



## Az İşlem Görmüş Marulların Modifiye Atmosferde Depolanması Sürecinde Fitokimyasal Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi<sup>1</sup>

Cem AYDIN<sup>2</sup> Cemal KAYA<sup>3\*</sup> Mustafa BAYRAM<sup>3</sup> Şenay ÖZGEN<sup>4</sup>

### Özet

Çalışmada, 2 farklı gübre çeşidi (çiftlik ve amonyum sülfat gübresi) uygulanarak yetiştirilmiş 3 farklı marul çeşidi (Versai, Fonesca ve Pearly) ön işlem uygulanması sonrasında yaklaşık 200g'lık porsiyonlar halinde Bioriented Polypropylene (BOPP) ambalaj filmi ile paketlenerek 5±1°C'de 15 gün süreyle depolanmıştır. Depolama sürecinde örneklerde suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), toplam kuru madde, pH, titre edilebilir asit miktarı, toplam klorofil, toplam antosiyanin, toplam fenolik madde ve toplam antioksidan kapasitesi analizleri yapılmıştır. Depolama öncesi yapılan analizlerde, marul örneklerinin klorofil miktarları 23.74-27.12 mg/kg aralığında değişirken, depolamanın sonunda en yüksek klorofil içeriği (25.16 mg/kg) amonyum sülfat gübresi ile yetiştirilmiş Pearly çeşidinde belirlenmiştir. Depolamanın ilk günü yapılan analizlerde toplam fenolik madde yönünden Versai ve Fonesca çeşidi marulların değerleri 324.22–397.33 µg GAE/g aralığında değişirken Pearly çeşidi için bu aralık 600.34–906.58 µg GAE/g olarak değişmiştir. Toplam Antioksidan kapasitesi bakımından depolama işlemi başlangıcında FRAP değerleri 0.80-4.04 µmol TE /g yaş ağırlık ve TEAC değerleri 0.90-5.48 µmol TE/g yaş ağırlık arasında değişmiş olup, depolamanın sonunda en düşük FRAP (0.61) ve TEAC (0.85) değeri Fonesca çeşidinde, en yüksek FRAP (5.04) ve TEAC (7.07) değeri ise Pearly çeşidinde belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Marul, ambalajlama, depolama, fitokimyasal özellik

## Determination of Changes in Phytochemical Properties of Ready to Eat Lettuce During Modified Atmosphere Storage

### Abstract

In the study, 3 different lettuce varieties (Versai, Fonesca and Pearly) grown by applying 2 different fertilizer types (farm and ammonium sulphate fertilizer), approximately 200g portions, were packed in Bioriented Polypropylene (BOPP) packaging film and stored at 15±1 ° C for 15 days after pretreatments. Analyzes of soluble solid content (SSC), total dry matter, pH, amount of titrable acidity, total chlorophyll, total anthocyanin, total phenolic compound and total antioxidant capacity were made in samples during storage. In pre-storage analyzes, chlorophyll content of lettuce samples ranged from 23.74-27.12mg/kg, the highest chlorophyll content (25.16mg / kg) at the end of storage was determined in the Pearly variety grown with ammonium sulphate. In first day of storage, the total phenolic substance values of Versai and Fonesca lettuce varied from 324.22 to 397.33 g GAE/g, whereas for Pearly lettuce, this range was changed to 600.34-906.58 g GAE/g. In terms of total antioxidant capacity, at the beginning of storage, FRAP values ranged from 0.80-4.0 µmol TE / g fresh weight and TEAC values ranged from 0.90-5.48 µmol TE/g fresh weight, and the lowest FRAP (0.61) and TEAC (0.85) values were determined in the Fonesca type, while the highest FRAP (5.04) and TEAC (7.07) values were determined in the Pearly variety at the end of storage.

**Keywords:** Lettuce, packaging, storage, phytochemical properties

Yayın kuruluna geliş tarihi: 17.11.2017

<sup>1</sup>Cem AYDIN'ın Yüksek Lisans Tezinden alınmıştır.

\*Sorumlu yazar: cemal.kaya@ gop.edu.tr

<sup>2</sup>Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, Amasya, Türkiye

<sup>3</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat, Türkiye

<sup>4</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde, Türkiye

## Az İşlem Görmüş Marulların Modifiye Atmosferde Depolanması Sürecinde Fitokimyasal Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi

### Giriş

Az işlem görmüş meyve ve sebzelere olan talep her geçen gün artmakta olup, bu gıdaların depolama süresince fitokimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimler ilgi uyandırmaktadır.

Yapılan bilimsel çalışmalar sayesinde bilinçli tüketiciler meyve sebze tüketiminde tat, aroma veya kokunun yanında vitamin ve mineral içeriklerini de dikkate almaktadırlar (Özgen ve Tokbaş, 2007). Yüksek oranda meyve ve sebze içeren diyetle beslenmenin kronik hastalıklara yakalanma olasılığını azalttığı savunulmaktadır (Block ve ark., 1992). Bu tür diyetlerin koruyucu etkisinin, birçok meyve ve sebzede önemli miktarda bulunan antioksidan ve flavonoid aktivitesine bağlı olduğuna inanılmaktadır (Hertog, ve ark., 1993). Araştırmalar insan beslenmesinde meyve ve sebze tüketimiyle kansere yakalanma riski arasındaki ters ilişkiyi ortaya koymuştur (Steinmetz ve Potter, 1996; Kaur ve Kapoor 2001). Bu sebeple meyve ve sebzelerin fitokimyasal profilinin yani kimyasal parmak izinin çıkarılması ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi bazı spesifik kanser türlerindeki klinik çalışmalara ışık tutması açısından önem arz etmektedir (Özgen ve Scheerens, 2006).

Antioksidanlar, meyve ve sebzelerdeki miktarları tür, yetiştirme şartları, depolama koşulları ve biyolojik olarak aktif bileşenler üzerine etki eden ön işlemlere bağlı olarak değişim gösteren hassas bileşenlerdir (Price ve ark., 1998; Del Caro ve ark., 2004). Bu nedenle, özellikle günlük tüketimle alınan gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi üzerine büyük bir ilgi oluşmuştur (Sağlam, 2007).

Son zamanlarda taze ürünlerin hazırlanma sürelerini kısaltması nedeniyle, ön işlem görmüş meyve ve sebzeler tüketici tarafından büyük kabul görmektedir. Bu tür ürünler gıda endüstrisinin önemli bir parçası olmakla beraber üretim sonunda kalitesinin korunmuş olma gerekliliği de vardır (Martinez ve ark., 2008).

Bu çalışmada, farklı gübre uygulamaları ile yetiştirilmiş olan üç farklı marul çeşidinin, ön işlemden geçirilerek depolanması sürecinde toplam antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde miktarları başta olmak üzere önemli bazı özelliklerindeki değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

#### Materyal

Çalışmada iki farklı gübre kaynağı olarak çiftlik gübresi (ÇG) ve amonyum sülfat gübresi (ASG) kullanılarak yetiştirilen üç marul çeşidi Versai (mor-yeşil) Fonesca (yeşil) ve Pearly (mor) kullanılmıştır. Marul yapraklarının daldırılarak yıkanmasında kullanılan 200 ppm klorlu su çözeltisinin hazırlanmasında %15 aktif klor içeren Sodyum Hipoklorit çözeltisi (Tekkim-Türkiye) kullanılmıştır. Marulların paketlenmesinde, polisitren köpük tabak (180\*135\*25 mm) ve çift tarafı ısı yapışmalı, bir tarafı koronalı, koronasız yüzeyi antifog özelliğe sahip, 35 µm kalınlığındaki şeffaf Bioriented Polypropylene (BOPP) film (SUPEX 2011 ML) kullanılmıştır.

#### Yöntem

Hasat edilen marulların dış kısımlardaki zarar görmüş, topraklı, sararmış yapraklar, kökler ve sürgünler temizlenmiştir. Yenilebilir nitelikteki yapraklar 200 ppm toplam klor içerecek şekilde hazırlanmış çözeltide 10 dakika boyunca tamamı suyun içinde kalacak şekilde bekletilmiştir. Sonrasında marullar çeşme suyu ile durulanmış ve el tipi mutfak santrifüjü ile 1 dakika süresince yaprakların üzerindeki sular uzaklaştırılmıştır. Suyu uzaklaştırılan marul yaprakları 2 cm genişliğinde şeritlere kesilerek yaklaşık 200 gramlık porsiyonlar halinde polisitren tabaklara alınan marul örnekleri BOPP ambalaja konulup ağızları sıcak press uygulanarak kapatılmıştır. Paketleme işlemini takiben örnekler 5±1 °C soğutucularda depolanmıştır. Depolama başlangıcında taze örneklerde ve 15 günlük depolama sürecinde 5, 10 ve 15. günlerde

## Az İşlem Görmüş Marulların Modifiye Atmosferde Depolanması Sürecinde Fitokimyasal Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi

aşağıda belirtilen analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada tüm uygulamalar üç tekerrür olarak gerçekleştirilmiştir.

### Uygulanan Analizler

#### Suda Çözünabilir Kuru Madde (SÇKM) Tayini

SÇKM, dijital refraktometre (hassasiyet  $\pm 0.01$ ) ile okunmuş ve °Briks olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

#### Toplam Kuru Madde Tayini

Marul yaprakları uzunlamasına ikiye ayırdıktan sonra 3-5 g marul örneği alınıp darası önceden belirlenmiş olan kağıt torbalar içerisinde etüve yerleştirilmiştir ve yaklaşık 100 °C de son iki tartım arasındaki fark 5 mg veya altına düşünceye kadar kurutulmuştur. Örneklerin toplam kuru madde oranı g/100g olarak belirtilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

#### pH Tayini

Blender ile homojenize edilmiş marul püreleri kaba filtre kâğıdından süzildükten sonra WTW marka (330/Set-1) pH metre ile okuma yapılmıştır (Cemeroğlu, 2007).

#### Titre Edilebilir Asit Tayini

pH ölçümü için hazırlanan ekstraktan 5 ml alınarak saf su ile seyreltilmiş ve pH 8.1 oluncaya kadar 0.1 N NaOH çözeltisi ile bir pH metre yardımıyla titre edilmiştir. Titre edilebilir asit miktarı malik asit cinsinden hesaplanmış ve g/100g olarak belirtilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

#### Toplam Klorofil Tayini

Homojenize 1g marul püresine 20 ml metanol-HCL karışımı ilave edilmiş ve 3-4 °C de 24 saat çalkalandıktan sonra elde edilen ekstrakt süzülüş ve spektrofotometrede 420 ve 665 nm de absorbansı okunmuştur. Klorofil konsantrasyonu (Crafts-Brandner ve ark., 1984) yöntemine göre hesaplanmış ve mg/kg olarak verilmiştir.

#### Toplam Antosiyanin Tayini

Antosiyanin içeriği Kleinhenz ve ark. (2003), uyguladığı yöntem esas alınarak ölçülmüştür.

3 g örnek, 15 ml asitli metanol (HCl/metanol; 1:99 v/v) çözeltisi ile karıştırılmıştır. Örnekler 4°C de karanlık bir ortamda 24 saat süresince çalkalanmıştır. Daha sonra, sıvı kısımdan 1 ml alınarak, 3 ml hacmindeki asitli metanol çözeltisi ile karıştırmıştır. Antosiyanin için 515 nm de absorbans okuması UV-vis spektrofotometresi (Model T60U, PG Instruments) ile gerçekleştirmiştir. Sonuçlar  $\mu\text{g}$  siyanidin 3-glikozit/g yaş ağırlık olarak ifade edilmiştir.

#### Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde miktarı Singleton ve Rossi (1965), de belirtildiği gibi Folin-Ciocalteu kimyasalı kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla homojenize edilen 1g marul örneği 20 ml aseton, su ve asetik asit (70:29.5:0.5) çözeltisi ilave edilmiş ve bir saat boyunca tüpler içerisinde ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Elde edilen ekstrakta sırasıyla Folin-Ciocalteu kimyasalı ve saf su ilave edilerek karıştırılmış ve 8 dakika bekletilmiştir. Sonra %7'lik sodyum karbonat ilave edilmiş ve iki saat inkübasyondan sonra mavimsi bir renk alan çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit cinsinden  $\mu\text{g}$  GAE/g taze ağırlık olarak hesaplanmıştır.

#### Toplam Antioksidan Kapasitesi Tayini

Marulların antioksidan kapasiteleri, bitkisel materyaller için sık kullanılan FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) ve TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) olmak üzere iki farklı yöntem kullanılarak belirlenmiştir.

#### FRAP Analizi

Frap için Benzie ve Strain (1996)' e göre, 0.1 mol/L asetat (pH 3.6), 10 mmol/L TPTZ, ve 20 mmol/L demir klorid çözeltileri (10:1:1) oranlarında karıştırılarak tampon hazırlanmıştır. Son olarak 30  $\mu\text{L}$  ekstrakta

## Az İşlem Görmüş Marulların Modifiye Atmosferde Depolanması Sürecinde Fitokimyasal Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi

2.97 mL hazırlanan tampon çözelti ilave edilerek karıştırılmış ve 10 dakika sonra spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri Troloks (10–100 µmol/L) standart grafiğinden yararlanılarak hesaplanmış ve µmol Troloks Eşdeğeri(TE)/g yaş ağırlık olarak belirtilmiştir.

### TEAC Analizi

TEAC analizi için (Rice-Evans ve ark 1995; Özgen ve ark 2006)'e göre, 7 mM ABTS (2,2'-Azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 2.45 mM potasyumbisülfat ile karıştırılarak karanlık ortamda 12–16 saat bekletilmiştir. Daha sonra bu solüsyon 20 mM sodyum asetat (pH 4.5) tamponu ile spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda  $0.700 \pm 0.01$  absorbans olacak şekilde ayarlanmıştır. Nihayetinde 30 µL ekstrakta 2.97 mL tampon çözelti karıştırılarak örneğin absorbansı 10 dakika sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri Troloks (10–100 µmol/L) standart grafiğinden yararlanılarak hesaplanmış ve µmol TE/g yaş ağırlık olarak ifade edilmiştir.

### İstatistiksel Analizler

Bütün denemeler iki paralel ve üç tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi SPSS Windows paket programı (SPSS 14.0 for Windows Evaluation Version; SPSS Inc., Chicago, III) ile yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılık ANOVA varyans analizi ile belirlenmiş, Post Hoc yöntem olarak LSD (Least Significant Difference) testi kullanılmıştır (Yıldız ve Bircan, 1994).

### Bulgular ve Tartışma

Depolama başlangıcı ve depolama süresince 5, 10 ve 15. günlerde örneklerde yapılan suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), toplam kuru madde, pH, titre edilebilir asit miktarı, toplam klorofil, toplam antosiyanin, toplam fenolik madde ve toplam

antioksidan kapasitesi analizlerine ilişkin bulgular Çizelge 1, 2 ve 3' te verilmiştir.

Depolama işlemi başlangıcında örneklerin SÇKM değerleri 2.46-4.66 °Briks arasında değişmiş olup, en yüksek SÇKM değeri (4.66 °Briks) amonyum sülfat gübresi uygulanarak yetiştirilen Fonesca çeşidinde belirlenirken en düşük değer (2.46 °Briks) çiftlik gübresi uygulanan Pearly çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 1). Depolama sürecinin 15. gününde SÇKM değerleri 1.66-2.06 °Briks arasında değişmiş olup, en yüksek SÇKM değeri (2.06 °Briks) amonyum sülfat gübresi ve çiftlik gübresi uygulanarak yetiştirilen Pearly çeşidinde aynı anda belirlenirken en düşük değer (1.66 °Briks) çiftlik gübresi uygulanarak yetiştirilen Versai çeşidinde belirlenmiştir. SÇKM değerlerinde başlangıca göre depolama süresince ve depolama sonunda önemli düzeyde azalmalar meydana gelmiştir. Azalmalara marulların hasat sonrası depolama süresince solunum yapmaya devam etmesi ve şekerlerle bir kısım organik asitleri yıkıma uğratmasının neden olduğu düşünülmektedir.

Depolama işlemi başlangıcında marul örneklerinde toplam kuru madde (Çizelge 3.1) 3.86-5.08g/100g arasında değişmiş olup, en yüksek kuru madde değeri (5.08 g/100g) çiftlik gübresi uygulanarak yetiştirilen Pearly çeşidinde belirlenirken en düşük değer (3.86) ise, çiftlik gübresi uygulanan Fonesca çeşidinde belirlenmiştir. Depolama sürecinin 15. gününde % kuru madde 4.19-6.27 g/100g arasında değişmiş olup, en yüksek kurumadde değeri (6.27 g/100g) amonyum sülfat gübresi uygulanarak yetiştirilen Pearly çeşidinde belirlenirken en düşük değer (4.19 g/100g) ise amonyum sülfat gübresi uygulanarak yetiştirilen Versai çeşidinde belirlenmiştir. Scuderi ve ark. (2011), ön işlemlerden geçirildikten sonra çeşme suyu ile yıkanarak, 4°C'de 9 gün depoladıkları Duende tipi marul çeşidinde depolamanın 4. gününde ortalama kuru madde değerini %3.78 ve 9. günün sonunda %3.59 olarak tespit etmişlerdir.

Wagstaff ve ark. (2007) "Cos" ve "Lolo Rossa" marulları ile yaptıkları çalışmalar sonucunda 10 günlük depolamanın ardından

**Az İşlem Görmüş Marulların Modifiye Atmosferde Depolanması Sürecinde Fitokimyasal Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi**

kuru madde değerlerinde sırasıyla, %3.2'den %4.3'e ve %2.6' dan %3.7'ye değişim kaydetmişlerdir.

Bulguların değerlendirilmesi ile görülebileceği üzere 15 günlük depolama

sonrasında marul örneklerinin toplam kuru madde içeriklerinde artışlar meydana geldiği, ancak bu artışların istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $p>0.05$ ) belirlenmiştir.

Çizelge 1. Marulların çeşitli özelliklerinde depolama sırasında meydana gelen değişimler

Analiz	Marul Çeşidi	Gübre Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)				
			0	5	10	15	
Suda Çözünür Kuru Madde (°Briks)	Pearsai	ÇG	2.46 <sup>a1</sup>	2.2 <sup>b1</sup>	1.96 <sup>b1</sup>	2.06 <sup>b1</sup>	
		ASG	2.86 <sup>a2</sup>	2.03 <sup>b2</sup>	2.16 <sup>b2</sup>	2.06 <sup>b2</sup>	
	Fonesca	ÇG	3.90 <sup>a1</sup>	1.63 <sup>b1</sup>	1.60 <sup>b1</sup>	1.66 <sup>b1</sup>	
		ASG	3.43 <sup>a2</sup>	2.06 <sup>b2</sup>	2.00 <sup>b2</sup>	1.96 <sup>b2</sup>	
	Fonesca	ÇG	4.23 <sup>a1</sup>	1.50 <sup>b1</sup>	1.53 <sup>b1</sup>	1.80 <sup>b1</sup>	
		ASG	4.66 <sup>a2</sup>	1.66 <sup>b2</sup>	1.66 <sup>b2</sup>	1.73 <sup>b2</sup>	
	Toplam Kuru Madde (g/100 g)	Pearsai	ÇG	5.08 <sup>a3</sup>	3.47 <sup>b3</sup>	5.51 <sup>c3</sup>	5.17 <sup>ac3</sup>
			ASG	5.06 <sup>a3</sup>	5.42 <sup>b3</sup>	5.75 <sup>c3</sup>	6.27 <sup>ac3</sup>
Versai		ÇG	4.12 <sup>a3</sup>	4.37 <sup>b3</sup>	5.31 <sup>c3</sup>	5.04 <sup>ac3</sup>	
		ASG	4.70 <sup>a3</sup>	2.32 <sup>b3</sup>	5.69 <sup>c3</sup>	4.19 <sup>ac3</sup>	
Fonesca		ÇG	3.86 <sup>a3</sup>	3.12 <sup>b3</sup>	4.72 <sup>c3</sup>	4.40 <sup>ac3</sup>	
		ASG	4.54 <sup>a3</sup>	3.29 <sup>b3</sup>	4.53 <sup>c3</sup>	6.09 <sup>ac3</sup>	
pH		Pearsai	ÇG	5.95 <sup>a1</sup>	5.81 <sup>b1</sup>	5.88 <sup>c1</sup>	5.92 <sup>d1</sup>
			ASG	6.00 <sup>a2</sup>	5.76 <sup>b2</sup>	5.83 <sup>c2</sup>	5.83 <sup>d2</sup>
	Versai	ÇG	6.05 <sup>a1</sup>	5.79 <sup>b1</sup>	5.86 <sup>c1</sup>	5.84 <sup>d1</sup>	
		ASG	5.93 <sup>a2</sup>	5.77 <sup>b2</sup>	5.80 <sup>c2</sup>	5.90 <sup>d2</sup>	
	Fonesca	ÇG	6.10 <sup>a3</sup>	5.82 <sup>b3</sup>	5.87 <sup>c3</sup>	5.90 <sup>d3</sup>	
		ASG	6.07 <sup>a4</sup>	5.79 <sup>b4</sup>	5.85 <sup>c4</sup>	5.91 <sup>d4</sup>	
	Titre Edilebilir Asit Miktarı (g/100 g)	Pearsai	ÇG	0.010 <sup>a4</sup>	0.013 <sup>b4</sup>	0.013 <sup>abc4</sup>	0.010 <sup>c4</sup>
			ASG	0.010 <sup>a4</sup>	0.013 <sup>b4</sup>	0.014 <sup>abc4</sup>	0.013 <sup>c4</sup>
Versai		ÇG	0.009 <sup>a4</sup>	0.014 <sup>b4</sup>	0.012 <sup>abc4</sup>	0.011 <sup>c4</sup>	
		ASG	0.009 <sup>a4</sup>	0.015 <sup>b4</sup>	0.013 <sup>abc4</sup>	0.013 <sup>c4</sup>	
Fonesca		ÇG	0.008 <sup>a4</sup>	0.011 <sup>b4</sup>	0.011 <sup>abc4</sup>	0.013 <sup>c4</sup>	
		ASG	0.006 <sup>a4</sup>	0.014 <sup>b4</sup>	0.012 <sup>abc4</sup>	0.011 <sup>c4</sup>	

Aynı satırda aynı harfle gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir ( $p>0.05$ ).

Aynı sütunda aynı rakamla gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir ( $p>0.05$ ).

Marul örneklerinin hasat sonrası pH değerleri ve bu değerlerde depolama sürecince meydana gelen değişimler çizelge 1'de verilmiştir. Depolama işlemi başlangıcında pH değerleri 5.93-6.10 arasında değişmiş olup, en yüksek pH değeri (6.10) çiftlik

gübresini uygulanarak yetiştirilen Fonesca çeşidinde belirlenirken en düşük değer (5.93) ise, amonyum sülfat gübresini uygulanan Versai çeşidinde belirlenmiştir. Depolama sürecinin sonunda en yüksek (5.92) ve en düşük (5.83) pH değerleri sırasıyla çiftlik gübresini ile

## Az İşlem Görmüş Marulların Modifiye Atmosferde Depolanması Sürecinde Fitokimyasal Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi

amonyum sülfat gübresi uygulanan Pearly çeşidinde belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda 0. gün pH değerlerinin diğer günlerin pH değerlerinden daha yüksek olduğu, diğer bir deyişle depolama sonunda marul örneklerinin pH değerlerinin depolama başlangıcındaki pH değerlerine göre önemli düzeyde azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Hassenberg ve Idler (2005), tarafından yapılan çalışmada çeşme suyu ile yıkanan marullarda başlangıçta pH değeri 6.11 iken 6. günün sonunda değer 6.39 olarak bildirilmiştir. Örneklerde depolama süresinde oluşan değişimlerin üretim metodundaki farklılıklardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir. King ve ark. (1991), yaptıkları çalışmada 5°C'da depolanan kesilmiş marul örneklerinde pH değerinin depolama süresi sonunda başlangıca göre artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Allende ve ark. (2004), marulları çeşitli ön işlemlerden geçirdikten sonra, önce klorlu suda daha sonra çeşme suyunda yıkamışlar daha sonra santrifüjle fazla suyu uzaklaştırarak modifiye atmosfer ortamında 5°C'de 7 gün depolanan marulların pH değerinin 6.0-6.3 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Depolama öncesi ön işlemlerde klorlu su ile yıkanan örneklerin pH'sının düştüğü belirtilmiştir.

Martin-Diana ve ark. (2006), farklı konsantrasyonlarda peynir altı suyu protein konsantresi ile muamele edilerek 4°C'da 10 gün depolanan kesilmiş marulların 5.9 olan pH değerinin depolama boyunca artış gösterdiğini saptamıştır. Ortamdaki mikrobiyal yük ve üretim tekniğinin etkisi ile pH değerinin depolama süresince arttığı belirtilmiştir.

Marul örneklerinde depolama başlangıcında titre edilebilir asit miktarları 0.006-0.010 g/100g arasında değişmiş olup, en yüksek titre edilebilir asit miktarı (0.010g/100g) Pearly çeşidinin her iki farklı gübre uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 1). En düşük titre edilebilir asit miktarı (0.006 g/100g) ise, amonyum sülfat gübresi uygulanan Fonesca çeşidinde belirlenmiştir. Depolama sürecinin 15. gününde titre edilebilir asit miktarları 0.010-0.013 g/100g

arasında değişmiş olup, en yüksek titre edilebilir asit miktarları (0.013) amonyum sülfat gübresi uygulanarak yetiştirilen Pearly ve Versai çeşidi ile çiftlik gübresi uygulanarak yetiştirilen Fonesca çeşidinde belirlenmiştir. En düşük titre edilebilir asit miktarı (0.010) ise çiftlik gübresi uygulanarak yetiştirilen Pearly çeşidinde belirlenmiştir. Scuderi ve ark. (2011), Duende tipi marullar (*Lactuca sativa* var. *longlife*) ile yaptıkları çalışmada, örnekleri 4°C'de 9 gün depolamıştır. Depolamanın ilk gününde titre edilebilir asit miktarı 1.01 gL<sup>-1</sup> iken, 9. günün sonunda 0.42 gL<sup>-1</sup>'ye düştüğünü bildirmişlerdir.

Depolama işlemi başlangıcında toplam klorofil değerleri 23.74-27.12 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup en yüksek toplam klorofil değeri (27.12) amonyum sülfat gübresi uygulanarak yetiştirilen Pearly çeşidinde belirlenirken en düşük değer (23.74) çiftlik gübresi uygulanan Versai çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 2). Depolama sürecinin 15. gününde toplam klorofil değerleri 13.35-25.16 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en düşük toplam klorofil değeri (13.35) çiftlik gübresi uygulanarak yetiştirilen Versai çeşidinde en yüksek toplam klorofil değerleri (25.16) ise amonyum sülfat gübresi uygulanarak yetiştirilen Pearly çeşidinde belirlenmiştir. He ve ark. (2004), çeşitli ön işlemlerden sonra 2 hafta süresince depoladıkları marul örneklerinde depolama başlangıcında 0.165 mg/100g olarak tespit ettikleri toplam klorofil değerlerinin depolama sonunda 0.045 mg/100g seviyelerine kadar azaldığını bildirmiştir. He ve ark. (2004) tarafından bildirilen değerlerin bulgularımızdan oldukça düşük seviyede olmasına rağmen örneklerin depolanması sürecinde benzer değişimler gösterdiği anlaşılmaktadır. Diğer yandan Ansorena ve ark. (2009), tarafından tespit edilen bulgularda çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Klorofillerin depolama süresince değişik faktörlerin etkisiyle degradasyona uğramasının klorofil miktarındaki azalmaların nedeni olabileceği düşünülmektedir.

Marul örneklerinin hasat sonrası toplam antosiyanin değerleri ve bu değerlerde

**Az İşlem Görmüş Marulların Modifiye Atmosferde Depolanması Sürecinde Fitokimyasal Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi**

depolama sürecince meydana gelen değişimler çizelge 2’de verilmiştir. Depolama işlemi başlangıcında toplam antosiyanin değerleri 3.64-16.31 µg/g arasında değişmiş olup, en yüksek toplam antosiyanin değeri

(16.31) Pearly çeşidinde amonyum sülfat gübresi uygulamasında belirlenirken en düşük değer (3.64) ise, amonyum sülfat gübresi uygulanan Fonesca

Çizelge 2. Örneklerin toplam klorofil, toplam antosiyanin ve toplam fenolik madde miktarlarında depolamada meydana gelen değişimler

Analiz	Marul Çeşidi	Gübre Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)				
			0	5	10	15	
Toplam Klorofil Değerleri (mg/kg)	Pearly	ÇG	26.87 <sup>a5</sup>	25.40 <sup>ab5</sup>	23.88 <sup>b5</sup>	23.34 <sup>b5</sup>	
		ASG	27.12 <sup>a5</sup>	24.99 <sup>ab5</sup>	26.36 <sup>b5</sup>	25.16 <sup>b5</sup>	
	Versai	ÇG	23.74 <sup>a6</sup>	16.46 <sup>ab6</sup>	13.97 <sup>b6</sup>	13.35 <sup>b6</sup>	
		ASG	23.78 <sup>a6</sup>	21.01 <sup>ab6</sup>	16.58 <sup>b6</sup>	16.02 <sup>b6</sup>	
	Fonesca	ÇG	24.33 <sup>a6</sup>	15.56 <sup>ab6</sup>	15.63 <sup>b6</sup>	16.81 <sup>b6</sup>	
		ASG	25.17 <sup>a6</sup>	17.24 <sup>ab6</sup>	16.94 <sup>b6</sup>	19.15 <sup>b6</sup>	
	Toplam Antosiyanin Miktarı (µg/g)	Pearly	ÇG	15.77 <sup>a1</sup>	29.58 <sup>b1</sup>	15.52 <sup>a1</sup>	17.87 <sup>a1</sup>
			ASG	16.31 <sup>a2</sup>	38.24 <sup>b2</sup>	24.07 <sup>a2</sup>	19.44 <sup>a2</sup>
Versai		ÇG	5.87 <sup>a3</sup>	5.09 <sup>b3</sup>	4.20 <sup>a3</sup>	3.53 <sup>a3</sup>	
		ASG	5.79 <sup>a4</sup>	7.50 <sup>b4</sup>	6.96 <sup>a4</sup>	6.30 <sup>a4</sup>	
Fonesca		ÇG	4.09 <sup>a5</sup>	3.04 <sup>b5</sup>	3.17 <sup>a5</sup>	3.64 <sup>a5</sup>	
		ASG	3.64 <sup>a6</sup>	2.78 <sup>b6</sup>	1.76 <sup>a6</sup>	3.40 <sup>a6</sup>	
Toplam Fenolik Miktarı (µgGAE/g)		Pearly	ÇG	600.34 <sup>a7</sup>	1307.44 <sup>b7</sup>	625.29 <sup>a7</sup>	719.06 <sup>a7</sup>
			ASG	906.58 <sup>a8</sup>	1916.47 <sup>b8</sup>	1213.68 <sup>a8</sup>	916.04 <sup>a8</sup>
	Versai	ÇG	324.22 <sup>a9</sup>	271.74 <sup>b9</sup>	303.57 <sup>a9</sup>	426.58 <sup>a9</sup>	
		ASG	370.66 <sup>a10</sup>	516.90 <sup>b10</sup>	529.80 <sup>a10</sup>	356.90 <sup>a10</sup>	
	Fonesca	ÇG	373.25 <sup>a9</sup>	225.29 <sup>b9</sup>	289.81 <sup>a9</sup>	313.90 <sup>a9</sup>	
		ASG	397.33 <sup>a10</sup>	300.99 <sup>b10</sup>	340.56 <sup>a10</sup>	372.39 <sup>a10</sup>	

Aynı satırda aynı harfle gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir (p>0.05).

Aynı sütunda aynı rakamla gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir (p>0.05).

çeşidinde belirlenmiştir. Depolamanın 15. gününde toplam antosiyanin değerleri 3.40-19.44 µg/ g arasında değişmiş olup, en düşük toplam antosiyanin değeri (3.40) amonyum sülfat gübresi uygulanarak yetiştirilen Fonesca çeşidinde en yüksek toplam antosiyanin değeri (19.44) ise amonyum sülfat gübresi uygulanarak yetiştirilen Pearly çeşidinde belirlenmiştir. Ferreres ve ark. (1997), “Lollo Rossa” çeşidi marulların 5°C de 14 gün depolanması sırasında antosiyanin konsantrasyonunda

azalma belirlenmişlerdir. Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirildiğinde depolamanın genellikle 5. gününde tespit edilen antosiyanin miktarındaki artışlara, örneklerin halen biyolojik aktivite sergilemesi ve ön işlemler ile soğuk koşullarda depolamanın yarattığı stres metabolizmasına bağlı olarak organik bileşikler sentezlemelerinin neden olabileceği düşünülmektedir.

Marul örneklerinde depolama başlangıcında toplam fenolik madde değerleri

## Az İşlem Görmüş Marulların Modifiye Atmosferde Depolanması Sürecinde Fitokimyasal Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi

324.22-906.58 µgGAE/g arasında değişmiş olup, en yüksek toplam fenolik madde değeri (906.58) amonyum sülfat gübresi uygulaması ile yetiştirilen Pearly çeşidinde belirlenirken en düşük değer (324.22) ise, çiftlik gübresi uygulanan Versai çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 2). Depolamanın 15. gününde toplam fenolik madde değerleri 313.90-916.04 µgGAE/g arasında değişmiş olup, en düşük toplam fenolik madde değeri (313.90) çiftlik gübresi uygulanarak yetiştirilen Fonesca çeşidinde, en yüksek toplam fenolik madde değerleri (916.04) ise amonyum sülfat gübresi uygulanarak yetiştirilen Pearly çeşidinde belirlenmiştir. Ke ve Saltveit (1988), iceberg marullarının toplam fenolik madde içeriğinde yaptıkları incelemede elde edilen sonuçlar çalışma bulgularımızla uyumlu olup, toplam fenolik madde değerlerinde benzer değişimler gözlemlenmiştir. Belirlenen değişimlerin enfeksiyonlara ve doku hasarına karşı verilen fizyolojik bir cevap olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Çalışmamızda depolama sürecinin ilk günlerinde toplam fenolik madde miktarında meydana gelen

önemli düzeydeki artışlara, marullara uygulanan ön işlemler sonucunda oluşan hasar ve olumsuzluklara karşı hücrede meydana gelen fizyolojik tepkilerin ve biyokimyasal reaksiyonların neden olabileceği düşünülmektedir. Depolama süresince enzim aktivitesine bağlı olarak meydana gelebilecek parçalanmalar ise depolamanın devamında meydana gelen azalmalara neden olabilmektedir. Yamaguchi ve ark. (2003), ısı işlem görmüş ve görmemiş marullardaki toplam fenolik madde içeriğindeki değişimleri incelemişlerdir. Isıl işlem görmüş marulların toplam fenolik madde içeriğinde değişim olmazken, ısı işlem görmemiş marullarda belirgin bir azalma görülmüştür. Altunkaya ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada ise benzer şekilde marulların toplam fenolik madde içeriğinde zamanla azalma tespit etmiştir.

Marul örneklerinin hasat sonrası FRAP ve TEAC değerleri ile bu değerlerde depolama sürecince meydana gelen değişimler çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Örneklerinin toplam antioksidan kapasitesinde depolamada meydana gelen değişimler

Analiz	Marul Çeşidi	Gübre Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)			
			0	5	10	15
FRAP (µmol TE/g yaş ağırlık)	Pearly	ÇG	3.73 <sup>a1</sup>	5.67 <sup>b1</sup>	2.92 <sup>c1</sup>	3.95 <sup>ac1</sup>
		ASG	4.04 <sup>a2</sup>	7.00 <sup>b2</sup>	5.84 <sup>c2</sup>	5.04 <sup>ac2</sup>
	Versai	ÇG	1.03 <sup>a3</sup>	1.08 <sup>b3</sup>	1.10 <sup>c3</sup>	0.80 <sup>ac3</sup>
		ASG	1.12 <sup>a4</sup>	2.20 <sup>b4</sup>	2.10 <sup>c4</sup>	1.35 <sup>ac4</sup>
	Fonesca	ÇG	0.81 <sup>a5</sup>	0.57 <sup>b5</sup>	0.60 <sup>c5</sup>	0.61 <sup>ac5</sup>
		ASG	0.80 <sup>a6</sup>	0.63 <sup>b6</sup>	0.80 <sup>c6</sup>	0.66 <sup>ac6</sup>
TEAC (µmol TE/g yaş ağırlık)	Pearly	ÇG	2.22 <sup>a7</sup>	8.73 <sup>b7</sup>	4.70 <sup>c7</sup>	6.24 <sup>c7</sup>
		ASG	2.22 <sup>a8</sup>	11.87 <sup>b8</sup>	8.38 <sup>c8</sup>	7.07 <sup>c8</sup>
	Versai	ÇG	5.48 <sup>a9</sup>	2.26 <sup>b9</sup>	2.26 <sup>c9</sup>	2.07 <sup>c9</sup>
		ASG	5.30 <sup>a10</sup>	3.92 <sup>b10</sup>	3.61 <sup>c10</sup>	2.77 <sup>c10</sup>
	Fonesca	ÇG	0.90 <sup>a11</sup>	0.80 <sup>b11</sup>	0.98 <sup>c11</sup>	0.85 <sup>c11</sup>
		ASG	0.90 <sup>a12</sup>	0.97 <sup>b12</sup>	1.01 <sup>c12</sup>	0.97 <sup>c12</sup>

Aynı satırda aynı harfle gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir (p>0.05).

Aynı sütunda aynı rakamla gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir (p>0.05).



## Az İşlem Görmüş Marulların Modifiye Atmosferde Depolanması Sürecinde Fitokimyasal Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi

Depolama işlemi başlangıcında FRAP değerleri 0.80-4.04  $\mu\text{mol TE /g}$  yaş ağırlık aralığında değişmiş olup, en yüksek FRAP değeri (4.04) amonyum sülfat gübresi uygulaması ile yetiştirilen Pearly çeşidinde belirlenirken, en düşük değer (0.80) ise, amonyum sülfat gübresi uygulanan Fonesca çeşidinde belirlenmiştir.

Depolamanın 15. gününde FRAP değerleri 0.61-5.04 arasında değişmiş olup, en düşük FRAP değeri (0.61) çiftlik gübresi uygulanarak yetiştirilen Fonesca çeşidinde en yüksek FRAP değeri (5.04) ise amonyum sülfat gübresi uygulanarak yetiştirilen Pearly çeşidinde belirlenmiştir.

Depolama işlemi başlangıcında TEAC değerleri 0.90-5.48  $\mu\text{mol TE/g}$  yaş ağırlık arasında değişmiş olup, en yüksek TEAC değeri (5.48) çiftlik gübresi uygulaması ile yetiştirilen Versai çeşidinde belirlenirken en düşük değer (0.90) ise, hem amonyum sülfat gübresi hem de çiftlik gübresi uygulanarak yetiştirilen Fonesca çeşidinde belirlenmiştir. Depolamanın 15. gününde TEAC değerleri 0.85-7.07 arasında değişmiş olup, en düşük TEAC değeri (0.85) çiftlik gübresi uygulanarak yetiştirilen Fonesca çeşidinde en yüksek TEAC değerleri (7.07) ise amonyum sülfat gübresi uygulanarak yetiştirilen Pearly çeşidinde belirlenmiştir. Yamaduchi ve ark. (2003), ısıtılmış işlem görmüş ve görmemiş marullarda antioksidan kapasitesinde azalma olduğunu tespit etmiştir. Murcia ve ark. (2009) ise yaptıkları çalışmada 7 günlük soğuk depolamanın sonunda, dondurucuda 1. gün ve 8 aylık depolamanın sonunda ve konserve haline getirilmiş marullarda ise 1. gün ve 18 aylık depolamanın sonunda antioksidan kapasitelerinde (TEAC) herhangi bir değişiklik olmadığını belirtmektedirler.

Çalışmada, depolamanın ilk günlerinde örneklerin toplam antioksidan kapasitesinde artış olduğu tespit edilmiş olup, belirlenen değişimlerin marul örneklerinin devam eden biyolojik faaliyetlerden dolayı sentezledikleri antioksidan maddelerden kaynaklandığı

düşünülmektedir. Takip eden depolama süresince antioksidan kapasitesinde azalmalar gözlemlenmiştir. Toplam antioksidan kapasitesi, vitamin, fenolik maddeler ve benzer bileşenler toplamını yansıtmaktadır. Antioksidan kapasitesini etkileyen en önemli faktörlerden biri de fenolik maddelerdir. Bu nedenle toplam fenolik madde miktarlarındaki değişimler, antioksidan kapasitesini de etkilemiştir. Depolama süresince fiziksel hasar sonucu polifenoloksidaz aktivitesine bağlı fenolik maddelerdeki parçalanmaların antioksidan aktivitesinde de azalmalara yol açmış olabileceğini düşündürmektedir.

### Sonuç

Yapılan bu çalışmada, marul örneklerinin depolanması sırasında toplam kuru madde değerleri üzerine, marul çeşidinin ve farklı gübre uygulamalarının etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $p>0.05$ ) görülmüştür. pH değeri üzerinde marul çeşit özelliğinin önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Marul çeşit farklılığının örneklerin toplam klorofil miktarları üzerine önemli etkisi olduğu ( $p<0.05$ ) görülmüştür. Toplam klorofil miktarının pearly çeşidinde diğer çeşitlere oranla önemli düzeyde yüksek belirlenmiştir. Marul örneklerinin toplam antosiyanin değerleri üzerinde marul çeşidi, depolama süresi ve gübre çeşidinin etkisinin ayrı ayrı önemli olduğu ( $p<0.05$ ) belirlenmiştir. Yeşil renkli çeşitlerden, mor renkli çeşitlere doğru toplam antosiyanin değerlerinde önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) artış olduğu, görülmektedir. Toplam fenolik madde yönünden Pearly çeşidi belirgin olarak Versai ve Fonesca çeşidinden farklılık göstermektedir ( $p<0.05$ ). Toplam antioksidan kapasitesi her iki yöntemde de Pearly çeşidinde diğer çeşitlerle kıyaslandığında önemli düzeyde yüksek olmuştur ( $p<0.05$ ). Marul örneklerinin toplam antioksidan kapasitesi değerleri depolamanın 5. ya da 10. günlerinde en yüksek değerine ulaşırken, depolamanın sonunda bu değerlerde azalma gözlemlenmiştir.

## Az İşlem Görmüş Marulların Modifiye Atmosferde Depolanması Sürecinde Fitokimyasal Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi

Sonuç olarak; hızlı sanayileşme, şehir nüfusunun artması ve kadınların çalışma hayatında her geçen gün daha fazla yer almaları nedeniyle, yemek hazırlama süresini kısaltan ön işlem görmüş (yenmeye hazır) ürünlere olan talep gittikçe artmaktadır. Çalışmada farklı gübre uygulamasıyla

yetiştirilen farklı renklere sahip marulların ön işlem uygulanması ve modifiye paketlenme sistemiyle soğukta muhafazasıyla, raf ömürlerinin uzatılabileceği ve besleyici değerlerinin korunabileceğine ilişkin önemli bulgular elde edilmiştir.

soybean isolines. II. Enzymes and chlorophyll. *Plant Physiol.* 75:318-322.

### Kaynaklar

- Allende, A., Aguayo, E., Arte's, F., 2004. Microbial and sensory quality of commercial fresh processed red lettuce throughout the production chain and shelf life. *International Journal of Food Microbiology*, 91, 109-117.
- Altunkaya, A., Becker, E. M., Gökmen, V., Skibsted L. H., (2009). Antioxidant activity of lettuce extract (*Lactuca sativa*) and synergism with added phenolic antioxidants. *Food Chemistry*, Volume 115, Issue 1, Pages 163-168
- Ansorena, M.R., Gonía, M.G., Agüero, M.V., Roura, S.I., Di Scala K.C., (2009). Application of the General Stability Index method to assess the quality of butter lettuce during postharvest storage using a multi-quality indices analysis. *Journal of Food Engineering* Volume 92, Issue 3, Pages 317-323.
- Benzie, I. F. F., ve Strain, J. J., (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Annals of Biochemistry*, 239, 70-76.
- Block, G., Patterson, B., Subar, A., (1992). Fruit, vegetables and cancer prevention. A review of epidemiological evidence. *Nutr. Cancer*, 18, 1-29.
- Cemeroğlu B., (2007). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34, 535s, Ankara.
- Crafts-Brandner, S.J., F.E. Below, J.E. Harper, and R.H. Hageman., (1984). Effects of pod removal on metabolism and senescence of nodulating and nonnodulating
- Del Caro, A., Piga, A., Vacca, V., Agabbio, M., (2004). Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage. *Food Chem.* 84, 99-105.
- Ferreres, F., Gil, M. I., Castaner, M., Tomas-Barberan, F. A., (1997). Phenolic Metabolites in Red Pigmented Lettuce (*Lactuca sativa*) Changes with Minimal Processing and Cold Storage. *J. Agric. Food Chem.*, 45, 4249-4254.
- Hassenberg, K. and Idler C., (2005). Influence of Washing Method on the Quality of Prepacked Iceberg Lettuce. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*, Manuscript FP 05 003, Vol VII, November.
- He, S.Y., Feng, G.P., Yang, H.S., Wu, Y., Li, Y.F., (2004). Effects of pressure reduction rate on quality and ultrastructure of iceberg lettuce after vacuum cooling and storage. *Postharvest Biology and Technology*, Volume 33, Issue 3, 263-273.
- Hertog, M.G.L., Holman, P.C.H., Katan, M.B., Kromhout, D., (1993). Intake of potentially anticarcinogenic flavonoids and their intake in adult in the Netherlands. *Nutr. Cancer*, 20, 21-29.
- Kaur, C. and Kapoor, C.H., (2001). Antioxidants in fruits and vegetables, The millennium's health. *Int. J. Food Sci. Technol.* 36:703-725
- Ke, D., Saltveit, M.E., (1988). Plant hormone interaction and phenolic metabolism in the

## Az İşlem Görmüş Marulların Modifiye Atmosferde Depolanması Sürecinde Fitokimyasal Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi

- regulation of russet spotting in iceberg lettuce. *Plant Physiology*, 88, 1136-1140.
- King Jr., A.D., Magnuson, J.A., Török, T., Goodman, N., (1991). Microbial Flora And Storage Quality Of Partially Processed Lettuce. *Journal of Food Science*, Volume 56, No. 2, 459-462.
- Kleinhenz, M.D., French D.G., Gazula A., Scheerens J.C., (2003). Variety, shading, and growth stage effects on pigment concentrations in lettuce grown under contrasting temperature regimens. *Hort Tech*, 13, 677-683.
- Martin-Diana, A.B., Rico, D., Frias, J., Mulcahy, J., Henehan, G.T.M., Barry-Ryan, C., (2006). Whey permeate as a biopreservative for shelf life maintenance of fresh-cut vegetables. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 7, 112-123.
- Martinez, I., Ares, G., Lema, P., (2008). Influence Of Cut And Packaging Film On Sensory Quality Of Fresh-Cut Butterhead Lettuce. *Journal of Food Quality*, 31, 48-66.
- Murcia, M.A., Jiménez, A.M., Martínez-Tomé, M., (2009). Vegetables antioxidant losses during industrial processing and refrigerated storage. *Food Research International*, Volume 42, Issue 8, Pages 1046-1052.
- Özgen, M., Reese, R. N., Tulio, A. Z., Miller, A. R., Scheerens, J. C., (2006). Modified 2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,20-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) Methods. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54, 1151-1157.
- Özgen, M., Scheerens, J.C., (2006). Bazı Kırmızı Ve Siyah Ahududu Çeşitlerinin Antioksidan Kapasitelerinin Modifiye Edilmiş Teac Yöntemi İle Saptanması Ve Antikanser Özelliklerinin Tartışılması. II. Üzümsü Meyveler Sempoyumu, Tokat, 2006.
- Özgen, M., ve Tokbaş, H., (2007). Işıklanma ve Meyve Dokusunun Amasya Ve Fuji Elmalarında Antioksidan Kapasitesine Etkisi. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2007, 24(2), 1-5.
- Price, K.P., Colquhoun, I.J., Barnes, K.A., Rhodes, M.J.C., (1998). Composition and content of flavonol glycosides in green beans and their fate during processing. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, 46, 4898-4903.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Bolweel, P.G., Bramley, P.M., Pridham, J.B., (1995). The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radical Research*, 22, 375-383.
- Sağlam, S., (2007). Antosiyanince Zengin Dut, Kiraz ve Gilaburu Meyvelerindeki Fenolikler ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Reçel Yapım İşleminin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Konya
- Scuderi, D., Restuccia, C., Chisari, M., Barbagallo, R.N., Caggia, C., Giuffrida, F., (2011). Salinity of nutrient solution influences the shelf-life of fresh-cut lettuce grown in floating system. *Postharvest Biology and Technology*, 59 (2011) 132-137.
- Singleton, V.L., Rossi, J.L., (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Steinmetz, K. A. and Potter, J.D., (1996). Vegetable, fruit and cancer epidemiology. *Cancer Causes Control*, 2, 325-351.
- Wagstaff, C., Clarkson, G.J.J., Rothwell, S.D., Page, A., Taylor, G., Dixon, M.S., (2007). Characterisation of cell death in bagged baby salad leaves. *Postharvest Biology and Technology*, 46 (2007), 150-159.

**Az İşlem Görmüş Marulların Modifiye Atmosferde Depolanması Sürecinde Fitokimyasal Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi**

Yamaguchi, T., Katsuda, M., Oda, Y., Terao, J., Kanazawa, K., Oshima, S., (2003). Influence of polyphenoloxidase and ascorbate oxidase during cooking process on the radical scavenging activity of vegetables. *Food Science and Technology Research*, 9(1), 79–83.

Yıldız, N., Bircan, H., (1994). Araştırma Deneme Methotları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, No:697, 2. Baskı, 227s., Erzurum.