

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SOUS VİDE PIŞIRME YÖNTEMİNİN KABAK VE YEŞİL FASULYENİN
ANTIOKSİDAN KAPASİTESİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS

Sena Nur YILMAZ

ŞUBAT-2022
GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SOUS VIDE PİŞİRME YÖNTEMİNİN KABAK VE YEŞİL FASULYENİN
ANTİOKSİDAN KAPASİTESİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF EFFECT OF SOUS VIDE ON ANTIOXIDANT
CAPACITY OF ZUCCHINI AND GREEN BEAN**

YÜKSEK LİSANS

Sena Nur YILMAZ

**ŞUBAT-2022
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SOUS VİDE PİŞİRME YÖNTEMİNİN KABAK VE YEŞİL FASULYENİN
ANTİOKSİDAN KAPASİTESİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF EFFECT OF SOUS VIDE ON ANTIOXIDANT
CAPACITY OF ZUCCHINI AND GREEN BEAN**

YÜKSEK LİSANS

Sena Nur YILMAZ

Danışman: Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU

ŞUBAT-2022

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Sous Vide Pişirme Yönteminin Kabak ve Yeşil Fasulyenin Antioksidan Kapasitesine Etkisinin Belirlenmesi**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

17/02/2022

.....
Sena Nur YILMAZ

TEŞEKKÜR

Çalışmalarında her zaman yanımda olan, her türlü desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU'na tezime ve gelecekteki hayatıma sunduğu katkılarından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yine çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan Doç. Dr. Cemalettin BALTACI, Arş. Gör. Arda AKDOĞAN hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bu yolda yürümem için beni cesaretlendiren ve bir an olsun bana inanmaktan vazgeçmeyen annem Melek YILMAZ'a, maddi manevi hiçbir desteğini benden esirgemeyen babam İsmail YILMAZ'a, Kardeşim Metehan YILMAZ'a ve tüm tez çalışmamda bana yardımcı olan Gizem COŞKUN'a ve Özmen KONAK'a sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışma GÜBAP 2907: Lisansüstü Öğrenci Destek Programı tarafından desteklenmiştir (Proje No: 20E3107.07.01).

Sena Nur YILMAZ
GÜMÜŞHANE- 2022

ÖZET

Bu çalışmanın birinci bölümünde haşlama, buharda pişirme ve Sous vide yöntemleri olmak üzere üç farklı pişirme yönteminin kabak ve yeşil fasulyenin renk özellikleri, toplam fenolik madde, toplam karotenoid ve C vitamini içeriği, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal temizleme aktivitesi ve demir (III) iyonu indirgeme antioksidan gücü (FRAP) üzerine etkisi belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde sebzelere Sous vide yöntemi uygulanmış ve 10 gün süreyle buzdolabında muhafaza edilen örneklerde belirli aralıklarla renk, toplam fenolik madde, karoten, C vitamini ve antioksidan aktivite tayinleri yapılarak depolama sürecince değişimler incelenmiştir.

Pişirme yöntemlerinin sebzelerin parlaklık değerinde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Pişirme yöntemlerinin toplam fenolik madde, toplam karotenoid ve C vitamini içeriği ve antioksidan aktivite üzerine etkilerinin pişirme yöntemi ve sebzeye göre farklılık gösterdiği saptanmıştır. Haşlama işlemi uygulanmış kabak örneklerinin toplam karotenoid miktarı ve antioksidan kapasitesi diğer örneklerle göre daha yüksek bulunurken fasulye örneklerinde ise buharda pişirme yöntemi uygulanmış örneklerin daha yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur. Sous vide yöntemi uygulanmış sebzelerin toplam fenolik madde miktarında kaybın diğer yöntemlere kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sous vide işlemi uygulanmış sebzelerin C vitamini miktarının diğer örneklerle göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Buzdolabında muhafaza edilen sebze örneklerinin parlaklık değerinde artış gözlemlendiği belirlenmiştir. Buzdolabında 10 günlük depolama sonunda kabak örneklerinde DPPH radikal temizleme aktivitesinde istatistiksel olarak önemli olmayan derecede artış gözlenirken toplam karotenoid ve toplam fenolik madde miktarı ve FRAP değerinde istatistiksel olarak önemli olmayan derecede azalma gözlenmiştir ($p > 0.05$). Fasulye örneklerinin C vitamini ve toplam karotenoid miktarı ve antioksidan kapasitesinde ise istatistiksel olarak önemli derecede azalma meydana geldiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Kabak, Sous vide, Yeşil fasulye

SUMMARY

In the first section, the effects of three cooking methods as boiling, steaming and Sous vide (SV) on the colour properties, total phenolics, total carotenoids, and vitamin C contents, DPPH radical scavenging activity and FRAP of the zucchuni and green bean samples were determined. In the second section, the SV technique was applied and the samples stored in the refrigerator for 10 days were analysed at certain intervals in terms of the studied parameters to investigate the variations during the storage.

The cooking methods was determined to lead a reduction in the lightness of the vegetables. The effects of cooking methods on the studied parameters were found to differ according to the cooking methods and vegetables. The total carotenoids content and antioxidant capacity of the boiled zucchini samples were found to be higher than other samples whereas the steamed bean samples were found to have higher values than other samples. The loss in total phenolic compounds was lower in the SV technique than other cooking techniques. The samples applied SV technique were found to have higher amounts of vitamin C than other samples.

The lightness of the vegetables stored at the refrigerator was determined to increase. After 10 days of storage, non-significant increase in the DPPH values of the zucchini samples was observed, whereas non-significant reduction in the total carotenoids, total phenolic compounds, and FRAP values were observed. A significant reduction in the contents of vitamin C and total carotenoids and antioxidant capacity of the bean samples were determined.

Keywords: Antioxidant, Zucchini, Sous vide, Green beans

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	IV
TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
EKLER DİZİNİ	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIV
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1. Kabak	3
2.1.1. Kabak Besinsel Değeri	4
2.2. Yeşil Fasulye	4
2.2.1. Yeşil Fasulye Besinsel Değeri	5
2.3. Pişirme Yöntemleri	6
2.3.1. Haşlama Yöntemi.....	7
2.3.2. Buharda Pişirme Yöntemi	8
2.3.3. Sous Vide Yöntemi	8
2.4. Pişirme Yöntemleri ve Besin Kalitesi	10
3. MATERYAL	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Sebzeler	13
3.1.2. Kimyasallar	13
3.1.3. Sebzelerin Pişirme İşlemi İçin Hazırlanması.....	13
3.1.4. Pişirme Yöntemleri	13
3.1.5. Pişirme Yöntemlerinin Koşullarının Belirlenmesi İçin Ön Denemeler	13
3.1.5.1. Kabak Örnekleri.....	14
3.1.5.2. Fasulye Örnekleri	16
3.2. Yöntem	18
3.2.1. Pişirme İşlemi Sonrası Yapılan Analizler	18

3.2.1.1. Askorbik Asit Tayini	18
3.2.1.2. Karoten Tayini	18
3.2.1.3. Fenolik Madde Ekstraksiyonu	19
3.2.1.4. Toplam Fenolik Madde Analizi	19
3.2.1.5. DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi.....	19
3.2.1.6. FRAP Demir (III) İyonu İndirgeme Antioksidan Gücü	19
3.2.1.7. Kuru Madde Tayini	20
3.2.1.8. Renk Tayini.....	20
3.2.2. Depolama İşlemi Sonrası Yapılan Analizler	20
3.2.3. İstatistiksel Analiz	20
4. BULGULAR	21
4.1. Pişirme Yöntemleri Analiz Sonuçları	21
4.1.1. Kuru Madde Analiz Sonuçları	21
4.1.2. Renk Analiz Sonuçları.....	21
4.1.3. C Vitamini Analiz Sonuçları.....	23
4.1.4. Karoten Analiz Sonuçları	23
4.1.5. Toplam Fenolik Madde Sonuçları.....	24
4.1.6. DPPH Analiz Sonuçları.....	24
4.1.7. FRAP Analiz Sonuçları	25
4.2. Depolama Çalışması Sonuçları.....	26
4.2.2. Renk Analiz Sonuçları.....	27
4.2.3. C Vitamini Analiz Sonuçları.....	31
4.2.4. Karoten Analiz Sonuçları	33
4.2.5. Toplam Fenolik Madde Sonuçları.....	34
4.2.6. DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Analiz Sonuçları.....	36
4.2.7. FRAP Analiz Sonuçları	37
5. TARTIŞMA.....	40
5.1. Pişirme Yöntemlerinin Fizikokimyasal Özelliklere Etkisinin Değerlendirilmesi ...	40
5.2. Pişirme İşlemlerinin Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Kapasite Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi.....	41
5.3. Pişirme Yöntemlerinin C Vitamini Üzerine Etkisinin İncelenmesi.....	43
5.4. Pişirme Yöntemlerinin Toplam Karotenoid Miktarı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi.....	44
5.5. Depolama Sürecince Fizikokimyasal Özelliklerdeki Değişimin Değerlendirilmesi.....	44

5.6. Depolamanın Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Kapasite Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi	45
5.7. Depolamanın C Vitamini Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi	45
5.8. Depolamanın Karotenoid Miktarı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi	46
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	47
KAYNAKÇA	49
EKLER.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	59



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Kabak besinsel bileşimi ve enerji değeri (URL-3).....	4
Tablo 2. Fasulyenin besinsel bileşimi ve enerji değeri (URL-5).....	6
Tablo 3. Pişirme yöntemleri (Beyhan, 2018:278).....	7
Tablo 4. Pişirme yöntemleri ve besin kalitesi.....	11
Tablo 5. Kabak: Haşlama yöntemi ön deneme sonuçları.....	14
Tablo 6. Kabak: Buharda pişirme yöntemi ön deneme sonuçları.....	14
Tablo 7. Kabak: Sous vide yöntemi ön deneme sonuçları.....	15
Tablo 8. Fasulye: Haşlama yöntemi ön deneme sonuçları.....	16
Tablo 9. Fasulye: Buharda pişirme yöntemi ön deneme sonuçları.....	16
Tablo 10. Fasulye: Sous vide yöntemi ön deneme sonuçları.....	17
Tablo 11. HPLC-UV koşulları.....	18
Tablo 12. Kuru madde analiz sonuçları (%).....	21
Tablo 13. Renk analiz sonuçları.....	21
Tablo 14. C vitamini analiz sonuçları (mg/100 g).....	23
Tablo 15. Karoten analiz sonuçları (µg/g km).....	24
Tablo 16. Toplam Fenolik Madde Analiz Sonuçları (mg/100g km).....	24
Tablo 17. DPPH analiz sonuçları (µmol/100g km).....	25
Tablo 18. FRAP analiz sonuçları (µmol/100g km).....	25
Tablo 19. Kuru madde depolama analiz sonuçları (%).....	26
Tablo 20. Renk analiz depolama sonuçları.....	28
Tablo 21. C vitamini depolama analiz sonuçları (mg/100 g).....	32
Tablo 22. Karoten depolama analiz sonuçları (µg/g km).....	33
Tablo 23. Toplam Fenolik madde depolama analiz sonuçları (mg/100g km).....	35
Tablo 24. DPPH depolama analiz sonuçları (µmol/100g km).....	36
Tablo 25. FRAP depolama analiz sonuçları (µmol /100 g km).....	38

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Sakız kabağı (URL-1).....	3
Şekil 2. Girit kabağı (URL-2).....	3
Şekil 3. Yer fasulyeler (Mızrak, 2020).....	5
Şekil 4. Sırık fasulyeler (Mızrak, 2020).....	5
Şekil 5. Yarı sırık fasulyeler (URL-4).....	5
Şekil 6. Sous vide akış şeması (Ceylan vd., 2017'den uyarlanmıştır).	9
Şekil 7. Vakum paketlenme (Dağlıoğlu, 2019)	9
Şekil 8. Sous vide pişirici (Dağlıoğlu, 2019).....	9
Şekil 9. Haşlama yöntemi uygulanmış kabak.....	14
Şekil 10. Buharda pişirme yöntemi uygulanmış kabak.....	15
Şekil 11. Sous vide yöntemi uygulanmış kabak	15
Şekil 12. Haşlama yöntemi uygulanmış yeşil fasulye.....	16
Şekil 13. Buharda pişirme yöntemi uygulanmış yeşil fasulye	17
Şekil 14. Sous vide yöntemi uygulanmış yeşil fasulye	17
Şekil 15. Kabak kuru madde yüzde değişim grafiği	27
Şekil 16. Fasulye kuru madde yüzde değişim grafiği	27
Şekil 17. Kabak L* değeri yüzde değişim grafiği	29
Şekil 18. Kabak a* değeri yüzde değişim grafiği	29
Şekil 19. Kabak b* değeri yüzde değişim grafiği.....	30
Şekil 20. Fasulye L* değeri yüzde değişim grafiği.....	30
Şekil 21. Fasulye a* değeri yüzde değişim grafiği	31
Şekil 22. Fasulye b* değeri yüzde değişim grafiği	31
Şekil 23. Kabak c vitamini miktarı yüzde değişim grafiği.....	32
Şekil 24. Fasulye c vitamini yüzde değişim grafiği.....	33
Şekil 25. Kabak toplam karotenoid miktarı yüzde değişim grafiği	34
Şekil 26. Fasulye toplam karotenoid miktarı yüzde değişim grafiği	34
Şekil 27. Kabak toplam fenolik madde miktarı yüzde değişim grafiği	35
Şekil 28. Fasulye toplam fenolik madde miktarı yüzde değişim grafiği.....	36
Şekil 29. Kabak DPPH radikal temizleme aktivitesi yüzde değişim grafiği.....	37
Şekil 30. Fasulye DPPH radikal temizleme aktivitesi yüzde değişim grafiği.....	37
Şekil 31. Kabak FRAP yüzde değişim grafiği.....	38
Şekil 32. Fasulye FRAP yüzde değişim grafiği.....	39

EKLER DİZİNİ

Ek 1.	DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Analizi Kalibrasyon Grafiği.....	55
Ek 2.	FRAP Demir (III) İyonu İndirgeme Antioksidan Kapasitesi Analizi Kalibrasyon Grafiği.....	56
Ek 3.	Toplam Fenolik Madde Analizi Kalibrasyon Grafiği	57
Ek 4.	C Vitamini Analizi Kalibrasyon Grafiği	58



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
°C	: Derece santigrat
µg	: Mikrogram
µM	: Mikromolar
cm	: Santimetre
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FRAP	: Demir (III) İyonu İndirgeme Antioksidan Gücü
g	: Gram
Kg	: Kilogram
kcal	: Kilokalori
km	: Kuru madde
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mM	: Milimolar
Rpm	: Devir sayısı
SV	: Sous vide
TDK	: Türk Dil Kurumu
TFM	: Toplam Fenolik Madde
TPTZ	: 2,3,5- Trifeniltetrazolyum klorür

1. GİRİŞ

Türk Dil Kurumu (TDK) tanımına göre pişirmek; “bir besin maddesini gerektiği kadar ısıda tutarak yenebilecek veya içilebilecek bir duruma getirmektir” (TDK, 2021). Geleneksel pişirme yöntemlerinden biri olan haşlama yöntemi, gıdaların kaynayan suyun içerisine konularak gıdanın kaynayan suyla teması sonucu ısının gıdaya geçişiyle gerçekleşen pişirme tekniğidir. Buharda pişirme ise su buharı kullanılarak gıda yüzeyinin kaynama noktasına hızla getirilerek ısının yüzeyde tutulmasını sağlayan bir pişirme tekniğidir (Özer ve Tepe, 2019).

Sous vide, Fransızca ‘da "vakum altında" anlamına gelir ve Sous vide pişirme yönteminde, gıdalar ısıya dayanıklı vakumlu poşetler içinde sıcaklık ve sürenin kontrol edildiği koşullarda pişirilir (Baldwin, 2012). Sous vide yöntemi, çeşitli sebze türlerinin pişirilmesinde uygulanabilir. Geleneksel pişirme yöntemlerine göre Sous vide yöntemiyle pişirilen sebzeler, besin değerlerini daha iyi korur (Stankov vd., 2020). Sous vide yöntemi, geleneksel pişirme yöntemlerinden iki temel noktada farklılık gösterir. Çiğ gıda, ısıya dayanıklı, plastik poşetlere konur ve vakum altında paketlenir ve sıcaklık kontrolü olan ekipmanlarda pişirilir (Baldwin, 2012). Sous vide yöntemi, düşük sıcaklıklarda patojen mikroorganizmaların güvenli bir seviyeye indirilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda geleneksel pişirme yöntemlerine nazaran, ürünün arzu edilen doku ve kıvamda üretebilmesini sağlar (Özer ve Tepe, 2019).

Mevsim sebzelerinden biri olan yaz kabağı, düşük kalorisi ve yüksek besin içeriği nedeniyle sağlıklı beslenmenin bir parçasıdır. Bu sebzede bulunan karotenoidler, fenolik maddeler ve askorbik asit gibi bileşiklerin, antioksidan, antikanserojenik, antiviral ve antimikrobiyal özelliklerinden dolayı faydalı oldukları düşünülmektedir (Blanco vd., 2014). Yeşil fasulye lif, vitamin ve çok sayıda mineral bakımından zengindir. Bu nedenle yeşil fasulye, sağlıklı bir diyet için iyi bir seçenektir. Yeşil fasulye karotenoidler ve fenolik maddeler gibi fitokimyasallar içerir (Chaurasia, 2020).

Çoğu sebze genellikle tüketilmeden önce pişirilir. Pişirme işleminin, sebzelerdeki biyoaktif bileşiklerin miktarını ve biyoyararlanımını etkileyen önemli değişikliklere neden olduğu bilinmektedir. Pişirme işlemi koşullarına ve sebze türlerinin morfolojik özelliklerine bağlı olarak pişirme yöntemlerinin antioksidan kapasite üzerine olumlu veya olumsuz etkisinin gözlemlendiği rapor edilmiştir (Miglio vd., 2008).

Bu çalışmanın amacı Türk mutfağında yaygın bir kullanım alanı bulan kabak ve yeşil fasulyenin antioksidan kapasitesi zerine Sous vide pişirme yönteminin etkilerinin incelenmesidir. Çalışmanın birinci bölümünde Sous vide yönteminin antioksidan kapasite üzerine etkisi geleneksel pişirme yöntemlerinden haşlama ve buharda pişirme yöntemleri ile kıyaslanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde Sous vide yöntemi uygulanmış örnekler 10 gün süreyle buzdolabında muhafaza edilerek depolama süresince antioksidan kapasitede değişim incelenmiştir. Literatürde geleneksel pişirme yöntemlerinin sebzelerinin antioksidan kapasitesine etkisini araştıran çok sayıda çalışma bulunmaktadır ancak Sous vide pişirme tekniğinin antioksidan kapasite üzerine etkilerini ve depolama süresince antioksidan kapasitedeki değişimleri inceleyen özellikle yeşil fasulye ve kabak için sınırlı sayıda çalışmaya ulaşılmaktadır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Kabak

Kabak Cucurbitaceae (kabakgiller) familyası içerisinde yer alan sebzelerden birisidir. Ekolojik şartların uygunluğu sebebiyle tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de kabak yetiştiriciliği yapılmaktadır (Menemencioğlu vd., 2013).

2017 yılı verilerine göre kabak üretim miktarı Çin’de 8 milyon ton ve Hindistan’da 5.1 milyon ton olarak bildirilmiştir (Kurtar vd., 2020). Ülkemizde ise üretim alanı ve miktarında 2004 yılından itibaren hızlı bir artış gözlenerek 2017 yılında yaklaşık 65.000 hektar üretim alanı ve 41.326 ton kabak üretimine ulaşıldığı rapor edilmiştir (Yeşil, 2019).

Ülkemizde yazlık, kışlık ve süs kabağı yetiştiriciliği yapılmaktadır (Yanmaz ve Düzeltir, 2003). Kabakların meyve özellikleri ve meyve rengi kabak çeşidine göre değişmektedir. Ülkemizde yazlık kabaklardan açık yeşil renkli Sakız kabağı ve koyu yeşil renkli Girit kabağı yetiştiriciliği yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Kabak tüketim alışkanlıkları bölgelere göre değişiklik göstermektedir (Kaygısız vd., 2006).

Sakız kabağı ve girit kabağının görselleri sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Sakız kabağı (URL-1).



Şekil 2. Girit kabağı (URL-2).

Yazlık kabaklar çoğunlukla taze tüketilmektedir. Kabaklar konserve ve hazır yemek sanayinde de kullanılmaktadır. Kabak çekirdekleri kuruyemiş olarak tüketilmektedir (Yanmaz ve Düzeltir, 2003).

2.1.1. Kabak Besinsel Değeri

Kabak zengin besin öğesi içeriği ve bol lifli yapısı ile insan sağlığında önemli yere sahiptir. Kuru madde de en fazla miktarda bulunan makro besin öğesi karbonhidrattır. Kabak potasyum, kalsiyum, magnezyum ve fosfor minerallerini içerir (TURKOMP, 2021).

Kabak antioksidan özellik gösteren A ve C vitamini içermektedir. Kabak antioksidan özellik gösteren karotenoidler açısından zengin bir besindir. Lutein, zeaksantin ve beta karoten içerir. Antioksidan özellik gösteren bu bileşiklerin koroner kalp rahatsızlıkları ve kansere karşı koruyucu olduğu düşünölmektedir (Zhou vd., 2017)

Kabağın 100 gramında bulunan besin öğeleri ve miktarları Tablo 1'de verilmiştir (URL-3).

Tablo 1. Kabak besinsel bileşimi ve enerji değeri (URL-3).

Bileşen	Miktar (100 g'da)
Su	94.38 g
Karbonhidrat	2.48 g
Lif (toplam)	1.63 g
Protein	0.68 g
Yağ (toplam)	0.24 g
Köl	0.59 g
Tuz	3 g
Beta-karoten	125 µg
C vitamini	14.9 mg
Demir	0.44 mg
Fosfor	43 mg
Kalsiyum	20 mg
Magnezyum	20 mg
Potasyum	245 mg
Sodyum	1 mg
Enerji	18 kkal

Kabak sindiriminin kolay olması nedeniyle mide rahatsızlığı olan bireylere önerilen besinlerden birisidir. Kabak çekirdeğinde bulunan piperazin bağırsak parazitlerine karşı etkili olup piperazin türevleri parazit ilaçlarında etken madde olarak kullanılmaktadır (Menemencioğlu vd., 2013).

2.2. Yeşil Fasulye

Ölkemizin her kısmında kolaylıkla yetiştirilebilen yeşil fasulye yaş sebze ihtiyacını karşılamada önemli bir yere sahiptir. Ölkemizde ve dünyada yeşil fasulye yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmaktadır (Madakbaş vd., 2004).

Dünyada taze fasulye üretimi 2019 verilerine göre 26.981.784 ton olarak ve ülkemizde ise 2020 verilerine göre 547.349 ton olarak rapor edilmiştir (Önder, 2021). Dünyada taze fasulye üretiminin de 1. sırada Çin yer almaktadır. (Aşkan vd., 2018). Ülkemizde Orta Karadeniz Bölgesi taze fasulye üreticiliğinin en yaygın olduğu bölgedir ve en yaygın ekim Samsun ilinde yapılmaktadır (Ulukapı ve Onus, 2012).

Ülkemizde ekimi yapılan fasulyeler *Phaseolus vulgaris* türü içinde yer almakta ve büyüme tarzlarına göre yer, sırık ve yarı sırık olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. (Mızrak, 2020). Yer tipi fasulye görseli Şekil 3’de, sırık tipi fasulye görseli Şekil 4’de ve yarı sırık fasulyelerin görseli Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 3. Yer fasulyeler
(Mızrak, 2020).



Şekil 4. Sırık fasulyeler
(Mızrak, 2020).



Şekil 5. Yarı sırık fasulyeler
(URL-4).

2.2.1. Yeşil Fasulye Besinsel Değeri

Fasulye insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Taze tohumlu baklaları taze olarak tüketilebildiği gibi konserveye işlenerek, dondurularak veya kurutularak da tüketilebilir. Fasulyenin olgunlaşmamış tohumları ise kuru bakliyat olarak değerlendirilmektedir (Mızrak, 2020).

Taze fasulyede kuru madde en fazla miktarda bulunan makro besin ögesi karbonhidrattır. Fasulye hem çözünmeyen hem de çözünen lif bakımından zengindir ve yağ oranı düşüktür. Demir, kalsiyum ve fosfor gibi mineralleri içermektedir. Yeşil fasulyenin, bağışıklık sistemini güçlendiren C vitamini içeriği yüksektir. Fasulye, yaşlanmanın etkilerini azaltmaya yardımcı olan A vitamini içerir. Lutein içeriği yüksek bir besindir. Yüksek miktarda lutein içeren besinlerin tüketiminin çeşitli kanser türlerine karşı koruyucu olduğu düşünülmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda, yeşil fasulyenin iyi bir antioksidan kapasiteye sahip olduğu vurgulanmıştır. Yeşil fasulye fenolik maddeler bakımından zengindir. Fenolik maddeler antioksidan aktivite gösterdiği kanıtlanan bileşiklerdir (Chaurasia, 2020). Tablo 2’de fasulye bitkisinin yenilebilir 100 g için besin ögeleri ve miktarları yer almaktadır.

Tablo 2. Fasulyenin besinsel bileşimi ve enerji değeri (URL-5).

Bileşen	Miktar (100 g'da)
Su	87.58 g
Karbonhidrat	6.99 g
Lif (toplam)	2.08 g
Protein	2.20 g
Yağ (toplam)	0.37 g
Kül	0.77 g
Tuz	4 mg
Beta-karoten	308 µg
C vitamini	16 mg
Demir	1.09 mg
Fosfor	62 mg
Kalsiyum	20 mg
Magnezyum	34 mg
Potasyum	316 mg
Sodyum	1 mg
Enerji	44 kkal

2.3. Pişirme Yöntemleri

TDK göre pişirmek “bir besin maddesini gerektiği kadar ısıda tutarak yenebilecek veya içilebilecek bir duruma getirmek” olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2021).

Gıdaların pişirilmesindeki amaç tat ve lezzeti arttırmak, değişen yapısına olumlu yönde katkı sağlamak ve zararlı mikroorganizmaları yok etmektir (Mutlu ve Sandıkcı, 2018). Pişirme, besinlerin sindirilebilir düzeyinin ve besin öğelerinin biyoyararlılığını artırmasının yanında besinlerin tüketilebilir hale gelmesi için çok önemlidir (Güler ve Bilici, 2017). Pişirme sırasında gıdaya uygulanan hatalı yöntemlerin vitaminlerde kayba ve gıdanın tadının, dokusunun, renginin tüketici tarafından istenmeyen bir biçimde değişmesine neden olabildiği bilinmektedir. Bundan dolayı elzem olan besin öğeleri az miktarda alınır ve insanların beslenmesi yeterli ve dengeli olmaz (Koçak, 2012).

Pişirme yöntemleri; kuru ısıda pişirme ve nemli ısıda pişirme olmak üzere 2 grup altında incelenebilir. Temel pişirme yöntemleri Tablo 3'te verilmiştir (Beyhan, 2018)

Pişirme işlemi sırasında biyoaktif bileşenlerin parçalanması sebebiyle gıda kalitesinde azalma olduğu ifade edilmektedir. Önceki yıllarda sebzeler üzerine yapılmış birçok çalışmada ısıl işlemin fenolik bileşenler üzerinde olumsuz etkileri olduğu ortaya konulmuştur. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalarda, ısıl işlemin fenolik bileşenlerin miktarının da artışa da neden olabileceğini göstermiştir. Gıdanın yapısı ve bileşimi ve ısıl işlemin koşullarına bağlı olarak fenolik bileşenlerin miktarında artış olabilmektedir (Meral, 2016).

Tablo 3. Pişirme yöntemleri (Beyhan, 2018:278).

	Yöntem
Kuru Isıda Pişirme	Fırında Pişirme
	Rosto Yapma
	Izgara Yapma
	Bol Yağda Kızartma
	Az Yağda Kızartma
	Sote Yapma
Nemli Isıda Pişirme	Haşlama
	Sıvıda Pişirme
	Hafif ateşte kaynatma
	Fırında Uzun Süre Pişirme
	Buharda Pişirme
	Kendi Suyunda Pişirme

2.3.1. Haşlama Yöntemi

Haşlama, kaynayan sıvı içerisinde gıdaların kaynayan sıvı ile teması sonucu ısının gıdaya transferiyle gerçekleşen nemli ısıda pişirme yöntemlerinden birisidir (Özer ve Tepe, 2019). Haşlama işlemine soğuk veya kaynar su ile başlanabilir. Haşlama suyunun kullanılacağı durumlarda soğuk su ile haşlama işlemine başlamak daha uygundur. Haşlama suyunun kullanılmayacağı durumlarda ise sıcak su ile haşlama işlemine başlamak daha uygundur. Böylelikle suyun kaynaması esnasında meydana gelebilecek protein kayıpları önlenabilir (Mutlu ve Sandıkcı, 2018). Haşlama işleminde haşlama süresinin azaltılması için ısıl işlem uygulanacak sebzenin yüzey alanının artırılması gerekmektedir. Ancak bu durum suya geçen besin ögesi miktarında artışa neden olabilir (Guida vd., 2013).

Haşlama işlemi ürünlerin duyuusal özelliklerinde istenmeyen değişimlere sebep olmakta, vitamin ve mineral gibi mikro besin öğelerinde, fenolik madde ve karotenoid gibi bileşenlerde kayıplara yol açmakta ve pişirme süresinin uzun olması enerji maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır (Bozkır, 2020). Pişirme işlemi sırasında gıdalarda suda çözünen vitaminlerde, fenolik bileşen miktarı ve antioksidan kapasitede meydana gelen kayıpların haşlama yönteminde diğer pişirme yöntemlerine göre daha fazla olduğu bildirilmiştir (Özer ve Tepe, 2019).

2.3.2. Buharda Pişirme Yöntemi

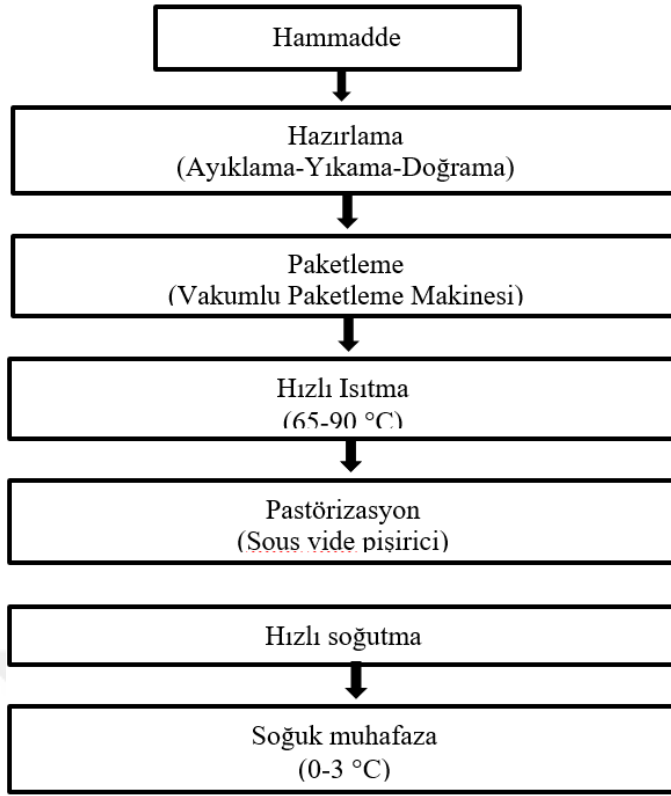
Buharda pişirme yöntemi besinlerin buharda pişirildiği bir nemli ısıda pişirme yöntemidir (Beyhan, 2018). Buharda pişirme yönteminde gıdaların su ile teması olmamakta gıdalar sıvının oluşturduğu buhar ile pişmektedirler (Mutlu ve Sandıkcı, 2018). Düşük basınçta pişirme soslar veya çorbalar gibi yüksek proteinli sıvı ürünlerin hızlı ve eşit şekilde ısınmasını sağlar. Bir ısıtma yüzeyi ile doğrudan temas olmadığından ürün yanmaz (Fellows, 2017). Sebzeleri pişirmek için yüksek basınçta pişirme önerilmektedir. Sebzelerin kısa sürede pişmesi sağlandığından besin ögesi kaybı daha az olur. Sebzelerin rengi daha iyi korunur. Pişme süresi kısa olduğundan enerji maliyeti düşüktür (Beyhan, 2018). Buharda pişirme yönteminin sağlık üzerine olumlu etkisi olan bileşenlerin kayıp miktarını en aza indirmek için etkili bir yöntem olduğu ifade edilmiştir (Özer ve Tepe, 2019).

2.3.3. Sous Vide Yöntemi

Sous vide (SV) (vakum altında pişirme) yöntemi, gıdaların vakum altında paketlenerek vakumlu paketler içerisinde kontrollü koşullarda düşük sıcaklık ve uzun sürelerde pişirilmesine dayanan bir tekniktir (Kozak ve Baltalı, 2020). Vakum altında ambalajlama SV tekniğinin aşamalarından birisidir. Bu nedenle SV tekniği vakum ambalajlamadan farklı olarak vakum altında pişirme tekniği olarak tanımlanmaktadır (Yılmaz ve Bilici, 2015). Vakum altında pişirme yöntemi geliştirilerek 1970'li yıllarda SV yöntemi meydana gelmiştir. Bu yöntemin 1974 yılında George Pralus adında Fransız bir aşçı tarafından geliştirildiği sanılmaktadır (Coşansu ve Kıymetli, 2016). Gıdanın kalitesinin ve depolama süresinin artırılması açısından sağladığı faydalar dikkat çekmeye başlayınca 2000'li yıllardan sonra hazır yemek sektöründe kullanımı önerilen pişirme tekniklerinden biri olmaya başlamıştır (Yılmaz ve Bilici, 2015).

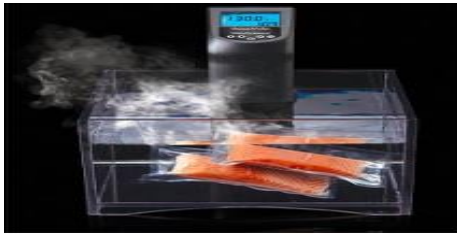
SV pişirme tekniği gıdaların ön hazırlık işlemlerinden geçirilmesi, porsiyonlanarak vakum paketlerde vakumlanması ve Sous vide pişiricide kontrollü koşullar altında pişirilmesi, pişirmenin ardından hızlı bir şekilde buz küvetlerinde veya soğutucularda 1-8°C'ye soğutulması ve muhafaza edilmesi aşamalarını içerir. Pişirilen her ürünün tipine göre pişirme sıcaklığı farklılık gösterir. Aynı zamanda bu teknikte uygulama aşamalarında değişiklikler olabilir. Bazı gıdalar vakum paketlenmeden önce haşlanırken bazılarının haşlama işlemi uygulanmaz (Coşansu ve Kıymetli, 2016; Yılmaz ve Bilici, 2015).

Sous vide yönteminin akış şeması Şekil 6' da gösterilmiştir. Sous vide vakum paketlenme cihazı ve Sous vide pişirici Şekil 7 ve 8'de verilmiştir.



Şekil 6. Sous vide akış şeması (Ceylan vd., 2017’den uyarlanmıştır).

Sous vide pişirme yönteminde vakum altında paketlenmiş gıdaya, ısı işlem uygulandıktan sonra soğutma işlemi yapılmaktadır. Isıl işlemin ardından gıdanın soğutulması işleminin SV yönteminin aşaması olmayacağı Sous vide pişirme ardından soğutma işleminin uygulandığı tekniğin, vakum altında pişir-soğut olarak tanımlanması gerektiği düşüncesi de vardır (Yılmaz ve Bilici, 2015).



Şekil 7. Vakum paketleme (Dağlıoğlu, 2019)



Şekil 8. Sous vide pişirici (Dağlıoğlu, 2019)

Sous vide yönteminin geleneksel pişirme yöntemlerinden ayıran iki temel farklılık vardır: 1) Çiğ gıda ısıya dayanıklı, vakumlu plastik bir poşet içerisinde pişirilir. 2) Pişirme işleminde kontrol edilebilen sıcaklıklar uygulanır. Sebzelerde Sous vide pişirme için genellikle sıcaklık 80°C ve süre geleneksel pişirme yöntemlerindeki sürenin 3 katı olacak şekilde uygulanmaktadır (Baldwin, 2012). Gıdalar vakumlu poşet içinde pişirildiğinden ısı gıdanın tüm yüzeyinde homojen olarak dağılır (Haskaraca ve Kolsarıcı, 2013). Sous

vide pişirme tekniğinin çeşitli faydaları vardır: 1) Isının sudan yiyeceğe verimli bir şekilde aktarılmasına izin verir 2) Muhafaza sırasında kontaminasyon riskini ortadan kaldırarak gıdanın raf ömrünü arttırır 3) Oksidasyonla kötü koku oluşumunu engeller 4) Pişirme sırasında uçucu maddelerin ve nemin buharlaşarak kaybolmasını önler 5) Aerobik bakteri gelişmesini sınırlandırır. Böylelikle lezzetli ve besleyici yiyecekler elde edilir (Baldwin, 2012). Geleneksel pişirme yöntemlerinde yüksek sıcaklık nedeni ile yapısı bozulan veya oksidasyonla kayba uğrayan besin öğelerinin kontrollü ısı işlem uygulanan SV tekniğinde daha az kayba uğradığı düşünülmektedir (Coşansu ve Kıymetli, 2016).

Sous vide pişirme tekniğinin avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da vardır. Vakumlu paketlenme için gerekli olan ambalaj makinesi ve vakum poşetleri işletmeler için ek maliyet getirmektedir. Düşük sıcaklıkta ve kısa süreli ısı işlem uygulanan koşullarda ve/veya SV uygulaması sonrası soğuk zincirin iyi bir şekilde takip edilmediği durumlarda patojen mikroorganizma gelişimi meydana gelebilmektedir. İmalat koşullarında hijyenik koşulların sağlanamaması nedeni ile kontaminasyon meydana gelmekte ve hedeflenen raf ömrü sağlanamamaktadır (Yıldız ve Yılmaz, 2020).

2.4. Pişirme Yöntemleri ve Besin Kalitesi

Taze veya işlem görmüş sebzeler günlük diyetin önemli bir parçasıdır. Sebzeler işlendikten sonra besin değerlerinin korunması istenir. Yıkama ve doğrama gibi hazırlık işlemleri ile pişirme sırasında sebzelerin besin değerlerinde azalmalar ortaya çıkabilir. Bu azalmaların sebeplerinin bilinmesi ve kayıpların azaltılması gıdaların besin değerinin korunması için çok önemlidir (Fabbri ve Crosby, 2015). Sebzelerin doku ve renk özellikleri de ısı işlemlerden büyük ölçüde etkilenir.

Pişirme yöntemlerinin besinlerin kimyasal özelliklerine etkisi sebze türüne bağlı olarak farklılık gösterebildiğinden, her bir sebze için uygun bir pişirme yönteminin seçilmesi önerilmektedir. Sebzelerin bileşiminde bulunan antioksidan özellik gösteren C vitamini, E vitamini, karotenoidler ve fenolik bileşikler vücudun oksidatif strese karşı savunma mekanizmasında önemli rol oynarlar. Oksidatif zarara karşı koruyucu özellik gösteren antioksidanların kanser, kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet gibi kronik hastalıkları önlemede önemli işlevleri bulunmaktadır (Podsdek, 2005).

Geleneksel pişirme yöntemlerinin antioksidan kapasite üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda çelişkili sonuçlar alınmıştır. Çalışmaların bazılarında pişirme işleminin pozitif ve bazı çalışmalarda ise negatif etkisi olduğu belirlenmiştir.

Haşlama sebzelerde sıklıkla kullanılan geleneksel yöntemlerden birisidir ve haşlama yönteminde; sebzelerin içerdikleri besin öğeleri pişirme işlemi yapılan suya geçmektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıkta hızlı pişirme sebzelerin hücresel yapısının zarar görmesine yol açmaktadır. Sous vide yönteminde ise sebzeler besin öğelerini ve kendilerine has aromatik bileşiklerini kaybetmeden pişmektedir (Stankov vd., 2020). Ayrıca Sous vide yöntemi uygulanmış sebzelerin antioksidan kapasitesinin geleneksel yöntemler uygulanmış sebzelere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Kosewski vd., 2017). Sous vide yöntemi çeşitli sebzelerin hazırlanması için oldukça uygun bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

Pişirme yöntemlerinin besin kalitesine etkisi üzerine yapılan çalışmaların özeti Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Pişirme yöntemleri ve besin kalitesi

Sebze	Piştirme Yöntemi	Kalite Parametresi	Sonuçlar	Kaynak
Bezelye	Buharda piştirme haşlama	Antioksidan aktivite	Buharda piştirme yönteminde antioksidan kapasitede kaybın haşlama yöntemine göre daha az olduğu belirlenmiştir.	Türkmen vd., 2005
Yeşil fasulye	Haşlama	Toplam fenolik madde	Haşlama yönteminde taze örneğe göre artış gözlemlendiği belirlenmiştir.	Türkmen vd., 2005
Brokoli	Haşlama	Karoten miktarı	Karoten miktarının taze örneğe göre artış gösterdiği belirlenmiştir	Bernhardt ve Schlich, 2006
Havuç	Buharda piştirme haşlama	C vitamini	Haşlama yönteminde, buharda piştirme yöntemine göre C vitamini miktarı daha yüksek bulunmuştur.	Miglio vd., 2008
Havuç	Buharda piştirme haşlama	Renk kalitesi	Buharda piştirme işleminde, haşlama yöntemine göre renk kalitesinin daha iyi korunduğu belirlenmiştir	Miglio vd., 2008
Kabak	Haşlama buharda piştirme	Toplam fenolik madde antioksidan kapasite	Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitede kaybın haşlama yönteminde daha yüksek olduğu saptanmıştır.	Kalkan ve Yücecan, 2013
Ispanak	Haşlama	C vitamini	C vitaminde belirgin kayıplar olduğu belirlenmiştir.	Bureau vd., 2015
Yeşil fasulye	Sous vide	C vitamini	SV yönteminde C vitamini miktarının taze örneğe göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir	Iborra vd., 2015

Tablo 4. (Devamı)

Sebze	Piştirme Yöntemi	Kalite Parametresi	Sonuçlar	Kaynak
Yeşil fasulye brokoli havuç	Sous vide haşlama	Kimyasal özellikler	SV yönteminde karotenoid ve fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitenin haşlama yöntemine göre daha iyi korunduğu belirlenmiştir.	Guillén vd., 2016
Beyaz lahana	Buharda piştirme haşlama	Renk özellikleri	Buharda piştirme yönteminde, haşlama yöntemine göre renk kalitesinin daha iyi korunduğu belirlenmiştir	Aktaş ve Bakkalbaşı , 2016
Beyaz lahana	Buharda piştirme haşlama	Kimyasal özellikler	Buharda piştirme yönteminde toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitenin daha yüksek olduğu bulunmuştur.	Aktaş ve Bakkalbaşı , 2016
Brokoli	Sous vide haşlama	Renk özellikleri	SV yönteminde haşlamaya göre rengin daha iyi korunduğu belirtilmiştir.	Guillén vd., 2016
Brokoli	Sous vide haşlama	Duyusal özellikler	SV yönteminde haşlama işlemine göre brokolinin sertliğinin daha az olduğu belirlenmiştir.	Guillén vd., 2016
Enginar	Sous vide haşlama	Kimyasal özellikler	SV yönteminde karotenoid, fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitenin haşlama yöntemine göre daha iyi korunduğu belirlenmiştir	Guillén vd., 2016
Brokoli	Sous vide haşlama	Antioksidan aktivite	SV yönteminde antioksidan kapasitenin haşlama yöntemine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.	Kosewski vd., 2017
Karalahana	Sous vide	Antioksidan kapasite toplam fenolik madde c vitamini	Toplam fenolik madde ve C vitamini miktarı ve antioksidan kapasitenin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir.	Lafarga vd., 2018
Karnabahar	Sous vide buhar piştirme	Renk kalitesi	Buharda piştirme işleminde, SV piştirmeye göre renk kalitesinin daha iyi korunduğu belirlenmiştir.	Lafarga vd., 2018

3. MATERİYAL

3.1. Materyal

3.1.1. Sebzeler

Fasulye ve kabak Trabzon’da yerel pazardan temin edilmiştir. Çalışmanın birinci bölümü 10.03.2021 tarihinde temin edilen kabak ve 07.03.2021 tarihinde temin edilen fasulye örnekleri ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümü 21.05.2021 tarihinde temin edilen kabak ve 23.05.2021 tarihinde temin edilen fasulye örnekleri ile yürütülmüştür. Sebzeler + 4 °C’de muhafaza edilmiş ve 24 saat içinde hazırlama işlemine başlanmıştır.

3.1.2. Kimyasallar

Çalışmada yapılan analizlerde metafosforik asit, aseton, metanol, etanol, gallik asit, asetik asit, hidroklorik asit, sülfirik asit, sodyum karbonat, Folin Chiocalteu reaktifi, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) ve 2,4,6-tripiridil-s-triazin (TPTZ) ve Troloks kullanılmıştır.

3.1.3. Sebzelerin Pişirme İşlemi İçin Hazırlanması

Sebzeler bol su ile yıkamanın ardından, ayıklama ve kurulama işlemlerine tabii tutulmuş ve homojen iriliğe sahip olması amaçlanarak kabaklar yaklaşık 1 cm kalınlığında ve yeşil fasulyeler ise 4-5 cm uzunluğunda doğranarak 100 gr olarak hassas terazide tartılmıştır. Pişirme işlemleri 3 tekrarlı uygulanmıştır.

3.1.4. Pişirme Yöntemleri

Çalışmada haşlama, buharda pişirme ve Sous vide yöntemleri uygulanmıştır.

3.1.5. Pişirme Yöntemlerinin Koşullarının Belirlenmesi İçin Ön Denemeler

Yapılan çalışmada; haşlama ve buharda pişirme yöntemlerinde pişirme süresinin belirlenmesi, Sous vide pişirme yönteminde ise sıcaklık ve sürenin belirlenmesi amacıyla ön denemeler gerçekleştirilmiştir.

3.1.5.1. Kabak Örnekleri

Haşlama yönteminde; 100 g ağırlığında, hassas terazide tartılan kabaklar, içerisinde 500 mL kaynamış su bulunan tencere içerisine alınmış ve pişirilmiştir. Haşlama işlemi sonrası sertlik düzeyi duyuşal olarak değerdendirilmiştir. Yapılan değerdendirme sonuçlarına göre kabakların 15 dakika haşlama sonucunda yenilebilir düzeyde olduğu saptanmıştır. Tablo 5’de ön deneme sonuçları verilmiştir. Şekil 9’da ise 15 dk haşlama yöntemi uygulandıktan sonra kabak numunesinin görünümü verilmiştir.

Tablo 5. Kabak: Haşlama yöntemi ön deneme sonuçları

Süre	Değerdendirme
10 dk	Uygun değil
15 dk	Uygun

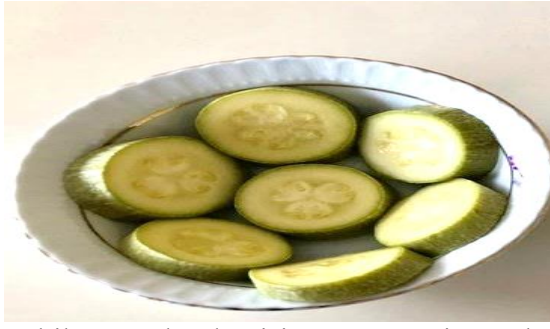


Şekil 9. Haşlama yöntemi uygulanmış kabak

Buharda pişirme yönteminde; 100 g ağırlığında, hassas terazide tartılmış olan kabaklar ‘Fakir Hausgerate’ buharlı pişirme cihazına yerleştirilmiştir. Buharda pişirme işlemi sonrası kabakların sertliğı değerdendirilerek pişirme süresi belirlenmiş ve ön deneme sonuçları Tablo 6’da verilmiştir. Yapılan değerdendirme sonuçlarına göre kabakların yenilebilir düzeyde olduğu süre 25 dk olarak belirlenmiştir. Kabakların 25 dk buharda pişirme yöntemi uygulandıktan sonraki görünümü Şekil 10’de verilmiştir.

Tablo 6. Kabak: Buharda pişirme yöntemi ön deneme sonuçları

Süre	Değerdendirme
20 dk	Uygun değil
25 dk	Uygun
30 dk	Uygun değil



Şekil 10. Buharda pişirme yöntemi uygulanmış kabak

Sous vide pişirme yönteminde; 100 g ağırlığında hassas terazide tartılan kabaklara vakum altında ambalajlama işlemi uygulanmış ve sıcak su banyosu sırası ile 80 -85-90 C°'ye ayarlanarak 30-60 dakika arasında belirli sürelerle pişirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Kabakların sertliği duyuşal olarak değerlendirilerek pişirme süresi ve sıcaklığı belirlenmiş ve ön deneme sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. Yapılan duyuşal değerlendirme sonucunda kabakların yenilebilir düzeyde olduğu koşullar 90 C°-45 dk olarak belirlenmiştir. 90 °C'de 45 dakika Sous vide pişirme uygulanan kabakların görünümü Şekil 11'de verilmiştir.

Tablo 7. Kabak: Sous vide yöntemi ön deneme sonuçları

Sıcaklık ve Süre	Değerlendirme
80 °C -30 dk	Uygun değil
80 °C -45 dk	Uygun değil
80 °C -60 dk	Uygun değil
85 °C -30 dk	Uygun değil
85 °C -45 dk	Uygun değil
85 °C -60 dk	Uygun değil
90 °C -30 dk	Uygun değil
90 °C -40 dk	Uygun değil
90 °C -45 dk	Uygun
90 °C -50 dk	Uygun değil
90 °C -60 dk	Uygun değil



Şekil 11. Sous vide yöntemi uygulanmış kabak

3.1.5.2. Fasulye Örnekleri

Haşlama yöntemi; 100 g ağırlığında hassas terazide tartılan yeşil fasulyeler içerisinde 500 mL kaynar su bulunan tencereye alınarak 15-20 dk pişirilmiştir. Haşlama işlemi sonlandırıldıktan sonra yeşil fasulyelerin sertliği değerlendirilip, pişirme süreleri belirlenmiş ve yapılan ön deneme sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Yapılan duyusal analiz değerlendirme sonuçlarına göre yeşil fasulyelerin yenilebilir düzeyde olduğu süre 20 dk olarak belirlenmiştir. 20 dk haşlama yöntemi uygulanmış yeşil fasulyelerin görünümü Şekil 12’de verilmiştir.

Tablo 8. Fasulye: Haşlama yöntemi ön deneme sonuçları

Süre	Değerlendirme
15 dk	Uygun değil
20 dk	Uygun



Şekil 12. Haşlama yöntemi uygulanmış yeşil fasulye

Buharda pişirme yöntemi; 100 g ağırlığında hassas terazide tartılmış olan yeşil fasulyeler ‘Fakir Hausgerate’ buharlı pişirici cihazına yerleştirilmiştir. İşlem sonrası yeşil fasulyelerin sertliği değerlendirilmiş ve pişirme süresi belirlenmiştir. Buharda pişirme süresini belirlemek için yapılan ön deneme sonuçları Tablo 9’da verilmiştir. Yapılan değerlendirme sonuçlarına göre yeşil fasulyelerin yenilebilir düzeyde olduğu süre 30 dk olarak belirlenmiştir. 30 dk buharda pişirme yöntemi uygulanmış fasulyelerin görünümü Şekil 13’de verilmiştir.

Tablo 9. Fasulye: Buharda pişirme yöntemi ön deneme sonuçları

Süre	Değerlendirme
25 dk	Uygun değil
20 dk	Uygun değil
30 dk	Uygun



Şekil 13. Buharda pişirme yöntemi uygulanmış yeşil fasulye

Sous vide pişirme yöntemi; 100 g ağırlığında hassas terazide tartılıp vakum altında paketlenen yeşil fasulyeler için su banyosu kullanılmış ve su banyosuna sırası ile 80-85-90 °C'ye ayarlanarak 30-60 dakika arası belirlenen sürelerde işleme tabii tutularak yeşil fasulyelerin sertliği değerlendirilip, pişirme süresi ve sıcaklığı belirlenmiştir. Sous vide pişirme süresini ve sıcaklığını belirlemek için yapılan ön deneme sonuçları Tablo 10'da verilmiştir. Yapılan değerlendirme sonuçlarına göre yeşil fasulyelerin yenilebilir düzeyde olduğu koşullar 90°C-60 dk olarak belirlenmiştir. 90 °C'de 60 dk Sous vide uygulanan yeşil fasulyelerin görünümü Şekil 14'de verilmiştir.

Tablo 10. Fasulye: Sous vide yöntemi ön deneme sonuçları

Sıcaklık ve Süre	Değerlendirme
80 °C -30 dk	Uygun değil
80 °C -45 dk	Uygun değil
80 °C -60 dk	Uygun değil
85 °C -30 dk	Uygun değil
85 °C -45 dk	Uygun değil
85 °C -60 dk	Uygun değil
90 °C -30 dk	Uygun değil
90 °C -40 dk	Uygun değil
90 °C -45 dk	Uygun
90 °C -50 dk	Uygun değil
90 °C -60 dk	Uygun değil



Şekil 14. Sous vide yöntemi uygulanmış yeşil fasulye

3.2. Yöntem

3.2.1. Pişirme İşlemi Sonrası Yapılan Analizler

3.2.1.1. Askorbik Asit Tayini

Askorbik asit tayininde HPLC yöntemi kullanılmıştır (CSN EN 14130). Homojenize edilmiş hassas terazide tartılan 2 g numune üzerine 10 mL metafosforik asit eklenmiş ve 30 dk boyunca 250 rpm çalkalamalı su banyosunda (karanlıkta) karıştırılan numune filtre kâğıdı yardımıyla süzölmüş ve çözelti hacmi çözöcö ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. HPLC cihazı koşulları Tablo 11'de verilmiştir. Kalibrasyon grafiğı askorbik asit ile hazırlanmıştır.

Tablo 11. HPLC-UV koşulları

Analitik Kolon	C-18 (250 mm × 4.6 mm, 5 µm; Packard, ABD)
Mobil Faz	Metanol: su (5mL:95mL)
Enjeksiyon Hacmi	20 µL
Akış Hızı	1 mL/dk
Deteksiyon	UV 254 nm
Sıcaklık	Oda sıcaklığı

3.2.1.2. Karoten Tayini

Karoten tayini spektrofotometrik yöntem ile gerçekleştirilmiştir (Talcott ve Howard, 1999). Homojenize edilmiş 0.5 g numune hassas terazide tartılmış ardından 5 mL çözöcö (aseton: etanol:1:1) numune üzerine eklenmiş ve 30 dk boyunca 250 rpm'de çalkalamalı su banyosunda (karanlıkta) karıştırıldıktan sonra filtre kâğıdı yardımıyla süzölmüştür. Kalıntı üzerine 5 mL çözöcö ilave edilmiş ve ekstraksiyon işlemi tekrar edilmiştir. Çözelti hacmi 10 mL'ye tamamlanmıştır. UV-VIS spektrotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) 470 nm'de absorbans ölçölmüştür. Toplam karotenoid miktarı aşağıdaki formöle göre hesaplanmıştır.

Toplam karotenoid miktarı

$$(\mu\text{g/g}) = \frac{(AV \times 10^9))}{(A^{1\%} \times 100 \text{ M})} \quad \text{1A: absorbans} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

V: ekstrakt hacmi (mL)

A^{1%}: ekstinksiyon katsayısı (2500)

M: örnek miktarı (g)

3.2.1.3. Fenolik Madde Ekstraksiyonu

Fenolik madde ekstraksiyonunda % 80'lik metanol kullanılmıştır (Kosewski vd., 2017). Homojenize edilmiş hassas terazide tartılan 0.5 gram numune üzerine 5 mL çözücü eklenmiş ve 30 dakika ultrasonik banyoda ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Ekstraksiyon işlemi sonrası numune 5 dakika 4000 rpm'de santrifüj edilmiş ve üst faz alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Üst faz alındıktan sonra kalıntıya 5 mL çözücü eklenip ekstraksiyon ve santrifüj işlemleri tekrar edilmiş ve süzme işlemi gerçekleştirilmiş, süzöntü hacmi 10 mL'ye tamamlanmıştır. Ekstraklar -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.1.4. Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenolik madde analizi Folin Ciocalteu yöntemine göre gerçekleştirilmiştir (Singleton vd., 1999). 0.1 mL ekstrakt, 0.5 mL folin reaktifi (1:10 suyla seyreltilmiş) eklenerek 5 dakika karanlık ortamda bekletildikten sonra 0.4 mL sodyum karbonnat (1 M) çözelti üzerine eklenmiştir. Ardından çözelti 3.6 mL su ile tamamlanarak karıştırıldıktan sonra bir saat karanlık ortamda bekletilmiştir ve UV-VIS spektrotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) 760 nm'de absorbans okuması gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon grafiği galik asit (10-20-40-60-80-100-125 mg/L) ile hazırlanmıştır.

3.2.1.5. DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi

Antioksidan aktivenin belirlenmesinde DPPH radikal temizleme yöntemi kullanılmıştır (Brands-Williams vd., 1995). Ekstrakt (1 mL) deney tüpüne alınmış ve üzerine DPPH reaktifi (60 µM, 1 mL) ilave edilmiştir. Deney tüpleri karıştırılmış ve karanlıkta 1 saat bekletilmiştir. UV-VIS spektrotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) 515 nm'de absorbans ölçülmüştür. Kalibrasyon grafiği Troloks (6.25-12.5-25-50-100-150 µM) ile hazırlanmıştır.

3.2.1.6. FRAP Demir (III) İyonu İndirgeme Antioksidan Gücü

Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde bir diğer yöntem olarak FRAP demir (III) iyonu indirgeme antioksidan gücü yöntemi kullanılmıştır (Benzie ve Strain, 1999). FRAP reaktifi sodyum asetat tamponu (pH=3.6), TPTZ (10 mM) ve demir-3-klorür (20 mM) 10:1:1 oranında karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Ekstrakt (0.5 mL) deney tüpüne alınmış ve üzerine FRAP reaktifi (1.5 mL) ilave edilmiştir. Tüpler tüp karıştırıcıda karıştırılmıştır. Tüpler 20 dakika bekletilerek UV-VIS spektrofotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) absorbansları 593 nm'de okutulmuştur. Kalibrasyon grafiği Troloks (3.125-6.25-12.5-25-50-100 µM) ile hazırlanmıştır.

3.2.1.7. Kuru Madde Tayini

Sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış nem kaplarına homojenize edilmiş örneklerden 4-5 g numune tartılmış ve etüvde (Elektromag M6040 P) 105 °C’de 2 saat kurutulmuştur ve toplam kuru madde miktarı yüzde olarak aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Kuru Madde} = \frac{(\text{Kuru örnek} + \text{dara}) - \text{Dara (g)}}{\text{Örnek miktarı (g)}} * \quad (\text{Eşitlik 2})$$

3.2.1.8. Renk Tayini

Kabak ve yeşil fasulye örneklerinde renk ölçümü, her tekrardan alınan örneklerin üzerindeki üç farklı noktadan ölçüm yapılarak gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümleri renk tayin cihazı (Konica Minolta CR-400, Japonya) ile gerçekleştirilmiş olup L*, a* ve b* değerleri tespit edilmiştir. Örneklerin sarı-mavi rengini b *, yeşil-kırmızı rengini a * ve siyahtan beyaza kadar rengini L * değerleri ifade etmektedir.

3.2.2. Depolama İşlemi Sonrası Yapılan Analizler

Sous vide pişirme yöntemi uygulanmış, örnekler 10 gün buzdolabında muhafaza edilmiş ve 0., 1., 3., 5., ve 10. gün örneklerde renk, toplam fenolik madde, toplam karotenoid, C vitamini, DPPH radikal temizleme ve FRAP tayinleri yapılmıştır.

3.2.3. İstatistiksel Analiz

Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde SPSS (IBM) programı kullanılmıştır. Sonuçlar 3 tekrarlı ölçümlerin ortalaması $\pm$ standart sapma olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Pişirme işlemleri arasındaki ve depolama sürecince farklılıkları belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır. Örnekler arasındaki farklılıklar % 95 güven aralığında verilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Pişirme Yöntemleri Analiz Sonuçları

Sebze örneklerine üç farklı pişirme yöntemi uygulanarak pişirme yöntemlerin renk özellikleri, toplam fenolik madde, toplam karotenoid, C vitamini ve antioksidan aktivite üzerine etkileri incelenmiştir.

4.1.1. Kuru Madde Analiz Sonuçları

Sebze örneklerinin kuru madde analiz sonuçları Tablo 12’de verilmiştir. Pişirme yöntemlerine göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Sous vide işlemi uygulanan sebze örneklerinin en yüksek kuru madde değerine sahip olduğu haşlama yöntemi uygulanan örneklerin ise en düşük kuru madde oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

Haşlama ve buharda pişirme yöntemlerinin kuru madde oranına etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Sous vide işleminin ise kuru madde oranına üzerine etkisinin önemli olduğu ve kuru madde oranında artış olduğu saptanmıştır.

Tablo 12. Kuru madde analiz sonuçları (%).¹

	Kabak	Fasulye
Taze	5.86±0.21 ^b	8.00±0.19 ^b
Haşlama yöntemi	5.04±0.54 ^b	7.16±0.31 ^b
Buharda pişirme yöntemi	6.00±0.41 ^b	8.71±0.89 ^{ab}
Sous vide yöntemi	7.13±0.80 ^a	10.20±1.46 ^a

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$)

4.1.2. Renk Analiz Sonuçları

Renk analiz sonuçları Tablo 13’de verilmiştir. Pişirme yöntemlerine göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 13. Renk analiz sonuçları.²

L*	Kabak	Fasulye
Taze	75.86±2.14 ^a	59.27±0.78 ^a
Haşlama yöntemi	52.20±1.04 ^d	47.57±1.53 ^b
Buharda pişirme yöntemi	61.38±0.42 ^b	47.20±2.60 ^b
Sous vide yöntemi	56.00±1.01 ^c	46.14±2.52 ^b

Tablo 13. (Devamı)

a*	Kabak	Fasulye
Taze	-8.04±0.43 ^a	-13.09±0.29 ^d
Haşlama yöntemi	-7.02±0.93 ^a	-7.92±1.12 ^c
Buharda pişirme yöntemi	-7.09±0.67 ^a	-4.82±0.96 ^b
Sous vide yöntemi	-6.94±0.39 ^a	-2.66±0.49 ^a
b*	Kabak	Fasulye
Taze	27.61±1.76 ^{ab}	21.96±0.99 ^a
Haşlama yöntemi	24.30±3.10 ^b	22.45±2.78 ^a
Buharda pişirme yöntemi	29.90±1.61 ^a	21.82±1.48 ^a
Sous vide yöntemi	27.02±0.94 ^{ab}	20.34±1.38 ^a

² Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05)

L* değeri sırasıyla; taze kabakta 75.86±2.14, haşlama yöntemi uygulanmış kabakta 52.20±1.04, buharda pişirilen kabakta 61.38±0.42 ve Sous vide yöntemi uygulanan kabakta 56.00±1.01 olarak saptanmıştır. Pişirme işlemlerinin kabakta L* değerinde istatistiksel olarak önemli derecede azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Pişirme işlemi uygulanmış örnekler arasında L* değeri en düşük örnek haşlama yöntemi uygulanmış örnek bulunurken buharda pişirilen örneğin en yüksek L* değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

L* değeri sırasıyla yeşil fasulyede; taze örnek için 59.27±0.78, haşlama yöntemi için 47.57±1.53, buharda pişirme yöntemi için 47.20±2.60 ve Sous vide yöntemi için 46.14±2.52 olarak saptanmıştır. Pişirme işlemlerinin L* değerinde istatistiksel olarak önemli derecede azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Pişirme işlemi uygulanmış örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmamıştır.

a* (+) kırmızılığı ve (-) yeşilliği ifade etmektedir. a* değerleri sırasıyla taze kabakta -8.04±0.43, haşlama işlemi uygulanmış kabakta -7.02±0.93, buharda pişirilen kabakta -7.09±0.67 ve Sous vide yöntemi uygulanan kabakta -6.94±0.39 olarak saptanmıştır. Pişirme yöntemlerinin a* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05)

a* değerleri yeşil fasulyede; taze örnek için -13.09±0.29, haşlama yöntemi için -7.92±1.12, buharda pişirme için -4.82±0.96 ve Sous vide yöntemi için -2.66±0.49 olarak saptanmıştır. Pişirme işlemlerinin a* değerinde istatistiksel olarak önemli derecede artışa neden olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Pişirme işlemleri uygulanmış örnekler arasında en yüksek a* değerine sahip örnek Sous vide yöntemi uygulanmış örnek bulunurken en düşük a* değerine sahip örnek haşlama yöntemi uygulanmış örnek bulunmuştur.

b* (+) sarılık ve (-) maviliği ifade etmektedir. b* değerleri sırasıyla taze kabakta -27.61±1.77, haşlama işlemi uygulanmış kabakta 24.30±3.10, buharda pişirilen kabakta 29.90±1.61 ve Sous vide yöntemi uygulanan kabakta 27.02±0.94 olarak saptanmıştır. Buharda pişirilen örneğin en yüksek b* değerine sahip olduğu haşlama işlemi uygulanmış örneğin en düşük b* değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

b* değerleri sırasıyla yeşil fasulyede; taze örnek için 21.96±0.99, haşlama yöntemi için 22.45±2.78, buharda pişirme için 21.82±1.48 ve Sous vide pişirme yöntemi için 20.34±1.38 olarak saptanmıştır. Pişirme yöntemlerinin fasulye örneğinin b* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05)

4.1.3. C Vitamini Analiz Sonuçları

C vitamini analiz sonuçları Tablo 14’de verilmiştir. Pişirme yöntemlerine göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur (p<0.05). Her iki örnek içinde en yüksek C vitamini değeri Sous vide pişirme yönteminde bulunurken iken en düşük C vitamini değeri haşlama işleminde bulunmuştur. Sous vide yönteminin kabak ve fasulye örneklerinin C vitamini miktarında istatistiksel olarak önemli derecede artışa neden olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Haşlama ve buharda pişirme işlemleri sonrası kabak örneklerinde C vitamini değerinde artış gözlenirken yeşil fasulye örneklerinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Fasulye örneklerinde haşlama işlemi sonrası C vitamini kaybı % 37.4 ve buharda pişirme sonrası ise % 22.5 olarak bulunmuştur.

Tablo 14. C vitamini analiz sonuçları (mg/100 g).³

	Kabak	Fasulye
Taze	8.81±0.05 ^d	14.23±0.44 ^b
Haşlama yöntemi	10.0±0.08 ^c	8.91±0.03 ^d
Buharda pişirme yöntemi	13.44±0.13 ^b	11.03±0.01 ^c
Sous vide yöntemi	17.0±0.43 ^a	15.62±0.62 ^a

³ Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

4.1.4. Karoten Analiz Sonuçları

Karoten analiz sonuçları Tablo 15’de verilmiştir. Pişirme yöntemlerine göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur (p<0.05). Kabak örneklerinde en yüksek toplam karotenoid değeri haşlama işleminde bulunurken en düşük değer ise Sous vide pişirme yönteminde bulunmuştur. Fasulye için uygulanan pişirme yöntemlerinde ise en yüksek toplam karotenoid değeri buharda pişirme işleminde bulunurken en düşük değer Sous vide pişirme yönteminde bulunmuştur. Buharda pişirme

ve Sous vide yöntemlerinin kabak örneklerinin toplam karotenoid miktarında istatistiksel olarak önemli derecede azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Buharda pişirme işlemi sonrası karotenoid kaybı % 26.3 ve Sous vide yöntemi sonrası % 29.6 olarak bulunmuştur. Fasulye örneklerinde ise haşlama ve Sous vide pişirme yöntemlerinin toplam karotenoid miktarına etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır ($p>0.05$). Buharda pişirme yöntemi sonrası ise karotenoid miktarında artış olduğu gözlenmiştir.

Tablo 15. Karoten analiz sonuçları ($\mu\text{g/g km}$).⁴

	Kabak	Fasulye
Taze	135.83 $\pm$ 32.37 ^{ab}	67.24 $\pm$ 3.87 ^b
Haşlama yöntemi	143.08 $\pm$ 17.27 ^a	66.66 $\pm$ 3.99 ^b
Buharda pişirme yöntemi	100.11 $\pm$ 16.37 ^b	93.37 $\pm$ 19.93 ^a
Sous vide yöntemi	95.65 $\pm$ 15.94 ^b	53.49 $\pm$ 5.57 ^b

⁴ Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$) km: kuru madde

4.1.5. Toplam Fenolik Madde Sonuçları

Toplam fenolik madde sonuçları Tablo 16'da verilmiştir. Pişirme yöntemlerine göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Pişirme işlemi sonrası örneklerin toplam fenolik madde içeriğinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Sebze örnekleri için pişirme işlemi sonrası en az kaybın olduğu yönteminin Sous vide yöntemi olduğu belirlenmiştir. Fasulye örneklerinde en az fazla kayıp haşlama yöntemi sonrası gözlenirken kabak örneklerinde buharda pişirme yöntemi sonrası gözlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarında kayıp kabak örneğinde buharda pişirme işlemi sonrası % 30 ve fasulye örneğinde ise haşlama işlemi sonrası % 12.9 olarak bulunmuştur.

Tablo 16. Toplam Fenolik Madde Analiz Sonuçları ($\text{mg}/100\text{g km}$).⁵

	Kabak	Fasulye
Taze	762.71 $\pm$ 194.21 ^a	369.34 $\pm$ 11.40 ^a
Haşlama yöntemi	618.07 $\pm$ 10.64 ^{ab}	321.58 $\pm$ 27.26 ^b
Buharda pişirme yöntemi	533.56 $\pm$ 59.90 ^b	327.99 $\pm$ 21.39 ^{ab}
Sous vide yöntemi	668.32 $\pm$ 71.15 ^{ab}	356.27 $\pm$ 22.64 ^{ab}

⁵ Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$). km: kuru madde

4.1.6. DPPH Analiz Sonuçları

DPPH analiz sonuçları Tablo 17'de verilmiştir. Pişirme yöntemlerine göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Kabak

örneklerinde en yüksek antioksidan aktivite değeri haşlama işleminde bulunurken en düşük antioksidan aktivite değeri ise buharda pişirme yönteminde bulunmuştur. Fasulye için uygulanan pişirme yöntemlerinde ise en yüksek antioksidan aktivite değeri buharda pişirme yönteminde bulunurken en düşük antioksidan aktivite değeri Sous vide pişirme yönteminde bulunmuştur.

Tablo 17. DPPH analiz sonuçları ($\mu\text{mol}/100\text{g km}$).⁶

	Kabak	Fasulye
Taze	524.51 $\pm$ 116.32 ^b	915.20 $\pm$ 123.54 ^a
Haşlama yöntemi	1115.30 $\pm$ 179.75 ^a	613.92 $\pm$ 54.23 ^b
Buharda pişirme yöntemi	368.53 $\pm$ 58.27 ^b	822.17 $\pm$ 116.11 ^a
Sous vide yöntemi	893.36 $\pm$ 219.71 ^a	450.63 $\pm$ 40.17 ^b

⁶ Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$). km: kuru madde

Kabak örneklerinde pişirme işlemleri sonrasında antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde haşlama ve Sous vide pişirme yöntemlerinin antioksidan aktivite değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede artışa neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Buharda pişirme yönteminde ise % 39.7 oranında antioksidan aktivitede azalma meydana geldiği saptanmıştır. Fasulye örneklerinde ise haşlama ve Sous vide pişirme işlemlerinin antioksidan aktivite değerinde istatistiksel olarak önemli derecede azalışa neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Antioksidan aktivitede kayıp haşlama yönteminde % 32.9 ve Sous vide yönteminde % 50.8 olarak bulunmuştur.

4.1.7. FRAP Analiz Sonuçları

FRAP analiz sonuçları Tablo 18’de verilmiştir. Pişirme yöntemlerine göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Kabak örneklerinde en yüksek FRAP değeri haşlama işleminde bulunurken en düşük FRAP değeri ise buharda pişirme yönteminde bulunmuştur. Fasulye için uygulanan pişirme yöntemlerinde ise en yüksek FRAP değeri buharda pişirme yönteminde bulunurken en düşük FRAP değeri Sous vide pişirme yönteminde bulunmuştur.

Tablo 18. FRAP analiz sonuçları ($\mu\text{mol}/100\text{g km}$).⁷

	Kabak	Fasulye
Taze	417.79 $\pm$ 127.02 ^b	1117.40 $\pm$ 107.81 ^a
Haşlama yöntemi	1223.07 $\pm$ 139.56 ^a	745.46 $\pm$ 71.85 ^b
Buharda pişirme yöntemi	648.30 $\pm$ 75.85 ^b	783.09 $\pm$ 133.15 ^b
Sous vide yöntemi	952.64 $\pm$ 215.55 ^a	688.02 $\pm$ 117.15 ^b

⁷ Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$). km: kuru madde

Kabak örneklerinde haşlama ve Sous vide pişirme işlemleri sonrası antioksidan aktivite değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede artış gözlemlendiği saptanmıştır ($p<0.05$). Fasulye örneklerinde ise üç pişirme yönteminin de antioksidan aktivite değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Antioksidan aktivitede Sous vide yönteminde % 38.4, haşlama yönteminde % 33.3 ve buharda pişirme yönteminde % 29.9 oranında kayıp meydana geldiği belirlenmiştir.

4.2. Depolama Çalışması Sonuçları

Kabak ve yeşil fasulye örneklerine Sous vide yöntemi uygulanmış ardından örnekler 4 °C’de 10 gün depolanmıştır. Pişirilme işleminin yapıldığı gün, 1., 3., 5. ve 10. günde sebze örneklerinde analizler (kuru madde, renk, C vitamini, karoten, toplam fenolik madde, DPPH radikal temizleme ve FRAP) yapılmıştır.

4.2.1. Kuru Madde Analiz Sonuçları

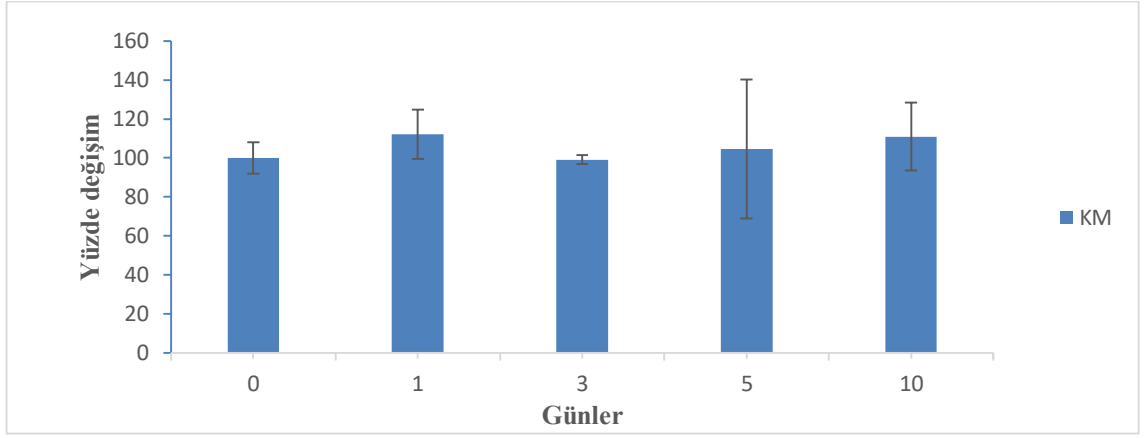
Kuru madde analiz sonuçları Tablo 19’da verilmiştir. Tablo 19 incelendiğinde kabak örneği için kuru madde % 5.24 ± 0.12 ile % 5.93 ± 0.75 arasında değiştiği görülmektedir. Fasulye örneklerinde ise % 11.88 ± 0.14 ile % 13.14 ± 0.75 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek kuru madde miktarı 2 örnek içinde 1. günde bulunurken en düşük kuru madde miktarı kabak örneği için 3. günde fasulye örneği için ise 0. günde bulunmuştur. Depolama süresince kuru madde değerleri arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 19. Kuru madde depolama analiz sonuçları (%).⁸

	Kabak	Fasulye
0. gün	5.29 ± 0.42^a	11.88 ± 0.15^a
1. gün	5.93 ± 0.75^a	13.14 ± 0.75^a
3. gün	5.24 ± 0.12^a	12.19 ± 1.07^a
5. gün	5.53 ± 0.39^a	12.04 ± 0.94^a
10. gün	5.87 ± 0.41^a	12.05 ± 0.93^a

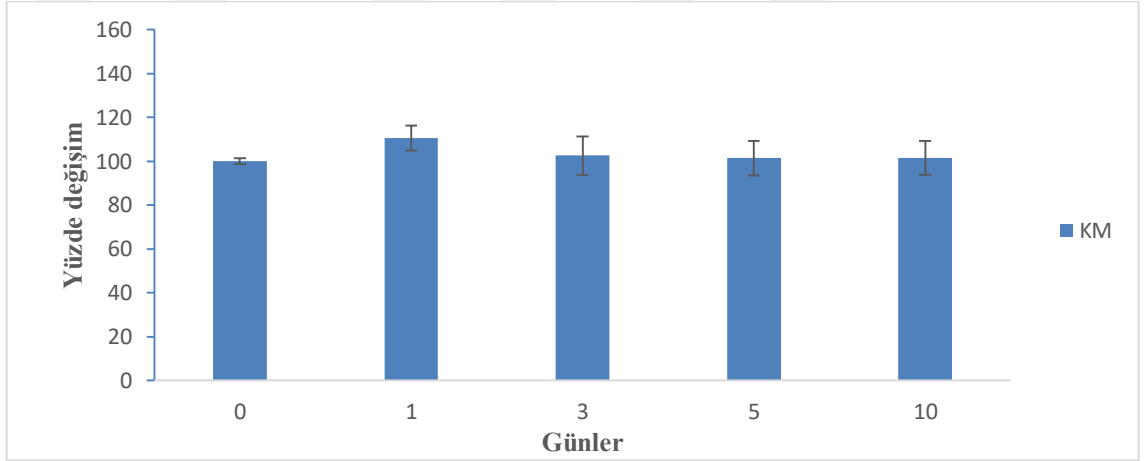
⁸ Aynı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark yoktur ($p>0.05$).

Kabak örnekleri için kuru madde yüzde değişim grafiği Şekil 15’de verilmiştir. Şekil 15 incelendiğinde kuru madde miktarının 0. güne göre artış gösterdiği (3. gün hariç) görülmektedir.



Şekil 15. Kabak kuru madde yüzde değişim grafiği

Fasulye örnekleri için kuru madde yüzde değişim grafiği Şekil 16’da verilmiştir. Şekil 16 incelendiğinde kuru madde miktarı 0. güne göre artış göstermiştir.



Şekil 16. Fasulye kuru madde yüzde değişim grafiği

4.2.2. Renk Analiz Sonuçları

Renk analiz sonuçları Tablo 20’de verilmiştir. Örneklerin L* değerleri kabak için 55.45 ± 0.26 ile 59.27 ± 1.98 arasında değişmektedir. Fasulye için ise L* değerleri 43.79 ± 1.11 ile 48.84 ± 2.18 arasında değişmektedir. Tablo 20 incelendiğinde kabak örneğinin 5. gün 59.27 ± 1.98 değeri ile en yüksek L* değerini aldığı fasulye örneğinin ise 10. gün 48.84 ± 2.18 değeri ile en yüksek L* değerini aldığı görülmektedir. Depolama günlerine göre kabak örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmazken ($p > 0.05$) fasulye örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Tablo 20. Renk analiz depolama sonuçları.⁹

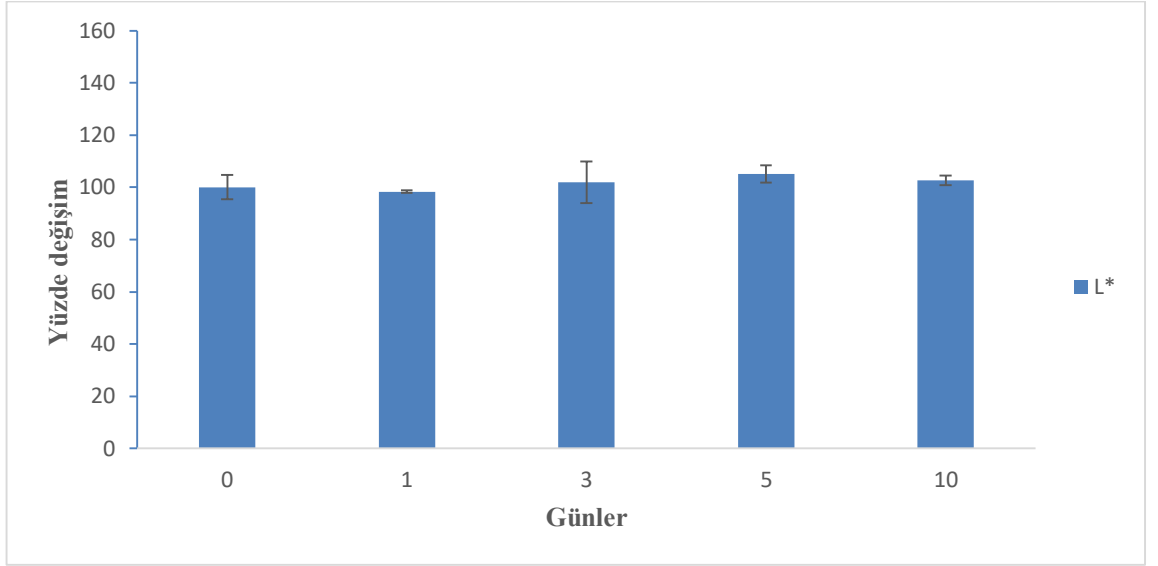
L*	Kabak	Fasulye
0. gün	56.40±2.63 ^a	43.79±1.12 ^b
1. gün	55.45±0.26 ^a	45.81±1.56 ^{ab}
3. gün	57.48±4.58 ^a	44.43±3.79 ^{ab}
5. gün	59.27±1.98 ^a	44.87±3.10 ^{ab}
10. gün	57.93±1.03 ^a	48.84±2.19 ^a
a*	Kabak	Fasulye
0. gün	-3.54±0.19 ^a	-3.27±0.99 ^a
1. gün	-3.08±0.94 ^a	-4.32±0.28 ^a
3. gün	-3.27±0.50 ^a	-3.41±0.94 ^a
5. gün	-5.33±0.63 ^b	-3.35±0.34 ^a
10. gün	-3.35±1.49 ^a	-3.59±0.72 ^a
b*	Kabak	Fasulye
0. gün	17.38±0.39 ^b	19.95±2.66 ^a
1. gün	16.36±1.51 ^b	21.63±0.37 ^a
3. gün	19.53±4.46 ^{ab}	20.64±2.36 ^a
5. gün	23.72±3.26 ^a	21.22±1.33 ^a
10. gün	22.77±2.24 ^a	23.51±2.69 ^a

⁹ Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05).

Tablo 20 incelendiğinde a*değerinin kabak için -3.08±0.94 ile -5.33±0.63 arasında değiştiği ve fasulye için ise -3.27±0.99 ile -4.32±0.27 arasında değiştiği görülmektedir. Depolama sürecince kabak örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunurken (p<0.05) fasulye örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır (p>0.05).

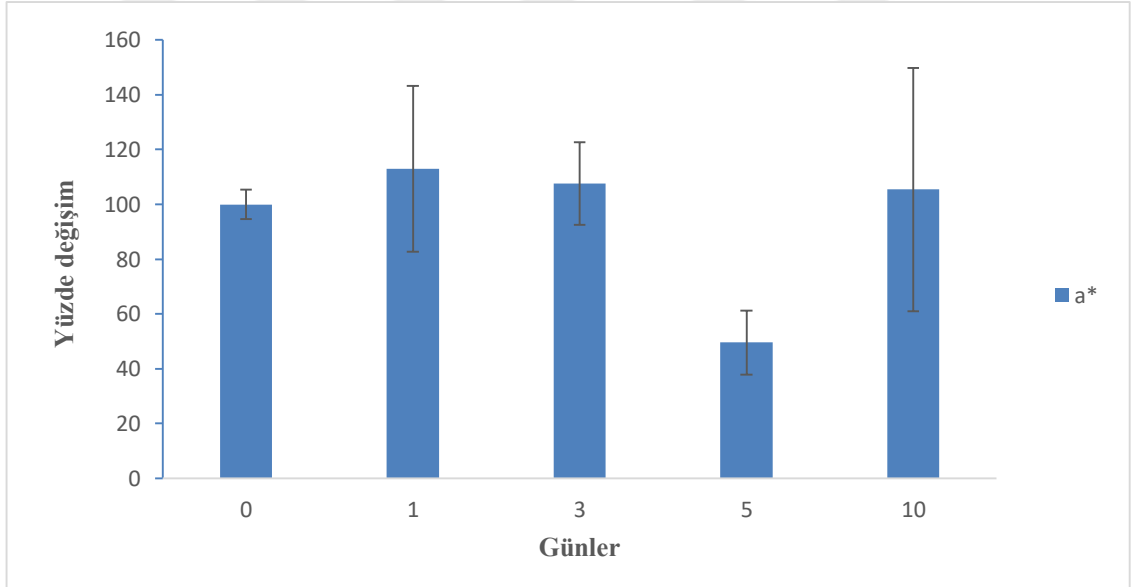
Tablo 20 incelendiğinde kabak için b* değerinin 16.36±1.51 ile 23.72±3.26 arasında değiştiği ve fasulye için ise 19.95±2.66 ile 23.51±2.69 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek b* değeri kabakta 5. gün iken fasulyede 10. gün olarak belirlenmiştir. Depolama sürecince kabak örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunurken (p<0.05) fasulye örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır (p>0.05).

Kabak örnekleri için L*değerlerinin yüzde değişim grafiği Şekil 17’de verilmiştir. Şekil 17 incelendiğinde L*değerleri 0. güne göre 1. gün azalış gösterirken diğer günler artış göstermiştir. 10 günlük depolama sonunda L* değeri 56.40’dan 57.93’e yükselmiştir.



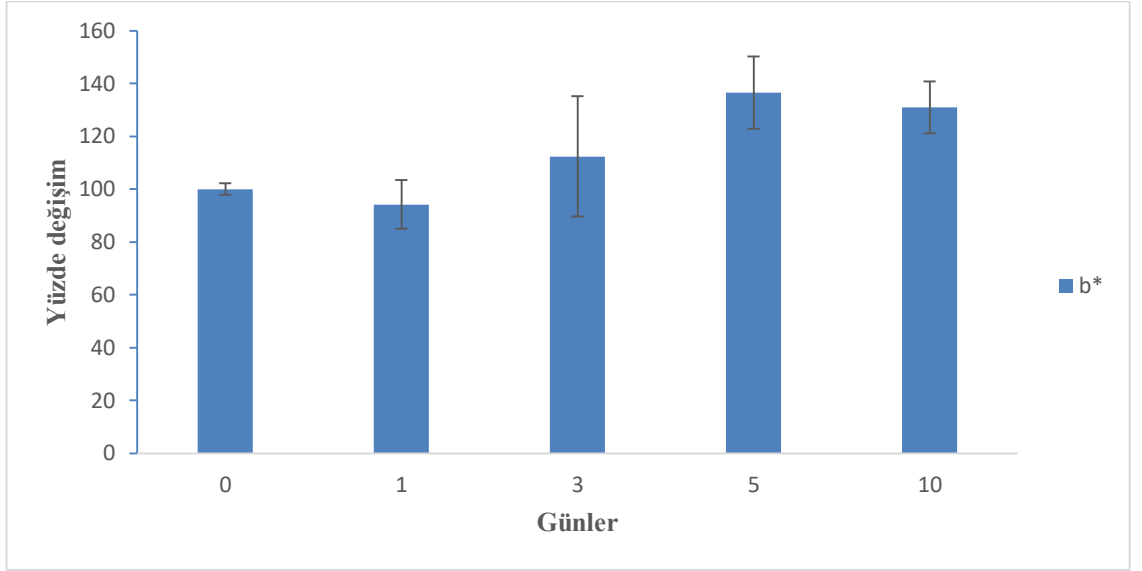
Şekil 17. Kabak L* değeri yüzde değişim grafiği

Kabak örnekleri için a* değerlerinin yüzde değişim grafiği Şekil 18’de verilmiştir. Şekil 18 incelendiğinde a* değerinde 0. güne göre 5. gün azalma gözlenmiştir. 10 günlük depolama sonunda a* değerinde istatistiksel olarak önemli olmayan derecede bir değişim meydana gelmiştir.



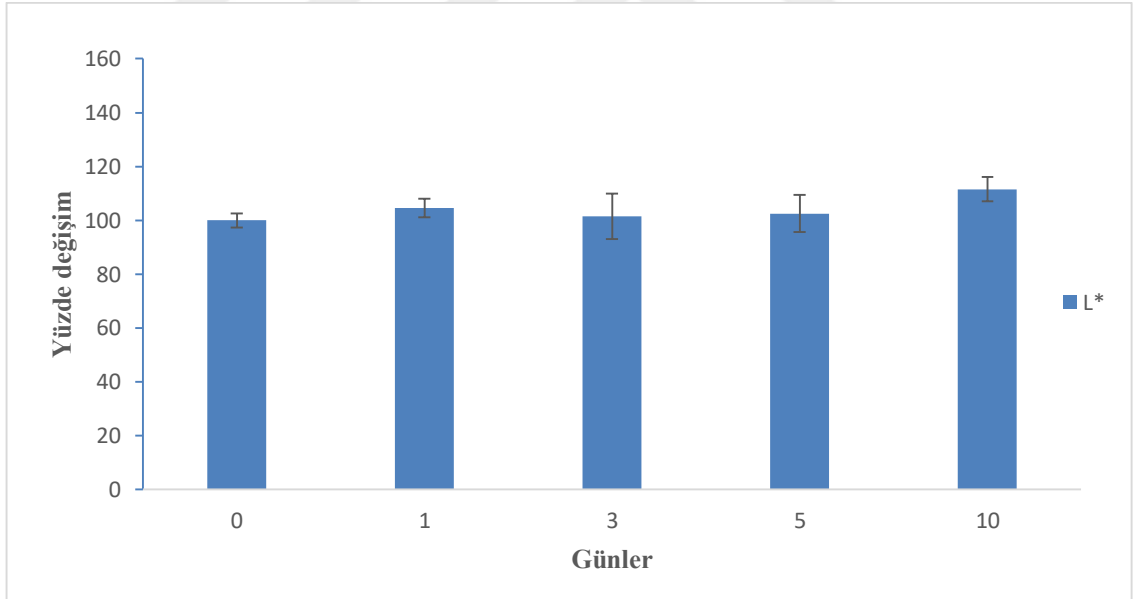
Şekil 18. Kabak a* değeri yüzde değişim grafiği

Kabak örnekleri için b* değerlerinin yüzde değişim grafiği Şekil 19’da verilmiştir. Şekil 19 incelendiğinde 0. güne göre 1. gün azalma gözlenirken diğer günler artış gözlenmiştir. 10 günlük depolama sonunda b* değeri 17.38’den 22.77’e yükselmiştir.



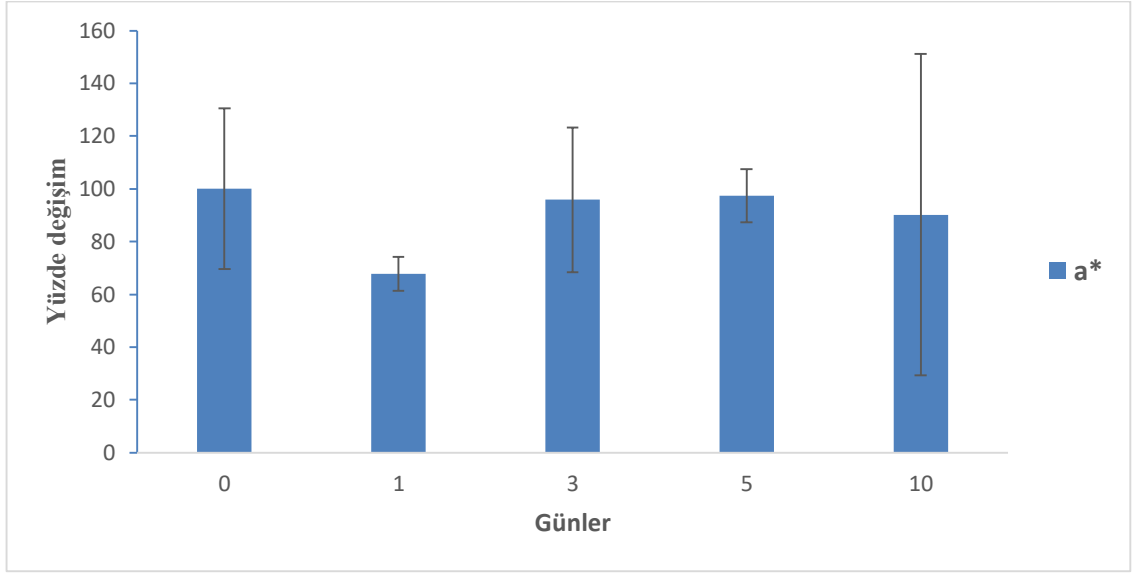
Şekil 19. Kabak b* değeri yüzde değişim grafiği

Fasulye örnekleri için L*değerleri yüzde değişim grafiği Şekil 20’de verilmiştir. Şekil 20 incelendiğinde fasulye örneğinde L*değerinde 0. güne göre en fazla artış 10. gün gözlenmiştir. 10 günlük depolama sonunda L* değeri 43.79’dan 48.84’e yükselmiştir.



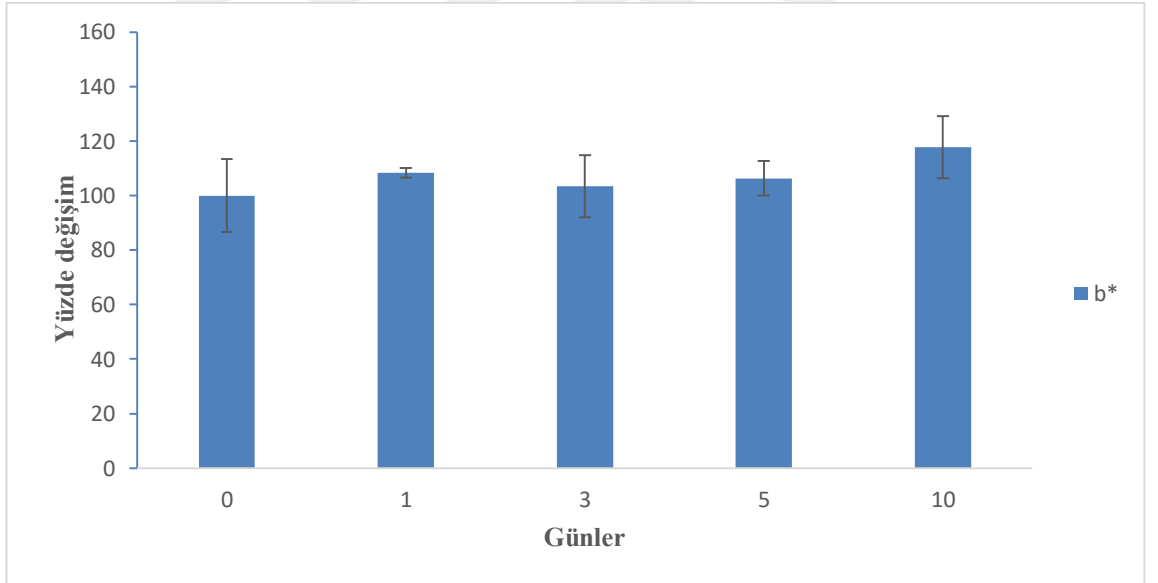
Şekil 20. Fasulye L* değeri yüzde değişim grafiği

Fasulye örnekleri için a* değerlerinin yüzde değişim grafiği Şekil 21’de verilmiştir. Şekil 21 incelendiğinde a* değerinde en fazla azalma 1. gün gözlenmiştir. 10 günlük depolama sonunda a* değerinde istatistiksel olarak önemli olmayan derecede bir değişim meydana gelmiştir.



Şekil 21. Fasulye a* değeri yüzde değişim grafiği

Fasulye örnekleri için b*değerlerinin yüzde değişim grafiği Şekil 22’de verilmiştir. Şekil 22 incelendiğinde b* değeri 0. güne göre en fazla 10. günde artış göstermiştir. 10 günlük depolama sonunda b* değeri 19.95’den 23.71’e yükselmiştir.



Şekil 22. Fasulye b* değeri yüzde değişim grafiği

4.2.3. C Vitamini Analiz Sonuçları

C Vitamini analiz sonuçları Tablo 21’de verilmiştir. Depolama günlerine göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Tablo 21 incelendiğinde kabak örneklerinin C vitamini miktarı 12.82 ± 0.20 mg/100 g ile 17.21 ± 0.11 mg/100 g değerleri arasında değiştiği ve fasulye örneklerinde ise 12.01 ± 0.19 mg/100 g ile 16.88 ± 0.55 mg/100 g değerleri arasında değiştiği görülmektedir. Kabak

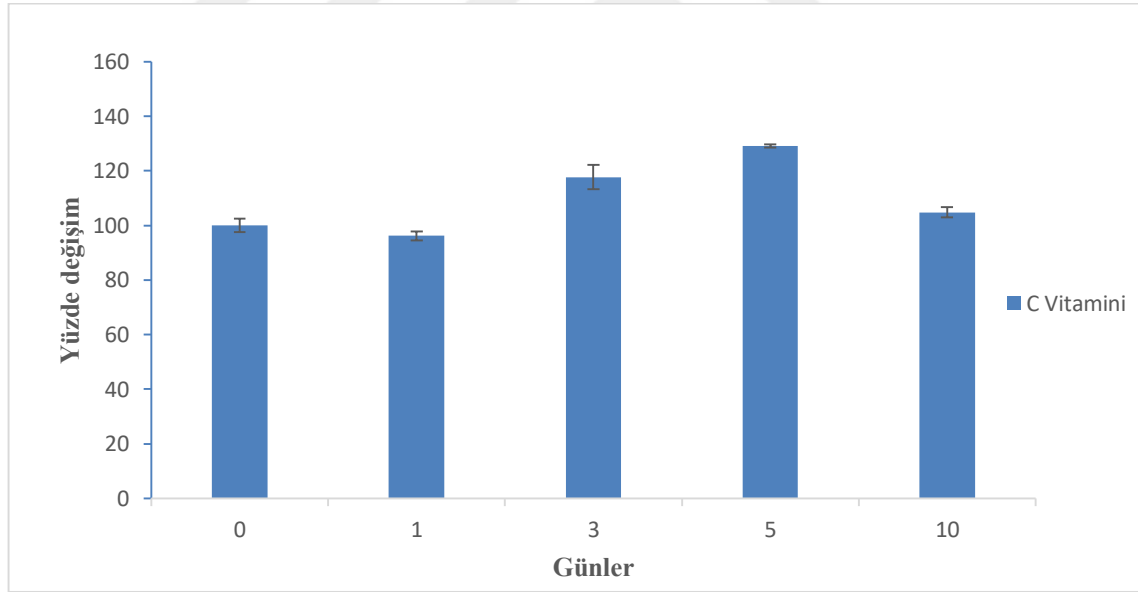
örneği için en yüksek C vitamini miktarı 5. günde iken en düşük C vitamini miktarı 1. gündedir. Fasulye örneğinde ise en yüksek C vitamini miktarı 0. günde iken en düşük C vitamini miktarı 1. gündedir.

Tablo 21. C vitamini depolama analiz sonuçları (mg/100 g).¹⁰

	Kabak	Fasulye
0. gün	13.33±0.34 ^{cd}	16.88±0.55 ^a
1. gün	12.82±0.20 ^d	12.01±0.19 ^d
3. gün	15.69±0.70 ^b	14.17±0.16 ^b
5. gün	17.21±0.11 ^a	12.85±0.44 ^c
10. gün	13.96±0.26 ^c	12.73±0.06 ^c

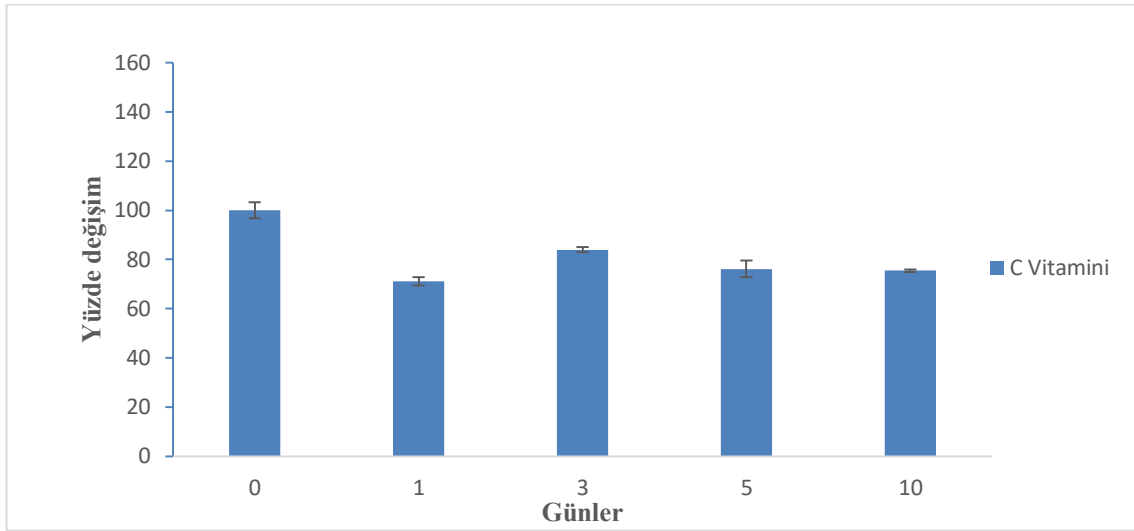
¹⁰ Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05)

Kabak örnekleri için C vitamini miktarı yüzde değişim grafiği Şekil 23’de verilmiştir. Şekil 23 incelendiğinde depolama süresince 0. güne göre C vitamini miktarında (1. gün hariç) artış gözlenmiştir. 10 günlük depolama sonunda C vitamini miktarında istatistiksel olarak önemli olmayan derecede bir değişim meydana gelmiştir.



Şekil 23. Kabak c vitamini miktarı yüzde değişim grafiği

Fasulye örnekleri için C vitamini miktarı yüzde değişim grafiği Şekil 24’de verilmiştir. Şekil 24 incelendiğinde C vitamini miktarı 0. güne göre azalmıştır. 10 günlük depolama sonunda C vitamini kaybı % 25.6 olarak bulunmuştur.



Şekil 24. Fasulye c vitamini yüzde değişim grafiği

4.2.4. Karoten Analiz Sonuçları

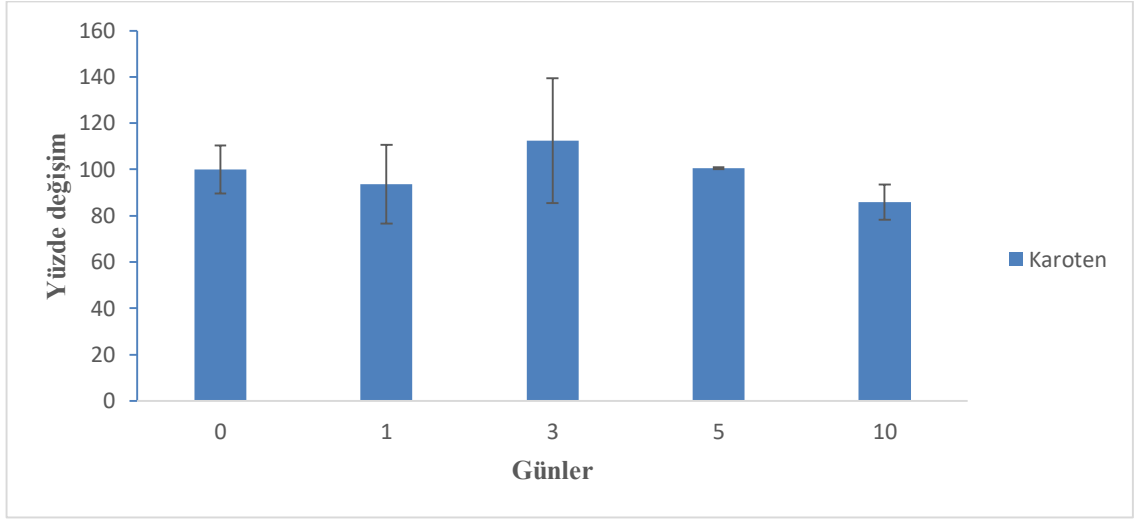
Karoten analiz sonuçları Tablo 22’de verilmiştir. Tablo 22 incelendiğinde kabak örneklerinde toplam karotenoid miktarı $99.26 \pm 7.45 \mu\text{g/g}$ ile $129.95 \pm 34.96 \mu\text{g/g}$ değerleri arasında değişmektedir. Fasulye örneklerinde ise $40.76 \pm 3.24 \mu\text{g/g}$ ile $90.60 \pm 4.17 \mu\text{g/g}$ değerleri arasında değiştiği görülmektedir. Kabak örnekleri arasında depolama günlerine göre istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Fasulye örnekleri arasında ise istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Kabak örneği için en yüksek karoten miktarı 3. günde iken en düşük karoten miktarı 10. gündedir. Fasulye örneğinde ise en yüksek karoten miktarı 0. günde ve en düşük karoten miktarı 10 günde bulunmuştur.

Tablo 22. Karoten depolama analiz sonuçları ($\mu\text{g/g km}$).¹¹

	Kabak	Fasulye
0. gün	115.57 ± 12.09^a	90.60 ± 4.17^a
1. gün	108.26 ± 18.38^a	67.68 ± 4.27^b
3. gün	129.95 ± 34.96^a	64.82 ± 11.63^b
5. gün	116.16 ± 0.39^a	45.93 ± 5.55^c
10. gün	99.26 ± 7.45^a	40.76 ± 3.25^c

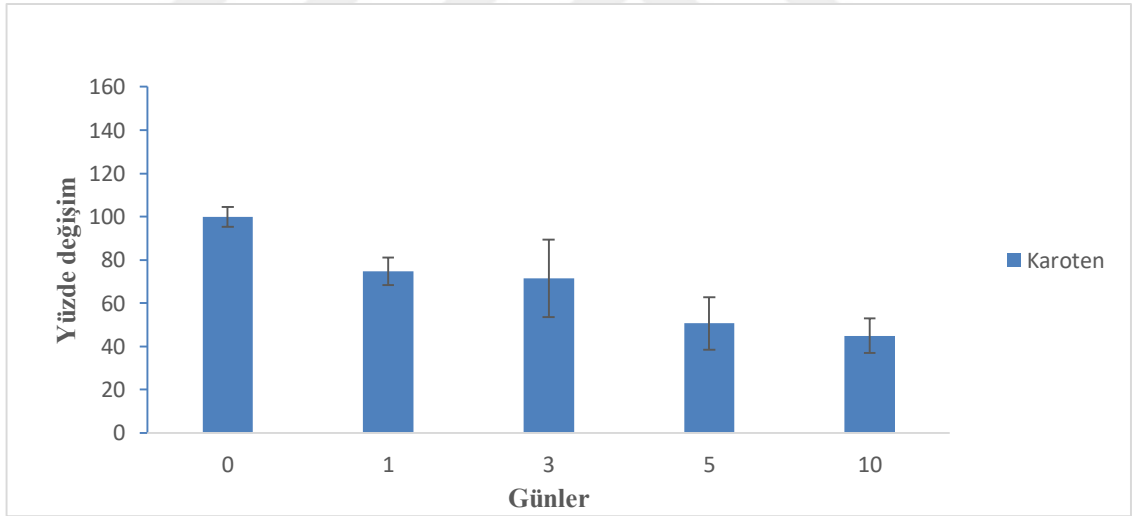
¹¹ Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p < 0.05$) km: kuru madde

Kabak örnekleri için toplam karotenoid miktarı yüzde değişim grafiği Şekil 25’de verilmiştir. Şekil 25 incelendiğinde 0. güne göre 3. günde artış gözlenirken 1. ve 10. günlerde azalma gözlenmiştir. 10 günlük depolama sonunda toplam karotenoid miktarında % 14.1 oranında kayıp meydana geldiği saptanmıştır.



Şekil 25. Kabak toplam karotenoid miktarı yüzde değişim grafiği

Fasulye örnekleri için toplam karotenoid yüzde değişim grafiği Şekil 26'da verilmiştir. Şekil 26 incelendiğinde fasulye örneğinde depolama süresinin artışı ile karoten miktarında azalma gözlenmiştir. 10 günlük depolama sonunda toplam karotenoid miktarında % 55 oranında kayıp meydana geldiği saptanmıştır.



Şekil 26. Fasulye toplam karotenoid miktarı yüzde değişim grafiği

4.2.5. Toplam Fenolik Madde Sonuçları

Toplam fenolik madde analiz sonuçları Tablo 23'te verilmiştir. Depolama günlerine göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Tablo 23 incelendiğinde kabak örneklerinde toplam fenolik madde miktarının 553.13 ± 108.65 mg/100g ile 959.56 ± 63.96 mg/100g arasında değiştiği görülmektedir. Fasulye örneklerinde ise 470.04 ± 47.68 mg/100g ile 540.00 ± 71.72 mg/100g değerleri arasında değiştiği görülmektedir. Kabak örneği için en yüksek toplam fenolik madde

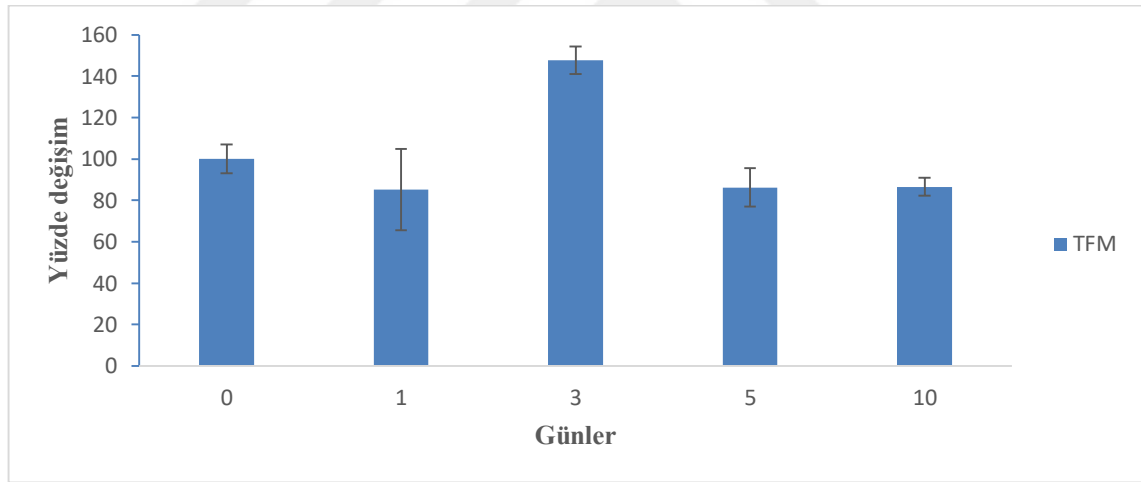
miktarı 3. günde bulunurken en düşük toplam fenolik madde miktarı 1. günde bulunmuştur. Fasulye örneğinde ise en yüksek toplam fenolik madde miktarı 3. günde iken en düşük toplam fenolik madde miktarı 5. gün olarak bulunmuştur.

Tablo 23. Toplam Fenolik madde depolama analiz sonuçları (mg/100g km).¹²

	Kabak	Fasulye
0. gün	649.49±44.92 ^b	533.78±34.47 ^a
1. gün	553.13±108.65 ^b	528.37±6.04 ^a
3. gün	959.56±63.96 ^a	540.00±71.73 ^a
5. gün	560.36±51.37 ^b	470.04±47.68 ^a
10. gün	561.75±24.40 ^b	475.64±78.43 ^a

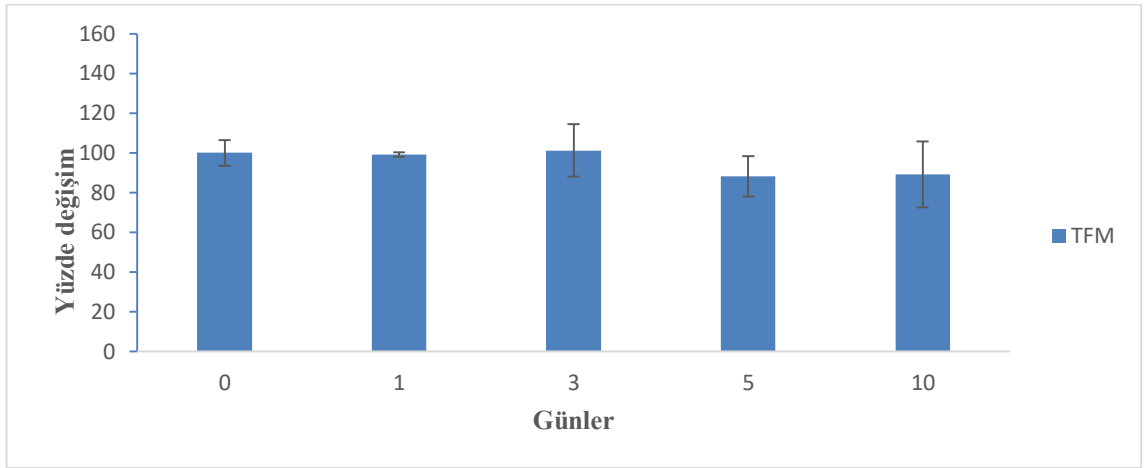
¹² Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05) km: kuru madde

Kabak örnekleri için toplam fenolik madde yüzde değişim grafiği Şekil 27’de verilmiştir. Şekil 27 incelendiğinde kabak örnekleri 0. güne göre 3. gün artış gösterirken diğer günler azalış göstermiştir. 10 günlük depolama sonunda toplam fenolik madde miktarında %13.5 oranında kayıp meydana geldiği saptanmıştır.



Şekil 27. Kabak toplam fenolik madde miktarı yüzde değişim grafiği

Fasulye örnekleri için toplam fenolik madde miktarı yüzde değişim grafiği Şekil 28’de verilmiştir. Şekil 28 incelendiğinde fasulye örneğinde toplam fenolik madde miktarında 0. güne göre 3. günde artış görünürken diğer günler azalma gözlenmiştir. 10 günlük depolama sonunda toplam fenolik madde miktarında % 10.9 oranında kayıp meydana geldiği saptanmıştır.



Şekil 28. Fasulye toplam fenolik madde miktarı yüzde değişim grafiği

4.2.6. DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Analiz Sonuçları

DPPH radikal temizleme aktivitesi tayini sonuçları Tablo 24’de verilmiştir. Tablo 24 incelendiğinde kabak örneklerinde DPPH radikal temizleme aktivitesinin $1124.33 \pm 217.49 \mu\text{mol}/100\text{g}$ ile $1519.32 \pm 335.61 \mu\text{mol}/100\text{g}$ arasında değiştiği ve fasulye örneklerinde ise $2208.80 \pm 247.21 \mu\text{mol}/100\text{g}$ ile $2863.82 \pm 131.28 \mu\text{mol}/100\text{g}$ arasında değiştiği görülmektedir.

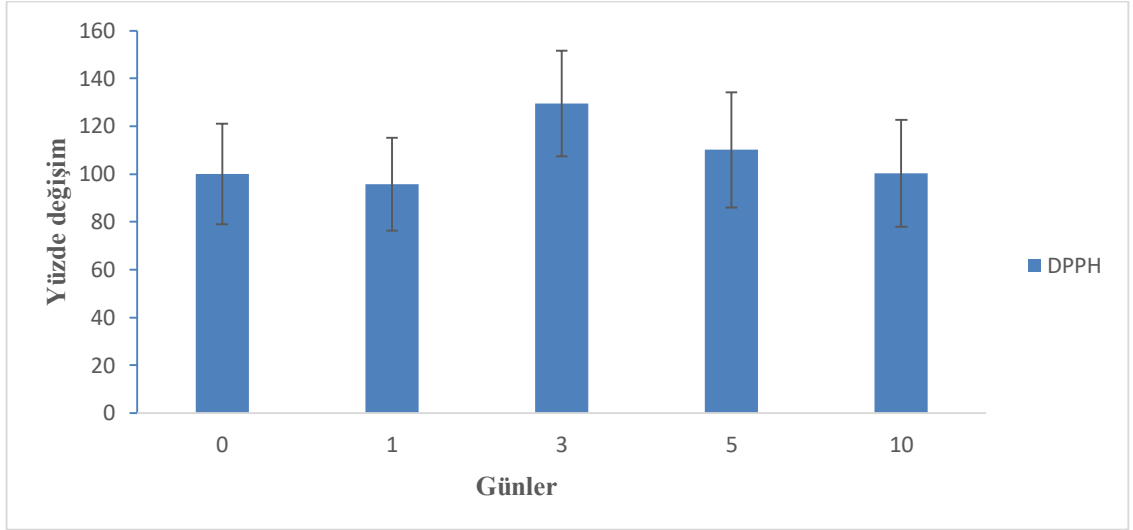
Depolama günlerine göre kabak örneği için istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Fasulye örneği için ise istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Kabak örneğinde en yüksek antioksidan aktivite 3. günde iken fasulye örneğinde en yüksek antioksidan aktivite değeri 0. gün bulunmuştur.

Tablo 24. DPPH depolama analiz sonuçları ($\mu\text{mol}/100\text{g km}$).¹³

	Kabak	Fasulye
0. gün	1173.98 ± 247.20^a	2863.82 ± 131.28^a
1. gün	1124.33 ± 217.49^a	2527.90 ± 79.79^b
3. gün	1519.32 ± 335.61^a	2499.16 ± 208.90^b
5. gün	1293.45 ± 311.38^a	2224.94 ± 106.18^b
10. gün	1177.80 ± 262.51^a	2208.80 ± 247.22^b

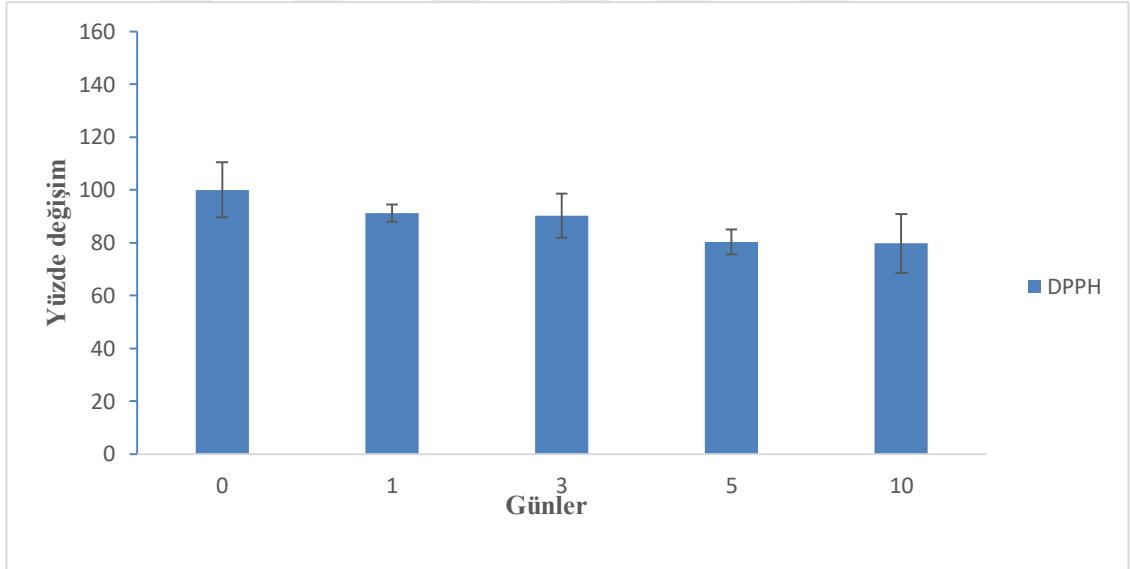
¹³ Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p < 0.05$) km: kuru madde

Kabak örnekleri için DPPH radikal temizleme aktivitesi yüzde değişim grafiği Şekil 29’da verilmiştir. Şekil 29 incelendiğinde 3. gün en yüksek antioksidan aktivite değerine ulaşan kabak örneğinin antioksidan aktivitesi depolama süresince artış göstermiştir (1. gün hariç). 10 günlük depolama sonunda antioksidan aktivitede istatistiksel olarak önemli olmayan derecede bir değişim meydana gelmiştir.



Şekil 29. Kabak DPPH radikal temizleme aktivitesi yüzde değişim grafiği

Fasulye örnekleri için DPPH radikal temizleme yüzde değişim grafiği Şekil 30'da verilmiştir. Şekil 30 incelendiğinde fasulye örneğinde depolama süresi arttıkça antioksidan aktivitede azalma gözlenmiştir. 10 günlük depolama sonunda antioksidan aktivitede % 22.9 oranında kayıp meydana gelmiştir.



Şekil 30. Fasulye DPPH radikal temizleme aktivitesi yüzde değişim grafiği

4.2.7. FRAP Analiz Sonuçları

FRAP analiz sonuçları Tablo 25'de verilmiştir. Depolama günlerine göre örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Tablo 25 incelendiğinde kabak örneklerinde FRAP değeri $1142.09 \pm 51.34 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$ ile $1905.37 \pm 203.69 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$ arasında değiştiği ve fasulye örneklerinde ise $941.03 \pm 70.03 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$ ile $1277.74 \pm 103.45 \mu\text{mol}/100 \text{ g}$ arasında değiştiği görülmektedir. Kabak

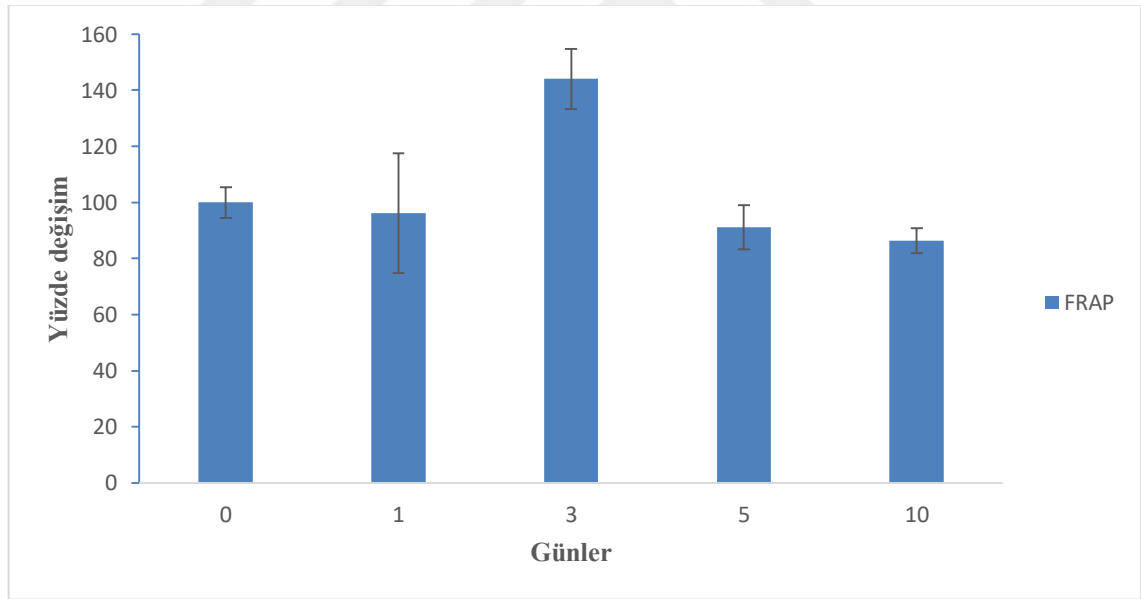
örneğinde en yüksek FRAP değeri 3. günde en düşük FRAP değeri ise 10. günde bulunmuştur. Fasulye örneğinde ise en yüksek FRAP değeri 0. günde iken en düşük FRAP değeri 1. günde bulunmuştur.

Tablo 25. FRAP depolama analiz sonuçları ($\mu\text{mol} / 100 \text{ g km}$)¹⁴

	Kabak	Fasulye
0. gün	1322.77 $\pm$ 72.96 ^b	1277.73 $\pm$ 103.45 ^a
1. gün	1272.11 $\pm$ 271.90 ^b	941.03 $\pm$ 70.02 ^b
3. gün	1905.37 $\pm$ 203.69 ^a	1000.08 $\pm$ 123.63 ^b
5. gün	1206.14 $\pm$ 94.18 ^b	966.77 $\pm$ 28.54 ^b
10. gün	1142.09 $\pm$ 51.34 ^b	1055.49 $\pm$ 119.39 ^b

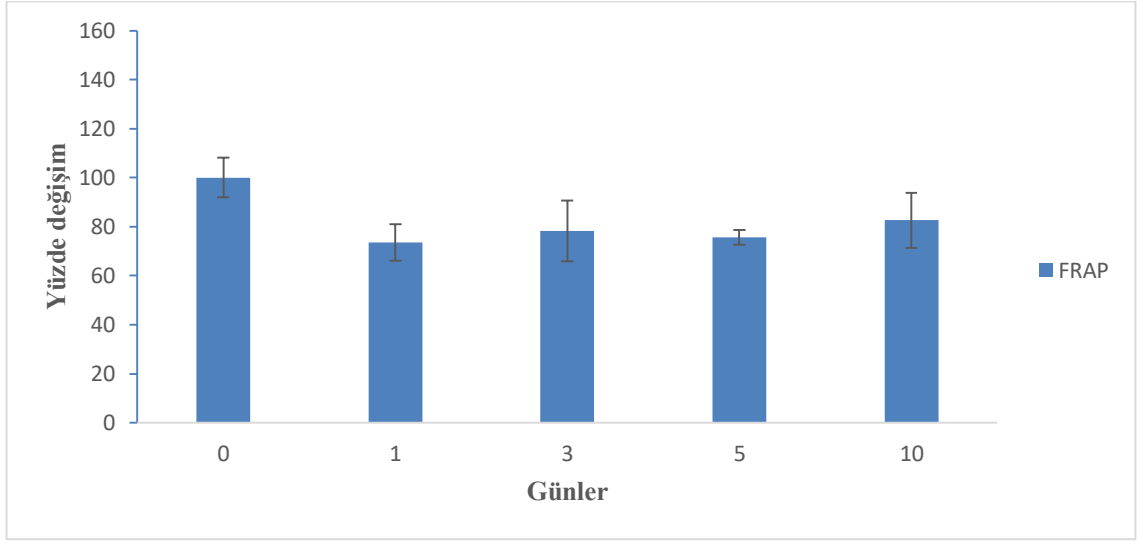
¹⁴ Farklı harflerle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p < 0.05$) km: kuru madde

Kabak örnekleri için FRAP yüzde değişim grafiği Şekil 31’de verilmiştir. Şekil 31 incelendiğinde 0. güne göre FRAP değeri 3. günde artış diğer günlerde azalış göstermiştir. 10 günlük depolama sonunda antioksidan aktivitede % 13.7 oranında kayıp meydana gelmiştir.



Şekil 31. Kabak FRAP yüzde değişim grafiği

Fasulye örnekleri için FRAP yüzde değişim grafiği Şekil 32’de verilmiştir. Şekil 32 incelendiğinde fasulye örneklerinin FRAP değeri 0. güne göre azalma göstermiştir. 10 günlük depolama sonunda antioksidan aktivitede % 17.4 oranında kayıp meydana gelmiştir.



Şekil 32. Fasulye FRAP yüzde değişim grafiği

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın birinci bölümünde üç farklı pişirme yönteminin (haşlama, buharda ve Sous vide pişirme) kabak ve yeşil fasulyenin renk özellikleri, toplam karotenoid, C vitamini ve toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde Sous vide pişirme işlemi uygulanmış sebze örnekleri 10 gün süre ile buzdolabında muhafaza edilmiş ve belirli aralıklarla alınan örneklerde renk, toplam karotenoid, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite tayinleri yapılarak depolama süresince meydana gelen değişimler incelenmiştir.

5.1. Pişirme Yöntemlerinin Fizikokimyasal Özelliklere Etkisinin Değerlendirilmesi

Haşlama işlemi uygulanmış kabak ve fasulye örneklerinde kuru madde miktarında azalma gözlenirken buharda pişirme ve Sous vide yöntemi uygulanmış örneklerde artış gözlenmiştir. Reis vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada brokoli ve karnabahar örneklerine haşlama, buharda ve Sous vide pişirme yöntemleri uygulanmış olup brokoli örneğinde kuru madde miktarının % 13.24'den haşlama işlemi sonrası % 8.07'ye, buharda pişirme işlemi sonrası % 11.19'a ve Sous vide işlemi sonrası % 11.85'e düştüğü belirlenmiştir. Karnabahar örneğinde ise % 7.67'den haşlama işlemi sonrası % 6.72'ye düştüğü, buharda pişirme işlemi sonrası % 8.52'ye ve Sous vide işlemi sonrası % 10.80'e yükseldiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve literatürdeki çalışma sonuçları haşlama işlemi sırasında nem kaybının diğer pişirme yöntemlerine göre yüksek olduğunu göstermektedir. Haşlama işleminde örnek kaynayan su ile direkt temas etmektedir. Bu durum nem kaybının diğer yöntemlere göre daha fazla olması ile ilişkilendirilmektedir (Reis vd., 2015).

Renk tüketici tercihini etkileyen önemli kalite parametrelerinden birisidir. Pişirme işlemleri sonrası sebzelerin L* (parlaklık) değerinde azalma gözlenirken a* (kırmızılık-yeşillik) değerinde artış gözlenmiştir. Literatürdeki çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Guillen ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada haşlama işlemi sonrası yeşil fasulyenin a* değerinin arttığı tespit edilmiştir. Iborra-Bernad ve vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada yeşil fasulye örneğinin ve Lafarga vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada ise brokoli örneğinin a* değerinde Sous vide pişirme uygulanması sonrası artış olduğu rapor edilmiştir. a* değerinde artış olması kırmızılık değerinin arttığını göstermektedir. a* değerinde meydana gelen değişim sebzelerle yeşil rengini

veren klorofil pigmentinin parçalanması ile ilişkilendirilmiştir. Sous vide yönteminde örnekler vakumlu poşette pişirilmektedir. Sebzelerde bulunan organik asitlerin poşette tutulu kalması nedeniyle bir miktar pH düşüşü meydana gelmektedir. Asitlik artışı klorofilin parçalanmasında yol açarak renk değişimine neden olmuş olabilir (Iborra ve diğ., 2015)

5.2. Pişirme İşlemlerinin Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Kapasite Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Antioksidan maddeler serbest radikallerin reaksiyonlarını durdurarak kardiyovasküler ve pulmoner sistem hastalıkları, kanser, katarakt ve yaşlanma gibi süreçlerde rolü olduğu bilinen serbest radikallerin, sağlık üzerindeki zararlı etkilerini azaltır. Fenolik bileşikler antioksidan özellik gösteren bileşiklerdir. Literatürde fenolik bileşiklerin; antioksidan, antiallerjik, antienflamatuar, antidiyabetik, antimikrobiyal, antipatojenik, antiviral ve antitrombotik özelliklerini vurgulayan çalışmalar bulunmaktadır (Kolaç, 2017).

Bu çalışmada pişirme işlemi uygulaması sonrasında sebze örneklerinin toplam fenolik madde miktarında azalma meydana geldiği gözlenmiştir. Pişirme yöntemlerinin sebzelerin toplam fenolik madde içeriğine etkisini inceleyen çalışmalarda çelişkili sonuçlar elde edilmiştir. Bazı çalışmalarda toplam fenolik madde miktarında artış gözlenirken bazı çalışmalarda azalma olduğu tespit edilmiştir. Preti vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada haşlama ve buharda pişirme işlemi sonrası yeşil fasulye örneklerinin toplam fenolik madde miktarında azalma olduğu rapor edilmiştir. Guillen vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada brokoli, yeşil fasulye, enginar ve havuç örneklerinde haşlama işlemi sonrası toplam fenolik madde miktarının azaldığı belirlenmiştir. Türkmen vd. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada biber, kabak, yeşil fasulye, bezelye, brokoli ve pırasa örneklerine haşlama ve buharda pişirme yöntemleri uygulanmış olup biber ve yeşil fasulye örneklerinde haşlama işlemi sonrası artış tespit edilirken bezelye, kabak, brokoli ve pırasa örneklerinde azalma tespit edilmiştir. Buharda pişirme yönteminde ise yeşil fasulye ve brokoli örneklerinde artış gözlenirken kabak, bezelye ve pırasa örneklerinde azalma olduğu saptanmıştır. Isı etkisi ile fenolik maddelerinin parçalanması sonucu fenolik madde miktarında azalma meydana geldiği ve ısı işlem ile bağlı formdaki fenolik maddelerin serbest hale geçmesi ile fenolik madde miktarında artış meydana geldiği düşünülmektedir (Lafarga vd., 2018). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar fenolik maddelerin en iyi korunduğu pişirme yönteminin Sous vide yöntemi olduğunu göstermiştir. Literatürde yer alan çalışmalar bu sonucu

desteklemektedir. Sous vide yönteminde diğer pişirme yöntemlerine göre daha düşük sıcaklık (<100 °C) uygulanmaktadır (Guillen vd., 2016).

Bu çalışmada pişirme işlemleri sonrası kabak örneklerinin antioksidan kapasitesinde artış gözlenirken fasulye örneklerinin antioksidan kapasitesinde azalma gözlenmiştir. Çalışma sonunda elde edilen bulgular literatür ile uyumludur. Pişirme yöntemlerinin sebzelerin antioksidan kapasitesine etkisini inceleyen çalışmaların bir bölümünde antioksidan kapasitede artış bir bölümünde ise azalma olduğu rapor edilmiştir. Türkmen vd. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada haşlama ve buharda pişirme işlemleri sonrası biber, kabak, yeşil fasulye, brokoli ve ıspanak örneklerinde DPPH radikal temizleme aktivitesinde artış ve bezelye örneğinde ise azalma meydana geldiği rapor edilmiştir. Brokoli ve karalahana ile yapılan bir çalışmada buharda pişirme ve Sous vide işlemleri sonrası DPPH radikal temizleme aktivitesinde artış meydana geldiği rapor edilmiştir (Lafarga vd., 2018). Preti vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada ise 3 çeşit yeşil fasulye ile çalışılmış ve haşlama ve buharda pişirme işlemi sonrası DPPH radikal temizleme aktivitesinde azalma tespit edilmiştir. Kosewksi ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada 22 çeşit sebze geleneksel ve Sous vide pişirme yöntemleri uygulanıp antioksidan aktivitede meydana gelen değişim incelenmiştir. Geleneksel pişirme işlemi uygulanmış 20 sebze örneğinde DPPH radikal temizleme aktivitesinde azalma meydana geldiği ve 2 örnekte ise artış görüldüğü rapor edilmiştir. FRAP değerinde ise 13 örnekte azalma ve 9 örnekte artış tespit edilmiştir. Sous vide pişirme yönetimi uygulanmış örneklerde ise DPPH radikal temizleme aktivitesinde 8 örnekte artış ve FRAP değerinde ise 13 örnekte artış gözlemlendiği rapor edilmiştir. Miglio vd. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada brokoli, havuç ve kabak örneklerinde haşlama ve buharda pişirme işlemleri sonrası FRAP değerinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Antioksidan aktivitedeki artış sebzelerde bağlı formdaki antioksidan maddelerin ısı etkisi ile serbest forma geçmesiyle ilişkilendirilmiştir. Isı etkisiyle meydana gelen nem kaybının da bu artışta etkisi olabileceği ifade edilmiştir (Lafarga vd., 2018). Antioksidan aktivitedeki azalma sebzelerdeki antioksidan özellik gösteren maddelerin ısı etkisi ile parçalanması ile ilişkilendirilmektedir.

Pişirme işlemlerinin sebzelerin antioksidan kapasitesi üzerine etkisi inceleyen çalışmalarda farklı sonuçların alınması sebze çeşidi, pişirme koşulları ve antioksidan madde ekstraksiyon koşullarının farklı olması ile açıklanabilir. Sebze çeşidine göre pişirme süresi değişmektedir. Pişirme süresi arttıkça ısıdan etkilen bileşiklerin kaybı artmaktadır. Antioksidan maddelerin çözünürlük özellikleri farklıdır. Kullanılan çözücü

çeşidine göre antioksidan madde ekstraksiyon verimi değişmektedir. Ekstraksiyon verimine bağlı olarak antioksidan aktivite değeri değişebilmektedir.

Bu çalışmada pişirme işlemi sonrası kabak örneklerinde antioksidan aktivitede artış gözlenirken fasulye örneklerinde azalma gözlenmiştir. Fasulye örneklerine uygulanan işlem süresi (20-60 dakika) kabak örneklerine uygulanan işlem süresinden (15-45 dakika) daha uzundur. İşlem süresi arttıkça ısı etkisiyle parçalanan antioksidan madde miktarı artmış olabilir.

5.3. Pişirme Yöntemlerinin C Vitamini Üzerine Etkisinin İncelenmesi

C vitamini ve oksidasyon ürünü dehidroaskorbik asit, insan vücudunda çeşitli biyolojik aktivitelere sahiptir ve kansere karşı koruyucu özellik gösterdiği düşünülmektedir. İnsan diyetindeki C vitamininin % 85'inden fazlası meyve ve sebzelerden sağlanmaktadır (Lafarga, 2018).

Bu çalışmada kabak örneklerinde pişirme işlemi sonrası C vitamini miktarında artış gözlenmiştir. Fasulye örneklerinde ise haşlama ve buharda pişirme işlemi sonrası azalma gözlenirken Sous vide yöntemi sonrası artış gözlenmiştir. Miglio vd (2008) tarafından yapılan bir çalışmada haşlama ve buharda pişirme işlemi uygulanmış havuç, kabak ve brokoli örneklerinde C vitamini miktarında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Gonnella vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada da kuşkonmaz örneklerinde haşlama ve buharda pişirme işlemleri sonrası C vitaminde azalma meydana geldiği rapor edilmiştir. Isı ve oksijen C vitamini kaybına neden olan etmenlerdir. Pişirme süresi sebzelerin ısı ve oksijene maruz kalma düzeylerini etkilemektedir. Kabak ve fasulye C vitamini sonuçları arasındaki farklılıklar pişirme sürelerinin farklı olması ile açıklanabilir.

Bu çalışmada Sous vide yöntemi uygulanmış sebze örneklerinin C vitamini miktarının diğer yöntemlere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Literatürde de yer alan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Karalahana ve brokoli ile yapılan bir çalışmada buharda pişirme ve Sous vide yöntemi uygulaması sonrası C vitaminde azalma meydana geldiği ve C vitamini kaybının buharda pişirme yönteminde Sous vide yöntemine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Lafarga vd., 2018). Florkiewicz vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada brokoli ve Brüksel lahanası örneklerinde pişirme işlemleri sonrası C vitamini kaybı meydana geldiği ve Sous vide yönteminde meydana gelen kaybın haşlama ve buhar pişirme yöntemine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sous vide yönteminde örnekler vakum uygulanarak paketlenmektedir. Vakum uygulaması ile ortamdaki oksijen uzaklaştırılmaktadır. Oksijen C vitamini kaybını hızlandıran etmenlerin başında gelmektedir. Iborra vd. (2015) yapılan çalışmada ise yeşil

fasulyede C vitamini miktarının Sous vide uygulaması sonrası arttığı tespit edilmiştir. C vitamini de görülen artış pişirme işlemi sırasında meydana gelen nem kaybı ile ilişkilendirilmiştir.

5.4. Pişirme Yöntemlerinin Toplam Karotenoid Miktarı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Karotenoidler bitkilerde bulunan pigmentlerdir. Bu çalışmada kabak örneğinde toplam karotenoid miktarında haşlama işlemi sonrası artış gözlenirken diğer yöntemlerde ise azalma gözlenmiştir. Fasulye örneğinde ise buharda pişirme sonrası artış gözlenirken Sous vide yönteminde ise azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Brokoli ve karnabahar ile yapılan bir çalışmada toplam karotenoid miktarının haşlama ve buharda pişirme işlemleri sonrası arttığı rapor edilmiştir (Reis vd., 2015). Miglio vd. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada havuç ve brokoli örnekleri ile çalışılmıştır. Havuç örneğinde haşlama işlemi sonrası toplam karotenoid miktarında % 14 oranında artış gözlenirken buharda pişirme yöntemi sonrası % 7 oranında azalma olduğu rapor edilmiştir. Buharda pişirilen örneklerde karoten kaybının daha yüksek olmasının işlem süresinin haşlama işlemine göre daha uzun olması nedeniyle örneklerin ışıık ve oksijene daha uzun süre maruz kalması ile açıklanabileceği ifade edilmiştir. Brokoli örneğinde ise haşlama işlemi sonrası toplam karotenoid miktarında % 32 oranında ve buharda pişirme işlemi sonrası ise % 19 oranında artış tespit edilmiştir. Iborra vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada havuçların haşlama işlemi sonrası beta-karoten içeriğinde artış tespit edilmiştir. Pişirme işlemleri sonrası karotenoid miktarındaki artış ısı etkisi ile karoten-protein kompleksinin parçalanması ve hücre duvarındaki pektik maddelerin çözünmesi sonucu karoten ekstraksiyon veriminde artış olmasıyla ilişkilendirilmektedir.

5.5. Depolama Süresince Fizikokimyasal Özelliklerdeki Değişimin Değerlendirilmesi

Depolama süresince sebze örneklerinin kuru madde miktarında artışlar gözlenmiştir. Kuru madde miktarındaki artış depolama süresince meydana gelen nem kaybı ile ilişkili olabilir.

Depolama süresince sebze örneklerinin parlaklık (L^*) ve sarılık-mavilik (b^*) değerlerinde 0. gün ile kıyaslandığında genellikle artış gözlenmiştir. Literatürdeki yer alan çalışmalarda da benzer sonuçlar rapor edilmiştir. Knochel vd. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada Sous vide işlemi uygulanmış yeşil fasulye örnekleri 25 gün süreyle 3 °C’de muhafaza edilerek 1., 4., 8., 11., 14., ve 25. günde renk tayini yapılmıştır.

Depolama sürecinde yeşil fasulye örneklerinin L* ve b* değerlerinde artış meydana geldiği rapor edilmiştir. Rinaldi vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ise Sous vide yöntemi işlemi sonrası Brüksel lahanası örnekleri 10 gün buzdolabında muhafaza edilerek 1., 5. ve 10. günde renk tayinleri yapılmış ve örneklerinin L* ve b* değerlerinde artış meydana geldiği belirlenmiştir.

Klorofil bitkilere yeşil renk veren pigmenttir. Yeşil sebzelerin rengi klorofil miktarı ile ilişkilidir. Klorofilin parçalanması sonucu yeşil renk zeytin yeşiline dönmektedir (Iborra-Bernard, 2015). Bu çalışmada depolama sürecince sebze örneklerinin a* değerinde ihmal edilebilecek düzeyde değişim meydana geldiği belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre depolama süresince sebzelerin yeşil renginin korunduğu ifade edilebilir.

5.6. Depolamanın Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Kapasite Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Depolama süresince (3. gün hariç) kabak ve fasulye örneklerinin toplam fenolik madde miktarında istatistiksel olarak önemli olmayan derecede azalmalar gözlenmiştir. Fasulye örneklerinin antioksidan aktivitesinde istatistiksel olarak önemli derecede azalmalar tespit edilmiştir. Kabak örneklerinde ise antioksidan aktivitede istatistiksel olarak önemli olmayan derecede azalmalar ve artışlar tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları literatür ile uyumludur. Chiavaro vd. (2012) yapılan çalışmada Sous vide pişirme uygulanmış brüksel lahanasının 10 gün buzdolabında muhafazası esnasında antioksidan aktivitede azalma görüldüğü rapor edilmiştir. Armesto vd (2017) tarafından yapılan çalışmada Sous vide işlemi uygulanmış karalahananın 21 gün süreyle buzdolabında muhafazası sırasında antioksidan kapasitenin azaldığı tespit edilmiştir.

Soğuk muhafaza sürecinde antioksidan kapasitede görülen değişim antioksidan özellik gösteren maddelerin miktarının azalmasıyla ilişkili olabilir. Depolama süresince sebze örneklerinin C vitamini, toplam karotenoid ve toplam fenolik madde miktarlarında azalma olduğu tespit edilmiştir. Vakumlu ambalajda tutulu kalan oksijen ile temas sonucu antioksidan maddeler okside olmuş olabilir.

5.7. Depolamanın C Vitamini Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

C vitaminin suda çözünür olması ve yüksek sıcaklık ve oksidasyona duyarlı olması nedeniyle depolama sırasında C vitamini kayıpları görülmesi muhtemeldir. Depolama süresince fasulye örneğinin C vitamini miktarında istatistiksel olarak önemli derecede azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Kabak örneğinin C vitamini miktarında ise

artışlar gözlenmiştir. Chiavaro vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada Sous vide işlemi sonrası buzdolabında muhafaza edilen Brüksel lahanası örneklerinin C vitamini miktarında 5. günde % 33 ve 10. günde % 48 oranında azalma meydana geldiği rapor edilmiştir. Armesto vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada ise karalahana örnekleri Sous vide işlemi sonrası 21 gün süreyle buzdolabında depolanmış ve 7., 14. ve 21. günde C vitamini tayini yapılmıştır. Depolama süresince C vitamini miktarında önemli derecede azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Karnabahar, brokoli ve Brüksel lahanası ile yapılan çalışmada ise Sous vide işleme sonrası sebzeler 2 °C'de 5 gün muhafaza edilmiş, C vitamini değerinde azalma meydana geldiği ve en az C vitamini kaybının brokoli örneğinde olduğu rapor edilmiştir (Florkiewicz vd., 2019). Depolama süresince meydana gelen C vitamini kayıpları C vitaminin enzimatik oksidasyonu sonucu gerçekleşmiş olabilir.

5.8. Depolamanın Karotenoid Miktarı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Kabak örneklerinin 10 gün süreyle buzdolabında depolanması sürecince toplam karotenoid miktarında istatistiksel olarak önemli derecede olmayan artışlar ve azalmalar meydana geldiği gözlenmiştir. Fasulye örneklerinin toplam karotenoid miktarında ise istatistiksel olarak önemli derecede azalma olduğu tespit edilmiştir. Chiavaro vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada Sous vide yöntemi uygulanmış havuç ve Brüksel lahanası örnekleri 10 gün süreyle buzdolabında muhafaza edilmiştir. Havuç örneklerinin toplam karotenoid miktarında depolama süresince artış gözlemlendiği rapor edilmiştir. Brüksel lahanası örneklerinde ise 5. günde artış gözlenirken 10. Günde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Sous vide işlemi sonrası buzdolabında muhafaza esnasında sebze örneklerinin yapısında yumuşama gözlenmiştir. Sebze örneklerinin yapısının yumuşamasına bağlı olarak serbest hale geçen karotenoidler okside olmuş olabilir. Depolama süresince karotenoid miktarında gözlenen azalmalar sebzelerin yapısının yumuşamasıyla ilişkili olabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kabak ve yeşil fasulye örneklerine uygulanan 3 farklı pişirme yönteminin sebzelerinin renk özellikleri, biyoaktif bileşen içeriği ve antioksidan kapasitesine etkileri şu şekilde özetlenebilir:

- Pişirme yöntemlerinin sebzelerin parlaklığında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.
- Sebzelerde yeşil renk kaybının en az olduğu pişirme yönteminin kabak örneğinde buharda pişirme yöntemi ve fasulye örneğinde ise haşlama yöntemi olduğu tespit edilmiştir.
- Taze örneklerle kıyaslandığında en düşük miktarda C vitamini içeren sebze örneklerinin haşlama işlemi uygulanmış örnekler olduğu belirlenmiştir.
- Sous vide yönteminin sebzelerin C vitamini içeriği üzerine pozitif bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.
- Haşlama yönteminde diğer pişirme yöntemlerine kıyasla kabak örneklerinin karotenoid miktarının daha iyi korunduğu belirlenmiştir.
- Sous vide yönteminde diğer pişirme yöntemlerine kıyasla toplam fenolik madde miktarının daha iyi korunduğu belirlenmiştir.
- Pişirme yöntemlerinin antioksidan kapasite üzerine etkisinin sebzeye göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir.
- Haşlama işlemi uygulanmış kabak örneklerinin antioksidan kapasitesinin diğer pişirme yöntemleri uygulanmış kabak örneklerine kıyasla yüksek olduğu belirlenmiştir.
- Buharda pişirme işlemi uygulanmış fasulye örneklerinin antioksidan kapasitesinin diğer pişirme yöntemleri uygulanmış fasulye örneklerine kıyasla yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sous vide pişirme işlemi uygulandıktan sonra 10 gün süreyle buzdolabında muhafaza edilen kabak ve yeşil fasulye örneklerinin depolama süresince renk özellikleri, biyoaktif bileşen içeriği ve antioksidan kapasitesindeki değişimler şu şekilde özetlenebilir:

- Sebzelerin buzdolabında 10 günlük depolama sonunda sebzelerin yeşil rengine kaybın ihmal edilebilecek düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

- Buzdolabında 10 günlük depolama sonunda kabak örneğinin C vitamini miktarında ihmal edilebilecek düzeyde değişim meydana gelirken fasulye örneğinde önemli derecede azalma (% 25) meydana geldiği saptanmıştır.
- Buzdolabında 10 günlük depolama sonunda kabak örneğinin karotenoid miktarında ihmal edilebilecek düzeyde değişim meydana gelirken fasulye örneğinde önemli derecede azalma (>% 50) meydana geldiği saptanmıştır.
- Buzdolabında 10 günlük depolama sonunda sebze örneklerinin toplam fenolik madde miktarında ihmal edilebilecek düzeyde değişim meydana geldiği saptanmıştır
- Buzdolabında 10 günlük depolama sonunda kabak örneğinin DPPH radikal temizleme aktivitesinde ihmal edilebilecek düzeyde değişim meydana gelirken fasulye örneğinde önemli derecede azalma (% 23) meydana geldiği saptanmıştır.
- Buzdolabında 10 günlük depolama sonunda kabak örneğinin FRAP değerinde ihmal edilebilecek düzeyde değişim meydana gelirken fasulye örneğinde önemli derecede azalma (% 18) meydana geldiği saptanmıştır

Bu çalışmada pişirme yöntemlerinin sebzelerin biyoaktif bileşen içeriği ve antioksidan kapasitesine etkisinin sebze çeşidine, biyoaktif bileşene ve pişirme yöntemine göre farklılıklar gösterebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Sous vide işlemi sonrası depolama esnasında biyoaktif bileşenlerde ve antioksidan kapasitede meydana gelen kayıplarda sebzeye göre farklılıklar göstermektedir. Sebzelerin biyoaktif bileşen içeriğinden ve antioksidan kapasitesinden azami ölçüde faydalanabilmek için her sebze için iyi uygun pişirme ve muhafaza yöntemleri geliştirilmelidir. Özellikle Sous vide yöntemi gibi yeni yöntemler üzerine daha fazla çalışma yapılması sağlıklı pişirme yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Aktaş, Z ve Bakkalbaşı, E. (2016). Yaygın Kullanılan Isıl İşlemlerin Beyaz Lahanelerin Yüzey Rengi, Toplam Fenolik Madde İçeriği ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (4), 505-511.
- Armesto, J., Gómez, L, L., Carballo, J. ve Martínez, S. (2017). The effect of vacuum cooking and boiling and refrigerated storage on the quality of galega cabbage (*Brassica oleracea* var. *Acephala* cv. *Galega*). *LWT-Food Science and Technology*, 79, 267-277.
- Aşkan, E., Dağdemir, V. ve Tercan, S. (2018). Erzurum ilinde taze fasulye üretim maliyeti. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31 (3), 243-247.
- Baldwin, D.E. (2012). Sous vide cooking: a review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1, 15–30.
- Benzie, I.F.F ve Strain, J.J. (1999). Ferric reducing antioxidant power assay, direct measure of total antioxidant activity of biological fluids, and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology*, 299, 15-19.
- Bernhardt, S. ve Schlich, E. (2006). Impact of different cooking methods on food quality: Retention of lipophilic vitamins in fresh and frozen vegetables. *Journal of Food Engineering*, 77(2), 327-333.
- Beyhan Y. (2018) *Toplu Beslenme Sistemlerinin Yönetim ve Organizasyonu*. Ankara Nobel Tıp Kitapevi, Ankara.
- Blanco-Díaz, M.T., Del Río-Celestino, M., Martínez-Valdivieso, D. ve Font, R. (2014). Use of visible and near-infrared spectroscopy for predicting antioxidant compounds in summer squash (*Cucurbita pepo* ssp *pepo*). *Food Chemistry*, 164, 301-308.
- Bozkır, H. (2020). Mikrodalga ve termosonikasyon haşlama yöntemleri ile patatesin haşlanması ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda*, 45(5), 917-928.
- Brands-Williams, W., Cuvelier, M.E. ve Berset C. (1995). Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT- Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- Bureau, S., Mouhoubi, S., Touloumet, L., Garcia, C., Florie, M., Valerie, B. ve Catherine, M.G.C.R. (2015). Are folates, carotenoids and vitamin C affected by cooking four domestic procedures are compared on a large diversity of frozen vegetables. *LWT-Food Science and Technology*, 64, 735-741.

- Ceylan, Z ve Sengör, G. F. Ü. (2017). Sous vide teknolojisi ile muamele edilen balıkların kalite parametrelerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, 32(1), 8-21.
- Chaurasia S. (2020). *Green beans*. A.K. Jaiswal (Der.). Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables içinde. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-812780-3.00051-9
- Chiavaro, E., Mazzeo, T., Visconti, A., Manzi, C., Fogliano, V. ve Pellegrini, N. (2012). Nutritional quality of sous vide cooked carrots and brussels sprouts. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 60 (23), 6019-6025.
- Coşansu, S ve Kıymetli, Ö. (2016). Sous vide pişirme yönteminin sebzelerin besin değerleri üzerine etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (11), 919-925.
- Determination of vitamin C in beverages, fruits and vegetables by HPLC/UV method (akredite SZPI yöntem A/11, ČSN EN 14130).
- Fabbri, D.T.A ve Crosby, A.G. (2015). A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 3, 2-11.
- Fellows, P.J. (2017). *Food Processing Technology. Principle and Practices*. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/B978-0-08-101907-8.00010-9
- Florkiewicz, A., Socha, R., Filipiak-Florkiewicz, A. ve Topolska, K. (2019). Sous-vide technique as an alternative to traditional cooking methods in the context of antioxidant properties of Brassica vegetables. *LWT-Food Science and Technology*, 99(1), 173-182.
- Gonnella, M., Miriana, D., Sofia, C., Massimiliano, D. ve Massimiliano, R. (2018). Quality assessment of ready-to-eat asparagus spears as affected by conventional and sous-vide cooking methods. *LWT-Food Science and Technology*, 92, 161-168,
- Guida, V., Ferrari, G., Pataro, G., Chambery, A., Di Maro, A. ve Parente, A. (2013). The effects of ohmic and conventional blanching on the nutritional, bioactive compounds and quality parameters of artichoke heads. *LWT-Food Science and Technology*, 53(2), 569-579.
- Guillén, S., Mir-Bel, J., Oria, R. ve Salvador, M.L. (2016). Influence of cooking conditions on organoleptic and health-related properties of artichokes, green beans, broccoli and carrots. *Food Chemistry*. 217, 209-216.
- Güler S. M ve Bilici, S. (2017). Besinin içeriği, işleme ve pişirme yöntemlerinin glisemik indeks üzerine etkisi. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2 (3), 1-12.

- Haskaraca, G. ve Kolsarici, N. (2013). Sous vide pişirme ve et teknolojisinde uygulama olanakları. *Akademik Gıda*, 11(2), 94-101.
- Iborra-Bernad, C., García-Segovia, P. ve Martínez-Monzó, J. (2015). Physico-chemical and structural characteristics of vegetables cooked under sous-vide, cook-vide, and conventional boiling. *Journal of Food Science*, 80(8), E1725-E1734.
- Kalkan, I ve Yucecan, S. (2013). Stability of dietary phenolics and antioxidant properties of vegetables depends on cooking methodology. *Journal of Marmara University Institute of Health Sciences*, 3, 8-16.
- Kaygısız, T., Bozokalfa, M. K., Şen, F. ve Eşiyok, D. (2006). Yazlık kabaklarda (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) verim dağılımı ve hasat sonrası kalite değişimlerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43 (2), 27-39.
- Knochel, S., Vangsgaard, R. ve Søholm Johansen, L. (1997). ' Quality changes during storage of sous vide cooked green beans (*Phaseolus vulgaris*). *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung A*, 205, 370-374.
- Koçak, H. (2012). Yiyecek hazırlama ve pişirme uygulamaları-Amasya örneği. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 4 (7), 13-23.
- Kolaç, T., Gürbüz, P. ve Yetiş, G. (2017). Doğal ürünlerin fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 5(1), 26-42.
- Kosewski, G., Górna, I., Bolesławska, I., Kowalówka, M., Więckowska, B., Glowka, A., Morawska, A., Jakubowski, K., Małgorzata, D., Miszczuk, P. ve Przysławski, J. (2017). Comparison of antioxidative properties of raw vegetables and thermally processed ones using the conventional and sous-vide methods. *Food Chemistry*. 240, 1092-1096.
- Kozak, M. A. K ve Baltalı, B. (2020). “Sous-Vide” tekniğinin pişirme süreci kapsamında değerlendirilmesi. *Aydın Gastronomy*, 5(1), 13-33.
- Kurtar, E., Seymen, M. ve Ünal, K., (2020). Cucurbita türlerinde ikiye katlanmış haploid bitki üretimine genel bir bakış. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30 (3), 510-520.
- Lafarga, T., Bobo, G., Vinas, I., Zudaire, L., Simó, J. ve Aguiló-Aguayo, I. (2018). Steaming and sous-vide: Effects on antioxidant activity, vitamin C, and total phenolic content of Brassica vegetables. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 13, 134-139.

- Lafarga, T., Vinas, I., Bobo, G., Simó, J. ve Aguiló-Aguayo, I. (2018). Effect of steaming and sous vide processing on the total phenolic content, vitamin C and antioxidant potential of the genus Brassica. *Innovative Food Science ve Emerging Technologies*, 47, 412-420.
- Madakbaş, S. Y., Kar, H. ve Küçükumuzlu, B. (2004). Çarşamba Ovası'nda bazı bodur taze fasulye çeşitlerinin verimliliklerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 1- 6.
- Menemencioğlu, Y.E., Emre, U., Candemir, A. ve Gülşen, O. (2013). Kayseri'de gelişim kaba- ekonomik, yetiştiricilik ve pazarlamayı yetiştirme durumu. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 29(3), 220-226.
- Meral, R. (2016). Isıl işlemin fenolik bileşenleri üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21 (1), 55 67.
- Mızrak, G. (2020). *Fasulye yetiştiriciliği*. Ankara.
- Miglio, C., Chiavaro, E., Visconti, A., Foglione, V. ve Pellegrini, N. (2008). Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. *Food Chemistry*, 56, 1, 139–147.
- Mutlu, A. S. (2018). Farklı pişirme yöntemlerine göre tabak artığı oluşumu: Afyon Kocatepe Üniversitesi merkez yemekhane örneği. *The Journal of Academic Social Sciences*. 85, 520-538.
- Önder, S ve Uçar, Ö., (2021). Tuz stresinin fasulye (*Phaseolus Vulgaris L.*) üzerindeki etkileri ve tuza toleransı artırmak için yapılan uygulamalar. 3rd International Conference on Food, Agriculture and Veterinary, 19-20 June, Izmir, Turkey, ss. 335-344
- Özer, Ç ve Tepe, B. (2019). Farklı pişirme tekniklerinin havuç dilimlerinin bazı kimyasal ve biyoaktif özellikleri üzerine etkisi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 7 (4), 2630-2643.
- Podsędek, A. (2005). Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: a review. *LWT-Food Science and Technology*, 40, 1-11.
- Preti, R., Rapa M. ve Vinci G. (2017). The effect of steaming and boiling on antioxidant properties and biogenic amine content of different colored green bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars. *Journal of Food Quality*, 3, 1-8.

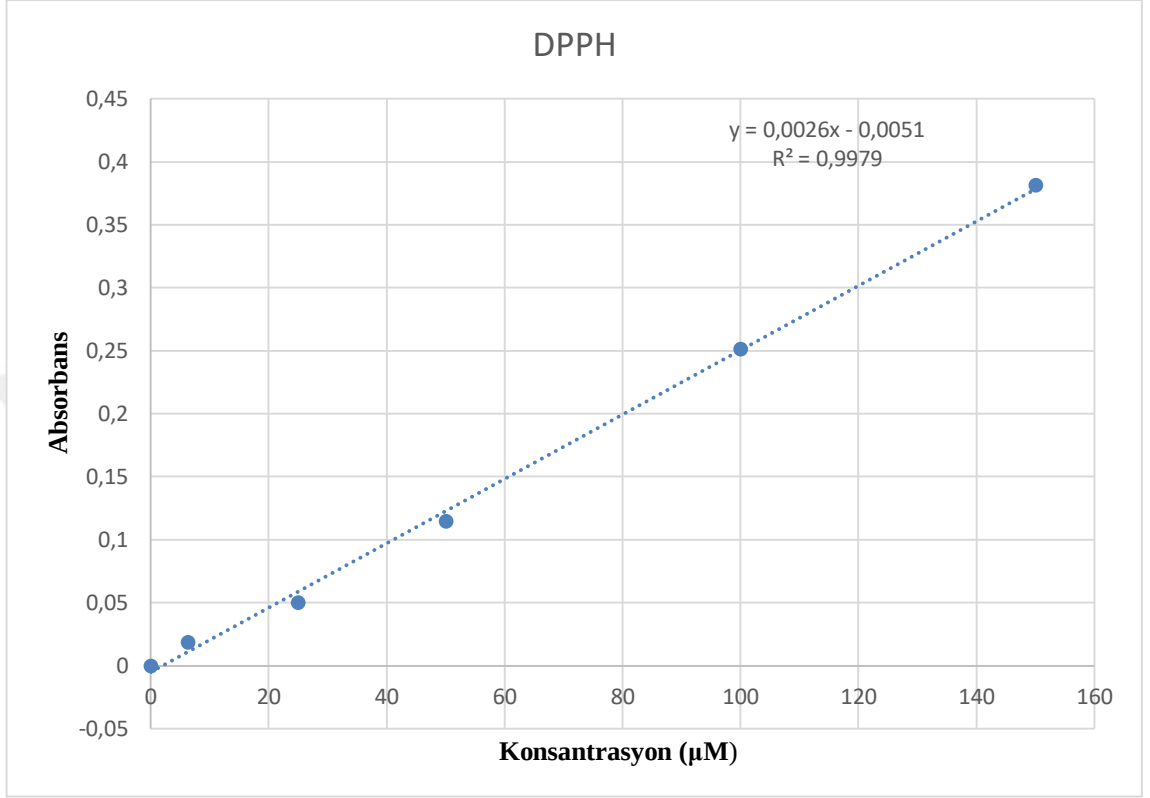
- Reis, L.C.R., Oliveira, V.R., Hagen, M.E.K., Jablonski, A., Flôres, S.H. ve Oliveira, R.A. (2015). Carotenoids, flavonoids, chlorophyll, phenolic compounds and antioxidant activity in fresh and cooked broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alphina F1). *LWT-Food Science and Technology*, 63 (1), 177-183.
- Rinaldi, M., Dall'Asta, C., Meli, F., Morini, E., Pellegrini, N., Gatti, M. ve Chiavaro, E. (2013). Physicochemical and microbiological quality of sous-vide-processed carrots and brussels sprouts. *Food and Bioprocess Technology*, 6(11), 3076-3087.
- Singleton, V. L., Orthofer, R. ve Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Stankov, S., Fidan, H., Rusec, R. ve Baeva, M. (2020). Low-temperature cooking method “sous-vide” in the restaurant industry: A review. *Food Science and Applied Biotechnology*, 3(1), 92-102.
- Talcott, S.T ve Howard, L.R. (1999). Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(5), 2109-15.
- TDK, (2021). Güncel Türkçe Sözlük, 17.12.2021. <http://tdk.gov.tr/index.php?option>
- Turkmen, N., Sâri, F. ve Velioglu, Y. (2005). The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*. 93, 713-718.
- Ulukapı, K ve Onus, A. N. (2012). Selekte edilmiş bazı yerel taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin moleküler karakterizasyonu. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(4), 277- 286.
- URL-1, <https://fidesepeti.com.tr/wp-content/uploads/2019/03/sakiz-kabak-1.jpg>. 03.01 2022.
- URL-2, <https://seferipazar.com/wp-content/uploads/2016/11/kabak-girit-scaled.jpg>. 03.01.2022.
- URL-3, <http://www.turkomp.gov.tr/food-198>. 11.10.2021
- URL4, https://cdn.dsmcdn.com/mnresize/1200/1800/ty15/product/media/images/20201008/2/14048321/80482001/1/1_org_zoom.jpg. 11.10.2021
- URL-5, <http://www.turkomp.gov.tr/food-206>. 11.10.2021
- Yanmaz, R ve Düzeltir, B. (2003). Çekirdek Kabağı Yetiştiriciliği. *Türk-Koop Ekin Dergisi*, 7, 22-24.

- Yeşil, S. (2019). Detection of viruses on edible seed squash (*cucurbita pepo l.*) in Yozgat province, Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9 (3), 1212-1219.
- Yıldız, M ve Yılmaz, M., (2020). Türk edebiyatında Sous vide tekniği. *Turizm ve Gastronomi Araştırmaları Dergisi*, 8(3), 2318-2336.
- Yılmaz, H ve Bilici, S. (2015). Toplu beslenme hizmetlerinde alternatif pişirme yöntemi: "Sous vide". *Gıda*, 40 (3), 163-170.
- Zhou, C.L., Mi, L., Hu, X.Y. ve Zhu, B.H. (2017). Evaluation of three pumpkin species: physicochemical, correlation with antioxidant properties and classification using SPME-GC-MS and E-nose methods. *LWT-Food Science and Technology*, 54 (10), 3118-3131.

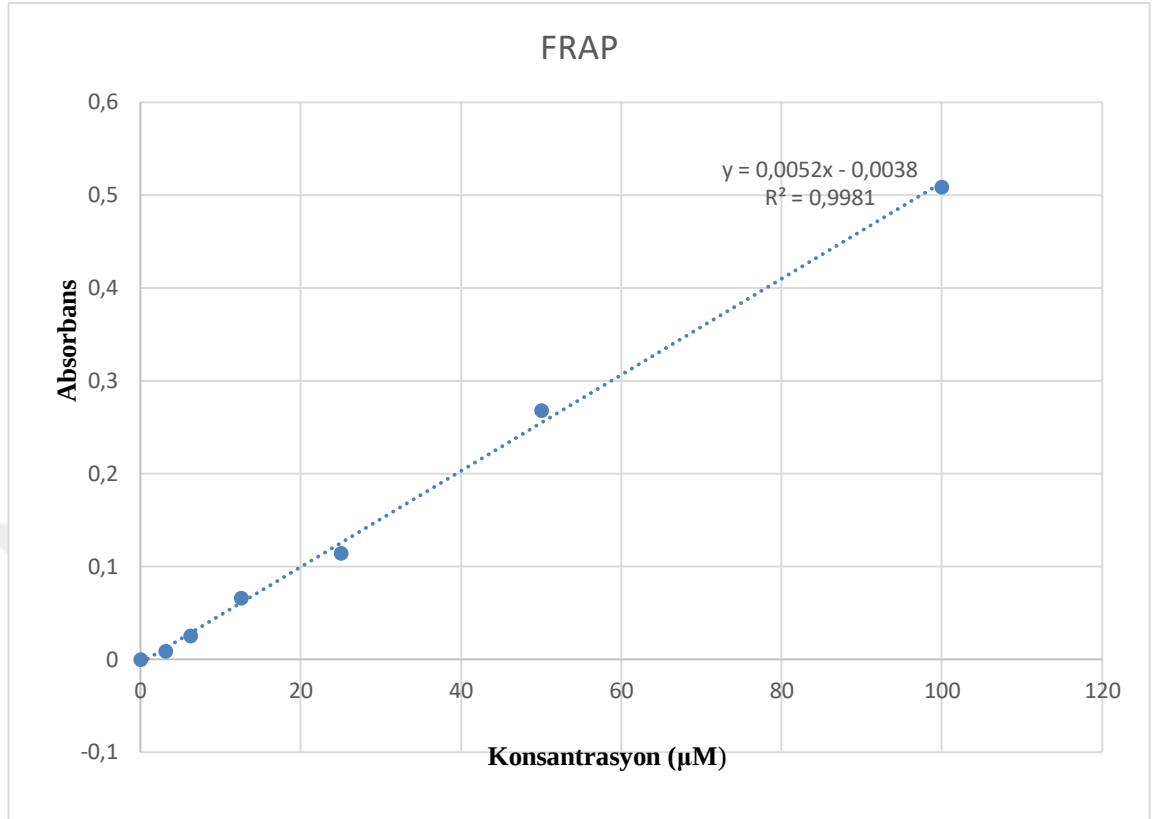


EKLER

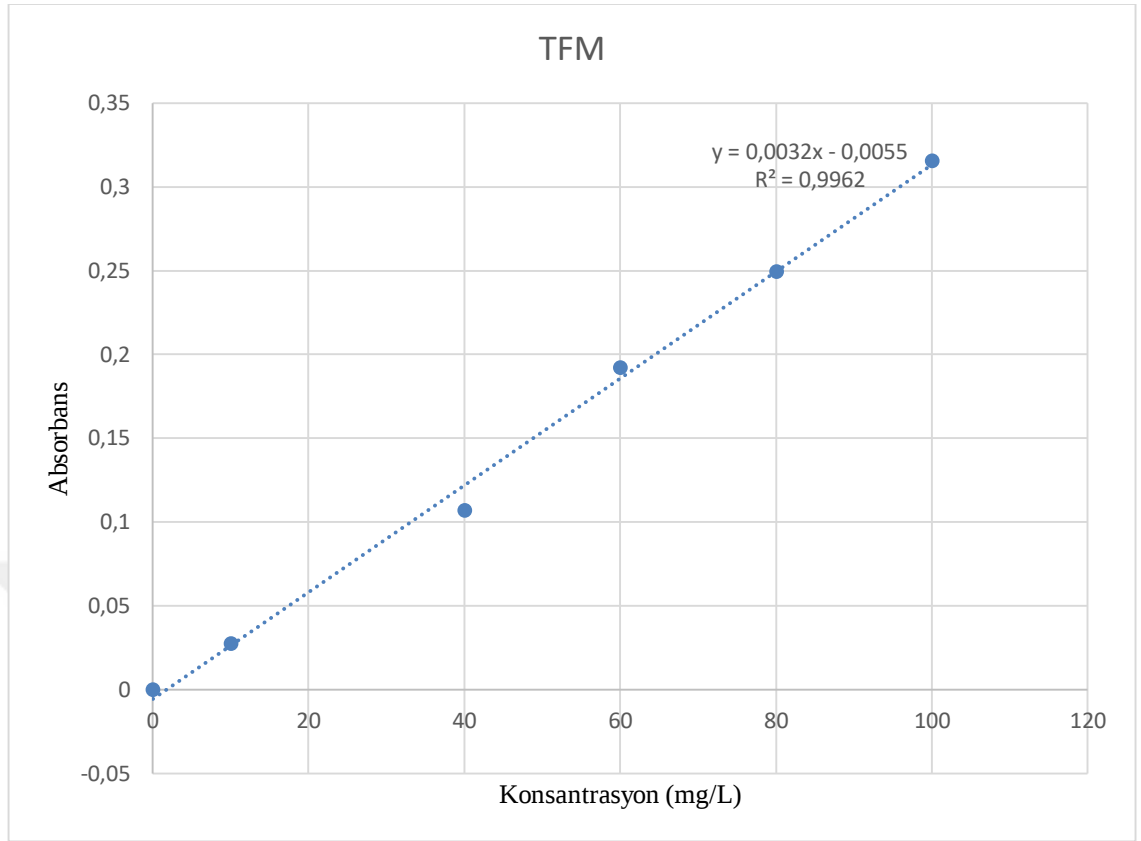
Ek 1. DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Analizi Kalibrasyon Grafiği



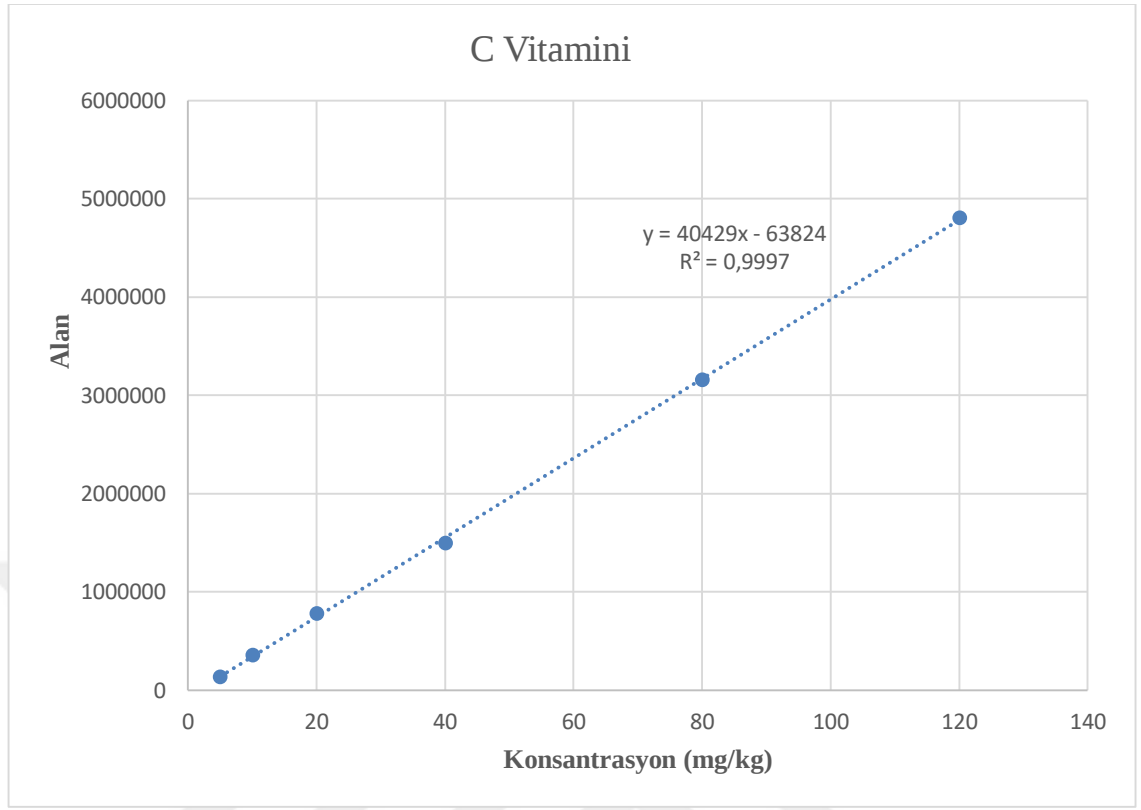
Ek 2. FRAP Demir (III) İyonu İndirgeme Antioksidan Kapasitesi Analizi Kalibrasyon Grafiği



Ek 3. Toplam Fenolik Madde Analizi Kalibrasyon Grafiği



Ek 4. C Vitamini Analizi Kalibrasyon Grafiği



ÖZGEÇMİŞ

Sena Nur YILMAZ, 2009 yılında Beşirli İ.M.K.B ilköğretim okulunda ilköğretim ve ortaöğretimini, 2013 yılında Yavuz Sultan Selim Anadolu Lisesi'nde lise öğrenimini tamamladı. 2014 yılında Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2018 yılında mezun oldu. 2019 yılında Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitime başladı. Yüksek Lisans eğitime halen devam etmektedir.

