0	1.59±0.06	3.49±0.36	5.08±0.42
		0.4	1.60±0.13	1.26±0.10	2.86±0.03
		0.8	2.18±0.06	1.49±0.02	3.67±0.04
		1.2	1.86±0.13	1.46±0.02	3.32±0.11
	45	0.0	2.05±0.18	3.83±0.03	5.89±0.16
		0.4	2.37±0.24	2.32±0.10	4.69±0.34
		0.8	2.05±0.18	1.69±0.20	3.74±0.39
		1.2	1.76±0.09	1.85±0.03	3.61±0.13
K 5	-	-	1.36±0.07	2.87±0.07	4.24±0.01
5	30	0.0	1.96±0.00	3.04±0.00	4.99±0.00
		0.4	2.35±0.06	1.73±0.05	4.08±0.11
		0.8	2.47±0.21	1.32±0.07	3.79±0.14
		1.2	1.87±0.14	1.28±0.01	3.15±0.14
	45	0.0	2.14±0.20	4.40±0.13	6.54±0.33
		0.4	2.49±0.02	2.26±0.03	4.75±0.01
		0.8	2.21±0.13	2.15±0.19	4.36±0.06
		1.2	2.88±0.22	1.53±0.01	4.41±0.23

*: Kuru madde üzerinden hesaplanmıştır, K: Kontrol (pişmemiş mısırlar), TE: Troloks eşdeğeri.

Çizelge 24. Pişirme sonrası mısır unlarına ait serbest antioksidanların TEAK değerleri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Serbest mmol TE/g	Homojen Gruplar																
				abcdefghijklmnopqrstu																
1	30	0.0	1.16	XX																
		0.4	1.25	X																
		0.8	1.77	XXXX																
		1.2	1.75	XXXX																
	45	0.0	1.20	XX																
		0.4	2.45														XXX			
		0.8	2.14														XXXXXX			
		1.2	2.22														XXXXXX			
2	30	0.0	1.67	XX																
		0.4	2.58															XX		
		0.8	2.27														XXXXXX			
		1.2	1.85	XXXXXX																
	45	0.0	0.81	X																
		0.4	3.06															XX		
		0.8	3.30															XX		
		1.2	3.60															X		
3	30	0.0	0.93	XX																
		0.4	2.02														XXXXXX			
		0.8	1.72	XXX																
		1.2	2.32														XXXXXX			
	45	0.0	1.93	XXXXXX																
		0.4	3.01															XX		
		0.8	2.19														XXXXXX			
		1.2	3.02															XX		
4	30	0.0	1.59	X																
		0.4	1.60	X																
		0.8	2.19														XXXXXX			
		1.2	1.86	XXXXXX																
	45	0.0	2.05	XXXXXX																
		0.4	2.37														XXX			
		0.8	2.05														XXXXXX			
		1.2	1.76	XXXXX																
5	30	0.0	1.96	XXXXXX																
		0.4	2.35														XXXXX			
		0.8	2.47														XX			
		1.2	1.87	XXXXXX																
	45	0.0	2.14														XXXXXX			
		0.4	2.49														XX			
		0.8	2.21														XXXXXX			
		1.2	2.88															XX		

TE: Troloks eşdeğeri.

Çizelge 25. Pişirme sonrası mısır unlarına ait bağlı antioksidanların TEAK değerleri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Bağlı mmol TE/g	Homojen Guruplar																
				abcde fgh i j k l m n o ö p r s ş																
1	30	0.0	2.32																X	
		0.4	1.16	XXX																
		0.8	1.13	XXX																
		1.2	0.98	XXX																
	45	0.0	4.32																X	
		0.4	1.55							XXXX										
		0.8	1.26							XXXX										
		1.2	1.07							XXX										
2	30	0.0	3.19																X	
		0.4	1.82															XX		
		0.8	0.88	XX																
		1.2	0.82	X																
	45	0.0	4.28																X	
		0.4	1.75															XXX		
		0.8	1.45							XXX										
		1.2	1.22							XXX										
3	30	0.0	2.57																X	
		0.4	1.69															XXXX		
		0.8	1.22							XXX										
		1.2	0.76	X																
	45	0.0	4.38																X	
		0.4	1.98															XX		
		0.8	1.70															XXX		
		1.2	1.83															XX		
4	30	0.0	3.49																X	
		0.4	1.27							XXXX										
		0.8	1.49															XXXX		
		1.2	1.46															XXX		
	45	0.0	3.83																X	
		0.4	2.32																X	
		0.8	1.69															XXXX		
		1.2	1.86															XX		
5	30	0.0	3.04																X	
		0.4	1.74															XX		
		0.8	1.32							XXXX										
		1.2	1.28							XXXX										
	45	0.0	4.41																X	
		0.4	2.26																X	
		0.8	2.15															XX		
		1.2	1.53															XXXX		

TE: Troloks eşdeğeri.

Çizelge 26. Pişirme sonrası mısır unlarına ait toplam antioksidanların TEAK değerleri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Toplam mmol TE/g	Homojen Gruplar															
				abcdefghijklmnopqrstu															
1	30	0.0	3.48																
		0.4	2.41	X															
		0.8	2.90		XXXX														
		1.2	2.73		XXX														
	45	0.0	5.52															X	
		0.4	4.00														XXX		
		0.8	3.40			XXXXXX													
		1.2	3.29			XXXXXX													
2	30	0.0	4.86															X	
		0.4	4.40															XXX	
		0.8	3.14		XXXXXXX														
		1.2	2.67	XX															
	45	0.0	5.08															X	
		0.4	4.81															XX	
		0.8	4.74															XXX	
		1.2	4.82															XX	
3	30	0.0	3.50																
		0.4	3.70																
		0.8	2.94		XXXXXX														
		1.2	3.07		XXXXXXX														
	45	0.0	6.31															XX	
		0.4	4.98															X	
		0.8	3.89														XXX		
		1.2	4.84															X	
4	30	0.0	5.08															X	
		0.4	2.86		XXX														
		0.8	3.67																
		1.2	3.32																
	45	0.0	5.89															XX	
		0.4	4.69															XXX	
		0.8	3.74																
		1.2	3.61																
5	30	0.0	4.99															X	
		0.4	4.09																
		0.8	3.79																
		1.2	3.15		XXXXXX														
	45	0.0	6.54															X	
		0.4	4.75															XXX	
		0.8	4.37															XX	
		1.2	4.41															XXX	

TE: Troloks eşdeğeri.

Çizelge 27. Alkali pişirme şartlarının mısır unlarının fitik asit içeriğine etkisi

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Fitik Asit mg/g*
K 1	-	-	7.87±0.51
1	30	0.0	4.11±0.60
		0.4	6.14±0.73
		0.8	5.97±0.70
		1.2	5.29±0.73
	45	0.0	4.10±0.00
		0.4	5.51±0.63
		0.8	5.67±0.30
		1.2	6.17±0.03
K 2	-	-	7.33±0.62
2	30	0.0	5.48±0.33
		0.4	6.76±0.10
		0.8	6.56±0.00
		1.2	6.32±0.46
	45	0.0	5.68±0.00
		0.4	5.32±0.00
		0.8	5.75±0.37
		1.2	4.86±0.33
K 3	-	-	8.90±0.48
3	30	0.0	4.43±0.03
		0.4	6.39±0.20
		0.8	6.26±0.53
		1.2	6.18±0.46
	45	0.0	5.37±0.00
		0.4	7.05±0.00
		0.8	5.37±0.23
		1.2	5.53±0.86
K 4	-	-	9.17±0.62
4	30	0.0	7.46±0.17
		0.4	4.01±0.30
		0.8	6.11±0.23
		1.2	5.69±0.23
	45	0.0	6.55±0.50
		0.4	5.54±1.33
		0.8	5.11±0.33
		1.2	5.06±0.00
K 5	-	-	9.57±0.31
5	30	0.0	8.11±0.00
		0.4	6.57±0.23
		0.8	6.30±0.56
		1.2	5.48±0.36
	45	0.0	4.63±0.40
		0.4	7.52±0.03
		0.8	7.19±0.50
		1.2	6.24±0.03

*: Kuru madde üzerinden hesaplanmıştır, K: Kontrol (pişmemiş mısırlar).

Çizelge 28. Pişirme sonrası mısır unlarının fitik asit içerikleri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Fitik Asit mg/g	Homojen Guruplar
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz				
1	30	0.0	4.11	X
		0.4	6.14	XXXXXXXXXX
		0.8	5.97	XXXXXXXXXX
		1.2	5.29	XXXXXXX
	45	0.0	4.10	X
		0.4	5.51	XXXXXXXXXX
		0.8	5.67	XXXXXXXXXX
		1.2	6.17	XXXXXXXXXX
2	30	0.0	5.48	XXXXXXXXXX
		0.4	6.76	XXXX
		0.8	6.56	XXXXXX
		1.2	6.32	XXXXXXXXXX
	45	0.0	5.68	XXXXXXXXXX
		0.4	5.32	XXXXXX
		0.8	5.75	XXXXXXXXXX
		1.2	4.87	XXXXX
3	30	0.0	4.43	XX
		0.4	6.39	XXXXXX
		0.8	6.26	XXXXXX
		1.2	6.19	XXXXXXXXXX
	45	0.0	5.37	XXXXXXXXXX
		0.4	7.05	XXX
		0.8	5.37	XXXXXXXXXX
		1.2	5.53	XXXXXXXXXX
4	30	0.0	7.46	XX
		0.4	4.01	X
		0.8	6.12	XXXXXXXXXX
		1.2	5.69	XXXXXXXXXX
	45	0.0	6.56	XXXXX
		0.4	5.54	XXXXXXXXXX
		0.8	5.12	XXXXXX
		1.2	5.06	XXXX
5	30	0.0	8.11	X
		0.4	6.57	XXXX
		0.8	6.30	XXXXXX
		1.2	5.49	XXXXXXXXXX
	45	0.0	4.63	XXX
		0.4	7.52	XX
		0.8	7.20	XX
		1.2	6.25	XXXXXXXXXX

Çizelge 29. Alkali pişirme şartlarının mısır unlarının serbest niasin içeriğine etkisi

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Serbest Niasin mg/100g*
K 1	-	-	0.04±0.01
1	30	0.0	0.03±0.03
		0.4	0.02±0.00
		0.8	0.04±0.04
		1.2	0.04±0.00
	45	0.0	0.02±0.00
		0.4	0.02±0.01
		0.8	0.03±0.00
		1.2	0.04±0.01
	K 2	-	0.06±0.01
		0.0	0.03±0.00
		0.4	0.03±0.01
		0.8	0.04±0.00
2	30	1.2	0.03±0.01
		0.0	0.03±0.00
		0.4	0.05±0.00
		0.8	0.06±0.01
	45	1.2	0.06±0.01
		0.0	0.03±0.00
		0.4	0.05±0.00
		0.8	0.06±0.01
	K 3	-	0.03±0.01
		0.0	0.01±0.00
		0.4	0.00±0.00
		0.8	0.01±0.00
3	30	1.2	0.02±0.01
		0.0	0.02±0.00
		0.4	0.02±0.00
		0.8	0.02±0.00
	45	1.2	0.04±0.01
		0.0	0.04±0.00
		0.4	0.05±0.01
		0.8	0.08±0.02
	K 4	-	0.05±0.01
		0.0	0.04±0.00
		0.4	0.05±0.01
		0.8	0.08±0.02
4	30	1.2	0.05±0.01
		0.0	0.02±0.00
		0.4	0.03±0.01
		0.8	0.03±0.00
	45	1.2	0.03±0.00
		0.0	0.00±0.00
		0.4	0.00±0.00
		0.8	0.01±0.00
	K 5	-	0.02±0.01
		0.0	0.00±0.00
		0.4	0.00±0.00
		0.8	0.01±0.00
5	30	1.2	0.01±0.00
		0.0	0.02±0.00
		0.4	0.03±0.01
		0.8	0.03±0.00
	45	1.2	0.03±0.00
		0.0	0.02±0.00
		0.4	0.03±0.01
		0.8	0.03±0.00
	K 5	-	0.03±0.00
		0.0	0.00±0.00
		0.4	0.00±0.00
		0.8	0.01±0.00

*: Kuru madde üzerinden hesaplanmıştır, K: Kontrol (pişmemiş mısırlar).

Çizelge 30. Pişirme sonrası mısır unlarının serbest niasin içerikleri ortalamalarının çoklu karşılaştırma (LSD) testi sonuçları

Çeşit Kodu	Piştirme Süresi (dk.)	Ca(OH) ₂ (%)	Serbest Niasin mg/100g	Homojen Guruplar
abcdefghijklmnopqr				
1	30	0.0	0.03	XX
		0.4	0.02	XX
		0.8	0.05	XX
		1.2	0.04	XX
	45	0.0	0.02	XX
		0.4	0.02	XX
		0.8	0.03	XX
		1.2	0.04	XXX
2	30	0.0	0.03	XX
		0.4	0.03	XX
		0.8	0.04	XXX
		1.2	0.03	XX
	45	0.0	0.03	XX
		0.4	0.05	XX
		0.8	0.06	X
		1.2	0.06	X
3	30	0.0	0.01	XX
		0.4	0.00	X
		0.8	0.01	XX
		1.2	0.02	XX
	45	0.0	0.02	XX
		0.4	0.02	XX
		0.8	0.02	XX
		1.2	0.04	XXX
4	30	0.0	0.03	XX
		0.4	0.04	XXX
		0.8	0.03	XX
		1.2	0.03	XX
	45	0.0	0.04	XXX
		0.4	0.05	XX
		0.8	0.08	X
		1.2	0.05	XX
5	30	0.0	0.00	X
		0.4	0.00	X
		0.8	0.01	XX
		1.2	0.01	XX
	45	0.0	0.02	XX
		0.4	0.03	XX
		0.8	0.03	XX
		1.2	0.03	XX

EK: 2 Alkali pişirilen mısır çeşitlerine ait varyans analizi sonuçlarıÇizelge 31. Mısır çeşidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının pişme sonrası su absorpsiyonu üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	426.263	106.566	62.45 ***
B (Kons.)	3	56.347	18.7823	11.01 ***
C (P.Süresi)	1	52.569	52.569	30.80 ***
A*B	12	18.8661	1.57217	0.92
A*C	4	29.3704	7.3426	4.30 **
B*C	3	8.56371	2.85457	1.67
A*B*C	12	12.3535	1.02946	0.60
Toplam Hata	40	68.2605	1.70651	
Toplam	79	672.593		

P<0.01, * P<0.001

Çizelge 32. Mısır çeşidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının kül içerikleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	0.892073	0.223018	116.29 ***
B (Kons.)	3	2.06734	0.689113	359.34 ***
C (P.Süresi)	1	0.00228042	0.00228042	1.19
A*B	12	0.0807376	0.00672813	3.51 **
A*C	4	0.0201106	0.00502764	2.62 *
B*C	3	0.00778919	0.0025964	1.35
A*B*C	12	0.0284542	0.00237118	1.24
Toplam Hata	40	0.0767082	0.00191771	
Toplam	79	3.17549		

* P<0.05, **P<0.01, *** P<0.001

Çizelge 33. Mısır çeşidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının protein içerikleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	298.864	74.716	1408.76 ***
B (Kons.)	3	0.882883	0.294294	5.55 **
C (P.Süresi)	1	0.0181774	0.0181774	0.34
A*B	12	1.5295	0.127459	2.40 *
A*C	4	0.516574	0.129143	2.43
B*C	3	0.0489093	0.0163031	0.31
A*B*C	12	0.426119	0.03551	0.67
Toplam Hata	40	2.12147	0.0530368	
Toplam	79	304.408		

* P<0.05, **P<0.01, *** P<0.001

Çizelge 34. Mısır çeşidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının pH değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	0.47307	0.118268	1.38
B (Kons.)	3	21.4862	7.16206	83.59 ***
C (P.Süresi)	1	0.66248	0.66248	7.73 **
A*B	12	0.65631	0.0546925	0.64
A*C	4	0.04877	0.0121925	0.14
B*C	3	0.38211	0.12737	1.49
A*B*C	12	0.26399	0.0219992	0.26
Toplam Hata	40	3.4273	0.0856825	
Toplam	79	27.4002		

P<0.01, * P<0.001

Çizelge 35. Mısır çeşidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının ΔE değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	177.546	44.3864	283.34 ***
B (Kons.)	3	6.54979	2.18326	13.94 ***
C (P.Süresi)	1	5.83175	5.83175	37.23 ***
A*B	12	11.1849	0.932074	5.95 ***
A*C	4	2.53668	0.634171	4.05 **
B*C	3	3.4819	1.16063	7.41 ***
A*B*C	12	5.24788	0.437324	2.79 **
Toplam Hata	40	6.26619	0.156655	
Toplam	79	218.645		

P<0.01, * P<0.001

Çizelge 36. Mısır çeşidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının jelatinizasyon sıcaklıklarına etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	400.075	100.019	56.47 ***
B (Kons.)	3	118.16	39.3868	22.24 ***
C (P.Süresi)	1	53.7428	53.7428	30.34 ***
A*B	12	30.5555	2.5463	1.44
A*C	4	9.89832	2.47458	1.40
B*C	3	5.6418	1.8806	1.06
A*B*C	12	6.85273	0.571061	0.32
Toplam Hata	40	70.8503	1.77126	
Toplam	79	695.777		

*** P<0.001

Çizelge 37. Mısır çeşidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının pik viskozite değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	3.94319E6	985796	115.37 ***
B (Kons.)	3	1.51758E6	505861	59.20 ***
C (P.Süresi)	1	2.02375E6	2.02375E6	236.84 ***
A*B	12	327975	27331.3	3.20 **
A*C	4	365592	91397.9	10.70 ***
B*C	3	23766.3	7922.09	0.93
A*B*C	12	72347.3	6028.95	0.71
Toplam Hata	40	341798	8544.96	
Toplam	79	8.616E6		

P<0.01, * P<0.001

Çizelge 38. Mısır çeşidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının katılaşma viskozitesi üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	319196	79799.0	8.70 ***
B (Kons.)	3	1.89564E6	631880	68.89 ***
C (P.Süresi)	1	2.24216E6	2.24216E6	244.46 ***
A*B	12	548370	45697.5	4.98 ***
A*C	4	55881.1	13970.3	1.52
B*C	3	6657.74	2219.25	0.24
A*B*C	12	35487.7	2957.31	0.32
Toplam Hata	40	366868	9171.71	
Toplam	79	5.47026E6		

P<0.01, * P<0.001

Çizelge 39. Mısır çeşidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının son viskozite değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	6.15036E6	1.53759E6	32.28 ***
B (Kons.)	3	6.88255E6	2.29418E6	48.16 ***
C (P.Süresi)	1	7.203E6	7.203E6	151.20 ***
A*B	12	1.21852E6	101543	2.13 *
A*C	4	172513	43128.2	0.91
B*C	3	21935.5	7311.84	0.15
A*B*C	12	95829.9	7985.83	0.17
Toplam Hata	40	1.90559E6	47639.8	
Toplam	79	2.36503E7		

*P<0.05, *** P<0.001

Çizelge 40. Mısır çeşidi, Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının serbest fenolik içerikleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	625641	156410	142.30 ***
B (Kons.)	3	137411	45803.6	41.67 ***
C (P.Süresi)	1	189643	189643	172.53 ***
A*B	12	262910	21909.2	19.93 ***
A*C	4	82132.6	20533.2	18.68 ***
B*C	3	247226	82408.6	74.97 ***
A*B*C	12	284928	23744.0	21.60 ***
Toplam Hata	40	43966.8	1099.17	
Toplam	79	1.87386E6		

*** P<0.001

Çizelge 41. Mısır çeşidi, Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının bağlı fenolik içerikleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	132659	33164.9	30.90 ***
B (Kons.)	3	5.85569E6	1.9519E6	1818.76 ***
C (P.Süresi)	1	518465	518465	483.10 ***
A*B	12	117125	9760.44	9.09 ***
A*C	4	58756.5	14689.1	13.69 ***
B*C	3	337731	112577	104.90 ***
A*B*C	12	439564	36630.4	34.13 ***
Toplam Hata	40	42928.1	1073.2	
Toplam	79	7.50292E6		

*** P<0.001

Çizelge 42. Mısır çeşidi, Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının toplam fenolik madde içerikleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	668303	167076	62.21 ***
B (Kons.)	3	4.49792E6	1.49931E6	558.29 ***
C (P.Süresi)	1	1.31471E6	1.31471E6	489.55 ***
A*B	12	231240	19270.0	7.18 ***
A*C	4	112933	28233.2	10.51 ***
B*C	3	115678	38559.4	14.36 ***
A*B*C	12	431486	35957.2	13.39 ***
Toplam Hata	40	107421	2685.54	
Toplam	79	7.47969E6		

*** P<0.001

Çizelge 43. Mısır çeşidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının serbest antioksidanlarının DPPH radikalini temizleme gücü üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	1649.14	412.284	387.86 ***
B (Kons.)	3	640.185	213.395	200.76 ***
C (P.Süresi)	1	2.52607	2.52607	2.38
A*B	12	766.921	63.9101	60.12 ***
A*C	4	278.16	69.5401	65.42 ***
B*C	3	234.975	78.3249	73.69 ***
A*B*C	12	513.25	42.7708	40.24 ***
Toplam Hata	40	42.5184	1.06296	
Toplam	79	4127.67		

*** $P < 0.001$

Çizelge 44. Mısır çeşidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının bağlı antioksidanlarının DPPH radikalini temizleme gücü üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	121.963	30.4908	4.53 **
B (Kons.)	3	10671.1	3557.04	528.07 ***
C (P.Süresi)	1	1653.38	1653.38	245.46 ***
A*B	12	489.412	40.7844	6.05 ***
A*C	4	396.827	99.2068	14.73 ***
B*C	3	739.029	246.343	36.57 ***
A*B*C	12	722.543	60.2119	8.94 ***
Toplam Hata	40	269.438	6.73596	
Toplam	79	15063.7		

** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

Çizelge 45. Mısır çeşidi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının serbest antioksidanlarının TEAK değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	4.49289	1.12322	49.09 ***
B (Kons.)	3	8.34599	2.782	121.58 ***
C (P.Süresi)	1	4.6948	4.6948	205.17 ***
A*B	12	4.87613	0.406344	17.76 ***
A*C	4	0.841408	0.210352	9.19 ***
B*C	3	1.36144	0.453815	19.83 ***
A*B*C	12	4.64719	0.387266	16.92 ***
Toplam Hata	40	0.9153	0.0228825	
Toplam	79	30.1752		

*** $P < 0.001$

Çizelge 46. Mısır çeşidi, Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının bağlı antioksidanlarının TEAK değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	2.53827	0.634568	46.97 ***
B (Kons.)	3	68.1912	22.7304	1682.33 ***
C (P.Süresi)	1	8.73181	8.73181	646.26 ***
A*B	12	1.03977	0.0866475	6.41 ***
A*C	4	0.492095	0.123024	9.11 ***
B*C	3	2.89752	0.965841	71.48 ***
A*B*C	12	2.76795	0.230662	17.07 ***
Toplam Hata	40	0.54045	0.0135113	
Toplam	79	87.1991		

*** P<0.001

Çizelge 47. Mısır çeşidi, Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının toplam antioksidanlarının TEAK değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	9.90144	2.47536	56.47 ***
B (Kons.)	3	30.1698	10.0566	229.43 ***
C (P.Süresi)	1	26.3122	26.3122	600.29 ***
A*B	12	3.86245	0.321871	7.34 ***
A*C	4	1.95719	0.489299	11.16 ***
B*C	3	1.41703	0.472343	10.78 ***
A*B*C	12	7.40235	0.616862	14.07 ***
Toplam Hata	40	1.7533	0.0438325	
Toplam	79	82.7757		

*** P<0.001

Çizelge 48. Alkali pişirilmiş mısır unlarının fenolik madde içerikleri ile DPPH radikalini temizleme güçleri ve TEAK değerleri arasındaki ilişkiler (n=80)

	Serbest Fenolikler	Bağlı Fenolikler
Serbest Antioksidanların DPPH radikalini Temizleme Gücü	0.7274**	-
Serbest Antioksidanların TEAK Değerleri	0.7275**	-
Bağlı Antioksidanların DPPH radikalini Temizleme Gücü	-	0.9539**
Bağlı Antioksidanların TEAK Değerleri	-	0.9790**

** P<0.01

Çizelge 49. Mısır çeşidi, Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının fitik asit içerikleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	11.0154	2.75385	14.50 ***
B (Kons.)	3	3.59535	1.19845	6.31 **
C (P.Süresi)	1	1.44185	1.44185	7.59 **
A*B	12	26.5112	2.20927	11.63 ***
A*C	4	2.06139	0.515348	2.71 *
B*C	3	2.02166	0.673888	3.55 *
A*B*C	12	22.1246	1.84372	9.71 ***
Toplam Hata	40	7.5988	0.18997	
Toplam	79	76.3703		

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$

Çizelge 50. Mısır çeşidi, Ca(OH)_2 konsantrasyonu ve pişirme süresinin mısır unlarının serbest niasin içerikleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
A (Çeşit)	4	0.01057	0.0026425	50.33 ***
B (Kons.)	3	0.002305	0.000768333	14.63 ***
C (P.Süresi)	1	0.004205	0.004205	80.10 ***
A*B	12	0.00157	0.000130833	2.49 *
A*C	4	0.00207	0.0005175	9.86 ***
B*C	3	0.000505	0.000168333	3.21 *
A*B*C	12	0.00147	0.0001225	2.33 *
Toplam Hata	40	0.0021	0.0000525	
Toplam	79	0.024795		

*: $P < 0.05$, ***: $P < 0.001$

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa Şamil ARGUN, 1983 yılında Karaman ilinin Ermenek ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Büyükkarapınar köyünde, orta ve lise öğrenimini Konya’da tamamladı. 2006 yılında Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Aynı yıl mezun olduğu bölümde yüksek lisansa başladı. Yüksek lisans yaparken 2006-2007 yılları arasında İzi Süt A.Ş.’de mikrobiyoloji ve hijyen sorumlusu olarak görev yaptı. 2007-2008 yılları arasında Karahüyük Un Fabrikasında sorumlu yönetici olarak çalıştı. “Buğday Ununun Ekmekçilik Kalitesinin Tahmininde Kullanılan Uzatmalı Zeleny Sedimentasyon Testinin Süre ve Sıcaklık Yönünden Standardizasyonu” isimli tezini tamamlayarak 2009 yılında Yüksek Mühendis unvanını aldı. Daha sonra 2009 yılında Bitlis Eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümünde öğretim görevlisi olarak göreve başladı. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında 2011 yılında doktora öğrenimine başladı.