



**DOĞAL YÖNTEMLERLE TAM BUĞDAY UNU
DEPOLAMA STABİLİTESİNİN ARTIRILMASI**

Yeşim BEDİR

Danışman: Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

Doktora Tezi

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2023

(Her hakkı saklıdır)

T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

DOĞAL YÖNTEMLERLE TAM BUĞDAY UNU DEPOLAMA
STABİLİTESİNİN ARTIRILMASI

(Increasing The Storage Stability of Whole Wheat Flour with Natural Methods)

DOKTORA TEZİ

Yeşim BEDİR

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU

Erzurum
Aralık, 2023

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Yeşim BEDİR tarafından hazırlanan “Doğal Yöntemlerle Tam Buğday Unu Depolama Stabilitésinin Artırılması” başlıklı çalışması 11/12/ 2023 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gıda Mühendisliği Bilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. M. Fatih ERTUGAY <i>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. İlhami GÜLÇİN <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Halef DİZLEK <i>Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN

Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: FDK-2021-9790

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Doktora Tezi olarak Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU danışmanlığında sunulan “Doğal Yöntemlerle Tam Buğday Unu Depolama Stabilitésinin Artırılması” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	8	30
Kuramsal Temeller	13	30
Materyal ve Metot	22	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	18	20
Sonuçlar	3	20
Tezin Geneli	20	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Yeşim BEDİR	Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU
13.12.2023	13.12.2023
İmza: Aslı Islak İmzalıdır	İmza: Aslı Islak İmzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, doktora tez çalışmamın planlanmasından yürütülmesine kadar tüm aşamalarda yanımda bulunan, üzerimde büyük katkı ve emeği olan, danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU'na,

Görüş ve önerileriyle tez çalışmamın şekillenmesini sağlayan Tez İzleme Komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. İlhami GÜLÇİN'e ve Sayın Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT'a,

Tez de yer alan bazı analizlerin gerçekleştirilmesi için laboratuvar cihazlarını sağlayan, Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA'ya, Sayın Prof. Dr. Güzin KABAN'a, Sayın Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI'ya, Sayın Prof. Dr. Elif DAĞDEMİR'e ve Sayın Prof. Dr. Bülent ÇETİN'e,

Laboratuvar çalışmalarım sırasındaki desteklerinden ötürü Sayın Arş. Gör. Dr. Hacer MERAL AKTAŞ ve doktora öğrencisi Sayın Aslıhan HANOĞLU'na,

Tez çalışmamı maddi olarak destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (Proje No: FDK-2021-9790),

Benim için hiçbir zaman fedakârlıktan kaçınmayan, her konuda desteklerini hissettiğim annem, babam ve kardeşlerime, son olarak bu zorlu ve yoğun süreçte beni yalnız bırakmayan, büyük sabır ve fedakârlık göstererek bana destek olan eşime ve canım kızıma tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Yeşim BEDİR

ÖZET

DOKTORA TEZİ

DOĞAL YÖNTEMLERLE TAM BUĞDAY UNU DEPOLAMA STABİLİTESİNİN ARTIRILMASI

Yeşim BEDİR

Danışman: Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

Amaç: Bu çalışmada, tam buğday ununun depolama stabilitesini artırmak amacıyla, şu ana kadar araştırılmamış olan; buğdaya yıkama işlemi uygulanması, unun nem içeriğinin düşürülmesi ve antioksidan özellikli bitkisel katkı kullanımı gibi doğal yöntemlerin etkisi incelenmiştir.

Yöntem: Çalışmada, öncelikle buğday örneğinin bir kısmı tam buğday ununa dönüştürülmüştür. Daha sonra yeşil çay, adaçayı, kuşburnu çekirdeği ve nar kabuğu gibi bitkisel katkılar farklı seviyelerde tam buğday ununa katılarak, 30 gün boyunca hızlandırılmış depolama şartlarında (40 °C, %65 nispi nem) depolanmıştır. Depolamanın 0 ve 30. günlerinde örneklerin antioksidan etkisi belirlenerek en etkili katkılar ve seviyeleri TBA sayısı sonucuna göre tespit edilmiş ve ana çalışmada kullanılmıştır. Ardından buğday örneği iki gruba ayrılmış; biri kuru temizleme, diğeri ise yıkama ve kurutma işlemine tabi tutulmuştur. İşlemler sonrasında tam buğday unlarına %2 seviyesinde kuşburnu çekirdeği ve %1,5 seviyesinde adaçayı ilave edilerek, örneklerin nem içerikleri %8 ve %14 neme ayarlanarak polietilen ambalajlarda, oda sıcaklığında 6 ay süre ile depolanmıştır. Depolamanın 0., 30., 90. ve 180. günlerinde elde edilen tam buğday unları çeşitli analizlere tabi tutulmuştur.

Bulgular: Belirtilen depolama koşullarında depolanan tam buğday unlarına ilave edilen bitkisel katkılar, tam buğday ununun depolama stabilitesini belirgin bir şekilde artırmıştır. Yıkama işlemi örneklerin depolama stabilitesinde ve ekmek özelliklerinde beklenen olumlu etkiyi göstermezken, hamur özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Düşük nemde depolama örneklerin depolama stabilitesini, hamur ve genel kalite kriterlerini olumlu yönde etkilerken ekmek kalitesinde düşüşler meydana getirmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre genel olarak yıkanmamış, %14 nemde depolanan, kuşburnu çekirdeği içeren unlardan üretilen ekmekler daha yüksek puanlar almıştır.

Sonuç: İlave edilen bitkisel katkıların depolama süresince tam buğday ununun oksidatif bozulmaya karşı direncini artırarak stabilitesini koruduğu belirlenmiştir. Düşük nem seviyesinde depolanan tam buğday unları, yüksek neme kıyasla un kalitesini daha uzun süre korumuştur. Araştırmada ekmekçilik kalitesi kullanılan mevcut depolama şartlarının 90. gününe kadar olumsuz etkilenmezken, 180. günden sonra hem kalite ve hem de stabilite üzerinde olumsuz etkiler görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Depolama stabilitesi, Tam buğday unu, Bitkisel katkılar

Aralık, 2023, 197 sayfa

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

INCREASING THE STORAGE STABILITY OF WHOLE WHEAT FLOUR WITH NATURAL METHODS

Yeşim BEDİR

Supervisor: Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

Purpose: In this study, in order to increase the storage stability of whole wheat flour, which has not been researched so far; the effects of natural methods such as washing wheat, reducing the moisture content of flour and using antioxidant herbal additives were examined.

Method: In the study, firstly, some of the wheat sample was converted into whole wheat flour. Then, herbal additives such as green tea, sage, rosehip seeds and pomegranate peel were added to whole wheat flour at different levels and stored under accelerated storage conditions (40 °C, 65% relative humidity) for 30 days. The antioxidant effects of the samples were determined on the 0th and 30th days of storage, and the most effective additives and their levels were determined according to the TBA number results and were used in the main research. Then the wheat sample was divided into two groups; One was dry cleaned and the other was washed and dried. After the processes, 2% rosehip seeds and 1,5% sage were added to the whole wheat flours, the moisture contents of the samples were adjusted to 8% and 14% moisture and stored in polyethylene packages at room temperature for 6 months. Whole wheat flour obtained on the 0th, 30th, 90th and 180th days of storage was subjected to various analyses.

Findings: Herbal additives added to whole wheat flour stored under the specified storage conditions significantly increased the storage stability of whole wheat flour. While the washing process did not have the expected positive effect on the storage stability and bread properties of the samples, it did affect the dough properties positively. While storage at low moisture positively affected the storage stability of the samples, dough and general quality criteria, it caused decreases in bread quality. According to the results of sensory analysis, breads produced from unwashed flour, stored at 14% moisture, and containing rosehip seeds received higher scores.

Result: It was determined that the added herbal additives preserved the stability of whole wheat flour by increasing its resistance to oxidative degradation during storage. Especially whole wheat flour stored at low moisture levels maintained its flour quality for a longer time compared to high moisture levels. While the baking quality was not negatively affected until the 90th day of the current storage conditions used in the research, negative effects were observed on both quality and stability after the 180th day.

Keywords: Storage stability, Whole wheat flour, Plant-Based additives

December, 2023, 197 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xx
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	4
Buğday.....	4
Buğday Tanesinin Yapısı	5
Buğdayın bileşimi	9
Tam Tahıllar ve Sağlık Üzerindeki Etkileri	10
Tam Buğday Ununun Olumsuz yönleri	11
Tam Buğday Ununun Depolanması Esnasında Meydana Gelen Değişiklikler	14
Lipitlerde meydana gelen değişiklikler	14
Proteinlerde meydana gelen değişiklikler	15
Karbonhidratlarda meydana gelen değişiklikler	16
Diğer bileşenlerde meydana gelen değişiklikler	16
Tam Buğday Ununun Depolama Stabilesini Artırma Yöntemleri.....	16
Antioksidanlar	18
Çalışmada Kullanılan Bitkiler.....	28
Yeşil çay.....	29
Adaçayı	30
Kuşburnu Çekirdekleri	31
Nar kabuğu	31
Nem	32
Yıkama	33
MATERYAL ve METOT	35
Materyal	35

Metot	35
Buğdayda Yapılan Analizler	36
Tam Buğday Ununda Yapılan Analizler.....	36
Nem tayini.....	36
Renk yoğunluğu ölçümü	36
Zeleny sedimentasyon ve beklemeli zeleny sedimentasyon analizi	37
Enzim aktivitesi tayini.....	37
Yaş öz, kuru öz ve gluten indeks değerinin belirlenmesi.....	37
pH tayini.....	37
Serbest asitlik tayini	37
Toplam fenolik madde tayini	37
Antioksidan aktivite tayini	39
Peroksit sayısı tayini	39
Tiyobarbitürik asit (TBA) sayısının belirlenmesi	39
Maya-küf sayısının belirlenmesi	40
Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının belirlenmesi.....	40
Hamurda Yapılan Analizler	40
Farinograf analizi	40
Uzayabilirlik analizi	40
Dinamik reolojik özelliklerinin belirlenmesi	41
Ekmek pişirme denemeleri.....	41
Ekmekte Yapılan Analizler	43
Spesifik hacim.....	43
Renk yoğunluğu ölçümü	43
Tekstür profil analizi	43
Duyusal analiz	43
İstatistiksel analizler.....	44
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	45
Buğdayda Yapılan Analiz Sonuçları.....	45
Hızlandırılmış Depolama Sonuçları.....	45
Uzun Süreli Depolama Sonuçları.....	48
Un Analiz Sonuçları.....	48
Fiziksel ve kimyasal analizler	48
Renk değerleri	48
Zeleny sedimentasyon, beklemeli zeleny sedimentasyon ve düşme sayısı.....	56

Yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi	63
pH ve serbest asitlik	67
Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri	73
Peroksit sayısı ve TBA sayısı değerleri	79
Mikrobiyolojik Analizler	86
Reolojik Analizler	92
Farinograf	92
Uzayabilirlik	101
Hamurların Dinamik Reolojik Özellikleri	110
Ekmekte Yapılan Analiz Sonuçları	115
Ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri	115
Renk Değerleri	122
Ekmek kabuğu renk değerleri	122
Ekmek içi renk değerleri	128
Tekstür profil analizi	136
Duyusal analiz	144
EKMEK GÖRÜNTÜLERİ	151
0. Güne Ait Ekmek Görüntüleri	151
30. Güne Ait Ekmek Görüntüleri	152
90. Güne Ait Ekmek Görüntüleri	153
180. Güne Ait Ekmek Görüntüleri	154
SONUÇ ve ÖNERİLER	155
KAYNAKLAR	159
ÖZGEÇMİŞ	175

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Dünya Geneline Yetiştiriciliği Yapılan ve Yabancı Olan Buğday Tür ve Alt Türleri (Matsuoka 2011).....	5
Tablo 2. Buğdayın Kimyasal Bileşimi (Koç 2019)	9
Tablo 3. Buğdayda Farklı Fizyolojik Bölümlerin Yağ Asidi Kompozisyonu (%) (Koç 2019)	10
Tablo 4. Tam Buğday Unu ile Beyaz Unun Besin Değeri Açısından Karşılaştırılması (Kalkan ve Özarık 2017)	13
Tablo 5. Fenolik Bileşiklerin Sınıflandırılması (Meral vd 2012)	24
Tablo 6. Buğday Örneğinin Hektolit, Bin Tane, İriliği Dağılışı, Renk, Nem, Protein, Kül ve Yağ Değerleri	45
Tablo 7. Farklı Seviyelerde Bitkisel Katkılar İlave Edilen Tam Buğday Ununun Depolama Süresince Yapılan TFM, Antioksidan Aktivite ve TBA Analizlerine Ait Ortalamalar	46
Tablo 8. Farklı Seviyelerde Bitkisel Katkılar İlave Edilen Tam Buğday Ununun Depolama Süresince Yapılan TFM, Antioksidan Aktivite ve TBA Analizlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	47
Tablo 9. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen L , a ve b Renk Değerlerine Ait Ortalamalar	49
Tablo 10. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen L , a ve b Renk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	50
Tablo 11. Yıkama Değişkenine Ait L , a ve b Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	51
Tablo 12. Nem Seviyesi Değişkenine Ait L , a ve b Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	51
Tablo 13. Katkı çeşidi Değişkenine Ait L , a ve b Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	51
Tablo 14. Depolama Süresi Değişkenine Ait L , a ve b Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	52
Tablo 15. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Zeleni Sedimentasyon, Beklemeli Zeleni Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerlerine Ait Ortalamalar	57
Tablo 16. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Sedimentasyon, Beklemeli Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	58

Tablo 17. Yıkama Değişkenine Ait Zeleny Sedimentasyon, Beklemeli Zeleny Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	59
Tablo 18. Nem Seviyesi Değişkenine Ait Zeleny Sedimentasyon, Beklemeli Zeleny Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	59
Tablo 19. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Zeleny Sedimentasyon, Beklemeli Zeleny Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	60
Tablo 20. Depolama Süresi Değişkenine Ait Zeleny Sedimentasyon, Beklemeli Zeleny Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	61
Tablo 21. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Yaş Öz, Kuru Öz ve Gluten İndeksi Değerlerine Ait Ortalamaları	64
Tablo 22. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Yaş Öz, Kuru Öz ve Gluten İndeksi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	65
Tablo 23. Yıkama değişkenine ait yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	66
Tablo 24. Nem Değişkenine Ait Yaş Öz, Kuru Öz ve Gluten İndeksi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	66
Tablo 25. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Yaş Öz, Kuru Öz ve Gluten İndeksi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	66
Tablo 26. Depolama Süresi Değişkenine Ait Yaş Öz, Kuru Öz ve Gluten İndeksi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	67
Tablo 27. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen pH ve Serbest Asitlik Değerlerine Ait Ortalamalar	68
Tablo 28. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen pH ve Serbest Asitlik Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	69
Tablo 29. Yıkama Değişkenine Ait pH ve Serbest Asitlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	69
Tablo 30. Nem Seviyesi Değişkenine Ait pH ve Serbest Asitlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	70
Tablo 31. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait pH ve Serbest Asitlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	70

Tablo 32. Depolama Süresi Değişkenine Ait pH ve Serbest Asitlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	70
Tablo 33. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerlerine Ait Ortalamalar	73
Tablo 34. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	74
Tablo 35. Yıkama Değişkenine Ait Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	74
Tablo 36. Nem Değişkenine Ait Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	75
Tablo 37. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	75
Tablo 38. Depolama Süresi Değişkenine Ait Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	76
Tablo 39. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Peroksit Sayısı ve TBA Sayısı Değerlerine Ait Ortalamalar	80
Tablo 40. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Peroksit Sayısı ve TBA Sayısı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	81
Tablo 41. Yıkama Değişkenine Ait Peroksit Sayısı ve TBA Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	81
Tablo 42. Nem Değişkenine Ait Peroksit Sayısı ve TBA Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	82
Tablo 43. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Peroksit Sayısı ve TBA Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	82
Tablo 44. Depolama Süresi Değişkenine Ait Peroksit Sayısı ve TBA Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	83
Tablo 45. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Toplam Aerobik ve Mezofilik bakteri (TAMB) ve Maya-Küf Sayısı Değerlerine Ait Ortalamalar.....	87
Tablo 46. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Toplam Aerobik ve Mezofilik Bakteri (TAMB) ve Küf-Maya Sayısı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	88
Tablo 47. Yıkama Değişkenine Ait TAMB ve Maya-Küf Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	88
Tablo 48. Nem Değişkenine Ait TAMB ve Maya-Küf Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	89

Tablo 49. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Değişkenine Ait TAMB ve Maya-Küf Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	89
Tablo 50. Depolama Süresi Değişkenine Ait Değişkenine Ait TAMB ve Maya-Küf Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	89
Tablo 51. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Derecesi Değerlerine Ait Ortalamalar ...	93
Tablo 52. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Derecesi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	94
Tablo 53. Yıkama Değişkenine Ait Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Derecesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	95
Tablo 54. Nem Değişkenine Ait Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Derecesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	95
Tablo 55. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Derecesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	95
Tablo 56. Depolama Süresi Değişkenine Ait Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Derecesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	96
Tablo 57. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi ve Maksimum Direnç (Rmax) Değerlerine Ait Ortalamalar.....	102
Tablo 58. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi ve Maksimum Direnç (Rmax) Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	103
Tablo 59. Yıkama Değişkenine Ait Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi ve Maksimum Direnç (Rmax) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.	104
Tablo 60. Nem Değişkenine Ait Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi ve Maksimum Direnç (Rmax) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.	104
Tablo 61. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi ve Maksimum Direnç (Rmax) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	104

Tablo 62. Depolama Süresi Değişkenine Ait Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi ve Maksimum Direnç (R_{max}) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	105
Tablo 63. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen K, z ve R^2 Değerlerine Ait Ortalamalar	110
Tablo 64. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen K ve z Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	111
Tablo 65. Yıkama Değişkenine Ait K ve z Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	112
Tablo 66. Nem Değişkenine Ait K ve z Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	112
Tablo 67. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait K ve z Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	112
Tablo 68. Depolama Süresi Değişkenine Ait K ve z Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	113
Tablo 69. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerlerine Ait Ortalamalar	116
Tablo 70. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları ...	117
Tablo 71. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Yıkama Değişkenine Ait Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	118
Tablo 72. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 Ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Nem Değişkenine Ait Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	118
Tablo 73. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	118
Tablo 74. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Depolama	

Süresi Değişkenine Ait Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri	
Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	119
Tablo 75. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Kabuk Renk (L , a ve b) Değerlerine Ait Ortalamalar	123
Tablo 76. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Kabuk Renk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	124
Tablo 77. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Yıkama Değişkenine Ait Kabuk Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	124
Tablo 78. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Nem Değişkenine Ait Kabuk Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	125
Tablo 79. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Kabuk Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	125
Tablo 80. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Depolama Süresi Değişkenine Ait Kabuk Renk Değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	125
Tablo 81. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Ekmek İçi Renk (L , a ve b) Değerlerine Ait Ortalamalar	129
Tablo 82. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Ekmek İçi Renk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	130
Tablo 83. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Yıkama Değişkenine Ait Ekmek İçi Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	131

Tablo 84. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Nem Değişkenine Ait Ekmek İçi Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	131
Tablo 85. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Ekmek İçi Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	131
Tablo 86. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Depolama Süresi Değişkenine Ait Ekmek İçi Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	132
Tablo 87. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet Ve Çiğnenebilirlik Değerlerine Ait Ortalamalar	136
Tablo 88. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	137
Tablo 89. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Yıkama Değişkenine Ait Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	138
Tablo 90. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Nem Değişkenine Ait Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	138
Tablo 91. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	139
Tablo 92. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Depolama Süresi Değişkenine Ait Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	139

Tablo 93. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Hacim, Gözenek Yapısı, Renk, Tat, Koku, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerlerine Ait Ortalamalar	145
Tablo 94. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Hacim, Gözenek Yapısı, Renk, Tat, Koku, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	146
Tablo 95. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Yıkama Değişkenine Ait Hacim, Gözenek Yapısı, Renk, Tat, Koku, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	148
Tablo 96. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Nem Değişkenine Ait Hacim, Gözenek Yapısı, Renk, Tat, Koku, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	148
Tablo 97. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Hacim, Gözenek Yapısı, Renk, Tat, Koku, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	149
Tablo 98. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Depolama Süresi Değişkenine Ait Hacim, Gözenek Yapısı, Renk, Tat, Koku, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	149

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Buğday tanesinin enine ve boyuna kesiti (Çetiner 2020).....	6
Şekil 2. Buğday tanesinin morfolojik yapısı (Elgün ve Ertugay 2011).....	7
Şekil 3. Antioksidanların genel sınıflandırması (Yavaşer 2011)	22
Şekil 4. Serbest radikalın fenolik bileşikler tarafından delokalizasyonu (Altay 2015).....	24
Şekil 5. Flavanoidlerin kimyasal yapıları (Panche <i>et al.</i> 2016).....	25
Şekil 6. Standart gallik asit eğrisi-1	38
Şekil 7. Standart gallik asit eğrisi-2	39
Şekil 8. Tam buğday ekmeği üretim akış şeması	42
Şekil 9. Tekstür profil analizi grafiği	43
Şekil 10. Farklı seviyelerde bitkisel katkıları ilave edilen tam buğday ununun 0. gün ve 30. gün TBA analizlerine ait katkı seviyesi x katkı çeşidi interaksyonu.....	47
Şekil 11. Tam buğday unu örneklerinin <i>L</i> renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	53
Şekil 12. Tam buğday unu örneklerinin <i>a</i> renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	54
Şekil 13. Tam buğday unu örneklerinin <i>b</i> renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	55
Şekil 14. Tam buğday unu örneklerinin Zeleny Sedimentasyon değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	62
Şekil 15. Tam buğday unu örneklerinin beklemeli Zeleny sedimentasyon değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	63
Şekil 16. Serbest asitlik değerleri üzerine yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	72
Şekil 17. Tam buğday unu örneklerinin toplam fenolik madde değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	77
Şekil 18. Tam buğday unu örneklerinin antioksidan aktivite değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	78
Şekil 19. Tam buğday unu örneklerinin peroksit miktarı değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	84
Şekil 20. Tam buğday unu örneklerinin TBA sayısı değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	85
Şekil 21. Tam buğday unu örneklerinin TAMB sayısı değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	91

Şekil 22. Tam buğday unu örneklerinin su absorpsiyonu değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	97
Şekil 23. Tam buğday unu örneklerinin gelişme süresi değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	99
Şekil 24. Tam buğday unu örneklerinin hamur stabilitesi değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	99
Şekil 25. Tam buğday unu örneklerinin yumuşama derecesi değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	100
Şekil 26. Tam buğday unu örneklerinin uzama kabiliyeti değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	106
Şekil 27. Tam buğday unu örneklerinin hamur enerjisi değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	107
Şekil 28. Tam buğday unu örneklerinin maksimum direnç değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	108
Şekil 29. Uzayabilirlik testi grafikleri	109
Şekil 30. Tam buğday unu örneklerinin K değeri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu	114
Şekil 31. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin hacim değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	120
Şekil 32. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin spesifik hacim değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	121
Şekil 33. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin kabuk <i>L</i> renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	126
Şekil 34. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin kabuk <i>a</i> renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	127
Şekil 35. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin kabuk <i>b</i> renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	128
Şekil 36. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin iç <i>L</i> renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	133
Şekil 37. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin iç <i>a</i> renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	134
Şekil 38. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin iç <i>b</i> renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	135
Şekil 39. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin sertlik değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	140

Şekil 40. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin kohesivlik değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	141
Şekil 41. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin elastikiyet değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	142
Şekil 42. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	143
Şekil 43. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin duyusal analiz hacim değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi i nteraksyonu.....	150



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
a	: (+a) Kırmızı, (-a) Yeşil Renk Değeri
b	: (+b) Sarı, (-b) Mavi Renk Değeri
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
g	: Gram
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
Kg	: Kilogram
kob	: Koloni Oluşturan Birim
L	: Açıklık-Koyuluk Renk Değeri
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Newton
N	: Normalite
NaOH	: Sodyum Hidroksit
PCA	: Plate Count Agar
PDA	: Patato Dekstroz Agar
ppm	: Parts Per Million
s	: Saniye
TAMB	: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TBA	: Tiyobarbitürük Asit
TE	: Troloks Eşdeğeri
TPA	: Tekstür Profil Analizi

GİRİŞ

Hayatın devamı ve sağlıklı bir yaşam sürdürmek için gerekli olan besin öğeleri gıdalar ile vücuda alınmaktadır. Sağlıklı beslenme kavramı besin öğelerinin çeşitli gıda gruplarından (bitkisel ve hayvansal), yeterli ve dengeli bir şekilde alınması olarak ifade edilmektedir. Besin öğelerinin yetersiz, az ya da çok alınması sonucu dengesiz beslenme ortaya çıkmakta ve beslenme alışkanlıkları çok sayıda hastalığın oluşumuna sebep olmaktadır (Baysal 2004). Son zamanlarda genetik ve beslenme gibi faktörlerin; ölümcül ve bireylerin yaşam kalitesini bozan hastalıkların (kanser, kardiyovasküler hastalıklar, Parkinson, Alzheimer, tip 2 diyabet) temel kaynakları olduğuna işaret edilmektedir (Wildman 2001; Coşkun 2005; Applegate 2011; Liu *et al.* 2020; Hu *et al.* 2020).

Artan sağlık problemlerinin beslenme alışkanlıkları ile ilişkilendirilmesi ve yaşam standartlarının yükselmesi ile birlikte tüketiciler bilinç kazanmaya ve gıdaların niteliklerini, sağlık üzerindeki etkilerini sorgulamaya başlamıştır. Bununla birlikte bireyler günlük diyetlerinde daha sağlıklı gıda maddelerine yer vermeye yönelmişlerdir (Kris-Etherton *et al.* 2002; Meral vd 2012; Korczak and Slavin 2020). Bu doğrultuda tüketicilerin tercihleri de düşük kalori içeren, şeker ve tuz oranı daha az olan, yüksek lifli, katkısız gıdalar yönünde olmaktadır (Demir 2010). Son yıllarda, biyoaktif özelliğe sahip çeşitli bileşenlerin gıdalara dışarıdan eklenmesiyle elde edilen fonksiyonel gıdalar ve dışarıdan ilave olmaksızın gıdanın bünyesinde doğal olarak bulunan hastalık önleyici ve iyileştirici bileşikleri içeren nutrasötik gıdalar önem kazanmıştır. Üstün besinsel ve fonksiyonel özelliklere sahip olması, erişimi kolay ve ekonomik olması nedeni ile tahıllar özellikle tam tahıllı ürünler bu gıdalar arasında önemli bir yere sahiptir.

Tahıl ve ürünleri, bileşimlerinde yer alan vitamin, mineral, karbohidrat (nişasta, selüloz, pentozanlar ve besinsel lif gibi), ve diğer besin öğelerinden dolayı beslenme açısından önemli bir gıda grubunu oluşturmakta ve günlük beslenmede yaygın bir şekilde tüketilmektedir (Özdemir 2012, Gómez *et al.* 2020). Tahıllar gerek tüketim fazlalığı gerekse ekonomideki payı itibarı ile önem arz etmekte ve besin içerikleri ile insan sağlığı üzerinde etkili olmaktadır (Aydoğan vd 2013). Daha sağlıklı ürünlere olan talep her geçen gün arttığı için, başta buğday olmak üzere, günümüzde tam tahıl unları ekmek, bisküvi ve kahvaltılık gevrekler gibi çok sayıda farklı ürün üretiminde tam tahıl unlarının kullanımı artmıştır (Demir 2010, Nkurikiye *et al.* 2023).

İnsanoğlunun antik dostu olarak da adlandırılan buğday, insan beslenmesinde tarihin ilk çağlarından beri önemli bir rol oynamaktayken ve günlük kalori ihtiyacının büyük bir çoğunluğu buğday bazlı ürünlerden karşılanmaktadır (Aydoğan vd 2013; Igrejas and Branlard 2020). Buğday tanesi, temel olarak kepek (%13), ruşeym (%2) ve unsu endosperm (%85) olarak adlandırılan tabakalardan oluşmaktadır (Du *et al.* 2023; Indore *et al.* 2023). Buğday tanesinin kabuk (kepek) kısmı, diyet lifi ve mineral madde bakımından, ruşeym kısmı ise, protein, yağ, vitamin ve fitokimyasal bileşenler bakımından zengindir. Özellikle ruşeymin bileşiminde bulunan elzem yağ asitleri, antioksidanlar, fenolik bileşikler, fitoöstrojenler ve vitaminler (B ve E) sağlıklı beslenmede oldukça önemlidir. Tam buğday ununun depolama stabilitesinin düşüklüğü nedeniyle ve elde edilecek ürünlerde teknolojik kaliteyi artırmak için buğday öğütülürken rafinasyon yapılarak; kabuk, ruşeym ve aleuron tabakası uzaklaştırılmakta, çoğunluğu unsu endospermden oluşan beyaz un elde edilmektedir. Unsu endosperm tabakası; değirmencilikte ana esas teşkil etmekte, çoğunlukla nişasta deposu olup, ikinci olarak önemli düzeyde gluten proteini ihtiva etmektedir (Elgün ve Ertugay 2011; İlerigiden vd 2020). Rafinasyon odaklı günümüz değirmencilik teknolojisinde, piyasanın ihtiyacı doğrultusunda, çoğunluğu tanenin endosperm kısmından oluşan beyaz un üretimi yapılırken, önemli derecede besinsel ve fonksiyonel madde kayıpları meydana gelmektedir (İlerigiden vd 2020; Borrelli *et al.* 2023).

Bütün tane bileşenlerini içeren tam buğday unu üstün besinsel özelliklere sahiptir. Fakat içerdiği fazlaca yağ ve enzimlerden (oksidatif ve hidrolitik) dolayı, öğütme işleminden sonra özellikle kabuk ve ruşeym kısmında enzimatik reaksiyonlar hızlanarak unda kısa sürede ransid tat oluşumuna neden olmakta ve bu durum elde edilen tam buğday ununun depolama stabilitesini düşürmektedir (Ünaldı 2012; Sun *et al.* 2023). Ayrıca tam unlarda özellikle kabuk ve ruşeym kısımlarının bileşiminden dolayı, bozulma reaksiyonları daha hızlı gerçekleşmekte, unda ransid tat oluşmakta, hatta böceklenmeler meydana gelmektedir. Tam unların özellikle kepek kısmından dolayı hamur işlenebilirliği zor olmakta, bu unlardan üretilen ekmek hacimleri daha düşük, rengi koyu ve raf ömrü kısa olmaktadır. Söz konusu olumsuzluklar piyasayı beyaz un odaklı yapmaktadır (Demir 2010, Li *et al.* 2023; Meng *et al.* 2023; Pavlovich-Abril 2023).

Son yıllarda tam tahılların öneminin anlaşılmaya başlanması ve tam tahıllı ürünlerde meydana gelen talep artışı bu konuda yapılan araştırmaları da yoğunlaştırmıştır. Yapılan araştırmalarda tam buğday ununun depolama süresinin uzatılabilmesi ve son ürün besinsel kalitesinin artırılması için çeşitli stabilizasyon yöntemleri denenmektedir. Yapılan literatür taramasında, tam buğday unu depolama stabilitesinin artırılmasını amaçlayan çalışmalarda;

fırınlama, kuru ısıtma işlemi, kavurma, otoklavlama, infrared ısıtma, mikrodalga uygulamaları ve antioksidant maddeler ile muamele gibi farklı stabilizasyon metotlarının araştırıldığı görülmektedir. Bununla birlikte depolama stabilitesini artırmak için yapılan araştırmaların çoğunlukla yalnızca ruşeym veya kepek stabilizasyonuna yoğunlaştığı görülmüştür.

Son yıllarda tüketiciler, gıdaların tat ve besin içerikleriyle birlikte fonksiyonel anlamda faydalı olup olmadıklarını ve gıda bileşimindeki maddelerin sağlık üzerindeki etkilerini de dikkate almaktadırlar. Bireyler gıdalarda raf ömrünü uzatan kimyasal katkı maddesi kullanımı doğaldan uzaklaşma olarak algılamaktadır. Bu nedenle, tam buğday ununun depolama stabilitesinin artırılmasında kimyasal koruyuculardan ziyade özellikle doğal yöntemler ve katkıları kullanımına yönelik bilimsel çalışmalara olan ilgi her geçen gün daha da artmaktadır.

Bu kapsamda planlanan mevcut çalışmada, tam buğday ununun depolama stabilitesi üzerine, öğütme yapılmadan önce tanelere yıkama işleminin uygulanması, elde edilecek tam buğday ununun nem içeriğinin değiştirilmesi ve ona antioksidan özellik gösteren bitkisel katkıların ilavesi gibi doğal yöntemlerin etkisi araştırılmıştır.

KURAMSAL TEMELLER

Buğday

Buğday, dünyanın en önemli tarımsal ürünlerinden olup, temel gıda kaynakları arasındadır (Figuerola *et al.* 2018; Igrejas and Branlard 2020). Tahılların doğadan toplandığına dair tarihsel izler, MÖ 19.000 yılına kadar uzanmaktadır (Tanno and Willcox 2006; Balfourier *et al.* 2019). Tahminlere göre, yaklaşık 10.000 yıl önce ilk olarak Diyarbakır'ın Karacadağ bölgesinde kültüre alındığı düşünülen buğdayın Anadolu'da yabani ve kültüre alınmış çok sayıda çeşidi bulunmaktadır (Shewry 2009; Atar 2017, Şaban ve Ertop 2022). Gramineae familyası, Triticum cinsine ait olan buğday sıcak ve ılıman iklimlerde yetişen dünya genelinde birçok çeşidi ve türü olan bir bitkidir. Dünya üzerinde birçok buğday türü ve alt türü vardır. Bazıları insanlar tarafından yetiştirilirken, bazıları doğada yabani olarak yetişmektedir. Dünya genelinde yetiştirilen buğday türleri ile yabani buğday alt türleri Tablo 1'de ayrıntılı olarak sunulmuştur. Tabloda gösterildiği üzere, Triticum cinsinde toplam 6 ana tür ve bunlara bağlı olarak 17 alt-tür bulunmaktadır. Bu alt türlerden 3'ü yabani, 14'ü ise kültür formunda yer almaktadır (Matsuoka 2011). Küresel olarak yılda 750 milyon ton üretim hacmine sahip olan buğday, en yaygın yetiştirilen tahıllar arasında yer almaktadır. Dünya genelinde üretilen buğday, işlenerek un, irmik gibi ara ürünlere dönüştürüldükten sonra günlük hayatta yaygın şekilde tüketim yeri olan, ekmek, bisküvi, makarna ve kraker gibi çeşitli gıda ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır (Göncü 2011). Buğdayın toplum beslenmesindeki payı, ülkeler ve tüketim alışkanlıklarına bağlı olarak %20 ila %80 arasında değişmektedir (Elgün ve Ertugay 2011).

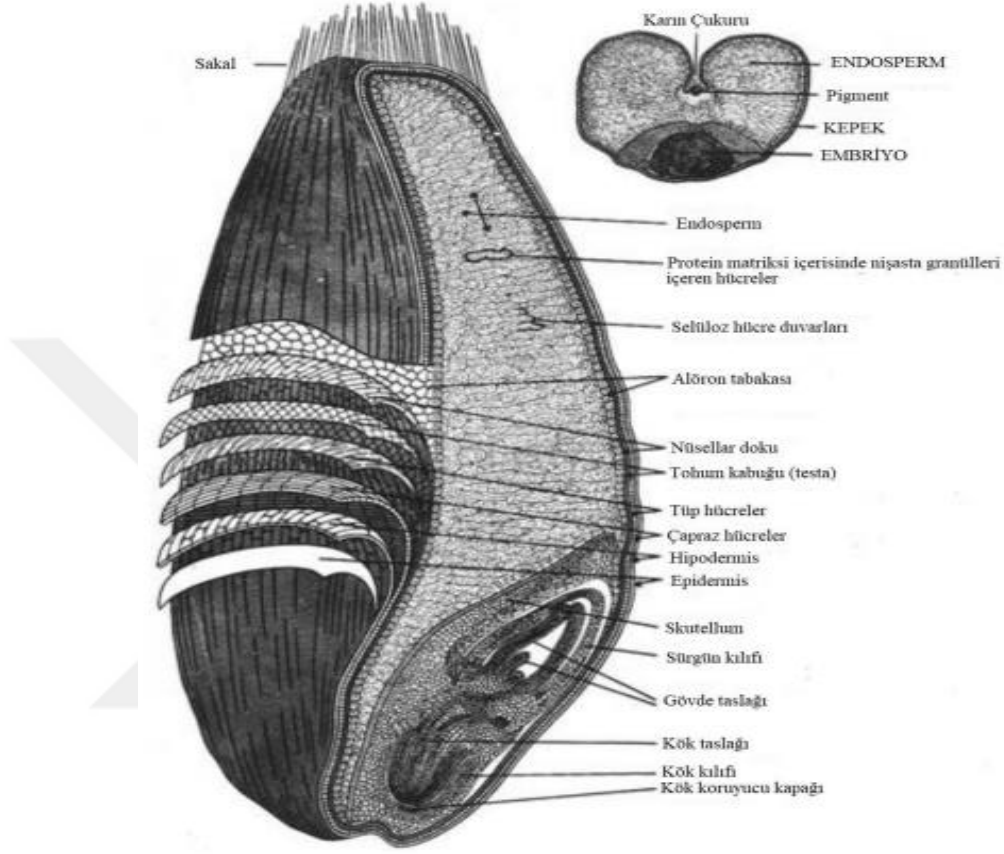
Tablo 1. Dünya Genelinde Yetiştiriciliği Yapılan ve Yabani Olan Buğday Tür ve Alt Türleri (Matsuoka 2011)

Ploidi Düzeyi	Tür ve Alt Türler	Genom Formülü	Bilinen İsimleri
Diploid Buğdaylar	<i>Triticum monococcum</i> L.	AA	Kaplıca, Siyez
	- subsp. <i>aegilopoides</i>		Yabani Einkorn
	- subsp. <i>monococcum</i>		Kültür Einkorn
	<i>Triticum Urartu</i>	AA	Yabani Urartu Buğdayı
Tetraploid Buğdaylar	<i>Triticum turgidum</i> L.	AABB	Gernik, Çatal Siyez
	- subsp. <i>dicoccoides</i>		Yabani Emmer buğdayı
	- subsp. <i>dicoccon</i>		Kültür Emmer buğdayı
	- subsp. <i>durum</i>		Makarnalık Buğday
	- subsp. <i>polonicum</i>		Polanya buğdayı
	- subsp. <i>turanicum</i>		Horasan buğdayı
	- subsp. <i>turgidum</i>		Kaba buğday
	- subsp. <i>carthlicum</i>		İran buğdayı
	- subsp. <i>paleocolchicum</i>		Gürcü buğdayı
	<i>Triticum timopheevii</i>	AAGG	Rus buğdayı
Hekzaploid Buğdaylar	- subsp. <i>armeniicum</i>		Yabani timophevi
	- subsp. <i>timopheevii</i>		Kültür timophevi
	<i>Triticum aestivum</i> L.	AABBDD	Ekmeklik buğday
	- subsp. <i>aestivum</i>		Ekmeklik buğday
	- subsp. <i>compactum</i>		Topbaş buğday
	- subsp. <i>sphaerococcum</i>		Cüce buğday
	- subsp. <i>macha</i>		Maha buğdayı
	- subsp. <i>spelta</i>		Spelt buğdayı
	<i>Triticum zhukovskyi</i> L.	AAAAGG	Zhukovksi buğdayı

Buğday Tanesinin Yapısı

Buğday tanesi, yuvarlak, oval veya dar uzun gibi çeşitli şekillerde olabilir ve tanenin orta kısmında tane boyunca bir girinti bulunmaktadır. Bu girinti, tane içini iki bölüme ayırmaktadır. Tane girintisinin ters yönünde, bir uçta embriyo ve diğer uçta sakal olarak adlandırılan kısımlar bulunmaktadır. Buğday tanesinin kalınlığı 2,5-3,0 mm genişliği 3,0-3,5

mm, uzunluğu 6,0-10,0 mm ve ağırlığı 30,0-55,0 mg arasında değişmektedir. Tane açık sarı veya kırmızımsı kahverenginde olabilmektedir. Buğday tanesi, kepek (%13), unlu endosperm (%85) ve ruşeym (%2) olmak üzere adlandırılan üç ana kısımdan oluşmaktadır (Öney vd 2020; Yılmaz ve Yıldırım 2020; Elgün 2021) buğday tanesinin enine/boyuna kesiti ve morfolojik yapısı sırasıyla şekil 1’de şekil 2’de verilmiştir.



şekil 1. Buğday tanesinin enine ve boyuna kesiti (etiner 2020)

Tane

(1) PERİKARP (Meyve Kabuğu)

a) Dış Perikarp

- 1) Epidermis (Epikarp)
- 2) Hipoderm
- 3) İnce Duvarlı Hücreler

Uçar Kepek

b) İç Perikarp

- 1) Geçiş Hücreleri
- 2) Aykırı Hücreler
- 3) Tüp Hücreler

Kepek (%13)

(2) TOHUM

a) Testa (Tohum Kabuğu)

b) Hiyalin

c) Endosperm

- 1) Aleuron Tabakası
- 2) Unsu endosperm (%85)

d) Ruşeym (Germ) (%2)

- 1) Skutellum
- 2) Embriyonik ask
 - Plumula (cücük)
 - Radikula (kökçük)
 - Lateral kökçükler
 - hipokotil
- 3) Epiblast

Şekil 2. Buğday tanesinin morfolojik yapısı (Elgün ve Ertugay 2011)

Perikarp (Meyve Kabuğu)

Meyve kabuğu olarak da adlandırılan perikarp tanenin en dış tabakasıdır ve tanenin tamamını kaplamaktadır (Şekil 2). Perikarp yaklaşık olarak tanenin %5'ini oluşturmaktadır. Yapısında ortalama %5-6 protein, %2-3 kül, %20-%25 selüloz, %5-%6 yağ içermekte, geri kalan kısım nişasta olmayan polisakkaritlerden oluşmaktadır. İç perikarpıta taneyi tümüyle kaplamayan farklı tipte hücreler (geçiş, aykırı ve tüp hücreler) yer almaktadır (Elgün 2021).

Testa

Tohum kabuğu olarak da adlandırılan testa taneye rengini veren kısımdır. Başlıca kalın dış kütikula, ince iç kütikula ve renkli buğdaylar için pigment içeren tabaka olmak üzere üç tabakadan oluşmaktadır. Beyaz buğdayların tohum kabuğu selülozik yapıda 2 tabakadan oluşmakta olup hiç pigment içermemekte veya çok az içermektedir. Testanın rengi flavonoid pigmentler ve diğer fenolik bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Testa ruşeyme su geçişini düzenlemektedir. Öğütme esnasında kepek ile birlikte uzaklaştırılmaktadır (Elgün ve Ertugay 2011; Elgün 2021).

Hiyalin

Nuseller epidermis ya da hiyalin tabakası olarak adlandırılan bu tabakanın kalınlığı yaklaşık olarak 7 µm'dir. Dışta testa, içte ise aleuron tabakasına sıkıca bağlı haldedir. Bileşimini nişasta olmayan polisakkaritler (arabinoksilan, selüloz) oluşturmaktadır. Tavlama tane merkezine doğru su geçişini düzenlemektedir. Öğütmede testa tabakası ile birlikte kısmen uzaklaştırılmaktadır (Elgün ve Ertugay 2011; Elgün 2021).

Aleuron Tabakası

Aleuron tabakası botanik olarak endospermin en dış tabakası olup hem unsu endospermi hem de ruşeymi sararak taneyi tümüyle kaplamaktadır. Aleuron tanenin %7 sini oluşturmaktadır. Ortalama hücre boyutu 50 µm olup, kalınlığı embriyo çevresinde 10-15 µm'dir. Aleuron tabakasında diğer kepek tabakalarına kıyasla; lipaz/proteaz gibi enzimlerin aktivitesi, protein, toplam fosfor, kül ve yağ içeriği daha yüksektir. Ayrıca, tiamin, niyasin ve riboflavin vitaminleri de aleuron tabakasında daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Elgün 2021). Tavlama işlemi sırasında tanedeki suyun %25'i aleuron tabakasında toplanarak, elastik kabuk ve sert unsu endosperm arasında bir kayma tabakası oluşturur. Bu durum öğütme esnasında kabuk endosperm ayrışmasını kolaylaştırmaktadır. Öğütme sırasında, hiyalin, testa, perikarp ve aleuron tabakaları bir arada ayrılmakta ve bu tabakaların tümü kepek olarak adlandırılmaktadır (Elgün ve Ertugay 2011; Elgün 2021).

Unsu Endosperm

Unsu endosperm öğütmede rafine unu (beyaz un) oluşturan esas tabaka olup tanenin %85'ini teşkil etmektedir. Değirmencilik teknolojisinde temel amaç, mümkün olduğunca en yüksek seviyede kabuk ve endosperm ayrışımı sağlayarak rafine beyaz un elde etmektir. Buğdayın endosperm hücre duvarları, ağırlıklı olarak arabinoksilanlardan oluşur ve az miktarda β-glukan ve hemiselüloz içerirken, selüloz içermemektedir. Endosperm hücreleri, bir protein

matrisi içinde gömülü çok sayıda nişasta granülü içermekte olup, bu protein büyük oranda buğdayın depo proteini olan glutenden oluşmaktadır (Elgün ve Ertugay 2011; Elgün 2021).

Ruşeym (Embriyo, Germ)

Ruşeym tanenin yaklaşık %2-3'ünü oluşturmakta ve üç ana kısımdan (embriyonik eksen, skutellum ve epiblast) meydana gelmektedir. Ruşeym tanenin besin öğeleri bakımından en zengin kısmını teşkil etmekte olup bileşiminde yüksek oranda (%25) protein (albumin ve globülin), şeker (%18), yağ (embriyonik eksen %16; skutellumda %32) ve kül (%5) bulunmaktadır (Elgün 2021). Ruşeym diğer tahıl ürünlerine göre esansiyel amino asit içeriği (lisin, metionin, treonin), linolenik asit oleik ve linoleik gibi doymamış yağ asidi içeriği bakımından zengindir (Köse 2018). B grubu vitaminlerce (folik asit) zengin olan ruşeym kısmı vitamin E içeriği bakımından da yüksek olup toplam tokoferol içeriği yaklaşık 500 ppm düzeyine kadar çıkabilmektedir. Sakaroz (%80-85) ve rafinoz ruşeymin içerdiği başlıca şekerlerdir. Ayrıca çok sayıda enzime sahiptir ve antioksidan aktivitesi yüksektir (Elgün 2021). Ancak içerdiği indirgen özellikteki maddeler ve yüksek enzim içeriği (lipaz, lipoksigenaz, peroksidaz ve polifenoloksidaz) nedeni ile üretilen ürünlerde kalite düşüklüğüne neden olmaktadır (Meriles *et al.* 2022). Ayrıca, doymamış yağ içeriğinin yüksek olmasından dolayı öğütme sonrası depolanan unlarda ransid tat oluşumuna sebep olduğu için öğütme esnasında kepekten ayrılması istenmektedir (Deora 2018).

Buğdayın bileşimi

Buğday tanesi; çeşit özellikleri, yetiştirme koşulları ve depolama durumuna göre değişmekle birlikte, genel olarak %65-70 karbohidrat, %10-15 nem, %10-15 protein, %1-3 düzeyinde lipit, %1-2 oranında mineral madde ve eser miktarlarda vitamin içermektedir (Elgün ve Ertugay 2011; Güven and Kara 2013). Buğdayın kimyasal bileşimi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Buğdayın Kimyasal Bileşimi (Koç 2019)

Bileşen (%)	Endosperm	Kepek	Embriyo
Nem	14,0	13,2	11,7
Protein	9,6	14,4	28,5
Lipit	1,4	4,7	10,4
Toplam mineral	0,7	6,3	4,5
Toplam karbohidrat	74,1	60,8	44,5
Hemiselüloz	2,4	43,1	15,3
Selüloz	0,3	35,2	16,8
Nişasta	95,8	14,1	31,5
Şekerler	1,5	7,6	36,4

Buğday tanesinin yaşamsal sürekliliği ve uzun süreli depolanabilmesi, taşıdığı nem içeriğiyle yakından ilişkilidir. Tanenin canlılığını sürdürebilmesi için nem içeriğinin en az %7 olması gerekmektedir. Depolamanın güvenli ve uzun süreli olması için ise nem içeriğinin en fazla %14 olması gerekmektedir. Tane nem içeriği yüksekse, tanede kızılsma, küflenme, çimlenme yeteneğinde kayıp gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir (Dizlek 2012).

Tahıllardaki karbohidratların yaklaşık %70'i, amiloz ve amilopektin adlı düz ve dallanmış homo polimerlerden meydana gelen nişastadan oluşmaktadır (Elgün ve Ertugay 2011).

Buğdayın içerdiği proteinlerin yaklaşık %85'i glutenden oluşmaktadır. Buğday lizin aminoasiti açısından eksik olmasına rağmen, lizin dışındaki aminoasitleri içermesi nedeniyle beslenmede önemli bir protein kaynağıdır. Buğday proteinleri, tane içinde dağınık olmakla birlikte, özellikle esansiyel aminoasit açısından zengin proteinler, tanenin çoğunlukla aleuron tabakasında bulunmaktadır (Shewry 2009; Elgün ve Ertugay 2011; Meziani *et al.* 2021; Lebert *et al.* 2022).

Tanenin ağırlıkça yaklaşık %1-3' ünü oluşturan lipitler polar veya nonpolardırlar. Lipit içeriği tanede homojen olarak dağılmamıştır ve büyük bir kısmı aleuron tabakasında bulunmaktadır (Arslan ve Türker 2021). Tablo 3'de buğdayın fizyolojik bölümlerinin yağ asidi kompozisyonu verilmiştir.

Tablo 3. Buğdayda Farklı Fizyolojik Bölümlerin Yağ Asidi Kompozisyonu (%) (Koç 2019)

	Palmitik asit (16.0)	Stearik asit (18.0)	Oleik asit (18:1)	Linoleik asit (18:2)	Linolenik asit (18.3)
Bütün Tane	17-24	1-2	8-21	55-60	3-5
Kepek	18-28	1-4	17-24	41-58	1-6
Embriyo	18-24	<2	8-18	54-57	4-9
Unsu endosperm	16-21	<2	12-13	60-66	4-5

Buğday tanesinde bulunan mineraller kepek ve embriyo kısımlarında yoğunlaşmıştır (Cubadda *et al.* 2009).

Tam Tahıllar ve Sağlık Üzerindeki Etkileri

Tam tahılların içeriğindeki bileşenlerin, sağlık üzerinde çeşitli olumlu etkileri bulunmaktadır (Okarter and Liu 2010). Bu faydalı bileşenler, genellikle tanenin kepek ve ruşeym kısımlarında yoğunlaşmıştır. Kabuk (perikarp + testa) kısmı, özellikle selüloz, mineraller ve pigmentler bakımından, aleuron tabakası, besin değeri oldukça yüksek olan suda çözünmeyen karbohidrat, protein, mineral madde, lipit, özellikle B grubu vitaminleri ve fenolik bileşikler içermektedir. Ruşeym kısmı ise yüksek çözünürlüklü proteinleri, lipitleri, şeker ve çeşitli enzimleri içermekte ayrıca E vitamini içeriği bakımından zengindir (Bhat *et al.* 2019).

Yapılan araştırmalar, tam tahıl ürünlerinin tüketiminin kronik hastalıkları azalttığını ve sağılık üzerindeki faydalarını ortaya koymaktadır (Slavin 2000; Gani *et al.* 2012; Parenti *et al.* 2022).

Tam tahıl ürünleri, bağırsaklardaki dışkının geçiş hızını artırarak sindirim sistemine olumlu etkilerde bulunan; diyet lifi, fermente olabilir karbohidratlar, dirençli nişasta ve oligosakkaritler açısından önemli bir kaynak olarak kabul edilmektedir (Barber *et al.* 2020). Ayrıca, tam tahıl ürünleri antioksidan maddeler, vitaminler, çeşitli fenolik bileşiklerin yanında lignanlar, fitoöstrojenler ve fitik asit gibi anti-besinsel bileşenleri de içermektedir (Slavin 2000; Cai *et al.* 2023). Fitoöstrojenlerin; antioksidan, antikarsinojen ve antianjiogenetik etkiler gösterdiği belirtilmektedir (Büyüktuncer ve Başaran 2005). Tam tahıllar, antioksidan özellik göstermesinden dolayı önem arz eden vitamin E'nin bir kaynağı olarak gösterilmektedir. Buğday ruşeyminin E vitamini içeriğı yüksek olup toplam tokoferol içeriğı yaklaşık olarak 500 ppm'e kadar çıkabilmektedir. Fenolik asitler, tanenin kepek kısmında yer almaktadırlar. Buğday kepeğinde fenolik asitler arasında yüksek oranda ferulik asit (5 mg/g) bulunmakta ve buğday kepeğı ferulik asit kaynağı olarak gösterilmektedir (Slavin 2000; Martín-Diana *et al.* 2021; Pazo-Cepeda *et al.* 2021; Fang *et al.* 2023). Buğday antioksidan olan fitik asitçe de zengindir. Fitik asitin gıdaların glisemik indeksini düşürücü etkisi ve kolon kanseri riskine karşı koruyucu olduğu belirtilmektedir (Çetiner 2020).

Epidemiyolojik çalışmalar, yüksek kolesterol ve trigliserid seviyelerinin özellikle kardiyovasküler hastalıklarda önemli bir risk oluşturduğunu göstermektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, tam tahıllar ve ürünlerinin kandaki lipit seviyelerini düşürme potansiyeli olduğu belirlenmiştir (Gani *et al.* 2012; Li *et al.* 2023). Bazı bilimsel çalışmalarda tahıl kaynaklarından alınan diyet lifinin beden kitle indeksini ve kan basıncını düşürdüğü, diyabet ve koroner kalp hastalıkları risklerini azalttığı belirtilmekte ve tam tahıl içeren ürünlere diyetle yer verilmesi önerilmektedir (Harris and Kris-Etherton 2010; Gani *et al.* 2012; Barber *et al.* 2020; Chen *et al.* 2022). Ayrıca buğday doymuş yağ içeriğı bakımından düşük olup, protein ve çoklu doymamış yağ (omega-3, linolenik asit) asitlerinin kaynağı olarak gösterilmektedir. Bu özellikleri sayesinde rafine unlara kıyasla, tam buğday ürünlerinin tüketimi, tokluk hissi sağlamakta, vücuda düşük enerji vermekte ve kilo alımını sınırlandırmaktadır (Çetiner 2020).

Tam Buğday Ununun Olumsuz yönleri

Bütün tane bileşenlerini içeren tam buğday ununun, eşsiz besinsel özelliklere sahip olmasının yanında özellikle ruşeym ve kabuk kısımlarının bileşiminden dolayı böceklenme ve ransid tat oluşumu nedeni ile depolama süresinin kısalığı, hamur işçiliğinin zor olması, üretilen ekmeklerde hacmin düşüklüğü, esmer renk ve raf ömrünün kısalığı gibi zayıf yanları bulunmaktadır (Demir 2010; Sun *et al.* 2022a).

Buğdayın bünyesinde bulunan yağın yanı sıra lipaz (ruşeym), proteaz (endosperm, ruşeym ve aleuron), lipoksidaz, lipoksigenaz (skutellum ve embriyo), peroksidaz ve polifenoloksidaz (kepek) gibi pek çok oksidatif ve hidrolitik enzimlerin bulundurmaktadır (Chen *et al.* 2022). Öğütme işleminden sonra bu enzimler doymamış yağ asitlerine etki ederek hidrolitik ve oksidatif reaksiyonları hızlandırmakta ve unda kısa sürede ransid tat oluşumuna neden olmaktadır. Bu durum elde edilen tam buğday ununun depolama stabilitesini düşürmektedir (Ünaldı 2012; Deora 2018; Sun *et al.* 2022a). Öğütme prosesinde ekstraksiyona bağlı olarak kabuk (kepek) ve ruşeymin una karışması, depolama stabilitesini düşürmekle hamur özelliklerini olumsuz etkilemekte ve üretilen ürünlerde (örneğin ekmek) birtakım olumsuzluklar meydana getirmektedir. Bu sebeplerden dolayı ticari ve teknolojik kalite bakımından, un değirmenciliğinin amacı; yüksek oranda endosperm-kabuk ayrışımını sağlayarak, olabildiğince az oranda kepek ve ruşeym içeren çoğunluğu endospermden oluşan beyaz un elde etmektir (Demir 2010). Endüstriyelleşme ve hızlı teknolojik gelişmeler beraberinde uzunca bir dönem, beyaz unun yaygınlaşmasına sebep olmuştur. Fakat rafinasyon odaklı günümüz değirmencilik teknolojisinde, piyasanın ihtiyacı doğrultusunda, çoğunluğu tanenin endosperm kısmından oluşan beyaz un üretimi yapılırken, önemli derecede besinsel ve fonksiyonel madde kayıpları meydana gelmektedir (İlerigiden vd 2020). Günümüzdeki değirmencilik teknolojisi, genellikle rafine beyaz un üretimine odaklanmaktadır. Bu yaklaşım, endüstriye kaliteli ve depolamaya dayanıklı un sağlarken, mikro besin elementleri ve besinsel lif açısından zengin kepek ile ruşeym kısımlarını genellikle hayvan yemi olarak değerlendirmektedir (Elgün ve Demir 2008). Tam buğday ununda endosperm, kepek ve ruşeym gibi tanenin tüm anatomik bileşenleri mevcuttur. Bu sebeple tam buğday ununda rafine buğday ununa göre çok daha fazla lif, vitamin, mineral ve fitokimyasallar bulunmaktadır (Tablo 4). Değirmencilik sektöründeki ekstraksiyon oranına bağlı olarak, buğdayın öğütülmesi sırasında ayrıştırılan fraksiyonlardan kaynaklanan sonuçlara göre, rafine unlarda önemli miktarda mineral madde kayıpları (demir : %7,0 ile 62,5 çinko : %85,5 ile 90,7 magnezyum : %47,4 ile 63,1 ve kalsiyum : %3,3 ile 56,5) meydana geldiği belirtilmiştir (Demir 2010).

Tablo 4. Tam Buğday Unu ile Beyaz Unun Besin Değeri Açısından Karşılaştırılması (Kalkan ve Özarık 2017)

	Tam Buğday Unu (100 g)	Beyaz Un (100 g)
Enerji (kkal)	339	364
Diyet lifi (g)	12,2	2,7
Mineral Maddeler		
Kalsiyum (mg)	34	15
Demir (mg)	3,9	1,2
Magnezyum (mg)	138	22
Fosfor (mg)	346	1,8
Potasyum (mg)	405	1,7
Çinko (mg)	2,9	0,7
Selenyum (mg)	70,7	33,9
Vitaminler		
Tiamin (mg)	0,45	0,12
Riboflavin (mg)	0,22	0,04
Niasin (mg)	6,4	1,2
Pantotenik asit (mg)	1,0	0,44
B6 vitamini (mg)	0,34	0,04
Folik asit (µg)	44	26
E vitamini (mg)	0,82	0,06

Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin, makro ve mikro mineral içeriğinin rafine unla yapılanlara kıyasla daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Dağlıoğlu and Tuncel 1999).

Geçmişten günümüze kadar hemen her kültürde karşımıza çıkan, farklı biçimlerde kendine yer bulan ve oldukça da değerli olan tahıl ürünlerinin başında gelen ekmek, günümüzde de yaygın olarak tüketilmektedir. Ülkemizde günlük ekmek üretiminin yaklaşık 125 milyon adet olduğu ve kişi başı günlük protein ihtiyacının yarısının (%50), enerji ihtiyacının ise %56'sının tek başına ekmekten karşılandığı belirtilmektedir (Bal vd 2013; Anonim 2018; Göksu 2019).

Günümüzde, insan sağlığı açısından en uygun bitkisel gıda olarak değerlendirilen tam buğday unu ve bu nitelikleri çağrıştıran kepekli ekmeklerin pazar payları belirgin bir şekilde artış göstermiştir. Ekmekle ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde, diyetle uygun miktarlarda tam buğday ekmeğinin beyaz ekmeğe tercih edilmesi önerilmektedir. Genel olarak yeterli ve dengeli bir diyetle tam buğday ekmeğinin dahil edilmesinin, tüketicilerin günlük olarak belirli enerji alım hedefine ulaşma ve bu hedefleri korumalarına yardımcı olacağı gibi vücut için gerekli lif, B grubu vitaminler ve diğer bazı makro ve mikro besin öğeleri alımına da katkı sağlayacağı belirtilmektedir (Demir 2010). Daha sağlıklı olduğu bilinen ve tam tahıl unları kullanılarak üretilen ekmek ve diğer fırın ürünlerinin temel hammaddesi olan bu unlar bileşimlerinde bulunan ruşeym ve kabuk kısımlarından dolayı beyaz una kıyasla daha çabuk bozulmaktadır. Depolama stabilitesinin düşük ve muhafazasının daha zor olması tam buğday

unu üretimini düşürmekte ve günlük taze üretim yapan fırınların tam buğday unu teminini de kısıtlamaktadır. Bu nedenle, tam buğday ununun raf ömrünün kısa olması artan talebe rağmen piyasada taze ve günlük tüketim için yeterince tam buğday ekmeği üretilmemesine neden olmaktadır. Talebi karşılayacak kadar üretim yapılmadığı ve tam tahıllı ürünler yeterince yaygınlaşmadığı için bu ürünlerin daha fazla fiyata satılması sağlıklı beslenme konusunda bilinçli olan tüketicileri de olumsuz etkilemektedir.

Rafine un yerine tam buğday unundan üretilen ürünlerin tüketiminin yaygınlaşması yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı toplum beslenmesine fayda sağlayacaktır. Bu bağlamda tam tahıl ürünlerinin yaygınlaştırılmasında tam tahıl unlarının depolama stabilitesinin artırılmasının önemli bir rolü olduğu gerçektir.

Tam Buğday Ununun Depolanması Esnasında Meydana Gelen Değişiklikler

Lipitlerde meydana gelen değişiklikler

Gıdalarda oksidasyon, yapıda bulunan yağ, protein ve karbohidratların oksijenle etkileşimi sonucu meydana gelen kimyasal bir reaksiyon olarak tanımlanmaktadır. Bu reaksiyonlar, serbest radikaller olarak adlandırılan ve reaktif moleküller olan oksijen türevleri tarafından başlatılmaktadır (Güleşçi ve Aygöl 2016). Serbest radikaller, gıda bileşenlerine etki ederek yapılarını bozmakta ve gıdanın besin değeri, lezzeti, renk ve kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

Tam buğday unu bileşiminden dolayı rafine una göre daha çabuk bozulmaktadır. Tam buğday ununun bozulmasında lipitlerde meydana gelen değişiklikler başlıca sorumludur. Buğday da lipit içeriği %2-3 düzeyindedir ve lipitlerin %63'ü endosperm, %34'ü ruşeym ve %3'ü kepek kısmında yer almaktadır (Nielsen and Hansen 2008; Jensen *et al.* 2011). Doymuş yağ içeriği düşük olan buğdaydaki (Köksel vd 2016) hakim yağ asitleri, palmitik asit (%17-24), oleik asit (%8-21), linoleik asit (%55-60) ve linolenik asittir (%3-5) (Nielsen and Hansen 2008; Jensen *et al.* 2011; Koç 2019).

Tam buğday ununun depolanması esnasında lipitlerde hidrolitik ve oksidatif parçalanma olarak iki farklı reaksiyon gerçekleşmektedir. Lipitlerde parçalanma hidrolitik bozulma olarak başlayıp oksidatif bozulma olarak devam etmekte ve un kalitesinde değişikliklere neden olmaktadır (Heinio *et al.* 2002; Sun *et al.* 2023).

Hidrolitik Ransidite

Lipaz enzimi varlığında tam buğday unundaki triaçilgliseroller esterleşmemiş yağ asitlerine, digliseritlere, monogliseritlere ve gliserole dönüşmektedir. Tam buğday ununda esterleşmemiş yağ asitlerinin salınması lipaz aktivitesi ile ilişkilidir. Yüksek oranda esterleşmemiş yağ asitleri içeren tam buğday unu, acı ve ekşimiş olarak tanımlanmaktadır. Tam buğday unundaki hidrolitik ransidite, unun duyu kalitesinde ve fonksiyonel özelliklerinde düşüşe neden olmaktadır (Heinio *et al.* 2002; Qu, *et al.* 2021; Sun *et al.* 2023).

Buğdayda lipaz enzimi çoğunlukla tahılın kepek kısmında bulunmaktadır (Chen *et al.* 2022). Lipaz aktivitesi yüksek nem içeriklerinde artış göstermektedir. Bu nedenle tam buğday ununun depolanmasında düşük nem değerleri lipid oksidasyonunun azaltılmasında etkili olabilmektedir (Hansen and Rose 1996).

Oksidatif Ransidite

Çoklu doymamış yağ asitlerinin ikincil oksidasyon ürünleri hidroperoksitlere dönüştürüldüğü tepkime oksidatif bozulmadır (Heinio *et al.* 2002; Sun *et al.* 2023). Oksidatif bozulma; enzimatik olarak ya da otooksidasyon yoluyla gerçekleşmektedir. Enzimatik oksidasyon lipoksigenaz enzimi varlığında linoleik asit gibi çoklu doymamış yağ asitlerinin hidroperoksitlere dönüşümü ile gerçekleşmektedir (Sun *et al.* 2023). Lipoksigenaz enzimi birçok bitkide bulunmakta olup, buğdayın çoğunlukla kepek ve ruşeym kısmında yer almaktadır (Arslan ve Türker 2021). Otooksidasyon ise çoklu doymamış yağ asitleri oksijene maruz kaldığında gerçekleşmektedir (Nielsen and Hansen 2008).

Lipaz ve lipoksigenaz enzimlerinin yanı sıra buğdayın kepek kısmında bulunan polifenol oksidaz ve peroksidaz enzimleri doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu hızlandırarak, hidroperoksitleri aldehit, keton gibi moleküllere parçalamakta ve serbest radikal oluşumunda rol oynamaktadır (Li *et al.* 2017, Poudel and Rose 2018; Guo *et al.* 2020; Sun *et al.* 2023).

Proteinlerde meydana gelen değişiklikler

Buğday depo proteini olan gluten (gliadin ve glutenin) viskoelastik hamur oluşturma ve kabarılabile özelliğinden dolayı diğer tahıl proteinlerine göre eşsiz bir niteliğe sahiptir. Öğütmeden hemen sonra proteinler ekmek yapımı için uygun fonksiyonel özellikte değildir. Depolamayla birlikte proteinlerin sülfidril grupları oksijenin etkisiyle disülfid bağlarına dönüşmekte ve protein yapısı kuvvetlenerek, hamurun gaz tutma kapasitesi ve işlenebilirliği iyileşmekte, ekmek hacmi artmakta ve tekstürü düzeltilmektedir (Köksel ve Shewry 2021). Unun

yapısında bulunan lipaz ve lipoksigenaz gibi enzimler ürün yapısının iyileşmesi, üründe karetonoidlerin parçalanması sonucu sarı renkten beyaz renk oluşumu gibi yararlı etkiler sağlamaktadır. Ancak depolama süresinin artması ile birlikte lipitlerde meydana gelen oksidasyon sonucu proteinlerin fonksiyonlarında da azalmalar meydana gelmekte ve son ürün kalitesi etkilenmektedir (Goesaert *et al.* 2005).

Karbohidratlarda meydana gelen değişiklikler

Buğday tanesinin endosperm kısmı, bir protein matrisi içinde bulunan bir dizi nişasta granülü içermektedir. Bu protein matrisi, büyük ölçüde buğdayın depo proteini olan gluteni içermektedir (Özkaya 2021). Nişasta molekülleri amiloz ve amilopektin olarak adlandırılan bileşenlerin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır (Kahraman ve Muti 2021). Hamur oluşumunda gluten proteini mekanik etki ile birlikte üç boyutlu yapı kazanarak nişasta granüllerinin etrafına yayılıp yüzeyini kaplamaktadır (Dizlek 2011; Özkaya 2021; Yazar 2023). Nişastanın amiloz fraksiyonu polar lipitler ile kompleks oluşturmakta ve polar lipitlerin varlığı, nişasta jelatinizasyonu ve retrogradasyonu üzerinde etkili olmaktadır (Goesaert *et al.* 2005).

Tam buğday ununun depolanma süresinin artması ile birlikte hamurun uzama direncinin azaldığı, üretilen ekmeklerde kabuk renginin koyulaştığı ve bu durumun depolamayla birlikte protein ve nişastada meydana gelen değişikliklerden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Esterleşmemiş yağ asitlerinin nişastada modifikasyonlara yol açtığı ve Maillard reaksiyonunun gerçekleşmesi ile aminoasitlerde azalmaların meydana geldiği bildirilmektedir (Doblado-Maldonado *et al.* 2012; Köse 2018).

Diğer bileşenlerde meydana gelen değişiklikler

Tam buğday ununun depolama süresinin artmasıyla birlikte E vitamini içeriğinin azaldığı ve bu durumun lipit oksidasyonu ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca karetonoidlerin lipit oksidasyonu ile birlikte okside olduğu belirtilmektedir (Doblado-Maldonado *et al.* 2012).

Tam Buğday Ununun Depolama Stabilitesini Artırma Yöntemleri

Tam buğday ununun depolanması sırasında raf ömrünü ve ürün kalitesini etkileyen en önemli etken lipitlerde meydana gelen değişikliklerdir. Lipitlerin bozulmasını önlemek amacıyla çeşitli yöntemlerin etkinliği araştırılmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalarda;

Buğdayın ruşeym kısmının stabilizasyon yöntemleri, lipaz enziminin inaktive edilmesiyle lipid oksidasyonunu önlemeye yönelik ısıl işlemlere dayanmaktadır. Yüksek sıcaklıklara karşı oldukça dirençli olan bu enzimler ısıl işlem uygulanmasının ardından bile

aktivitelerinin %20'sinden fazlasını koruma yeteneğine sahiptirler. Bu nedenle, işlem optimizasyonu ile lipazı tamamen etkisiz hale getirirken ruşeymin besinsel içeriğinin korumak önemlidir (Kapranichikov *et al.* 2004). Isıl işlemin uygulanması mümkün olduğunca kısa bir süre içinde gerçekleşmelidir, aksi takdirde besin değerinde kayıplar meydana gelebilir. Ayrıca proteinler ve şekerler arasında gerçekleşen Maillard Reaksiyonu sonucunda vücutta sindirilemeyen bileşikler ortaya çıkabilmektedir (Özdoğan 2018).

Attia and Abou-Gharbia (2011); buğdayın ruşeym kısmı 100°C'de 30 dakika süreyle fırınlanmış, sonrasında 35°C'de 1 saat boyunca inkübasyona bırakılıp sonra depolama işlemi yapılmıştır. 4 haftanın sonunda ısıl işlem uygulanan ruşeym örneklerinin asitlik değerinde ısıl işlem uygulanmamış olanlara göre önemli derecede bir artış olmadığını ve lipaz enzim aktivitesinin sınırlandırıldığını belirtmişlerdir.

Ünaldı (2012) ruşeym örneklerine etüvde üç farklı sıcaklıkta (100°C, 130°C ve 160°C) 10 dakika süre ile ısıl işlem uygulamışlardır. Bu örnekler arasında 160°C'de ısıl işlem uygulananların, peroksit sayısı ve asitlik miktarı açısından daha iyi sonuçlara sahip olduğu ifade edilmiştir.

Elgün vd (2012) tarafından yapılan çalışmada çeşitli buğdaylar öğütülüp beyaz un elde edildikten sonra ayrılan kepekli fraksiyonlara mikrodalga, infrared ve ultraviyole gibi stabilizasyon metotları uygulanmıştır. Stabilizasyon işlemi uygulanan kısımlar tekrar öğütülerek beyaz un ile karıştırılıp tam buğday unu elde edilmiştir. 34 °C'de %65 nispi nemde 35 gün depolama yapıldıktan sonra un örneklerinde stabilizasyon metotları ve depolamanın un ve ekmek kalitesi üzerine etkileri belirlenmiştir. Depolama sonucunda örneklerde larva ya da canlı böcek gelişimine rastlanmamıştır. Mikrodalga işlemi uygulaması ile daha düşük maya-küf sayılarının elde edildiği, asitlik ve tiyobarbitürik asit değerlerinin de önemli düzeyde ($P<0.05$) düştüğü ifade edilmiştir.

Rose *et al.* (2008) buğdayın kepek kısmına ısı (175 °C'de 15, 20, 25 ve 30 dakika), buhar (30, 60, 90 ve 120 saniye) ve mikrodalga (1000 W'da 30, 60, 90 ve 120 saniye) işlemleri uygulandığında antioksidan kapasitesinin korunarak lipaz aktivitesinin azaldığını belirtmişlerdir. Optimum seviyenin 25 dakika kuru hava, 60 saniye mikrodalga ve 60 saniye buhar uygulaması ile sağlandığı ifade edilmiştir. Benzer başka bir çalışmada buğday ruşeymini stabilize etmek amacıyla mikrodalga ve otoklav işlemleri uygulandığında lipazın inaktive edildiği ve depolama stabilitesinin olumlu yönde etkilendiği bildirilmiştir (Srivastava *et al.* 2007). Poudel and Rose (2018), buğday ruşeymine 15 ve 90 saniye buhar uygulaması yaparak lipid degradasyonu ve enzim aktivitesi üzerindeki etkileri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda

öğütmeden önce buhar uygulamasının gluten ve nişasta fraksiyonlarını etkilemeden lipaz aktivitesini azalttığını bildirmişlerdir.

Ruşeym ve tam buğday unu stabilizasyon yöntemlerinden birisi de kavurma işlemidir. Kavurma, nem içeriğini azaltmakta ve aynı zamanda lipit oksidasyonuna sebebiyet veren enzimlerin aktivitesini de düşürmektedir.

Zou *et al.* (2018), buğdayın ruşeym kısımlarını 180 °C sıcaklıkta farklı sürelerde (5, 10 ve 20 dakika) kavurduktan sonra, yağını ekstrakte etmişlerdir. Ekstrakte edilmiş olan yağlarda yağ asidi bileşimlerin önemli bir farklılık olmadığını, ruşeymin tokoferol ve karotenoid içeriğinde ise azalmaların olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca kavurma işleminin ruşeym yağında oksidatif dayanıklılığı arttığı sonucuna varmışlardır.

İnfrared tekniği kullanılarak buğday ruşeyminin stabilize edildiği (90°C’de 20 dakika) bir çalışmada, (Li *et al.* 2016) infrared tekniğinin lipaz ve lipoksigenaz enziminin aktivitelerinde bir azalışın olduğu fakat tam bir inaktivasyonun olmadığı belirlenmiştir.

Gıdaların stabilizasyonunda ışın uygulamaları da kullanılmaya başlanmıştır. Işın uygulaması birçok üründe dezenfeksiyon ve sterilizasyon sağlamakta, son ürünün raf ömrünü artırmakta ve ürünün besinsel değerini geliştirmektedir. Işın uygulamasının, buğdayın mikrobiyolojik ve entomolojik kalitesi üzerinde oldukça anlamlı sonuçlar verdiği, üretilen ekmeklerin daha kaliteli olduğu tespit edilmiştir (Singer *et al.* 2006). Marathe *et al.* (2002) tarafından yapılan çalışmada, gama ışını uygulamasının tam buğday ununda depolama stabilitesi ve son ürün kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ışın uygulamasının hem un hem de ekmek kalitesi üzerine olumlu etkide bulunduğu ve unun raf ömrünü artırdığını bildirmişlerdir.

Un ve ürün kalitesini korumak ve geliştirmek için endüstride un ağartma ajanları (benzoil peroksit), ekmek katkı maddesi (potasyum bromat) ve koruyucular (kalsiyum propiyonat) kullanılmaktadır. Fakat bu tür kimyasal katkı maddeleri, akut veya kronik hastalıklara yol açabilmektedir (Ning *et al.* 2017).

Antioksidanlar

Antioksidanlar, oksidasyon süreçlerini yavaşlatarak, bir maddenin oksidasyonunu geciktirebilen veya önleyebilen moleküller olarak tanımlanmaktadır (Vaher *et al.* 2010; Stoia and Oancea 2022; Rahaman *et al.* 2023).

Serbest Radikaller ve Oksidatif Stres

Serbest radikaller orbitallerinde bir veya daha fazla ortaklanmamış elektrona sahip atom ya da moleküller olarak tanımlanmaktadır. Ortaklanmamış elektronlarından dolayı kararsız haldedirler ve bu durum serbest radikale büyük ölçüde reaktivite kazandırmaktadır. Kararlı hale gelmek için herhangi bir atom veya molekülle etkileşime girer ve onların yapılarında değişikliğe sebebiyet verirler (Velioglu 2000, Valko *et al.* 2006).

Oksijen yaşam için önemli bir element olması ile birlikte yaşamsal faaliyetlerin sürdürülmesi esnasında toksik kimyasal reaksiyonlarda faaliyet göstermektedir. Oksijenden türeyen canlı sistemlerde oluşan radikaller reaktif oksijen türleri (ROS) olarak adlandırılmaktadır (Aziz and Diab 2019; Gülcin 2020; Zhou *et al.* 2024). Süperoksit ($O_2^{\cdot-}$), hidroksil ($OH^{\cdot}$) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) formundaki reaktif oksijen türleri normal metabolik reaksiyonlar ya da eksojen faktörler ve ajanlar ile de oluşturulabilir (Yavaşer 2011; Zeng *et al.* 2023). Serbest radikaller gıdalarda lipid peroksidasyonuna neden olarak gıdanın bozulmasına sebebiyet vermektedir. Ayrıca, reaktif oksijen türleri, kalp hastalıkları, diyabet ve kanser dahil 100'den fazla hastalıkla ilişkilendirilmiştir (Liang *et al.* 2023). Aşırı ROS üretildiğinde doku yaralanmasına neden olabilir (Valko *et al.* 2006; Zeng *et al.* 2023). Bununla birlikte, insanlar da dahil olmak üzere tüm aerobik organizmalar, oksidatif hasarlara karşı koruma sağlayan antioksidan savunmalara sahiptir ve hasarlı molekülleri ortadan kaldırmak veya onarmak için çok sayıda hasar giderme ve onarım enzimi mevcuttur. Ancak bu doğal antioksidan mekanizma etkisiz olabilir; bu nedenle, antioksidan bileşiklerin diyetle alınması önemlidir (Yıldırım *et al.* 2000).

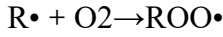
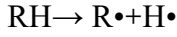
Oksidatif stres, vücutta metabolik yollar veya dış kaynaklı faktörlerin etkisiyle meydana gelen reaktif oksijen türleri veya serbest radikaller ile organizmanın doğal antioksidan sistemi arasındaki dengesizlik olarak tanımlanır. Bu dengesizlik, hücrede geri dönüşümsüz hasarlara neden olabilir. Serbest oksijen radikalleri, makromoleküllere (DNA, protein, lipid ve karbohidrat) saldırarak, hücrede yaşlanma, çeşitli hastalıklar, mutajenik değişiklikler ve tümörlerin büyümesi gibi zararlı etkilere yol açabilirler (Gülcin and Alwasel 2023). Antioksidanlar, reaktif oksijen türleri ve serbest radikallerle reaksiyona girme yetenekleri nedeniyle bu tür istenmeyen değişikliklere ve sağlık risklerine karşı etkili bir savunma sağlarlar (Yavaşer 2011; Gülcin 2012; Aziz and Diab 2019).

Tam buğday ununun depolama stabilitesini artırmak için antioksidanların kullanımı bir yöntemdir. Antioksidanlar, gıda endüstrisinde birçok alanda kullanılmaktadır ve tam buğday ununun kalitesini korumak için kullanılabilirliği de araştırılmaktadır (Nielsen and Hansen, 2008).

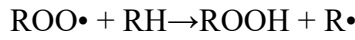
Antioksidan etki mekanizması

Lipit oksidasyonu mekanizması aşağıdaki şekilde gerçekleşmektedir (Decker 2002; Guo *et al.* 2020; Zeb 2020).

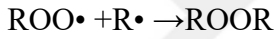
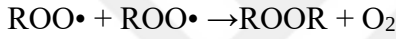
Aşama 1 (Başlangıç): Isı, ışık gibi faktörlerin etkisiyle O₂ varlığında peroksil radikalleri (ROO•) oluşturmak için doymamış yağ asitlerinden (RH), hidrojen radikalinin (H•) kaybı



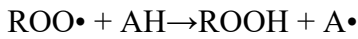
Aşama 2 (İlerleme): Bu süreçte, hidroperoksitleri (ROOH) oluşturmak için daha fazla doymamış yağ asitleri peroksit radikalleri ile reaksiyona girer.



Aşama 3 (Sonlanma) : Oksidasyon zinciri radikal olmayan bir tür oluşturmak için iki peroksil radikali reaksiyona girdiği durumlarda sona erer.



Antioksidan aktivite (AH) reaktif olmayan veya radikal olmayan kararlı radikaller (A•) oluşturmak suretiyle, lipitler ya da diğer moleküllerin oksidasyonunu geciktirerek ya da engelleyerek ve oksidatif zincir reaksiyonunun başlangıç ya da ilerleme aşamalarını inhibe ederek etki göstermektedir.



Antioksidanlar serbest radikalleri süpürme özelliklerinden dolayı insan sağlığı üzerinde oldukça önem arz etmektedirler (Başer 2002). Metabolik faaliyetler sırasında oksijen, reaktif oksijen türlerine (süperoksit, hidrojen peroksit, tekli [singlet] oksijen ve hidroksil radikalleri) dönüştürülebilmektedir. Bu sebepten dolayı hayati öneme sahip olan oksijen aynı zamanda canlı sistemler için toksik olabilmektedir (Gülçin 2012; Meral vd 2012; Gülçin and Alwasel 2023). Vücutta antioksidan maddelerin varlığı, oksidatif strese bağlı hasarları azaltabilmektedir. Antioksidanlar, dört farklı mekanizma ile oksidanlar üzerine etki etmektedir (Halliwell 1995, Memişoğulları 2005; Olszowy-Tomczyk 2020):

Temizleme (Scavenging) Etkisi: Antioksidanlar bu etki ile oksidanları zayıf bir moleküle çevirmektedirler.

Baskılama (Quencher) Etkisi: Bu etki, bir hidrojen atomunun oksidan özellikle maddelere verilerek onları etkisiz hale getirme şeklinde gerçekleşmektedir ve çoğunlukla flavonoidler böyle etki göstermektedir.

Onarma Etkisi: Bu etki ile oksidanlar tarafından oluşan hasar yok edilmektedir.

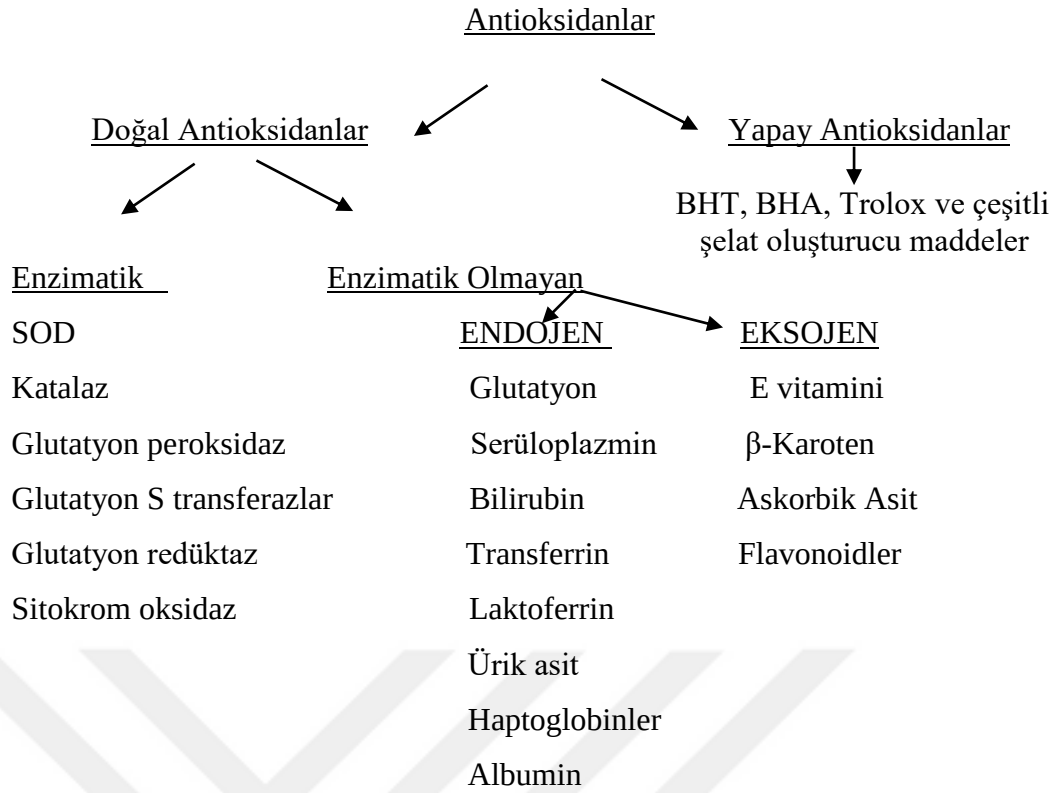
Zincir koparma Etkisi: Oksidanları bağlayarak fonksiyonları engellenmekte ve hemoglobin ile E vitamini tarafından bu etki gerçekleştirilmektedir.

Antioksidanların Sınıflandırılması

Antioksidanlar etki mekanizmalarına göre birincil ve ikincil antioksidanlar olarak 2 gruba ayrılmaktadır (Islam *et al.* 2017; Santos-Sánchez *et al.* 2019; Zeb 2020; Gutiérrez-del-Río *et al.* 2021).

- **Birincil antioksidanlar;** hidrojen vermek suretiyle oksidasyon zincirini kıran ve kararlı radikaller oluşturanlar,
- **İkincil antioksidanlar;** metal çelatlama, birincil antioksidanların yeniden oluşturulması, hidroperoksitlerin parçalanması ve oksijen temizleme (scavenging) gibi çeşitli mekanizmalar aracılığıyla, oksidasyonu yavaşlatmaktadır.

Bir diğer sınıflandırma da antioksidanlar; Şekil 3'te görüldüğü doğal ve yapay antioksidanlar olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır (Dumanović *et al.* 2021; Çelik and İlhan 2023).



Şekil 3. Antioksidanların genel sınıflandırması (Yavaşer 2011)

Doğal Antioksidanlar

Doğal antioksidanlar enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar olarak sınıflandırılmaktadır. Antioksidan sistemleri, birçok enzimatik ve enzimatik olmayan bileşeni içeren karmaşık ağ halindedir.

Enzimatik Antioksidanlar: Hücre içinde çeşitli şekillerde varolan radikallerin bazı enzimler tarafından temizlenmesini sağlar. Pek çok enzim, serbest radikallerin temizlenme sürecine katkıda bulunur. Süperoksit Dismutaz (SOD), Katalaz (CAT), Glutasyon Peroksidaz (GPx), Glutasyon Redüktaz (GR), Glutasyon-S-Transferaz (GST) gibi enzimatik antioksidanlar, bu süreçte önemli rol oynayan yaygın enzimler arasındadır (Yavaşer 2011; Çelik and İlhan 2023).

- Süperoksit Dismutaz (SOD): Süperoksit radikallerini hidrojen peroksit ve oksijen moleküllerine dönüştürerek nötralize etmektedir (Rahman 2007).
- Katalaz: Hidrojen peroksiti su ve oksijene dönüştürerek hücrelerdeki hidrojen peroksit birikimini engellemektedir (Islam *et al.* 2017).
- Glutasyon Peroksidaz (GPx): Hidrojen peroksiti ve organik hidroperoksitleri nötralize ederek hücreleri korumaktadır (Cheeseman and Slater 1993).

Enzimatik Olmayan Antioksidanlar: Enzim yapısında olmayan doğal antioksidanlar, bitki veya hayvan dokularında doğal olarak bulunan veya bitkisel ve hayvansal kaynaklı bileşiklerin pişirilmesi ya da işlem görmesiyle ortaya çıkan maddelerdir. Bu antioksidanlar,

çoğunlukla bitkilerde, mikroorganizmalarda ve bazı hayvansal dokularda doğal olarak bulunmaktadır. Doğal antioksidanların çoğu fenolik bileşiklerdir ve bu grup içinde askorbik asit, tokoferoller, karotenoidler ve flavonoidler yer almaktadır (Yavaşer 2011).

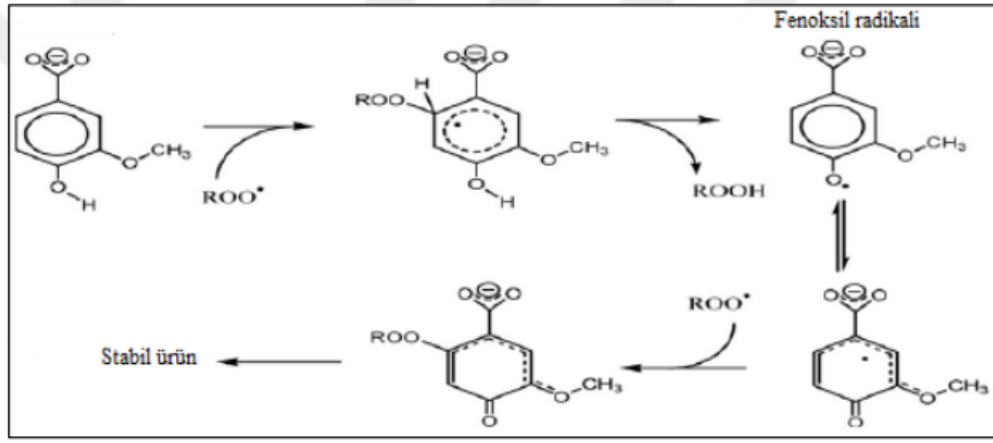
Bunlara verilebilecek bazı örnekler şu şekildedir:

- Glutasyon: Hücrelerde önemli bir antioksidan olan glutasyon, serbest radikalleri doğrudan nötralize ederek oksidatif stresi azaltmaktadır (Islam *et al.* 2017; Santos-Sánchez *et al.* 2019).
- C Vitamini (Askorbik Asit): Hücre içinde ve hücre dışında serbest radikalleri birçok antioksidan ile sinerjistik etki göstererek nötralize etmektedir (Islam *et al.* 2017; Santos-Sánchez *et al.* 2019).
- E Vitamini (Tokoferol): Sahip olduğu yağda çözünbilme özelliğinden dolayı lipid membranlarına entegre olmakta ve gıdaları oksidatif hasara karşı korumaktadır (Islam *et al.* 2017; Santos-Sánchez *et al.* 2019).
- Karotenoidler: Özellikle beta-karoten gibi karotenoidler, gıdaların oksidasyonunun önlenmesi veya geciktirilmesinde etkili olan antioksidanlardır. Hücre zarlarını ve dokuları oksidatif hasara karşı korumaktadırlar (Mikova 2001).

Fenolik Bileşikler

Fenolik bileşikler (fenoller), bir veya daha fazla hidroksil grubu (-OH) içeren organik bileşiklerdir. Fenolik bileşikler, genellikle aromatik halka yapısına sahiptirler ve fenol adı verilen bir bileşiği temel alırlar. Fenol, bir hidroksil grubunun benzen halkasına bağlı olduğu bir bileşiktir. Fenoller, bu temel yapıya bağlı olarak farklı kimyasal ve biyolojik özelliklere sahip olabilir (González-Vallinas *et al.* 2013; Li *et al.* 2014). Bu bileşikler, bitkilerin ve diğer organizmaların büyüme ve savunma mekanizmalarında önemli roller üstlenirler. Ayrıca, birçok fenolik bileşiğin insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri de vardır ve antioksidan özellikleri nedeniyle önem arz etmektedirler (Asensi *et al.* 2011; Haminiuk *et al.* 2012; Silva *et al.* 2023). Fenolik bileşikler genel olarak flavonoidler ve fenolik asitler olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadır (Tablo 5).

Fenolik bileşikler, fenolik hidroksil grupları aracılığıyla bir serbest radikale (R) hidrojen atomu transfer ederek, serbest radikalın eşlenmemiş elektronu fenolik bileşiklerin konjuge aromatik sistemleri ile delokalize edebilir (Şekil 4). Şekilde görüldüğü gibi, serbest radikal'e fenolik bileşikler (POH) tarafından hidrojen atomu verilmesi ile fenoksil radikal ara ürünleri (PO.) oluşmaktadır. Bu ara ürünlerin stabilitelerinin yüksek olmasından dolayı serbest radikal zincir reaksiyonu baskılanmaktadır.



Şekil 4. Serbest radikalın fenolik bileşikler tarafından delokalizasyonu (Altay 2015)

Tablo 5. Fenolik Bileşiklerin Sınıflandırılması (Meral vd 2012)

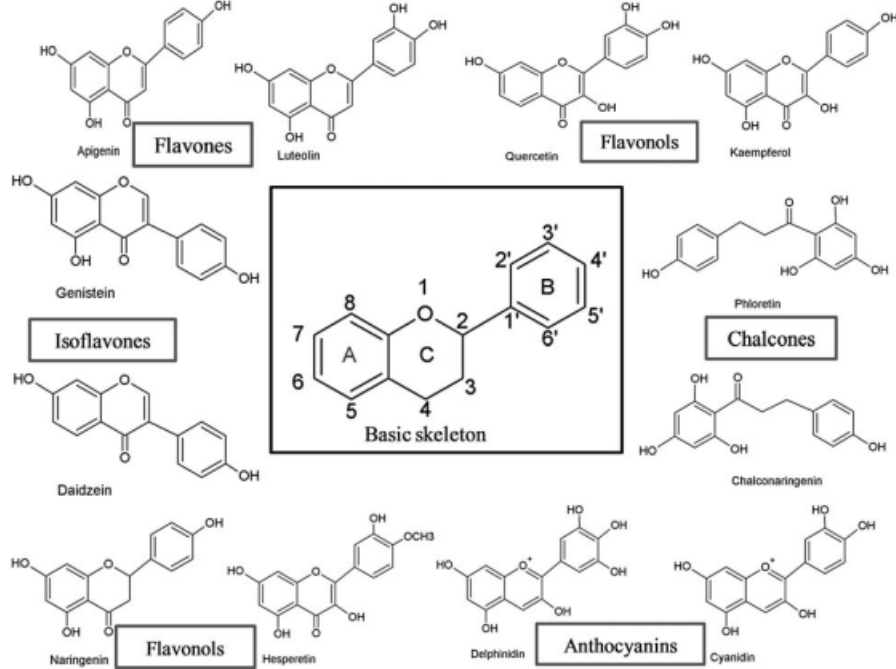
Fenolik Bileşik Adı	Yaygın Örnekler
Flavonoidler	
Antosiyaninler	Depihidin-3-glikozit, siyanidin-3-glikozit, petunidin-3-glikozit, malvidin-3-glikozit
Flavonoller	Kuersetin, kaemferol, kuersatagetin
Flavanoller (Flavan-3-oller)	Kateşin, epikateşin, epikateşin galat, epikateşin-3-gallat
İzoflavonoidler	Genistein, formononotein, diadzein
Flavonlar	Rutin, apigenin, luteolein
Flavononlar	Mirisetin, naringin, naringenin
Fenolik asitler	
Hidroksibenzoik asitler	Gallik asit, siringik asit, total galatlar
Hidroksisinamik asitler	Kafeik asit, ferulik asit, p-kumarik asit
Stilbenler	Resveratrol

a) Flavonoidler

Flavonoidler, bitkilerde yaygın olarak bulunan büyük bir kimyasal bileşik grubudur. Bitkilerin renklerini ve tatlarını belirleyen doğal pigmentlerdir ve aynı zamanda bitkilerin büyüme, savunma ve çevresel streslere karşı korunmasında önemli roller üstlenirler. Flavonoidler, bitkilerin çiçeklerinde, yapraklarında, meyvelerinde, köklerinde ve tohumlarında bulunmaktadır (Khoddami *et al.* 2013; Chen *et al.* 2023) .

Flavonoidlerin yapıları, temel olarak fenolik halka yapısı üzerinde farklı fonksiyonel grupların bulunmasıyla karakterize edilir (Averilla *et al.* 2019). Bu farklı yapılar, flavonoidlerin çeşitli biyolojik etkilerini belirlemektedir. Flavonoidlerin temel yapıları, genellikle 15 karbon atomu ve 2 benzen halkasından oluşan bir C₆-C₃-C₆ yapısıdır. Şekil 5'te kimyasal yapıları görülmekte olan flavonoidler B halkasının C halkasında hangi karbon atomunu bağlandığına ve C halkasının doymamışlık ve oksidasyon derecesine bağlı olarak değişiklik göstermekte ve buna göre alt gruplara ayrılmaktadır (Kahraman vd 2002; Panche *et al.* 2016; Suna ve Ayaz 2019). Örneğin; B halkası C halkasının 3. pozisyonuna bağlı ise isoflavon; 4. pozisyona bağlı

ise neoflavonoid olarak adlandırılmaktadır. Eğer, B halkası C halkasının 2. pozisyona bağlı ise C halkasının yapısal özelliklerine göre flavonlar, flavonoller, flavanonlar, kateşinler, antosiyaninler ve kalkonlar olarak isimlendirilmektedir (Panche *et al.* 2016; Suna ve Ayaz 2019).



Şekil 5. Flavanoidlerin kimyasal yapıları (Panche *et al.* 2016)

Flavanonlar: Narenciye meyvelerinde özellikle meyvenin pulp kısımlarını ayıran membranlarda ve beyaz olan iç kabuğunda fazlaca bulunmaktadır (Suna ve Ayaz 2019). Flavonoidlerin temel yapısında bir keton grubu ($C=O$) olan alt gruptur. Flavanonlar da, diğer flavonoidler gibi iki aromatik halka yapısına sahiptir. Bu halkalardan biri A halkası olarak adlandırılırken, diğeri B halkasıdır. Bu halkalar arasında bağlantı, C halkası olarak bilinen bir karbon zinciri ile sağlanmaktadır. Flavanonların en belirgin kimyasal özelliklerinden biri, C halkasının 4 numaralı karbon atomunda bulunan bir keton grubudur ($C=O$). Bu keton grubu, flavanonları diğer flavonoidlerden ayıran temel farktır ve flavanonların farklı biyolojik etkilere sahip olmalarını sağlamaktadır (Iwashina 2013; Silva *et al.* 2023).

Flavonoller: Flavonoller, fitokimyasallar olarak da adlandırılan bitki bileşikleridir ve soğan, çay, kırmızı üzüm kabuğu ve turuncgiller gibi birçok bitkide bulunurlar. Flavonollerin, C halkasında 2 ve 3. konumlar arasında bir çift bağ ve 4. konumda bir keton grubu bulunmaktadır. C halkasında 3 numaralı karbon atomunda bir hidroksil grubu (OH) bulunmaktadır ve bu şekilde flavonlardan ayırt edilmektedir (Panche *et al.* 2016; Silva *et al.* 2023).

Flavonlar: Kereviz, maydanoz, kırmızıbiber, papatya ve nane gibi bitkiler flavonların başlıca kaynakları arasındadır. Bu bileşiklerin C halkasında 2 ve 3. konumlar arasında bir çift bağ ve 4. konumda bir keton grubu bulunmaktadır (Panche *et al.* 2016; Silva *et al.* 2023).

İzoflavonoidler: İzoflavonlar flavonların izomeri olup, aromatik B halkasının, C halkasındaki 3. karbon atomuna bağlanmasıyla oluşmaktadır. Soya fasulyesi ve soya fıstığında bulunmaktadır (Cemeroğlu 2009).

Flavanoller (kateşinler): C halkasında 3 nolu karbon atomuna bağlı bir hidroksil grubu içermektedirler ve 2. ve 3. pozisyonlardaki karbon atomları arasında çift bağ içermemektedirler. Kateşinler, özellikle yeşil çay, siyah çay, kırmızı üzüm kabuğu ve bazı meyvelerde bol miktarda bulunan doğal antioksidanlardır (Panche *et al.* 2016; Silva *et al.* 2023).

Antosiyaninler: Antosiyaninler, genellikle kırmızı, mavi ve mor renklere sahip olan meyve, sebze ve bitki dokularında bulunan suda çözünebilir, doğal pigmentlerdir (Nizamlioğlu ve Nas 2010). Bu bileşikler, antosiyanidin adı verilen ve temel yapısını 2-fenilbenzopirilium (flavilium katyonu) içeren fenolik bileşiklerden türemektedir (Zilic *et al.* 2016). Aglikon kısmını oluşturan fenolik bileşiklerin molekülündeki hidroksil gruplarının sayısı arttıkça mavi renk, metoksi gruplarının sayısı arttıkça kırmızı renk artmaktadır (Kong *et al.* 2010). Antosiyaninlerin antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, antienflamatuar, antialerjik, antimutajenik, antikanserojenik ve antidiyabetik etkileri olduğu bildirilmiştir (Ghosh and Konishi 2007). Bu bileşikler, antioksidan aktivitelerinin yanı sıra renk ve tat üzerinde olumlu etkileri nedeniyle çeşitli gıda ürünlerinde doğal renklendirici olarak kullanılmaktadır (Cemeroğlu 2009).

Kalkonlar: Kalkonlar flavonoidlerin bir alt sınıfıdır. Bu grup kimyasal yapısında C halkasının bulunmaması ile karakterize edilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı açık zincirli flavonoidler olarak da isimlendirilmektedirler. Kalkonlar domates, armut, çilek ve bazı buğday türlerinde yer almaktadır (Panche *et al.* 2016; Chen *et al.* 2023).

b) Fenolik asitler

Fenolik asitler, fenolik bileşiklerin bir alt grubudur ve fenol halkasına bağlı olan bir karboksil grubu (-COOH) içeren organik bileşiklerdir. Bu karboksil grubu, fenolik asitlere bir asidik özellik kazandırmakta ve su içerisinde iyonlaşmalarını sağlamaktadır. Fenolik asitler, doğal olarak bitkilerde ve bazı gıda maddelerinde bulunmaktadırlar (Manach *et al.* 2005; Scalbert *et al.* 2005; Kampa *et al.* 2007; Lang *et al.* 2024).

Hidroksibenzoik asitler

C6-C1 fenilmetan yapısında olan hidroksibenzoik asitler (veya hidroksibenzoatlar), genellikle bitkisel gıdalarda iz düzeyde bulunmaktadır. Bu asitler, bir benzen halkası üzerine bağlı olan ve çeşitli sayılarda hidroksil (-OH) gruplarına sahip olan bileşiklerdir. Hidroksibenzoik asitler, bitkilerde, meyvelerde, sebzelerde ve bazı mikroorganizmalarda doğal olarak bulunurlar. Gıda sanayiinde, koruyucu maddeler veya antioksidanlar olarak kullanıldıkları gözlemlenmiştir. Gallik asit, salisilik asit, m- hidroksibenzoik asit, vanilik asit hidroksibenzoik asitlerin yaygın örnekleri arasındadır (Balasundram *et al.* 2006; Silva *et al.* 2023).

Hidroksisinamik asitler

Hidroksisinamik asitler, fenilpropan C6-C3 yapısında bulunurlar. Fenilpropan halkasına bağlanan OH grubunun konumu ve yapısına göre özellikleri değişmektedir. Kafeik asit, ferulik asit, p-kumarik asit ve o-kumarik asit yaygın örnekleri arasında yer almaktadır (Çağlar ve Demirci 2017; Lang *et al.* 2024).

Fenolik asitlerin yaygın örnekleri şunlardır:

1. Salisilik Asit: Aynı zamanda beta-hidroksi benzoik asit olarak da bilinir. Ağrı kesici ve ateş düşürücü özellikleri nedeniyle tıbbi alanda kullanılır. Aynı zamanda bazı cilt bakım ürünlerinde de bulunabilir (Lang *et al.* 2024).
2. Kafeik Asit: Kahve, yeşil çay ve meyvelerde bol miktarda bulunan bir fenolik asittir. Antioksidan özellikleri vardır ve hücre hasarını azaltmaya yardımcı olabilir (Scalbert *et al.* 2005; Lang *et al.* 2024).
3. Gallik Asit: Birçok bitki, meyve ve yaprakta bulunurlar. Antioksidan özellikleri nedeniyle sağlık açısından faydalı etkilere sahiptirler (Santos *et al.* 2013; Verma *et al.* 2013; Lall *et al.* 2015; Lang *et al.* 2024).
4. Ferulik Asit: Tahıllar, meyveler ve sebzelerde bulunan bir fenolik asittir. Antioksidan etkilerinin yanı sıra anti-enflamatuar ve kardiyoprotektif etkileri olduğu düşünülmektedir (Mojzer *et al.* 2016; Pazo-Cepeda *et al.* 2021; Fang *et al.* 2023).

Fenolik asitlerin insan sağlığı üzerinde çeşitli potansiyel faydaları vardır. Antioksidan özellikleri, hücre hasarını ve oksidatif stresi azaltarak sağlığı destekleyebilir. Aynı zamanda anti-enflamatuar özellikleri nedeniyle bağışıklık sistemi fonksiyonlarını iyileştirebilirler. Fenolik asitler, hidroksil ve peroksil radikalleri, süperoksit anyonu ve peroksinitritler üzerinde etkili olan önemli serbest radikal temizleyicileridir (Lall *et al.* 2015; Jiang *et al.* 2021). Bu

bileşiklerin antioksidan aktiviteleri, aromatik halkalarda bulunan hidroksil grubu sayısına, bu grupların bağlanma yerleri ve pozisyonlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Sroka and Cisowski 2003).

Yukarıda bahsedilen bileşiklerin yanı sıra; tanenler, sülfür içeren bileşikler, terpenler, alkaloidler ve asitlenler de yüksek biyolojik aktiviteye sahip olan sekonder metabolit gruplarıdır ve bitkilerde yaygın olarak bulunmaktadır (Crozier *et al.* 2006).

Yapay Antioksidanlar

Gıda endüstrisinde oksidatif bozunmaları önlemek için butillenmiş hidroksianisol (BHA), butillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve tersiyer bütıl hidrokinon (TBHQ) gibi sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Bu sentetik antioksidanlar, tereyağı, fırın ürünleri, dondurma, sakız gibi çeşitli gıda ürünlerinin korunmasında ve gıda ambalajlama da yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapay antioksidanlar, doğal antioksidanlara oranla daha ucuz olmaları sebebiyle ve etkinliklerinin daha fazla olması nedeniyle tercih edilmektedir (Bulca 2014). Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda sentetik antioksidanların sağlık açısından risk oluşturduğu, çeşitli hastalıklara sebep olduğu, karsinojenik ve teratojenik etki gösterebildiği ifade edilmektedir (Naveena *et al.* 2008; Çoban ve Patır 2010; Bulca 2014).

Yapay gıda katkı maddelerinin insan sağlığına zararlı olması etkileri, tüketicileri gıda endüstrisindeki doğal katkı maddelerine yönlendirmiştir. Çünkü doğal katkıların daha güvenilir olduğuna ve sağlık üzerinde olumlu etkileri olduğuna inanılmaktadır. Son yıllarda, tüketici beklentileri yapay katkı maddeleri içermeyen doğal ve organik ürünlere odaklanmıştır. Bu nedenle, gıdalarda kullanılan katkı maddeleri yerine doğal antioksidan bileşiklerin tercih edilmesi, tüketici beklentilerini karşılamak ve sağlığa olumlu etki yapmak için bir strateji olarak benimsenmiştir. Ayrıca, kullanılan sentetik antioksidanların sağlığa zararlı etkileri nedeniyle, araştırmacılar çalışmalarını bitkilerde bulunan doğal antioksidanlar üzerine yoğunlaştırmaktadır (Deveci vd 2016).

Çalışmada Kullanılan Bitkiler

Fitokimyasallar gibi değerli bileşenleri içeren meyve çekirdekleri, kabukları ve diğer gıda sanayii atıkları, gelecek vaat eden bir yaklaşım olup ekonomik potansiyellerini artırarak çevre kirliliğini azaltabilir ve gıda, hayvan yemi, renklendirici, kozmetik ve ilaç endüstrileri gibi çeşitli alanlarda değerlendirilebilir (Erdoğan vd 2022).

Yeşil çay

Çay yaprağı, sağlık üzerinde birçok olumlu etkisi olan biyoaktif bileşiklerden polifenoller açısından zengin bir bitkisel materyaldir (Elmas ve Gezer 2019; Yan *et al.* 2020). Bu konuda yapılan çok sayıda araştırmada çay polifenollerinin antioksidan antimutajenik, antikarsinojenik ve antibakteriyel özelliklerinin olduğu ve bu özelliklerinden dolayı sağlık üzerinde olumlu etkilerinin olduğu ortaya konmuştur. Hasat edilen taze yapraklardaki fenolik maddelerin oksidasyon derecesi ve işleme esnasındaki fermentasyona bağlı olarak, duyuşsal ve bileşimsel farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Günümüzde siyah çay, oolong çayı, yeşil çay ve beyaz çay gibi çay çeşitleri bulunmaktadır (Yan *et al.* 2020; Kadioğlu ve Öztürk 2021). Çay doğrudan içecek olarak tüketiminin yanı sıra son yıllarda, antioksidan özelliklerinden dolayı diğer gıda maddelerine katılarak farklı gıda maddelerinin üretilmesi sağlanmaktadır (Ünalın 2022).

Yeşil çay, *Camellia sinensis* bitkisinin yapraklarından elde edilen bir çay çeşididir. Yeşil çay, aynı bitkiden elde edilen siyah çaydan farklı olarak yapraklar hasat sonrası ısı ya da buhar uygulamasına tabi tutulmaktadır (Senanayake 2013; Ananingsih *et al.* 2013). Bu sayede yapraktaki flavanollerin koyu polifenolik bileşiklere dönüşümünü sağlayan polifenol oksidaz enziminin inaktive edilmesi sağlanmaktadır (Gümüş ve Küçükersan 2016). Yeşil çay polifenollerden (%30 kateşinler ve %6 diğer polifenoller), kafein (%3), protein (%12) karbohidrat bileşikleri (%11), lipitler (%3) ve diğer bazı çeşitli bileşenlerden oluşmaktadır (Rashidinejad *et al.* 2021). Yeşil çay yaklaşık %80-90 kateşin içeren flavanol bileşikleri (300-400 mg/g) olmak üzere polifenolik bileşikler bakımından zengindir (Gümüş ve Küçükersan 2016; Kadioğlu ve Öztürk 2021; Rashidinejad *et al.* 2021). Yeşil çay, çay kateşinleri olarak da bilinen fonksiyonel polifenoller bakımından zengin olması nedeniyle hem sağlık hem de antioksidan özellikleri bakımından ön plana çıkmaktadır (Ananingsih *et al.* 2013; Lorenzo and Munekata 2016; Bora *et al.* 2018). Yeşil çay içerisindeki temel kateşinler (–)-epikateşinler (EC), (–)-epigallokateşin (EGC), epikateşin gallat (ECG) ve (–)-epigallokateşin gallatdır (EGCG) (Perumalla and Hettiarachchy 2011; Gümüş ve Küçükersan 2016; Kadioğlu ve Öztürk 2021). Yeşil çayda bulunan polifenolik bileşikler (esas olarak flavanoidler) çok sayıda gıda uygulamasında hidrojen donörleri, indirgeyici ajanlar, yeni oluşan oksijen söndürücüler ve metal iyonlarının şelatlanması gibi çeşitli şekillerde hareket etmelerini sağlayan redoks potansiyellerinden dolayı antioksidan özellikler göstermektedir (Perumalla and Hettiarachchy 2011; Gümüş ve Küçükersan 2016). Yeşil çay polifenollerinin antioksidan aktivitesi, kimyasal yapılarında bulunan aromatik halkalar ve hidroksil gruplarındaki kombinasyondan

kaynaklanma ve bu hidroksil gruplarının serbest radikalleri bağlamasına atfedilmektedir (Senanayake 2013).

Gıdaların muhafazası ve özelliklerinin geliştirilmesinde yeşil çay kullanılmaktadır. Yeşil çay antioksidan özellikleri nedeniyle çeşitli gıda formülasyonlarında kullanıldığında raf ömrünü uzattığı bildirilmektedir (Senanayake 2013). Çay kateşinlerinin gıda maddelerinin saklanması (domuz eti, bitkisel yağlar, balık yağı, gıda emülsiyonları ve hayvansal yağlar) α -tokoferole eşdeğer veya daha yüksek düzeyde antioksidan etki gösterdiği ifade edilmiştir. Sürülebilir yağ ürünlerinde yeşil çayın yüksek kateşin içeriğinden dolayı oldukça etkin özellikte olan sentetik antioksidan TBHQ ile karşılaştırılabilir antioksidan aktivite gösterdiği ve daha az maliyetli olduğu bildirilmiştir (Gümüş-Bonacina 2022).

Yeşil çay ekstraktının (YÇE) bisküvi lipid fraksiyonunun oksidatif stabilitesi üzerindeki etkisini araştırıldığı çalışmada, YÇE'nin antioksidan aktivitesi, yaygın olarak kullanılan sentetik antioksidan BHA ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada %1 oranında YÇE ilavesi bisküvi lipidi üzerinde önemli düzeyde bir antioksidan etki sağladığı ve BHA'ya kıyasla hidroperoksit oluşumunu daha yüksek oranda inhibe ettiği bildirilmiştir. Ayrıca, depolamadan sonra doğal antioksidanla işlenmiş bisküviler, BHA'lı numunelere kıyasla daha yüksek bir genel kabul edilebilirlik puanı aldığı ifade edilmiştir (Mildner-Szkudlarz *et al.* 2009).

Adaçayı

Adaçayı (*Salvia officinalis*) Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyasına ait aromatik bir bitkidir. Çok sayıda türü olduğu bilinen adaçayı ilaç ve kozmetik endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmakla beraber son yıllarda gıda endüstrinde de kullanılmaktadır (Kivrak *et al.* 2009). Adaçayının antimikrobiyal, antioksidan özelliklerinin olduğu ve çeşitli hastalıkların iyileştirilmesinde etkili olduğu ifade edilmektedir (Delamare *et al.* 2007; Kivrak *et al.* 2009; Martins *et al.* 2015; Ilić *et al.* 2023). Antioksidan özelliklerinin içerdiği karnozol, karnosik asit ve rosmarinik asit ve kafeik asit türleri gibi fenolik bileşenlerden ileri geldiği düşünülmektedir (Farhat *et al.* 2014; Martins *et al.* 2015). Adaçayının lipid peroksidasyonunu engelleme, metal iyonları azaltma ve serbest radikalleri uzaklaştırma gibi özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir (Farhat *et al.* 2014). Yapılan bir çalışmada adaçayının lipid oksidasyonu üzerinde BHT'den daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği ve esansiyel yağlarının *Bacillus subtilis* and *B. cereus* üzerinde yüksek antibakteriyal etki gösterdiği görülmüştür (Kivrak *et al.* 2009).

Kuşburnu Çekirdekleri

Kuşburnu (*Rosa canina L.*), Rosaceae familyasının Rosoideae alt familyasına ait olan çok yıllık bir bitkidir. İklim koşullarına oldukça dayanıklı bir meyve olan kuşburnu, 3-5 m yüksekliğindeki ağaçlarda yetişmektedir (Okçu vd 2017; Mannozi *et al.* 2020). Gövde ve dalları genelde dikenli olup, çiçekleri beyaz ve pembe olan kuşburnunun şekli ise yuvarlağımsı olup sarı, kırmızı veya turuncu renklidir. Meyve içerisi ise tüylüdür ve meyve içi çok sayıda sert çekirdek ile doludur. Çoğunluğu kabuktan (%71) oluşsa da meyvenin çekirdek kısmında yaklaşık olarak %29 oranındadır ve meyvenin ağırlığı 1,25–3,25 g arasında değişmektedir (Okçu vd 2017; Koca *et al.* 2018; Turan *et al.* 2018; Mannozi *et al.* 2020). Kuşburnu; yüksek miktarda C vitamini, A provitamini özelliği olan karoten, B ve K vitaminlerini içermektedir. Kuşburnu meyveleri; polifenol, biyoflavonoid, karotenoid, tokoferol, vitamin, mineral, amino asit, şeker, organik asit, pektin ve uçucu yağlar açısından zengin bir kaynaktır (Çınar ve Çolakoğlu 2004; Mazzara *et al.* 2023). Kuşburnunda floroglusinol, kuersetin, gallik asit, kafeik asit başlıca bulunan fenolik bileşikler olup, bunların yanında az miktarda kateşin, resveratrol ve klorojenik asit de bulunmaktadır. Kuşburnu antioksidan, antikanserojen, antienflamatuar ve anti-obezite etkilere sahiptir (Erdem vd 2021; Mladenova *et al.* 2023). Bu etkilerin bileşimde yer alan C vitamini, tokoferoller, fenolik bileşikler, karotenoidler, organik asitler ve esansiyel yağ asitleri gibi besin öğelerine bağlı olduğunu gösteren çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Ercişli 2007). Kuşburnu çekirdeğinde kuru madde (%91,84–92,24), protein (%6,89– 8,64), kül (%1, 90– 2,09), askorbik asit (0,22–0,44 mg/100 g), yağ (%6,92–8,60) ve eterik yağ (%2–3) bulunduğu belirtilmektedir ve lif içeriği oldukça yüksektir (%30) (Koca *et al.* 2018). E vitamini ve yağ açısından meyve kısmına nazaran daha zengin olan kuşburnu çekirdeğinin yağında α - ve γ -tokoferol, fosfotidilkolin, fosfotidilinozitol, fosfotidiletanolamin, β -sitosterol, palmitik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik asit tespit edilmiştir (Mannozi *et al.* 2020). Kuşburnu çekirdeğinin yağı, linoleik asidin yanı sıra daha fazla doymamış yağ asidi içermediği için oksidasyon stabilitesi yüksektir ve aynı zamanda tat ve aroma bozulmalarına karşı dirençlidir (Okçu vd 2017; Erdoğan vd 2022).

Nar kabuğu

Nar *Punicaceae* familyasının *punica* cinsine ait olup çok fazla çeşite sahip olup en yaygın türü *Punica granatum*'dur. Nar tropik ve subtropik iklimlerde yetişen çok yıllık bir bitkilerdendir. Bilinen en eski meyveler arasındadır ve binlerce yıldır yaygın olarak tüketilmektedir (Turgut ve Seydim 2013). Nar iri, küresel ve üstten hafif basık bir meyve olup meyvenin içinde çok sayıda çekirdek bulunmaktadır. Narın dış yüzeyi derimsi yapıda olan 1-5 mm kalınlığında değişen, sarımsı veya kırmızı renkli bir kabukla kaplıdır. Meyvenin yenen

kısmı olan ve meyvenin %52'sini teşkil eden daneler; meyve eti (%78) ve çekirdekten (%22) oluşmaktadır. 100 g nar tanesi %79 su, %18 karbohidrat, %1,1 protein ve %0,9 yağ içermekte ve danelerin 100 g'ının yaklaşık 70 kcal/100 g enerji verdiği belirtilmektedir (Baysal ve Taştan 2018). Meyvenin yenilemeyen kısmı olan nar kabuğu ise meyvenin ağırlığının yaklaşık %48'ini oluşturmaktadır (Singh *et al.* 2018).

Nar içerdiği protein, yağ, karbohidrat, fenolik madde, vitamin ve mineraller açısından oldukça zengin bir meyve olup, içerdiği bileşenlerin sağlık üzerinde çok sayıda olumlu etkileri vardır (Bölek 2020). Narın tüm kısımları, tanenler, flavonoller, antosiyaninler ve fenolik ve organik asitler gibi fitokimyasal bileşikler içermektedir (Sreekumar *et al.* 2014). Nar meyvesi antiaterojenik, antidiyabetik, antioksidan, antiinflamatuvar, antibakteriyel, antikanserojenik, antihipertansif ve antiviral aktivitelere sahiptir (Alsataf *et al.* 2021; Ranjha *et al.* 2021). Nar meyve olarak tüketilmesinin yanı sıra meyve suyu, jöle, marmelat üretimi gibi çeşitli şekillerde tüketilmektedir. Ancak meyvenin yenilemeyen kısmı olan ve yaklaşık yarısını oluşturan nar kabuğu atık olarak kalmaktadır. Nar kabuğunun besin bileşimi incelendiğinde mineraller, vitaminler, kompleks polisakkaritler, indirgen şekerler, β -karoten ve lif gibi makro ve mikro besin maddelerini içerdiği ve bu özelliklerinden dolayı gıda ürünlerinde kullanılabilirliği araştırılmaktadır (Bölek 2020). Nar kabuklarının proantosiyanidinler, flavonoidler ve tanenler yönünden oldukça zengin olduğu bildirilmiştir. Ayrıca nar kabuğunun antioksidan ve antimikrobiyal etkisinin meyvenin diğer kısımlarına göre daha yüksek olduğu araştırmalarda ortaya konulmuştur (Karthikeyan and Vidya 2019; Chen *et al.* 2020). Nar kabuğu ekstraktının bitkisel yağların stabilizasyonu için doğal antioksidan olarak kullanılabileceği ve böylece sentetik antioksidanların yerini alabileceği düşünülmektedir. Nar kabuğu, ellagitanninler, ellagik asit, punikalın ve punikalagin izomerleri gibi hidrolize edilebilir tanenlerin yüksek düzeyde içermektedir. Bu bileşiklerin serbest radikal süpürücü etkilerinin olduğu ve gıdalarda lipid oksidasyonunu etkili bir şekilde inhibe etme kapasitesine sahip olduğu ifade edilmektedir (Li *et al.* 2006).

Nem

Tahılların depolanmasında temel hedef, tanenin taze hububattaki besin maddelerini ve işleme değerini mümkün olduğunca uzun süre korumaktır. Bu amaçla, tahılların hasat sonrası fizyolojik özellikleri ile depolama sürecinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişikliklerin bilinmesi büyük önem taşımaktadır (Dizlek 2012).

Tam buğday unlarının depolama sürecinde bileşimlerinden dolayı, küf ve bakteri gelişmesine bağlı olan mikrobiyal bozulmalar, böceklenme, hidrolitik ve oksidatif reaksiyonlar sonucu oluşan ransidite gibi olumsuzluklar meydana gelmektedir. Söz konusu olaylar unun

kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Unun depolanmasında nem içeriği, depolama süresi, ortamdaki hava sıcaklığı ve bağıl nem gibi etmenler oldukça önemlidir. Bu faktörler depolama süresini uzatıp kısaltabilmektedir (Alam *et al.* 2007). Tahıllarda ve unlarında mikrobiyal aktivite ve bozunma reaksiyonları %14 nem içeriği ve yukarısında hızlandığından dolayı nem içeriği düştükçe unlarda oluşacak küf-maya gelişimi ve lipit oksidasyonu oluşumu azalmakta ve depolama süresi artmaktadır (Huma *et al.* 2007; Rose *et al.* 2008). Un, yüksek nemli ortamda depolandığında lipitlerde bozulmalar meydana gelmekte ve bu durum aynı zamanda ürünlerin ekmeklik kalitesini de etkilemektedir. Hamurun uzayabilirliğinde azalma, yırtık oluşumu, gaz tutma kapasitesinde düşüş, üretilen ekmeklerde düşük hacim gibi olumsuzluklar meydana gelebilmektedir (Huma *et al.* 2007).

Buğday unu tebliğinde tam buğday ununda izin verilen maksimum nem içeriği %14,5'tir. Buğdayda kalite fonksiyonlarının ve canlılığın devam etmesi için ise nem içeriğinin %7'nin altına düşmemesi gerekmektedir (Elgün ve Ertugay 2012). Bizim çalışmamızda izin verilen bu üst sınırın tam buğday unu için yüksek olduğu düşünülmüş, nem içeriğinin tam buğday ununun stabilizasyonundaki etkilerini ortaya koymak için, üst sınır (%14) ve daha düşük bir değeri (%8) faktör olarak seçilmiştir.

Yıkama

Depolama yapılmadan önce tahıl tanelerine yaş veya kuru temizleme yaparak uygun sanitasyon şartlarının sağlanması depolama süresi üzerinde etkili olmaktadır (Elgün ve Ertugay 2011). Yaş temizleme yöntemi kuru temizlemeye göre daha etkili bir temizlik oluşturarak buğdayın tavlanması aşaması için de bir ön hazırlık sağlamaktadır. Ayrıca yıkama işlemi ile mikrobiyal kontaminasyondan kaynaklanan lipaz aktivitesinin de önlenebileceği düşünülmektedir (De Almeida *et al.* 2014). Ayrıca, buğdaya uygulanan yıkama işleminin toksin konsantrasyonunun azaltılmasında da etkin olduğu bildirilmiştir (Yener ve Köksel 2013). Un sanayinde, çeşitli sebeplerden dolayı buğdaya öğütme öncesi yıkama işlemi kullanılmamakla birlikte suyun bol olduğu bölgelerde ya da kirliliğin fazla olduğu buğdaylarda uygulanmaktadır (MEGEP 2012).

Buğday tanesinin besinsel ve fonksiyonel özellikleri daha üstün olan kabuk ve ruşeym kısımları normal ekmeklik un üretiminde uzaklaştırılarak tek başına kullanılmakta veya hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Rafine un yerine tam buğday unundan üretilen ürünlerin tüketiminin yaygınlaşması toplumun daha sağlıklı olmasını sağlayacaktır. Tam tahıl ürünlerinin yaygınlaştırılmasında tam tahıl unlarının depolama stabilitesinin artırılmasının önemli bir rolü

olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle tam buğday ununun depolama stabilitesini artırmak için neler yapılabilir sorusu ile aşağıda belirtilen amaç ve hedeflere ulaşmanın imkânı araştırılmıştır.

1. Bu çalışmada un sanayinde kullanılmayan ve öğütme öncesinde kuru temizlemeye göre buğdayın ileri derecede temizlenmesini sağlayan yaş yıkama yöntemi kullanılarak öğütme yapılması ve sonrasında elde edilecek tam buğday ununun depolama stabilitesi üzerine etkisinin belirlenmesi,
2. Yapılan literatür taramalarında antioksidan özelliği yüksek olduğu bulgularına rastlanan nar kabuğu, kuşburnu çekirdeği, yeşil çay ve adaçayı gibi bitkisel katkıları kullanılarak tam buğday ununun depolama stabilitesinin artırılması,
3. Literatürde daha önce tam buğday unu eldesinde denenmemiş olan yaş yıkama yöntemi ve depolanmasında kullanılmayan doğal bitkisel katkıların farklı un nem içeriklerinde nasıl etki göstereceklerinin belirlenmesi özellikle yüksek un nem içeriğinde (%14) un bozulması daha hızlı gerçekleştiğinden bu şartlarda koruyucu etkinin gerçekleşmesi,
4. Yapılacak mikrobiyolojik ve kimyasal testlerle hem ürünün mikrobiyal kalitesi hem de oksidatif parçalanma ürünlerinin tespit edilmesi,
5. Tam buğday unu için çalışma koşullarında en uygun depolama şartlarının belirlenmesi,
6. Depolama stabilitesinin artırılmasına yönelik yapılan bu uygulamaların unlarda yapılacak kalite analizleriyle unların ekmekçilik kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi çalışmanın amaçları arasındadır.

Bu amaçlar doğrultusunda ulaşılması planlanan hedefler aşağıda sıralanmıştır.

1. Tüketicilerde olumsuz izlenim bırakmayan buğdaya yıkama uygulanması ve doğal antioksidan özellikte olan bitkisel katkıların ilavesi ile tam buğday ununun depolama stabilitesinin artırılması,
2. Yıkama işleminin ileri derecede temizleme sağlama faydası ve kullanılan bitkisel katkıların proteinler üzerinde meydana getireceği yapısal değişimlerden dolayı tam buğday ununun kalitesinin artırılması,
3. Tam buğday unlarında mikrobiyal yükün kabul edilebilir değerlerin altına düşürülmesi
4. Tam buğday ununun nem içeriğinin, unun depolanmasını ne şekilde etkilediği, bu suretle bu konuda pratik bilgilerin elde edilmesi.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmada tam buğday unu üretiminde kullanılmak üzere orta kuvvette Bezostaya buğday çeşidi Erzurum piyasasından temin edilmiştir (Birlik Un). Bitkisel katkılardan adaçayı ve yeşil çay piyasadan taze olarak temin edilmiştir. Nar kabuğu piyasadan mevsiminde temin edilerek kabukları soyulup kurutulmuş, analiz anına kadar derin dondurucuda (-18 °C) muhafaza edilmiştir. Kuşburnu ise benzer şekilde mevsiminde kırsal pazardan temin edilerek kuşburnu meyveleri kurutulduktan sonra çekirdekleri çıkarılıp, una ilave edilmeden hemen önce taze olarak öğütülüp un eleğinden geçirilerek kullanılmıştır. Ekmek üretiminde kullanılacak olan yaş maya ve tuz Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılacak analitik saflıktaki kimyasallar ve sarf malzemeler Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi Projeleri (BAP) kapsamında temin edilmiştir.

Metot

Tez çalışmasında ilk olarak ön denemelerde kullanılacak buğday (bezostaya) örneği Bühler Tipi (Buhler, Switzerland) laboratuvar değirmeninde öğütülmüştür. Tam buğday unu eldesi için öğütme işleminde ayrılan kepekli fraksiyonlar ince olarak öğütülerek tekrar beyaz una ilave edilmiş ve %100 randımanlı tam buğday unu eldesi sağlanılmıştır. Daha sonra çalışma kapsamında bitkisel katkılar %1, %2 ve %3 seviyesinde nar kabuğu, kuşburnu çekirdeği ve yeşil çay ile %0,5, %1 ve %1,5 seviyesinde adaçayı tam buğday ununa ilave edilerek 40 °C ve %65 nispi nemde 30 gün hızlandırılmış depolama yapılmıştır. Depolamanın 0. ve 30. günlerinde TBA ve antioksidan kapasitesi analizleri yapılarak antioksidan etki bakımından en iyi sonucu veren katkıların ikisi ve en etkili seviyeleri araştırmada kullanılmıştır.

Ön denemelerden sonra buğday örneği öğütmeden önce iki kısma ayrılarak bir kısmı sadece kuru temizlemeye diğer kısmı ise su ile yıkama ve kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Yıkama işlemi, musluk suyu ile devamlı karıştırılarak ve her 5 dakika sonrası su değiştirilerek yıkama suyu berraklaşınca kadar devam edilmiştir. Temizleme işleminden sonra, güneşte kurutulan taneler Bühler Tipi (Buhler, Switzerland) laboratuvar değirmeninde yukarıda anlatıldığı şekilde %100 randımanlı olarak öğütülerek tam buğday unu elde edilmiştir. Elde edilen tam buğday unlarının nem içerikleri, sıcaklık ve nem kontrollü iklimlendirme kabinlerinde (Nüve) istenen seviyelere (%8 ve %14) ayarlandıktan sonra 5 Kg'lık çift katlı polietilen ambalaj ile ambalajlanarak kabinlerde oda sıcaklığında (23±3 °C) depolamaya

bırakılmıştır. Çalışmada, tam buğday unu depolamada, buğdaya yıkama işlemi uygulaması (yıkama var ve yıkama yok), iki farklı un nem içeriği (düşük seviye [%8] ve yüksek seviye [%14]) ve iki farklı doğal bitkisel katkı (adaçayı [%1,5] ve kuşburnu çekirdeği [%2]) ilavesi faktör olarak seçilmiştir. Belirtilen şartlarda hazırlanan tam buğday unu oda şartlarında (23 ± 3 °C) depolanarak depolamanın 0., 30., 90 ve 180. günlerinde aşağıda belirtilen analizlere tabi tutulmuştur. Örneklerin analizinde en az 3 paralel olacak şekilde çalışılmıştır.

Buğdayda Yapılan Analizler

Kullanılan buğday örneğinin; hektolitreye (Kg/hL), bin tane ağırlığı (g) ve tane iriliği (%) analizleri ve renk yoğunluğunun belirlenmesi, Elgün vd (2015)'e göre yapılmıştır. Buğdayın renk değerlerini belirlemek amacıyla Minolta Colorimetre cihazı (Minolta/Japan) kullanılmış ve Uluslararası Aydınlatma Komisyonunun (CIELAB) formülüne göre L, a ve b renk değerleri tespit edilerek değerlendirme yapılmıştır. L: Rengin parlaklığını temsil ederken (0: siyah, 100: beyaz), a: kırmızılık/ yeşilliğin (+60: kırmızı, -60: yeşil) , b: sarılık-maviliğin göstergesidir (+60: sarı, -60: mavi).

Buğdayın nem içeriği nikel kaplara tartılan örneklerin 135 °C'de 2,5 saat boyunca kurutulması sonucunda % cinsinden hesaplanmış (AACC 44-01.01), örneklerde protein tayini Kjeldahl metoduna göre yapılarak (AACC 46-12.01) elde edilen sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir. Kül tayini ise AACC 08-01.01 metodu kullanılarak krozelere tartılan örneklerin etil alkol ile ön muamelesinden sonra 1 gece boyunca 550 °C'de kül fırınında yakılması ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar olarak hesaplanmıştır. Buğdayların yağ içeriği AACC 30-25.01 metodu kullanılarak belirlenmiştir (AACC 2010).

Tam Buğday Ununda Yapılan Analizler

Nem tayini

Tam buğday unlarının nem içeriği nikel kaplara tartılan örneklerin 135 °C'de 2,5 saat boyunca kurutulması ile belirlenmiş ve sonuçlar % cinsinden hesaplanmıştır (Elgün vd 2015).

Renk yoğunluğu ölçümü

Tam buğday unlarının renk değerleri kolorimetre renk cihazı (Minolta/Japan) kullanılarak ve Uluslararası Aydınlatma Komisyonunun (CIELAB) formülüne göre L, a ve b renk değerleri tespit edilerek belirlenmiştir (Elgün vd 2015).

Zeleny sedimentasyon ve beklemeli zeleny sedimentasyon analizi

Örneklerin Zeleny sedimentasyon analizi AACC metoduna (56-61.01) göre gerçekleştirilmiştir. Beklemeli sedimentasyon analizinde, Zeleny sedimentasyon analizindeki işlem basamakları takip edilerek, örneklerle brom fenol mavisi ilave edildikten sonra 2 saat bekletilip ardından analiz yapılmıştır.

Enzim aktivitesi tayini

Unlarda amilolitik aktivite (Falling Number (düşme sayısı)) tayini, FN-1800 cihazı ile (AACC 56-81.04) belirlenmiştir (AACC 2010).

Yaş öz, kuru öz ve gluten indeks değerinin belirlenmesi

Yaş öz miktarı ve Gluten indeks değerinin tespit edilmesi, Glutomatic-2200 yıkama cihazı ve Centrifuge 2015 santrifüj sistemlerini içeren cihazlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir (AACC 38-12.02) Kuru gluten miktarı elde edilen yaş özün Glutork 2020 cihazı ile 150 °C’de kurutulup, tartılmasıyla belirlenmiştir (AACC 2010).

pH tayini

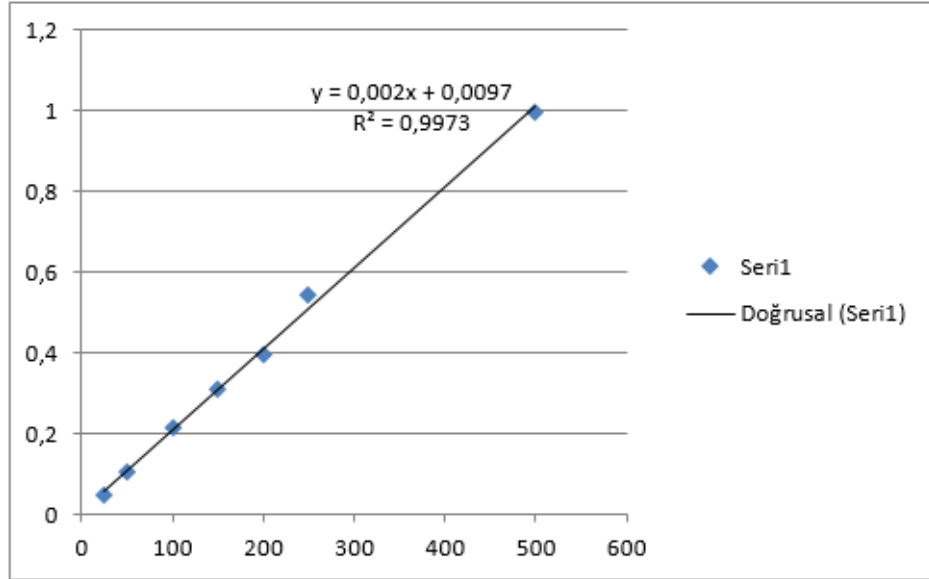
Unlardan alınan 10 g örnek üzerine 100 mL saf su ilave edilerek, 3 dakika karıştırılmıştır daha sonra pH metre ile ölçüm gerçekleştirilmiştir (Elgün vd 2015).

Serbest asitlik tayini

Asitlik tayini için un örneklerinden 10 g alınıp üzerine 50 ml %67’lik etil alkol ilave edilmiş ve 5 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra adi filtre kağıdından süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen süzüntüden 25 ml alınarak, fenolfitalein damlatılmış ardından 0,1 N NaOH ile titre edilmiş ve sonuçlar % cinsinden verilmiştir (Elgün vd 2015).

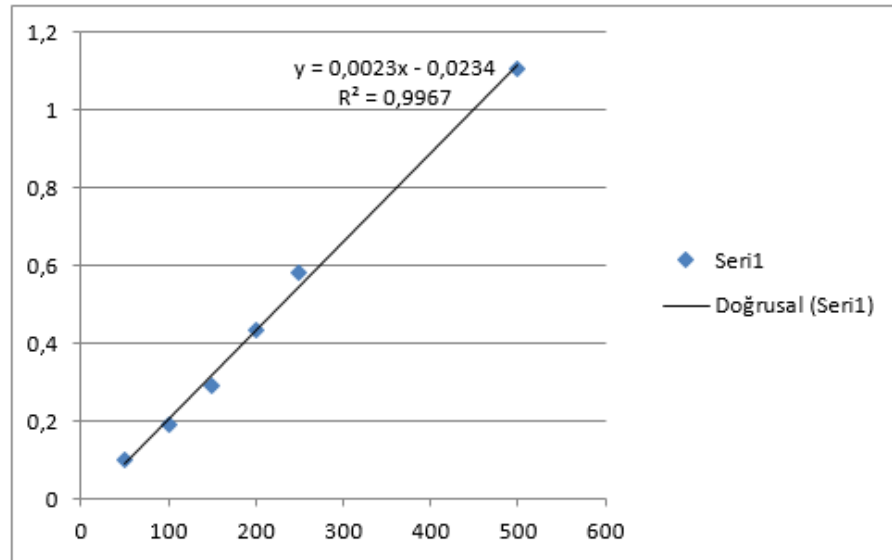
Toplam fenolik madde tayini

Toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesinde, Folin-Ciocalteu Metodu kullanılmıştır. Tam buğday unları (200 mg), asitlendirilmiş metanol ilave edildikten sonra, 2,5 saat boyunca su banyosunda 250 rpm’de çalkalanarak fenolik bileşiklerin ekstrakte edilmeleri sağlanılmıştır. Ekstraksiyon sonrası örnekler 3000 rpm’de 10 dk süre ile santrifüj edilerek elde edilen supernatant toplam fenolik madde içeriğinin tespit edilmesinde kullanılmıştır. Toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesinde elde edilen sonuçlar gallik asit eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir (Gao *et al.* 2002). Gallik asit eğrisini çizmek için 7 farklı konsantrasyonda (25, 50, 100, 150, 200, 250, 500 mg/L) hazırlanmış olan gallik asit standardı kullanılmış olup elde edilen standart gallik asit eğrisi Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Standart gallik asit eğrisi-1

Kuşburnu çekirdeği ve adaçayının toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesinde, öğütülerek toz haline getirilen örneklerden 1 g tartılmış üzerine 30 mL metanol/su ilave edilmiştir. Daha sonra su banyosunda 25 °C’de, 150 rpm de 1 saat boyunca çalkalanmaya bırakılmıştır. Süre sonunda filtre kağıdından süzülerek üstte kalan kısım tekrar 30 mL metanol/su (70:30) ilave edilerek, 25 °C’de, 150 rpm de tekrar 1 saat boyunca çalkalanmaya bırakılıp, süzölmüştür. Süzüntüler birleştirilerek ekstrakt elde edilmiştir. Analiz için 0,1 mL ekstrakt üzerine 3,9 mL saf su ilave edilmiş, folin ve Na₂CO₃ ilave edilerek karışım 5 mL ye tamamlanmıştır. Ardından 40 °C’de 30 dakika boyunca bekletilmiştir ve 760 nm’de absorbans ölçülerek edilen sonuçlar gallik asit eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir (Singleton and Rossi 1965). Gallik asit eğrisini çizmek için 6 farklı konsantrasyonda (50, 100, 150, 200, 250, 500 mg/L) hazırlanmış olan gallik asit standardı kullanılmış olup elde edilen standart gallik asit eğrisi Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Standart gallik asit eğrisi-2

Antioksidan aktivite tayini

Tam buğday unları (200 mg), metanol içerisinde, 2,5 saat süre ile bir çalkalamalı su banyosunda çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon sonrası karışım, 3000 rpm’de 10 dakika süre ile santrifüj edilerek elde edilen supernatant DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikali metodu üzerinden tayin edilmiş olup, sonuçlar % inhibisyon cinsinden ifade edilmiştir (Beta *et al.* 2005). Kuşburnu çekirdeği ve adaçayının antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde toplam fenolik madde analizinde elde edilen ekstraktlar metanol ile seyreltilerek kullanılmış ve DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikali metodu üzerinden tayin edilmiş olup, sonuçlar % inhibisyon cinsinden ifade edilmiştir (Brand-Williams *et al.* 1995).

Peroksit sayısı tayini

Peroksit analizi (AOCS 2003) yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Örneklerin yağı, n-hekzan kullanılarak soxhelet yöntemine göre ekstrakte edilmiş, daha sonra yağa asetik asit/kloroform (3/2) karışımı ilave edilmiştir. Ardından doymuş potasyum iyodür çözeltisi ilave edilerek 1 dk boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra indikatör olarak nişasta ilave edilerek 0,01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titrasyon yapılmıştır. Sonuçlar meqO₂/Kg yağ olarak hesaplanmıştır.

Tiyobarbitürik asit (TBA) sayısının belirlenmesi

TBA sayısı değeri Tarladgis *et al.* (1962) tarafından geliştirilen ve Lemon (1975) tarafından modifiye edilen metot ile tespit edilmiştir. 1 g örnek üzerine 6 mL TCA çözeltisi

ilave edildikten sonra ultra-turrax yardımıyla homojenize edilmiştir. Ardından örnekler filtre kâğıdından süzölmüştür. Elde edilen süzöntüden alınarak eşit miktarda TBA çözöltisi ilave edilmiştir. Ardından hazırlanan örnekler 45 dk kaynayan su banyosunda bekletilmiştir. Süre sonunda soğutulan örnekler 3000 rpm’de 10 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant spektrofotometre de 532 nm dalga boyundaki absorbasns değeri okunmuştur. Sonuçlar µmol m.a/Kg cinsinden verilmiştir.

Maya-küf sayısının belirlenmesi

Un örneklerinden 10 g steril poşetlere tartılarak üzerine 90 ml %0,85’lik fizyolojik tuzlu su ilave edilmiş ve 1 dakika boyunca homojenize edilmiştir. Elde edilen dilüsyon seyreltilmiştir. Hazırlanan dilüsyonlardan alınan 0,1 ml örnek, Patates Dekstroz Agar (PDA) besiyerine yayma yöntemi kullanılarak ekim yapılmış ve petri plakları 30 °C sıcaklıkta 3-5 gün boyunca inkübe edilmiştir (Elgün vd 2015). İnkübasyon sonunda koloniler sayılmış ve seyreltme katsayısı dikkate alınarak sonuçlar logkob/g cinsinden verilmiştir.

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının belirlenmesi

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı için yukarıda bahsedildiği gibi dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 ml alınarak, Plate Count Agar (PCA) besiyerine yayma yöntemi kullanılarak ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan petri plakları, 30 °C sıcaklıkta 3 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır (Baumgart *et al.* 1993). İnkübasyon sonunda koloniler sayılmış ve seyreltme katsayısı dikkate alınarak sonuçlar logkob/g cinsinden verilmiştir.

Hamurda Yapılan Analizler

Farinograf analizi

Farinograf analizi 2 aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada %14 nem esasına göre 300 gram un (katkı kombinasyonları) kullanılarak unun su absorpsiyonu tespit edilmiş olup 2. aşamada ise kurvenin tepe noktasından itibaren 20 dakika daha çizime devam edilmiş ve çizilen farinograf grafiği üzerinden hamurun gelişme süresi, hamur stabilitesi ve yumuşama derecesi değeri AACC 54-21.02 metoduna göre tespit edilmiştir (Elgün vd 2015).

Uzayabilirlik analizi

Un örneklerinden hazırlanan hamurların uzayabilirlik analizinde, Kieffer Dough & Gluten Extensibility Rig (A/KIE) aparatı takılı olan tekstür analiz cihazı (TAXT2-Stable Microsystem, England) kullanılmıştır. Un örneklerinin farinograf analizi sonrasında farinograf küvetinde hazırlanan hamurdan tüm örneklerde standart olacak şekilde alınarak 20 g tartılmış

ve kuruma olmaması için plastik bir kap içerisinde 20 dk süre ile bekletilmiştir. Süre sonunda yuvarlanarak, hamura silindir şekli verilmiş ve parafinlenen mengene yardımıyla 40 dakika boyunca baskıya alınmıştır. Süre sonunda analizin yürütüldüğü koşullar; ön test hızı 2,00 mm/s, test hızı 3,30 mm/s, test sonraki hız 10,00 mm/s, uzama mesafesi 125,00 mm, tetikleme gücü 1,0 g olarak belirlenmiştir ve analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen grafikten hamur direnci, uzama kabiliyeti ve hamur enerjisi değerleri hesaplanmıştır.

Dinamik reolojik özelliklerinin belirlenmesi

Reolojik ölçümler, paralel-plaka geometrisi (25 mm plaka çapı ve 2 mm plaka aralığı) ile donatılmış bir MCR 102 Anton-Paar reometresi (Anton Paar GmbH, Avusturya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farinograf cihazı kullanılarak un örneklerinden hazırlanan hamurlar 20 dk dinlendirildikten sonra plakalar arasına yerleştirilmiş ve hamur 10 dk daha dinlendirildikten sonra teste başlanmıştır. Test süresince hamur kenar yüzeyinden nem uzaklaşmasını önlemek için sıvı parafin kullanılmıştır.

İlk önce, 25 °C sıcaklık, 10 s⁻¹ açısal frekans ve %0,01 ila %10'luk bir gerinim aralığında gerçekleştirilen dinamik bir gerinim taramasıyla lineer viskoelastik bölge (LVR) belirlenmiştir. Hamurlar örneklerinin lineer viskoelastik bölgesini elde etmek için depolama modülü (G') ve kayıp modülü (G'') ile gerinim eğrileri RheoCompass-1.31.70 yazılımı kullanılarak kaydedilmiş ve analiz gerçekleştirilmiştir.

Daha sonra, hamur örneklerinin viskoelastik özelliklerini belirlemek için dinamik frekans tarama testi yapılmıştır. Dinamik frekans taramasında depolama modülünü (G') frekansın fonksiyonu olarak belirlemek için %0,1 gerinimde ve 25 °C sıcaklıkta 1'den 100 rad/s'ye kadar bir frekans taraması yapıldı. G'nün frekansa (z) bağımlılık derecesi ve moleküler etkileşimlerin gücü (K), frekans tarama verilerinin aşağıda belirtilen güç yasası modeline yerleştirilmesiyle elde edilmiştir.

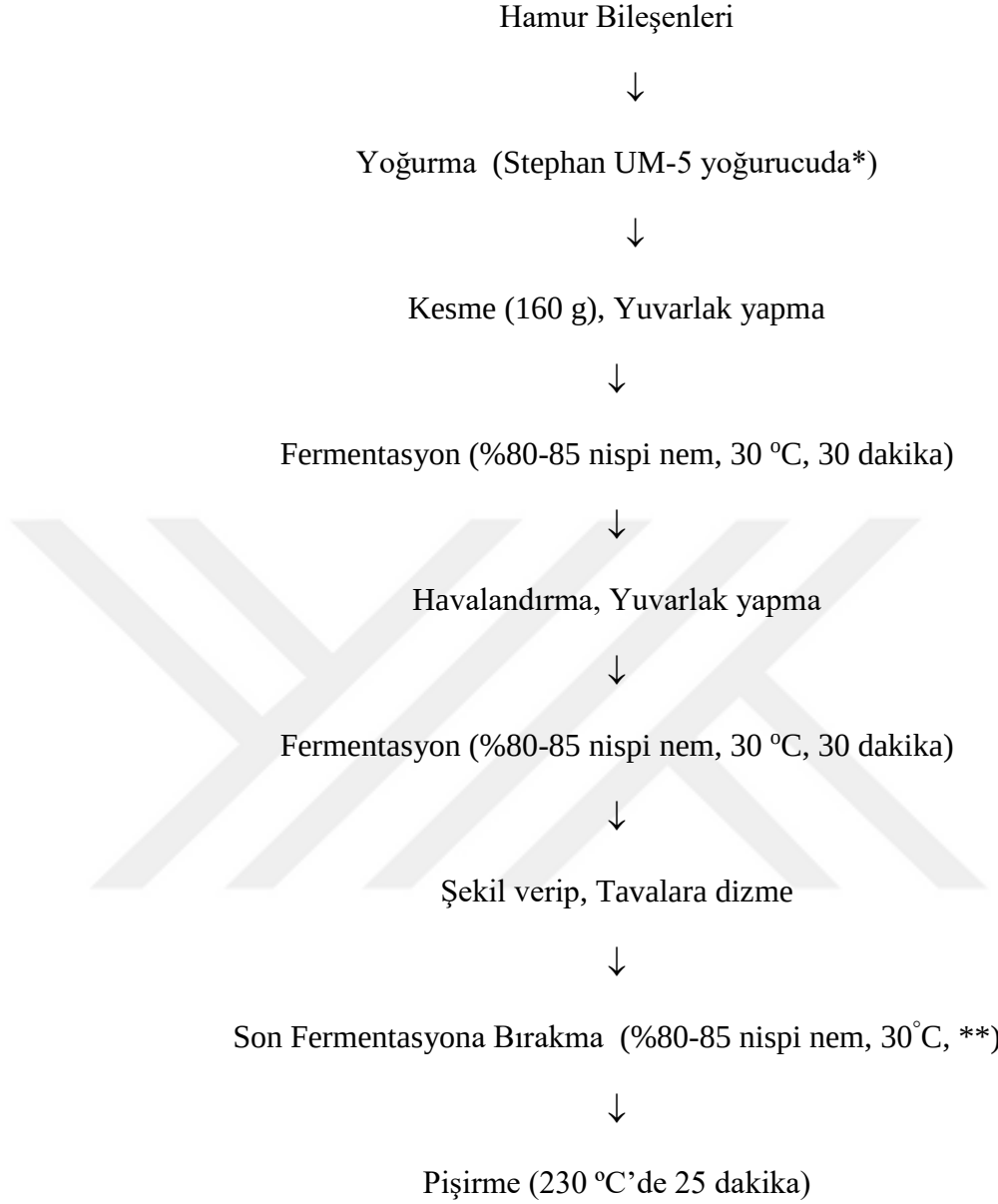
$$G' = K(\omega)^z$$

ω : açısal frekans, z: G'nin frekans taramasına bağımlılık derecesi, K: hamur mukavemeti

Ekmek pişirme denemeleri

Ekmek pişirme denemelerinde direkt pişirme metodu çok az modifiye edilerek (AACC 10-09.01) kullanılmıştır. İşlem esnasında, 100 g un esasına göre tartılan tam buğday unu, farinografda tespit edilen su absorpsiyonunun %2 eksiği su, %1,5 sofr tuzu ve %3,0 yağ

mayadan oluşan formulasyon ve Şekil 8’deki üretim akış şeması kullanılarak tam buğday ekmeği üretilmiştir.



Şekil 8.Tam buğday ekmeği üretim akış şeması

* Her bir formülasyon için yoğurma süresi Farinagrafda “hamur gelişme süreleri” göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

** Son fermentasyon süreleri hamurların “proof yüksekliği” göz önünde bulundurularak belirlenmiş olup süre her örnek için 75 dk’dır.

Ekmekte Yapılan Analizler

Spesifik hacim

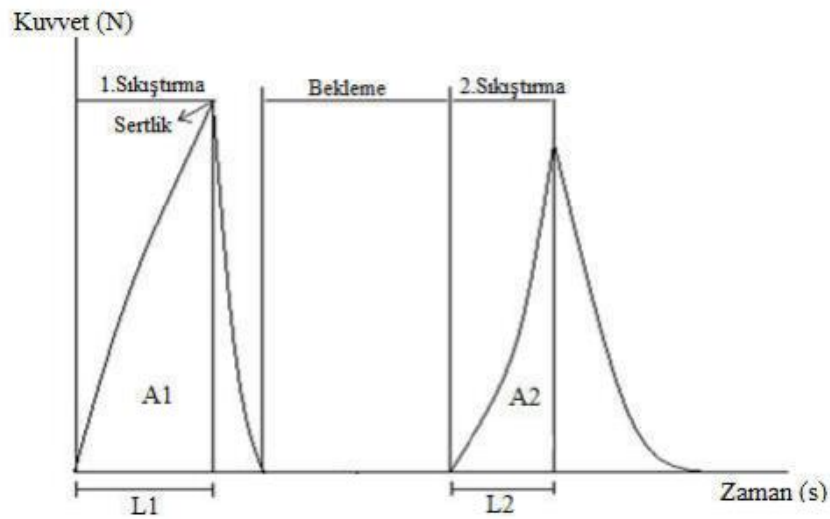
Üretilen ekmekler pişirme sürelerinin ardından oda şartlarında 1 saat soğumaya bırakıldıktan sonra ağırlık ve kolza tohumu ile yer değiştirme esasına göre hacimleri ölçülerek spesifik hacim (AACC 55-50.01) değerleri hesaplanmıştır (AACC 2010).

Renk yoğunluğu ölçümü

Ekmek iç ve kabuğundaki renk yoğunluğu, Minolta Colorimetre cihazı ile direk temas ile ölçülmüş değerlendirmeler Uluslararası Aydınlatma Komisyonunun (CIELAB) formülüne göre yapılmıştır (Elgün vd 2015).

Tekstür profil analizi

Üretilen ekmeklerin tekstür özelliklerinin belirlenmesi için piştikten 12 saat oda sıcaklığında bekletilerek, SMS tekstür analiz cihazı (model TA-Xt.plus, Stable Micro System, England) kullanılarak Tekstür Profil Analizi (TPA) gerçekleştirilmiştir. Ekmeklerin iç kısımlarından özel dilimleme kabında $2,5 \times 2,5 \times 2,5$ cm yükseklik, en ve derinlik olacak şekilde merkezden örnek alınarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen kurveden TPA parametreleri, sertlik(N), kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik(N) değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 9. Tekstür profil analizi grafiği

Duyusal analiz

Ekmeklerin duyusal değerlendirilmesi, Anzaldúa-Morales (1994) tarafından geliştirilen metoda göre gerçekleştirilmiştir. Panelistler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesinde öğretim elemanlarından seçilmiş ve panelist sayısı 25–30 olarak belirlenmiştir. Örnekler panelistlere rastgele olarak, 3 basamaklı rakamlarla numaralandırılarak sunulmuştur. Panelistlerden

ekmekleri beğeni derecelerine göre 1-5 arasında puanlamaları istenilmiştir. Örnekler hacim, gözenek yapısı, renk, tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmeye tabi tutulmuştur.

İstatistiksel analizler

Analizlerde elde edilen veriler, SPSS, (SPSS for Windows Release 10.0.1, 1999) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerde varyans analizi yapılmış olup, varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak karşılaştırılmıştır.



ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Buğdayda Yapılan Analiz Sonuçları

Araştırmada kullanılan buğday örneğinin bazı temel özellikleri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Buğday Örneğinin Hektolit, Bin Tane, İrilik Dağılışı, Renk, Nem, Protein, Kül ve Yağ Değerleri

Analizler	Sonuçlar		
Hektolit (Kg/hL)	80,81		
Bin tane (g)	36,7		
İrilik Dağılışı (%)	2,8 mm	2,5 mm	2,2 mm
	77	18	5
Renk	L	a	b
	83,69	1,79	14,33
Nem (%)	11		
Protein (%)	12,6		
Kül (%)	1,53		
Yağ (%)	2,42		

Hızlandırılmış Depolama Sonuçları

Araştırmanın ilk aşamasında, tam buğday ununa ilave edilecek bitkisel katkıları ve en uygun ilave miktarını belirlemek amacıyla, tam buğday ununa %1, %2, %3 seviyelerinde nar kabuğu, yeşil çay ve kuşburnu çekirdeği ile %0.5, %1, %1.5 seviyelerinde adaçayı ilave edilerek hızlandırılmış şartlarda 30 gün depolanmıştır. Depolamanın 0 ve 30. günlerinde, tam buğday unlarında Tiyobarbitürik Asit (TBA), toplam fenolik madde (TFM) ve antioksidan aktivite analizleri yapılarak elde edilen veriler en uygun bitkisel katkı ve kullanım seviyesinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Depolamanın 0 ve 30. günlerinde yapılan Tiyobarbitürik Asit (TBA) değeri, toplam fenolik madde (TFM) ve antioksidan aktivite analizlerine ait ortalamalar Tablo 7’de, varyans analiz sonuçları Tablo 8’de, TBA analizine ait katkı çeşidi x katkı seviyesi etkileşimini Şekil 10’da verilmiştir.

Tablo 7. Farklı Seviyelerde Bitkisel Katkılar İlave Edilen Tam Buğday Ununun Depolama Süresince Yapılan TFM, Antioksidan Aktivite ve TBA Analizlerine Ait Ortalamalar

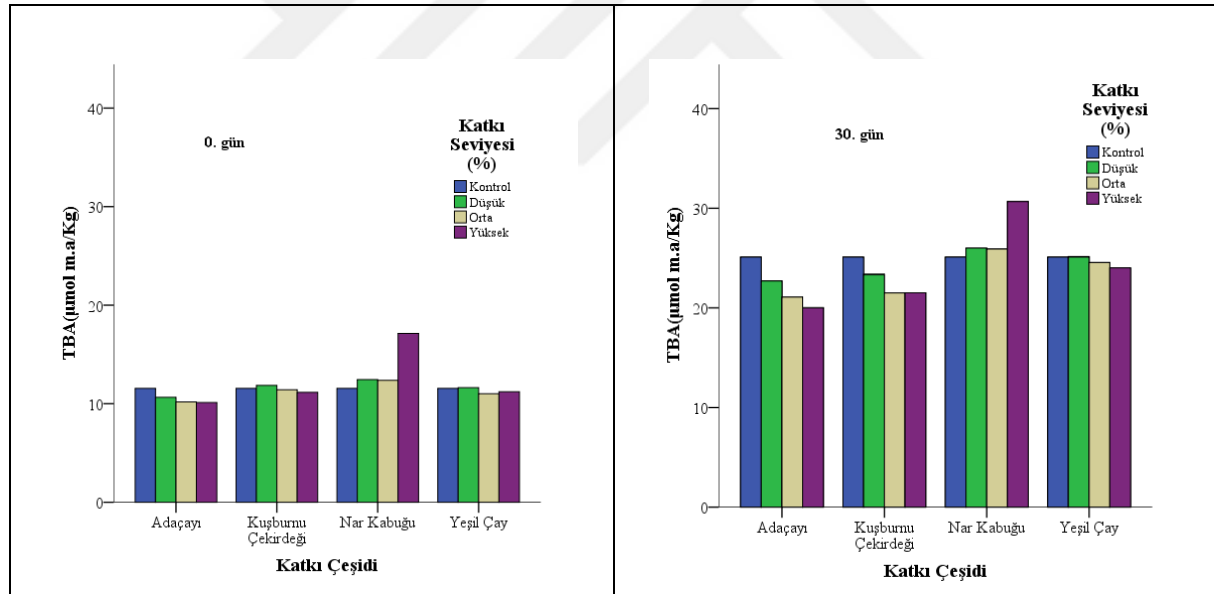
Örnek Adı	Seviye (%)	Depolama Süresi(gün)	TFM (mgGAE/100g)	Antioksidan Aktivite (% İnhibisyon)	TBA (μmol m.a/ Kg)
Kontrol	-	0	191,120	51,015	11,560
		30	69,725	20,185	25,096
Nar Kabuğu	1	0	238,880	50,487	12,444
		30	91,140	25,630	25,988
	2	0	259,160	55,864	12,376
		30	118,455	30,530	25,904
	3	0	265,535	61,270	17,133
		30	144,310	43,475	30,668
Yeşil Çay	1	0	244,160	53,790	11,628
		30	124,865	30,380	25,130
	2	0	267,980	60,465	11,016
		30	142,950	39,550	24,548
	3	0	295,340	65,425	11,220
		30	175,230	45,310	24,007
Kuşburnu Çekirdeği	1	0	207,525	53,475	11,860
		30	77,025	25,210	23,356
	2	0	232,625	62,865	11,420
		30	88,056	38,755	21,506
	3	0	287,525	66,049	11,152
		30	167,975	46,310	21,508
Adaçayı	0,5	0	265,050	60,304	10,650
		30	138,620	45,061	22,706
	1	0	300,507	68,209	10,190
		30	151,928	55,864	21,080
	1,5	0	315,055	79,674	10,126
		30	199,735	57,530	20,012

Tablo 8. Farklı Seviyelerde Bitkisel Katkılar İlave Edilen Tam Buğday Ununun Depolama Süresince Yapılan TFM, Antioksidan Aktivite ve TBA Analizlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	TFM (mgGAE/100g)			Antioksidan Aktivite (% İnhibisyon)			TBA (μmol m.a /Kg)		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Depolama Süresi (A)	1	261282,62	10297353,283**	1	8911,00	32816,072**	1	2483,57	11696823,50**
Katkı Seviyesi (B)	3	28487,19	1122702,605**	3	1545,88	5692,959**	3	3,75	17673,81**
Katkı Çeşidi (C)	3	4830,31	190366,542**	3	456,46	1680,987**	3	41,26	194316,47**
AxB	3	359,79	14179,822**	3	99,45	366,244**	3	2,76	12986,49**
AxC	3	88,47	3486,844**	3	23,72	87,387**	3	5,17	24332,71**
BxC	9	923,20	36384,048**	9	56,41	207,760**	9	11,47	53994,92**
AxBxC	9	56,85	2240,811**	9	14,75	54,336**	9	0,77	3620,06**
Hata	32	0,025	-	32	0,272	-	32	0,000	-

**($p<0,01$) düzeyinde önemli

Tablo 8’de görüldüğü gibi depolama süresi (A), katkı seviyesi (B), katkı çeşidi (C), AxB, AxC, BxC ve AxBxC interaksiyonlarının TFM, DPPH ve TBA değerleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili oldukları tespit edilmiştir.



(Düşük: Nar kabuğu, yeşil çay ve kuşburnu çekirdeği %1, adaçayı %0,5 katkı seviyesi; Orta: Nar Kabuğu, yeşil çay ve kuşburnu çekirdeği %2, adaçayı %1 katkı seviyesi; Yüksek: Nar Kabuğu, yeşil çay ve kuşburnu çekirdeği %3, adaçayı %1,5 katkı seviyesi)

Şekil 10. Farklı seviyelerde bitkisel katkılar ilave edilen tam buğday ununun 0. gün ve 30. gün TBA analizlerine ait katkı seviyesi x katkı çeşidi interaksiyonu

Tam buğday unu bileşiminden dolayı çabuk bozulmaktadır. Bu bozulmanın başlıca sorumlusu lipitlerde meydana gelen değişikliklerdir. Tam buğday ununun depolanması esnasında lipitlerde hidrolitik ve oksidatif parçalanma reaksiyonları gerçekleşmektedir. Lipitlerde parçalanma hidrolitik olarak başlayıp oksidatif olarak devam etmekte ve bu durum

un kalitesinde düşüşe neden olmaktadır (Heinio *et al.* 2002; Sun *et al.* 2023). TBA analizi oksidatif bozulmanın ölçüldüğü bir yöntemdir (Sutar *et al.* 2021). TBA sayısındaki artış, bozulma düzeyindeki artışı göstermekle birlikte ortamda kısa karbon zincirli ürünlerin birikimine işaret etmekte ve bu ürünler unda istenmeyen ransid tat ve aroma bozukluklarına neden olmaktadır. Elde edilen verilere göre 30. gün sonunda adaçayı, kuşburnu çekirdeği ve yeşil çay içeren örneklerin tüm seviyelerinin kontrol örneğinden daha düşük TBA değerlerine sahip olduğu, nar kabuğu içeren örneklerin ise kontrol örneğinden daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 10). Tablo 8’deki veriler incelendiğinde tam buğday ununa bitkisel katkıların ilave edilmesi ile unların toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesi artış göstermiştir. Unlarda antioksidan maddelerin varlığı bazı peroksil radikallerinin yok edilmesini sağlayarak oksidasyon hızını azaltabilmektedir. Tam buğday ununun hızlı şartlarda depolanması sonrasında yeşil çay, kuşburnu çekirdeği ve adaçayı gibi bitkisel katkıların ilave edildiği örneklerin TBA sayısı bitkisel katkı içermeyen kontrol örneğinden daha düşük olarak belirlenmiştir. Bu durumun katkıların içerdikleri antioksidan bileşenlerin unda meydana gelen oksidasyonu engelleyici etkisinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak hızlı depolama çalışmalarından elde edilen veriler doğrultusunda; uzun süreli depolamada tam buğday ununa ilave edilecek bitkisel katkıları olarak TBA sayısının en düşük olduğu %1,5 seviyesinde adaçayı ve %2 seviyesinde kuşburnu çekirdeği seçilmiştir.

Uzun Süreli Depolama Sonuçları

Katkı maddeleri ve seviyeler belirlendikten sonra iki kısma ayrılan buğday örneğinin bir kısmı sadece kuru temizlemeye diğer kısmı ise su ile yıkama ve kurutma işlemine tabi tutularak öğütülmüştür. Daha sonra ön denemelerde belirlenen %1,5 seviyesinde adaçayı, %2 seviyesinde kuşburnu çekirdeği ilave edilerek tam buğday unlarının nem içerikleri istenen seviyelere (%8 ve %14) ayarlandıktan sonra ambalajlanarak oda sıcaklığında (23 ± 3 °C) depolamaya bırakılmıştır. Depolamanın 0, 30, 90 ve 180. günlerinde un örneklerinde metot kısmında belirtilen analizler yapılmıştır.

Un Analiz Sonuçları

Fiziksel ve kimyasal analizler

Renk değerleri

Tam buğday unlarının depolama süresince belirlenen *L*, *a* ve *b* renk değerlerine ait ortalamalar Tablo 9’da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 9. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen L , a ve b Renk Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katki Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	Renk Değerleri		
				L	a	b
Var	8	Kontrol	0	85,56	6,17	5,49
			30	85,01	6,16	4,68
			90	86,28	6,09	4,35
			180	85,45	6,22	4,47
		K.Çekirdeği	0	86,01	5,91	6,58
			30	84,62	6,76	6,47
			90	85,18	6,70	5,70
			180	85,43	6,35	5,13
		Adaçayı	0	85,37	6,49	6,45
			30	84,11	6,22	6,07
			90	84,67	6,07	5,97
			180	84,52	5,80	5,28
	14	Kontrol	0	85,56	6,17	5,49
			30	83,49	6,66	6,18
			90	82,37	6,38	5,44
			180	85,08	6,21	5,24
		K.Çekirdeği	0	86,01	5,91	6,58
			30	84,45	6,78	6,56
			90	84,99	6,42	5,67
			180	84,16	6,58	5,22
		Adaçayı	0	85,37	6,49	6,45
			30	83,72	6,32	6,37
			90	83,86	5,65	6,12
			180	83,87	6,02	5,90
Yok	8	Kontrol	0	85,93	6,14	6,23
			30	85,69	6,38	5,81
			90	84,66	6,22	4,95
			180	86,27	6,14	4,54
		K.Çekirdeği	0	85,48	6,04	6,34
			30	85,01	6,44	6,58
			90	84,91	6,12	5,59
			180	85,05	6,51	5,49
		Adaçayı	0	84,11	6,13	6,80
			30	83,82	6,37	6,40
			90	84,04	5,87	6,29
			180	85,45	5,83	5,76
	14	Kontrol	0	85,93	6,14	6,23
			30	84,93	6,49	6,38
			90	83,97	6,55	6,18
			180	84,15	6,57	5,65
		K.Çekirdeği	0	85,48	6,04	6,34
			30	84,48	6,50	6,74
			90	83,70	6,60	6,26
			180	85,42	6,25	5,95
		Adaçayı	0	84,11	6,13	6,80
			30	83,11	6,4	7,23
			90	83,57	6,05	6,43
			180	82,96	6,01	6,60

Tablo 10. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen *L*, *a* ve *b* Renk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	Renk değerleri								
	<i>L</i>			<i>a</i>			<i>b</i>		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	0,354	2,646	1	0,015	3,038	1	3,921	278,786**
Nem Seviyesi (B)	1	13,334	99,711**	1	0,205	40,938**	1	4,667	331,805**
Katkı Çeşidi (C)	2	7,829	58,548**	2	0,521	104,321**	2	6,178	439,248**
Depolama Süresi (D)	3	5,948	44,480**	3	0,455	90,997**	3	4,429	314,869**
AXB	1	0,019	0,140	1	0,044	8,867**	1	0,084	5,972**
AXC	2	1,568	11,727**	2	0,067	13,498**	2	0,349	24,787**
AXD	3	0,865	6,467**	3	0,014	2,800*	3	0,045	3,166*
BXC	2	1,274	9,527**	2	0,077	15,381**	2	0,772	54,887**
BXD	3	1,793	13,405**	3	0,025	5,052**	3	0,530	37,700**
CXD	6	0,319	2,388*	6	0,349	69,858**	6	0,118	8,408**
AXBXC	2	0,518	3,871*	2	0,008	1,509	2	0,084	5,986**
AXBXD	3	0,559	4,183**	3	0,100	20,009**	3	0,064	4,557**
AXCXD	6	0,453	3,386**	6	0,081	16,285**	6	0,159	11,292**
BXCXD	6	0,492	3,679**	6	0,026	5,215**	6	0,156	11,060**
AXBXCXD	6	1,331	9,953**	6	0,068	13,506**	6	0,092	6,539**
Hata	48	0,134	-	48	0,005	-	48	0,014	-

**($p<0,01$) düzeyinde önemli, *($p<0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 10’da görüldüğü gibi *L* renk (açıklık/koyuluk) değerini, nem seviyesi (B), katkı çeşidi (C) ve depolama süresi (D) çok önemli ($p<0,01$) seviyede etkilerken, yıkama (A) işlemi önemli etkide bulunmamıştır ($p>0,05$). Bununla birlikte, CxD ve AxBxC interaksyonları *L* renk değeri üzerinde önemli ($p<0,05$) düzeyde, AxC, AxD, BxC, BxD, AxBxD, AxCxD, BxCxD ve AxBxCxD interaksyonları ise çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olurken, AxB interaksyonu istatistiksel olarak önemli etkide bulunmamıştır ($p>0,05$). Kırmızılık/yeşilliğin bir göstergesi olan *a* renk değerini nem seviyesi, katkı çeşidi, depolama süresi, AxB, AxC, BxC, BxD, CxD, AxBxD, AxCxD, BxCxD ve AxBxCxD interaksyonları çok önemli ($p<0,01$) düzeyde, AxD interaksyonu ise önemli ($p<0,05$) düzeyde etkilemiş, yıkama ve AxBxC interaksyonu istatistiksel olarak önemli etkide bulunmamıştır. Sarılık ve maviliğin bir göstergesi olan *b* renk değerini ise AxD interaksyonu önemli ($p<0,05$) düzeyde, diğer tüm varyasyon kaynakları ise çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilemiştir.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait L , a ve b renk değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 11, Tablo 12, Tablo 13 ve Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 11. Yıkama Değişkenine Ait L , a ve b Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	L	a	b
Var	48	84,80a	6,27a	5,74b
Yok	48	84,68a	6,25a	6,15a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$)

Tablo 11’de görüldüğü gibi örneklerle uygulanan yıkama işlemi sonucu örneklerin koyuluk ve açıklık yoğunluğunun bir ölçütü olan L renk değeri ve kırmızı/yeşil renk yoğunluğunun göstergesi olan a renk değeri üzerinde istatistiksel olarak farklılık oluşturmazken, sarı/mavi renk yoğunluğunu ifade eden b renk değerini azaltıcı yönde etkili olmuştur. Yani yıkama işlemi onların açıklık/koyuluk değeri ve kırmızılığını etkilemezken, sarılık değerinde düşüş meydana gelmiştir.

Tablo 12. Nem Seviyesi Değişkenine Ait L , a ve b Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem Seviyesi (%)	n	L	a	b
8	48	85,11a	6,21b	5,72b
14	48	84,36b	6,31a	6,16a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$).

Yüksek nemde depolanan örneklerin düşük nemde depolanan örneklerle kıyasla daha koyu olmakla beraber, kırmızılık ve sarılık değerleri de artış göstermiştir (Tablo 12).

Tablo 13. Katkı çeşidi Değişkenine Ait L , a ve b Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	L	a	b
Yok	32	85,02a	6,29b	5,45c
K.Çekirdeği	32	85,02a	6,37a	6,07b
Adaçayı	32	84,16b	6,12c	6,30a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$).

Tablo 13’de görüldüğü gibi adaçayı içeren örneklerin L ve a renk değeri açısından katkısız ve kuşburnu içeren örneklerden daha düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Sarılık değerinin ise tüm örneklerde farklılık gösterdiği ve en yüksek değer adaçayı içeren örneklerde tespit edilmiştir.

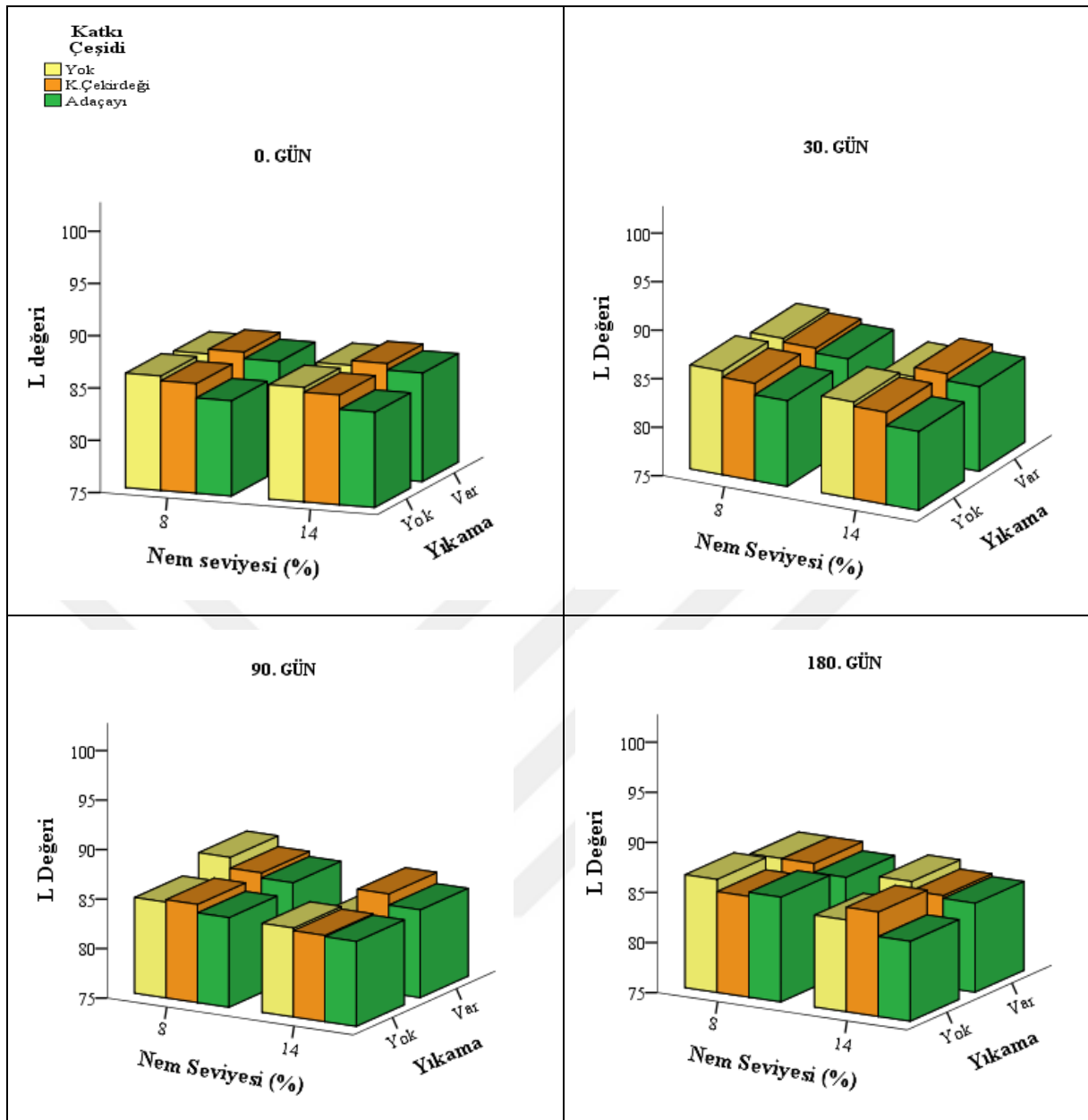
Tablo 14. Depolama Süresi Değişkenine Ait *L*, *a* ve *b* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
0	24	85,41a	6,15c	6,31a
30	24	84,37c	6,46a	6,29a
90	24	84,35c	6,23b	5,74b
180	24	84,82b	6,21b	5,43c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$).

Depolama süresinin ilk gününde örneklerin en yüksek *L* renk değerine sahip olduğu belirlenirken, depolama süresinin artması ile *L* renk değerleri önce azalmış depolamanın 180. gününde ise tekrar artmıştır. Depolama işlemi artırıcı yönde etkili olmakla birlikte, depolama süresinin artması ile kırmızılık değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Sarılık değeri bakımından incelendiğinde ise depolama süresindeki artışın bu değerleri düzenli bir şekilde düşürdüğü görülmüştür (Tablo 14).

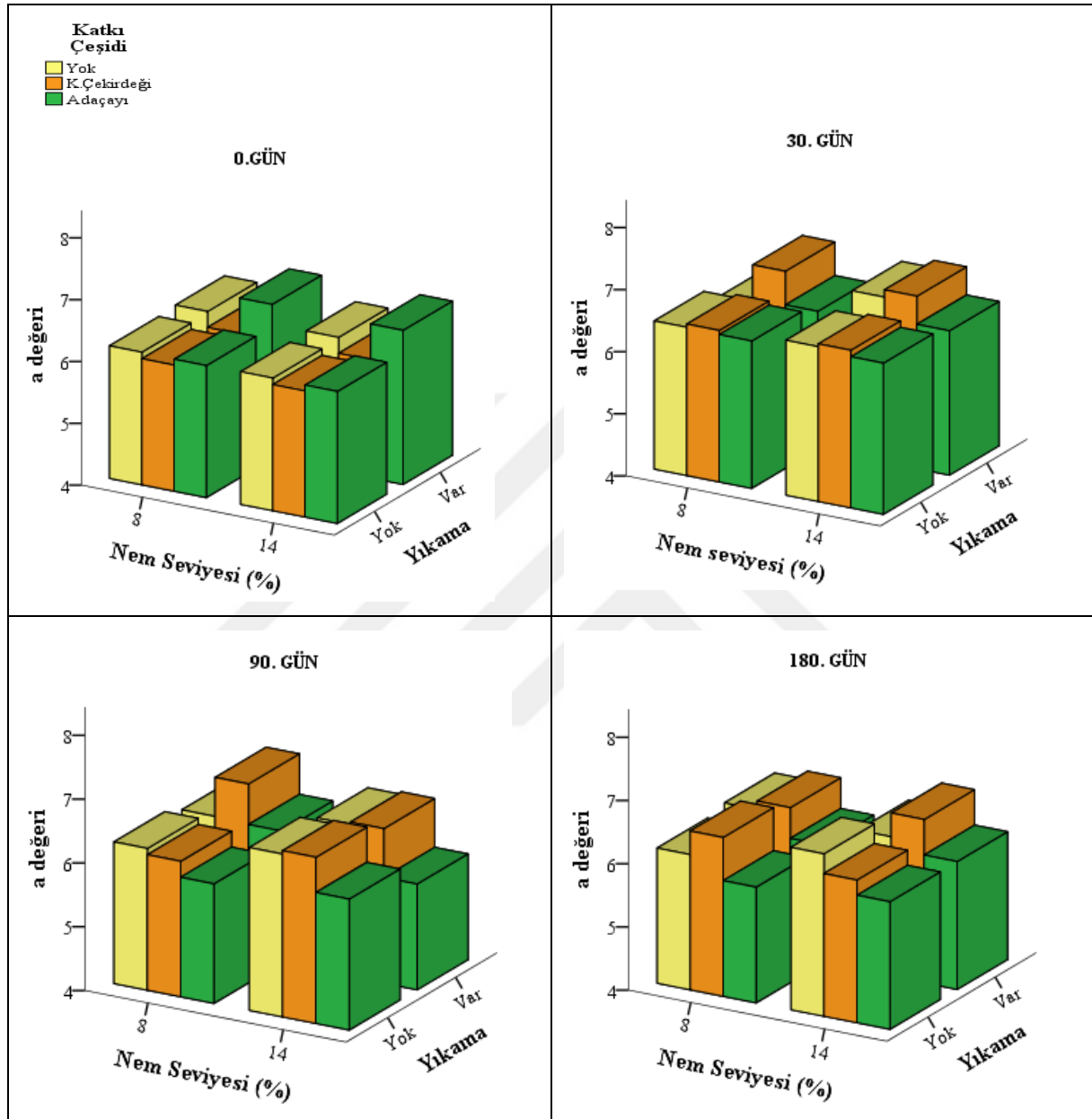
Tam buğday unu örneklerinin *L*, *a* ve *b* renk değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu sırasıyla Şekil 11, Şekil 12 ve Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 11. Tam buğday unu örneklerinin *L* renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Tam buğday unlarının *L* değerleri 82,96- 86,28 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 9). Humphries *et al.* (2004); farklı buğday örneklerinin öğütülmesi ile elde edilen tam buğday unlarının *L* değerlerinin 68,37-87,40 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Renk genetik bir faktör olup, buğday çeşidi, işleme esnasında çevresel faktörler ve oksidasyondan etkilenmektedir. Buğdayda renk oluşumu temelde ksantofil denen karotenoid pigmentleri varlığından kaynaklanmaktadır (Şahin vd 2006). Depolamanın 0. ve 30. gününde yıkanmamış adaçayı içeren örneklerin diğer örneklere göre daha düşük *L* değerine sahip olduğu görülmektedir. Depolamanın 90. gününde en yüksek *L* değeri yıkanmış katkısız %8 nemde depolanan örneklerde belirlenirken, en düşük değer yıkanmış katkısız %14 nemde depolanan örneklerde tespit edilmiştir. Depolamanın 180. gününe gelindiğinde ise yıkanmamış %14 nemde depolanan adaçayı ununun en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca

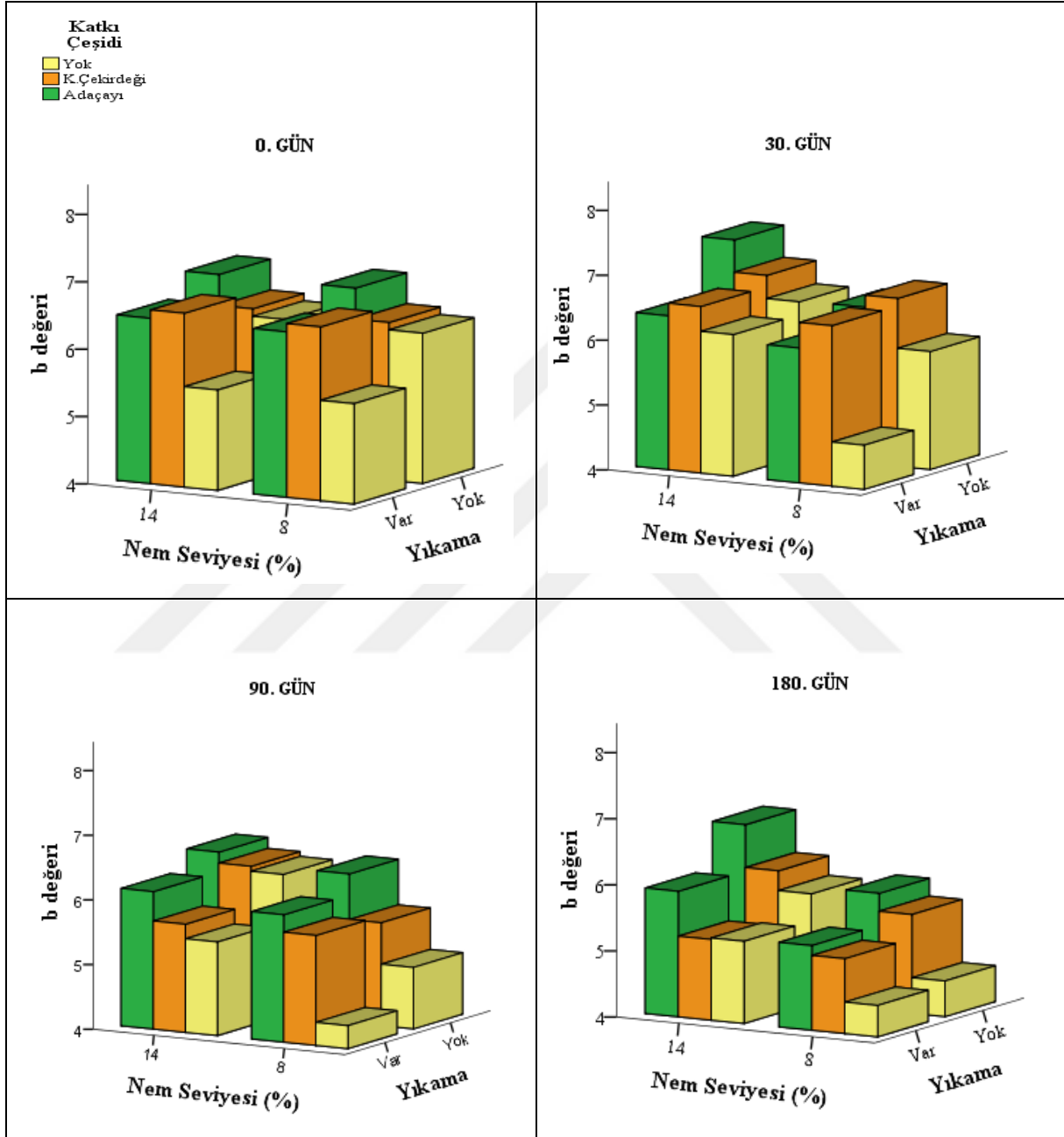
depolamanın tüm periyotlarında daha düşük nem (%8) değerinde depolanan örnekler yüksek nemde (%14) depolanan örneklerle göre daha yüksek *L* değerine sahip olmuştur (Şekil 11). Yani daha düşük nemde depolanan örneklerin daha açık renkli oldukları söylenebilir.



Şekil 12. Tam buğday unu örneklerinin *a* renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu

Tam buğday unlarının *a* renk değerlerinin 5,65-6,78 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 9). Şekil 12’de görüldüğü gibi depolamanın 0. gününde yıkanmış adaçayı içeren örneklerin *a* değerinin diğer örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolamayla birlikte adaçayı içeren örneklerin *a* değerinde azalış olduğu belirlenmiştir. Kuşburnu çekirdeği içeren örneklerin kırmızılık (+*a*) değerinin depolamayla birlikte artış gösterdiği görülmekle birlikte, yıkanmış örneklerin depolamanın 30 ve 90. günlerinde daha yüksek *a* renk değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle kuşburnu çekirdeği içeren

örneklerin katkısız örneklerden genel olarak daha kırmızı renkte olduğu tespit edilmiştir. Buğdayda bulunan polifenol oksidaz enzimi fenolik maddeleri oksitleyerek ortamda kahverengi renkli bileşiklerin oluşumuna sebebiyet vermektedir (Bilgiçli ve Soylu 2016). Kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerin daha kırmızı renkte olmasının yüksek oranda içerdiği fenolik bileşiklerden (Farhat *et al.* 2014; Martins *et al.* 2015) ileri geldiği düşünülmektedir.



Şekil 13. Tam buğday unu örneklerinin *b* renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi etkisi

Tam buğday unlarının *b* renk değerlerinin 4,35-7,23 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 9). Şekil 13’de örnekler *b* değeri açısından değerlendirildiğinde katkısız örneklerin depolamanın tüm periyotlarında diğer örneklerden daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Depolamanın 0. 30. ve 90. günlerinde yıkanmamış katkısız örneklerin

yıkanmış katkısız örneklerden daha yüksek değerlere sahip olduğu ve en yüksek değerler 30. günde ölçüldüğü belirlenmiştir. Yıkanmış %14 nem seviyesinde depolanan adaçayı örneklerinin *b* değeri depolamayla önce artış sonra azalış ve tekrar artış göstermiştir. Bunun dışında kalan adaçayı örneklerinin *b* değeri ise depolamayla birlikte azalış göstermiştir. Kuşburnu çekirdeği içeren örneklerin ise genelde depolamayla birlikte *b* değerlerinin azalış gösterdiği saptanmıştır. Sarı renk pigmentleri lipoksidaz, polifenolaksidaz ve peroksidaz enzimlerinin varlığından etkilenmektedir (Güleç vd 2010). Depolamayla birlikte ürünün sarılık değerinin lipoksidazın, beta karoten ve ksantofil pigmentleri üzerine etkisi nedeniyle düştüğü düşünülmektedir. Şekil 13’de de görüldüğü gibi genel olarak tüm örneklerin sarılık değeri depolama ilerledikçe genel olarak azalış göstermiştir.

Zeleny sedimentasyon, beklemeli zeleny sedimentasyon ve düşme sayısı

Tam buğday unlarının depolama süresince belirlenen Zeleny sedimentasyon, beklemeli Zeleny sedimentasyon ve düşme sayısı değerlerine ait ortalamalar Tablo 15’te, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 15. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Zeleny Sedimentasyon, Beklemeli Zeleny Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	Z. Sedimentasyon (mL)	Beklemeli Z. Sedimentasyon (mL)	Düşme Sayısı (s)
Var	8	Yok	0	18,5	24,0	430,5
			30	19,0	24,0	568,0
			90	18,0	25,0	554,5
			180	12,0	23,0	497,5
		K.Çekirdeği	0	18,0	24,0	488,0
			30	18,0	24,0	475,0
			90	19,0	24,0	477,0
			180	11,0	23,0	505,0
		Adaçayı	0	18,6	23,3	458,5
			30	17,0	24,0	471,5
			90	18,0	22,0	501,0
			180	11,0	22,0	563,0
	14	Yok	0	18,5	24,0	430,5
			30	14,0	21,0	481,0
			90	16,0	20,0	565,5
			180	12,0	21,0	572,5
		K.Çekirdeği	0	18,0	24,0	488,0
			30	14,0	24,0	481,5
			90	19,0	20,0	469,0
			180	13,0	21,0	539,5
		Adaçayı	0	18,6	23,3	458,5
			30	14,0	22,0	491,5
			90	15,0	20,0	470,5
			180	13,0	19,0	547,0
Yok	8	Yok	0	19,0	24,0	508,5
			30	15,0	24,0	566,5
			90	16,5	19,0	525,0
			180	15,0	23,0	526,5
		K.Çekirdeği	0	18,0	24,0	518,0
			30	15,0	23,0	502,0
			90	16,0	23,0	490,0
			180	14,0	22,0	475,5
		Adaçayı	0	19,0	23,0	471,0
			30	15,5	24,0	453,0
			90	16,0	23,0	499,0
			180	15,0	21,0	471,5
	14	Yok	0	19,0	24,0	508,5
			30	14,0	24,0	533,5
			90	17,5	18,0	509,5
			180	13,0	21,0	596,5
		K.Çekirdeği	0	18,0	24,0	518,0
			30	12,5	24,0	525,0
			90	18,0	18,5	514,5
			180	12,0	21,0	571,0
		Adaçayı	0	19,0	23,0	471,0
			30	14,0	22,0	505,0
			90	17,0	19,0	488,0
			180	13,0	18,5	501,5

Tablo 16. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Sedimentasyon, Beklemeli Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	Zeleny sedimentasyon (mL)			Beklemeli Z. sedimentasyon (mL)			Düşme Sayısı (s)		
	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Varyasyon									
Kaynakları									
Yıkama (A)	1	0,252	4,811*	1	5,665	189,406**	1	2904,000	4,218*
Nem									
Seviyesi (B)	1	16,667	318,016**	1	63,375	2118,975**	1	2420,042	3,515
Katkı									
Çeşidi (C)	2	0,516	9,849**	2	6,723	224,792**	2	9711,573	14,106**
Depolama									
Süresi (D)	3	148,038	2824,698**	3	47,224	1578,948**	3	10611,792	15,414**
AxB	1	1,500	28,621**	1	2,042	68,264**	1	2204,167	3,202
AxC	2	3,199	61,033**	2	,287	9,607**	2	3375,094	4,902**
AxD	3	12,048	229,881**	3	4,830	161,506**	3	3393,639	4,929**
BxC	2	0,635	12,124**	2	0,781	26,121**	2	876,010	1,272
BxD	3	10,778	205,650**	3	12,903	431,411**	3	3900,736	5,666**
CxD	6	2,450	46,749**	6	2,045	68,388**	6	3086,990	4,484**
AxBxC	2	0,969	18,485**	2	2,323	77,668**	2	279,948	0,407
AxBxD	3	12,278	234,271**	3	0,458	15,325**	3	463,083	0,673
AxCxD	6	0,509	9,716**	6	3,540	118,346**	6	2420,149	3,515**
BxCxD	6	0,913	17,425**	6	1,517	50,734**	6	2403,455	3,491**
AxBxCxD	6	0,413	7,884**	6	1,281	42,839**	6	325,531	0,473
Hata	48	0,052	-	48	0,030	-	48	688,458	-

**($p<0,01$) düzeyinde önemli, *($p<0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 16’da görüldüğü gibi yıkama değişkeni Zeleny sedimentasyon değerini istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) düzeyde etkilerken diğer değişkenlerin tamamı çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilemiştir. Beklemeli Zeleny sedimentasyon değerlerini tüm varyasyon kaynaklarının çok önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Düşme sayısı değerlerini ise A değişkeninin önemli düzeyde etkilediği, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenleri ve AxC, AxD, BxD, CxD, AxCxD ve BxCxD interaksiyonlarının çok önemli düzeyde etkilediği, AxB, BxC, AxBxC, AxBxD ve AxBxCxD interaksiyonlarının önemli bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait Zeleny sedimentasyon, beklemeli Zeleny sedimentasyon ve düşme sayısı değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 17, Tablo 18, Tablo 19 ve Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 17. Yıkama Değişkenine Ait Zeleny Sedimentasyon, Beklemeli Zeleny Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	Z. Sedimentasyon (mL)	Beklemeli Z. Sedimentasyon (mL)	Düşme Sayısı (s)
Var	48	15,9a	22,5a	499,3b
Yok	48	15,8b	22,0b	510,3a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Buğday kalitesini ölçmede kullanılan en önemli yöntemlerden birisi un partiküllerinin sulu zayıf asitlerde, su alıp şişmesi ve belirli süre bekletildikten sonra çökmeleri sonucu oluşan hacmin ölçülmesi esasına dayanan Zeleny sedimentasyon testidir. Sedimentasyon değerinin yüksek bulunması, kalitenin yüksek olduğuna işaret etmekte ve bu unlardan üretilen ekmeklerin hacmi de yüksek olmaktadır (Elgün ve Ertugay 2011). TS 2974 Buğday Standardında ekmeklik buğdaylar için zeleny sedimentasyon değeri 37 mL'nin üzerinde 1. sınıf, 31-36 mL arasında 2. sınıf, 22-30 mL arasında 3. sınıf ve 22 mL'nin altında ise düşük vasıflı ekmeklik buğday (DVEB) olarak tanımlanmıştır. Unda süne ve kımıl zararının belirlenmesi amacıyla kullanılan beklemeli Zeleny sedimentasyon testi, aynı zamanda buğday ve un kalitesi hakkında da bilgi veren bir yöntemdir (Dizlek 2010). Bu analiz sonuçlarına göre; Zeleny sedimentasyon ve beklemeli Zeleny sedimentasyon değerleri arasında negatif yönde bir farklılık yok ise orta kalite olduğu; % 10'a kadar artış varsa iyi, daha fazla artış ise unun çok iyi kalitede olduğuna işaret etmektedir (Demir 2010). Tablo 18'de görüldüğü gibi yıkama işlemi örneklerin Zeleny sedimentasyon ve Beklemeli Zeleny sedimentasyon değerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Buğday nişastasının unda bulunan ve amilaz enzimlerinin etkinliği ile viskozitesini kaybetme süresi saniye olarak düşme sayısını ifade etmektedir (Elgün vd 2015). Düşme sayısı değeri arttıkça enzim aktivitesi düşmektedir. Düşme sayısı değerleri yıkanmış örneklerde daha düşük bulunmuştur (Tablo 17). Yıkama ile tanede biyokimyasal aktivite artmakta ve buna olarak enzim aktivitesi de artış göstermektedir. TS 2974 Buğday Standardında ekmeklik buğdaylar için Zeleny Sedimentasyon değeri 220-250 sn arasında belirlenmiştir. 250 s normal aktiviteyi temsil ederken, 220 s 2. ve 3., sınıf ve DVEB olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 18. Nem Seviyesi Değişkenine Ait Zeleny Sedimentasyon, Beklemeli Zeleny Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	N	Z. Sedimentasyon (mL)	Beklemeli Z. Sedimentasyon (mL)	Düşme Sayısı (s)
8	48	16,3a	23,1a	499,8a
14	48	15,5b	21,5b	509,8a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Örneklerin nem seviyesinin artması ile birlikte Zeleny sedimentasyon ve Beklemeli Zeleny sedimentasyon değerleri azalış göstermiş olup nem seviyesindeki değişiklik düşme sayısını istatistiksel olarak önemli derecede etkilememiştir (Tablo 18).

Tablo 19. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Zeleny Sedimentasyon, Beklemeli Zeleny Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Z. Sedimentasyon (mL)	Beklemeli Z. Sedimentasyon(mL)	Düşme Sayısı (s)
Yok	32	16,0a	22,4b	523,4a
K.Çekirdeği	32	15,8b	22,7a	502,3b
Adaçayı	32	15,8b	21,8c	488,8c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Sedimentasyon değeri gluten miktar ve kalitesini belirtmekte ve gluten kalitesi aynı olan buğdayların protein miktarının tahmin edilmesinde de kullanılan bir yöntemdir. Bu değer yüksek olması unun iyi su tuttuğunu ve bu unlardan yapılan ekmeklerin yüksek hacimde olacağına işaret etmektedir (Bulut 2012). Fazla miktarda gluten içeren unlar ile gluten kalitesi yüksek olan unlarda sedimentasyon değerinin yüksek olması beklenmektedir (Elgün vd 2015). Katkının olmadığı tam buğday unları en yüksek Zeleny sedimentasyon değerine sahipken, kuşburnu çekirdeği ve adaçayı içeren örneklerin istatistiksel olarak birbirine benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Katkı içeren örnekler gluten oranında seyrelme sağladığından dolayı bu beklenen bir durumdur. Katkı çeşidinin değişmesi ile beklemeli zeleny sedimentasyon ve düşme sayısı değerleri farklı şekilde etkilenmiştir. En yüksek beklemeli sedimentasyon değeri kuşburnu çekirdeği ilave edilen örneklerde en düşük değer ise adaçayı içeren örneklerde tespit edilmiştir (Tablo 19). Düşme sayısı buğday ununda diastatik aktiviteyi belirlemede kullanılmakta, ekmek yapımında oluşacak gaz miktarı, ekmek hacmi, tekstürü ve rengi açısından önemlidir. Buğday çeşitlerinde enzim aktivitesinin normal gerçekleştiğinin göstergesi olarak düşme sayısının fazla olmaması arzu edilmektedir (Bulut 2012). Unlarda var olan amilolitik aktivitenin bir göstergesi olan düşme sayısı (Elgün vd 2015) değerleri, bizim çalışmamızda 430,5-590,5 s aralığında değişmiştir (Tablo 15). Tablo 19'daki veriler incelendiğinde örneklerin düşme sayısı değerlerinin katkısız örneklerde katkılı örneklerden daha yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir.

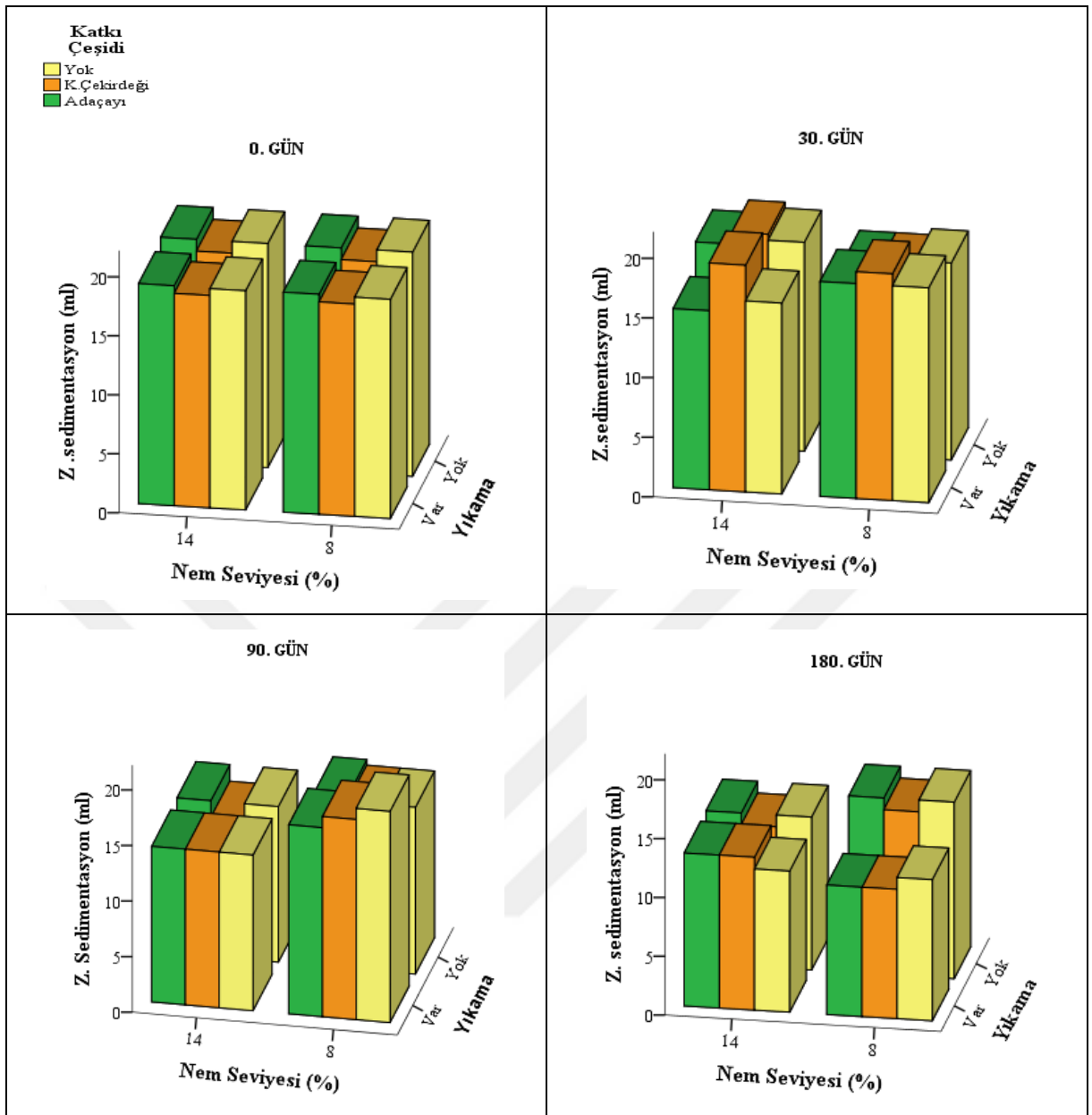
Tablo 20. Depolama Süresi Değişkenine Ait Zeleny Sedimentasyon, Beklemeli Zeleny Sedimentasyon ve Düşme Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	Z. Sedimentasyon (mL)	Beklemeli Z. Sedimentasyon(mL)	Düşme Sayısı (s)
0	24	18,5a	23,7a	479,0c
30	24	17,1b	23,3b	504,4b
90	24	15,1c	20,9d	505,2b
180	24	12,8d	21,2c	530,5a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$)

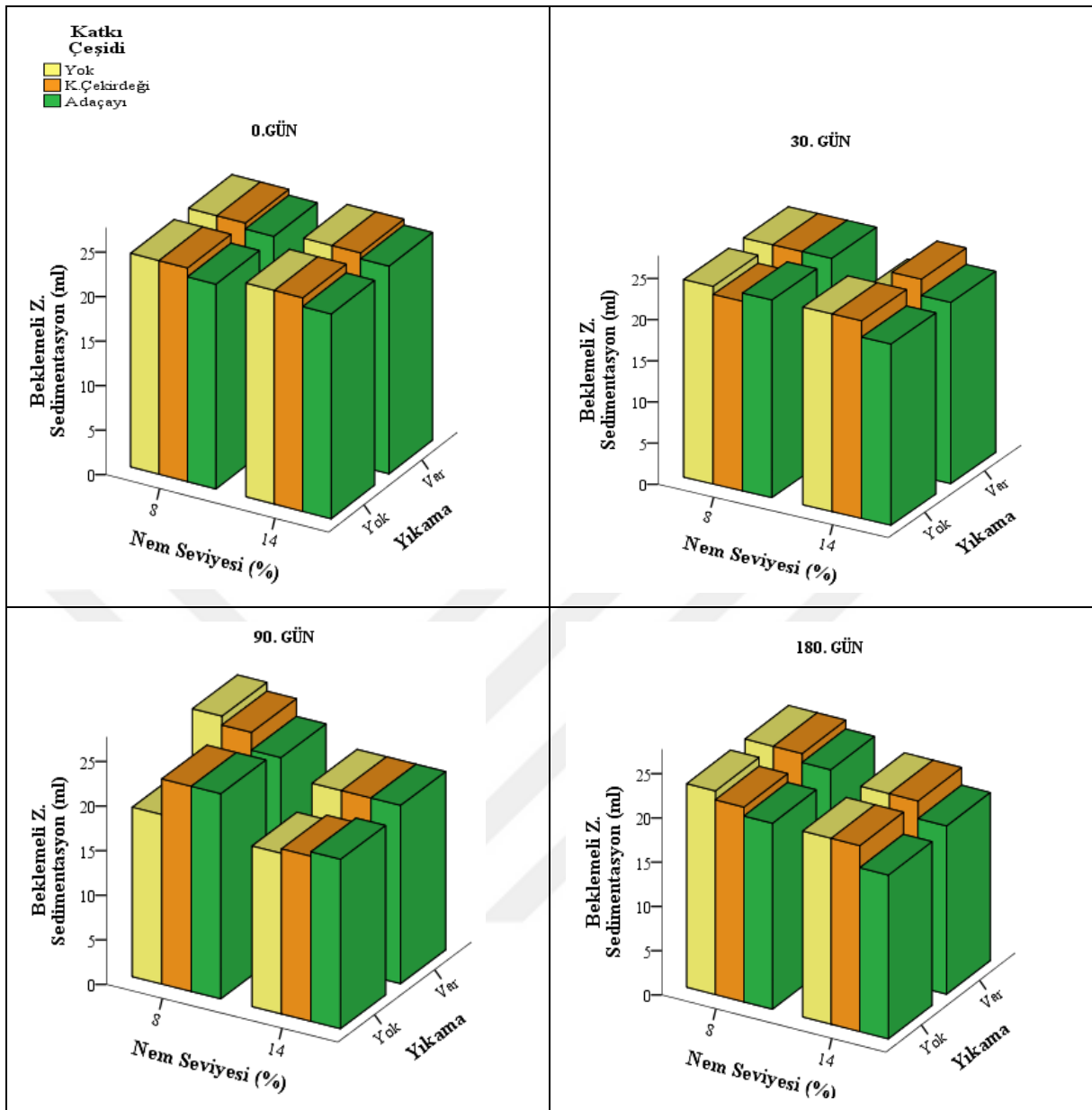
Tablo 20’de görüldüğü gibi depolama süresinin artması ile birlikte Zeleny sedimentasyon değerinin düzenli bir şekilde azalış gözlenirken, depolama işlemi beklemeli Zeleny sedimentasyon değerini azaltıcı yönde etkili olmuş, en düşük değer depolamanın 90. gününde belirlenmiştir. Düşme sayısı değerleri ise depolama süresinin artması ile birlikte artış göstermiştir.

Tam buğday unu örneklerinin Zeleny sedimentasyon ve beklemeli Zeleny sedimentasyon değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu sırasıyla Şekil 14’te ve Şekil 15’te verilmiştir.



Şekil 14. Tam buğday unu örneklerinin Zeleny Sedimentasyon değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Tam buğday unu örneklerinin sedimentasyon değerleri, 11-19 mL arasında değişim göstermiştir (Tablo 16). Cansız (2018) tarafından yapılan çalışmada tam buğday ununun Zeleny sedimentasyon değeri 16-18 mL arasında bulunmuştur. Şekil 14'te görüldüğü gibi depolama süresinin artması ile birlikte tüm örneklerin Zeleny sedimentasyon değeri azalış göstermekle birlikte, en düşük değerler depolamanın 180. gününde yıkanmış %8 nem içeren adaçayı ve kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerde belirlenmiştir.



Şekil 15. Tam buğday unu örneklerinin beklemeli Zeleny sedimentasyon değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu

Üretilen tam buğday unu örneklerinin beklemeli sedimentasyon değerleri, 18-25 mL arasında değişim göstermiştir (Tablo 15). Şekil 15'te görüldüğü gibi beklemeli Zeleny Sedimentasyon değerleri depolama süresinin artması ile birlikte azalış göstermiştir. Genellikle yıkanmış örneklerin yıkanmamış örneklerden daha yüksek beklemeli Zeleny Sedimentasyon değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi

Tam buğday unlarının depolama süresince belirlenen yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerlerine ait ortalamalar Tablo 21'de bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 21. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Yaş Öz, Kuru Öz ve Gluten İndeksi Değerlerine Ait Ortalamaları

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	Yaş Öz (%)	Kuru Öz (%)	Gluten İndeksi (%)
Var	8	Yok	0	27,9	8,9	90,1
			30	26,1	8,3	86,7
			90	27,3	9,3	83,2
			180	26,9	8,7	75,7
		K.Çekirdeği	0	26,8	8,8	89,1
			30	24,3	8,0	84,1
			90	24,5	8,2	80,6
			180	26,7	8,8	75,4
		Adaçayı	0	27,4	8,7	87,2
			30	26,7	8,2	85,6
			90	24,8	8,3	79,2
			180	26,5	8,6	74,2
	14	Yok	0	27,9	8,9	90,1
			30	26,2	8,3	86,4
			90	25,3	8,8	82,3
			180	22,5	7,2	74,4
		K.Çekirdeği	0	26,8	8,8	89,1
			30	24,2	8,0	84,2
			90	24,4	8,1	82,3
			180	21,9	7,0	73,1
		Adaçayı	0	27,4	8,7	87,2
			30	26,3	8,6	85,0
			90	22,6	7,6	80,0
			180	21,0	7,0	72,6
Yok	8	Yok	0	28,5	9,1	93,1
			30	27,9	8,3	88,6
			90	25,6	8,2	79,8
			180	26,4	8,7	74,6
		K.Çekirdeği	0	28,3	9,0	91,6
			30	25,5	8,1	87,5
			90	25,9	8,3	77,4
			180	25,3	8,4	73,9
		Adaçayı	0	27,9	8,8	87,3
			30	26,9	8,5	87,1
			90	25,9	8,3	76,6
			180	26,0	8,6	73,3
	14	Yok	0	28,5	9,1	93,1
			30	25,5	8,2	88,1
			90	24,2	7,9	78,4
			180	21,3	7,2	71,5
		K.Çekirdeği	0	28,3	9,0	91,6
			30	25,4	8,2	87,1
			90	21,3	7,1	75,8
			180	21,7	7,4	70,4
		Adaçayı	0	27,9	8,8	87,3
			30	25,6	8,4	86,3
			90	21,5	7,3	75,0
			180	20,5	6,9	70,1

Tablo 22. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Yaş Öz, Kuru Öz ve Gluten İndeksi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	Yaş Öz (%)			Kuru Öz (%)			Gluten İndeksi (%)		
	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Varyasyon									
Kaynakları									
Yıkama (A)	1	0,016	0,020	1	0,194	3,087	1	6,317	32,798**
Nem									
Seviyesi (B)	1	95,166	117,535**	1	6,588	104,718**	1	17,405	90,367**
Katkı									
Çeşidi (C)	2	9,734	12,022**	2	0,611	9,712**	2	55,373	287,502**
Depolama									
Süresi (D)	3	73,652	90,964**	3	4,442	70,617**	3	1299,270	6745,962**
AxB	1	3,353	4,141*	1	0,056	0,893	1	5,884	30,548**
AxC	2	0,524	0,647*	2	0,094	1,501	2	1,285	6,671**
AxD	3	4,145	5,119**	3	0,615	9,778**	3	54,585	283,414**
BxC	2	1,137	1,404	2	0,020	0,325	2	0,069	0,359
BxD	3	27,571	34,051**	3	3,135	49,839**	3	7,557	39,236**
CxD	6	2,392	2,955**	6	0,328	5,216**	6	5,791	30,068**
AxBxC	2	0,013	0,016	2	0,034	0,535	2	0,247	1,281
AxBxD	3	1,540	1,901	3	0,137	2,178	3	1,480	7,684**
AxCxD	6	0,714	0,882	6	0,116	1,848	6	1,996	10,363**
BxCxD	6	0,521	0,644	6	0,037	0,588	6	0,362	1,878
AxBxCxD	6	1,493	1,844	6	0,109	1,736	6	0,290	1,504
Hata	48	0,810		48	0,063		48	0,193	

**($p<0,01$) düzeyinde önemli, *($p<0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 22’de görüldüğü gibi B, C, D değişkenleri ile BxD ve CxD interaksyonları örneklerin yaş öz değeri üzerinde çok önemli ($p<0,01$) düzeyde ve AxB, AxC interaksyonları önemli ($p<0,05$) düzeyde etkili olurken, A, BxC, AxBxC, AxCxD, BxCxD ve AxBxCxD interaksyonları istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Kuru öz değerini A, AxB, AxC, BxC, AxBxC, AxCxD, BxCxD ve AxBxCxD değişkenleri istatistiksel olarak etkilemezken, B,C,D ve BxD, CxD değişkenleri çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilemiştir. Gluten indeksi değerlerini BxC, AxBxC, BxCxD ve AxBxCxD dışında tüm varyasyon kaynakları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilemiştir.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait öz, kuru öz ve gluten indeksi ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 23, Tablo 24, Tablo 25 ve Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 23. Yıkama değişkenine ait yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yıkama	n	Yaş Öz (%)	Kuru Öz (%)	Gluten İndeksi (%)
Var	48	25,5a	8,3a	82,4a
Yok	48	25,5a	8,2a	81,9b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Unların protein kalitesinin belirleyen en pratik ve en kolay metodlardan birisi yaş öz tayinidir (Elgün vd 2015). Buğdayın ekmeklik niteliklerini değerlendirmede temel bir parametre olan yaş öz (gluten), hamurun ekmek üretimine elverişliliğini belirleyen elastik bir proteindir. Hamurun yoğrulması sürecinde ağ benzeri bir yapı oluşturarak, fermantasyon sırasında maya tarafından üretilen karbondioksiti tutarak, büyük hacimli ekmeklerin oluşumunu sağlamaktadır. Yüksek yaş öz içeriği, unun ekmek kalitesinin iyi olduğuna dair bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Bulut 2012; Elgün vd 2015). Tablo 23’de görüldüğü gibi yıkama işleminin yapılması ile yaş öz ve yaş özün kurutulması ile elde edilen kuru öz değerleri birbirine benzerlik göstermektedir. Yıkama işlemi, yaş öz ve kuru öz değerleri üzerinde çok az düşüşe sebep olmakla birlikte istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olmamıştır. Gluten indeksi, yaş öz kalitesini belirlemede kullanılan metot olup, unun kuvvetinin bir ölçüsüdür. Aynı miktarda protein ve yaş öze sahip olan unlardan yapılan ekmeklerin özelliklerinde farklılık oluşması unların protein kalitelerindeki farklılıktan ileri gelmektedir (Elgün vd 2015). Yıkama işlemi gluten indeksi değerlerini azaltıcı yönde etkili olmuştur (Tablo 23).

Tablo 24. Nem Değişkenine Ait Yaş Öz, Kuru Öz ve Gluten İndeksi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	Yaş Öz (%)	Kuru Öz (%)	Gluten İndeksi (%)
8	48	26,5a	8,5a	82,6a
14	48	24,5b	8,0b	81,7b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tam buğday ununun yüksek nemde (%14) depolanması örneklerin yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerlerini azaltıcı yönde etkili olmuştur (Tablo 24).

Tablo 25. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Yaş Öz, Kuru Öz ve Gluten İndeksi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Yaş Öz (%)	Kuru Öz (%)	Gluten İndeksi (%)
Yok	32	26,1a	8,4a	83,5a
K.Çekirdeği	32	25,1b	8,2b	82,1b
Adaçayı	32	25,3b	8,2b	80,9c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerleri katkısız örneklerde diğer örneklerden daha yüksek çıkmıştır. Kuşburnu çekirdeği ve adaçayı içeren örneklerin yaş öz ve kuru öz değerleri istatistiksel olarak birbirinden farksız olup adaçayı içeren örneklerin gluten indeksi değeri diğer örneklerden daha düşük bulunmuştur (Tablo 25).

Tablo 26. Depolama Süresi Değişkenine Ait Yaş Öz, Kuru Öz ve Gluten İndeksi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	Yaş Öz (%)	Kuru Öz (%)	Gluten İndeksi (%)
0	24	27,8a	8,9a	89,7a
30	24	25,9b	8,3b	86,4b
90	24	24,4c	8,1b	79,2c
180	24	23,9d	7,9c	73,3d

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksızdır ($p>0,05$)

Depolama süresinin artması ile birlikte örneklerin yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerlerinin azalış gösterdiği görülmektedir (Tablo 26). Tam buğday ununun depolanması ile ilgili az sayıda çalışma olmakla birlikte yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerlerinin değişimine ait bilgi bulunmamaktadır. Bununla birlikte tam buğday unu ile ilgili yapılmış çalışmalarda, yaş gluten miktarı %28,2, kuru gluten miktarı %9,4 gluten indeksi değeri %72,1 olarak tespit edilmiştir (Demir 2018). Yapılan başka bir çalışmada ise yaş gluten ve kuru gluten miktarları %22,45-7,53 olarak belirlenmiştir (Cansız 2019). Bizim çalışmamızda üretilen tam buğday unu örneklerinin yaş öz miktarı değerleri, %20,5 - 28,5 arasında, kuru öz değerleri, %7,0- 9,3 arasında ve gluten indeksi değerleri, %70,1-93,1 arasında değişim göstermiştir (Tablo 21).

pH ve serbest asitlik

Tam buğday unlarının depolama süresince belirlenen pH ve serbest asitlik değerlerine ait ortalamalar Tablo 27’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 27.Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen pH ve Serbest Asitlik Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	pH	Serbest Asitlik (%)
Var	8	Yok	0	6,32	2,50
			30	6,27	2,50
			90	6,11	3,00
			180	6,02	7,00
		K.Çekirdeği	0	6,36	2,25
			30	6,16	2,50
			90	6,08	3,50
			180	6,04	7,00
		Adaçayı	0	6,28	2,50
			30	6,16	2,25
			90	6,04	3,50
			180	6,00	7,00
	14	Yok	0	6,32	2,50
			30	6,24	3,00
			90	5,97	4,00
			180	5,63	9,00
		K.Çekirdeği	0	6,36	2,25
			30	6,12	3,00
			90	5,88	3,75
			180	5,75	8,00
		Adaçayı	0	6,28	2,50
			30	6,18	3,00
			90	5,94	4,62
			180	5,80	7,50
Yok	8	Yok	0	6,39	2,50
			30	6,19	2,50
			90	6,02	3,00
			180	5,95	7,00
		K.Çekirdeği	0	6,21	2,63
			30	6,27	2,75
			90	6,05	3,00
			180	5,91	7,00
		Adaçayı	0	6,29	2,72
			30	6,27	3,00
			90	6,00	3,50
			180	5,89	7,25
	14	Yok	0	6,39	2,50
			30	6,22	2,75
			90	5,97	3,50
			180	5,80	7,50
		K.Çekirdeği	0	6,21	2,63
			30	6,18	3,25
			90	5,96	4,00
			180	5,74	7,75
		Adaçayı	0	6,29	2,72
			30	6,25	3,75
			90	5,98	3,75
			180	5,83	7,50

Tablo 28. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen pH ve Serbest Asitlik Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	pH			Serbest Asitlik (%)		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	0,000	0,379	1	0,001	1,458
Nem Seviyesi (B)	1	0,159	479,251**	1	6,381	8200,301**
Katkı Çeşidi (C)	2	0,009	25,602**	2	0,187	239,892**
Depolama Süresi (D)	3	0,972	2925,897**	3	124,728	160292,578**
AxB	1	0,024	71,476**	1	0,344	442,604**
AxC	2	0,004	11,251**	2	0,462	593,305**
AxD	3	0,006	17,182**	3	0,523	671,873**
BxC	2	0,008	24,944**	2	0,041	52,711**
BxD	3	0,052	157,612**	3	0,794	1020,471**
CxD	6	0,004	13,301**	6	0,239	306,647**
AxBxC	2	0,002	4,649*	2	0,239	307,062**
AxBxD	3	0,010	29,462**	3	0,133	170,404**
AxCxD	6	0,014	42,436**	6	0,151	193,841**
BxCxD	6	0,003	8,973**	6	0,142	182,117**
AxBxCxD	6	0,001	1,819	6	0,131	168,730**
Hata	48	0,000		48	0,001	

**($p<0,01$) düzeyinde önemli, *($p<0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 28’de görüldüğü gibi örneklerin pH değerini; B, C, D değişkenleri ve AxB, AxC, AxD, BxC, BxD, CxD, AxBxD, AxCxD, BxCxD interaksiyonları çok önemli ($p<0,01$) düzeyde, AxBxC interaksiyonu önemli ($p<0,05$) düzeyde etkilerken, A değişkeni ve AxBxCxD interaksiyonu ise istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilememiştir ($p>0,05$). Örnekler serbest asitlik açısından değerlendirildiğinde ise A değişkeni dışında tüm varyasyon kaynakları örnekleri çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilemiştir.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait pH ve serbest asitlik ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 29, Tablo 30, Tablo 31 ve Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 29. Yıkama Değişkenine Ait pH ve Serbest Asitlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	pH	Serbest Asitlik (%)
Var	48	6,09a	4,10a
Yok	48	6,09a	4,10a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$)

Tablo 29’da örneklerin pH ve serbest asitlik değerleri üzerine yıkama değişkeninin etkisi incelendiğinde yıkanmış ve yıkanamamış örneklerin istatistiksel olarak birbirine benzer oldukları görülmektedir.

Tablo 30. Nem Seviyesi Değişkenine Ait pH ve Serbest Asitlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	pH	Serbest Asitlik (%)
8	48	6,0567b	3,84b
14	48	6,1381a	4,36a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tam buğday unlarının düşük nemde (%8) depolanması ile örneklerin pH ve serbest asitlik değerlerinin azalış gösterdiği görülmektedir (Tablo 30). Lipaz aktivitesi, yüksek nem içeriklerinde artış göstermektedir. Bu nedenle tam buğday ununun depolanması esnasında düşük nem değerlerinin varlığı, lipaz aktivitesini kısıtlayarak ortamda asitlik artışını kısıtlamakta ve pH’nın daha düşük kalmasına sebep olmaktadır (Hansen and Rose 1996).

Tablo 31. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait pH ve Serbest Asitlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	pH	Serbest Asitlik (%)
Yok	32	6,11a	4,04c
K.Çekirdeği	32	6,08c	4,07b
Adaçayı	32	6,09b	4,19a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tablo 31’deki değerler incelendiğinde en yüksek pH değerine katkısız örnekler sahip olduğu görülürken, adaçayı ve kuşburnu çekirdeği ilaveli örnekler istatistiksel olarak birbirinden farklı olsa da oldukça yakın değerlere sahip oldukları görülmekte ve en düşük değer kuşburnu çekirdeği içeren örneklerde tespit edilmiştir. Serbest asitlik değeri açısından ise en yüksek değer adaçayı içeren örneklerde tespit edilirken en düşük değer katkısız örneklerde bulunmuştur.

Tablo 32. Depolama Süresi Değişkenine Ait pH ve Serbest Asitlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	pH	Serbest Asitlik (%)
0	24	6,31a	2,51d
30	24	6,21b	2,85c
90	24	6,00c	3,59b
180	24	5,86d	7,45a

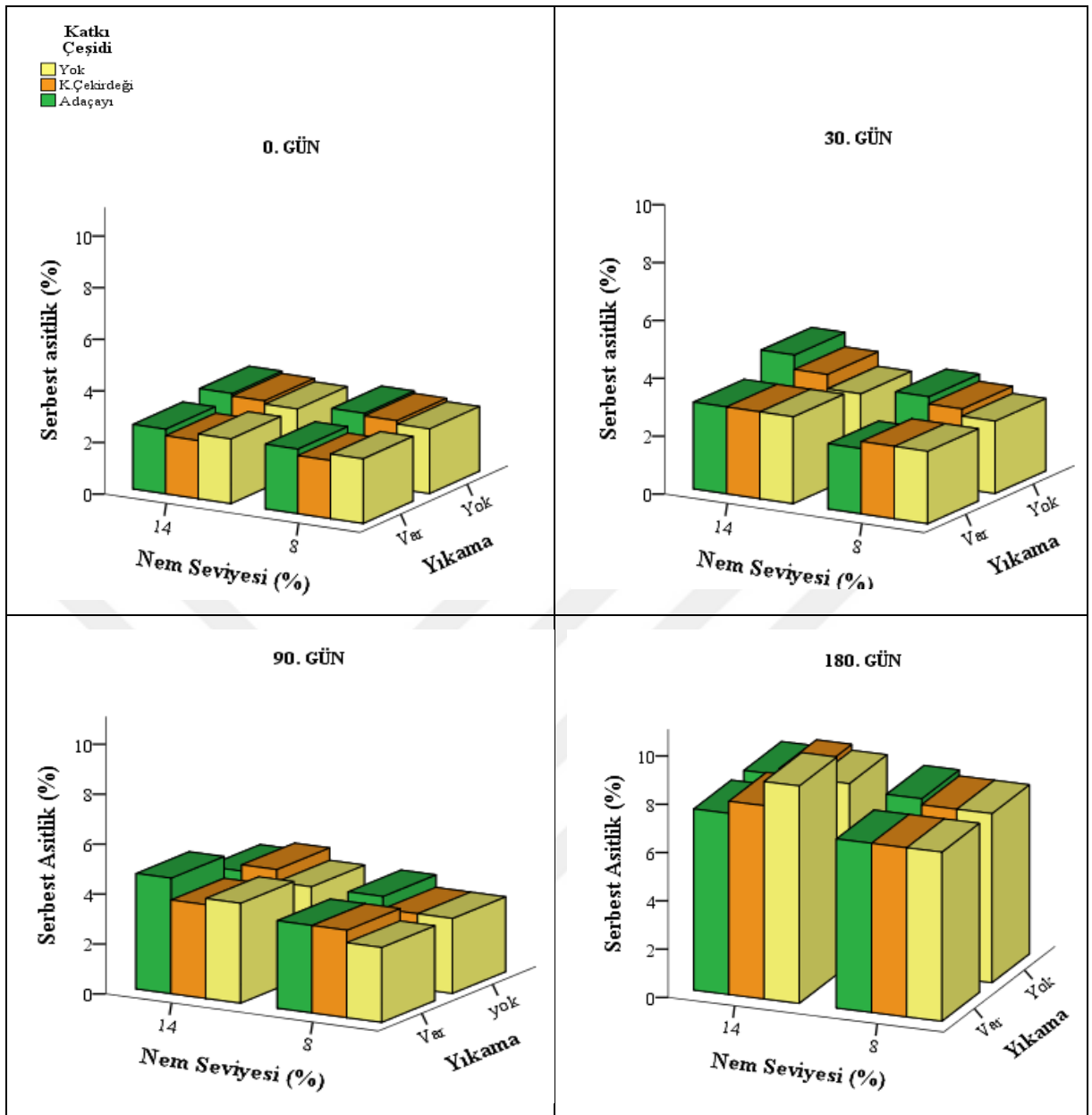
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05).

Depolama süresinin artması örneklerin pH değerlerini azaltıcı, serbest asitlik değerlerini ise artırıcı yönde etkili olmuştur (Tablo 32). Lipaz enzimi etkisi ile tam buğday unundaki

triacilgliseroller esterleşmemiş yağ asitlerine, digliseritlere, monogliseritlere ve gliserole dönüşmektedir. Buna bağlı olarak da asitlik değerinde artış meydana gelirken pH da azalmalar meydana gelmektedir (Rebellato *et al.* 2018; Sun *et al.* 2023). Depolamayla birlikte ortamda serbest yağ asitleri oluştuğundan depolamayla asitliğin artması ve pH düşmesi beklenen bir durumdur. Çalışmamızdan elde edilen bulgularla uyumlu olarak Rehman (2006) depolama süresinin artması ile birlikte unların asitlik değerinin artış gösterdiğini belirtmiştir. Miranda and El-Dash (2002) tam buğday unu ve çimlendirilmiş tam buğday unlarının depolama boyunca asitliklerinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tam buğday unu örneklerinin serbest asitlik değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu Şekil 16'da verilmiştir.





Şekil 16. Serbest asitlik değerleri üzerine yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi etkisi

Şekil 16’da görüldüğü gibi depolama süresinin artması ile birlikte örneklerin serbest asitlik değerinin artış gösterdiği ve en yüksek artışın depolamanın 180. gününde ortaya çıktığı belirlenmiştir. Yıkama işlemi bütün depolama sürelerinde farklı şekilde etkili olurken, nem asitliği artırıcı yönde etkili olmuştur. Yüksek nem (%14) düzeyinde depolanan örneklerin serbest asitlik değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Beklenileceği gibi en yüksek serbest asitlik değeri, depolamanın 180. gününde %14 nem seviyesinde depolanan yıkanmış katkısız un örneklerinde tespit edilmiştir.

Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri

Tam buğday unlarının depolama süresince belirlenen toplam fenolik madde ve Antioksidan Aktivite değerlerine ait ortalamalar Tablo 33'te, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 34'te verilmiştir.

Tablo 33. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	Toplam Fenolik Madde (mgGAE/100g)	Antioksidan Aktivite (% İnhibisyon)
Var	8	Yok	0	185,114	51,016
			30	173,750	48,000
			90	107,333	32,364
			180	71,176	26,160
		K.Çekirdeği	0	232,750	62,865
			30	215,177	60,592
			90	126,738	37,308
			180	90,137	33,481
		Adaçayı	0	306,034	79,674
			30	298,102	76,028
			90	215,547	66,049
			180	190,688	55,864
	14	Yok	0	185,114	51,016
			30	170,225	47,033
			90	91,127	31,790
			180	69,428	24,072
		K.Çekirdeği	0	232,750	62,865
			30	210,110	60,305
			90	106,619	33,654
			180	87,231	25,910
		Adaçayı	0	306,034	79,674
			30	292,488	75,612
			90	151,928	65,000
			180	130,677	54,318
Yok	8	Yok	0	187,600	59,044
			30	180,175	52,740
			90	112,190	35,647
			180	72,375	28,295
		K.Çekirdeği	0	233,800	64,227
			30	220,310	60,932
			90	128,857	45,061
			180	90,476	39,567
		Adaçayı	0	315,055	81,910
			30	305,028	76,958
			90	219,214	68,209
			180	189,822	59,765
	14	Yok	0	187,600	59,044
			30	172,707	51,315
			90	94,928	34,871
			180	70,391	27,672
		K.Çekirdeği	0	233,800	64,227
			30	215,825	62,237
			90	106,690	43,444
			180	88,056	37,345
		Adaçayı	0	315,055	81,910
			30	301,007	76,735
			90	161,690	67,606
			180	138,620	57,530

Tablo 34. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	Toplam Fenolik Madde (mgGAE/100g)			Antioksidan Aktivite (% İnhibisyon)		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	376,010	3471,701**	1	381,165	3129,694**
Nem Seviyesi (B)	1	5027,052	46414,784**	1	29,417	241,542**
Katkı Çeşidi (C)	2	96469,827	890706,198**	2	7087,748	58196,489**
Depolama Süresi (D)	3	109939,800	1015074,494**	3	3980,152	32680,458**
AxB	1	4,407	40,687**	1	3,949	32,423**
AxC	2	48,942	451,879**	2	17,285	141,923**
AxD	3	17,298	159,714**	3	9,801	80,474**
BxC	2	1495,808	13810,800**	2	2,529	20,768**
BxD	3	1332,320	12301,316**	3	8,955	73,525**
CxD	6	962,018	8882,318**	6	58,337	479,000**
AxBxC	2	16,581	153,089**	2	3,106	25,501**
AxBxD	3	3,762	34,732**	3	1,155	9,487**
AxCxD	6	4,572	42,214**	6	20,602	169,159**
BxCxD	6	522,333	4822,706**	6	2,864	23,513**
AxBxCxD	6	3,422	31,598**	6	0,930	7,633**
Hata	48	0,108		48	0,122	

**($p<0,01$) düzeyinde önemli, *($p<0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 34'te görüldüğü gibi örneklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerine tüm varyasyon kaynakları çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olmuştur.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 35, Tablo 36, Tablo 37 ve Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 35. Yıkama Değişkenine Ait Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	Toplam Fenolik Madde (mgGAE/100g)	Antioksidan Aktivite (% İnhibisyon)
Var	48	176,928b	51,693b
Yok	48	180,886a	55,679a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P>0,05$)

Tablo 35'te görüldüğü gibi yıkama işleminin varlığı örneklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi değerlerini azaltıcı yönde etkili olmuştur.

Tablo 36. Nem Değişkenine Ait Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	Toplam Fenolik Madde (mgGAE/100g)	Antioksidan Aktivite (% İnhibisyon)
8	48	186,143a	54,239a
14	48	171,671b	53,132b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P>0,05)

Depolama sürecinde yüksek nem (%14) örneklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesini azaltıcı yönde etkili olmuştur (Tablo 36). Bir üründe hammadde özellikleri, uygulanan prosesler, sıcaklık, nem içeriği gibi faktörler ürünün toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi üzerinde etkili olabilmektedir. Fenolik bileşenler yüksek nem nedeniyle dekarboksilasyona uğramakta, fenoller ve taninlerin polimerizasyonunun ilerlemesi nedeniyle antioksidan aktivitede azalma meydana gelmektedir (Brennan *et al.* 2011).

Tablo 37. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Toplam Fenolik Madde (mgGAE/100g)	Antioksidan Aktivite (% İnhibisyon)
Yok	32	133,202c	41,255c
K.Çekirdeği	32	163,708b	49,626b
Adaçayı	32	239,812a	70,177a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P>0,05)

Tablo 37’de görüldüğü gibi adaçayı ve kuşburnu çekirdeği içeren örnekler toplam fenolik madde (TFM) ve antioksidan aktivite (AA) bakımından katkısız örneklerden daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Tez kapsamında ham maddede yapılan toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri sonucunda adaçayı (TFM: 24,092 mgGAE/g, AA: %97,916) ve kuşburnu çekirdeğinin (TFM:17,461 mgGAE/g, AA: 70,520) yüksek oranda toplam fenolik madde içeriğine ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Başyigit (2017), gerçekleştirdiği bir çalışmada adaçayı (*Salvia officinalis L.*)’nın toplam fenolik madde miktarını 14,54-30,83 mg GAE/g olarak hesaplamışlardır.

Çeşitli tıbbi ve aromatik bitkilerin (adaçayı, anason, çemen, ıhlamur, melisa, defne yaprağı, nane, reyhan, rezene ve sinameki) toplam fenolik madde miktarları, antioksidan özellikleri ve fenolik bileşen kompozisyonlarının belirlendiği bir çalışmada adaçayının en yüksek toplam fenolik madde içeriğine (21,12 mg GAE/g bitki) sahip olduğu ve adaçayının, yüksek antioksidan potansiyele sahip bitkilerden olduğu belirtilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan özellik arasında yüksek korelasyon olduğu ($R^2=0.87-0.89$) ifade edilmiştir (Karadağ 2019).

Gül ve Şen (2017a) kuşburnu çekirdeğini öğütüp un haline getirmişler ve kuşburnu çekirdeğinin toplam fenolik madde içeriğinin 97,60 g GAE/Kg olduğunu bildirmişlerdir.

Başka bir çalışmada farklı şekillerde elde edilen kuşburnu çekirdek örnekleri (taze meyve içerisinden çıkarılan çekirdek, kuru meyve içerisinden çıkarılan çekirdek ve meyve ısıtma işlem gördükten sonra ayrılan çekirdek) ekstrakte edildikten sonra toplam fenolik madde içerikleri tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda çekirdeğin elde edildiği kısma göre değişmekle birlikte fenolik madde içeriğinin 6,65- 34, 06 mg GAE/g KM aralığında olduğu belirlenmiştir (Bozkurt 2022). Aynı çalışmada kuşburnu çekirdeğinin DPPH yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasite miktarı $27,23 \pm 0,002$ mg-TEAC/g olup, kuşburnu çekirdeği ekstraktının %97 süpürücü etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Özgen vd (2021), yaptıkları çalışmada kuşburnu meyvesine ait çekirdek kısmının kabuk kısmına göre daha yüksek bir radikal süpürücü aktiviteye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Yapılan literatür çalışmalarında da adaçayı ve kuşburnu çekirdeğinin toplam fenolik madde ve antioksidan potansiyellerinin oldukça yüksek olduğu sonuçlarına rastlanılmıştır ve dolayısıyla tam buğday ununa ilave edildiklerinde unun toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesini artırmışlardır.

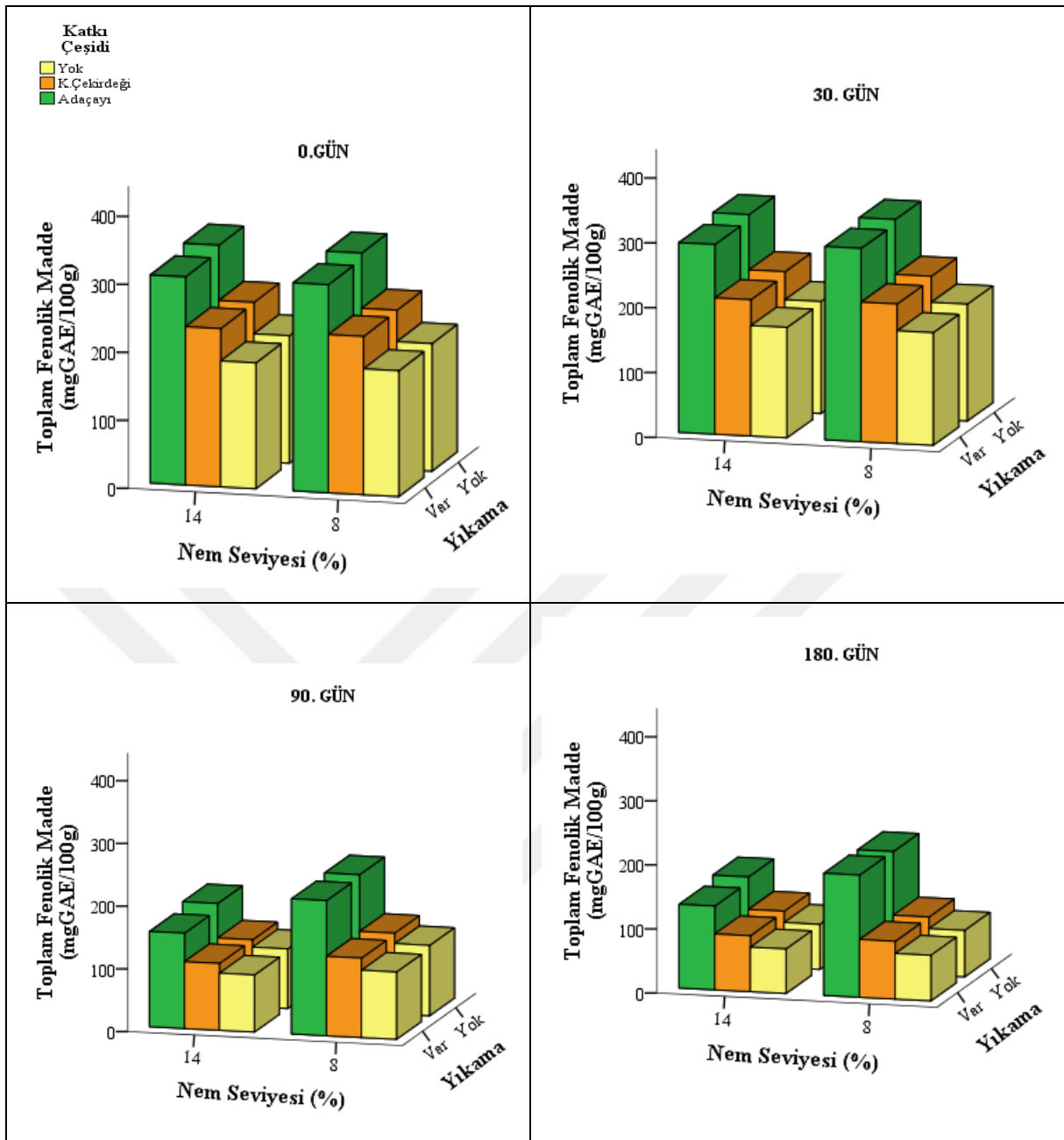
Tablo 38. Depolama Süresi Değişkenine Ait Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	Toplam Fenolik Madde (mgGAE/100g)	Antioksidan Aktivite (% İnhibisyon)
0	24	243,392a	66,456a
30	24	229,575b	62,374b
90	24	135,238c	46,750c
180	24	107,423d	39,165d

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P > 0,05$)

Depolama süresindeki artış, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi değerlerini azaltıcı yönde etkili olduğu görülmektedir (Tablo 38). Depolama süresince ortamda antioksidan maddelerin parçalanmış olmasından dolayı antioksidan aktivite miktarında bir azalmanın olabileceği düşünülmektedir.

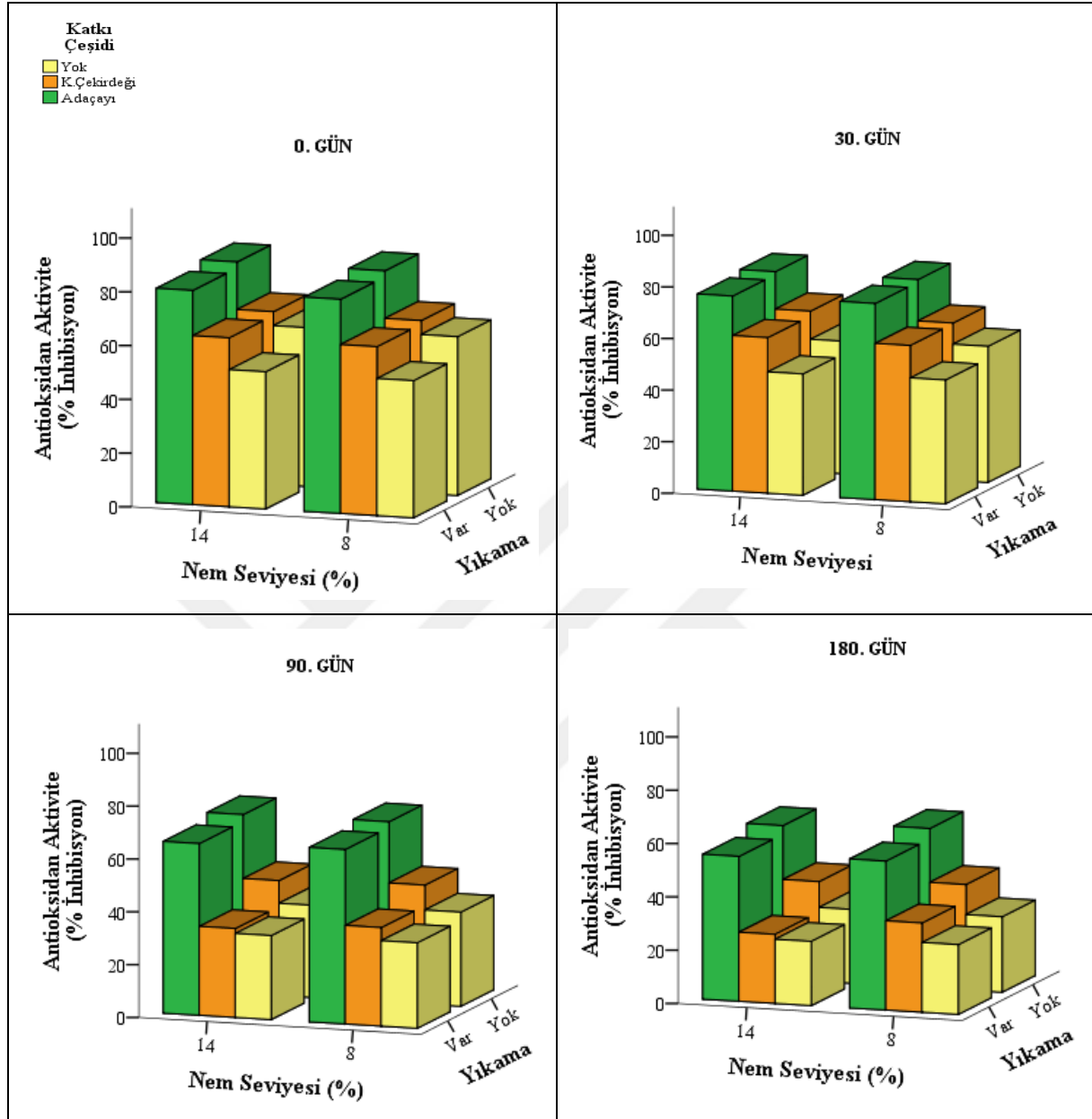
Tam buğday unu örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu sırasıyla Şekil 17’de ve Şekil 18’de verilmiştir.



Şekil 17. Tam buğday unu örneklerinin toplam fenolik madde değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Fenolik maddeler; bitkilerde doğal olarak bulunan ve antioksidan etkiler sağlayan sekonder metabolitlerdir. Çoğunlukla suda çözünen ve aromatik zincir halkasına bağlı bir veya daha fazla sayıda hidroksil grubu içeren bileşiklerdir (Balasundram *et al.* 2006). Şekil 17’de görüldüğü gibi toplam fenolik madde değerleri depolamayla birlikte azalış göstermiştir. Depolamanın tüm periyotlarında en yüksek adaçayı içeren örneklerin, daha sonra kuşburnu çekirdeği içeren örneklerin en yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu görülürken, katkısız örnekler daha düşük değerlere sahip olmuştur. 30. güne kıyasla depolamanın 90 ve özellikle 180. gününde toplam fenolik madde içeriği önemli derecede düşmüştür. Bununla birlikte 90 ve 180. günlerde düşük nem seviyesinde (%8) depolanan örneklerde diğer örneklerle kıyasla daha yüksek toplam fenolik madde değerleri ölçülmüştür. Yüksek nem değerlerinin

ortamda reaksiyon hızlandırıcı etkisinin olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde yıkama işleminin uygulandığı örneklerde toplam fenolik madde içeriği daha düşük bulunmuştur.



Şekil 18. Tam buğday unu örneklerinin antioksidan aktivite değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Şekil 18’de belirlenen sonuçların Şekil 17’de ki toplam fenolik madde değerleri ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Fenolik bileşiklerin yapısı, onların radikal temizleme özelliği ve metal şelatlama özelliğinin oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesinin, fonksiyonel grupla bağlantılı olan hidroksil gruplarının sayısı ve pozisyonuna bağlı olduğu ifade edilmektedir (Meral vd 2012). Örneklerin antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde depolama süresinin artması ile değerlerin azalış gösterdiği ve en düşük değerlerin depolamanın 180. gününde %14 nem seviyesinde depolanan, yıkanmış katkısız örneklerde belirlenmiştir (Şekil 18). Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, yüksek

fenolik miktarına sahip örneklerin antioksidan aktivitelerinin de yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Beklenildiği gibi önce adaçayı, sonra kuşburnu çekirdeği içeren örnekler yüksek fenolik madde içeriklerinden dolayı diğer örneklerle kıyasla daha yüksek antioksidan aktivite göstermişlerdir.

Peroksit sayısı ve TBA sayısı değerleri

Tam buğday unlarının depolama süresince belirlenen Peroksit miktarı ve TBA sayısı değerlerine ait ortalamalar Tablo 39’da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 40’te verilmiştir.



Tablo 39. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Peroksit Sayısı ve TBA Sayısı Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	Peroksit Sayısı (meqO ₂ /Kg yağ)	TBA Sayısı (μmol m.a / Kg)
Var	8	Yok	0	5,330	11,560
			30	7,100	19,133
			90	16,216	40,406
			180	21,212	45,455
		K.Çekirdeği	0	4,048	11,395
			30	5,525	15,598
			90	9,248	39,310
			180	14,619	42,883
		Adaçayı	0	2,973	10,126
			30	3,225	14,407
			90	4,694	31,640
			180	10,695	36,212
	14	Yok	0	5,330	11,560
			30	7,420	19,584
			90	20,408	50,133
			180	32,300	52,272
		K.Çekirdeği	0	4,048	11,395
			30	8,383	17,352
			90	10,738	41,861
			180	16,759	44,055
		Adaçayı	0	2,973	10,126
			30	3,753	16,170
			90	5,405	31,726
			180	13,259	36,773
Yok	8	Yok	0	3,308	10,570
			30	5,813	15,615
			90	10,582	33,434
			180	16,172	37,665
		K.Çekirdeği	0	3,440	10,365
			30	4,901	12,556
			90	6,000	29,222
			180	13,812	33,358
		Adaçayı	0	2,680	9,610
			30	3,048	9,864
			90	4,278	26,772
			180	9,575	32,586
	14	Yok	0	3,308	10,570
			30	6,264	15,300
			90	11,428	34,270
			180	16,949	39,200
		K.Çekirdeği	0	3,440	10,365
			30	5,319	12,941
			90	6,416	29,100
			180	14,917	34,740
		Adaçayı	0	2,680	9,610
			30	3,191	10,176
			90	4,419	30,559
			180	11,764	35,420

Tablo 40. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Peroksit Sayısı ve TBA Sayısı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	Peroksit Sayısı (meqO ₂ /Kg yağ)			TBA Sayısı (μmol m.a / Kg)		
Varyasyon						
Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	159,944	14808,289**	1	674,854	6609,388**
Nem	1	43,684	4044,471**	1	52,559	514,755**
Seviyesi (B)						
Katkı	2	318,006	29442,331**	2	282,048	2762,320**
Çeşidi (C)						
Depolama	3	723,921	67023,601**	3	4871,534	47710,818**
Süresi (D)						
AxB	1	15,685	1452,226**	1	8,459	82,847**
AxC	2	43,710	4046,878**	2	37,064	362,996**
AxD	3	18,678	1729,303**	3	72,953	714,483**
BxC	2	4,584	424,360**	2	5,030	49,263**
BxD	3	11,973	1108,509**	3	10,695	104,749**
CxD	6	45,416	4204,801**	6	28,515	279,272**
AxBxC	2	4,993	462,316**	2	11,915	116,690**
AxBxD	3	4,189	387,795**	3	1,765	17,286**
AxCxD	6	11,167	1033,891**	6	16,330	159,935**
BxCxD	6	3,156	292,176**	6	3,314	32,453**
AxBxCxD	6	4,153	384,504**	6	5,200	50,925**
Hata	48	0,011	-	48	0,102	-

**($p<0,01$) düzeyinde önemli, *($p<0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 40'ta görüldüğü gibi örneklerin peroksit miktarı ve TBA sayısı değerleri üzerine tüm varyasyon kaynaklarının çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait peroksit miktarı ve TBA sayısı ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 41, Tablo 42, Tablo 43 ve Tablo 44'te verilmiştir.

Tablo 41. Yıkama Değişkenine Ait Peroksit Sayısı ve TBA Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	Peroksit Sayısı (meqO ₂ /Kg yağ)	TBA Sayısı (μmol m.a / Kg)
Var	48	9,819a	27,547a
Yok	48	7,237b	22,244b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$)

Tablo 41'de görüldüğü üzere örneklerle uygulanan yıkama işlemi peroksit miktarı ve TBA sayısı değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Yapılan literatür taramasında buğdaya

yıkama işleminin peroksit sayısı ve TBA üzerine etkisi ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır. Almeida *et al.* (2014) tarafından yapılan çalışmada buğdaya buhar verme ve öğütme öncesi yıkama işlemi uygulanmasının lipaz aktivitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda yıkama işleminin lipaz aktivitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir.

Tablo 42. Nem Değişkenine Ait Peroksit Sayısı ve TBA Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	Peroksit Sayısı (meqO ₂ /Kg yağ)	TBA Sayısı (μmol m.a/Kg)
8	48	7,854b	24,156b
14	48	9,203a	25,635a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Düşük nem seviyesinde depolanan örneklerin yüksek nem seviyesinde depolanan örneklerden daha düşük peroksit miktarı ve TBA sayısına sahip olduğu görülmektedir (Tablo 42). Unlarda nem içeriği arttıkça lipid oksidasyonu oluşumu artmakta ve depolama süresi kısalmaktadır (Huma *et al.* 2007; Rose *et al.* 2008).

Tablo 43. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Peroksit Sayısı ve TBA Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Peroksit Sayısı (meqO ₂ /Kg yağ)	TBA Sayısı (μmol m.a /Kg)
Yok	32	11,821a	27,920a
K.Çekirdeği	32	8,226b	24,781b
Adaçayı	32	5,538c	21,986c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Peroksit miktarı, buğday ununun depolama stabilitesini ve raf ömrünü değerlendirmek için kullanılan bir parametredir. Peroksit lipid oksidasyonunun birincil ürünlerinden kaynaklanmakta ve gıdaların raf ömrünü kısaltarak, besin değerini azaltabilmektedir. Uçucu bileşikler, ketonlar, alkoller, asitler ve hekzanal gibi aldehitler, oksidatif prosesin birincil parçalanma ürünleridir ve bu bozunma bileşiklerinin çoğu hoş olmayan bir kokuya sahiptirler (Wei *et al.* 2021). TBA sayısının belirlenmesi, gıdalarda oksidatif ransiditenin ölçüsünü belirlemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Elgün vd 2012). TBA sayısındaki artış, kısa karbon zincirli ürünlerin birikimine işaret etmekte ve bu ürünler acılaşmaya neden olmaktadır. Tablo 43’de görüldüğü gibi tam buğday ununun depolanması esnasında adaçayı daha etkili olmakla birlikte tam buğday ununa adaçayı ve kuşburnu çekirdeği ilavesi örneklerin peroksit miktarı ve TBA sayısını önemli derecede düşürmüştür (Tablo 43). Adaçayının kuşburnu çekirdeğinden daha etkin olması kuşburnu çekirdeğine göre daha yüksek fenolik madde içeriğine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Unlarda antioksidan maddelerin varlığı bazı peroksil radikallerinin yok edilmesine katkı sağlayarak oksidasyon hızını

azaltabilmektedir. Çünkü peroksil radikallerinin yok edilmesi hidroperoksitlerin oluşumundan daha hızlı gerçekleşebilmektedir. Bu durum antioksidan içeriği daha yüksek olan kuşburnu çekirdeği ve adaçayı ilaveli unların daha düşük peroksit miktarı ve TBA sayısına sahip olmalarının sebebi olarak düşünülmektedir.

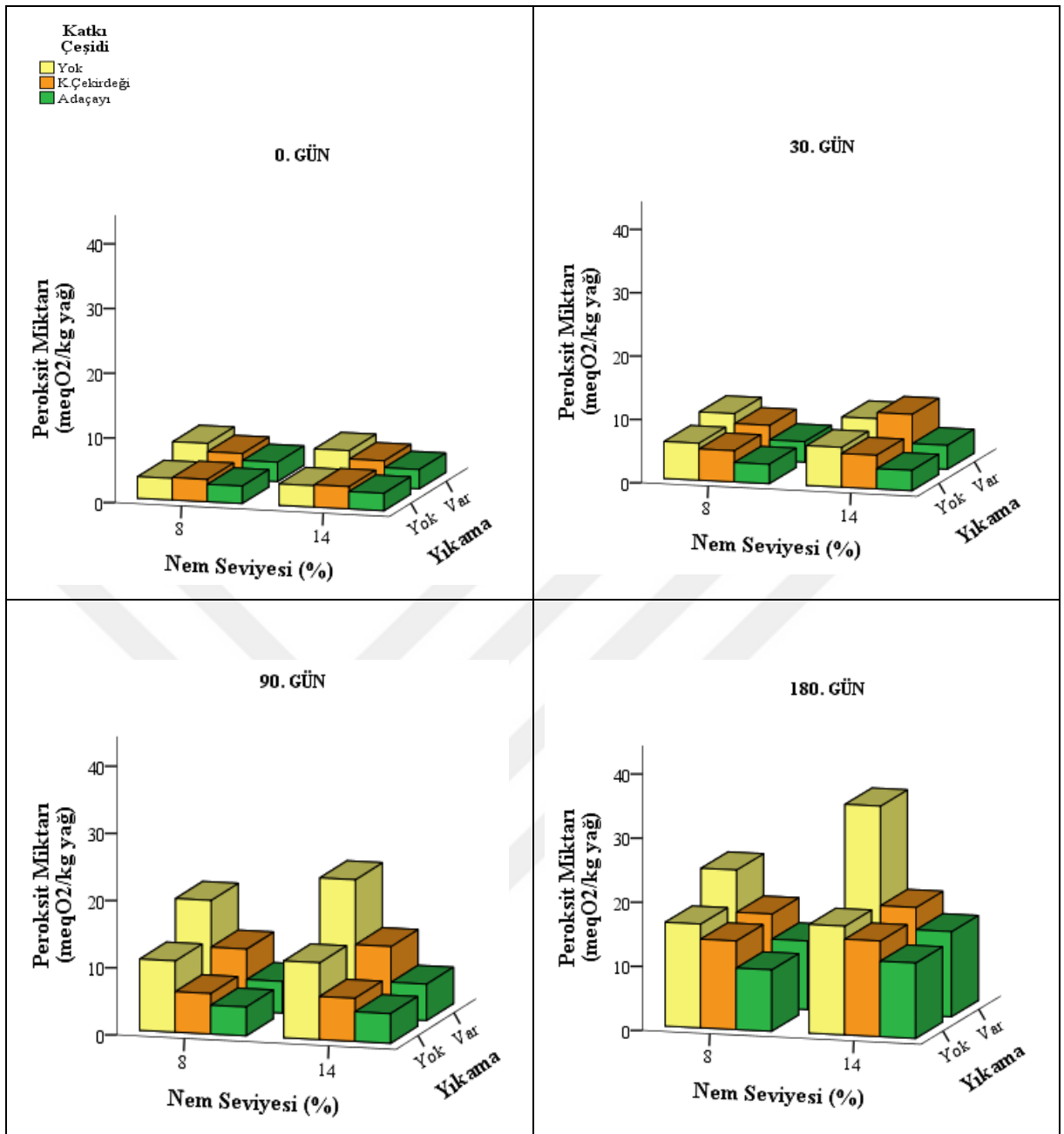
Tablo 44. Depolama Süresi Değişkenine Ait Peroksit Sayısı ve TBA Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	Peroksit Sayısı (meqO ₂ /Kg yağ)	TBA Sayısı (μmol m.a / Kg)
0	24	3,630d	10,604d
30	24	5,328c	14,891c
90	24	9,152b	34,869b
180	24	16,003a	39,218a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

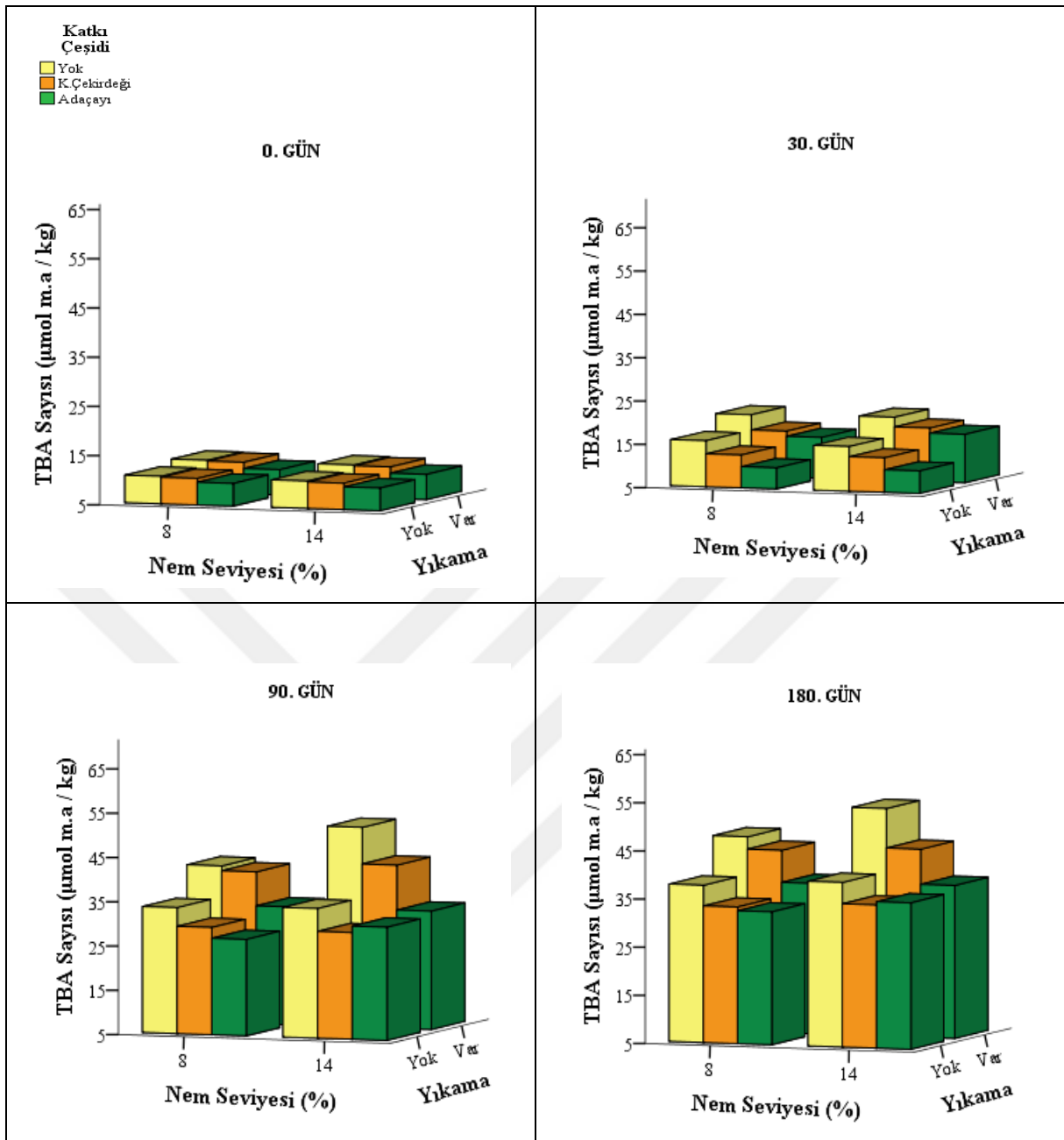
Tablo 44'te görüldüğü gibi depolama süresi örneklerde peroksit miktarı ve TBA sayısı değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Elgün vd (2012) tam buğday ununun stabilizasyonu için buğday tanelerine, bazı fiziksel stabilizasyon metotları (mikrodalga, infrared ve ultraviyole) uygulamıştır. Çalışmada stabilizasyon metotlarının TBA değerlerini kontrol örneğine göre anlamlı bir şekilde düşürdüğü ve depolama süresinin artması ile birlikte TBA sayısının artış gösterdiği bildirilmiştir. Rebellato *et al.* (2018) yaptıkları çalışmada tam buğday ununun 120 gün boyunca depolanması esnasında depolamanın 90. gününe kadar peroksit miktarının artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Tam buğday unu örneklerinin peroksit miktarı ve TBA sayısı değerleri üzerinde çok önemli düzeyde (p<0,01) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonları sırasıyla Şekil 19'da ve Şekil 20'de verilmiştir.



Şekil 19. Tam buğday unu örneklerinin peroksit miktarı değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu

Şekil 19’da görüldüğü gibi peroksit miktarı zamanla artış göstererek depolamanın 180. gününde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Daha düşük nem seviyesinde örneklerin daha düşük peroksit içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca yıkanmamış örneklerde genel olarak yıkanmış örneklerden daha düşük peroksit miktarı tespit edilmiştir. Örneklerin tamamında, bütün depolama periyotlarında adaçayı içeren örnekler daha düşük peroksit miktarına sahip olmuştur. Adaçayının lipid peroksidasyonunu engelleme, metal iyonları azaltma ve serbest radikalleri uzaklaştırma gibi özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir (Farhat *et al.* 2014). Aadaçayının belirtilen bu özellikleri, daha yüksek antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriğinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 20. Tam buğday unu örneklerinin TBA sayısı değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Şekil 20’de görüldüğü gibi 0. günde örneklerin TBA sayısı birbirine yakınken depolama süresinin artması ile bütün örneklerde TBA sayısının düzenli olarak arttığı gözlemlenmiştir. Bütün depolama şartlarında yıkama işlemi genel olarak TBA sayısını artırıcı yönde etkili olurken özellikle adaçayı içeren örnekler önemli derecede düşürücü yönde etkili olmuştur. Bu durum peroksit sayısında belirlenen sonuçlar ile de paralelik göstermektedir.

Mikrobiyolojik Analizler

Tam buğday unlarının depolama süresince belirlenen Toplam Aerobik ve Mezofilik bakteri (TAMB) ve maya-küf sayısı değerlerine ait ortalamalar Tablo 45'te, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 46'da verilmiştir.



Tablo 45. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Toplam Aerobik ve Mezofilik bakteri (TAMB) ve Maya-Küf Sayısı Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	TAMB (log kob/g)	Maya-Küf (log kob/g)
Var	8	Yok	0	4,278	4,332
			30	4,301	4,351
			90	4,431	4,568
			180	4,936	4,835
		K.Çekirdeği	0	4,204	4,432
			30	4,230	4,447
			90	4,255	4,544
			180	4,784	4,740
		Adaçayı	0	4,146	4,369
			30	4,255	4,380
			90	4,431	4,524
			180	4,777	4,633
	14	Yok	0	4,278	4,332
			30	4,339	4,380
			90	4,484	4,690
			180	5,078	4,895
		K.Çekirdeği	0	4,204	4,432
			30	4,289	4,462
			90	4,447	4,602
			180	5,000	4,790
		Adaçayı	0	4,146	4,369
			30	4,422	4,447
			90	4,447	4,602
			180	4,903	4,754
Yok	8	Yok	0	4,431	4,518
			30	4,763	4,531
			90	4,841	4,713
			180	5,230	4,857
		K.Çekirdeği	0	4,339	4,531
			30	4,657	4,518
			90	4,686	4,643
			180	5,040	4,835
		Adaçayı	0	4,255	4,477
			30	4,561	4,505
			90	4,716	4,623
			180	4,840	4,788
	14	Yok	0	4,431	4,518
			30	4,788	4,544
			90	4,936	4,763
			180	5,360	4,968
		K.Çekirdeği	0	4,339	4,531
			30	4,698	4,556
			90	4,788	4,740
			180	5,280	4,908
		Adaçayı	0	4,255	4,477
			30	4,602	4,491
			90	4,763	4,698
			180	4,944	4,832

Tablo 46. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Toplam Aerobik ve Mezofilik Bakteri (TAMB) ve Küf-Maya Sayısı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	TAMB Sayısı (log kob/g)			Maya-Küf Sayısı (log kob/g)		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	1,749	28999,959**	1	0,294	536,435**
Nem Seviyesi (B)	1	0,140	2323,700**	1	0,049	89,422**
Katkı Çeşidi (C)	2	0,195	3228,241**	2	0,026	47,188**
Depolama Süresi (D)	3	2,309	38278,854**	3	0,736	1344,283**
AxB	1	0,001	23,389**	1	0,001	0,972
AxC	2	0,055	906,251**	2	0,002	3,526*
AxD	3	0,089	1476,343**	3	0,002	3,071*
BxC	2	0,005	88,709**	2	9,482E-005	0,173
BxD	3	0,026	431,551**	3	0,009	16,919**
CxD	6	0,023	382,869**	6	0,012	22,054**
AxBxC	2	0,001	10,382**	2	0,002	3,440*
AxBxD	3	0,001	15,670**	3	0,000	0,357
AxCxD	6	0,005	83,568**	6	0,004	6,631*
BxCxD	6	0,004	63,733**	6	0,000	0,196
AxBxCxD	6	0,001	24,320**	6	0,001	2,056
Hata	48	6,031E-005		48	0,001	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli, *($p < 0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 46’da görüldüğü gibi tüm varyasyon kaynakları depolama süresince tam buğday unlarının Toplam Aerobik ve Mezofilik bakteri (TAMB) sayısını istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilemiştir. Maya küf sayısı üzerinde ise A, B,C ve D değişkenleri, BxD ve CxD, interaksiyonları çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde, AxC, AxD, AxBxC ve AxCxD interaksiyonları önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkili olurken, AxB, AxBxD, BxCxD ve AxBxCxD interaksiyonları istatistiksel olarak etkili olmamıştır.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait Toplam Aerobik ve Mezofilik Bakteri (TAMB) ve maya- küf sayısı ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Tablo 47, Tablo 48, Tablo 49 ve Tablo 50’de verilmiştir.

Tablo 47. Yıkama Değişkenine Ait TAMB ve Maya-Küf Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	TAMB (log kob/g)	Maya-Küf Sayısı (log kob/g)
Var	48	4,461b	4,537b
Yok	48	4,731a	4,648a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p > 0,05$)

Tam buğday unlarına uygulanan yıkama işleminin TAMB ve maya-küf sayısını azaltıcı yönde etkili olduğu görülmektedir (Tablo 47). Yener ve Köksel (2013) buğdaya uygulanan yıkama işleminin toksin konsantrasyonunun azaltılmasında etkin olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 48. Nem Değişkenine Ait TAMB ve Maya-Küf Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	TAMB (log kob/g)	Maya-Küf Sayısı (log kob/g)
8	48	4,557b	4,570b
14	48	4,634a	4,615a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tablo 48’de görüldüğü gibi düşük nem seviyesinde depolama örneklerin TAMB ve maya-küf sayısını düşürücü yönde etkili olmuştur. Tahıl ve unlarda mikrobiyal aktivite ve bozunma reaksiyonları %14 nem içeriği ve yukarısında hızlandığından dolayı nem içeriği düştükçe gıdalarda oluşacak maya-küf faaliyeti azalmaktadır (Huma et al. 2007; Rose et al. 2008).

Tablo 49. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Değişkenine Ait TAMB ve Maya-Küf Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	TAMB (log kob/g)	Maya-Küf Sayısı (log kob/g)
Yok	32	4,681a	4,612a
K.Çekirdeği	32	4,577b	4,606a
Adaçayı	32	4,529c	4,560b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Katkı çeşidi değişkeni örneklerin TAMB sayısını farklı şekillerde etkilemiş olup en yüksek TAMB sayısı katkısız örneklerde belirlenmiştir. Maya-küf sayısı açısından en düşük değer adaçayı içeren örneklerde görülürken, katkısız ve kuşburnu çekirdeği ilaveli örnekler istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir (Tablo 49). Kuşburnu çekirdeği ve özellikle adaçayı içeren örneklerin mikrobiyal faaliyetinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun söz konusu bitkisel katkıların antimikrobiyal etkilerinin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İlkimen ve Gülbandır (2018) çeşitli bitkilerden elde edilen ekstraktların antimikrobiyal ve antifungal etkilerini araştırmışlar ve sonuç olarak araştırılan bitkiler arasında yer alan adaçayının hem gram (+) ve gram (-) bakteri türlerine hem de maya türlerine karşı yüksek aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

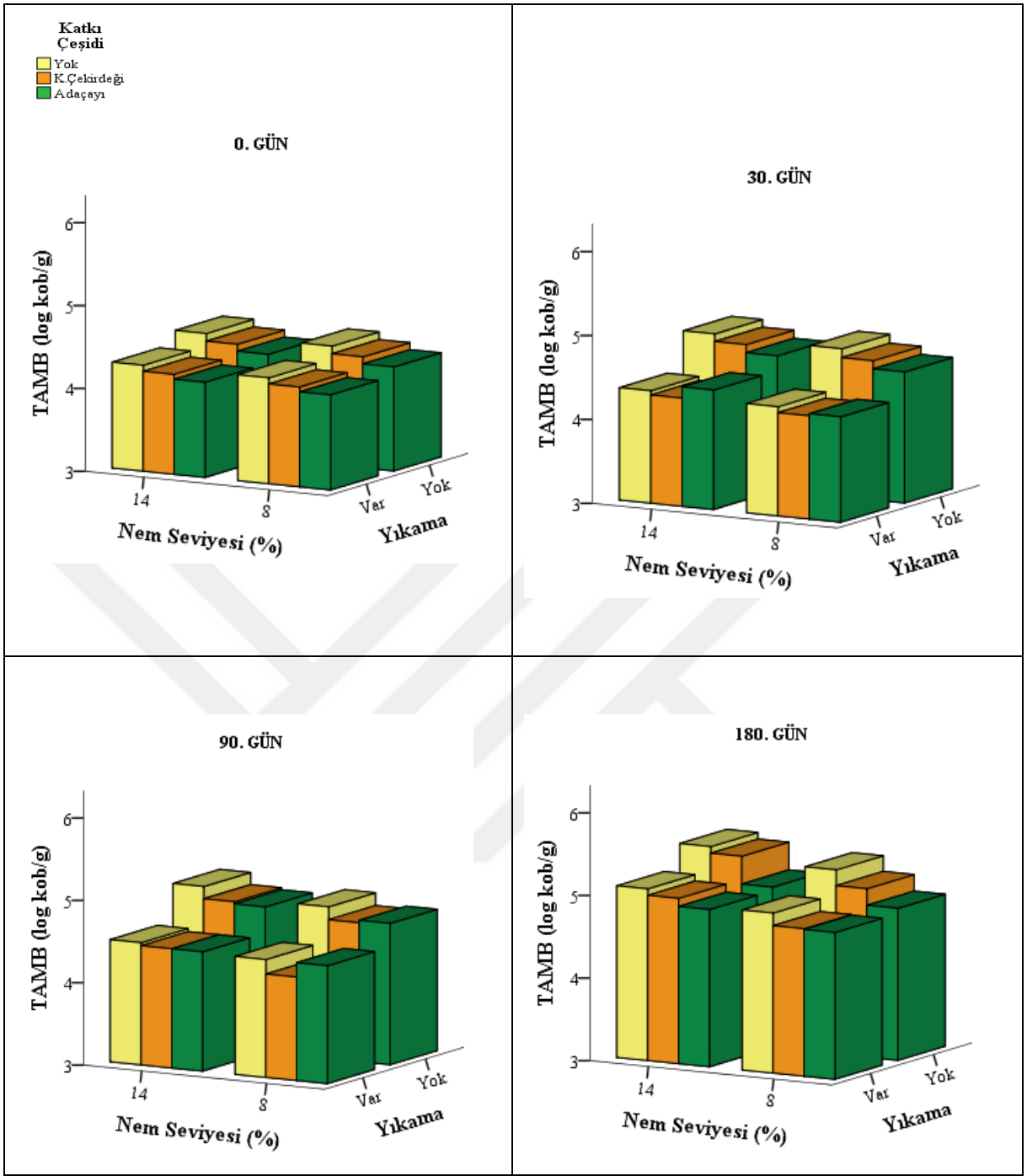
Tablo 50. Depolama Süresi Değişkenine Ait Değişkenine Ait TAMB ve Maya-Küf Sayısı Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	TAMB (log kob/g)	Maya-Küf Sayısı (log kob/g)
0	24	4,275d	4,443d
30	24	4,492c	4,467c
90	24	4,602b	4,642b
180	24	5,014a	4,819a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tablo 50’de görüldüğü gibi depolama süresinin artmasıyla örneklerin TAMB ve maya-küf sayısında artış meydana gelmiştir. Bu durum literatürde de desteklenmekte olup unun depolanması ile birlikte mikrobiyal yükte bir artış meydana gelmesi muhtemeldir (Elgün vd 2012). Buğday tanesinin çevre şartlarına en çok maruz kalan kısmı tane kabuğu olduğu için (Elgün ve Ertugay 2011), bu kısım hasattan un üretimine kadar olan süreçlerde mikroorganizma kontaminasyonuna ve böcek hasarına maruz kalmaktadır. Tam buğday ununun beyaz una kıyasla üretiminde, kabuk dahil bütün tane bileşenleri una indirgendiği için, daha yüksek mikrobiyal yüke sahip olması beklenen bir neticedir. Bununla birlikte, ekmeğin pişirilmesi esnasında, ısıl proses ile mikrobiyal yükün istenen seviyede azaltılabildiği de bir gerçektir (Ünlütürk ve Turantaş 2003).

Tam buğday unu örneklerinin değişkenine ait TAMB değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonları Şekil 21’de verilmiştir.



Şekil 21. Tam buğday unu örneklerinin TAMB sayısı değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Şekil 21’de görüldüğü gibi depolama süresince tüm örneklerin TAMB sayısı artış göstermiş olup bu artış özellikle depolamanın 180. gününde belirgin hale gelmiştir. Genel olarak yıkama yapılan ve düşük nemde depolanan örnekler yıkanmamış ve yüksek nemde depolanan örneklerden daha düşük TAMB sayısına sahip olmuştur. TAMB sayısı katkısız örneklerde genel olarak katkı ilave edilen örneklerden daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir.

Reolojik Analizler

Farinograf

Tam buğday unlarının depolama süresince yapılan farinograf analizi sonucu belirlenen su absorpsiyonu, gelişme süresi, hamur stabilitesi ve yumuşama derecesi değerlerine ait ortalamalar Tablo 51’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 52’de verilmiştir.



Tablo 51. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Derecesi Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	Su Absorbsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dk)	Hamur Stabilitesi (dk)	Yumuşama Derecesi (FU)
Var	8	Yok	0	67,8	9,3	12,5	7
			30	77,7	8,8	10,2	7
			90	78,2	11,0	10,2	4
			180	78,8	13,9	8,1	14
		K.Çekirdeği	0	68,1	9,0	4,9	37
			30	77,5	12,0	11,5	14
			90	78,1	10,7	13,7	17
			180	78,4	14,9	12,0	28
		Adaçayı	0	68,2	8,2	3,8	29
			30	78,6	10,0	3,4	1
			90	79,0	8,7	3,9	15
			180	78,8	8,7	5,6	13
	14	Yok	0	67,8	9,3	12,5	5
			30	70,1	11,3	7,1	15
			90	70,8	13,5	8,2	21
			180	70,4	11,9	5,5	25
		K.Çekirdeği	0	68,1	9,0	4,9	37
			30	70,1	12,6	11,0	19
			90	71,3	11,2	9,3	21
			180	69,3	12,3	11,2	32
		Adaçayı	0	68,2	8,2	3,8	29
			30	70,9	10,7	4,4	11
			90	70,7	12,8	9,6	24
			180	71,4	10,8	4,7	11
Yok	8	Yok	0	68,7	8,0	7,1	6
			30	81,2	10,3	5,5	1
			90	77,7	10,8	11,8	6
			180	79,1	8,8	6,1	11
		K.Çekirdeği	0	73,7	10,8	11,4	6
			30	82,3	14,5	12,5	6
			90	79,9	11,3	15,1	3
			180	81,9	8,7	7,6	16
		Adaçayı	0	69,8	8,5	2,7	27
			30	81,4	9,0	5,2	14
			90	77,8	7,7	4,0	44
			180	79,1	8,5	4,5	23
	14	Yok	0	68,7	8,0	7,1	6
			30	73,5	13,0	11,0	15
			90	70,9	12,8	6,4	15
			180	72,3	15,5	9,1	31
		K.Çekirdeği	0	73,7	10,8	11,4	6
			30	74,1	11,3	14,4	10
			90	71,1	10,9	9,5	9
			180	71,7	13,9	10,5	39
		Adaçayı	0	69,8	8,5	2,7	27
			30	73,1	10,7	4,5	13
			90	70,3	10,8	3,0	1
			180	70,5	10,2	3,4	8

Tablo 52. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Derecesi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	Su Absorbsiyonu (%)			Gelişme Süresi (dk)		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	81,034	10235,842**	1	1,193	254,422**
NemSeviyesi (B)	1	853,234	107776,895**	1	32,550	6944,022**
KatkıÇeşidi (C)	2	8,182	1033,513**	2	34,602	7381,756**
Depolama Süresi(D)	3	210,252	26558,211**	3	31,677	6757,770**
AxB	1	0,327	41,263**	1	5,088	1085,356**
AxC	2	15,993	2020,145**	2	0,720	153,622**
AxD	3	14,621	1846,825**	3	3,770	804,348**
BxC	2	1,070	135,118**	2	7,986	1703,756**
BxD	3	95,559	12070,614**	3	5,185	1106,156**
CxD	6	2,877	363,461**	6	5,031	1073,370**
AxBxC	2	1,145	144,645**	2	2,424	517,222**
AxBxD	3	0,059	7,404**	3	13,414	2861,593**
AxCxD	6	1,753	221,390**	6	3,249	693,059**
BxCxD	6	0,612	77,311**	6	2,226	474,778**
AxBxCxD	6	0,462	58,417**	6	4,494	958,704**
Hata	48	0,008		48	0,005	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli, *($p < 0,05$) düzeyinde önemli

Parametreler	Hamur Stabilitesi (dk)			Yumuşama Derecesi (FU)		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	1,148	297,973**	1	384,000	216,847**
Nem Seviyesi (B)	1	2,768	718,081**	1	294,000	166,024**
Katkı Çeşidi (C)	2	337,322	87521,378**	2	451,948	255,218**
Depolama Süresi (D)	3	15,460	4011,270**	3	497,194	280,769**
AxB	1	2,071	537,324**	1	104,167	58,824**
AxC	2	23,580	6118,135**	2	612,781	346,041**
AxD	3	4,706	1221,072**	3	166,028	93,757**
BxC	2	3,171	822,676**	2	493,406	278,629**
BxD	3	8,944	2320,532**	3	89,028	50,275**
CxD	6	14,169	3676,297**	6	405,601	229,045**
AxBxC	2	12,310	3194,027**	2	335,323	189,359**
AxBxD	3	15,759	4088,748**	3	166,194	93,851**
AxCxD	6	22,481	5832,910**	6	85,101	48,057**
BxCxD	6	10,099	2620,261**	6	125,892	71,092**
AxBxCxD	6	3,056	792,910**	6	80,809	45,633**
Hata	48	0,004		48	1,771	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli, *($p < 0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 52’de görüldüğü gibi tam buğday ununun depolanması boyunca tüm varyasyon kaynakları su absorpsiyonu, gelişme süresi, hamur stabilitesi ve yumuşama derecesi değerlerini istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilemiştir.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait su absorpsiyonu, gelişme süresi, hamur stabilitesi ve yumuşama derecesi değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 53, Tablo 54, Tablo 55 ve Tablo 56’da verilmiştir.

Tablo 53. Yıkama Değişkenine Ait Su Absorpsiyonu, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Derecesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	Su Absorpsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dk)	Hamur Stabilitesi (dk)	Yumuşama Derecesi (FU)
Var	48	72,8b	10,8a	8,0a	18a
Yok	48	74,7a	10,6b	7,8b	142b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$)

Buğday örneklerine uygulanan yıkama işlemi su absorpsiyonu değerlerini artırıcı yönde etkilerken, gelişme süresi, hamur stabilitesi ve yumuşama derecesini azaltıcı yönde etkili olmuştur (Tablo 53).

Tablo 54. Nem Değişkenine Ait Su Absorpsiyonu, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Derecesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	Su Absorpsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dk)	Hamur Stabilitesi (dk)	Yumuşama Derecesi (FU)
8	48	76,7a	10,1b	8,0a	14b
14	48	70,8b	11,2a	7,7b	18a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$)

Yüksek nem (%14) içeriği örneklerin su absorpsiyonu ve hamur stabilitesini azaltırken, gelişme süresi ve yumuşama derecesi değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur (Tablo 54).

Tablo 55. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Su Absorpsiyonu, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Derecesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Su Absorpsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dk)	Hamur Stabilitesi (dk)	Yumuşama Derecesi (FU)
Yok	32	73,4c	11,0b	8,6b	11b
K.Çekirdeği	32	74,3a	11,5a	10,7a	18a
Adaçayı	32	73,6b	9,5c	4,3c	18a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$)

Tablo 55’de görüldüğü gibi katkı çeşidi değişkeni örneklerin su absorpsiyonu, gelişme süresi, hamur stabilitesi ve yumuşama derecesi değerlerini farklı şekillerde etkilemiştir. Su

absorbsiyonu açısından en yüksek değerler kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerde görülürken en düşük değer katkısız örneklerde belirlenmiştir. Normal ve katkılı örneklerin gelişme süresi ve hamur stabilitesinde benzer değişimler görülmüş olup, en yüksek değerler kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerde en düşük değerler ise adaçayı içeren örneklerde tespit edilmiştir. Örneklerin yumuşama derecesi ise katkısız örneklerde diğer örneklerden daha düşük olarak tespit edilmiş, kuşburnu çekirdeği ve adaçayı ilaveli örneklerin istatistiksel olarak birbirinden farksız olduğu belirlenmiştir. Gül and Şen (2017a) tarafından beyaz un formülasyonlarına farklı seviyelerde (%5, %7,5 ve %10) kuşburnu çekirdeği ilave ederek ekmek üretimi yapılmıştır. Bu ekmeklerin hamurları reolojik özellikler açısından incelendiği zaman su absorbsiyonu, gelişme süresi ve yumuşama derecesinin kontrol örneğinden daha düşük olduğu, hamur stabilitesinin ise yüksek olduğu belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda ise tam buğday ununa ilave olarak katkı çeşidinin de lifli yapıya sahip olmasının etkisiyle su tutma kapasitesini artırmış olduğu düşünülmektedir.

Tablo 56. Depolama Süresi Değişkenine Ait Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Derecesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

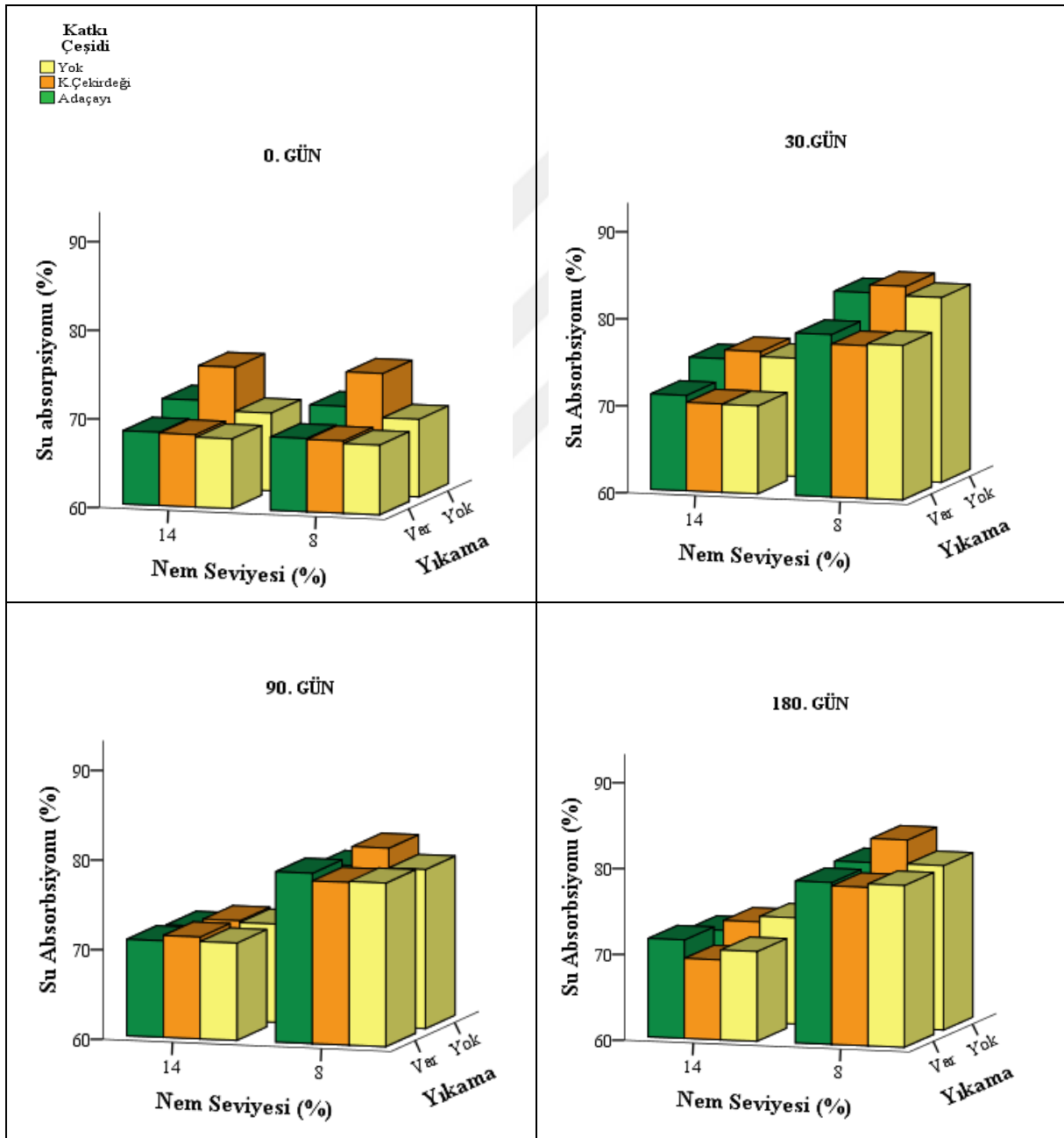
Depolama Süresi (gün)	n	Su Absorbsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dk)	Hamur Stabilitesi (dk)	Yumuşama Derecesi (FU)
0	24	69,433d	9,017d	7,092d	18,667b
30	24	75,921a	11,208b	8,433b	10,542d
90	24	74,696c	11,063c	8,767a	15,000c
180	24	75,183b	11,558a	7,404c	20,958a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksızdır ($p>0,05$)

Tablo 56’da görüldüğü gibi 0. güne kıyasla 30. gün depolama sonrası su absorbsiyonu, gelişme süresi ve hamur stabilitesi değerleri artış, yumuşama derecesi değerleri ise azalış göstermiştir. Depolama süresinin 90 güne çıkması; su absorbsiyonu, gelişme süresi ve yumuşama derecesi değerlerini düşürücü yönde hamur stabilitesi değerlerini ise artırıcı yönde etkili olmuştur. 180 gün depolama sonrasında ise unların bir önceki periyoda göre su absorbsiyonu, gelişme süresi ve yumuşama derecesi artarken hamur stabilitesi değerleri azalmıştır. Ekmekçilik kalitesi bakımından unun farinograf değerlerinden gelişme süresi ve stabilitesinin yüksek, yumuşama derecesinin ise düşük olması istenmektedir. Gelişme süresinin uzun olması, yoğurma süresinin uzun olacağını gösterdiği gibi, öz miktarının fazla ve kalitesinin yüksek olduğunu da belirtmektedir (Elgün vd 2015). Ekmek yapımında unun kalitesini geliştirmek amacıyla askorbik asit (C vitamini) kullanımı da söz konusudur. Hem indirgen hem de yükseltgen madde olarak etki gösteren askorbik asit, hamurda askorbik asit oksidaz enzimi aracılığıyla Dehidro L – askorbik asite dönüşmekte ve dehidroaskorbik asit de sülfidril gruplarını yükseltgeyerek gluten ağını güçlendirmektedir (Polat 2007). Kuşburnu

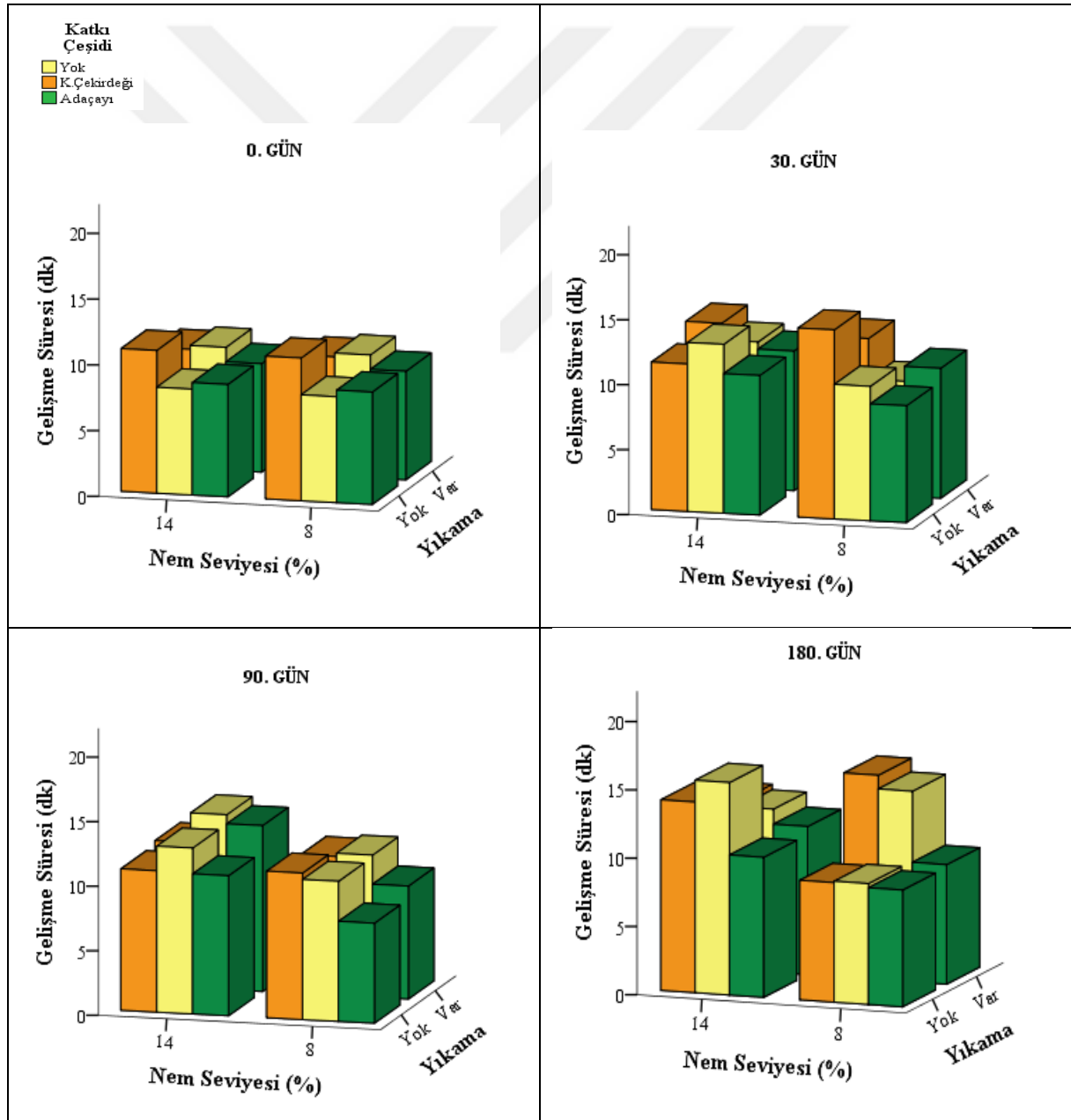
bileşiminde yüksek oranda C vitamini içermektedir (Kayahan *et al.* 2023; Mazzara *et al.* 2023; Zor *et al.* 2023). Kuşburnu çekirdeğinin ilave edildiği tam buğday ununda su absorpsiyonu, gelişme süresi ve hamur stabilitesi değerlerini artırması içerdiği C vitamininin hamurun gluten yapısını kuvvenlendirmesi ile ilişkilendirilebilir.

Tam buğday unu örneklerinin su absorpsiyonu, gelişme süresi, hamur stabilitesi ve yumuşama derecesi üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonları sırasıyla Şekil 22, Şekil 23, Şekil 24 ve Şekil 25'te verilmiştir



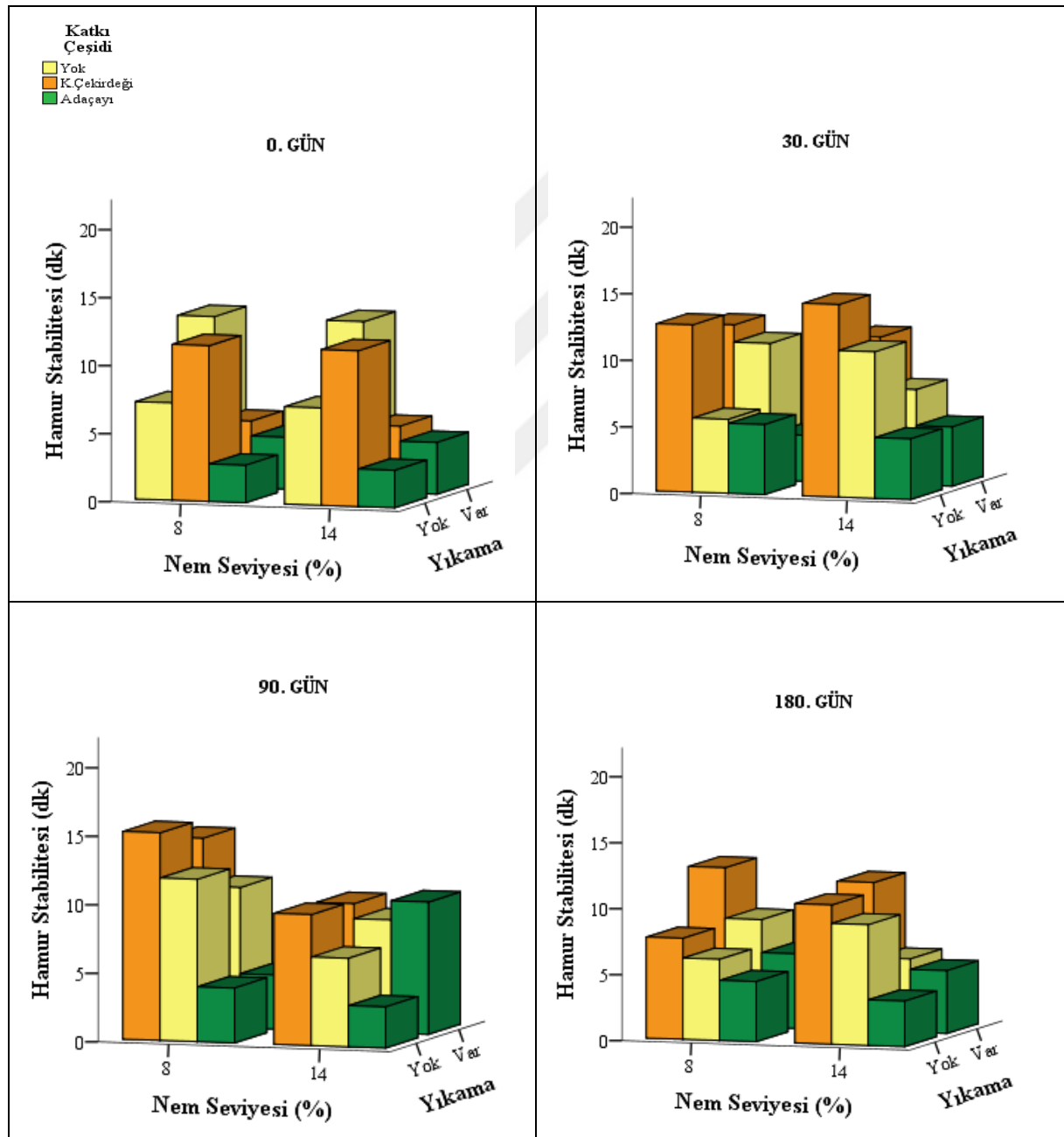
Şekil 22. Tam buğday unu örneklerinin su absorpsiyonu değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu

Şekil 22’de görüldüğü gibi depolamayla birlikte örneklerin su absorpsiyonu değerleri genel olarak artış göstermiştir. Düşük nem içeren örneklerin daha yüksek su absorpsiyonuna sahip olduğu belirlenirken, en yüksek değerler 180. günde yıkamanın olmadığı kuşburnu içeren %8 nemli örneklerde belirlenmiştir. Depolamanın tüm periyotlarında genellikle katkısız örneklerin diğer örneklerden daha düşük su absorpsiyonuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Sungur (2003), tam buğday unlarının üzerinde farklı yüzey aktif maddeler ve hidrokolloidlerin etkisini araştırdığı çalışmasında, su absorpsiyon değerlerinin %66,2 - 68,5 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Hemalatha *et al.* (2007), farklı buğday örnekleri üzerine yapmış oldukları incelemelerde, tam buğday unlarının su absorpsiyon değerlerinin %69,9 ile 76,2 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda örneklerin su absorpsiyonu değerleri depolama boyunca %67,85- 81,45 arasında değişim göstermiştir (Tablo 51) .



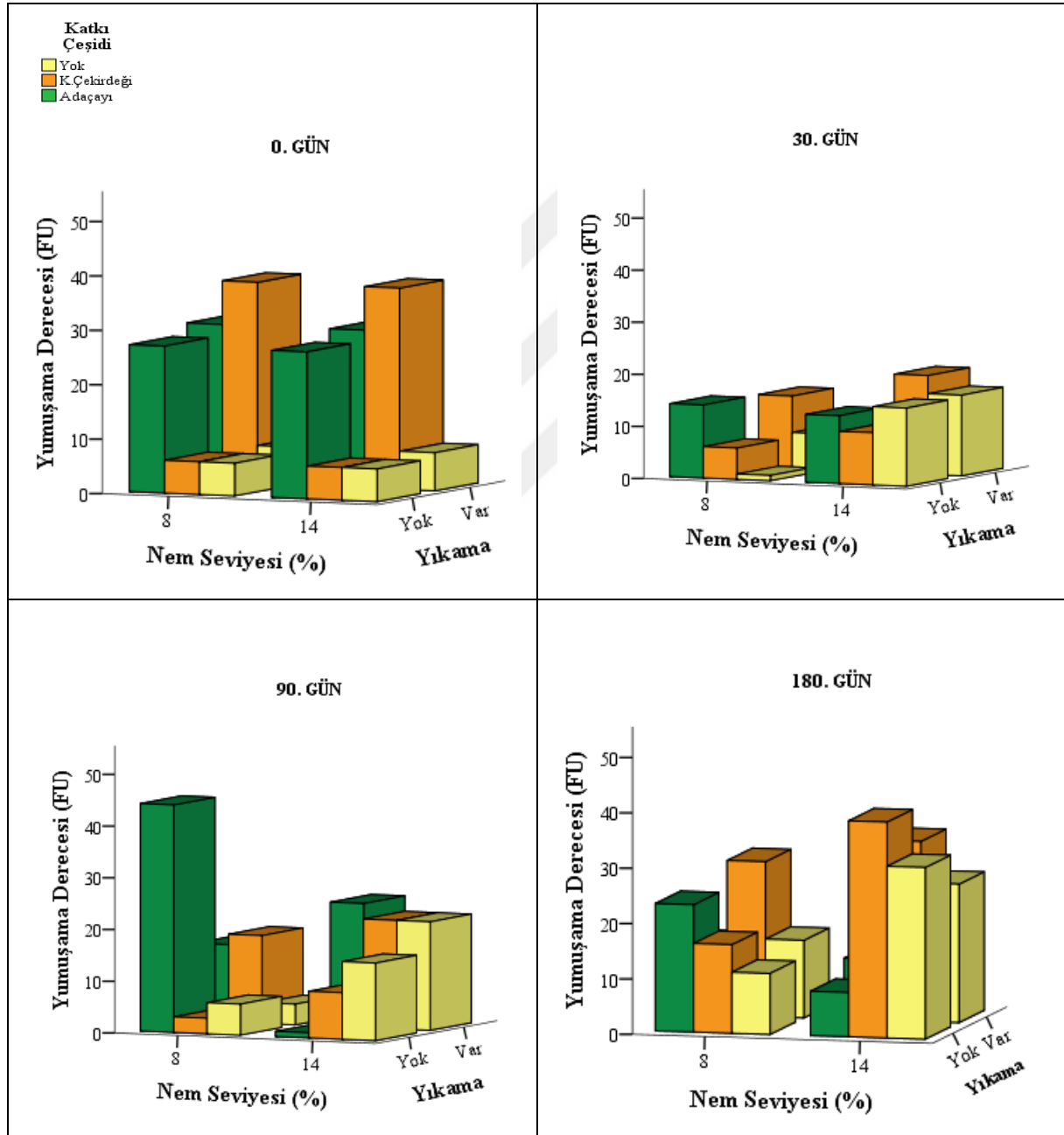
Şekil 23. Tam buğday unu örneklerinin gelişme süresi değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Örneklerin gelişme süreleri 0. güne kıyasla artış göstermiştir. Depolamanın 30. gününde %8 nem içeriğine sahip kuşburnu çekirdeği ilaveli örnekler diğer örneklerden daha yüksek değere sahip olmuştur. Depolamanın 90. gününde yüksek nem içeriğine sahip örnekler daha yüksek gelişme süresi değerlerine sahip olmuştur (Şekil 23). Genel olarak depolama ile artan gelişme süresi değerleri, 8-16 dakika arasında değişkenlik göstermiştir (Tablo 51). Karaduman (2002) yaptığı çalışmasında incelemiş olduğu buğday çeşitlerinin farinograf analizlerinde gelişme sürelerinin 2,3-10,5 dakika arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.



Şekil 24. Tam buğday unu örneklerinin hamur stabilitesi değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Hamur stabilite değeri, bir unun kalitesine bağlı olarak hamurunun yoğrulması sırasında paletlere gösterdiği direncin değişmeden kalmasının dakika cinsinden ifade edilmesidir (Elgün vd 2015). Şekil 24’de görüldüğü gibi kuşburnu çekirdeği içeren örnekler diğer örneklerden daha yüksek hamur stabilitesine sahip olmuştur. Düşük nemde depolanan örnekler genel olarak daha yüksek stabilite sağlamıştır. Tablo 51’de görüldüğü gibi tam buğday unlarının stabilitesi depolamanın 0. gününde yıkanmış örneklerde 3,80-12,5 dakika, yıkanmamış örneklerde 2,75-11,45 dakika aralığında değişim göstermektedir.



Şekil 25. Tam buğday unu örneklerinin yumuşama derecesi değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu

Yumuşama derecesi unun işlemeye karşı toleransı ve fermantasyon süresi hakkında bilgi veren bir farinograf parametresidir. Yumuşama derecesinin fazla olması hamurun işlenmeye uygun olmadığını, fermantasyon toleransının düşük olduğunu göstermektedir (Elgün vd 2015). Bu sebeple yumuşama derecesinin düşük olması arzu edilmektedir. Mevcut çalışmada üretilen tam buğday unu hamurlarının yumuşama derecesi değerleri, 1-39 FU arasında değişim göstermiştir (Tablo 51). Menderis (2006), 20 farklı buğday çeşitleri üzerinde yapmış olduğu çalışmasında yumuşama derecesi değeri 40,0- 142,50 FU arasında değiştiğini bildirmiştir. Yumuşama derecesi açısından örneklerde depolamanın 0. gününde adaçayı içeren örneklerin tamamı ve yıkanmış kuşburnu çekirdekli örneklerin diğer örneklerden daha yüksek değere sahip olduğu görülürken depolamanın 30. gününde yumuşama derecesi değeri bakımından tüm örneklerde düşüş meydana gelmiştir. Depolamanın 90. gününde %8 nem seviyesinde depolanan yıkanmamış adaçayı içeren örnekler en yüksek yumuşama derecesine sahipken en düşük değer %14 nemde depolanan yıkanmamış adaçayı içeren örneklerde bulunmuştur. Depolamanın 180. gününde %14 nemde depolanan yıkanmamış adaçayı içeren örneklerde diğer örneklerden daha düşük yumuşama derecesi tespit edilmiştir (Şekil 25).

Uzayabilirlik

Tam buğday unlarının depolama süresince yapılan uzayabilirlik analizi sonucu belirlenen uzama kabiliyeti, hamur enerjisi ve maksimum direnç (R_{max}) değerlerine ait ortalamalar Tablo 57’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 58’de verilmiştir.

Tablo 57. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi ve Maksimum Direnç (Rmax) Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Hamur Enerjisi (g.s)	Maksimum Direnç (g)
Var	8	Yok	0	27,563	94,461	13,506
			30	36,117	80,075	9,373
			90	35,774	86,853	10,581
			180	39,104	83,920	9,141
		K.Çekirdeği	0	29,371	61,395	8,454
			30	33,708	67,978	7,973
			90	31,898	62,561	9,667
			180	35,025	57,950	7,132
		Adaçayı	0	23,583	28,513	6,121
			30	29,580	24,192	4,769
			90	30,792	23,100	4,526
			180	30,411	21,929	4,660
	14	Yok	0	27,563	94,461	13,506
			30	30,968	46,033	6,816
			90	30,075	56,206	9,588
			180	32,659	54,725	8,375
		K.Çekirdeği	0	29,371	61,395	8,454
			30	32,323	49,620	6,873
			90	26,938	65,358	10,878
			180	26,059	51,588	9,449
Yok	8	Yok	0	36,283	74,746	8,286
			30	40,663	61,472	6,470
			90	30,803	75,593	10,246
			180	36,075	52,972	6,287
		K.Çekirdeği	0	38,729	53,651	6,112
			30	43,359	70,851	6,811
			90	36,971	61,149	6,425
			180	33,897	39,236	4,858
		Adaçayı	0	25,847	24,209	16,555
			30	29,598	15,355	3,750
			90	30,344	21,376	4,358
			180	28,758	15,400	3,897
	14	Yok	0	36,283	74,746	8,286
			30	43,357	70,707	6,792
			90	30,574	44,442	6,367
			180	35,290	65,910	7,938
		K.Çekirdeği	0	38,729	53,651	6,112
			30	43,719	51,724	5,102
			90	32,287	44,976	5,574
			180	34,527	43,307	5,421
		Adaçayı	0	25,847	24,209	16,555
			30	27,653	16,816	4,028
			90	27,400	21,988	4,764
			180	24,031	19,518	4,364

Tablo 58. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi ve Maksimum Direnç (Rmax) Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	Uzama Kabiliyeti (mm)			Hamur Enerjisi (g.s)			Maksimum Direnç (g)		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	233,479	384,770**	1	1029,627	284,989**	1	22,156	178,742**
Nem Seviyesi (B)	1	71,112	117,191**	1	1129,780	312,710**	1	1,572	12,683**
Katkı Çeşidi (C)	2	391,402	645,025**	2	20082,510	5558,605**	2	62,916	507,574**
Depolama Süresi (D)	3	123,147	202,944**	3	660,920	182,935**	3	71,798	579,232**
AxB	1	13,575	22,372**	1	389,117	107,703**	1	0,017	0,137
AxC	2	153,775	253,418**	2	96,920	26,826**	2	70,063	565,233**
AxD	3	68,912	113,567**	3	119,864	33,177**	3	10,534	84,981**
BxC	2	5,054	8,328**	2	277,625	76,843**	2	1,654	13,340**
BxD	3	22,608	37,258**	3	230,590	63,825**	3	2,748	22,173**
CxD	6	32,069	52,849**	6	230,264	63,734**	6	25,432	205,176**
AxBxC	2	33,965	55,974**	2	289,090	80,017**	2	2,018	16,282**
AxBxD	3	5,011	8,258**	3	226,835	62,785**	3	1,913	15,434**
AxCxD	6	15,738	25,936**	6	87,673	24,267**	6	27,773	224,056**
BxCxD	6	1,620	2,670*	6	130,197	36,037**	6	1,667	13,449**
AxBxCxD	6	7,290	12,014**	6	81,993	22,695**	6	1,105	8,912**
Hata	48	0,607		48	3,613		48	0,124	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli, *($p < 0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 58’de görüldüğü gibi uzama kabiliyeti değerleri üzerine BxCxD interaksyonu önemli ($p < 0,05$) düzeyde etkili olurken, diğer tüm varyasyon kaynakları çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkili olmuştur. Hamur enerjisi değerlerini tüm varyasyon kaynakları istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilemiştir. Maksimum direnç değerlerini ise AxB interaksyonu etkilemezken, diğer varyasyon kaynakları çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilemiştir.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait uzama kabiliyeti, hamur enerjisi ve maksimum direnç (Rmax) değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 59, Tablo 60, Tablo 61 ve Tablo 62’de verilmiştir.

Tablo 59. Yıkama Değişkenine Ait Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi ve Maksimum Direnç (Rmax) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	Uzama Kabiliyeti (mm)	Hamur Enerjisi (g.s)	Maksimum Direnç (g)
Var	48	30,673b	52,300a	7,850a
Yok	48	33,792a	45,750b	6,890b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Yıkama işlemi uygulanması örneklerin uzama kabiliyetini azaltırken, hamur enerjisi ve maksimum direnç değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur (Tablo 59).

Tablo 60. Nem Değişkenine Ait Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi ve Maksimum Direnç (Rmax) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	Uzama Kabiliyeti (mm)	Hamur Enerjisi (g.s)	Maksimum Direnç (g)
8	48	33,094a	52,455a	7,498a
14	48	31,372b	45,594b	7,242b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Düşük nem içeriğinde (%8) depolama unların uzama kabiliyeti, hamur enerjisi ve maksimum direnç değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur (Tablo 60).

Tablo 61. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi ve Maksimum Direnç (Rmax) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Uzama kabiliyeti (mm)	Hamur Enerjisi (g.s)	Maksimum Direnç (g)
Yok	32	34,322a	69,832a	8,847a
K.Çekirdeği	32	34,182a	56,024b	7,206b
Adaçayı	32	28,195b	21,218c	6,057c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tablo 61’de katkısız ve kuşburnu çekirdeği içeren örneklerin uzama kabiliyetinin birbirine benzerlik gösterdiği ve adaçayı içeren örneklerden daha yüksek bir değere sahip oldukları görülmektedir. Hamur enerjisi bakımından katkısız örneklerin en yüksek değere sahip olduğu belirlenirken, en düşük değer adaçayı ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. Örneklerin maksimum direnç değerleri hamur enerjisi değerlerine benzer sonuçlar göstermiş olup en yüksek değerler katkısız en düşük değerler ise adaçayı içeren örneklerde belirlenmiştir. Zayıf buğday unları, kuvvetli buğday unlarına kıyasla daha düşük hamur enerjisi değerlerine sahiptir (Topdemir 2004; Kim *et al.* 2023). Buğdayın protein miktarının yanı sıra, protein kalitesinin de yüksek olması, hamurun reolojik özelliklerini geliştirmekte ve enerji değerini yükseltmektedir (Ercan 1989; Bayrakçı 2008; Elgün vd 2015). Gül and Şen (2017b) un formülasyonlarına %5 seviyesine kadar katılan kuşburnu çekirdeğinin uzama kabiliyetini ve uzamaya karşı direncini değiştirmedikçe, seviyenin artması ile birlikte uzama kabiliyetinin düştüğü uzamaya karşı direncin arttığını ifade etmişlerdir.

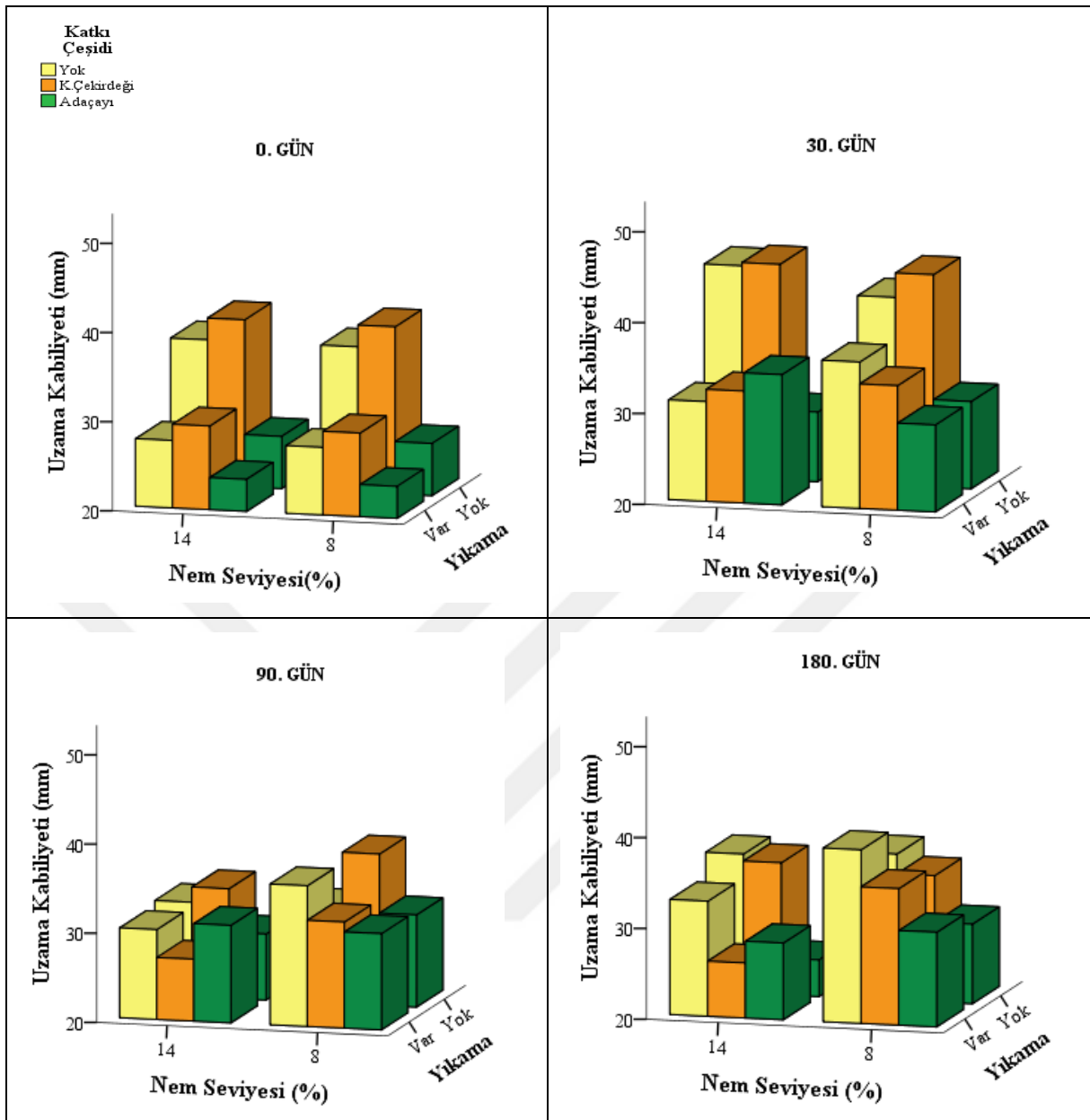
Tablo 62. Depolama Süresi Değişkenine Ait Uzama Kabiliyeti, Hamur Enerjisi ve Maksimum Direnç (Rmax) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	Uzama kabiliyeti (mm)	Hamur Enerjisi (g.s)	Maksimum Direnç (g)
0	24	30,229d	56,163a	9,839a
30	24	35,447a	47,922b	6,069d
90	24	31,233c	48,482b	7,289b
180	24	32,023b	43,533c	6,284c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

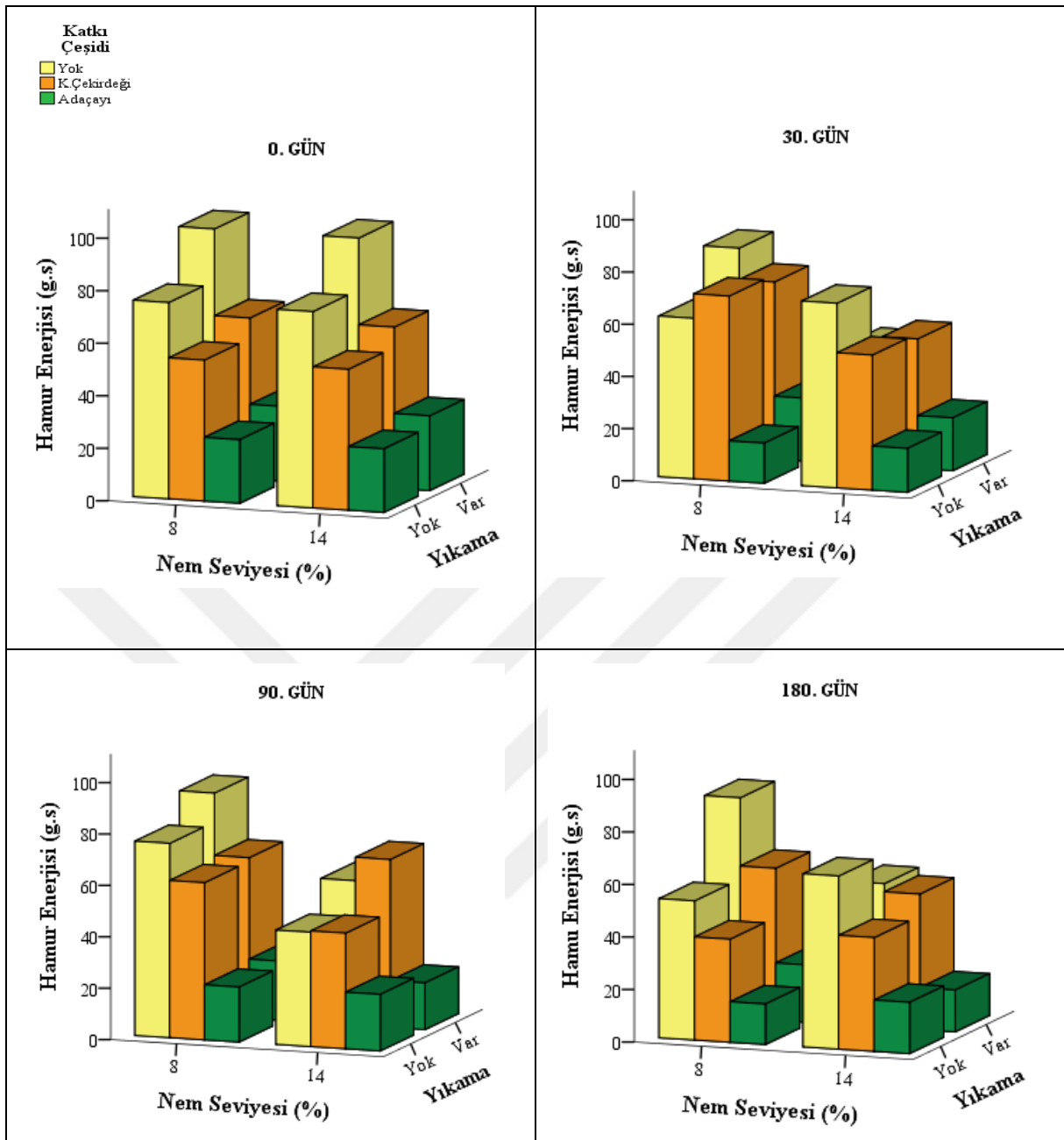
Tablo 62’de görüldüğü gibi, 0. güne kıyasla 30. günde örneklerin uzama kabiliyeti artış gösterirken, hamur enerjisi ve maksimum direnç değerleri azalış göstermiştir. Depolamanın 90. gününde uzama kabiliyeti değerleri azalış göstermiş; hamur enerjisi değerleri istatistiksel olarak değişmezken, maksimum dirençte artış meydana gelmiştir. 180 gün depolama ile örneklerin bir önceki periyoda göre uzama kabiliyeti artmış, hamur enerjisi ve maksimum direnç değerleri azalış göstermiştir.

Tam buğday unu örneklerinin uzama kabiliyeti, hamur enerjisi ve maksimum direnç (Rmax) üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonları sırasıyla Şekil 26, Şekil 27 ve Şekil 28’de verilmiştir.



Şekil 26. Tam buğday unu örneklerinin uzama kabiliyeti değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu

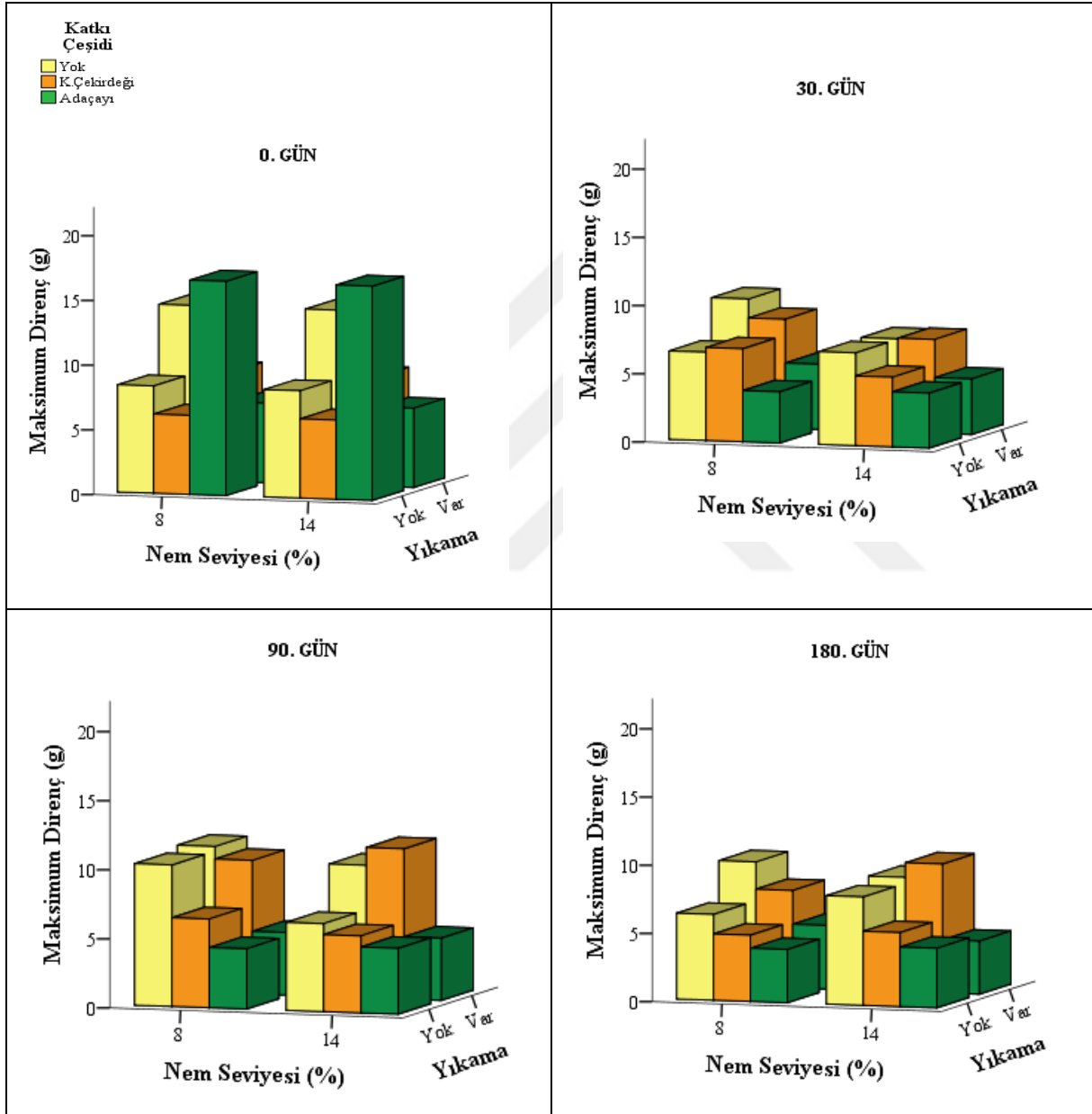
Şekil 26’da görüldüğü gibi depolamanın 30. gününde uzama kabiliyeti değerleri diğer depolama günlerinden daha yüksek seviyeye ulaşmıştır. Depolamanın 30. gününde özellikle yıkanmamış katkısız ve kuşburnu çekirdeği içeren örneklerin her iki nem seviyesi de diğer örneklerden daha yüksek değere sahip olmuştur. Adaçayı içeren örneklerin genel olarak tüm depolama periyotlarında daha düşük uzama kabiliyetine sahip olduğu görülürken, en düşük değer 0. gün ve depolamanın 180. gününde yıkanmamış %14 nemde depolanan adaçaylı örneklerde bulunmuştur. Boz vd (2010) farklı materyaller ilave etmek suretiyle üretmiş oldukları tam buğday unu hamurlarının uzama kabiliyeti değerlerinin 81,68- 112,34 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.



Şekil 27. Tam buğday unu örneklerinin hamur enerjisi değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu

Ekmekçilik kalitesi yüksek olan bir unun, enerji değerlerinde yüksek olması istenmektedir (Elgün vd 2015). Üretilen tam buğday unu örneklerinden elde edilen hamurların ortalama enerji değerleri 15,94-94,46 g.s arasında bulunmuştur (Tablo 57). Ülkemizde yetiştirilen başlıca buğday çeşitlerinin kalitesini belirlemeye yönelik olarak yapılan bir çalışmada, farklı buğday çeşidinin öğütülmesi ile elde edilen unların ortalama enerji değerinin $16,1 \text{ cm}^2$ ile $119,5 \text{ cm}^2$ arasında değiştiği saptanmıştır (Ercan 1989). Şekil 27’de görüldüğü gibi adaçayı içeren örneklerin hamur enerjisinin daha düşük olduğu ve en düşük değer depolamanın 180. gününde yıkanmamış %8 nem içeren adaçaylı örneklerde tespit edilmiştir. Katkısız örnekler diğer örneklerle göre daha yüksek hamur enerjisine sahip olup kuşburnu çekirdeği içeren örnekler katkısız örneklerden sonra yüksek hamur enerjisi içeriğine sahip olmuştur.

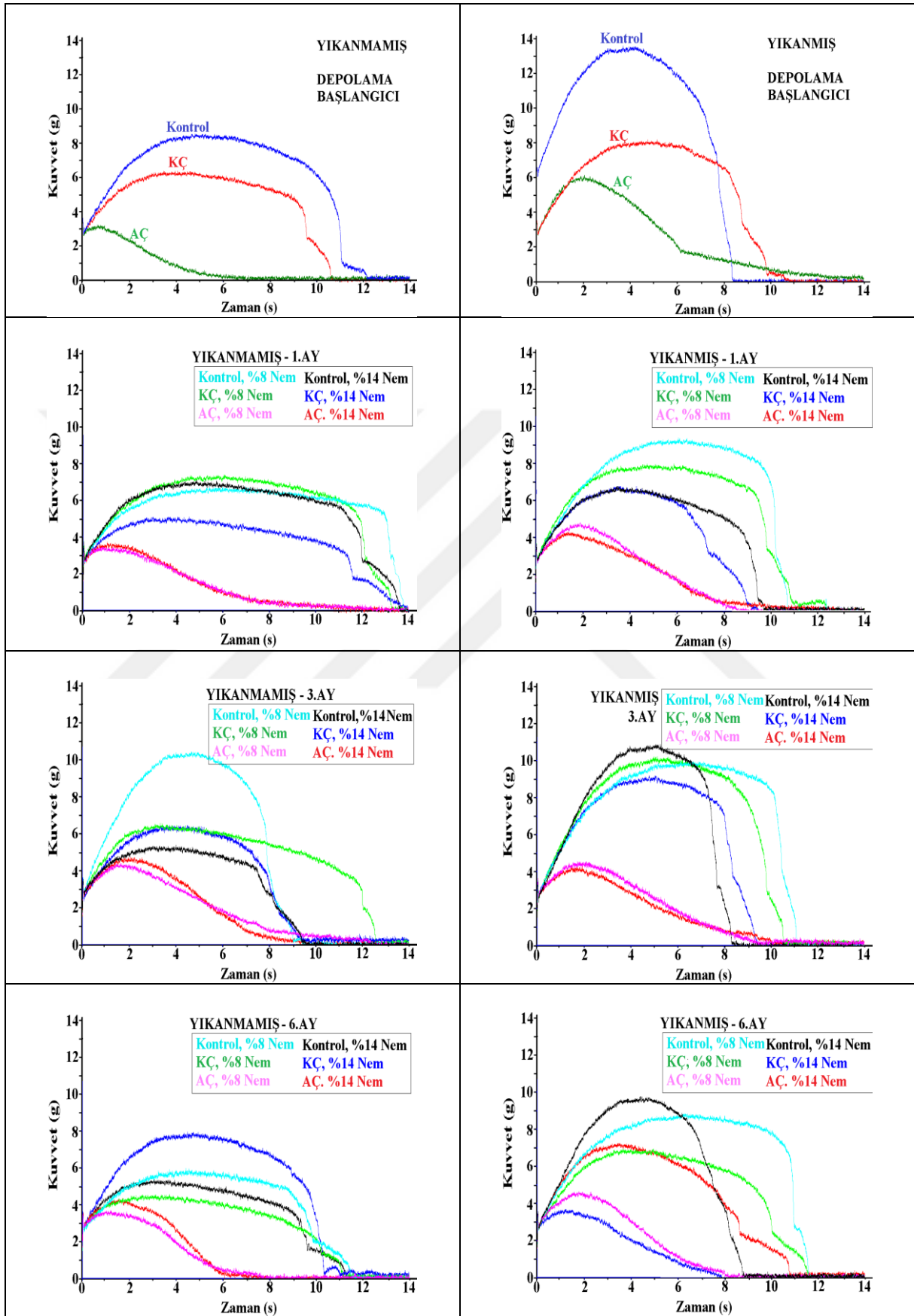
Buğdayda lipit indirgeyici enzimlerin varlığı, tam buğday unlarında depolama ömrünün kısılmasına sebebiyet vermektedir. Ancak bunun yanında ekmeklik buğdaylarda belli bir düzeyde lipoksigenaz aktivitesi arzu edilmektedir. Çünkü lipoksigenaz katalizli oksidasyon, unların ağarmasına ve dolaylı yoldan gluten proteininin okside edilerek kuvvetlenmesini sağlamaktadır (Arslan ve Türker 2021). Kontrol örneğinin adaçayı ve kuşburnu çekirdeği içeren örneklerden daha yüksek enerji değerine sahip olmasının, kullanılan katkıların sahip olduğu antioksidan aktivite nedeniyle unun oksidasyonunu önlemesi olduğu düşünülmektedir.



Şekil 28. Tam buğday unu örneklerinin maksimum direnç değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu

Depolamayla birlikte örneklerin maksimum direnç değerlerinde azalış meydana geldiği görülmektedir. Özellikle depolamanın 30. gününde yıkanmamış adaçayı içeren örneklerde önemli derecede düşüşün meydana geldiği görülmektedir. 0. gün adaçayı içeren örnekler

dışında genel olarak yıkanmış örnekler yıkanmamış örneklere göre genel olarak daha yüksek maksimum direnç değerine sahip olmuştur (Şekil 28).



Şekil 29. Uzayabilirlik testi grafikleri

Hamurların Dinamik Reolojik Özellikleri

Tam buğday unlarının depolama süresince reometre de belirlenen K, z ve R² değerlerine ait ortalamalar Tablo 63'te, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 64'te verilmiştir.

Tablo 63. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen K, z ve R² Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	K (pa.s)	z	R ²
Var	8	Yok	0	18227,00	0,195	0,99
			30	14499,00	0,214	0,99
			90	15665,00	0,197	0,99
			180	17851,00	0,202	0,99
		K.Çekirdeği	0	18994,00	0,191	0,99
			30	15870,00	0,198	0,99
			90	14231,00	0,212	0,99
			180	15176,50	0,211	0,99
		Adaçayı	0	18967,50	0,220	0,99
			30	18025,50	0,215	0,99
			90	14362,50	0,244	0,99
			180	14709,00	0,241	0,99
	14	Yok	0	18227,00	0,195	0,99
			30	16032,50	0,208	0,99
			90	14052,50	0,222	0,99
			180	16957,50	0,229	0,99
		K.Çekirdeği	0	18994,00	0,191	0,99
			30	15820,50	0,205	0,99
			90	15287,00	0,216	0,99
			180	14315,50	0,215	0,99
		Adaçayı	0	18967,50	0,220	0,99
			30	12964,00	0,221	0,99
			90	12400,50	0,243	0,99
			180	13469,50	0,244	0,99
Yok	8	Yok	0	14969,50	0,197	0,99
			30	10327,00	0,217	0,99
			90	12368,00	0,218	0,99
			180	12410,50	0,228	0,99
		K.Çekirdeği	0	12845,00	0,206	0,99
			30	9456,15	0,212	0,99
			90	10420,50	0,233	0,99
			180	11880,50	0,216	0,99
		Adaçayı	0	19383,50	0,305	0,98
			30	10307,50	0,235	0,99
			90	13118,00	0,238	0,99
			180	11530,50	0,245	0,99
	14	Yok	0	14969,50	0,197	0,99
			30	11892,50	0,208	0,99
			90	14208,50	0,225	0,99
			180	14546,50	0,218	0,99
		K.Çekirdeği	0	12845,00	0,206	0,99
			30	10696,00	0,211	0,99
			90	14411,50	0,208	0,99
			180	11756,50	0,230	0,99
		Adaçayı	0	19383,50	0,305	0,98
			30	13958,50	0,209	0,99
			90	16985,00	0,233	0,99
			180	15910,00	0,237	0,99

Tablo 64. Tam Buğday Unlarının Depolama Süresince Belirlenen K ve z Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	K (pa.s)			z		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	167938193,180	185,805**	1	0,003	16,985**
Nem Seviyesi (B)	1	7544723,138	8,347**	1	1,409E-006	0,007
Katkı Çeşidi (C)	2	14873922,749	16,456**	2	0,010	48,888**
Depolama Süresi (D)	3	72772502,833	80,515**	3	0,001	4,201**
AxB	1	41702443,388	46,139**	1	0,001	3,494
AxC	2	32235252,380	35,665**	2	0,000	2,054
AxD	3	13924080,833	15,405**	3	0,001	6,403**
BxC	2	82457,245	,091	2	0,000	0,659
BxD	3	1450824,708	1,605	3	9,398E-005	0,461
CxD	6	7014851,239	7,761**	6	0,002	7,706**
AxBxC	2	8742494,826	9,673**	2	3,373E-005	0,166
AxBxD	3	4878121,375	5,397**	3	8,442E-005	0,414
AxCxD	6	2741373,945	3,033**	6	0,001	6,239**
BxCxD	6	2534405,843	2,804*	6	0,000	0,676
AxBxCxD	6	2144698,716	2,373*	6	0,000	0,736
Hata	48	903838,930	-	48	0,000	-

**($p<0,01$) düzeyinde önemli, *($p<0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 64'te görüldüğü gibi örneklerin K değeri üzerine A, B, C ve D değişkenleri ve AxB, AxC, AxD, CxD, AxBxC, AxBxD ve AxCxD interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olurken, BxCxD ve AxBxCxD interaksiyonları önemli düzeyde ($p<0,05$) etkili olmuş, BxC ve BxD interaksiyonları istatistiksel olarak etkili olmamıştır. Örneklerin z değerini ise A, C ve D değişkenleri, AxD, CxD, AxCxD interaksiyonları çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilerken, B değişkeni ve AxB, AxC, BxC, BxD, AxBxC, AxBxD, BxCxD ve AxBxCxD interaksiyonlarının etkisiz ($p>0,05$) olduğu belirlenmiştir.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait K ve z değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 65, Tablo 66, Tablo 67 ve Tablo 68'de verilmiştir.

Tablo 65. Yıkama Değişkenine Ait K ve z Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	K (pa.s)	z
Var	48	16002,75a	0,215b
Yok	48	13357,49b	0,227a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Hamur, plastik ve viskoz özelliklerinin yanı sıra yüksek derecede elastikiyet gösteren viskoelastik bir yapıdadır. Hamurların reolojik özellikleri hamurun işlenebilirlik özellikleri (uzaması, şekil verilebilirliği), gaz tutma kapasitesi, pişirme performansı ve üretilen ürünlerin kalitesi açısından son derece önemlidir (Zhang *et al.* 2017). Hamur örneklerinin viskoelastik özelliklerini belirlemek için yapılan dinamik frekans tarama testinde K değeri hamur mukavemetinin göstergesidir. K değeri arttıkça hamur mukavemetinin de arttığı ifade edilmektedir. $G' = K(\omega)^z$ ile ifade edilen logaritmik grafikte (z) değerleri (G')' nün frekansa (ω) bağımlılık derecesini ve hamurdaki moleküler etkileşimlerin stabilitesini yansıtmaktadır. Grafikte $z = 0$, olduğunda istikrarlı kovalent bir ağ yapısından bahsedilirken, $z > 0$ olduğu durumlarda ise daha az kararlı bir ağ yapısına sahip bir fiziksel bağlantıya işaret etmektedir (Zhang *et al.* 2017; Zhang *et al.* 2018; Rahman *et al.* 2023; Zhang 2023). Tablo 65'te görüldüğü gibi yıkama işlemi uygulanması K ve z değerleri üzerinde ters yönde etkili olmuştur. Yıkamış örneklerin K değeri daha yüksek iken z değeri daha düşük olarak belirlenmiştir. Burada elde edilen sonuçlara göre yıkanmış örneklerin hamur mukavemetinin fazla ve ağ yapısının daha kuvvetli olduğu söylenebilir.

Tablo 66. Nem Değişkenine Ait K ve z Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	K (pa.s)	z
8	48	14399,78b	0,220a
14	48	14960,46a	0,221a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Yüksek nem seviyesinde depolama örneklerin K değerini artırıcı yönde etkili olurken, z değeri üzerinde istatistiksel olarak benzer etki göstermiştir (Tablo 67). Hamur mukavemeti yüksek nem içeriğine sahip unlardan yapılan hamurlarda daha fazladır.

Tablo 67. Katkı Çeşidi Değişkenine Ait K ve z Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	K (pa.s)	z
Yok	32	14825,22a	0,211b
K.Çekirdeği	32	13937,48b	0,210b
Adaçayı	32	15277,66a	0,241a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

K değeri açısından adaçayı içeren örnekler, katkısız örneklerle benzerlik gösterirken, kuşburnu çekirdeği ilave edilen örneklerde K değeri daha düşük olarak belirlenmiştir. Örneklerin z değeri katkısız ve kuşburnu çekirdeği ilaveli örnekler birbirine benzer etki gösterirken, adaçayı içeren örnekler diğer örneklerden daha yüksek değere sahip olmuştur (Tablo 67).

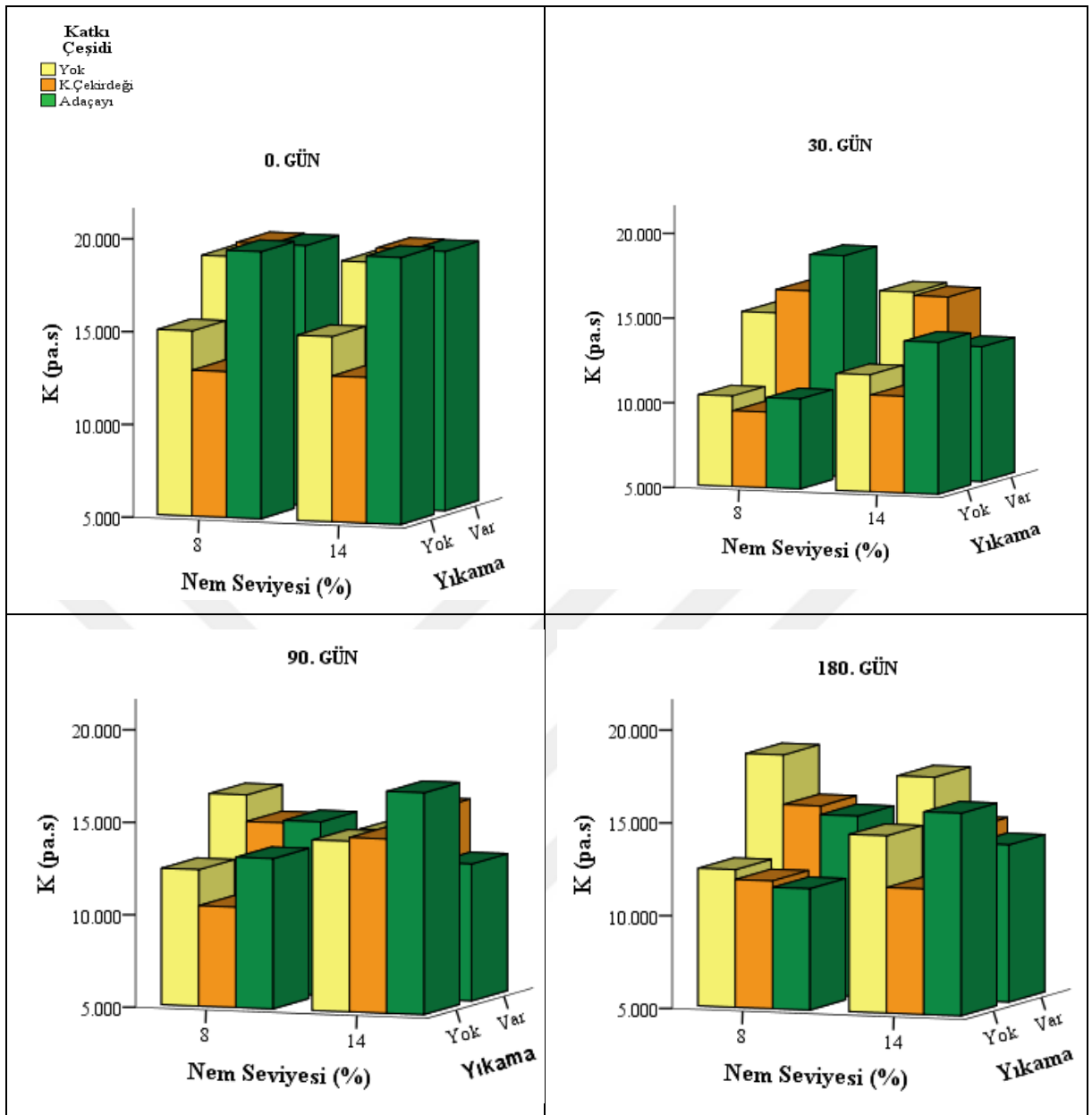
Tablo 68. Depolama Süresi Değişkenine Ait K ve z Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	N	K (pa.s)	z
0	24	17231,08a	0,219ab
30	24	13320,76c	0,213b
90	24	13959,17b	0,224a
180	24	14209,46b	0,226a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$)

Tablo 68’de görüldüğü gibi örneklerin K değeri depolamayla birlikte azalış gösterirken, depolamanın 30. gününde en düşük değere sahip olmuştur. Değerler 30. günden itibaren tekrar artış göstermiştir ancak en yüksek değer 0. günde ölçülmüştür. Örneklerin z değeri 0. güne kıyasla 30. günde azalış gösterirken depolamayla birlikte z değerleri artış göstermiştir. Dolayısıyla depolama süresinin örneklerin yapısını zayıflattığı söylenebilir.

Tam buğday unu örneklerinin K değeri üzerinde önemli düzeyde ($p<0,05$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu Şekil 30’da verilmiştir.



Şekil 30. Tam buğday unu örneklerinin K değeri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu

Şekil 30’da görüldüğü gibi, depolama süresinin 30. gününde bütün un örneklerinin K değeri azalış göstermiş, daha sonraki depolama sürelerinde ise un örneklerinde farklı etkiler görülmekle birlikte genel olarak artış görülmüştür. Depolamanın 30. gününde yıkanmamış düşük nem (%8) seviyesinde depolanan örneklerin diğer örneklerden daha düşük K değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Yıkanmış %8 nem içeren adaçayı ilaveli örnekler 30. günde en yüksek K değerine sahip olmuştur. Depolamanın 90. gününe gelindiğinde tüm örneklerin K değerinde artış meydana gelmiştir. Yıkanmış örneklerde %14 nem seviyesinde depolanan kuşburnu çekirdeği ilaveli örnekler en yüksek değere sahipken, yıkanmamış örneklerde %14 nem içeriğine sahip adaçayı ilaveli örnekler en yüksek değere sahip olmuştur. Depolamanın 180. gününde yıkanmamış, yüksek nemde (%14) depolanan adaçayı ilaveli örnekler dışındaki tüm örnekler yıkanmış örneklerden daha düşük K değerine sahip olmuştur. Hamur oluşumunda

hamurun iskeletini oluşturan gluten, glutenin ve gliadin proteinlerinin hamurun yoğrulması esnasında ortamda var olan su ile hidrate olarak ve çeşitli kimyasal bağlarla (kovalent (S-S), iyon, hidrojen ve Van der Waals bağları) birleşerek meydana gelmektedir. Gluten yoğurma esnasında mayaların faaliyeti ile oluşan karbondioksit (CO²) gazını hamur içerisinde tutarak, ekmeğin ve diğer fırın ürünlerinin kabarmasını ve gözenekli bir yapıya sahip olmasını sağlamaktadır (Dizlek 2011). Tam buğday ununda tüm tane bileşenlerinin varlığı özellikle bileşiminin yaklaşık %25'i pentozan olan kepek ilave edilmesiyle, hamurdaki gluten proteinleri oransal olarak seyrelmektedir. Hamurun yoğrulması esnasında kepek gluten moleküllerinin aralarına girerek moleküller arasındaki mesafeleri arttırmakta ve gluten proteinleri, öz yapısının oluşması ve gelişmesi için yapmaları gereken çeşitli kimyasal bağları, moleküller arasındaki mesafelerin çekim kuvvetine engel olabilecek bir uzaklığa erişmesi durumunda yapamazlar ve gluten ağı yeterince gelişmez. Bu durum hem hamur özelliklerine hem de son ürün kalitesine yansımaktadır (Sun *et al.* 2022b). Şekil 30 ve Tablo 67'de görüldüğü gibi una ilave edilen bitkisel katkılardan özellikle kuşburnu çekirdeği hamur mukavemetini azaltıcı yönde etkili olmuştur. Bu durum Şekil 26'da ki hamur uzayabilirlik değerlerine de yansımıştır. Hamur dinamik reolojik özelliklerinin belirlendiği çalışmalarda ortamdaki glutenin seyrelmesi ile K değerinin azalış gösterdiği bulgularına rastlanılmıştır (Zhang *et al.* 2018; Sun *et al.* 2022b; Pycia *et al.* 2023).

Ekmekte Yapılan Analiz Sonuçları

Ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri

Depolama süresince tam buğday unlarından üretilen ekmeklerin ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerlerine ait ortalamalar Tablo 69'da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 70'de verilmiştir.

Tablo 69. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)
Var	8	Yok	0	136,0	250,0	1,838
			30	132,0	270,0	2,045
			90	132,3	275,0	2,078
			180	130,1	300,0	2,304
		K.Çekirdeği	0	135,1	275,0	2,035
			30	132,0	292,5	2,215
			90	131,5	325,0	2,470
			180	130,7	350,0	2,676
		Adaçayı	0	134,8	280,0	2,077
			30	133,0	300,0	2,255
			90	132,2	290,0	2,193
			180	132,2	300,0	2,269
	14	Yok	0	136,0	250,0	1,838
			30	134,0	340,0	2,537
			90	132,2	350,0	2,646
			180	130,7	370,0	2,830
		K.Çekirdeği	0	135,1	275,0	2,035
			30	134,7	345,0	2,561
			90	132,4	355,0	2,680
			180	133,0	347,5	2,611
		Adaçayı	0	134,8	280,0	2,077
			30	134,1	342,5	2,553
			90	133,3	340,0	2,549
			180	130,4	350,0	2,682
Yok	8	Yok	0	134,0	295,0	2,201
			30	133,5	320,0	2,396
			90	131,3	300,0	2,283
			180	123,5	302,5	2,448
		K.Çekirdeği	0	133,0	310,0	2,330
			30	130,0	350,0	2,692
			90	133,4	330,0	2,472
			180	128,3	350,0	2,726
		Adaçayı	0	133,7	290,0	2,168
			30	130,2	335,0	2,571
			90	131,8	365,0	2,768
			180	132,5	325,0	2,452
	14	Yok	0	134,0	295,0	2,201
			30	134,0	345,0	2,574
			90	134,9	365,0	2,705
			180	129,4	350,0	2,704
		K.Çekirdeği	0	133,0	310,0	2,330
			30	129,0	395,0	3,062
			90	133,2	377,5	2,832
			180	132,0	375,0	2,837
		Adaçayı	0	133,7	290,0	2,168
			30	130,7	352,5	2,695
			90	134,6	350,0	2,599
			180	134,7	340,0	2,524

Tablo 70. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	Ağırlık (g)			Hacim (cc)			Spesifik Hacim (cc/g)		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	24,100	91,992**	1	13301,042	1702,533**	1	0,914	1608,848**
Nem Seviyesi (B)	1	29,815	113,807**	1	21004,167	2688,533**	1	0,988	1738,444**
Katkı Çeşidi (C)	2	3,893	14,859**	2	4698,698	601,433**	2	0,279	491,764**
Depolama Süresi (D)	3	58,450	223,110**	3	16335,417	2090,933**	3	1,154	2031,401**
AxB	1	3,338	12,740**	1	1134,375	145,200**	1	0,084	148,071**
AxC	2	3,076	11,740**	2	183,073	23,433**	2	0,018	32,078**
AxD	3	10,357	39,535**	3	1085,069	138,889**	3	0,071	124,857**
BxC	2	1,325	5,058**	2	1301,823	166,633**	2	0,064	113,463**
BxD	3	4,749	18,127**	3	2417,361	309,422**	3	0,118	207,388**
CxD	6	13,154	50,209**	6	186,198	23,833**	6	0,024	42,109**
AxBxC	2	4,008	15,297**	2	872,656	111,700**	2	0,067	117,255**
AxBxD	3	7,991	30,504**	3	189,236	24,222**	3	0,010	16,817**
AxCxD	6	9,985	38,112**	6	585,851	74,989**	6	0,038	67,377**
BxCxD	6	1,949	7,439**	6	481,684	61,656**	6	0,032	56,889**
AxBxCxD	6	0,669	2,554*	6	244,184	31,256**	6	0,015	26,029**
Hata	48	0,262		48	7,813		48	0,001	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli, *($p < 0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 70’de görüldüğü gibi tam buğday unlarından üretilen ekmeklerin ağırlık değerleri üzerine AxBxCxD interaksyonu önemli ($p < 0,05$) düzeyde etkili olurken, diğer tüm varyasyon kaynakları çok önemli ($p < 0,01$) düzeyinde etkili olmuştur. Ekmeklerin hacim ve spesifik hacim değerlerini ise tüm varyasyon kaynakları istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilemiştir.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 71, Tablo 72, Tablo 73 ve Tablo 74’te verilmiştir.

Tablo 71. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Yıkama Değişkenine Ait Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)
Var	48	133,0a	310,5b	2,335b
Yok	48	132,0b	334,0a	2,530a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tablo 71’de görüldüğü gibi buğdayları yıkama işlemi üretilen ekmeklerin ağırlık değerlerini atırcı yönde etkili olurken, hacim ve spesifik hacim değerlerini azaltmıştır. Yıkanmamış buğday örneklerinden elde edilen ekmeklerin hacim ve spesifik hacim değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 72. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 Ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Nem Değişkenine Ait Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)
8	48	131,9b	307,5b	2,331b
14	48	133,0a	337,0a	2,534a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Yüksek nemde depolanan unlar kullanılarak üretilen ekmeklerin ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 72).

Tablo 73. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)
Yok	32	132,3b	311,0c	2,351c
K.Çekirdeği	32	132,3b	335,1a	2,535a
Adaçayı	32	132,9a	320,6b	2,412b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tablo 73’te görüldüğü gibi ağırlık değeri katkısız ve kuşburnu çekirdeği içeren örneklerde birbirine benzerlik gösterirken, adaçayı içeren örnekler diğer örneklerden daha yüksek değere sahip olmuştur. Hacim ve spesifik hacim açısından katkı içeren örnekler katkısız örneklerden daha yüksek değere sahipken, en yüksek değer kuşburnu çekirdeği içeren örneklerde belirlenmiştir. Ekmek ağırlığındaki düşüş, gaz üretiminin yükseldiğine ve ekmek hacminin arttığına işaret etmektedir (Demir 2004).

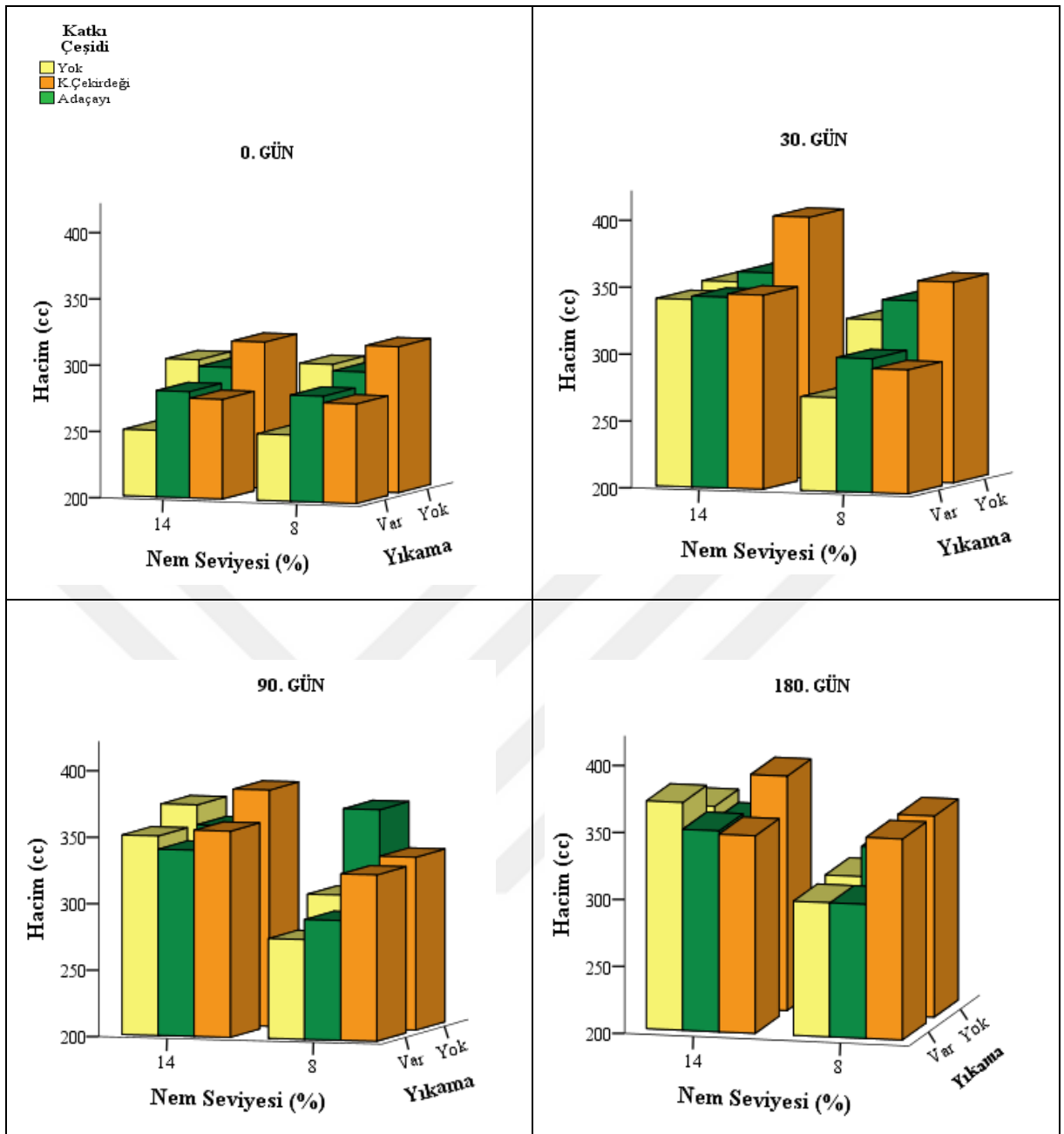
Tablo 74. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Depolama Süresi Değişkenine Ait Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)
0	24	134,4a	283,3d	2,108c
30	24	132,2c	332,2c	2,513b
90	24	132,7b	335,2b	2,523b
180	24	130,6d	338,3a	2,588a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$)

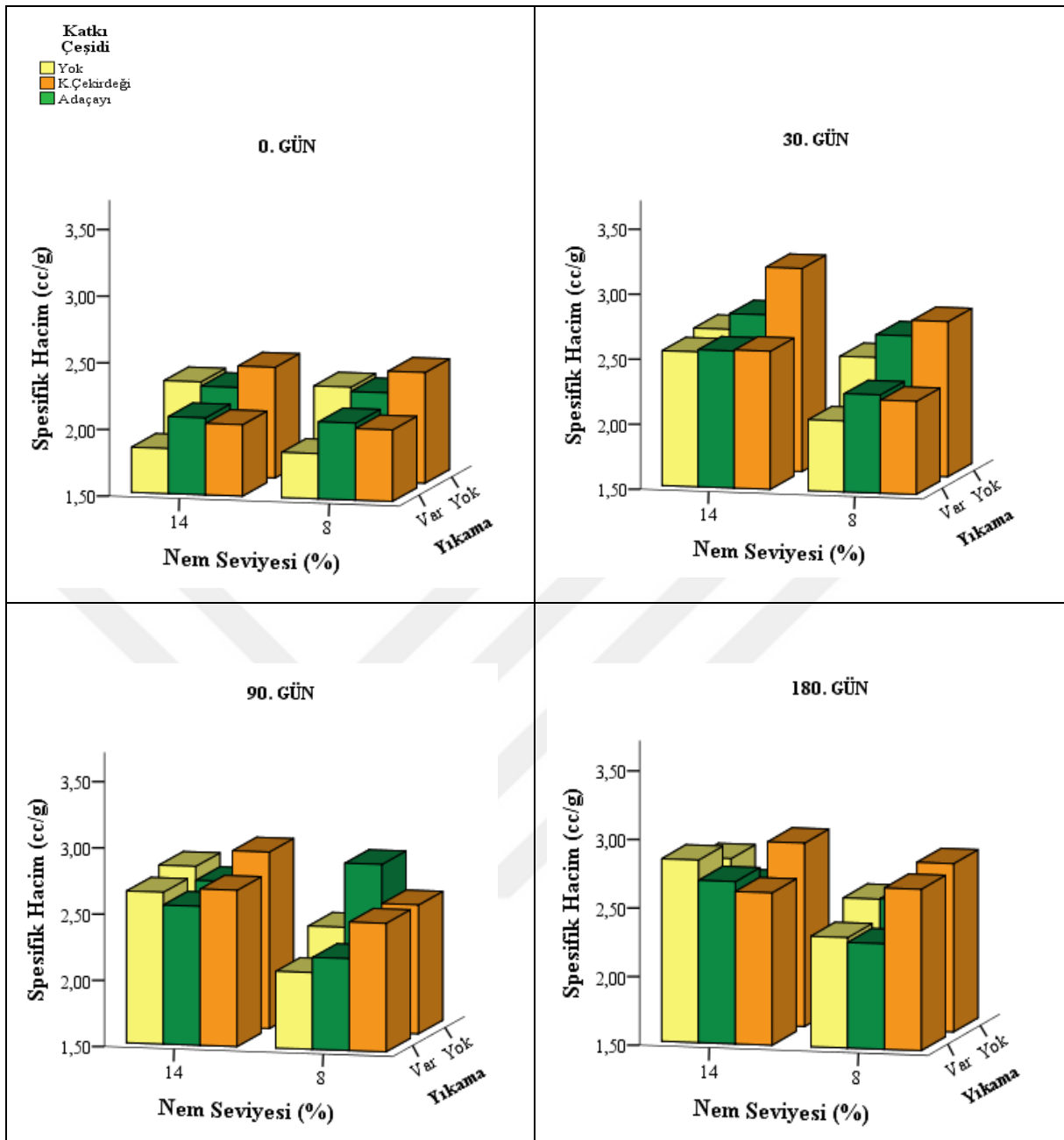
Depolama süresindeki artışla birlikte ekmek örneklerinin ağırlık değerlerinde düşüş meydana gelmiştir. En yüksek ağırlık değerleri 0. günde tespit edilirken, en düşük değer depolamanın 180. gününde belirlenmiştir. Örneklerin hacim ve spesifik hacim değerleri depolama süresinin artmasına bağlı olarak düzenli bir şekilde artış göstermiştir (Tablo 74).

Tam buğday unu ekmeklerinin hacim ve spesifik hacim değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi etkileşimleri sırasıyla Şekil 31 ve Şekil 32’de verilmiştir.



Şekil 31. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin hacim değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Şekil 31’de görüldüğü gibi depolama süresinin artması ile birlikte ekmeklerin hacim değeri artış göstermiştir. Kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerin depolamanın tüm periyotlarında diğer örneklerden daha yüksek hacim değerine sahip olduğu görülürken, en yüksek değer depolamanın 30. gününde yıkanmamış %14 nemde depolanan kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerde belirlenmiştir. Kuşburnu çekirdeği içeren örneklerden sonra adaçayı içeren örneklerin en yüksek hacim değerine sahip olduğu görülürken, en yüksek değeri yıkanmamış %8 nemde depolanan örneklerinde ölçülmüştür. Katkı içermeyen örneklerin ise diğer örneklerden daha düşük hacime sahip olduğu, özellikle düşük nemde depolanan yıkanmamış örneklerin depolamanın 30 ve 90. gününde diğer örneklerden belirgin bir şekilde düşük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 32. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin spesifik hacim değerleri üzerinde etkili olan yıkama nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Ekmekğin spesifik hacmi; ekmek hacminin ekmek ağırlığına oranlanması ile elde edilmektedir (Elgün vd 2005). Fırın ürünlerinde spesifik hacim kalitenin en önemli kriterlerinden biridir (Ataman ve Gül 2020). Sungur (2003), Bezostaya-1 buğdayından elde ettiği tam buğday unu ekmeklerinin spesifik hacim değerlerinin 1,60 ile 2,50 cc/g arasında değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. Haros *et al.* (2001), yaptıkları tam buğday unu ekmek denemelerinde, ekmeklerin spesifik hacim değerlerinin ortalama $2,71 \pm 0,08$ mL/g, Skrbic *et al.* (2009), ortalama $3,62 \pm 0,09$ mL/g olduğunu belirlemişlerdir. Mevcut çalışmada tam buğday unu ekmeklerinin spesifik hacmi 1,80-3,06 cc/g aralığında tespit edilmiştir.

Şekil 32’de görüldüğü gibi depolama süresinin artması spesifik hacim değerlerinin artırmıştır. Ekmeklerin spesifik hacmi Şekil 30’da verilen hacim değerleri ile paralellik göstermektedir. En yüksek spesifik hacim değeri depolamanın 30. gününde %14 nemde depolanan yıkanmamış kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerde belirlenmiştir. Bu örnek hacim olarak da en yüksek değere sahiptir. Kuşburnu çekirdeği içeren örneklerden sonra adaçayı içeren örneklerin en yüksek spesifik hacim değerine sahip olduğu görülürken, en yüksek değeri yıkanmamış %8 nemde depolanan örneklerde belirlenmiştir. Katkı içermeyen örneklerin ise diğer örneklerden daha düşük spesifik hacim değerlerine sahip olduğu, özellikle düşük nemde depolamayla spesifik hacim artışının fazla olmadığı belirlenmiştir. Depolamanın tüm dönemlerinde yıkanmamış örnekler yıkanmış örneklerden genel olarak daha yüksek spesifik hacim değerine sahip olmuştur.

Renk Değerleri

Ekmek kabuğu renk değerleri

Depolama süresince tam buğday unlarından üretilen ekmeklerin kabuk renk değerlerine ait ortalamalar Tablo 75’te, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 76’da verilmiştir.

Tablo 75. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Kabuk Renk (*L*, *a* ve *b*) Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Var	8	Yok	0	49,72	14,40	17,99
			30	46,59	14,85	17,54
			90	46,64	14,17	15,51
			180	48,14	13,82	16,04
		K.Çekirdeği	0	47,50	14,68	16,18
			30	45,99	14,72	17,54
			90	48,51	13,59	16,24
			180	46,14	13,63	14,79
		Adaçayı	0	52,50	12,24	19,16
			30	44,90	13,63	16,31
			90	47,68	13,61	16,77
			180	45,54	13,05	14,80
	14	Yok	0	49,72	14,40	17,99
			30	46,72	13,61	14,51
			90	45,45	14,31	15,21
			180	45,32	14,02	15,14
		K.Çekirdeği	0	47,50	14,68	16,18
			30	47,76	13,98	15,11
			90	48,36	13,71	14,08
			180	47,29	14,82	16,78
		Adaçayı	0	52,50	12,24	19,16
			30	47,11	12,69	14,55
			90	47,56	13,14	15,85
			180	43,95	13,11	12,41
Yok	8	Yok	0	43,58	14,77	15,75
			30	42,08	14,56	12,93
			90	45,41	13,61	14,95
			180	43,44	12,45	11,57
		K.Çekirdeği	0	41,50	14,22	14,83
			30	42,53	13,47	15,11
			90	45,16	13,57	14,80
			180	44,45	14,18	13,69
		Adaçayı	0	41,46	13,21	14,44
			30	39,05	12,53	11,71
			90	41,04	11,81	11,69
			180	43,57	13,08	13,21
	14	Yok	0	43,58	14,77	15,75
			30	42,33	15,16	12,51
			90	47,93	15,20	15,71
			180	46,35	14,56	14,10
		K.Çekirdeği	0	41,50	14,22	14,83
			30	42,14	12,84	9,58
			90	42,17	11,63	9,09
			180	44,52	14,43	14,83
		Adaçayı	0	41,46	13,21	14,44
			30	44,41	13,40	14,28
			90	48,43	12,74	14,39
			180	46,13	13,80	16,65

Tablo 76. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Kabuk Renk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	<i>L</i>			<i>a</i>			<i>b</i>		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	375,409	994,564**	1	0,554	16,782**	1	125,927	887,546**
Nem Seviyesi (B)	1	12,141	32,165**	1	0,330	10,009**	1	4,537	31,978**
Katkı Çeşidi (C)	2	3,120	8,267**	2	14,789	448,333**	2	2,924	20,609**
Depolama Süresi (D)	3	17,787	47,124**	3	1,070	32,442**	3	22,995	162,073**
AxB	1	13,939	36,927**	1	1,579	47,853**	1	7,476	52,692**
AxC	2	6,084	16,117**	2	1,580	47,894**	2	0,376	2,652
AxD	3	47,990	127,138**	3	0,992	30,059**	3	5,709	40,240**
BxC	2	9,790	25,936**	2	0,837	25,370**	2	8,755	61,708**
BxD	3	2,742	7,263**	3	1,273	38,596**	3	8,384	59,090**
CxD	6	5,009	13,271**	6	1,768	53,598**	6	3,347	23,587**
AxBxC	2	14,762	39,108**	2	2,348	71,195**	2	14,795	104,280**
AxBxD	3	3,614	9,573**	3	0,436	13,219**	3	2,328	16,407**
AxCxD	6	9,526	25,237**	6	0,824	24,979**	6	7,529	53,066**
BxCxD	6	3,878	10,275**	6	0,432	13,095**	6	5,036	35,491**
AxBxCxD	6	2,947	7,806**	6	0,394	11,932**	6	1,694	11,939**
Hata	48	0,377	-	48	0,033	-	48	0,142	-

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli, *($p < 0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 76’da görüldüğü gibi tam buğday unlarından üretilen ekmeklerde tüm varyasyon kaynakları *L* ve *a* değerlerini çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilemiş, *b* değerini ise AxC interaksiyonu istatistiksel olarak etkilemezken, diğer varyasyon kaynakları çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilemiştir.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait kabuk renk değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 77, Tablo 78, Tablo 79 ve Tablo 80’de verilmiştir.

Tablo 77. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Yıkama Değişkenine Ait Kabuk Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Var	48	47,46a	13,79a	16,07a
Yok	48	43,51b	13,64b	13,78b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p > 0,05$)

Tablo 77’de görüldüğü gibi yapılan unlardan üretilen ekmeklerin *L*, *a* ve *b* değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 78. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Nem Değişkenine Ait Kabuk Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
8	48	45,13b	13,66b	15,15a
14	48	45,84a	13,78a	14,71b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tablo 78’de görüldüğü gibi yüksek nemde depolanan unlardan üretilen ekmeklerde *L* ve *a* değeri daha yüksek iken, *b* değeri daha düşük çıkmıştır. Ekmeğin rengi tüketici beğenisini etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Ekmek renginin oluşmasında karamelizasyon ve Maillard reaksiyonları başlıca sorumlu olup Maillard reaksiyonunu etkileyen faktörlerin başında sıcaklık ve nem düzeyi gelmektedir (Deger 2021).

Tablo 79. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Kabuk Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Yok	32	45,81a	14,29a	15,20a
K.Çekirdeği	32	45,19b	13,90b	14,60c
Adaçayı	32	45,45b	12,97c	14,99b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tablo 79’da görüldüğü gibi katkısız örneklerin katkılı örneklerden daha yüksek *L*, *a* ve *b* değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Katkısız örnekleri katkılı örneklerden daha kırmızı ve daha sarı renkli olduğu tespit edilmiştir.

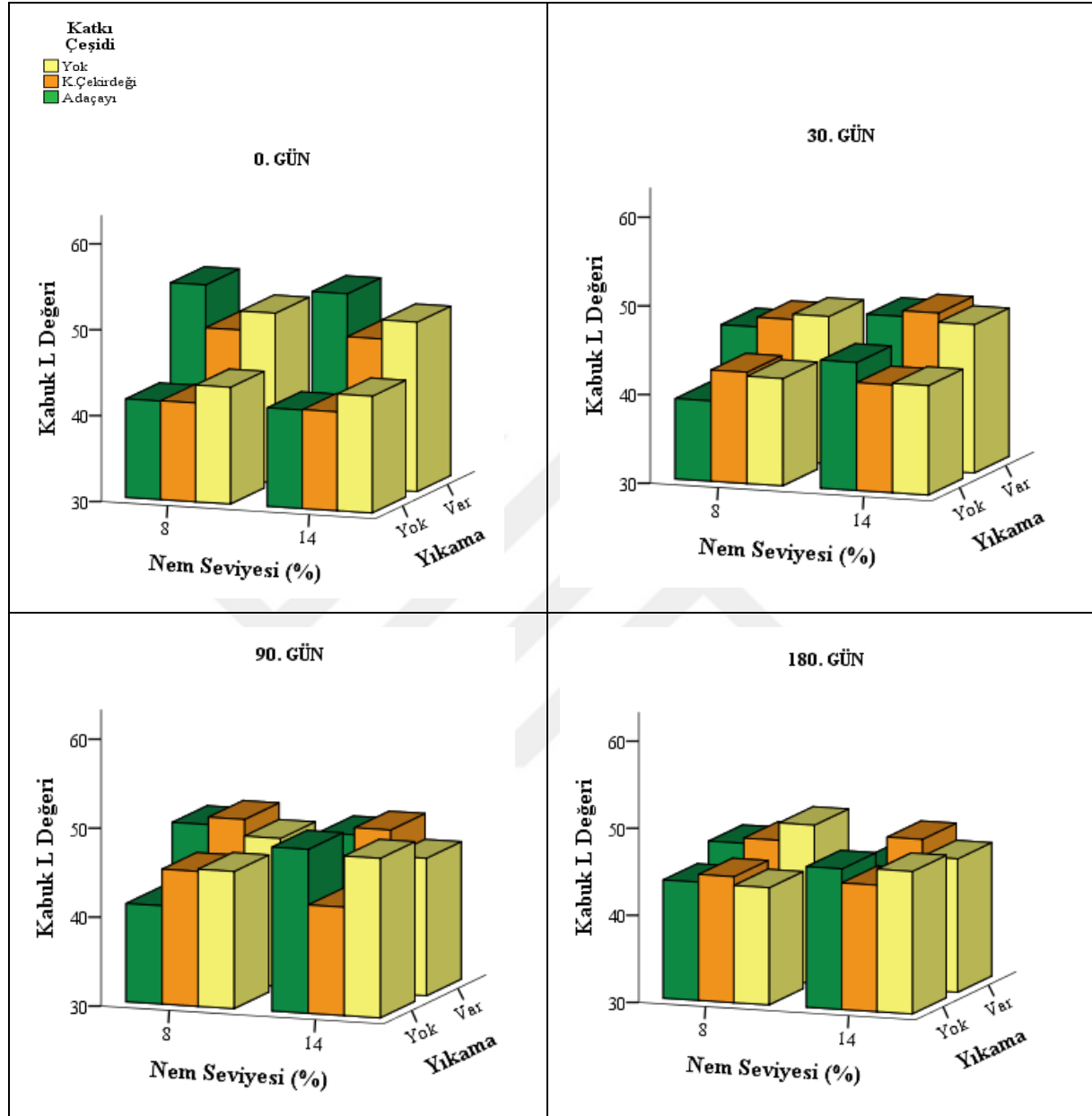
Tablo 80. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Depolama Süresi Değişkenine Ait Kabuk Renk Değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
0	24	46,04a	13,92a	16,39a
30	24	44,30c	13,79b	14,30b
90	24	46,19a	13,42c	14,52b
180	24	45,407b	13,74b	14,50b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

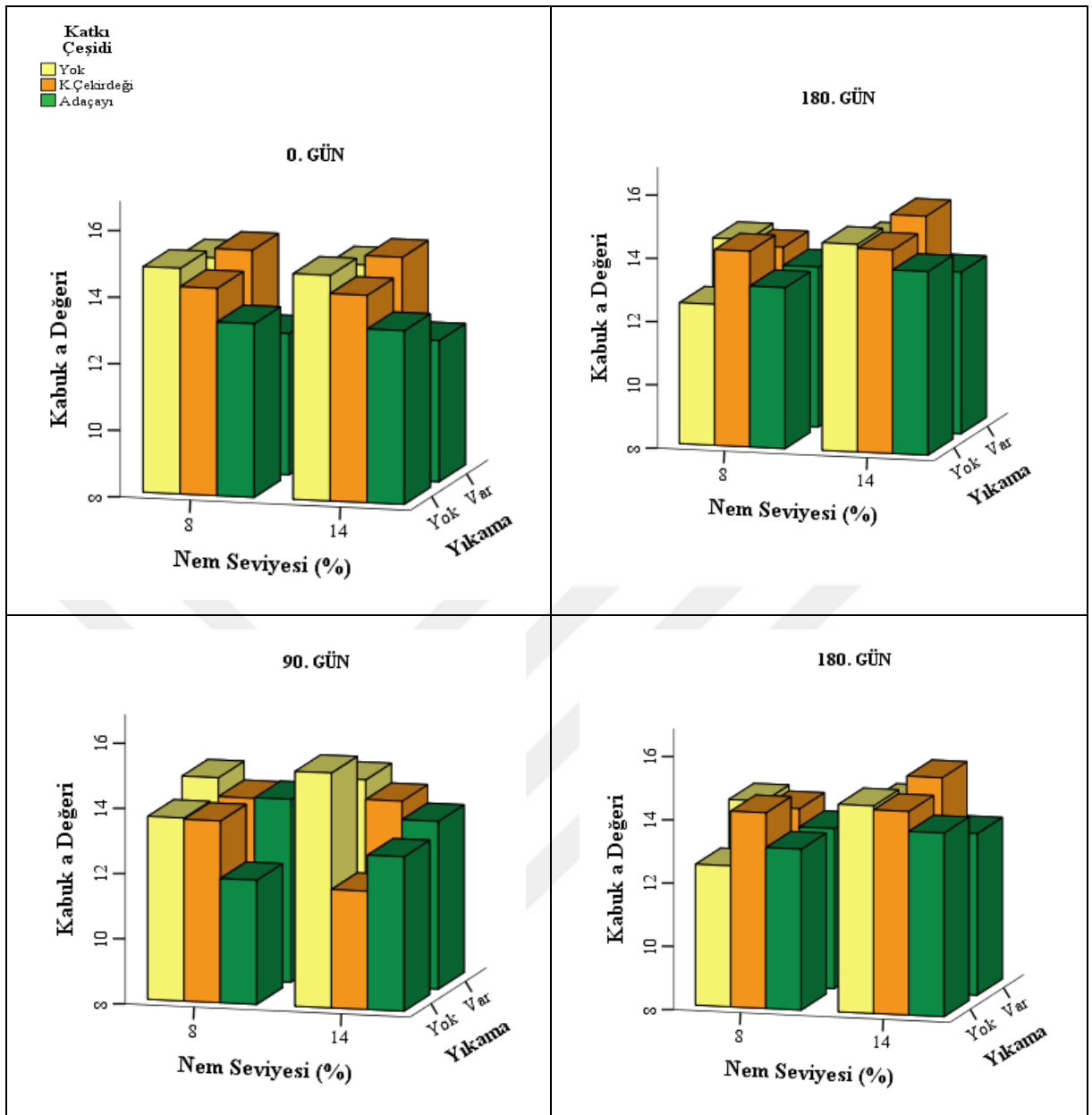
Tablo 80’de görüldüğü gibi örneklerin *L* değeri 0. güne kıyasla 30. günde azalış gösterirken 90. günde tekrar artış göstermiştir, depolamanın 180. gününe gelindiğinde ise tekrar bir azalış söz konusu olmuştur. Örneklerin *a* değeri depolamanın ilk gününe göre azalış göstermekle birlikte en düşük değer 90. günde belirlenmiştir. Ekmeklerin sarılık değeri ise depolamayla azalış göstermiştir.

Tam buğday unundan üretilen ekmek örneklerinin kabuk *L*, *a* ve *b* renk değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonları sırasıyla, Şekil 33, Şekil 34 ve Şekil 35’te verilmiştir.



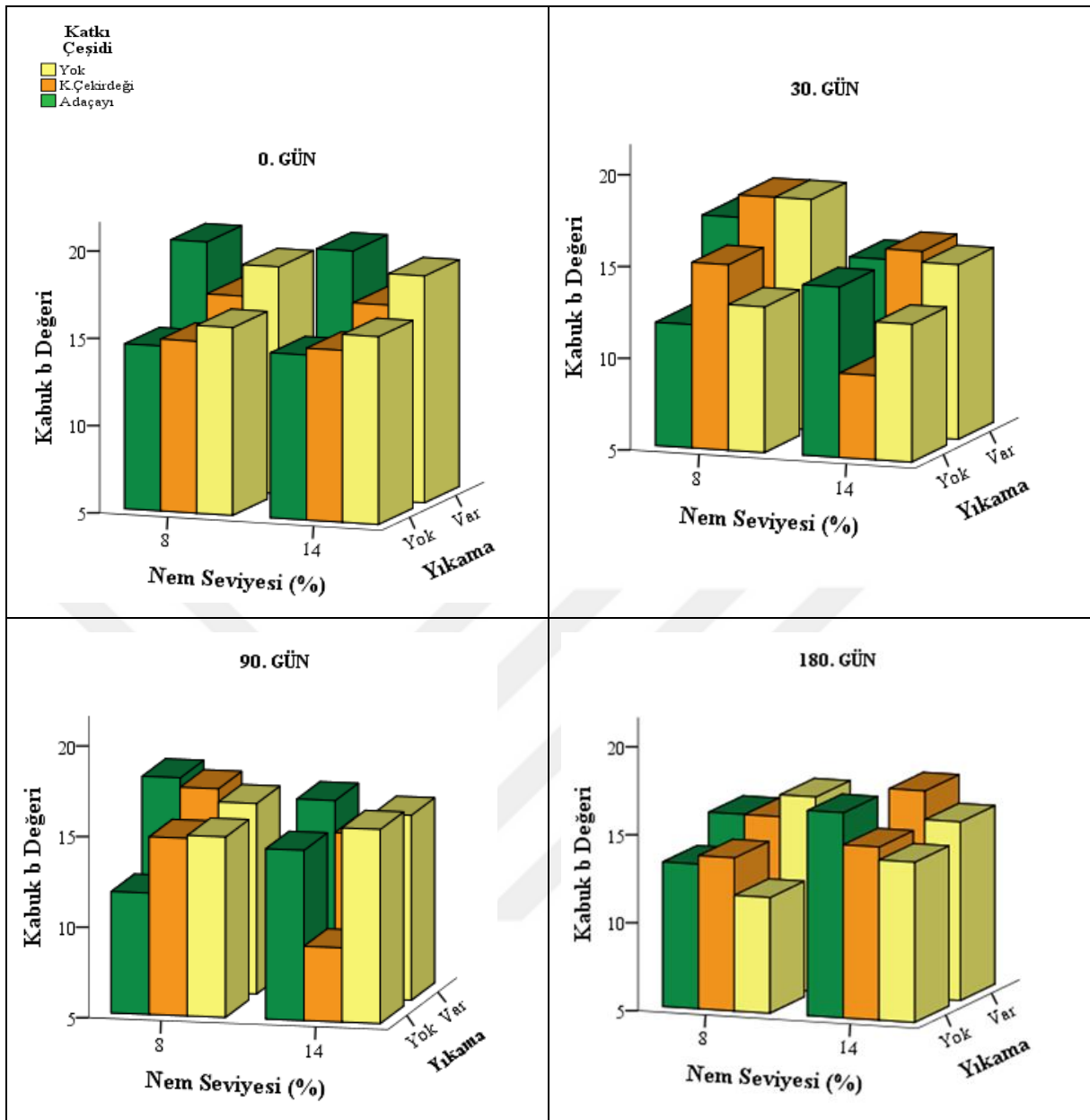
Şekil 33. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin kabuk *L* renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu

Şekil 33’te görüldüğü gibi depolamayla birlikte *L* renk değerlerinde azalış meydana geldiği ve yıkama olmayan örneklerin *L* renk değerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bütün depolama periyodu boyunca unun nem içeriğinin artması *L* renk değerlerini genel olarak artırıcı yönde etkili olmuştur.



Şekil 34. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin kabuk *a* renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Şekil 34'te görüldüğü gibi örneklerin *a* değerleri farklı depolama periyotlarında farklılık göstermiştir. Depolamanın 0. gününde adaçayı içeren örnekler daha düşük değere sahipken, kuşburnu çekirdeği ilaveli örnekler daha yüksek değere sahip olmuştur. Depolamanın 30. gününde %14 nemde depolanan katkısız örnekler dışında yıkanmamış örneklerin daha düşük *a* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 90. gününde yıkanmamış %14 nemde depolanan kuşburnu çekirdeği ilaveli ekmeklerin en düşük değere sahip olduğu belirlenirken, en yüksek değer yıkanmamış %14 nemde depolanan örneklerde ölçülmüştür. Depolamanın 180. gününde %8 nemde depolanan katkısız örneklerin *a* değerinin diğer örneklerden daha düşük değere sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 35. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin kabuk *b* renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Şekil 35’de görüldüğü gibi *b* renk değeri açısından en düşük değer depolamanın 90. gününde %14 nemde depolanan kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerde görülürken, en yüksek değer depolamanın 0. gününde adaçayı içeren örneklerde belirlenmiştir. Yıkamanın olmadığı örneklerde genel olarak *b* değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Ekmek içi renk değerleri

Depolama süresince tam buğday unlarından üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerlerine ait ortalamalar Tablo 81’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 82’de verilmiştir.

Tablo 81. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Ekmek İçi Renk (*L*, *a* ve *b*) Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	L	a	b
Var	8	Yok	0	55,49	9,65	13,78
			30	52,62	9,26	12,58
			90	54,37	9,46	11,89
			180	54,62	9,55	13,29
		K.Çekirdeği	0	56,83	9,10	13,84
			30	51,95	9,45	13,31
			90	53,35	9,52	12,53
			180	54,35	9,52	12,82
		Adaçayı	0	53,47	7,42	13,80
			30	49,56	8,09	13,62
			90	51,47	8,01	12,92
			180	52,19	8,19	13,08
	14	Yok	0	55,49	9,65	13,78
			30	51,18	9,60	12,21
			90	54,68	9,64	12,98
			180	54,93	9,56	12,82
		K.Çekirdeği	0	56,83	9,10	13,84
			30	53,13	9,60	12,23
			90	54,27	9,31	12,58
			180	55,26	9,86	13,43
		Adaçayı	0	53,47	7,42	13,80
			30	51,95	7,72	11,83
			90	50,45	8,33	12,75
			180	54,43	8,43	13,00
Yok	8	Yok	0	54,39	9,42	14,25
			30	50,29	9,54	11,81
			90	51,67	8,94	11,61
			180	53,36	9,23	11,28
		K.Çekirdeği	0	51,37	8,58	13,22
			30	48,55	8,68	11,54
			90	50,51	8,56	11,54
			180	53,45	9,67	13,08
		Adaçayı	0	52,71	7,66	13,26
			30	48,60	7,39	12,29
			90	50,59	7,63	12,89
			180	50,46	7,95	12,37
	14	Yok	0	54,39	9,42	14,25
			30	52,36	8,93	12,06
			90	52,37	9,09	12,26
			180	53,43	9,46	12,10
		K.Çekirdeği	0	51,37	8,58	13,22
			30	50,87	8,97	12,08
			90	54,52	8,55	12,47
			180	53,19	9,44	12,51
		Adaçayı	0	52,71	7,66	13,26
			30	49,89	8,40	13,58
			90	52,30	8,19	12,59
			180	51,69	8,16	13,27

Tablo 82. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Ekmek İçi Renk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	<i>L</i>			<i>a</i>			<i>b</i>		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	71,019	289,247**	1	2,245	140,521**	1	4,125	130,412**
Nem Seviyesi (B)	1	14,986	61,036**	1	0,284	17,768**	1	0,222	7,029**
Katkı Çeşidi (C)	2	30,970	126,135**	2	20,254	1267,853**	2	0,975	30,834**
Depolama Süresi (D)	3	44,671	181,938**	3	0,847	53,032**	3	8,618	272,446**
AxB	1	2,242	9,130**	1	0,017	1,035	1	1,876	59,309**
AxC	2	6,887	28,050**	2	0,464	29,075**	2	0,429	13,572**
AxD	3	1,818	7,406**	3	0,176	11,048**	3	0,169	5,344**
BxC	2	1,771	7,212**	2	0,113	7,102**	2	0,147	4,660**
BxD	3	1,981	8,070**	3	0,033	2,037	3	0,365	11,544**
CxD	6	,558	2,274*	6	0,396	24,763**	6	0,786	24,847**
AxBxC	2	,325	1,323	2	0,192	12,031**	2	0,265	8,369**
AxBxD	3	2,427	9,884**	3	0,030	1,893	3	1,007	31,847**
AxCxD	6	4,807	19,579**	6	0,090	5,609**	6	0,641	20,277**
BxCxD	6	1,318	5,367**	6	0,055	3,454**	6	0,196	6,202**
AxBxCxD	6	1,177	4,795**	6	0,194	12,159**	6	0,549	17,370**
Hata	48	,246		48	0,016		48	0,032	

**($p<0,01$) düzeyinde önemli, *($p<0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 82’de görüldüğü gibi *L* değerini A, B, C ve D değişkenleri ile AxB, AxC, AxD, BxC, BxD, AxBxD, AxCxD, BxCxD ve AxBxCxD interaksyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilerken, CxD interaksyonu önemli ($p<0,05$) düzeyde etkilemiş, AxBxC interaksyonu ise istatistiksel olarak etkili ($p> 0,05$) olmamıştır. Örneklerin *a* değeri üzerinde AxB, BxD ve AxBxD interaksyonları etkili olmazken, bunların dışındaki diğer tüm varyasyon kaynakları çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olmuştur. Örneklerin *b* renk değerlerini ise tüm varyasyon kaynakları çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilemiştir.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait ekmek içi renk değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 83, Tablo 84, Tablo 85 ve Tablo 86’da verilmiştir.

Tablo 83. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Yıkama Değişkenine Ait Ekmek İçi Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	L	A	b
Var	48	53,60a	8,97a	13,03a
Yok	48	51,88b	8,67b	12,61b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Yıkanmamış örneklerin yıkama yapılmış örneklerden daha düşük *L*, *a* ve *b* değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 83). Bu durum kabuk renginde belirlenen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Tablo 84. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Nem Değişkenine Ait Ekmek İçi Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	L	a	b
8	48	52,34b	8,77b	12,77b
14	48	53,13a	8,88a	12,87a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Yüksek nem seviyesinde depolanan örneklerin *L*, *a* ve *b* değerlerinin düşük nemde depolanana göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 84).

Tablo 85. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Ekmek İçi Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	L	a	b
Yok	32	53,48a	9,40a	12,68b
K.Çekirdeği	32	53,11b	9,15b	12,76b
Adaçayı	32	51,62c	7,91c	13,02a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tablo 85’de görüldüğü gibi katkı çeşidi değişkeni açısından incelendiğinde katkısız örneklerin açıklık/koyuluk ve kırmızılık değerlerinin, katkı içeren örneklerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kuşburnu çekirdeği içeren örneklerin katkısız örneklerden sonra en yüksek değere sahip olduğu belirlenirken, en düşük değer adaçayı ilaveli örneklerde ölçülmüştür. Örneklerin sarılık değeri açısından ise katkısız ve kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerin birbirinden farklı olduğu ve adaçayı içeren örneklerin daha yüksek *b* değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

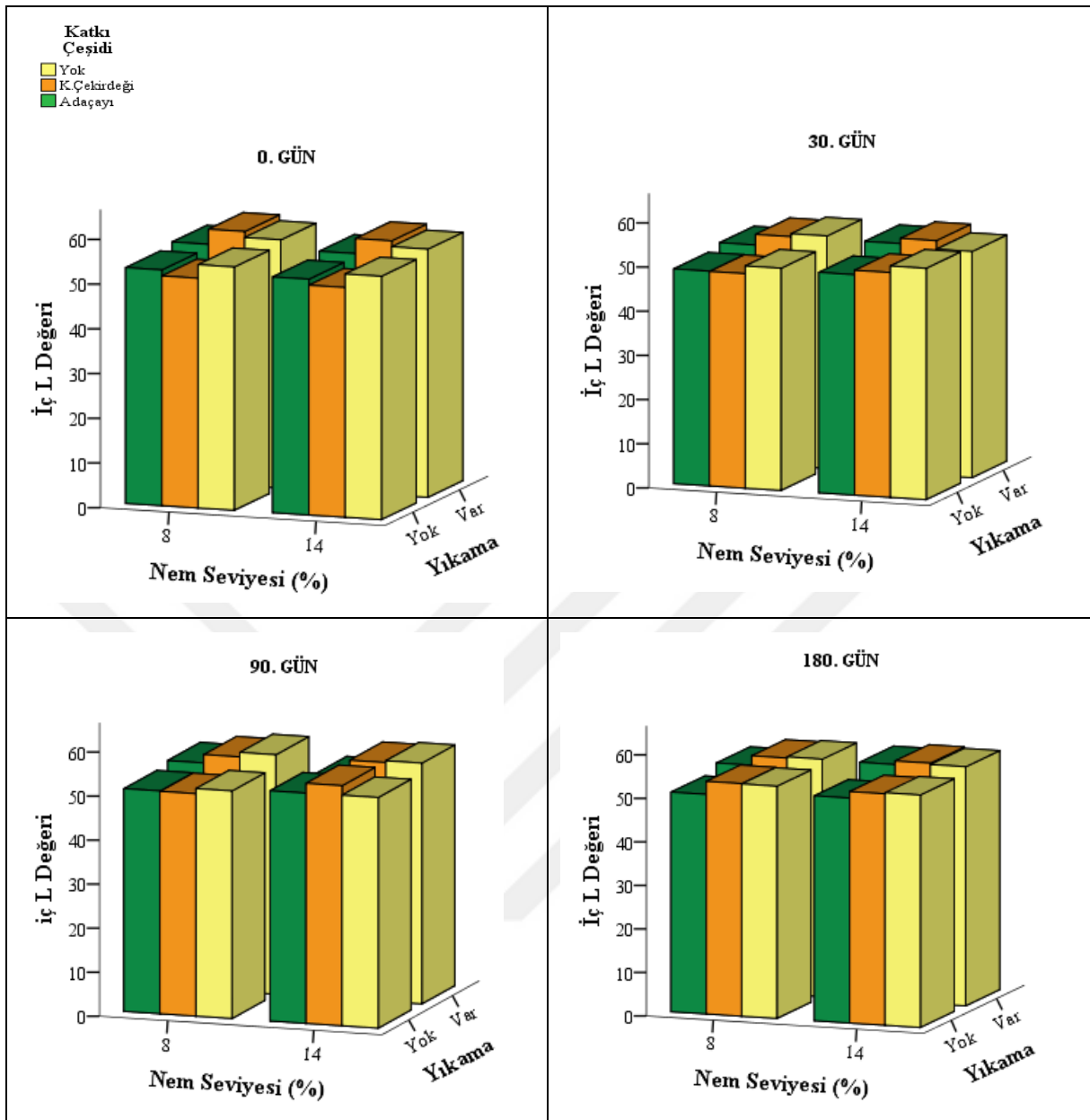
Tablo 86. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Depolama Süresi Değişkenine Ait Ekmek İçi Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
0	24	54,04a	8,64c	13,69a
30	24	50,91d	8,80b	12,43c
90	24	52,54c	8,77b	12,42c
180	24	53,45b	9,08a	12,75b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0,05$)

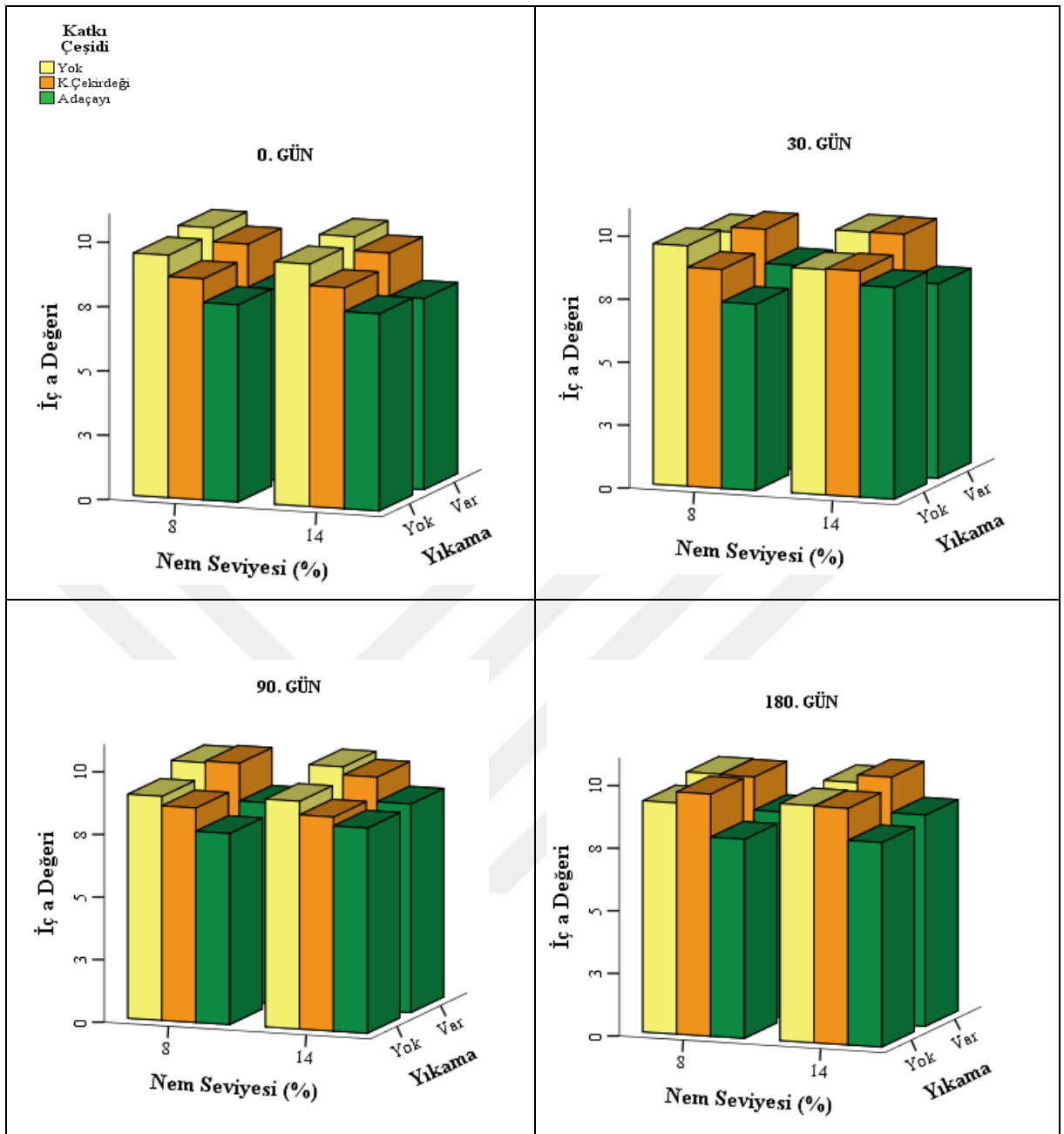
Depolama süresi boyunca *L* renk değeri azalış göstermekle birlikte en düşük değer depolamanın 30. gününde tespit edilmiştir. Örneklerin kırmızılık değeri, depolama süresinin artmasıyla, düzenli bir şekilde artış göstermiştir. Ekmek içi sarılık değeri ise depolamayla birlikte düşüş gösterirken depolamanın 30 ve 90. günlerinde benzerlik tespit edilmiştir (Tablo 86).

Tam buğday unundan üretilen ekmek örneklerinin ekmek içi *L*, *a* ve *b* renk değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonları Şekil 36, Şekil 37 ve Şekil 38’de verilmiştir.



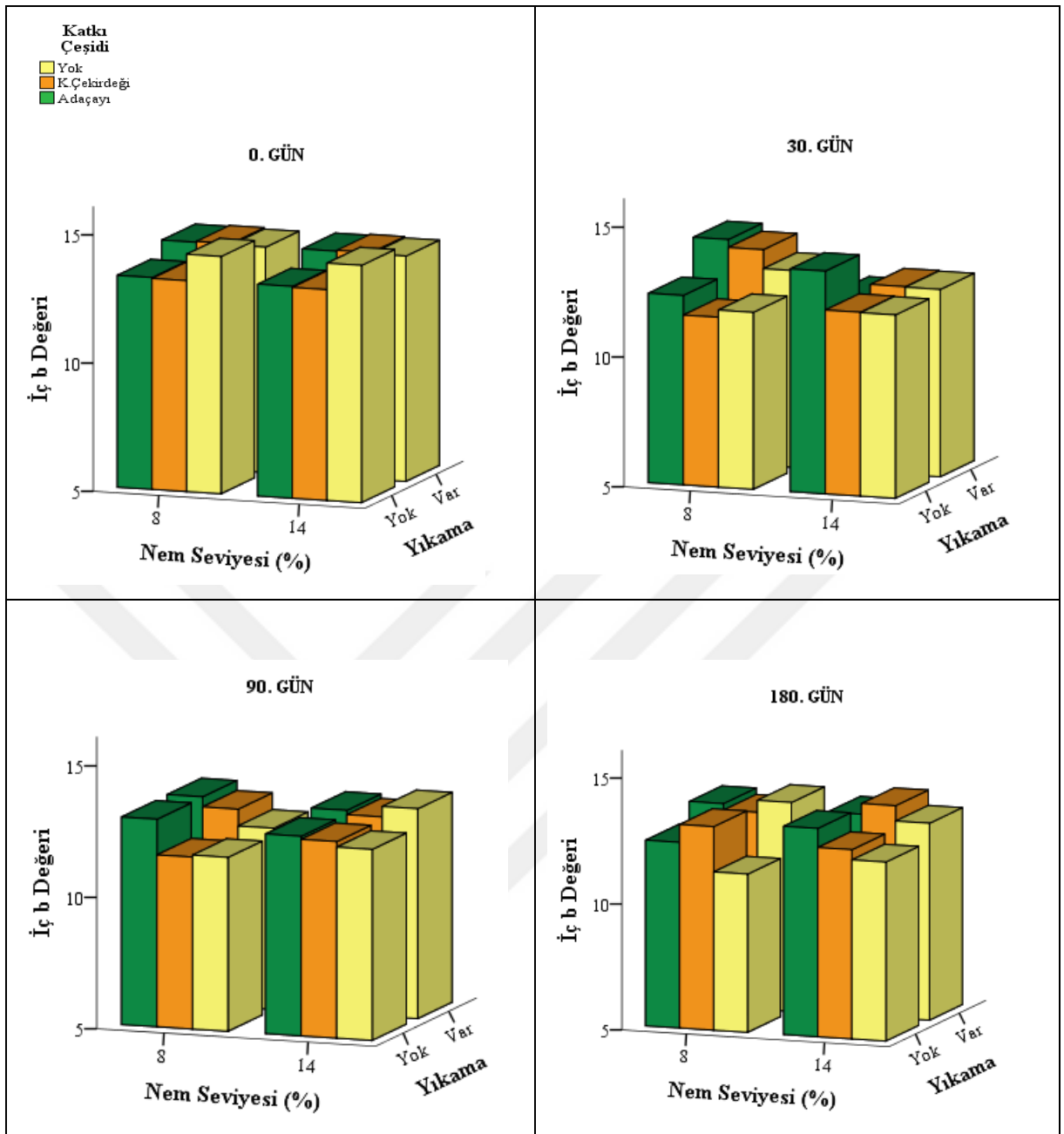
Şekil 36. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin iç *L* renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Çalışmamızda üretilen ekmeklerin iç *L* renk değeri 48,55-56,83 aralığında değişkenlik göstermektedir (Tablo 81). Demir (2010), yaptıkları çalışmada tam buğday unundan üretilen ekmeklerin iç renk *L* değerlerinin 50,98 ve 54,62 arasında değiştiğini bildirmiştir. Van Hung *et al.* (2007) farklı oranlarda (%10, %30, %50 ve %100) tam mumsu buğday unu ile beyaz unun paçalından üretmiş oldukları ekmeklerin iç renk *L* değerinin 39,7-67,8 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Depolama süresinin artması ile *L* değerinde azalış söz konusu olmaktadır. En düşük *L* değeri depolamanın 30. gününde yıkanmamış %8 nemde depolanan kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerde belirlenmiştir. Genel olarak, bütün depolama sürelerinde, kuşburnu çekirdeği ve adaçayı ilavesi *L* renk değerlerini düşürücü yönde etkili olurken, buğdaya uygulanan yıkama işlemi ekmek içi *L* renk değerini artırmıştır (Şekil 36).



Şekil 37. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin iç *a* renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Şekil 37’de görüldüğü gibi adaçayı içeren örneklerin depolamanın tüm periyotlarında diğer örneklerden daha düşük *a* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık katkısız ve kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerin birbirine daha yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 38. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin iç *b* renk değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Ekmek örneklerinin *b* değeri depolamayla birlikte azalış göstermiştir. Depolamanın 30. gününde adaçayı içeren örnekler diğer örneklerden daha yüksek *b* değerine sahip olmuştur. Depolamanın 90. gününde en yüksek *b* değeri %14 nemde depolanan yıkanmış katkısız örneklerde belirlenmiştir. Depolamanın 180. gününde en düşük *b* değeri yıkanmamış %8 nemde depolanan katkısız örneklerde, en yüksek değer ise yıkanmamış %14 nemde depolanan adaçayı içeren örneklerde belirlenmiştir (Şekil 38).

Tekstür profil analizi

Depolama Süresince tam buğday unlarından üretilen ekmeklerde yapılan Tekstür Profil Analizi sonucunda elde edilen sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamalar Tablo 87 de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 88’de verilmiştir.

Tablo 87. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet Ve Çiğnenebilirlik Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	Sertlik (N)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)
Var	8	Yok	0	24,233	0,548	0,893	11,918
			30	13,451	0,524	0,914	6,719
			90	9,978	0,620	0,914	6,031
			180	9,240	0,591	0,840	4,798
		K.Çekirdeği	0	16,113	0,535	0,886	7,561
			30	10,576	0,504	0,916	4,841
			90	8,355	0,594	0,889	4,235
			180	4,707	0,577	0,835	2,853
		Adaçayı	0	17,315	0,563	0,906	8,969
			30	8,993	0,569	0,924	4,552
			90	9,750	0,606	0,896	5,419
			180	12,574	0,611	0,870	6,562
	14	Yok	0	24,233	0,548	0,893	11,918
			30	7,773	0,552	0,895	3,912
			90	5,737	0,582	0,884	3,180
			180	4,607	0,629	0,855	2,468
		K.Çekirdeği	0	16,113	0,535	0,886	7,561
			30	7,495	0,537	0,894	3,661
			90	5,764	0,605	0,871	3,120
			180	6,835	0,625	0,861	3,767
		Adaçayı	0	17,315	0,563	0,906	8,969
			30	5,520	0,611	0,952	3,397
			90	5,439	0,637	0,923	3,316
			180	6,406	0,640	0,903	5,016
Yok	8	Yok	0	14,654	0,569	0,910	7,532
			30	8,859	0,581	0,943	4,789
			90	6,784	0,614	0,918	3,750
			180	6,442	0,543	0,837	2,832
		K.Çekirdeği	0	10,386	0,531	0,914	5,136
			30	7,359	0,584	0,965	4,178
			90	6,181	0,610	0,946	3,407
			180	5,423	0,576	0,809	2,527
		Adaçayı	0	14,893	0,563	0,866	7,189
			30	7,492	0,581	0,926	4,021
			90	4,686	0,654	0,930	2,847
			180	4,691	0,576	0,807	2,138
	14	Yok	0	14,654	0,569	0,910	7,532
			30	6,149	0,532	0,928	2,649
			90	6,990	0,564	0,857	3,339
			180	6,049	0,610	0,885	3,204
		K.Çekirdeği	0	10,386	0,531	0,914	5,136
			30	4,287	0,587	0,964	2,459
			90	3,958	0,644	0,886	2,221
			180	4,353	0,663	0,917	2,641
		Adaçayı	0	14,893	0,563	0,866	7,189
			30	5,211	0,584	0,908	2,645
			90	5,333	0,630	0,876	2,822
			180	5,706	0,606	0,811	2,816

Tablo 88. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanmış, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	Sertlik (N)			Kohesivlik		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	220,236	1881,686**	1	0,001	19,785**
Nem Seviyesi (B)	1	73,250	625,845**	1	0,004	83,442**
Katkı Çeşidi (C)	2	54,266	463,643**	2	0,005	98,705**
Depolama Süresi (D)	3	532,565	4550,223**	3	0,022	422,376**
AxB	1	20,477	174,953**	1	0,001	11,436**
AxC	2	2,170	18,544**	2	0,002	45,779**
AxD	3	22,480	192,070**	3	0,002	34,970**
BxC	2	1,810	15,465**	2	0,002	28,480**
BxD	3	11,787	100,709**	3	0,004	72,175**
CxD	6	15,207	129,924**	6	0,001	24,003**
AxBxC	2	9,863	84,267**	2	0,001	9,925**
AxBxD	3	3,205	27,388**	3	0,001	25,570**
AxCxD	6	12,154	103,840**	6	0,001	20,905**
BxCxD	6	1,891	16,155**	6	0,001	13,908**
AxBxCxD	6	2,908	24,849**	6	0,000	4,806**
Hata	48	,117	-	48	5,291E-005	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli, *($p < 0,05$) düzeyinde önemli

Parametreler	Elastikiyet			Çiğnenebilirlik (N)		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	0,000	8,627**	1	65,819	595,595**
Nem Seviyesi (B)	1	4,167E-006	0,119	1	16,444	148,801**
Katkı Çeşidi (C)	2	0,000	7,781**	2	14,291	129,319**
Depolama Süresi (D)	3	0,023	653,515**	3	114,784	1038,675**
AxB	1	0,000	9,458**	1	2,998	27,126**
AxC	2	0,010	300,302**	2	1,074	9,718**
AxD	3	0,002	45,680**	3	4,165	37,690**
BxC	2	0,000	9,716**	2	1,235	11,178**
BxD	3	0,005	151,545**	3	3,967	35,894**
CxD	6	0,000	12,478**	6	4,857	43,954**
AxBxC	2	0,002	44,813**	2	1,776	16,073**
AxBxD	3	0,002	47,081**	3	1,046	9,469**
AxCxD	6	0,001	23,561**	6	2,661	24,083**
BxCxD	6	0,001	17,042**	6	0,313	2,834**
AxBxCxD	6	0,000	8,654**	6	0,381	3,449**
Hata	48	3,490E-005	-	48	0,111	-

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli, *($p < 0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 88’de görüldüğü gibi tüm varyasyon kaynakları TPA parametrelerinden sertlik, çiğnenebilirlik ve kohesivlik değerlerinin tamamını istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilemiştir. Elastikiyet değeri üzerinde nem seviyesi değişkeni istatistiksel olarak etkili olmazken diğer varyasyon kaynakları çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkili olmuştur.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 89, Tablo 90, Tablo 91 ve Tablo 92’de verilmiştir.

Tablo 89. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Yıkama Değişkenine Ait Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	Sertlik (N)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)
Var	48	10,771a	0,579b	0,892b	5,614a
Yok	48	7,742b	0,586a	0,895a	3,958b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Gıdanın tüketici tarafından kabul edilmesinde oldukça önemli olan tekstür, bir ürünün dokusal, görsel ve işitsel reseptörler vasıtası ile algılanabilen, her türlü mekanik, geometrik ve yüzey özellikleri olarak tanımlanmaktadır (Erdemir ve Karaoğlu 2021). Tekstür, gıdanın ağza alınmasıyla birlikte başlayan ağız ve dil ile algılanabilen bir özelliktir ve gıdanın yoğunluk, vizkozite, yüzey gerilimi ve diğer fiziksel özellikleriyle yakından ilişkilidir (Rustagi 2020). Gıdaların tekstürel özelliklerinin belirlenmesi ve ölçülmesinde en sık kullanılan test yöntemi olan Tekstür Profil Analizi (TPA), bir gıda maddesinin, çene hareketine benzer şekilde, bir piston yardımıyla iki kez sıkıştırılması prensibine dayanmaktadır. Bu sıkıştırma sırasında çizilen Kuvvet-Zaman grafiğinden yararlanarak da tekstürel özelliklere ait sonuçlar elde edilmektedir (Deger 2021). Yıkanmış örneklerden üretilen ekmeklerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin yıkanmamış örneklerden daha yüksek olduğu belirlenirken, kohesivlik ve elastikiyet değerleri daha düşük ölçülmüştür (Tablo 89).

Tablo 90. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Nem Değişkenine Ait Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	Sertlik (N)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)
8	48	10,130a	0,576b	0,894a	5,200a
14	48	8,383b	0,589a	0,893a	4,372b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Yüksek nem içeriği örneklerde sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerini azaltıcı yönde etkili olurken, kohesivlik değerinin artırıcı yönde etkili olmuştur. Nem düzeyinin değişmesi ile örneklerin elastikiyet değerinin birbirine benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 90).

Tablo 91. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Sertlik (N)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)
Yok	32	10,614a	0,573c	0,892b	5,411a
K.Çekirdeği	32	8,018c	0,577b	0,897a	4,081c
Adaçayı	32	9,138b	0,597a	0,892b	4,866b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Katkısız örneklerin sertlik ve çiğnenebilirlik açısından en yüksek değere sahip olduğu belirlenirken, bu örneklerin kohesivlik değeri diğer örneklerden daha düşük olarak belirlenmiştir. En yüksek kohesivlik değeri adaçayı içeren örneklerde tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerin elastikliği açısından katkısız ve adaçayı içeren örnekler birbirine benzerlik göstermekte olup kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerden daha düşük değere sahip olmuşlardır (Tablo 91). Gül and Şen (2017b), beyaz una farklı oranlarda kuşburnu çekirdeğinin ilavesiyle üretilen ekmeklerde sertlik ve çiğnenebilirlik değerinin arttığını, elastikiyet değerlerinin önemli düzeyde değişmediğini ifade etmişlerdir. Bu durumun beyaz unda lif içeriğinin olmamasından kaynaklandığını ve kuşburnu çekirdeklerinin lifli yapısının su bağlayarak sertliği artırdığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise lif içeriği yüksek olan tam buğday ununa kuşburnu çekirdeklerinin %2 oranında ilavesi sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerini düşürmüştür. Bu durum hamur oluşumunda kuşburnu çekirdek liflerinin suyu bağlayarak buğday gluteni ile interaksiyona girmesi ve buğday lif polisakkaritlerinin etkisini azaltması şeklinde açıklanabilir.

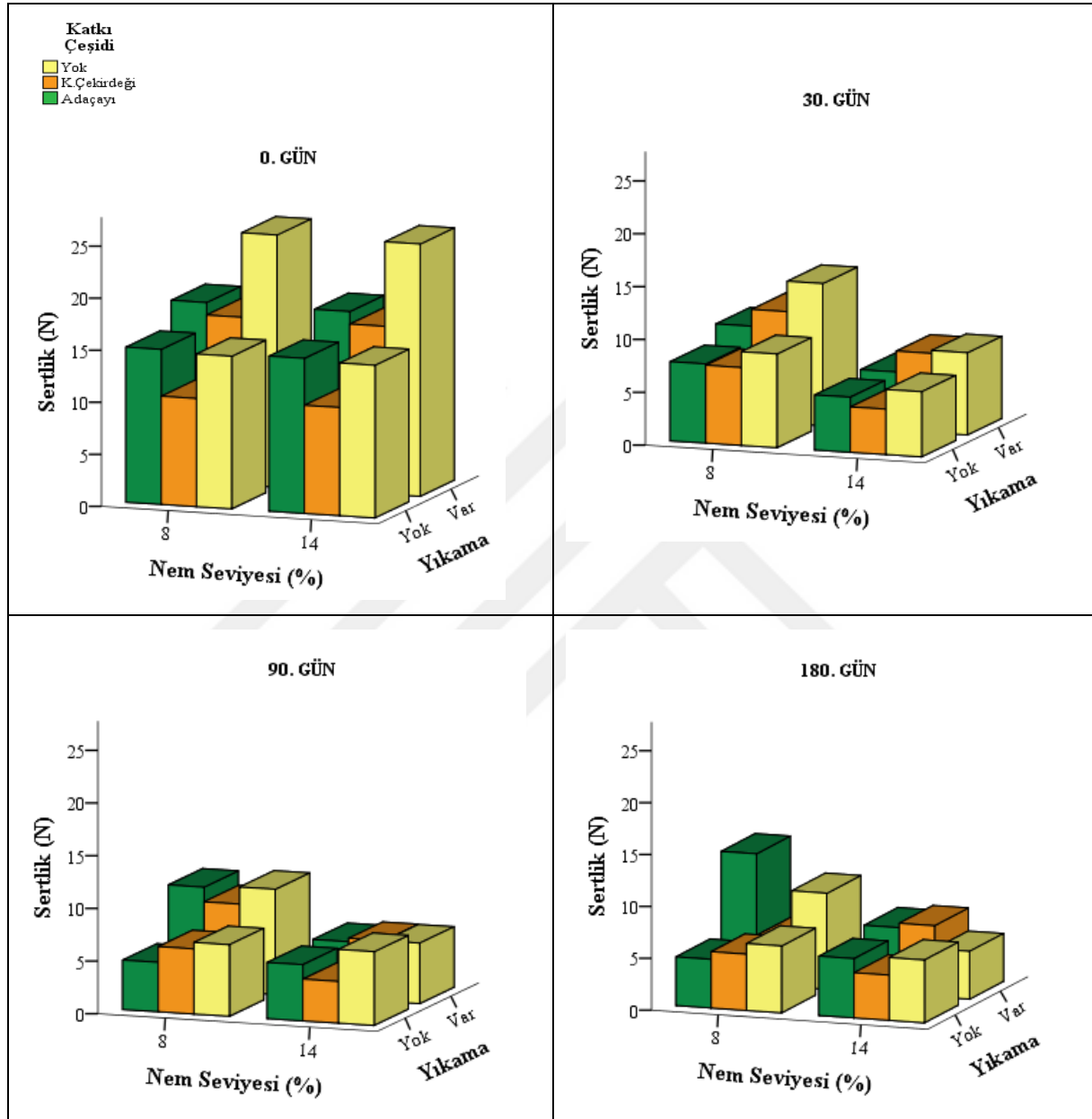
Tablo 92. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Depolama Süresi Değişkenine Ait Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	Sertlik (N)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)
0	24	16,265a	0,551d	0,896b	8,051a
30	24	7,764b	0,562c	0,927a	3,985b
90	24	6,579c	0,613a	0,899b	3,640c
180	24	6,419c	0,604b	0,852c	3,468c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Depolama süresinin artması sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerini azaltıcı yönde etkili olmuştur. Depolamayla birlikte kohesivlik değerleri önce düşüş daha sonra artış göstermiş olup en yüksek değer depolamanın 90. gününde belirlenmiştir. Elastikiyet değerleri ise depolamanın 0 ve 90. gününde birbirine benzerlik göstermekte olup en yüksek değer depolamanın 30. gününde, en düşük değer ise depolamanın 180. gününde ölçülmüştür (Tablo 92).

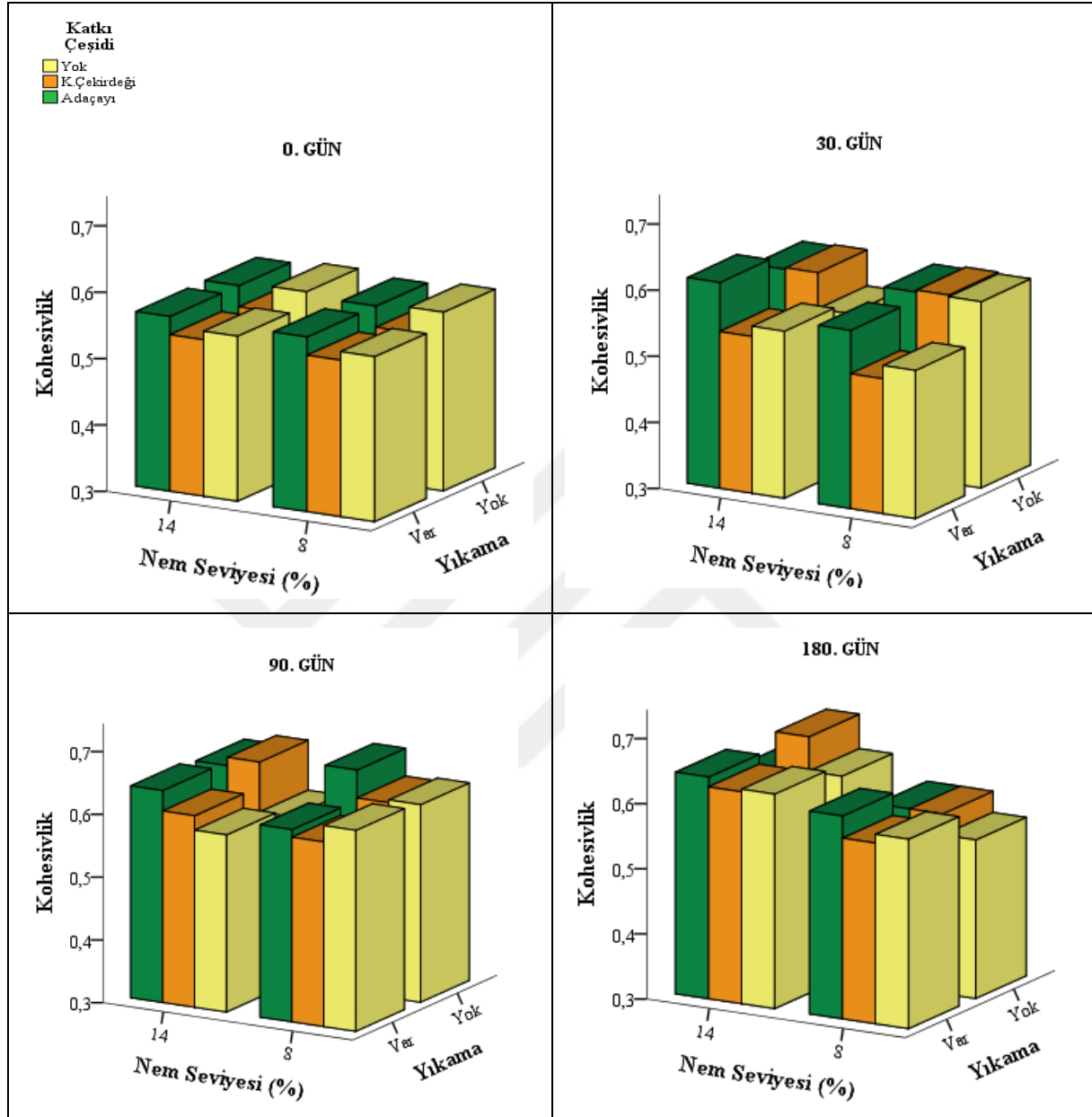
Tam buğday unu örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonları sırasıyla Şekil 39, Şekil 40, Şekil 41 ve Şekil 42’de verilmiştir.



Şekil 39. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin sertlik değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu

Sertlik; bir gıda maddesinin belli bir düzeye kadar deforme edilmesi için gerekli olan kuvveti ifade etmektedir (Erdermir ve Karaoğlu 2021). Şekil 39’da görüldüğü gibi, unlarda depolama süresinin artması, genel olarak yüksek nem ve yıkanmamış buğdaylardan elde edilen unlardan üretilen ekmeklerde daha fazla olmak üzere, bütün örneklerde sertlik değerlerini düşürücü yönde etkili olmuştur. Depolamanın 30, 90 ve 180. gününde en düşük sertlik değeri yıkanmamış %14 nemde depolanan kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerde belirlenmiştir. Ekmekte sertlik, genellikle ekmek içinin yumuşaklığının depolamayla azalması olarak ifade

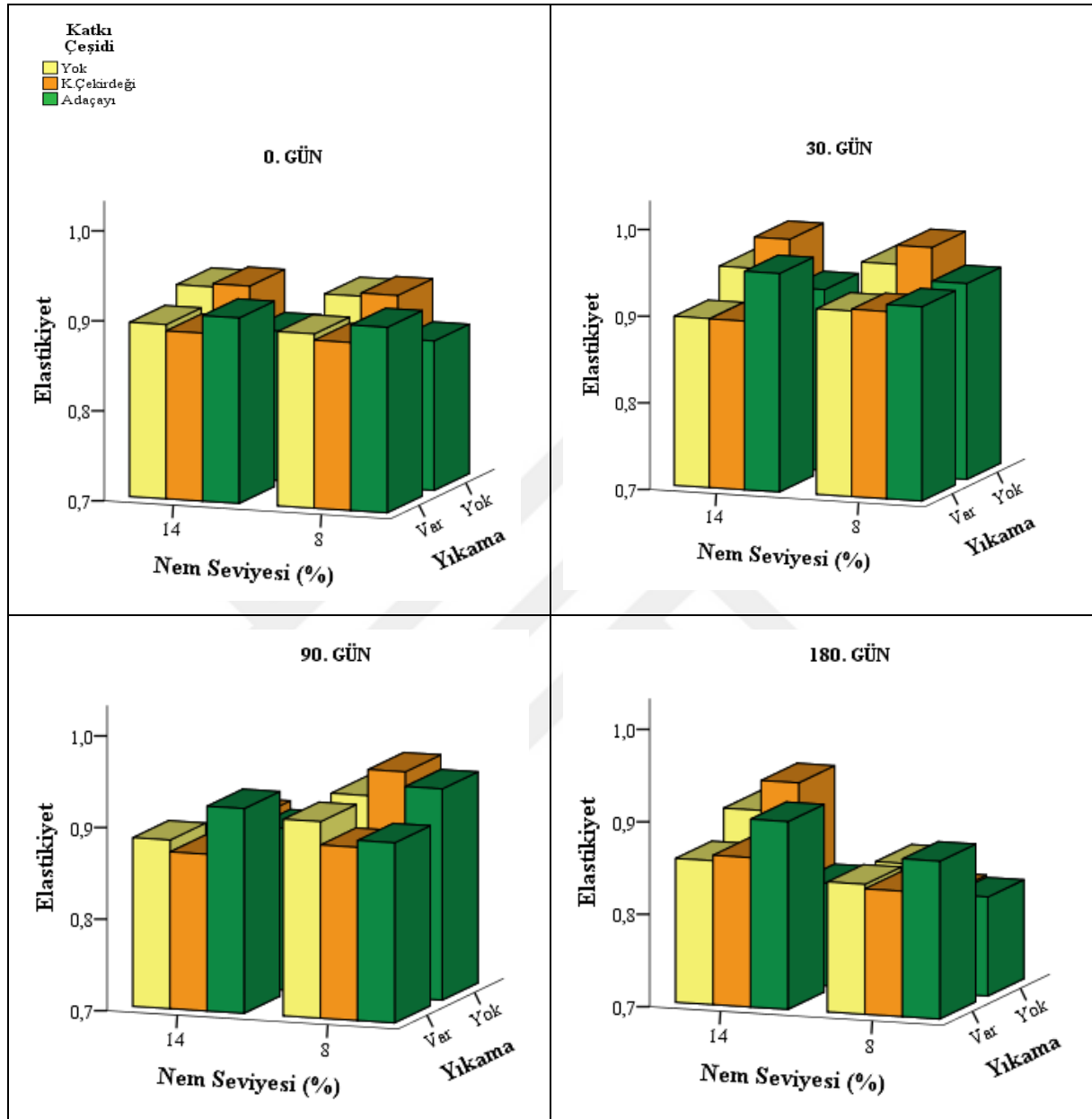
edilmektedir. Genel olarak, ekmekte hacim artışı ile sertlik değerleri arasında ters yönde bir ilişki söz konusudur. Bu çalışmada Şekil 32’de görüldüğü gibi, ekmek spesifik hacmini artıran şartların ekmek içi sertlik değerlerinin düşmesine neden olduğu düşünülmektedir.



Şekil 40. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin kohesivlik değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksiyonu

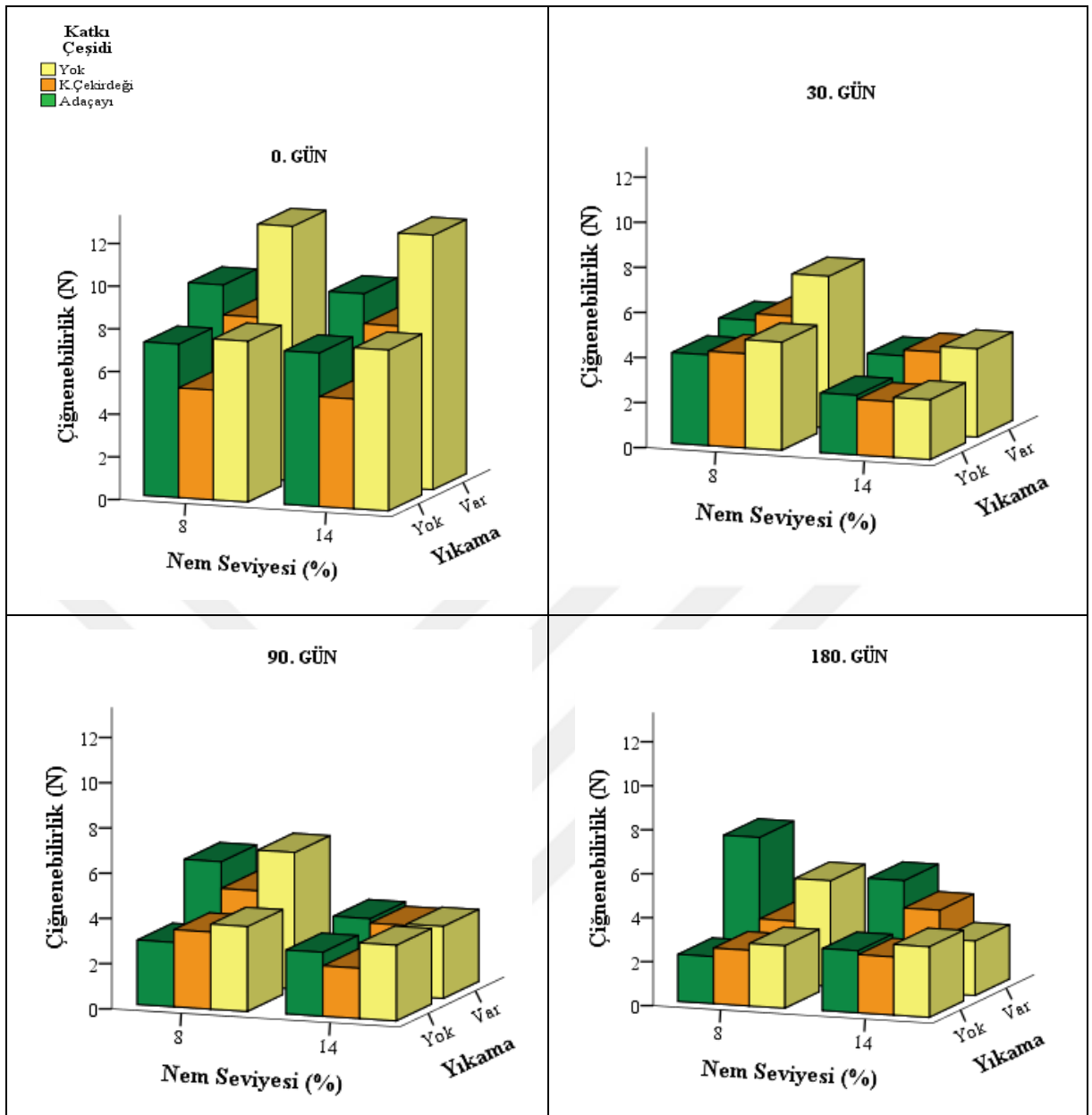
Kohesivlik; gıda maddesinde yapıyı oluşturan iç bağların esnekliği olarak tanımlanmaktadır (Erdemir ve Karaoğlu 2021). Şekil 40’da görüldüğü gibi genel olarak, örneklerin kohesivlik değeri depolamayla birlikte artış göstermiştir. Yıkanmamış ve yüksek nemde depolanan örneklerin genel olarak yüksek kohesivlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 0. gününde yıkanmamış katkısız örnekler daha yüksek kohesivlik değerine sahip olurken, depolamanın 30. gününde %14 nemde depolanan yıkanmış adaçayı içeren örnekler en yüksek kohesivlik değerine sahip olmuştur. 90. günde %8 nemde depolanan yıkanmamış adaçayı içeren örnekler ve %14 nemde depolanan kuşburnu çekirdeği ilaveli

örnekler birbirine yakın değerler göstermiş ve diğer örneklerden daha yüksek kohesivlik değeri sergilemişlerdir. Depolamanın 180. gününde yıkanmamış %8 nem seviyesinde depolanan örneklerin kohesivlik değerinde azalış tespit edilmiştir.



Şekil 41. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin elastikiyet değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi interaksyonu

Elastikiyet; gıda maddesinin analiz esnasında uygulanan ilk sıkıştırmadan sonra önceki yüksekliğine ne kadar çıkabildiğinin bir göstergesidir (Erdemir ve Karaoğlu 2021). Şekil 41’de görüldüğü gibi örneklerin elastikiyet değeri 0. güne göre depolamanın 30. gününde artış gösterirken, depolamanın 180. gününde azalış göstermiştir. Elastikiyet değeri açısından adaçayı içeren örnekler daha düşük değere sahip olmuştur. Özellikle depolamanın 180. gününde yıkanmamış %8 nemde depolanan adaçayı ilaveli ekmekler daha düşük elastikiyet değeri göstermiştir.



Şekil 42. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi etkisi

Çiğnenebilirlik katı bir gıdayı yutulabilir hale getirmek için gerekli olan çiğneme enerjisi olarak tanımlanmakta olup (Erdemir ve Karaoğlu 2021) sertlik, kohesivlik ve elastikiyet değerlerinin çarpılmasıyla hesaplanan ikincil bir tekstür parametresidir. Şekil 42’de görüldüğü gibi genel olarak, ekmek örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri üretildikleri unların depolama sürelerinin artmasıyla düşmüştür. Depolamanın 180. gününde yıkanmış %8 nemde depolanan adaçayı ilaveli örnekler diğer örneklerden daha yüksek çiğnenebilirlik değerine sahip olmuş ve diğer örneklerden farklı olarak da bir önceki depolama periyoduna göre artış göstermiştir. Ayrıca çiğnenebilirlik sertlik verileri kullanılarak hesaplanan ikincil parametre olduğu için çiğnenebilirlik değerlerindeki değişim sertlik değerleri ile paralellik arz etmektedir.

Duyusal analiz

Depolama süresince tam buğday unlarından üretilen ekmeklerde yapılan duyusal analiz sonucu elde edilen hacim, gözenek yapısı, renk, tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerlerine ait ortalamalar Tablo 93'te ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 94'te verilmiştir.



Tablo 93. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Hacim, Gözenek Yapısı, Renk, Tat, Koku, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerlerine Ait Ortalamalar

Yıkama	Nem (%)	Katkı Çeşidi	Depolama Süresi (gün)	Hacim	Göz. Yapısı	Renk	Tat	Koku	Tekstür	Genel Kabul.
Var	8	Yok	0	4,00	4,00	5,00	4,87	4,12	3,87	4,75
			30	4,12	4,00	5,00	5,00	4,75	4,00	4,75
			90	3,37	3,75	4,12	4,12	5,00	3,25	3,87
			180	3,87	3,75	4,75	4,75	4,75	4,00	4,00
		K.Çekirdeği	0	4,75	4,00	4,87	4,87	4,12	4,00	4,87
			30	4,12	4,00	5,00	5,00	4,75	4,00	4,75
			90	4,12	3,87	4,12	4,00	4,75	3,87	4,00
			180	4,00	3,87	4,75	4,75	4,75	4,00	4,00
		Adaçayı	0	4,12	4,12	4,75	3,75	4,00	4,12	3,87
			30	4,00	4,00	4,75	4,00	4,00	4,00	4,00
			90	4,12	3,87	4,12	4,00	4,75	4,00	3,87
			180	4,12	3,87	4,75	4,00	4,75	4,00	3,75
	14	Yok	0	4,00	4,00	5,00	4,87	4,12	3,87	4,75
			30	4,12	4,00	5,00	5,00	4,75	4,00	5,00
			90	4,87	4,87	5,00	4,12	5,00	4,87	5,00
			180	4,87	4,87	5,00	4,75	4,75	4,75	4,75
		K.Çekirdeği	0	4,75	4,00	4,87	4,87	4,12	4,00	4,87
			30	4,75	4,12	5,00	5,00	4,75	4,00	5,00
			90	4,87	4,00	4,75	4,00	4,87	4,00	4,75
			180	4,87	4,00	5,00	4,75	4,75	4,75	4,75
		Adaçayı	0	4,12	4,12	4,75	3,75	4,00	4,12	3,87
			30	4,12	4,00	4,75	4,00	4,00	4,75	4,00
			90	4,25	3,87	4,12	4,00	4,75	4,12	4,00
			180	4,25	4,00	4,75	4,00	4,75	4,75	4,00
Yok	8	Yok	0	4,12	4,00	4,75	5,00	5,00	5,00	5,00
			30	4,12	4,00	5,00	5,00	5,00	4,75	5,00
			90	3,87	3,87	4,87	4,00	4,87	4,00	4,00
			180	4,00	4,00	5,00	5,00	4,75	4,00	3,87
		K.Çekirdeği	0	4,87	4,75	4,75	4,87	5,00	5,00	4,87
			30	4,62	4,00	5,00	5,00	5,00	4,75	5,00
			90	3,12	4,00	4,87	4,00	4,75	4,12	4,00
			180	4,75	4,00	5,00	4,75	4,75	4,00	3,87
		Adaçayı	0	4,75	4,87	4,12	3,87	4,75	4,75	3,87
			30	4,25	4,00	4,75	4,00	4,75	4,75	4,00
			90	4,00	4,00	4,75	4,12	4,75	4,00	4,12
			180	4,00	4,00	4,75	4,00	4,75	4,00	3,75
	14	Yok	0	4,12	4,00	4,75	5,00	5,00	5,00	5,00
			30	4,25	4,00	5,00	5,00	5,00	4,75	5,00
			90	4,12	4,12	4,87	4,75	5,00	4,87	4,75
			180	4,75	4,12	5,00	5,00	4,75	4,75	4,00
		K.Çekirdeği	0	4,87	4,75	4,75	4,87	5,00	5,00	4,87
			30	5,00	4,25	5,00	5,00	5,00	4,75	5,00
			90	4,87	4,00	4,87	4,00	4,87	5,00	5,00
			180	5,00	4,25	5,00	5,00	5,00	4,75	4,00
		Adaçayı	0	4,75	4,87	4,12	3,87	4,75	4,75	3,87
			30	4,25	4,12	4,75	4,00	4,75	4,75	4,00
			90	4,12	4,37	4,75	4,12	4,75	4,12	4,00
			180	4,25	4,00	4,75	4,00	4,75	4,75	3,87

Tablo 94. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerde Belirlenen Hacim, Gözenek Yapısı, Renk, Tat, Koku, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Parametreler	Hacim			Gözenek Yapısı			Renk			Tat		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	0,21	3,767*	1	0,475	14,878**	1	0,065	1,136	1	0,167	5,818*
Nem Seviyesi (B)	1	3,37	60,279**	1	0,709	22,224**	1	0,167	2,909	1	0,042	1,455
Katkı Çeşidi (C)	2	1,68	30,081**	2	0,018	0,571	2	0,805	14,057**	2	6,070	211,909**
Depolama Süresi (D)	3	0,39	7,132**	3	0,346	10,850**	3	0,510	8,894**	3	1,490	52,000**
AxB	1	0,06	1,163	1	0,079	2,469	1	0,167	2,909	1	0,042	1,455
AxC	2	0,04	0,733	2	0,477	14,939**	2	0,024	0,420	2	0,034	1,182
AxD	3	0,34	6,124**	3	0,346	10,850**	3	0,635	11,076**	3	0,021	0,727
BxC	2	0,506	9,035**	2	0,148	4,653**	2	0,044	0,761	2	0,018	0,636
BxD	3	0,674	12,031**	3	0,143	4,483**	3	0,083	1,455	3	0,021	0,727
CxD	6	0,201	3,585**	6	0,239	7,483**	6	0,026	0,451	6	0,612	21,364**
AxBxC	2	0,087	1,547	2	0,190	5,959**	2	0,044	0,761	2	0,018	0,636
AxBxD	3	0,016	0,295	3	0,054	1,707	3	0,083	1,455	3	0,021	0,727
AxCxD	6	0,139	2,484*	6	0,067	2,095	6	0,057	0,996	6	0,013	0,455
BxCxD	6	0,172	3,066**	6	0,088	2,748*	6	0,023	0,398	6	0,029	1,000
AxBxCxD	6	0,212	3,795**	6	0,062	1,932	6	0,023	0,398	6	0,029	1,000
Hata	48	0,056	-	48	0,032	-	48	0,057	-	48	0,029	-

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli, *($p < 0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 94. Devamı

Parametreler	Koku			Tekstür			Genel Kabul Edilebilirlik		
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Yıkama (A)	1	2,423	34,776**	1	5,273	109,459**	1	0,010	0,296
Nem Seviyesi (B)	1	0,016	0,234	1	3,375	70,054**	1	1,628	46,296**
Katkı Çeşidi (C)	2	0,497	7,131**	2	0,003	0,054	2	4,760	135,389**
Depolama Süresi (D)	3	0,525	7,536**	3	0,365	7,568**	3	1,627	46,272**
AxB	1	0,006	0,084	1	0,023	0,486	1	0,211	6,000**
AxC	2	0,024	0,346	2	0,289	6,000**	2	0,008	0,241
AxD	3	0,933	13,393**	3	0,926	19,225**	3	0,227	6,469**
BxC	2	0,008	0,121	2	0,094	1,946	2	0,274	7,796**
BxD	3	0,006	0,084	3	0,813	16,865**	3	0,452	12,864**
CxD	6	0,125	1,798	6	0,065	1,351	6	0,329	9,364**
AxBxC	2	0,002	0,028	2	0,094	1,946	2	0,025	0,722
AxBxD	3	0,002	0,034	3	0,023	0,486	3	0,056	1,605
AxCxD	6	0,055	0,794	6	0,046	0,955	6	0,054	1,525
BxCxD	6	0,003	0,047	6	0,219	4,541**	6	0,109	3,105**
AxBxCxD	6	0,004	0,053	6	0,094	1,946	6	0,027	0,772
Hata	48	0,070	-	48	0,048	-	48	0,035	-

**($p<0,01$) düzeyinde önemli, *($p<0,05$) düzeyinde önemli

Tablo 94'te görüldüğü gibi ekmeklerin duyuusal değerlendirilmesi sonucunda hacim parametresi üzerinde B, C ve D değişkeni, AxD, BxC, BxD, CxD, BxCxD, AxBxCxD interaksyonu çok önemli ($p<0,01$) düzeyde, A değişkeni ve AxCxD interaksyonu önemli ($p<0,05$) düzeyde etkili olurken, AxB, AxC, AxBxC, AxBxD ve AxCxD interaksyonları etkili olmamıştır. Gözenek yapısı üzerinde A, B ve D değişkenleri, AxC, AxD, BxC, BxD, CxD, AxBxC interaksyonları çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olurken, BxCxD interaksyonu önemli ($p<0,05$) düzeyde etkili olmuş, diğer varyasyon kaynakları ise istatistiksel olarak etkili olmamıştır. Örneklerin renk değeri üzerine C ve D değişkeni ve AxD interaksyonu çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olurken bunların dışında kalan varyasyon kaynakları $p>0,05$ düzeyinde etkili olmuştur. Örneklerin tat parametresini A değişkeni önemli ($p<0,05$) düzeyde, C ve D değişkenleri ve CxD interaksyonu çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilemiş, diğer varyasyon kaynakları ise önemsiz olmuştur. Ekmeklerin koku değerini A, C ve D değişkenleri ve AxD interaksyonu çok önemli düzeyde etkilerken diğer varyasyon kaynakları etkisi önemsiz çıkmıştır. A, B ve D değişkenleri AxC, AxD, BxD ve BxCxD interaksyonları ekmek örneklerinin tekstürünü çok önemli düzeyde etkilemiş bu varyasyon kaynakları dışında kalanlar ise etkili olmamıştır. Genel kabul edilebilirlik açısından ise A değişkeni AxC, AxBxC, AxBxD, AxCxD ve AxBxCxD interaksyonları etkili olmazken diğer tüm varyasyon kaynakları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olmuştur.

Yıkama, nem seviyesi, katkı çeşidi ve depolama süresi değişkenlerine ait hacim, gözenek yapısı, renk, tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları sırasıyla Tablo 95, Tablo 96, Tablo 97 ve Tablo 98’de verilmiştir.

Tablo 95. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Yıkama Değişkenine Ait Hacim, Gözenek Yapısı, Renk, Tat, Koku, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yıkama	n	Hacim	Göz. Yapısı	Renk	Tat	Koku	Tekstür	Genel Kabul.
Var	48	4,27b	4,04b	4,75a	4,42b	4,54b	4,13b	4,38a
Yok	48	4,36a	4,18a	4,80a	4,51a	4,86a	4,59a	4,36a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Yıkama işleminin uygulanması örneklerin hacim, gözenek yapısı, tat, koku ve tekstür parametrelerini azaltırken, renk ve genel kabul edilebilirlik değerleri üzerinde istatistiksel olarak benzer etki göstermiştir (Tablo 95).

Tablo 96. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Nem Değişkenine Ait Hacim, Gözenek Yapısı, Renk, Tat, Koku, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Nem (%)	n	Hacim	Göz. Yapısı	Renk	Tat	Koku	Tekstür	Genel Kabul.
8	48	4,13b	4,02b	4,73a	4,44a	4,69a	4,17b	4,24b
14	48	4,51a	4,19a	4,81a	4,48a	4,71a	4,55a	4,50a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Yüksek nemde depolama, hacim, gözenek yapısı, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerlerini artırırken, renk, tat ve koku değerleri üzerinde önemli bir fark oluşturmamıştır. Şekil 32’de görüldüğü gibi spesifik hacim değerleri düşük nemde depolanan unlardan elde edilen ekmeklerde düşük ve Şekil 39’da görüleceği gibi sertlik değerleri daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bundan dolayı Tablo 96’daki sonuçlar incelendiği zaman beklenildiği gibi düşük nemde depolama hacim, gözenek yapısı, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerleri panelistler tarafından düşük puan almıştır. Depolama boyunca unun olgunlaşması için bir takım reaksiyonlar etkili olmaktadır. Düşük nemde bu reaksiyonlar daha yavaş gerçekleşeceği için bunun da doğrudan duyuşal parametrelere yansıdığı düşünülmektedir.

Tablo 97. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Katkı Çeşidi Değişkenine Ait Hacim, Gözenek Yapısı, Renk, Tat, Koku, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Hacim	Göz. Yapısı	Renk	Tat	Koku	Tekstür	Genel Kabul.
Yok	32	4,16b	4,08a	4,88a	4,76a	4,78a	4,35a	4,59a
K.Çekirdeği	32	4,58a	4,11a	4,85a	4,67b	4,76a	4,37a	4,60a
Adaçayı	32	4,21b	4,13a	4,59b	3,96c	4,56b	4,35a	3,92b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tablo 97’de görüldüğü gibi renk, tat ve koku parametrelerinin aksine bitkisel katkıların una ilavesi ile elde edilen ekmekler genel olarak, hacim, gözenek yapısı, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından katkısız örneklerden daha yüksek puanlar almıştır. Kuşburnu çekirdeği hacim, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından adaçayı içeren örneklerden daha yüksek puanlar almıştır. Ekmek içi tekstüründe; ince cıdarlı, sık gözenek yapısına sahip, homojen ve ipeksi içyapıyı arzu edilmektedir (Elgün ve Ertugay 2011). Tüketiciler genellikle besin değeri yüksek, fakat tadı hoş olmayan bir ürün yerine, tadı ve tekstürü güzel olan bir ürünü daha çok tercih etmektedir. Bu etkilerin bir sonucu olarak da bilinçli ve/veya özel tüketici gruplarının dışında kalan kitleler tarafından kepek katkılı ekmeklerin tüketimi düşük düzeylerde kalmaktadır (Sievert *et al.* 1990). Bu nedenle tam buğday unu ekmeklerinde de, tüketici beğenisi açısından tekstür özelliklerinin yüksek olması istenilmektedir.

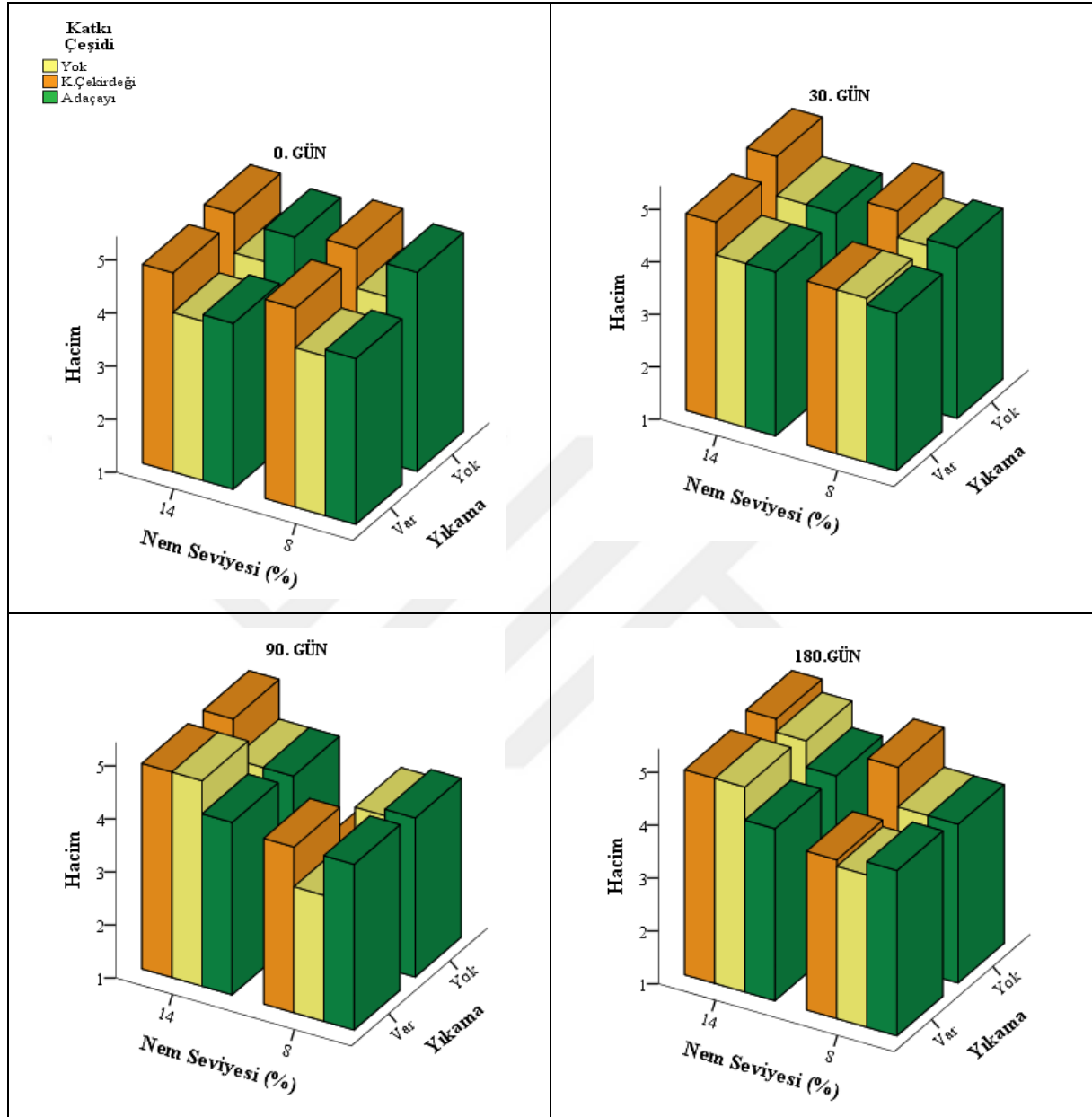
Tablo 98. Yıkanmış ve Yıkanmamış, %8 ve %14 Nemde Depolanan, Farklı Bitkisel Katkılar İçeren, Farklı Sürelerde Depolanmış Unlardan Üretilen Ekmeklerin Depolama Süresi Değişkenine Ait Hacim, Gözenek Yapısı, Renk, Tat, Koku, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	Hacim	Göz. Yapısı	Renk	Tat	Koku	Tekstür	Genel Kabul.
0	24	4,43a	4,29a	4,70b	4,54b	4,50b	4,45a	4,54a
30	24	4,31a	4,04b	4,91a	4,66a	4,70a	4,43a	4,62a
90	24	4,14b	4,05b	4,60b	4,10c	4,84a	4,18b	4,28b
180	24	4,39a	4,06b	4,87a	4,56b	4,77a	4,37a	4,05c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Tablo 98’de görüldüğü gibi depolama süresinin artması ile 90. güne kadar hacim ve tekstür değerleri azalmış daha sonra artış göstermiştir. Unlarda depolama, ekmek gözenek yapısını düşürücü yönde etkili olmuştur. Ekmeklerin rengi 30 ve 180. günlerde ve 0 ve 90. günlerde birbirine benzerlik göstermektedir. Ekmeklerin tadı depolamanın 90. günündeki buğdaylardan üretilen ekmekler alırken depolamanın diğer günlerinde koku değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark görülmemiştir. Örneklerin genel kabul edilebilirlik parametresi ise depolamayla birlikte azalış göstermiştir.

Tam buğday unu örneklerinden üretilen ekmek örneklerinde yapılan duyu analizi sonucu elde edilen hacim değeri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi etkileşimini Şekil 43’de verilmiştir.

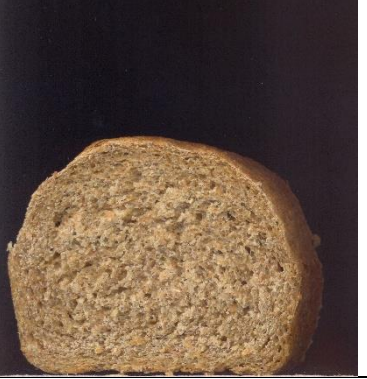


Şekil 43. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerin duyu analiz hacim değerleri üzerinde etkili olan yıkama x nem seviyesi x katkı çeşidi x depolama süresi etkileşimini

Şekil 43’de görüldüğü gibi örneklerin hacim parametresi depolama süresi, yıkama ve nem değişkenlerinden farklı şekillerde etkilenmiştir. Örneklerin hacmi düşük nemde daha düşük puanlara sahip olurken katkı ilavesi özellikle kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerde hacim puanını olumlu yönde etkilemiştir. Burada elde edilen sonuçlar ekmeklerde ölçülen hacim değerlerine (Şekil 31) benzerlik göstermektedir.

EKMEK GÖRÜNTÜLERİ

0. Güne Ait Ekmek Görüntüleri

		
Yıkama Var Katkısız	Yıkama Var K.Ç. İlaveli	Yıkama Var A. İlaveli
		
Yıkama Yok Katkısız	Yıkama Yok K.Ç. İlaveli	Yıkama Yok A. İlaveli

K.Ç: Kuşburnu, A: Adaçayı

30. Güne Ait Ekmek Görüntüleri

		
Yıkama Var %8 nem Katkısız	Yıkama Var %8 nem K.Ç. İlaveli	Yıkama Var %8 nem A. İlaveli
		
Yıkama Var %14 nem Katkısız	Yıkama Var %14 nem K.Ç. İlaveli	Yıkama Var %14 nem A. İlaveli
		
Yıkama Yok %8 nem Katkısız	Yıkama Yok %8 nem K.Ç. İlaveli	Yıkama Yok %8 nem A. İlaveli
		
Yıkama Yok %14 nem Katkısız	Yıkama Yok %14 nem K.Ç. İlaveli	Yıkama Yok %14 nem A. İlaveli

90. Güne Ait Ekmek Görüntüleri

		
Yıkama Var %8 nem Katkısız	Yıkama Var %8 nem K.Ç. İlaveli	Yıkama Var %8 nem A. İlaveli
		
Yıkama Var %14 nem Katkısız	Yıkama Var %14 nem K.Ç. İlaveli	Yıkama Var %14 nem A. İlaveli
		
Yıkama Yok %8 nem Katkısız	Yıkama Yok %8 nem K.Ç. İlaveli	Yıkama Yok %8 nem A. İlaveli
		
Yıkama Yok %14 nem Katkısız	Yıkama Yok %14 nem K.Ç. İlaveli	Yıkama Yok %14 nem A. İlaveli

K.Ç: Kuşburnu, A: Adaçayı

180. Güne Ait Ekmek Görüntüleri

		
Yıkama Var %8 nem Katkısız	Yıkama Var %8 nem K.Ç. İlaveli	Yıkama Var %8 nem A. İlaveli
		
Yıkama Var %14 nem Katkısız	Yıkama Var %14 nem K.Ç. İlaveli	Yıkama Var %14 nem A. İlaveli
		
Yıkama Yok %8 nem Katkısız	Yıkama Yok %8 nem K.Ç. İlaveli	Yıkama Yok %8 nem A. İlaveli
		
Yıkama Yok %14 nem Katkısız	Yıkama Yok %14 nem K.Ç. İlaveli	Yıkama Yok %14 nem A. İlaveli

K.Ç: Kuşburnu A: Adaçayı

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, tam buğday ununun depolama stabilitesini artırmak amacıyla, şu ana kadar araştırılmamış olan, buğdaya yıkama işlemi uygulanması, unun nem içeriğinin düşürülmesi ve antioksidan özellikli bitkisel katkı kullanımı gibi doğal yöntemlerin etkisi incelenmiştir.

Çalışmada, en etkili bitkisel katkı ve seviyesinin belirlenmesi amacıyla önce buğday herhangi bir işlem uygulanmadan tam buğday ununa dönüştürülmüş ve içerisine yeşil çay, adaçayı, kuşburnu çekirdeği ve nar kabuğu gibi bitkisel katkılar farklı seviyelerde katılarak, 30 gün boyunca hızlandırılmış depolama şartlarında (40 °C, %65 nispi nem) depolanmıştır. Depolamanın 0 ve 30. günlerinde örneklerin antioksidan etkisi belirlenerek en etkili seviyeler ve katkılar TBA sayısı sonucuna göre tespit edilmiş ve ana araştırmada (normal depolama şartlarında) kullanılmıştır. Ana araştırmada yıkanmış ve yıkanmamış buğday örneklerinden elde edilen tam buğday unlarına %2 seviyesinde kuşburnu çekirdeği ve %1,5 seviyesinde adaçayı ilave edilerek, örneklerin nem içerikleri %8 ve %14 neme ayarlandıktan sonra polietilen ambalajlarda, oda sıcaklığında 6 ay süre ile depolanmıştır. Tam buğday unları depolamanın 0, 30, 90 ve 180. günlerinde çeşitli analizlere tabi tutulmuştur.

Tam buğday unlarında yapılan analiz sonuçlarına göre, unlarda yapılan renk ölçümlerinde bitkisel katkıların ilavesinin unun *L*, *a* ve *b* renk değerlerini istatistiksel olarak değiştirmekle birlikte genel olarak unların renk değerlerinde çok değişkenlik olmadığı belirlenmiştir.

Depolama süresinin artması ile birlikte tüm örneklerin Zeleny sedimentasyon değerinin azaldığı tespit edilmiş, depolamanın 180. gününde yıkanmış %8 nem içeren adaçayı ve kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerde en düşük değerler belirlenmiştir. Benzer şekilde beklemeli Zeleny sedimentasyon değerleri depolama süresinin artması ile birlikte azalmıştır. Genellikle yıkanmış örneklerin yıkanmamış örneklerden daha yüksek beklemeli Zeleny sedimentasyon değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Tam buğday unu örneklerinin sedimentasyon ve beklemeli sedimentasyon değerleri, sırasıyla 11-19 mL ile 18-25 mL arasında değişim göstermiştir.

Depolama süresinin artması ile birlikte örneklerin yaş öz, kuru öz ve gluten indeksi değerlerinin azaldığı ve katkısız örneklerde diğer örneklerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tam buğday unu örneklerinin yaş öz miktarı değerleri, %20,5 - 28,5 arasında,

kuru öz değerleri, %7,0- 9,3 arasında ve gluten indeksi değerleri, %70,1-93,1 arasında değişim göstermiştir.

Depolama süresinin artması örneklerin pH değerlerini azaltıcı, serbest asitlik değerlerini ise artırıcı yönde etkili olmuştur. Yıkama işleminin bütün depolama sürelerinde farklı şekilde etkili olurken, nem seviyesindeki artış asitliği de artırmıştır.

Depolama sürecinde yüksek nem (%14), örneklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesini azaltıcı yönde etkili olmuştur. Benzer şekilde yıkama işleminin uygulandığı örneklerde toplam fenolik madde içeriği daha düşük bulunmuştur. Depolama periyotlarında adaçayı ve kuşburnu çekirdeği içeren örneklerin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi katkısız örneklerden daha yüksek değerlere sahip olmuş ve depolamanın ilerlemesi ile tüm örneklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesinde azalma meydana gelmiştir. Depolama süresince örneklerin TFM içeriği 69,428-315,055 mg GAE/100g ve antioksidan aktivitesi %24,072- 81,910 arasında değişim göstermiştir.

Örneklere uygulanan yıkama işleminin peroksit miktarı ve TBA sayısı değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Düşük nem seviyesinde depolanan örneklerin yüksek nem seviyesinde depolanan örneklerden daha düşük peroksit miktarı ve TBA sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Tam buğday ununun depolanması esnasında adaçayı daha etkili olmakla birlikte tam buğday ununa adaçayı ve kuşburnu çekirdeği ilavesinin örneklerin peroksit miktarı ve TBA sayısını önemli derecede düşürdüğü görülmüştür.

Depolamayla birlikte, unlarda mikrobiyal aktivitede artış göstermiş, düşük nem seviyesinde depolama örneklerin TAMB ve maya-küf sayısını düşürücü yönde etkili olmuştur. Yıkanmış buğday tanelerinden üretilen unların mikrobiyal yükünün yıkanmamış olanlara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kuşburnu çekirdeği ve adaçayı içeren örneklerin mikrobiyal faaliyetinin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Hamurlarda yapılan reolojik analizler sonucunda, bitkisel katkılardan özellikle kuşburnu çekirdeğinin unlara ilave edilmesi farinograf parametrelerinden su absorpsiyonu, gelişme süresi, hamur stabilitesi ve yumuşama derecesi değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Depolama süresince 0. güne kıyasla 30. gün depolama sonrası su absorpsiyonu, gelişme süresi ve hamur stabilitesi değerleri artmış, yumuşama derecesi değerleri ise azalmıştır. Depolama süresinin 90 güne çıkması; su absorpsiyonu, gelişme süresi ve yumuşama derecesi değerlerini düşürücü yönde hamur stabilitesi değerlerini ise artırıcı yönde etkili olmuştur. 180 gün depolama sonrasında ise unların bir önceki periyoda göre su absorpsiyonu, gelişme süresi ve yumuşama derecesi artarken hamur stabilitesi değerleri azalmıştır. Yüksek nem (%14) içeriğine sahip örneklerin su absorpsiyonu ve hamur stabilitesini azaltırken, gelişme süresi ve

yumuşama derecesi değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Uygulanan yıkama işlemi su absorpsiyonu değerlerini artırıcı yönde etkilerken, gelişme süresi, hamur stabilitesi ve yumuşama derecesini azaltıcı yönde etkili olmuştur.

Depolamanın 30. gününde uzama kabiliyeti değerleri diğer depolama günlerinden daha yüksek çıkmıştır. Depolamanın 30. gününde özellikle yıkanmamış katkısız ve kuşburnu çekirdeği içeren örneklerin her iki nem seviyesi de diğer örneklerden daha yüksek uzama kabiliyeti değerine sahip olmuştur. Adaçayı içeren örneklerin genel olarak tüm depolama periyotlarında daha düşük uzama kabiliyetine sahip olduğu görülmüştür. Katkısız örneklerin adaçayı ve kuşburnu çekirdeği içeren örneklerden daha yüksek enerji değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Hamur örneklerinin viskoelastik özelliklerini belirlemek için yapılan dinamik frekans tarama testinde yıkanmış örneklerin K değeri daha yüksek iken z değeri daha düşük olarak belirlenmiştir. Yüksek nem seviyesinde depolama örneklerin K değerini artırıcı yönde etkili olmuştur. K değeri açısından adaçayı içeren örnekler, katkısız örneklere benzerlik gösterirken, kuşburnu çekirdeği ilave edilen örneklerde K değeri daha düşük olarak belirlenmiştir. Örneklerin z değeri katkısız ve kuşburnu çekirdeği ilaveli örnekler birbirine benzer etki gösterirken, adaçayı içeren örnekler diğer örneklerden daha yüksek değere sahip olmuştur. Depolama süresinin artması K ve z değerleri üzerinde ters yönde etkili olmuştur. Depolamayla K değeri azalış, z değeri ise artış göstermiştir.

Yıkanmış ve yıkanmamış , %8 ve %14 nemde depolanan, farklı bitkisel katkıları içeren, farklı sürelerde depolanmış unlardan üretilen ekmeklerde yıkanmamış ve yüksek nemde depolanan örneklerin hacim ve spesifik hacim değerleri daha yüksek bulunmuştur. Hacim ve spesifik hacim açısından katkı içeren örnekler katkısız örneklerden daha yüksek değere sahipken, en yüksek değer kuşburnu çekirdeği içeren örneklerde belirlenmiştir. Tam buğday unların *L*, *a* ve *b* renk değerleri üretilen ekmeklerin kabuk ve iç rengine de yansımıştır.

Unlarda depolama süresinin artması, genel olarak yüksek nem ve yıkanmamış buğdaylardan elde edilen unlarda üretilen ekmeklerde daha fazla olmak üzere bütün örneklerde sertlik değerlerini düşürücü yönde etkili olmuştur. Depolamanın 30, 90 ve 180. gününde en düşük sertlik değeri; yıkanmamış %14 nemde depolanan kuşburnu çekirdeği ilaveli örneklerde belirlenmiştir. Çalışmada ekmek spesifik hacmini artıran şartlar ekmek içi sertlik değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Genel olarak, örneklerin kohesivlik değeri depolamayla birlikte artış göstermiştir. Yıkanmamış ve yüksek nemde depolanan örneklerin genel olarak yüksek kohesivlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Elastikiyet değeri açısından adaçayı içeren örnekler daha düşük değere sahip olmuştur. Çiğnenebilirlik sertlik verileri kullanılarak

hesaplanan ikincil parametre olduğu için sertlik değerlerindeki değişim çığnenebilirlik değerleri ile paralellik göstermiştir.

Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre üretilen ekmeklerde düşük nemde depolanan örnekler hacim, gözenek yapısı, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerleri açısından panelistler tarafından düşük puan almıştır. Renk, tat ve koku parametrelerinin aksine bitkisel katkıların una ilavesi ile elde edilen ekmeklerde genel olarak, hacim, gözenek yapısı, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından katkısız örneklerden daha yüksek puanlar almıştır. Depolama süresinin artması ile 90.güne kadar hacim ve tekstür değerleri azalmış daha sonra artış göstermiştir. Unlarda depolama, ekmek gözenek yapısını düşürücü yönde etkili olmuştur. Ekmeklerin rengi 30 ve 180. günlerde ve 0 ve 90. günlerde birbirine benzerlik göstermiştir. Ekmeklerin tadı depolamanın 90. gününde en az beğeni puanına sahip olmuştur. Koku parametresi açısından 0. gün en az beğeni puanı verilmiş olup diğer depolama periyotlarında 0. günden daha yüksek ve birbirine benzer puanlar almıştır. Örneklerin genel kabul edilebilirlik parametresi ise depolamayla birlikte azalış göstermiştir.

Elde edilen bulgular incelendiğinde, özellikle kuşburnu çekirdeği ve adaçayı ilavesinin tam buğday unlarında peroksit miktarı ve TBA sayısını düşürerek depolama stabilitesini artırdığı görülmüştür. Ayrıca, tam buğday unlarında nem içeriğinin düşürülmesinin de depolama stabilitesinin artırılmasında ilave katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirmeler, yıkanmış buğday tanelerinden üretilen unların mikrobiyal kalitesinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, kullanılan doğal yöntemlerin sadece depolama stabilitesini artırmakla kalmayıp aynı zamanda ürünün mikrobiyal bütünlüğünü de koruduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, tez kapsamındaki çalışmaların amaç ve hedeflerine başarıyla ulaşıldığı görülmüştür. Bu bulgular, tam buğday ununun depolama stabilitesini artırmak ve mikrobiyal kalitesini yükseltmek isteyen endüstriyel ve bilimsel çevreler için önemli bir referans olabilir. Gelecekteki araştırmalarda, doğal koruma yöntemlerinin daha da optimize edilerek tam buğday unu depolama süreçlerinde kullanımının genişletilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- AACC., 2010. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of Analysis 11th Edition, Cereals-Grains Association: St: Paul, MN, USA.
- Alam, S., Hashmi, M. S., Shah, A. S., Khan, U. L. 2007. Comparative storage studies on the organoleptic attributes of iron fortified whole wheat flour. Sarhad Journal of Agriculture, 23(4), 1121.
- Almeida, J.L.D., Pareyt B., Gerits, L.R., Delcour, J. A., 2014. Effect of wheat grain steaming and washing on lipase activity in whole grain flour. Cereal Chemistry, 91(4):321–326.
- Alsataf, S., Başıyigit, B., Karaaslan, M., 2021. Multivariate analyses of the antioxidant, antidiabetic, antimicrobial activity of pomegranate tissues with respect to pomegranate juice. Waste and Biomass Valorization, 12, 5909-5921.
- Altay, A, 2015. Antioxidant And Cytotoxic Properties of *Salvia Fruticosa M.* and Its Effects on Gene Expressions Of Some Cyp450 and Antioxidant Enzymes In Ht-29 Cell Line. Doctora Thesis, Middle East Technical University, School of Natural and Applied Sciences, Istanbul.
- Ananingsih, V. K., Sharma, A., Zhou, W., 2013. Green tea catechins during food processing and storage: a review on stability and detection. Food Research International, 50(2), 469-479.
- Anonim, 2018. Türkiye’de Günde 4,9 Milyon Ekmek İsraf Oluyor. <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/turkiyede-gunde-4-9-milyon-ekmek-israf-oluyor-40800641> (10.11.2019).
- Anzaldúa-Morales, A., 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.
- AOCS., 2003. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Official Method Cd 8–53: Peroxide Value Acetic Acid-Chloroform Method, AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- Applegate, L., 2011. Beslenme ve Diyet Temel İlkeleri. İstanbul Medikal Yayıncılık. 531.
- Arslan, D., Türker, S., 2021. Hububat Lipitleri. Hububat Bilimi ve Teknolojisi, Ed: Hamit Köksel, Oğuz Acar, Buket Çetiner, Filiz Köksel, Sidas Medya, İzmir, 135-154.
- Asensi, M., Ortega, A., Mena, S., Feddi, F., Estrela, J.M., 2011. Natural polyphenols in cancer therapy. Critical Reviews in Clinical Laboratory Science, 48, 197–216.
- Atak, M., 2017. Buğday ve Türkiye buğday köy çeşitleri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2), 71-88.
- Ataman, Ç., Gül, H., 2020. Leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan kırık leblebi ununun mufin kalitesi üzerine etkisi. Black Sea Journal of Agriculture, 3(4), 308-316.
- Atar, B., 2017. Gıdamız buğdayın, geçmişten geleceğe yolculuğu. Yalvaç Akademi Dergisi, 2(1), 1-12.
- Attia, R. S., Abou-Gharbia, H. A., 2011. Evaluation and stabilization of wheat germ and its oil characteristics. Journal of Food Science and Technology, 8 (2):31-39.
- Averilla, J. N., Oh, J., Kim, H. J., Kim, J. S., Kim, J. S., 2019. Potential health benefits of phenolic compounds in grape processing by-products. Food Science and Biotechnology, 28, 1607-1615.

- Aydoğan S., Akçacık Göçmen A., Şahin M., Önmez H., Demir B., Yakışır E., 2013. Ekmeklik buğday çeşitlerinde fizikokimyasal ve reolojik özelliklerin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 22 (2): 74-85.
- Aziz, M. A., Diab, A. S., Mohammed, A. A., 2019. Antioxidant categories and mode of action. Antioxidants, 2019, 3-22.
- Bal, Z.E., Sayili, M., Gözener, B., 2013. Tokat ili merkez ilçede ailelerin ekmek tüketimleri üzerine bir araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2013 (1).
- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S., 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. Food Chemistry, 99(1), 191-203.
- Balfourier, F., Bouchet, S., Robert, S., De Oliveira, R., Rimbart, H., Kitt, J., Paux, E., 2019. Worldwide phylogeography and history of wheat genetic diversity. Science Advances, 5(5), eaav0536.
- Barber, T. M., Kabisch, S., Pfeiffer, A. F., Weickert, M. O. 2020. The health benefits of dietary fibre. Nutrients, 12(10), 3209.
- Başer, H.C., 2002. Fonksiyonel Gıdalar ve Nutrasotikler. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 29-31 Mayıs 2002, Eskişehir.
- Başığit, M., Baydar, H., 2017. Tıbbi adaçayı (*salvia officinalis* L.)’ Nda farklı hasat zamanlarının uçucu yağ ve fenolik bileşikler ile antioksidan aktivite üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21, 131- 137.
- Baumgart, J., Firnhaber, J., Spacher, G. 1993. Microbiologische Untersuchung von Lebensmitteln. Behr’s Verlag. Hamburg, Germany.
- Bayrakçı, A. H., 2008. Buğdayın Tavlanması Mikrodalga Uygulamasının Öğütme ve Ekmekçilik Kalitesine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Baysal, A., 2004. Beslenme. Hatiboğlu Yayınevi.
- Baysal, T., Taştan, Ö., 2018. Nar Ürünleri ve Üretimi. Nar Sağlıkta Yıldız, Eren Akçiçek, Hüsnüye Kayalar, Semih Ötleş, Editör, Gece Kitaplığı, İzmir, ss, 90-110.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., Sapirstein, H. D. 2005. Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. Cereal Chemistry, 82, 390-393.
- Bhat, N. A., Wani, I. A., Hamdani, A. M., Gani, A., 2019. Effect of extrusion on the physicochemical and antioxidant properties of value added snacks from whole wheat (*Triticum aestivum* L.) Flour. Food chemistry, 276, 22-32.
- Bilgiçli, N., Soylu, S., 2016. Buğday ve un kalitesinin sektörel açıdan değerlendirilmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 5(2), 58-67.
- Bora, A. F. M., Ma, S., Li, X., Liu, L., 2018. Application of Microencapsulation for the safe delivery of green tea polyphenols in food systems: Review and recent advances. Food Research International, 105, 241-249.
- Borrelli, G. M., Menga, V., Giovanniello, V., Ficco, D. B. M. 2023. Antioxidants and Phenolic Acid Composition of Wholemeal and Refined-Flour, and Related Biscuits in Old and Modern Cultivars Belonging to Three Cereal Species. Foods, 12(13), 2551.
- Boz, H., Karaoğlu, M.M., Kotancılar, H.G., Gerçekaslan, K.E., 2010. The effects of different materials as dough improvers for organic whole wheat bread, International Journal of Food Science and Technology, 45, 1472–1477.

- Bozkurt, R.N., 2022. Kuşburnu Çekirdeği Özütünden Yeşil Sentez İle Çinko Oksit Nanopartikül Sentezi Ve Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Bölek, S., 2020. Kurutulmuş nar (*Punica granatum*) kabuğu tozunun glutensiz bisküvilerin tekstürel, duyuşal ve bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(4), 209-218.
- Brand-Williams W, Cuvelier M E, Berset C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Science and Technology, 28, 25-30.
- Brennan, C., Brennan, M., Derbyshire, E., Tiwari, B. K., 2011. Effects of extrusion on the polyphenols, vitamins and antioxidant activity of foods. Trends in Food Science Technology, 22(10), 570-575.
- Bulca, S., 2014. Çörek otunun bileşenleri ve bu yağın ve diğer bazı uçucu yağların antioksidan olarak gıda teknolojisinde kullanımı. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(2), 29-36.
- Bulut, S., 2012. Ekmeklik buğdayda kalite. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 28(5), 441-446.
- Büyüktuncer, Z., Başaran, A. A., 2005. Fitoöstrojenler ve sağlıklı yaşamdaki önemleri. Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy, (2), 79-94.
- Cai, M., Shen, C., Li, Y., Xiong, S., Li, F. 2023. Effects of particle size on quality characteristics of stone-milled whole wheat flour. Journal of the Science of Food and Agriculture, 103(5), 2483-2491.
- Cansız, Z., 2018. Peynir Altı Suyunun Pastörizasyonu ve Ekmek Üretiminde Kullanım İmkanlarının Araştırılması. Yüksek lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Cansız, Z., Candal, C., Mutlu, C., Tontul, S. A., Ercan, R., Erbaş, M., 2019. Farklı oranlarda peynir altı suyu kullanımının beyaz ve tam buğday unlarından üretilen ekmeklerin bazı özellikleri üzerine etkisi. Gıda, 45(1), 125-138.
- Celik, H., İlhan, K. 2023. Antioxidant Effective Aromatic Compounds. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.106242.
- Cemeroğlu B., 2009. Fenolik Bileşikler. Meyve Sebze İşleme Teknolojisi 1, Ed: Cemeroğlu, B., Ankara. 76-80.
- Cheeseman, K.H., Slater, T.F., 1993. An introduction to free radical biochemistry. British Medicinal Bulletin, 49 (3), 481-93.
- Chen, J., Liao, C., Ouyang, X., Kahramanoğlu, I., Gan, Y., Li, M., 2020. Antimicrobial activity of pomegranate peel and its applications on food preservation. Journal of Food Quality, 2020, 1-8.
- Chen, S., Wang, X., Cheng, Y., Gao, H., Chen, X. 2023. A Review of Classification, Biosynthesis, Biological Activities and Potential Applications of Flavonoids. Molecules, 28(13), 4982.
- Chen, Z., Shen, J., Yang, Y., Wang, H., Xu, B. 2022. Intact aleurone cells limit the hydrolysis of endogenous lipids in wheat bran during storage. Food Research International, 161, 111799.
- Coşkun, T., 2005. Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 48, 69-84.

- Crozier, A., Jaganath, I. B., Clifford, M. N., 2006. Phenols, polyphenols and tannins: an overview. *Plant secondary metabolites: Occurrence, structure and role in the human diet*, 1, 1-25.
- Cubadda, F., Aureli, F., Raggi, A., Carcea, M., 2009. Effect of milling, pasta making and cooking on minerals in durum wheat. *Journal of Cereal Science*, 49(1), 92-97.
- Çağlar, M., Demirci, M., 2017. Üzümsü meyvelerde bulunan fenolik bileşikler ve beslenmedeki önemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(11), 18-26.
- Çetiner, B., 2020. Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Fonksiyonel ve Tam Buğday Ekmeği Özelliklerinin Karşılaştırılması, Kalite ve Fonksiyonel Özellikler Bakımından İyileştirilme Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çınar, İ., Çolakoğlu, A. S., 2004. Potential health benefits of rose hip products. In *I International Rose Hip Conference* 690 (pp. 253-258).
- Çoban, Ö. E., Patır, B., 2010. Antioksidan etkili bazı bitki ve baharatların gıdalarda kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2), 7-19.
- Daglioglu, O., Tuncel, B., 1999. Macro and micro mineral contents of Turkish bread types. *Food/Nahrung*, 43(1), 61-62.
- De Almeida, J. L., Pareyt, B., Gerits, L. R., Delcour, J. A., 2014. Effect of wheat grain steaming and washing on lipase activity in whole grain flour. *Cereal Chemistry*, 91(4), 321-326.
- Decker, E. A., 2002. Antioxidant Mechanism. In: *Food Lipids*. CRC Press.
- Deger, Ö., 2021. Bazı Buğday Çeşitlerinin ve Paçallarının Tandır Ekmeği Üretimine Uygunluğunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Delamare, A. P. L., Moschen-Pistorello, I. T., Artico, L., Atti-Serafini, L., Echeverrigaray, S., 2007. Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *Food chemistry*, 100(2), 603-608.
- Demir, M. K., 2004. Likit ferment sisteminde kullanılan maya (*Saccharomyces cerevisiae*) performansının artırılmasında ortam şartları ve katkılamının optimizasyonu üzerine bir çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üni.Fen Bilimleri Ens., Konya.
- Demir, M. K., 2018. Geleneksel tarhana üretiminde tam buğday unu kullanımı. *Akademik Gıda*, 16(2), 148-155.
- Demir, M.K., 2010. Bazı Fiziksel Uygulamaların Tam Buğday Ununun Depolama Stabilitesi, Ekmekçilik Kalitesi Ve Besinsel Özelliklerine Etkisi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Deora, N. S., 2018. Whole wheat flour stability: An insight. *Acta Scientific Nutritional Health*, 2(3), 8-1.
- Deveci, H. A., Gökhan, N. U. R., Kırpık, A., M, Harmankaya, A., Yıldız, Y., 2016. Fenolik bileşik içeren bitkisel antioksidanlar. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 26-32.
- Dizlek, H., 2010. Süne zararına uğramış ekmeklik buğdayların bazı niteliklerinin incelenmesi ve iyileştirilmesi olanakları üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, Çukurova Üni. Fen Bilimleri Ens. Adana.
- Dizlek, H., 2011. Gluten oluşumu ve bunu sınırlayan-engelleyen etmenler. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(3), 14-22.

- Dizlek, H., 2012. Depolama Sırasında Tahıllarda Meydana Gelen Fiziksel Ve Kimyasal Değişiklikler. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi, 0 (12). Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gidaveyem/issue/3970/52531>.
- Doblado-Maldonado, A. F., Pike, O. A., Sweley, J. C., Rose, D. J., 2012. Key issues and challenges in whole wheat flour milling and storage. Journal of cereal science, 56(2), 119-126.
- Du, Y., Dai, Z., Hong, T., Bi, Q., Fan, H., Xu, X., Xu, D., 2023. Effect of sourdough on the quality of whole wheat fresh noodles fermented with exopolysaccharide lactic acid bacteria. Food Research International, 113108.
- Dumanović, J., Nepovimova, E., Natić, M., Kuća, K., Jačević, V., 2021. The significance of reactive oxygen species and antioxidant defense system in plants: A concise overview. Frontiers in Plant Science, 11, 552969.
- Elgün, A., Demir, M. K., 2008. Tam buğday unu ve fonksiyonel özellikleri. Türkiye, 10, 21-23.
- Elgün, A., Ertugay, Z. 2011. Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları No:718, 411 sayfa, Erzurum.
- Elgün, A., 2021. Hububatta Tane Yapısı. Hububat Bilimi ve Teknolojisi, Ed: Hamit Köksel, Oğuz Acar, Buket Çetiner, Filiz Köksel, Sidas Medya, İzmir, 31-50.
- Elgün, A., Demir, M. K., Bilgiçli, N., Türker, S., Ertaş, N., 2012. Buğday tanesine uygulanan bazı stabilizasyon uygulamalarının, tam buğday ununun kalitatif özelliklerine ve depolama stabilitesine etkisi. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 26(1), 70-76.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G. 2015. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu. (4. baskı) Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Ders Kitapları Serisi No: 82, s:245, Erzurum.
- Elgün, A., Türker, S. ve Bilgiçli, N., 2005, Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü, S.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ders Notları, 112 sayfa, Konya.
- Elmas, C., Gezer, C., 2019. Çay bitkisinin (*Camellia sinensis*) bileşimi ve sağlık etkileri. Akademik Gıda, 17(3), 417-428.
- Ercan, R., 1989, Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin kalitesi, Gıda Dergisi, 14 (4), 219- 228.
- Ercişli, S. 2007. Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa spp.*) species. Food Chem, 104(4): 1379-1384, doi: 10.1016/j.foodchem.2007.01.053.
- Erdem, F., Gündoğan, E. N., Yılmaz, M. S., Sezgin, İ., Summakoğlu, Y., Demirkol, Ö. Ş., 2021. Kuşburnu (*Rosa Canina*) fenolik bileşiklerinin mikroenkapsülasyonu. Gıda, 46(4), 1026-1039.
- Erdemir, E., Karaoğlu, M., 2021. Et ve et ürünlerinin tekstürel özelliklerini enstrümantal olarak tespit etme yöntemleri ve tekstür profil analizi üzerine bir derleme . Journal of the Institute of Science and Technology, 11 (4) , 2836-2848.
- Erdoğan, S. L., Tekgül, Y., Koç, G. Ç., 2022. Farklı meyve çekirdekleri yağlarının keklerin kalite karakteristikleri üzerine etkisi. International Journal of Pure and Applied Sciences, 8(2), 342-350.
- Fang, D., Xue, D., Liu, X., Cao, L., Zhang, J., Gong, C., 2023. Concurrent production of ferulic acid and glucose from wheat bran by catalysis of a putative bifunctional enzyme. Bioresource Technology, 369, 128393.

- Farhat, M. B., Chaouch-Hamada, R., Sotomayor, J. A., Landoulsi, A., Jordán, M. J., 2014. Antioxidant potential of *Salvia officinalis* L. residues as affected by the harvesting time. *Industrial Crops and Products*, 54, 78-85.9.
- Figuerola, M., Hammond-Kosack, K. E., Solomon, P. S., 2018. A review of wheat diseases—a field perspective. *Molecular Plant Pathology*, 19(6), 1523-1536.
- Gani, A., Wani, S. M., Masoodi, F. A., Hameed, G., 2012. Whole-grain cereal bioactive compounds and their health benefits: A review. *J Food Process Technol*, 3(3), 146-56.
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B.D., Mazza, G., 2002. Wheat Quality: Antioxidant Activity of Wheat Millstreams, in: *Wheat Quality Elucidation*. eds. P. Ng and C. W. Wrigley, AACC International: St. Paul. MN., 219-233.
- Ghosh, D., Konishi, T., 2007. Anthocyanins and anthocyanin-rich extracts: role in diabetes and eye function. *Asia Pacific Journal Clinic Nutrition*, 16 (2), 200- 208.
- Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W. S., Courtin, C. M., Gebruers, K., Delcour, J. A., 2005. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science Technology*, 16(1-3), 12-30.
- Gómez, M., Gutkoski, L. C., & Bravo-Núñez, Á. (2020). Understanding whole-wheat flour and its effect in breads: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), 3241-3265.
- González-Vallinas, M., González-Castejón, M., Rodríguez-Casado, A., Ramírez De Molina, A., 2013. Dietary phytochemicals in cancer prevention and therapy, a complementary approach with promising perspectives. *Nutrition Reviews*, 71, 585–599.
- Göksu, F.F. 2019. Van İli İpekyolu İlçesinde İkamet Eden Hane Halklarının Ekmek Tüketim Davranışları. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Göncü, A., 2011. Farklı Tahıl Unları İlavesi İle Elde Edilen Fırınlanmış Buğday Cipsinin Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Guo, Q., Li, F., Duan, Y., Wen, C., Wang, W., Zhang, L., Yin, Y., 2020. Oxidative stress, nutritional antioxidants and beyond. *Science China Life Sciences*, 63, 866-874.
- Guo, X. N., Wu, S. H., Zhu, K. X., 2020. Effect of superheated steam treatment on quality characteristics of whole wheat flour and storage stability of semi-dried whole wheat noodle. *Food Chemistry*, 322, 126738.
- Gutiérrez-del-Río, I., López-Ibáñez, S., Magadán-Corpas, P., Fernández-Calleja, L., Pérez-Valero, Á., Tuñón-Granda, M., Lombó, F., 2021. Terpenoids and polyphenols as natural antioxidant agents in food preservation. *Antioxidants*, 10(8), 1264.
- Gül, H., Şen, H., 2017a. Effects of rosehip seed flour on the rheological properties of bread dough. *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies*, 21.
- Gül, H., Şen, H., 2017b. The influence of rosehip seed flour on bread quality. *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies*, 21.
- Gülçin, İ., Alwasel, S. H., 2023. DPPH radical scavenging assay. *Processes*, 11(8), 2248.
- Gülçin, İ., 2012. Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Archives of Toxicology*, 86, 345-391.
- Gülçin, İ., 2020. Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview. *Archives of Toxicology*, 94(3), 651-715.

- Güleç, T. E., Sönmezoglu, Ö. A., Yıldırım, A., 2010. Makarnalık bugdaylarda kalite ve kaliteyi etkileyen faktörler. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2010(1), 113-120.
- Güleşci, N., Aygöl, İ. 2016. Beslenmede yer alan antioksidan ve fenolik madde içerikli çerezler. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1), 109-129.
- Gümüş, E., Küçükersan, S., 2016. Yeşil Çay (*Camellia sinensis*) Ürünlerinin Kanatlı Beslenmesinde Kullanılması. 1st International Animal Nutrition Congress, Antalya.
- Gümüş-Bonacina, C. E., 2022. Yeşil Çay Ekstraktının Ayçiçek, Soya Ve Fındık Yağında Doğal Antioksidan Olarak Kullanımının Oksidatif Stabilité Üzerine Etkisinin Kinetik Ve Termodinamik Çalışmalarla Değerlendirilmesi. *Gıda*, 47(3), 502-517.
- Güven, M., Kara, H. H., 2016. Some chemical and physical properties, fatty acid composition and bioactive compounds of wheat germ oils extracted from different wheat cultivars. *Journal of Agricultural Sciences*, 22: 433-443.
- Halliwell, B., 1995. Antioxidant characterization. methodology and mechanism. *Biochemical Pharmacology*, 49, 1341-1348.
- Haminiuk, C. W., Maciel, G. M., Plata-Oviedo, M. S., Peralta, R. M., 2012. Phenolic compounds in fruits—an overview. *International Journal of Food Science Technology*, 47(10), 2023-2044.
- Hansen, L., Rose, M. S., 1996. Sensory acceptability is inversely related to development of fat rancidity in bread made from stored flour. *Journal of the American Dietetic Association*, 96(8), 792-794.
- Haros, M., Rosell, C. M., Benedito, C., 2001. Fungal phytase as a potential breadmaking additive, *European Food Research and Technology*, 213 (4-5), 317-322.
- Harris, K. A., Kris-Etherton, P. M., 2010. Effects of whole grains on coronary heart disease risk. *Current Atherosclerosis Reports*, 12, 368-376.
- Heiniö, R. L., Lehtinen, P., Oksman-Caldentey, K. M., Poutanen, K., 2002. Differences between sensory profiles and development of rancidity during long-term storage of native and processed oat. *Cereal Chemistry*, 79(3), 367-375.
- Hemalatha, M. S. , Manu, B. T., Bhagwat, S. G., Leelavathi, K., Prasada Rao, U. J. S., 2007. Protein characteristics and peroxidase activities of different Indian wheat varieties and their relationship to chapati-making quality, *European Food Research and Technology*, 225 (3-4), 463-471.
- Hu, Y., Ding, M., Sampson, L., Willett, W. C., Manson, J. E., Wang, M., Sun, Q., 2020. Intake of whole grain foods and risk of type 2 diabetes: results from three prospective cohort studies. *Bmj*, 370.
- Huma, N., Rehman, S. U., Awan, J. A., Murtaza, M. A., Arshad, M. U., 2007. Effect of packaging materials on the quality of iron-fortified wholemeal flour during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 31(6), 659-670.
- Humphries, J. M., Graham, R. D., Mares, D. J., 2004. Application of reflectance colour measurement to the estimation of carotene and lutein content in wheat and triticale, *Journal of Cereal Science*, 40, 151–159.
- Igrejas, G., Branlard, G., 2020. The importance of wheat. Wheat quality for improving processing and human health, 1-7.

- Ilić, Z. S., Kevrešan, Ž., Šunić, L., Stanojević, L., Milenković, L., Stanojević, J., Cvetković, D., 2023. Chemical Profiling and Antioxidant Activity of Wild and Cultivated Sage (*Salvia officinalis* L.) Essential Oil. *Horticulturae*, 9(6), 624.
- Indore, N. S., Karunakaran, C., Jayas, D. S., Bondici, V. F., Vu, M., Tu, K., Muir, D., 2023. Mapping biochemical and nutritional changes in durum wheat due to spoilage during storage. *Heliyon*.
- Islam, R., Khanma., I.S., 2017. Plant derivatives as promising materials for processing and packaging of meat-based products – focus on antioxidant and antimicrobial effects. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1745-4549.
- Iwashina, T., 2013. Flavonoid properties of five families newly incorporated into the order caryophyllales (review). *Bulletin of the National Museum of Nature and Science*, 39, 25–51.
- İlerigiden B.N., Ertaş N., Türker S., Aydın M., Eyiz V. 2020. Tam Buğday Unundan Ekşi Hamur Yöntemi ile Simit Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2(1): 1-8.
- İlkimen, H., Gülbandır, A., 2018. Lavanta, ada çayı, kekik ve papatya ekstraktlarının antimikrobiyal etkilerinin araştırılması. *Türk Mikrobiyol Cem Derg*, 48(4), 241-246.
- Jensen, S., Oestdal, H., Clausen, M. R., Andersen, M. L., Skibsted, L. H., 2011. Oxidative stability of whole wheat bread during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 44(3), 637-642.
- Jiang, Y., Fang, Z., Leonard, W., Zhang, P., 2021. Phenolic compounds in Lycium berry: Composition, health benefits and industrial applications. *Journal of Functional Foods*, 77, 104340.
- Kadioğlu, S., Öztürk, Y. E., 2021. Yeşil Çay ve Sağlık. *Black Sea Journal of Health Science*, 4(3), 341-350.
- Kahraman K., Muti S., 2021. Nişasta: Yapısı ve Özellikleri. *Hububat Bilimi ve Teknolojisi*, Ed: Hamit Köksel, Oğuz Acar, Buket Çetiner, Filiz Köksel, Sidas Medya, İzmir, 93-116.
- Kahraman, A., Serteser, M., Koken, T., 2002. Flavonoidler. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 3(1).
- Kalkan, İ., Özarık, B., 2017. Tam buğday ekmeği ve sağlık üzerine etkisi. *Aydın Gastronomy*, 1(1), 37-46.
- Kampa, M., Nifli, A. P., Notas, G., Castanas, E., 2007. Polyphenols and cancer cell growth. *Reviews in Physiology Biochemistry and Pharmacology*, 159, 79–113
- Kapranichikov, V. S., Zharebtsov, N. A., Popova, T. N., 2004. Purification and characterization of lipase from wheat (*Triticum aestivum* L.) germ. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 40, 84-88.
- Karadağ, A., 2019. Türkiye’deki bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan potansiyalleri ve fenolik kompozisyonları. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 631-637.
- Karaduman, Y., 2002. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Tarafından Geliştirilen Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin ve Çeşit Adayı Hatlarının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üni. Fen Bilimleri Ens. İzmir.
- Karthikeyan, G., Vidya, A. K., 2019. Phytochemical analysis, antioxidant and antibacterial activity of pomegranate peel. *Res. J. Life Sci. Bioinform. Pharm. Chem. Sci*, 5(1), 218.
- Kayahan, S., Ozdemir, Y., Gulbag, F., 2023. Functional compounds and antioxidant activity of Rosa species grown in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 65(4), 1079-1086.

- Khoddami, A., Wilkes, M. A., Roberts, T. H., 2013. Techniques for analysis of plant phenolic compounds. *Molecules*, 18(2), 2328-2375.
- Kim, H. R., Kim, M. R., Ryu, A. R., Bae, J. E., Choi, Y. S., Lee, G. B., Hong, J. S. 2023. Comparison of rheological properties between Mixolab-driven dough and bread-making dough under various salt levels. *Food Science and Biotechnology*, 32(2), 193-202.
- Kivrak, İ., Duru, M. E., Öztürk, M., Mercan, N., Harmandar, M., Topçu, G., 2009. Antioxidant, anticholinesterase and antimicrobial constituents from the essential oil and ethanol extract of *Salvia potentillifolia*. *Food Chemistry*, 116(2), 470-479.
- Koca, I., Tekguler, B., Yilmaz, V. A., Hasbay, I., Koca, A. F., 2018. The use of grape, pomegranate and rosehip seed flours in Turkish noodle (erişte) production. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13343.
- Koç, A., 2019. Buğday Embriyosunun Farklı Sıcaklıklarda Nem Sorpsiyon İzotermlerinin Belirlenmesi ve Oksidasyon Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Kong, F. L., Zhang, M. W., Kuang, R. B., Yu, S. J., Chi, J. W. ve Wei, Z. C., 2010. Antioxidant activities of different fractions of polysaccharide purified from pulp tissue of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.. *Carbohydrate Polymers*, 81 (3), 612-616.
- Korczak, R., Slavin, J. L., 2020. Definitions, regulations, and new frontiers for dietary fiber and whole grains. *Nutrition reviews*, 78 (Supplement_1), 6-12.
- Köksel H., Shewry, P.R., 2021. Hububat Proteinleri. *Hububat Bilimi ve Teknolojisi*, Ed: Hamit Köksel, Oğuz Acar, Buket Çetiner, Filiz Köksel, Sidas Medya, İzmir, 71-92.
- Köksel, H., Çetiner, B., Şanal, T., 2016. Neden Tahıl Ürünleri Tüketmeliyiz, *Gıda Hattı Dergisi*, 61, 58-59.
- Köse, Y. E., 2018. Stabilizasyon Yöntemlerinin Ruşeym Ve Ruşeym Yağının Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kris-Etherton, P. M., Hecker, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A. E., Hilpert, K. F., Etherton, T. D., 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American journal of medicine*, 113(9), 71-88.
- Lall, R.K., Syed, D.N., Adhami, V.M., Khan, M.I., Mukhtar, H., 2015. Dietary polyphenols in prevention and treatment of prostate cancer. *International Journal of Molecular Science*, 16, 3350–3376.
- Lang, Y., Gao, N., Zang, Z., Meng, X., Lin, Y., Yang, S., Li, B., 2024. Classification and antioxidant assays of polyphenols: A review. *Journal of Future Foods*, 4(3), 193-204.
- Lebert, L., Buche, F., Sorin, A., Aussenac, T., 2022. The Wheat Aleurone Layer: Optimisation of Its Benefits and Application to Bakery Products. *Foods*, 11(22), 3552.
- Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. No:51.
- Li, A.N., Li, S., Zhang, Y.-J., Xu, X.-R., Chen, Y.-M., Li, H.B., 2014. Resources and biological activities of natural polyphenols. *Nutrients*, 6, 6020–6047.
- Li, B., Zhao, L., Chen, H., Sun, D., Deng, B., Li, J., Liu, Y., Wang, F., 2016. Inactivation of lipase and lipoxygenase of wheat germ with temperature-controlled short wave infrared radiation and its effect on storage stability and quality of wheat germ oil. *PloS One*, 11 (12): 1-13.

- Li, C., Tilley, M., Chen, R., Siliveru, K., & Li, Y. (2023). Effect of bran particle size on rheology properties and baking quality of whole wheat flour from four different varieties. *LWT*, 175, 114504.
- Li, C., Wu, W., Tilley, M., Chen, R., Li, Y. 2023. Unraveling the Influence of Wheat Bran Chemical Composition, Lipolytic Enzyme Activities, and Phenolic Components on the Bread-Making Properties of Reconstituted Whole Wheat Flours. *ACS Food Science Technology*, 3(10), 1728-1735.
- Li, M., Sun, Q. J., Zhu, K. X., 2017. Delineating the quality and component changes of whole-wheat flour and storage stability of fresh noodles induced by microwave treatment. *Lwt*, 84, 378-384.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S. 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96(2), 254-260.
- Liang, J., Gao, Y., Feng, Z., Zhang, B., Na, Z., Li, D. 2023. Reactive oxygen species and ovarian diseases: Antioxidant strategies. *Redox Biology*, 102659.
- Liu, J., Yu, L. L., Wu, Y., 2020. Bioactive components and health beneficial properties of whole wheat foods. *Journal of agricultural and food chemistry*, 68(46), 12904-12915.
- Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., 2016. Phenolic compounds of green tea: Health benefits and technological application in food. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(8), 709-719.
- Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., Rémésy, C., 2005. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. 1. review of 97 bioavailability studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81 (1), 230–242.
- Mannozi, C., Foligni, R., Scalise, A., Mozzon, M., 2020. Characterization of lipid substances of rose hip seeds as a potential source of functional components: A review. *Italian Journal of Food Science*, 32(4).
- Marathe, S. A., Machaiah, J. P., Rao, B. Y. K., Pednekar, M. D., Rao, S. V. 2002. Extension of Shelf-Life of Whole-Wheat Flour by Gamma Radiation. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 163-168.
- Martín-Diana, A. B., Tomé-Sánchez, I., García-Casas, M. J., Martínez-Villaluenga, C., Frías, J., Rico, D., 2021. A novel strategy to produce a soluble and bioactive wheat bran ingredient rich in ferulic acid. *Antioxidants*, 10(6), 969.
- Martins, N., Barros, L., Santos-Buelga, C., Henriques, M., Silva, S., Ferreira, I. C., 2015. Evaluation of bioactive properties and phenolic compounds in different extracts prepared from *Salvia officinalis* L. *Food chemistry*, 170, 378-385.
- Matsuoka, Y., 2011. Evolution of polyploid *Triticum* wheats under cultivation: the role of domestication, natural hybridization and allopolyploid speciation in their diversification. *Plant and Cell Physiology*, 52(5), 750-764.
- Mazzara, E., Caprioli, G., Simonelli, G., Mustafa, A. M., Maggi, F., Cespi, M., 2023. Microwave hydrodiffusion and gravity extraction of vitamin c and antioxidant compounds from rosehips (*Rosa canina* L.). *Foods*, 12(16), 3051.
- Megep. Buğdayı Temizleme. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı 2012. Yayın No 541GI0039. Ankara.
- Memişoğulları R., 2005. Diyabette serbest radikallerin rolü ve antioksidanların etkisi. *Dicle Tıp Fakültesi Dergisi*, 3: 30-39.

- Menderis, 2006. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Koşullarında Geliştirilen Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum Aestivum* L.) Hatları İle Yetiştirilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Kalite Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üni. Fen Bilimleri Ens., Şanlıurfa.
- Meng, X., Li, T., Zhao, J., Fan, M., Qian, H., Li, Y., Wang, L. 2023. Effects of different bran pretreatments on rheological and functional properties of triticale whole-wheat flour. *Food and Bioprocess Technology*, 16(3), 576-588.
- Meral, R., Doğan, İ. S., Kanberoğlu, G. S., 2012. Fonksiyonel gıda bileşeni olarak antioksidanlar. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(2), 45-50.
- Meriles, S. P., Penci, M. C., Curet, S., Boillereaux, L., Ribotta, P. D., 2022. Effect of microwave and hot air treatment on enzyme activity, oil fraction quality and antioxidant activity of wheat germ. *Food Chemistry*, 386, 132760.
- Meziani, S., Nadaud, I., Tasleem-Tahir, A., Nurit, E., Benguella, R., Branlard, G., 2021. Wheat aleurone layer: A site enriched with nutrients and bioactive molecules with potential nutritional opportunities for breeding. *Journal of Cereal Science*, 100, 103225.
- Mikova, K., 2001. The regulation of antioxidants in food. in *antioxidants in foods* (J. Pokorny, N. Yanisshlieva And M. Gordon, Eds.) Pp. 266–283, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK.
- Mildner-Szkudlarz, S., Zawirska-Wojtasiak, R., Obuchowski, W., Gośliński, M., 2009. Evaluation of antioxidant activity of green tea extract and its effect on the biscuits lipid fraction oxidative stability. *Journal of food science*, 74(8), S362-S370.
- Miranda, M. Z. D., El-Dash, A., 2002. Whole flour of germinated wheat: 3. Nutritional characteristics and storage stability. *Food Science and Technology*, 22, 216-223.
- Mladenova, R. B., Aleksieva, K., Taneva, S., Sabotinov, O., Teneva, D., 2023. EPR characterization of the gamma irradiation effect on antiradical activity and free radicals generation of dried rosehip (*Rosa canina* L.) seeds. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-9.
- Mojzer, E.B., Hrcic, M.K., Skerget, M., Knez, Z., Bren, U., 2016. Polyphenols: extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic. *Molecules*, 21, 901-939.
- Naveena, B.M., Sen, A.R., Kingsly, R.P., Singh, D.B., Kondalah, N., 2008. Antioxidant activity of pomegranate rind powder extract in cooked chicken patties. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1807–1812.
- Nielsen, M. M. L., Hansen, Å., 2008. Stability of vitamin E in wheat flour and whole wheat flour during storage. *Cereal Chemistry*, 85(6), 716-720.
- Ning, J., Hou, G. G., Sun, J., Wan, X., Dubat, A., 2017. Effect of green tea powder on the quality attributes and antioxidant activity of whole-wheat flour pan bread. *LWT-Food Science and Technology*, 79, 342-348.
- Nizamlıoğlu, M.N., Nas, S., 2010. Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler yapıları ve önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (1), 20-35.
- Nkurikiye, E., Xiao, R., Tilley, M., Siliveru, K., Li, Y., 2023. Bread-making properties of different pulse flours in composites with refined wheat flour. *Journal of Texture Studies*, 54(2), 311-322.
- Okarter, N., Liu, R. H., 2010. Health benefits of whole grain phytochemicals. *Critical reviews in Food science and nutrition*, 50(3), 193-208.

- Okcu, Z., Kerse, S., Yavuz, Y., 2017. Kuşburnu meyvesinin değişik ürünlere işlenirken besinsel kalitesindeki değişim. Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitü Dergisi, 46(1), 89-96.
- Olszowy-Tomczyk, M., 2020. Synergistic, antagonistic and additive antioxidant effects in the binary mixtures. Phytochemistry Reviews, 19, 63-103.
- Öney, B. N., Ertaş, N., Türker, S., Aydın, M., Eyiz V., 2020. tam buğday unundan ekşi hamur yöntemiyle simit üretimi üzerine bir araştırma. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2(1), 1-11.
- Özdemir, E., 2012. Ekmeklik Buğday (*Triticum Aestivum L.*)’ Da Priming Uygulamalarının Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özdoğan, A., 2018. Ruşeym ile zenginleştirilmiş sakızın fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Özgen, A., Erkoç, N. T., Taştan, Ö. F., Pehlevan, F., 2021. Ultrasonik Destekli Ekstraksiyon (UAE) Yöntemi ile Hazırlanan Kuşburnu Meyvesi Kabuk ve Çekirdek Kısımlarının Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, (14), 201-212.
- Özkaya B., 2021. Ekmek Üretim Teknolojisi. Hububat Bilimi ve Teknolojisi, Ed: Hamit Köksel, Oğuz Acar, Buket Çetiner, Filiz Köksel, Sidas Medya, İzmir, 291-314.
- Panche, A. N., Diwan, A. D., Chandra, S. R., 2016. Flavonoids: an overview. Journal of Nutritional Science, 5, e47.
- Parenti, O., Albanese, L., Guerrini, L., Zanoni, B., Zabini, F., Meneguzzo, F., 2022. Whole wheat bread enriched with silver fir (*Abies alba* Mill.) needles extract: Technological and antioxidant properties. Journal of the Science of Food and Agriculture, 102(9), 3581-3589.
- Pavlovich-Abril, A., 2023. Perspective Chapter: Biaxial Extensional Viscosity in Wheat Doughs–Effect of the Use of Xylanases. In Advances in Rheology of Materials. IntechOpen.
- Pazo-Cepeda, M. V., Aspromonte, S. G., Alonso, E., 2021. Extraction of ferulic acid and feruloylated arabinoxyloligosaccharides from wheat bran using pressurized hot water. Food Bioscience, 44, 101374.
- Perumalla, A. V. S., Hettiarachchy, N. S., 2011. Green tea and grape seed extracts—Potential applications in food safety and quality. Food Research International, 44(4), 827-839.
- Polat, Y. 2007. Buğday ununa balkabağı tozu ilavesinin unun ekmeklik kalitesi üzerine etkisi. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Poudel, R., Rose, D. J., 2018. Changes in enzymatic activities and functionality of whole wheat flour due to steaming of wheat kernels. Food Chemistry, 263, 315-320.
- Pycia, K., Kaszuba, J., Posadzka, Z., Juszczak, L., 2023. Influence of the Addition of Vital Wheat Gluten on Thermal and Rheological Properties of Triticale Flour. Polymers, 15(8), 1870.
- Qu, C., Yang, Q., Ding, L., Wang, X., Liu, S., Wei, M., 2021. The effect of microwave stabilization on the properties of whole wheat flour and its further interpretation by molecular docking. BMC chemistry, 15(1), 1-9.

- Rahaman, M. M., Hossain, R., Herrera-Bravo, J., Islam, M. T., Atolani, O., Adeyemi, O. S., Sharifi-Rad, J., 2023. Natural antioxidants from some fruits, seeds, foods, natural products, and associated health benefits: An update. *Food Science & Nutrition*, 11(4), 1657-1670.
- Rahman, K. 2007. Studies on free radicals, antioxidants and co-factors. *Clinical Interventions in Aging*, 2, 219–236.
- Rahman, M. H., Sun, H. N., Zhang, M., Mu, T. H., Khan, N. M., 2023. Effect of sucrose, trehalose, maltose and xylose on rheology, water mobility and microstructure of gluten-free model dough based on high hydrostatic pressure treated starches. *International Journal of Biological Macromolecules*, 231, 123184.
- Ranjha, M. M. A. N., Shafique, B., Wang, L., Irfan, S., Safdar, M. N., Murtaza, M. A., Nadeem, H. R., 2021. A comprehensive review on phytochemistry, bioactivity and medicinal value of bioactive compounds of pomegranate (*Punica granatum*). *Advances in Traditional Medicine*, 1-21.
- Rashidinejad, A., Boostani, S., Babazadeh, A., Rehman, A., Rezaei, A., Akbari-Alavijeh, S., Jafari, S. M., 2021. Opportunities and challenges for the nanodelivery of green tea catechins in functional foods. *Food Research International*, 142, 110186.
- Rebellato, A. P., Klein, B., Wagner, R., Azevedo Lima Pallone, J., 2018. Fortification of whole wheat flour with different iron compounds: effect on quality parameters and stability. *Journal of Food Science and Technology*, 55, 3575-3583.
- Rehman, S. U., Anjum, S. A., Anjum, F. M., 2006. Storage stability of ferrous iron in whole wheat flour naan production. *Journal of Food Processing and Preservation*, 30(3), 323-334.
- Rose, D.J., Ogden, L.V., Dumn, M.L., Pike, O.A. 2008. Enhanced Lipid Stability in Whole Wheat Flour by Lipase Inactivation and Antioxidant Retention. *Cereal Chemistry*, 85(2):218–223.
- Rustagi S., 2020. Food Texture and Its Perception, Acceptance and Evaluation. *Biosci Biotech Res Asia* 2020;17(3):651-658.
- Santos, I.S., Ponte, B.M., Boonme, P., Silva, A.M., Souto, E.B., 2013. Nanoencapsulation of polyphenols for protective effect against colon-rectal cancer. *Biotechnology Advances*, 31, 514–523.
- Santos-Sánchez, N. F., Salas-Coronado, R., Villanueva-Cañongo, C., Hernández-Carlos, B., 2019. Antioxidant compounds and their antioxidant mechanism. *Antioxidants*, 10, 1-29.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L., 2005. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science Nutrition*, 45, 287–306.
- Senanayake, S. N., 2013. Green tea extract: Chemistry, antioxidant properties and food applications—A review. *Journal of functional foods*, 5(4), 1529-1541.
- Shewry, P. R., 2009. Wheat. *Journal of experimental botany*, 60(6), 1537-1553.
- Sievert, D., Pomeranz, Y., and Abdelrahman, A., 1990. Functional Properties of Soy Polysaccharides and Wheat Bran in Soft Wheat Products. *Cereal Chemistry*, 67(1): 10-13.
- Silva, A., Silva, V., Igrejas, G., Aires, A., Falco, V., Valentão, P., Poeta, P., 2023. Phenolic compounds classification and their distribution in winemaking by-products. *European Food Research and Technology*, 249(2), 207-239.

- Singer, C. S., Sabato, S. F. Tadini, C. C. 2006. Breadmaking Properties of Flour Produced from Irradiated Wheat. 2006 CIGR Section VI International Symposium on Future of Food Engineering. Warsaw, Poland.
- Singh, B., Singh, J.P., Kaur, A. and Singh, N., 2018. Phenolic compounds as beneficial phytochemicals in pomegranate (*punica granatum l.*) peel: A review. Food chemistry, 261: 75-86.
- Singleton, V L, Rossi J A., 1965, Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic Phosphotungstic Acid Reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144-158. 8.
- Skrbic, B., Milovac, S., Dodig, D., Filipcev, B., 2009, Effects of hull-less barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties, Food Chemistry, 115 (3), 982-988.
- Slavin, J. L., 2000. Mechanisms for the impact of whole grain foods on cancer risk. Journal of the American College of Nutrition, 19(sup3), 300S-307S.
- Sreekumar, S., Sithul, H., Muraleedharan, P., Azeez, J. M., Sreeharshan, S., 2014. Pomegranate fruit as a rich source of biologically active compounds. BioMed research International, 2014.
- Srivastava, A. K., Sudha, M. L., Baskaran, V., Leelavathi, K. 2007. Studies on Heat Stabilized Wheat Germ and Its Influence on Rheological Characteristics of Dough. European Food Research and Technology, 224, 365-372.
- Sroka, Z., Cisowski, W., 2003. Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and antiradical activity of some phenolic acids. Food Chemistry and Toxicology, 41(6), 753-8.
- Stoia, M., Oancea, S., 2022. Low-molecular-weight synthetic antioxidants: classification, pharmacological profile, effectiveness and trends. Antioxidants, 11(4), 638.
- Sun, X., Pei, F., Fang, Y., 2022b. The effects of hydrocolloids on the thermomechanical, viscoelastic and microstructural properties of whole wheat flour dough. Food Chemistry, 370, 130976.
- Sun, X., Wu, S., Li, W., Koksel, F., Du, Y., Sun, L., Pei, F., 2022a. The effects of cooperative fermentation by yeast and lactic acid bacteria on the dough rheology, retention and stabilization of gas cells in a whole wheat flour dough system—A review. Food Hydrocolloids, 108212.
- Sun, Y., Ji, X., Yao, Y., Li, H. 2023. Effect of low temperature microwave treatment on lipid stability and antioxidant capacity of whole wheat flour. LWT, 182, 114854.
- Sun, Y., Ji, X., Yao, Y., Li, H., 2023. Effect of low temperature microwave treatment on lipid stability and antioxidant capacity of whole wheat flour. LWT, 182, 114854.
- Suna, G., Ayaz, A., 2019. Turunçgil Flavonoidlerinin Kardiyovasküler Sağlık Üzerine Etkileri. Beslenme ve Diyet Dergisi, 47(2), 99-107.
- Sungur, B., 2003 Tam Buğday Unu Ekmeklerinde Suda Çözünebilir Gamların Kullanım Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üni. Fen Bilimleri Ens. Ankara
- Sutar, S. A., Thirumdas, R., Chaudhari, B. B., Deshmukh, R. R., Annapure, U. S., 2021. Effect of cold plasma on insect infestation and keeping quality of stored wheat flour. Journal of Stored Products Research, 92, 101774.
- Şaban, H. A. N., Ertop, M. H., 2022. Kastamonu'da üretilen siyez buğdayının (*Triticum monococcum*) bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri. Akademik Gıda, 20(1), 63-70.

- Şahin, M., Akçura, M., Akçacık, A. G., Doğan, S., 2006. Makarnalık buğday ıslahında renk spektrofotometresi ile ölçülen parametrelerin değerlendirilmesi. Bitkisel Araştırma Dergisi, 2(1), 17-21.
- Tanno, K. I., Willcox, G., 2006. How fast was wild wheat domesticated? Science, 311(5769), 1886-1886.
- Tarladgis, B.G., Pearson, A.M. and Dugan, L., Jr., 1962. The Chemistry of the 2- Thiobarbituric acid test for the determination of oxidative rancidity in foods, I. some important side reactions. Journal of American Oil Chemistry Society, 39, 34-39.
- Topdemir, P., 2004. Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Un ve Ekmek Kalitelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üni. Fen Bilimleri Ens., Manisa.
- Turan, S., Solak, R., Kıralan, M., Ramadan, M. F., 2018. Bioactive lipids, antiradical activity and stability of rosehip seed oil under thermal and photo-induced oxidation. Grasas y Aceites.
- Turgut, D. Y., Seydim, A. C., 2013. Akdeniz Bölgesi’nde yetiştirilen bazı Nar (*Punica granatum L.*) çeşit ve genotiplerinin organik asit ve şeker kompozisyonu. Akademik Ziraat Dergisi, 2(1), 35-42.
- Ünalın, D., 2022. Yeşil çay Yaprağından Fenolik Maddelerin Box-Behnken Deneme Deseni Kullanılarak Ekstraksiyonu ve çay Polifenolleriyle Zenginleştirilmiş Kraker Üretiminin Araştırılması. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Ünaldı, Z., 2012. Farklı Stabilizasyon ve Depolama Sıcaklıklarının Buğday Ruşeym Yağı Oksidasyonuna Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ünlütürk, A., Turantaş, F., 2003, Gıda mikrobiyolojisi, Üçüncü baskı, Meta basım matbaacılık hizmetleri, 606 sayfa, İzmir.
- Vaher, M., Matso, K., Levandi, T., Helmja, K., Kaljurand, M., 2010. Phenolic compounds and the antioxidant activity of the bran, flour and whole grain of different wheat varieties. Procedia Chemistry, 2(1), 76-82.
- Valko, M., Rhodes, C. J. B., Moncol, J., Izakovic, M. M., Mazur, M., 2006. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. Chemico-biological interactions, 160(1), 1-40.
- Van Hung, P., Maeda, T., Morita, N., 2007. Dough and bread qualities of flours with whole waxy wheat flour substitution. Food research international, 40(2), 273-279.
- Velioğlu, S., 2000. Doğal Antioksidanların İnsan Sağlığına Etkileri. Gıda, 25(3).
- Verma, S., Singh, A., Mishra, A., 2013. Gallic Acid: molecular rival of cancer. Environmental Toxicology and Pharmacology, 35, 473–485.
- W. T., Yang, Z., Guo, X. N., Zhu, K. X., 2021. Effect of superheated steam treatment on the lipid stability of whole wheat flour. Food Chemistry, 363, 130333.
- Wei, C. Y., Zhu, D., Nyström, L., 2021. Improving wholegrain product quality by selecting lipid-stable wheat varieties. Food Chemistry, 345, 128683.
- Wildman, R.E.C., 2001. Nutraceuticals and Functional Foods. CRC Press LLC. 542.
- Yan, Z., Zhong, Y., Duan, Y., Chen, Q., Li, F. 2020. Antioxidant mechanism of tea polyphenols and its impact on health benefits. Animal Nutrition, 6(2), 115-123.

- Yavaş, R., 2011. Doğal ve Sentetik Antioksidan Bileşiklerin Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Yazar, G. 2023. Wheat flour quality assessment by fundamental non-linear rheological methods: a critical review. *Foods*, 12(18), 3353.
- Yener, S., Köksel, H., 2013. Effects of washing and drying applications on deoxynivalenol and zearalenone levels in wheat. *World Mycotoxin Journal*, 6(3), 335-341.
- Yıldırım, A., Mavi, A., Oktay, M., Kara, A. A., Algur, Ö. F., Bilaloğlu, V., 2000. Comparison of antioxidant and antimicrobial activities of *Tilia* (*Tilia argentea* Desf ex DC), sage (*Salvia triloba* L.), and Black tea (*Camellia sinensis*) extracts. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 48(10), 5030-5034.
- Yılmaz M.S, Yıldırım.A., 2020. Firik üretim teknikleri ve fonksiyonel özellikleri. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 5(2): 109-121.
- Zeb, A., 2020. Concept, mechanism, and applications of phenolic antioxidants in foods. *Journal of Food Biochemistry*, 44(9), e13394.
- Zeng, F. S., Yao, Y. F., Wang, L. F., Li, W. J. 2023. Polysaccharides as antioxidants and prooxidants in managing the double-edged sword of reactive oxygen species. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 159, 114221.
- Zhang, D., 2023. Effect of proofing on the rheology and moisture distribution of corn starch-hydroxypropylmethylcellulose gluten-free dough. *Foods*, 12(4), 695.
- Zhang, D., Mu, T., Sun, H., 2017. Comparative study of the effect of starches from five different sources on the rheological properties of gluten-free model doughs. *Carbohydrate Polymers*, 176, 345-355.
- Zhang, D., Mu, T., Sun, H., 2018. Effects of starch from five different botanical sources on the rheological and structural properties of starch–gluten model doughs. *Food research international*, 103, 156-162.
- Zhou, S., Cai, H., He, X., Tang, Z., Lu, S., 2024. Enzyme-mimetic antioxidant nanomaterials for ROS scavenging: Design, classification, and biological applications. *Coordination Chemistry Reviews*, 500, 215536.
- Žilić, S., Kocadağlı, T., Vančetović, J., Gökmen, V., 2016. Effects of baking conditions and dough formulations on phenolic compound stability, antioxidant capacity and color of cookies made from anthocyanin-rich corn flour. *LWT-Food Science and technology*, 65, 597-603.
- Zor, M., Şengül, M., Topdaş, E. F., Yılmaz, B., 2023. Physicochemical properties, antioxidant activities, and chemical compositions of extracts obtained from *Rosa pimpinellifolia* L. flesh and seeds using different methods and solvents. *Erwerbs-Obstbau*, 65(3), 579-595.
- Zou, Y., Gao, Y., He, H., Yang, T., 2018. -Effect of roasting on physico-chemical properties, antioxidant capacity, and oxidative stability of wheat germ oil. *LWT-Food Science and Technology*, 90: 246-253.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Yeşim BEDİR
Doğum Yeri	
Eğitim Durumu	
Lisans	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2010-2014)
Yüksek Lisans	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2014-2017)
Doktora	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2017-2023)
Yabancı Dil	İngilizce
İş Deneyimi	
Çalıştığı Kurumlar	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Pilot Süt Fabrikası (2015-2017)
	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi (2017-....)
İletişim	
E posta	