

122417

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI AVOKADO (*Persea americana* Mill.) ÇEŞİTLERİNİN
PÜRE ÜRETİMİNE UYGUNLUKLARININ BELİRLENMESİ
VE ÜRÜN STABİLİTESİ ÜZERİNE DEPOLAMA SICAKLIĞININ ETKİSİ

MUHARREM GÖLÜKCÜ

DOKTORA TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2006

**BAZI AVOKADO (*Persea americana* Mill.) ÇEŞİTLERİNİN
PÜRE ÜRETİMİNE UYGUNLUKLARININ BELİRLENMESİ
VE ÜRÜN STABİLİTESİ ÜZERİNE DEPOLAMA SICAKLIĞININ ETKİSİ**

MUHARREM GÖLÜKCÜ

**DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 2003.03.0121.005 proje numarasıyla, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir

2006

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI AVOKADO (*Persea americana* Mill.) ÇEŞİTLERİNİN
PÜRE ÜRETİMİNE UYGUNLUKLARININ BELİRLENMESİ
VE ÜRÜN STABİLİTESİ ÜZERİNE DEPOLAMA SICAKLIĞININ ETKİSİ**

Muharrem GÖLÜKCÜ

DOKTORA TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 30/06/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR
(Danışman)

Prof. Dr. Musa ÖZCAN

Prof. Dr. Muharrem CERTEL

Prof. Dr. Hüseyin BASIM

Yard. Doç. Dr. Mustafa KARHAN

ÖZET

BAZI AVOKADO (*Persea americana* Mill.) ÇEŞİTLERİNİN PÜRE ÜRETİMİNE UYGUNLUKLARININ BELİRLENMESİ VE ÜRÜN STABİLİTESİ ÜZERİNE DEPOLAMA SICAKLIĞININ ETKİSİ

Muharrem GÖLÜKCÜ

Danışman: Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR

Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran 2006, 160 Sayfa

Avokado, Türkiye’de üretim potansiyeli sürekli artmakta olan ve ekonomik değeri yüksek olan bir meyvedir. Avokado uzun süre depolanamayan nitelikte bir meyvedir. Nitekim üretimin yoğun olduğu ülkelerde başta yağ eldesi olmak üzere meyve çeşitli ürünlere işlenmektedir. Bazı ülkelerde püre üretimi de vardır. Ancak avokado püresi üretiminde ve depolanmasında bazı problemlerle karşılaşmaktadır. Bunların başında gıda sektöründe ekonomik boyutta kayıplara neden olan enzimatik renk esmerleşmesi gelmektedir.

Bu çalışmada, henüz taze tüketimi dışında bir değerlendirme yöntemi olmayan avokado meyvesinin üç farklı derim döneminde hasat edilen dört avokado çeşidinin (Bacon, Fuerte, Hass, Zutano) püre üretimine uygunlukları ve ürün stabilitesi üzerine depolama sıcaklığının etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla hasat edilen meyvelerin bazı fiziksel (meyve ağırlığı, çekirdek ağırlığı, meyve ağırlığı/çekirdek ağırlığı oranı ve meyve etinde CIE L, a, b renk bileşenleri) ve kimyasal özellikleri (kurumadde, protein, yağ, kül, pH, asitlik, toplam fenolik madde, mineral madde, yağ asitleri ve fenolik madde bileşimleri, serbest yağ asitliği, *p*-anisidin değeri, polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz aktiviteleri) belirlenmiştir.

Örneklerin kurumadde, protein, yağ ve kül içerikleri sırasıyla %21.64-37.87, %1.37-2.15, %11.21-28.59, %0.87-1.64 oranları arasında değişim göstermiştir. Örneklerin titrasyon asitliği %0.8-0.11 ve pH değerleri de 6.70-7.48 aralığında değişim göstermiştir.

Avokado örnekleri çeşit ve hasat zamanına göre; 4.34-6.17 g/kg potasyum, 169.25-262.48 mg/kg magnezyum, 63.23-97.15 mg/kg kalsiyum, 18.86-38.72 mg/kg sodyum, 1.82-5.17 mg/kg demir, 2.14-3.69 mg/kg bakır, 3.14-5.18 mg/kg çinko ve 0.88-1.43 mg/kg değerleri arasında değişen oranlarda da mangan içermektedir.

Araştırma kapsamında örneklerin yağ asitleri bileşimi gaz kromatografisi cihazı ile analiz edilmiştir. Örneklerin palmitik, palmitoleik, stearik, oleik, linoleik, linolenik ve araşidik asit içerikleri sırasıyla %14.01-20.48, %5.33-9.59, %0.40-0.72, %57.71-70.67, %8.28-14.48, %0.28-0.77 ve %0.09-0.18 değerleri arasında değişim göstermiştir.

Avokado örneklerinin toplam fenolik madde içeriği 1.04-1.34 mg/g (taze ağırlık üzerinden) değerleri arasında olup 9 adet fenolik asit (gallik, protokateşuik, α -resorsilik, γ -resorsilik, kafeik, ferulik, *p*-kumarik, *m*-kumarik, *o*-kumarik) ve 3 adet flavonoid ((-)-epikateşin, rutin, quersetin) olmak üzere 12 adet fenolik bileşen tespit edilmiştir. Avokado meyvesinin yenilebilir kısmında flavonoidlerden (-)-epikateşin ve rutin, fenolik asitlerden de kafeik ve protokateşuik asit tespit edilen diğer fenolik maddelere oranla oldukça yüksek düzeyde bulunmuştur.

Yüksek oranda yağ içeren avokado, çeşit ve hasat zamanına göre %0.31-0.34 (oleik) arasında değişen oranlarda serbest yağ asidi içermektedir. Örneklerde oksidasyon derecesinin bir göstergesi olan *p*-anisidin değeri ise araştırma kapsamında kullanılan analiz yönteminin hassasiyet değerlerinin altında kalmıştır. Örneklerin CIE L, a, b renk değerleri Minolta CR-400 cihazı ile ölçülmüştür. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre farklılıklar gösteren L renk değeri 62.11-68.49, a değeri -9.77 ile -13.71, b değeri de 32.42 ile 36.97 arasında değişim göstermiştir.

Avokado çeşitlerinin polifenoloksidaz aktivitesi 5.14-9.53 Δ Absorbans/dakika/ml, peroksidaz aktivitesi 10.15-23.19 Δ Absorbans/dakika/ml ve lipoksigenaz enzim aktivitesi de 0.48-0.66 Δ Absorbans/dakika/ml değerleri arasında değişim göstermiştir.

Fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenen meyveler kontrollü şartlarda (25°C, %65 bağıl nem) olgunlaştırıldıktan sonra, kabukları soyulup, çekirdekleri çıkarılarak püreye işlenmiştir. Elde edilen ürünlerin raf stabilitesini belirlemek amacıyla serbest yağ asitliği, *p*-anisidin değeri, CIE Lab renk bileşenleri, polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz enzim aktivite değerleri birer aylık periyotlarla saptanmıştır.

Elde edilen veriler çeşit, hasat zamanı, depolama süresi ve depolama sıcaklığı faktörlerinin ürün kalitesi üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Avokado püresinin L, a, b renk değerleri sırasıyla 50.36-67.85, -10.91-(-)2.04 ve 26.88-36.56 arasında değişim göstermiştir.

Nitekim örneklerin serbest yağ asitliğinde depolama süresince bir artış görülmüştür. Bu artış +4°C'da depolanan örneklerde daha da belirgin olmuştur. Depolama başlangıcında ortalama %0.57 olan serbest yağ asitliği değeri depolama sonunda %1.49 değerine ulaşmıştır. *p*-anisidin değerinde de benzer artış trendi izlenmiştir. Ölçülen enzim aktivitelerinde ise depolama periyodunca bir azalma görülmüştür. Örneklerde başlangıçta 6.71, 10.61 ve 0.45 Δ Absorbans/dakika/ml olan polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz aktiviteleri de sırasıyla 2.35, 5.52 ve 0.29 Δ Absorbans/dakika/ml değerlerine düşmüştür.

Araştırma sonuçları CIE Lab renk değerlerine göre püre üretimine en uygun çeşidin Zutano ve Hass, en uygun hasat döneminin de birinci hasat dönemi olduğunu göstermiştir. Depolama sıcaklığı örneklerin renk değeri üzerine oldukça önemli etkiye sahip olmuş, derin dondurucuda muhafaza edilen örneklerin renk değerleri altı aylık depolama periyodu sonunda önemli oranda korunurken, buzdolabı koşullarında muhafaza edilen örneklerde önemli oranda kayıplar meydana gelmiş, ancak elde edilen veriler bu sıcaklıkta bile ürünlerin altı aylık raf ömrü olduğunu göstermiştir. Örneklerin tamamının *p*-anisidin değeri üründe problem

oluşturabilecek değerin altında kalmıştır. Elde edilen veriler, örneklerin, serbest yağ asitliği değeri kalite kriterlerine göre de derin dondurucuda en az altı ay, +4°C’da de 3 ay süreyle başarıyla muhafaza edilebileceğini göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Avokado, püre, enzim aktivitesi, renk değerleri, oksidasyon, serbest yağ asitliği

JÜRİ: Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR (Danışman)
Prof. Dr. Musa ÖZCAN
Prof. Dr. Muharrem CERTEL
Prof. Dr. Hüseyin BASIM
Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARHAN

ABSTRACT

DETERMINATION OF CONVENIENT SOME AVOCADO (*Persea americana* Mill.) CULTIVARS FOR PUREE PRODUCTION AND THE EFFECT OF STORAGE TEMPERATURES ON THE PRODUCT STABILITY

Muharrem GÖLÜKCÜ

Ph.D. Thesis in Food Engineering

Adviser: Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR

June 2006, 160 Pages

Avocado plantation has steadily been increased in Turkey and it is only consumed as fresh. Avocado is a fruit that could not be stored for a long time cause of its fruit property. Therefore, the fruit is mainly processed for oil production, and into different products in countries in which the production is fairly high. Avocado is also processed as puree in a few countries. Some problems are present faced with puree production and its storage. One of the major problems is enzymatic browning which should intensively be dealt with, and is important for food processing leads to economically important losses.

In the present study, avocado puree production possibility was investigated on avocado cultivars (Bacon, Fuerte, Hass, Zutano) having a great potential in Turkey, in three different harvesting period. Some physical and chemical properties of the fruit samples were analysed to characterize raw materials. Each sample was subjected to parameter evaluations including fruit weight, seed weight, fruit weight/seed weight and CIE Lab color values for physical; and dry matter, protein, oil, ash content, pH, acidity, total phenolic compound content, free fatty acidity, *p*-anisidin value, polyphenoloxidase, peroxidase, lipoxigenase activities for chemical properties.

Dry matter, protein, oil, ash content, titration acidity and pH value of avocado fruit showed changes between 21.64-37.87%, 1.37-2.15%, 11.21-28.59%, 0.87-1.64%, 0.08-0.11% and 6.70-7.48, respectively. The mineral content of the fruit was 4.34-6.17 g/kg for potassium, 169.25-262.48 mg/kg for magnesium, 63.23-97.15 mg/kg for calcium, 18.86-38.72 mg/kg for sodium, 1.82-5.17 mg/kg for iron, 2.14-3.69 mg/kg for copper, 3.14-5.18 mg/kg for zinc and 0.88-1.43 mg/kg for manganese. Fatty acid composition analyze of avocado oil was performed with gas chromatography. Palmitic, palmitoleic, stearic, oleic, linoleic, linolenic and arachidic acid composition of the oil changed between 14.01-20.48%, 5.33-9.59%, 0.40-0.72%, 57.71-70.67, 8.28-14.48%, 0.28-0.77% and 0.09-0.18%, respectively.

The total phenolic content was determined with UV-spectroscopy. The phenolic compounds were determined with RP-HPLC in three harvesting period of four different avocado cultivars. The total phenolic content of the samples was between 1.04-1.34 mg/g on edible portion (wet weight). In the present study, nine phenolic acids (gallic, protocatechuic, α -resorcylic, γ -resorcylic, caffeic, ferulic, *p*-coumaric, *m*-coumaric, *o*-coumaric, caffeic, ferulic and sinapic) and three flavonoids ((-) epicatechin, rutin and quercetin) were identified and quantified. The main phenolics determined in fresh edible portions of avocado fruits were (-) epicatechin and rutin as flavonoid and caffeic and protocatechuic acid as phenolic acid. (-)-Epicatechin was the most abundant phenolic compound, which is present in all cultivars.

One of the distinguishing features of the avocado fruit is the high oil content. Therefore, the free fatty acidity and *p*-anisidine value (oxidation degree) of the samples were analysed. The free fatty acidity of the avocado showed changes between 0.31-0.34% (oleic). *p*-anisidine could not be determined in the samples by the spectrophotometric method used in this study. CIE Lab color values of the samples were measured with Minolta CR-400 chromameter. The L, a, b color values of the fruit samples changed between 62.11-68.49, (-)9.77-(-)13.71 and 32.42-36.97, respectively. Polyphenoloxidase, peroxidase and

lipoxygenase activities showed changes between 5.14-9.53, 10.15-23.19, 0.48-0.66 Δ Absorbance/minute/ml in avocado cultivars, respectively.

These fruits were ripened under controlled-atmosphere condition (25°C, 65% relative humidity), then were cleaned, peeled and cored. Then the mesocarp part of the fruit was homogenized with citric acid, ascorbic acid, sorbic acid and sodium chloride. The purees were stored up to 6 months under refrigerator (4°C) and deep freezer (-18°C) conditions. Free fatty acidity, *p*-anisidine value, CIE coordinates (L, a, b), polyphenoloxidase, peroxidase and lipoxygenase activities of the samples were analysed in each every month within interval up to six months in order to determine stability of the purees.

The free fatty acidity, *p*-anisidine value, CIE coordinates (L, a, b), polyphenoloxidase, peroxidase and lipoxygenase activity values significantly affected by cultivars, harvesting time storage time and temperature. Analyzed some properties showed changes according to storage temperature and period besides harvesting time, variety. Thus, free fatty acidity showed an increase during storage. This increase was considerable level in samples stored at +4°C. The fatty acidity value %0.57 as middle value at the beginning of storage reached up to %1.49. *p*-anisidin has also showed same trend in increase of its content. Measured enzyme activities showed a decrease in storage duration. Polyphenoloxidase, peroxidase lipoxygenase activities of samples, which were 6.71, 10.61 ve 0.45 Δ Absorbance/minute/ml at the beginning, decreased up to 2.35, 5.52 ve 0.29 Δ Absorbance/minute/ml values, respectively. And L, a, b color values of the puree samples changed between 50.36-67.85, -10.91-(-)2.04 and 26.88-36.56, respectively.

The result showed that Zutano and Hass were more convenient than Bacon and Fuerte in terms of puree production according to CIE coordinates (L, a, b). First harvest time was found to be suggestable and was comparable with other harvest times. The colour values of purees (CIE Lab) were fairly well preserved at deep freezer (-18°C) up to 6 months, compared to at refrigerator temperature (4°C). The color values of the samples, however, showed a

possibility for puree storing at 4°C up to 6 months. *p*-anisidine values of the samples were found low, which was under acceptable limit value. Six months at -18°C and 3 months at 4°C were convenient for shelf life of avocado purees according to free fatty acidity.

KEYWORDS: Avocado, puree, enzyme activity, color values, oxidation, free fatty acidity

COMITTEE: Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR (Adviser)

Prof. Dr. Musa ÖZCAN

Prof. Dr. Muharrem CERTEL

Prof. Dr. Hüseyin BASIM

Assist. Prof. Dr. Mustafa KARHAN

ÖNSÖZ

Günümüzde dünya nüfusunun önemli bir kısmı kentlerde yaşamakta ve tükettikleri gıdaların büyük çoğunluğunu hazır gıdalar oluşturmaktadır. Hazır gıda sektörü, son yıllarda özellikle çalışan kadın sayısındaki artışa paralel olarak pratiklik sağlaması bakımından hızla büyümektedir. Günümüz yaşam tarzı sonucu hazır gıda (işlenmiş gıda) tüketmek kaçınılmaz hale gelmiştir. Gıda işleme ile ürünlerdeki kayıplar azaltılabilmekte ve ürünlerin ömrü de önemli ölçüde artırılabilir. Bu gıdalar içinde meyve ve sebzeler önemli yer almaktadır. Dünya meyve ve sebze üretiminin önemli bir kısmı hasat sonrası bozulmalar dolayısıyla kaybedilmekte, bu kayıpta da enzimatik esmerleşme oldukça önemli bir yer tutmaktadır. İşte bu meyvelerden biri olan avokado ağaç üzerinde uzun süre kalabilmektedir. Hasat edilmiş meyve uygun koşullarda depolanması durumunda fiziksel ve kimyasal özelliklerini belli bir süre önemli oranda korumaktadır. Meyve olarak muhafazasında problemler olan avokadonun Türkiye’de salata meyvesi olarak tüketimi dışında henüz değerlendirme şekli yoktur. Üretimin yoğun olduğu ülkelerde avokado başta püre olmak üzere farklı ürünlere işlenmektedir.

Avokado püresi üretiminde en büyük problem, polifenoloksidaz enziminin neden olduğu enzimatik renk esmerleşmesidir. Ancak meyve çeşit ve hasat zamanına göre meyvenin kalite özelliklerinde önemli farklılıklar oluşabilmektedir. Bu çalışma, Türkiye’de ticari boyutta yetiştirilen Bacon, Fuerte, Hass ve Zutano çeşitlerinin hasat dönemlerine göre bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimleri ve bu meyvelerden elde edilen pürelerin önemli kalite özelliklerinin depolama sıcaklık ve süresine göre değişimini kapsamaktadır. Elde edilen veriler meyvenin hasat mevsimi dışında da değerlendirilmesinin mümkün olduğunu göstermiştir. Araştırma ülkemizde bu alanda yapılan ilk çalışma olup bundan sonra yapılacak benzer araştırmalara temel veriler teşkil edecektir.

Bu günlere gelmemde çok emeği olan ve bu konuda bana çalışma olanağı sağlayan ve çalışmanın gerçekleşmesinde her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Feramuz Özdemir’e (Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü), projenin hazırlık aşamasında bugüne kadar geçen her aşamasında fikirlerinden yararlandığım tez izleme komitesi üyeleri olan Prof. Dr. Muharrem Certel ve Prof. Dr. Hüseyin Basım’a, tez jürimde yer alan Prof. Dr. Musa Özcan (Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü) ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa Karhan’a, her ne zaman ihtiyaç duyduysam zaman ve enerjisini benim

için harcamış olan Yrd. Doç. Dr. Ayhan Topuz'a, çalışmanın gerçekleşmesinde her fedakarlığı gösteren bölüm başkanım Haluk Tokgöz'e (Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü), rneklerinin temininde yardımcı olan Zir. Yük. Müh. Süleyman Bayram'a, pürelerin üretiminde yardımcı olan Gıda Yük. Müh. Mehmet Aksu'ya, örneklerin analizinde yardımcı olan Araş. Gör. Hilal şahin, Araş. Gör. Nedim Tetik ve Prof. Dr. Tefik Aksoy Merkezi laboratuvar görevlileri Nalan Sığındere, Levent Tuğcu ve Erhan Kara'ya, çalışmalarım sırasında büyük fedakarlıklar gösteren ve manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim eşim şerife Bilge'ye, Gıda Mühendisliği Bölümü ğretim yeleri ve araştırma görevlilerine, araştırmaya maddi destek sağlayan Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırmaları Destekleme Yönetim Birimi, TBTAK ve Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü yetkili ve çalışanlarına teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	ix
İÇİNDEKİLER	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	5
3. MATERYAL VE METOT	48
3.1. Materyal	48
3.2. Metot	52
3.2.1. Ortalama meyve ağırlığı.....	54
3.2.2. Ortalama çekirdek ağırlığı.....	54
3.2.3. Ortalama meyve eti miktarı.....	54
3.2.4. Toplam kurumadde miktarının belirlenmesi	54
3.2.5. Toplam protein miktarının belirlenmesi.....	54
3.2.6. Toplam yağ miktarının belirlenmesi	55
3.2.7. Yağ asitleri bileşimin belirlenmesi.....	56
3.2.8. Kül miktarının belirlenmesi	57
3.2.9. Mineral madde bileşiminin belirlenmesi	57
3.2.10. Toplam fenolik madde miktarı analizi	57
3.2.11. Fenolik madde bileşiminin belirlenmesi	58
3.2.12. Serbest yağ asitliği	59
3.2.13. <i>p</i> -anisidin değeri (<i>p</i> -AV) analizi	59
3.2.14. CIE Lab renk değeri tayini.....	59
3.2.15. Polifenoloksidaz enzimi aktivitesi analizi.....	60
3.2.16. Peroksidaz aktivitesi analizi.....	60
3.2.17. Lipaz enzimi aktivitesi analizi	61
3.2.18. Lipoksigenaz enzimi aktivitesi analizi	61

3.2.19. İstatistiksel analiz.....	62
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	63
4.1 Avokadonun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	63
4.2. Avokadonun Mineral Madde İçerikleri.....	70
4.3 Avokado Yağının Yağ Asitleri Bileşimi	76
4.4. Avokadonun Fenolik Madde İçerikleri	83
4.5. Avokadonun ve Avokado Püresinin Serbest Yağ Asitliği ve p-Anisidin Değerleri.....	94
4.6. Avokadonun ve Avokado Püresinin Renk Değerleri	104
4.7. Avokadonun ve Avokado Püresinin Polifenoloksidaz, Peroksidaz ve Lipoksigenaz Aktiviteleri	121
5. SONUÇ	139
6. KAYNAKLAR	143
ÖZGEÇMİŞ	160

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar dizini

KO	Kareler ortalaması
VK	Varyasyon kaynağı
MA	Meyve ağırlı
ÇA	Çekirdek ağırlığı
TKM	Toplam kurumadde
TA	Titrasyon asitliği
TFM	Toplam fenolik madde
BHA	Bütillenmiş hidroksi anisol
CIE	Comission Internationale de l'Eclairage
SYA	Serbest yağ asitliği
PPO	Polifenoloksidaz
POD	Peroksidaz
LOX	Lipoksigenaz
PVPP	Polivinilpolipirrolidon
<i>p</i> -AV	<i>p</i> -anisidin değeri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Avokado bahçesi, ağacı ve meyvesi görünümü.....	6
Şekil 2.2.	Avokado, üzüm ve kuşkonmazın depolama süresi ile solunum hızı arasındaki ilişki.....	19
Şekil 2.3.	Hass çeşidi avokado meyvesinin hasat olgunluğundaki (A) ve yeme olgunluğundaki görünümü (B).....	23
Şekil 2.4.	Polifenoloksidaz enzimi tarafından katalize edilen reaksiyon.....	27
Şekil 2.5.	Peroksidaz enzimi tarafından katalize edilen reaksiyon.....	28
Şekil 2.6.	Lipoksigenaz enzimi tarafından katalize edilen reaksiyon.....	28
Şekil 2.7.	Enzim aktivitesi sıcaklık ilişkisi.....	30
Şekil 2.8.	Enzim aktivitesi pH ilişkisi.....	30
Şekil 2.9.	Reaksiyon hızı substrat ilişkisi.....	30
Şekil 2.10.	Reaksiyon hızı enzim ilişkisi.....	30
Şekil 2.11.	Bazı enzimlerin ısı inaktivasyon profilleri.....	31
Şekil 2.12.	Enzimatik esmerleşme reaksiyonunun indirgen maddelerle esmerleşme engellenme mekanizması.....	36
Şekil 2.13.	Askorbik asidin enzimatik esmerleşme reaksiyonunu engelleme mekanizması.....	37
Şekil 2.14.	Polifenoloksidaz enziminin bağıl aktivitesinin pH ile Değişimi.....	40
Şekil 2.15.	Polifenoloksidaz enziminin bağıl aktivitesinin sıcaklık ile değişimi.....	41
Şekil 3.1.	Bacon çeşidine ait meyvelerin görünümü.....	50
Şekil 3.2.	Zutano çeşidine ait meyvelerin görünümü.....	50
Şekil 3.3.	Fuerte çeşidine ait meyvelerin görünümü.....	50
Şekil 3.4.	Hass çeşidine ait meyvelerin görünümü.....	51
Şekil 3.5.	Olgunlaşmış avokado meyvesi, homojenizasyon, CO ₂ uygulaması ve ürün.....	53

Şekil 3.6.	Avokado püresi üretimi akım şeması.....	53
Şekil 4.1.	Avokadonun kurumadde içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	68
Şekil 4.2.	Avokadonun yağ içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	68
Şekil 4.3.	Avokadonun protein içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	69
Şekil 4.4.	Avokadonun kül içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	69
Şekil 4.5.	Avokadonun pH değerinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	69
Şekil 4.6.	Avokadonun asitlik değerinin (% oleik) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	70
Şekil 4.7.	Avokadonun potasyum içeriğinin (g/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	74
Şekil 4.8.	Avokadonun magnezyum içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	74
Şekil 4.9.	Avokadonun kalsiyum içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	74
Şekil 4.10.	Avokadonun sodyum içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	75
Şekil 4.11.	Avokadonun demir içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	75
Şekil 4.12.	Avokadonun bakır içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	75
Şekil 4.13.	Avokadonun çinko içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	76
Şekil 4.14.	Avokadonun mangan içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	76
Şekil 4.15.	Avokado yağının palmitik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	81

Şekil 4.16.	Avokado yağının stearik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.	81
Şekil 4.17.	Avokado yağının araşidik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	82
Şekil 4.18.	Avokado yağının palmitoleik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	82
Şekil 4.19.	Avokado yağının oleik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	82
Şekil 4.20.	Avokado yağının linoleik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	83
Şekil 4.21.	Avokado yağının linolenik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	83
Şekil 4.22.	Avokadonun fenolik bileşimine ait kromatogram	89
Şekil 4.23.	Avokadonun toplam fenolik madde içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	89
Şekil 4.24.	Avokadonun gallik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	90
Şekil 4.25.	Avokadonun protokateşuik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	90
Şekil 4.26.	Avokadonun α -resorsilik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	90
Şekil 4.27.	Avokadonun γ -resorsilik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	91
Şekil 4.28.	Avokadonun kafeik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	91
Şekil 4.29.	Avokadonun ferulik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	91
Şekil 4.30.	Avokadonun <i>p</i> -kumarik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	92
Şekil 4.31.	Avokadonun <i>m</i> -kumarik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	92

Şekil 4.32.	Avokadonun o-kumarik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.	92
Şekil 4.33.	Flavonoidlerden (-)-epikateşin içeriğinin avokadonun çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.	93
Şekil 4.34.	Flavonoidlerden rutin içeriğinin avokadonun çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.	93
Şekil 4.35.	Flavonoidlerden quersetin içeriğinin avokadonun çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.	93
Şekil 4.36.	Avokado püresinin serbest yağ asitliğinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi.....	103
Şekil 4.37.	Avokado püresinin <i>p</i> -anisidin değerinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi.....	104
Şekil 4.38.	Avokadonun L renk değerinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.	107
Şekil 4.39.	Avokadonun a renk değerinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	108
Şekil 4.40.	Avokadonun b renk değerinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	108
Şekil 4.41.	Avokado püresinin L renk değerinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi.....	118
Şekil 4.42.	Avokado püresinin a renk değerinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi.....	119
Şekil 4.43.	Avokado püresinin b renk değerinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi.....	120
Şekil 4.44.	Avokadonun polifenoloksidaz enzim aktivitesinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	126
Şekil 4.45.	Avokadonun peroksidaz enzim aktivitesinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	126

Şekil 4.46.	Avokadonun lipoksigenaz enzim aktivitesinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi.....	127
Şekil 4.47.	Avokado püresinin polifenoloksidaz aktivitesinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi.....	135
Şekil 4.48.	Avokado püresinin peroksidaz aktivitesinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi.....	136
Şekil 4.49.	Avokado püresinin lipoksigenaz aktivitesinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi.....	137



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Avokadonun kıtalara göre üretim miktarı dağılımı	7
Çizelge 2.2.	Dünyada önemli avokado üretici ülkeler ve üretim miktarları	9
Çizelge 2.3.	Türkiye üretim miktarı ve üretim alanının yıllara göre dağılımı	9
Çizelge 2.4.	Avokadonun bazı fiziksel özellikleri.....	9
Çizelge 2.5.	Avokado meyvesinin genel bileşimi	11
Çizelge 2.6.	Avokado meyvesinin mineral madde içeriği	11
Çizelge 2.7.	Avokado meyvesinin vitamin içeriği	13
Çizelge 2.8.	Avokado yağı bileşimi ve özellikleri.....	13
Çizelge 2.9.	Avokado meyvesi yağının yağ asidi bileşimi.....	14
Çizelge 2.10.	Enzimatik esmerleşme reaksiyonunu önleyici katkılar	36
Çizelge 2.11.	Farklı kaynaklardan elde edilen polifenoloksidaz enzimlerinin bağıl substrat aktiviteleri.....	39
Çizelge 2.12.	Fuerte ve Lerman avokado çeşitlerinden elde edilen polifenoloksidaz aktivitesinin farklı substrat ortamlarındaki bağıl aktiviteleri.....	40
Çizelge 3.1.	Araştırmada kullanılan avokado çeşitlerinin hasat tarihleri.....	48
Çizelge 3.2.	Avokado çeşitlerinin hasat dönemine göre hasat ve olgunlaşma tarihleri	51
Çizelge 4.1.	Avokadonun bazı fiziksel özellikleri.....	64
Çizelge 4.2.	Avokado çeşitlerinin bazı kimyasal içeriklerinin ortalama değerleri.....	65
Çizelge 4.3.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre kurumadde, yağ ve protein içeriğine ait varyans analiz sonuçları.....	66
Çizelge 4.4.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre kül içeriği, asitlik ve pH değerine ait varyans analiz sonuçları.....	66
Çizelge 4.5.	Avokadonun bazı kimyasal özelliklerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	66

Çizelge 4.6.	Avokadonun bazı besin elementi içeriklerinin ortalama değerleri.....	71
Çizelge 4.7.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre makro besin elementleri içeriğine ait varyans analizi sonuçları.....	71
Çizelge 4.8.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre mikro besin elementleri içeriğine ait varyans analizi sonuçları.....	71
Çizelge 4.9.	Avokadonun bazı makro besin elementlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	72
Çizelge 4.10.	Avokadonun bazı mikro besin elementlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	72
Çizelge 4.11.	Avokado çeşitlerinin yağ asitleri dağılımlarının ortalama değerleri.....	78
Çizelge 4.12.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre palmitik, palmitoleik ve stearik asit ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları.....	78
Çizelge 4.13.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre palmitoleik, oleik, linoleik ve linolenik asit ortalama değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	79
Çizelge 4.14.	Avokadonun ortalama doymuş yağ asidi değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	79
Çizelge 4.15.	Avokadonun doymamış yağ asidi ortalama değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	79
Çizelge 4.16.	Avokadonun bazı fenolik madde içeriklerinin ortalama değerleri.....	85
Çizelge 4.17.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre fenolik asit ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.....	85
Çizelge 4.18.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre fenolik asit ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.....	85
Çizelge 4.19.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre fenolik asitlerin ortalama değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	86

Çizelge 4.20.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre flavonoidlerden (-)-epikateşin, rutin quersetin ve toplam fenolik madde içeriği değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	86
Çizelge 4.21.	Avokado çeşitlerinin serbest yağ asitliği ve ortalama <i>p</i> -anisidin değerleri.....	97
Çizelge 4.22.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre serbest yağ asitliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	97
Çizelge 4.23.	Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre ortalama serbest yağ asitliği değerleri.....	99
Çizelge 4.24.	Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre ortalama <i>p</i> -anisidin değerleri.....	100
Çizelge 4.25.	Avokado püresinin çeşit ve hasat zamanına göre ortalama renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	101
Çizelge 4.26.	Avokado püresinin ortalama serbest yağ asitliği ve <i>p</i> -anisidin değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	102
Çizelge 4.27.	Avokado çeşitlerinin ortalama renk değerleri.....	105
Çizelge 4.28.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre ortalama renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	106
Çizelge 4.29.	Avokadonun ortalama renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	106
Çizelge 4.30.	Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre ortalama L renk değerleri.....	112
Çizelge 4.31.	Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre a renk değerleri.....	114
Çizelge 4.32.	Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre b renk değerleri.....	115
Çizelge 4.33.	Avokado püresinin çeşit ve hasat zamanına göre ortalama renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	116
Çizelge 4.34.	Avokado püresinin ortalama renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	117

Çizelge 4.35.	Avokado çeşitlerinin ortalama polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksimenaz enzim aktivitelei.....	123
Çizelge 4.36.	Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre ortalama polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksimenaz aktivite değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	123
Çizelge 4.37.	Avokadonun ortalama polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksimenaz aktivite değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	125
Çizelge 4.38.	Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre ortalama polifenoloksidaz aktivitesi değerleri.....	128
Çizelge 4.39.	Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre ortalama peroksidaz aktivitesi değerleri.....	129
Çizelge 4.40.	Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre ortalama lipoksimenaz aktivitesi değerleri.....	130
Çizelge 4.41.	Avokado püresinin çeşit ve hasat zamanına göre ortalama polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksimenaz aktivite değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	132
Çizelge 4.42.	Avokado püresinin ortalama polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksimenaz aktivite değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	133

1. GİRİŞ

Avokado (*Persea americana* Mill.) *Lauraceae* familyasından herdem yeşil çok yıllık bir bitkidir. Anavatanı Orta Amerika olan avokado subtropik bir meyve türü olması nedeniyle özellikle tropik ve subtropik bölgeler başta olmak üzere (Biale ve Young 1971, Zentmeyer 1987) Türkiye dahil 70'e yakın ülkede yetiştirilmektedir (Anonymous 2006).

Avokado ağacı, genellikle yayvan, bazen dikine gelişen, 6-20 m yüksekliğinde, bol yapraklı bir taca sahiptir. Yaprakları koyu yeşil renkte, oval, eliptik ve mızrağımsı şekildedir. Genç sürgünler ise bakırımsı kırmızı renktedir. Meyveleri yuvarlak, oval veya armut şeklinde olabilir. Meyve eti açık sarı yeşilimsidir (Morton 1987).

1995 yılında 2.157.453 ton olan dünya avokado üretimi 2002 yılında 2.583.226 ton ve 2005 yılında da 3.222.069 tona yükselmiştir (Anonymous 2006). Bu üretimin önemli bir kısmı Meksika (1.040.390 ton), Endonezya (263.575 ton), ABD (214.000 ton), Kolombiya (185.811 ton), Brezilya (175.000 ton) ve Şili'de (163.000 ton) gerçekleşmiştir (Anonymous 2006). Türkiye'de 1980 yılından itibaren ticari amaçlı avokado bahçeleri kurulmaya başlanmıştır. 2005 yılı verilerine göre Türkiye'de 1000 dekarlık alanda 400 ton avokado üretimi gerçekleşmiştir (Anonymous 2006). Türkiye'de her geçen yıl avokado üretim alanı ve üretim miktarı artmaktadır. Avokado Türkiye'de özellikle Antalya, İçel ve Hatay illerinin Akdeniz sahil şeridinde yetiştirilmektedir (Anonim 2004). Bununla birlikte Türkiye'de bu meyvenin üretilbileceği çok geniş alanlar vardır. Halkımızın meyveyi yeni yeni tanımakta oluşu ve meyvenin kullanım alanlarının artması üretim ve tüketim potansiyelini arttıracaktır.

Türkiye'de ticari boyutta birkaç avokado çeşidi yetiştirilmektedir. Bunlar Bacon, Zutano, Fuerte ve Hass çeşitleri olup yeni çeşitlerin adaptasyonu için de çalışmalar devam etmektedir. Avokado meyvesinin olgunlaşma dönemleri, meyve morfolojik özellikleri ve kimyasal bileşimleri, çeşitler arasında önemli farklılıklar gösterebilmektedir (Demirkol 1997).

Avokado sert bir yapıya sahipken hasat edilmekte ve yeme olgunluğuna gelmesi için oda sıcaklığında yeterli süre bekletilmektedir (Lewis 1978, Bower ve Cutting 1988). Bunun yanında meyve kontrollü koşullarda da olgunlaşmaya bırakılabilmektedir (Kahn 1985, Cutting vd 1990).

Avokado esas olarak bir salata meyvesi olmasının yanında yetiştiriciliğinin yoğun olduğu ülkelerde meyve taze tüketiminin yanında yemeklik yağ (Werman ve Neman 1986) ve püre üretiminde de kullanılmaktadır (Valdivia vd 2002).

Avokado, özellikle tarımının yaygın olarak yapıldığı ülkelerde başta püre olmak üzere farklı ürünlere işlenebilmektedir. İhtiyaç fazlası ile standart dışı boyut ve şekilde olan meyvenin değerlendirilmesi amacıyla püreye işlenmesinin iyi bir alternatif olduğu bildirilmektedir. Üretilen püre doğrudan tüketilebildiği gibi sos ve dondurma gibi farklı ürünlerin üretiminde de kullanılabilmektedir (Soliva vd 2001). Ancak püre üretiminde ve depolanmasında başta enzimatik renk esmerleşmesi olmak üzere farklı problemlerle karşılaşmaktadır. Dünya meyve sebze üretiminin önemli bir kısmı hasat sonrası bozulmalar dolayısıyla kaybedilmekte, bu kayıpta da enzimatik esmerleşme oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Martinez ve Whitaker 1995). Renk esmerleşmesi problemi ile sadece pürede değil aynı zamanda meyve depolanmasında da karşılaşmaktadır (Cutting vd 1990).

Meyve ve sebzelerin işlenmesi sırasında ve taze depolanmasında, fenolik bileşiklerin enzimatik oksidasyonu, Maillard reaksiyonu, askorbik asit oksidasyonu, karamelizasyon ve lipidlerin oksidasyonu olmak üzere beş farklı reaksiyon üründe renk esmerleşmesine neden olmaktadır. Isıl işlem görmemiş meyve ve sebzelerde özellikle polifenol oksidaz enzimi tarafından katalizlenen fenolik bileşiklerin oksidasyonu ile ortaya çıkan esmerleşme en büyük problemdir (Pizzocaro vd 1993). Avokado meyvesinde ve püresinde meydana gelen enzimatik renk esmerleşmesi de polifenoloksidaz enzimi tarafından kataliz edilmektedir. Polifenoloksidaz enziminin aktivitesi tüm meyvelerde aynı değildir. Avokado meyvesinde bulunan polifenoloksidazın aktivitesinin kendisine en yakın düzeyde olan meyvedeki enzim aktivitesinden çok daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Weemaes vd 1998a, Gomez-Lopez 2002).

Bunun yanında aynı meyve ve sebzenin farklı çeşitleri arasında da gerek enzim aktivitesi ve gerekse de enzimin substrat seçiciliği farklılık gösterebilmektedir (Golan vd 1977, Tomas-Barberan ve Espin 2001, Garcia ve Barrett 2002, Doğan vd 2002). Nitekim Gomez-Lopez (2002) yaptığı çalışmada bunu ortaya koymuştur. İki farklı avokado çeşidinde bulunan polifenol oksidazların aynı substratı farklı hızlarda katalizlediğini tespit etmiştir. Van-Lelyveld ve Bower (1984) de yine farklı avokado türleri arasında enzim aktivitesi bakımından farklılıklar bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu meyvenin farklı çeşitlerinde enzim aktivitesini önlemek için alınacak önlemlerin de farklı olacağını göstermektedir.

Polifenol oksidaz enziminin kaynaklanan esmerleşme reaksiyonu enzimin ısı ile inaktivasyonu ile tamamen engellenebildiği gibi enzimin aktivitesini engelleyici maddeler kullanılarak da yavaşlatılabilir. Ancak avokado püresinde ısı ile işlem uygulaması ürün aromasında kabul edilemez düzeyde değişmelere neden olduğu ve aynı zamanda besinsel kayıplara da yol açtığından kullanım alanı bulamamıştır (Soliva vd 2002). Püredeki enzimatik esmerleşmeyi önlemek amacıyla kükürtlü bileşikler, askorbik asit, EDTA, sitrik asit, NaCl vb kimyasal maddelerin yanında, yüksek basınç, ışınlama ve kısa sürede yüksek sıcaklık uygulamaya uygun olan mikrodalga uygulamasının etkinliği araştırılmıştır.

Ancak farklı avokado çeşitlerinin gerek enzim aktivitesi ve gerekse de polifenolik madde içeriği bakımından püreye işlemeye uygunluklarının belirlenmesi üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Ayrıca meyvedeki enzimatik esmerleşmeden sorumlu olan polifenol oksidaz enziminin hasat dönemine göre de bir farklılık gösterip göstermediği konusunda herhangi bir araştırmaya rastlanılamamıştır. Bilindiği gibi meyvelerin bileşiminde olgunlaşma periyodu boyunca önemli farklılıklar olabilmektedir (Salas vd 2000, Özdemir vd 2003). Bu nedenle avokado gibi geniş bir hasat aralığına sahip meyvelerde amaca göre en uygun hasat döneminin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Polifenol oksidaz enziminin kaynaklanan kalite kaybının yanında, meyvenin yüksek yağ içeriğine sahip olmasından dolayı meyveden üretilen ürünlerde yağ oksidasyonu ve hidrolizinden kaynaklanan kalite kayıplarının olması da muhtemeldir. Avokado püresi üzerine bu güne kadar yapılan araştırmalarda özellikle polifenol

oksidaz enzimi ve renk esmerleşmesi üzerinde yoğunlaşmış, ancak ürün yağı kalitesinde meydana gelen değişimler üzerine herhangi bir araştırmaya rastlanılamamıştır. Bu güne kadar yapılan çalışmalarda etkisi araştırılmayan ve ürün kalitesinde belirleyici rol oynadığı düşünülen bir diğer faktör de depolama sıcaklığıdır.

Bu araştırmada; Bacon, Fuerte, Hass ve Zutano çeşidi avokadolar 1'er ay ara ile 3 kez hasat edilmiş ve buna bağlı olarak renk değerleri ve enzim aktivitesindeki değişim tespit edilip püre üretimi için en uygun hasat dönemi belirlenmiştir. Seçilen çeşitler Türkiye'de üretim potansiyeli yüksek olan çeşitlerdir. Çeşitler arasında püre kalitesini belirleyici kriterlerden birisi olan enzim aktivitesi en düşük ve renk değerleri en uygun çeşit belirlenmiştir. Ayrıca depolama sıcaklığı ve süresi ile polifenoloksidaz, peroksidaz, lipaz ve lipoksigenaz enzim aktiviteleri, polifenolik madde miktarındaki değişim, renk değişimi, oksidasyon derecesi, serbest yağ asitliği gibi ürün kalitesinde önemli olan parametrelerdeki değişim belirlenerek ürünün uygun depolama sıcaklığı ve süresi araştırılmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

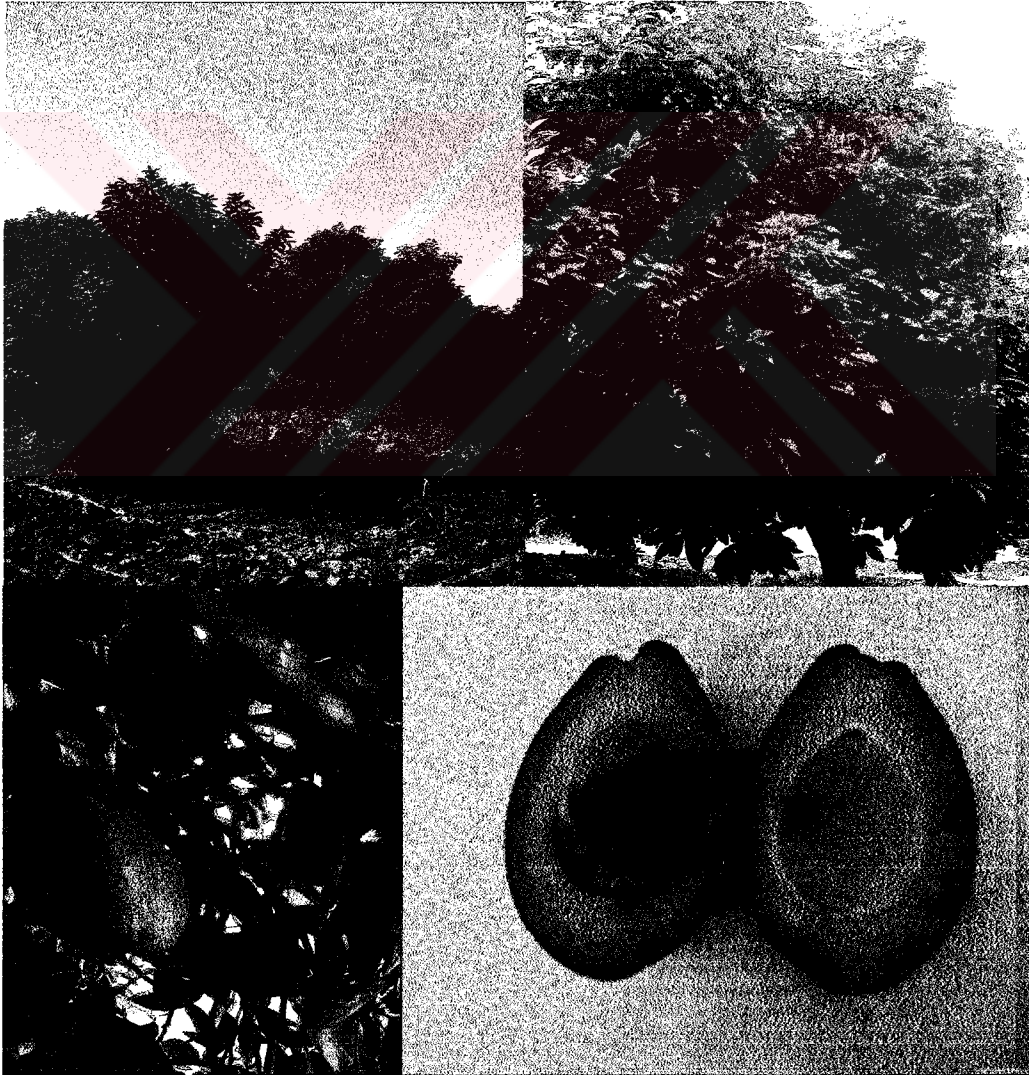
Avokado (*Persea americana* Mill.) *Lauraceae* familyasından, herdem yeşil çok yıllık bir bitkidir. Anavatanı Orta Amerika olan avokado subtropik bir meyve türü olması nedeniyle özellikle tropik ve subtropik bölgelerde olmak üzere bugün Türkiye dahil 70'e yakın ülkede yetiştirilmektedir (Biale ve Young 1971, Zentmeyer 1987, Knight 2002, Scora vd 2002, Anonymous 2006).

Avokado Türkiye'de gerek üreticiler ve gerekse tüketiciler tarafından tam olarak tanınmamaktadır. Alışlagelmiş meyvelerden çok farklı kimyasal bileşimi ve lezzeti olan avokadonun dünya genelinde Meksika, Guatemala ve Batı Hint olmak üzere üç farklı soyu bulunmaktadır. Meksika ve Guatemala soyu subtropik, Batı Hint soyu ise tropik bölgelerde yetiştirilmektedir. Ayrıca bu soylardan elde edilen hibrid tipler de mevcuttur (Morton 1987, Knight 2002).

Dünyada bu soylara ait Adi, Anaheim, Ardith, Bacon, Benedict, Benik, Bonita, Booth 1, Booth 7, Booth 8, Butler, Caliente, Choquette, Collinson, Corona, Dickinson, Duke, Edranol, Ettinger, Fuchs, Fuchs-20, Fuerte, Ganter, Gil, Gottfried, Grande, Gwen, Hall, Hass, Hayes, Hazzard, Herman, Hickson, Iriet, Itzamna, Jalna, Jim, Linda, Lula, Lyon, Macartur, Maoz, Marcus, Mexicola, Nabal, Nelan, Nimlioh, Northrop, Nowels, Palomino, Panchoy, Pinkerton, Pollock, Puebla, Queen, Reed, Rincon, River, Ruchle, Russell, Ryan, Santana, Schmidt, Secundino, Semil 34, Sharpless, Sharwil, Shepard, Simmonds, Simpson, Solano, Spinks, Stewart, Susan, Taft, Taylor, Tonnage, Trapp, Wagner, Waldin, Winslowson, Wurtz, Zutano gibi isimlerle anılan pek çok avokado çeşidi vardır (Morton 1987, Gomez-Lopez 1998, Gomez-Lopez 1999, Knight 2002). Türkiye'de de Bacon, Zutano, Fuerte, Hass, Ettinger, Wurtz, Nabal, Reed, Ryan, Santana, Pinkerton, Corona, Rincon, Nowels, Edranol, Stewart, Susan, Jim, Benedict, Sharwil, Jalna, Lula, Dickinson gibi birçok çeşidinin adaptasyon çalışmaları sonrasında yetiştirilebilirliği belirlenmesine (Demirkol 1995, Demirkol vd 2004) rağmen bunlardan Bacon, Zutano, Fuerte ve Hass çeşitleri ticari boyutta yetiştirilmektedir. Türkiye'de yetiştirilen bu dört çeşitten üçü Guatemala X Meksika hibridi, Zutano ise Meksika soyundan bir çeşittir (Morton 1987). Akdeniz Bölgesi'nin özellikle Guatemala X Meksika soyundan olan çeşitlerin yetiştiriciliğine uygun olduğu bildirilmektedir (Campbell ve Malo 1976). Yeni çeşitlerin adaptasyonu için de çalışmalar devam

etmektedir. Bu çeşitlerin olgunlaşma dönemleri, meyve morfolojik özellikleri ve kimyasal bileşimleri birbirinden oldukça farklıdır (Demirkol 1997).

Polimorfik özelliğe sahip avokado bitkisi, çeşitlere göre farklılıklar göstermesine rağmen genellikle yayvan, bazen dikine gelişen, 6-20 m yüksekliğinde, bol yapraklı bir taca sahiptir. Yaprakları koyu yeşil renkte, oval, eliptik ve mızrağımsı şekillerdedir. Genç sürgünler ise bakırimsi kırmızı renktedir. Avokado meyvesi çeşitlere göre oldukça farklı büyüklük ve şekillerdedir. Meyve çekirdek miktarı, meyve eti oranı, meyve eti rengi gibi özellikler de avokado çeşitleri arasında önemli farklılıklar göstermektedir (Demirkol 1997, Knight 2002, Özdemir vd 2003). Avokado bahçesi, ağacı ve meyvesinin görünümü Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Avokado bahçesi, ağacı ve meyvesi

Tropik ve subtropik bölgelerde yetiştirilen avokado meyvesinin dünya üretimi düzenli bir şekilde artmaktadır. Üretim 1990 yılında 2 milyon tonu aşmıştır. Son 30 yılda avokado üretiminde en düşük artış üretimin yüksek olduğu bölgelerden biri olan Güney Amerika'da, en büyük artış ise üretimin en az olduğu Avrupa'da olmuştur. Avrupa kıtasındaki artışı Okyanusya, Asya, Afrika ve Kuzey Amerika izlemiştir. Bu da gösteriyor ki özellikle Avrupa kıtasındaki Akdeniz ülkelerinde avokado üretim potansiyeli yüksektir. Kıtalara göre son 25 yılda dünya avokado üretimindeki değişim Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Üretimi Orta ve Güney Amerika'da yoğunlaşmış olan avokadonun en büyük üreticisi Meksika'dır. Dünya avokado üretiminin %30'dan fazlası Meksika'da gerçekleştirilmektedir. 2005 yılı verilerine göre 67 farklı ülkede avokado üretimi yapılmaktadır. Meksika'yı avokado üretiminde sırasıyla Endonezya, Amerika Birleşik Devletleri, Kolombiya, Brezilya, Şili, Dominik Cumhuriyeti ve Peru izlemektedir. Avokado üretiminde önemli bazı ülkelerin 2005 yılı üretim miktarları ve oranları Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Birçok meyve ve sebze üretiminde ilk sıralarda yer almakta olan Türkiye 2005 yılı avokado üretim miktarına göre 49. sırada yer almasına rağmen, bu meyvenin üretim miktarı ve üretim alanları hızla artmaktadır. Avokado üretimi Türkiye'de Akdeniz Bölgesi'nde yoğunlaşmıştır. Akdeniz Bölgesi'nde özellikle Antalya, İçel ve Hatay

Çizelge 2.1. Avokadonun kıtalara göre üretim miktarı dağılımı (x100 Ton)
(Anonymous 2006)

	1981	1986	1991	1996	2001	2002	2003	2004	2005
Afrika	131.9	161.6	189.4	207.2	369.4	385.6	385.7	381.0	385.2
Asya	105.6*	161.5*	177.1*	312.5	338.5	325.5	437.6	408.6	448.6
Avrupa	10.5*	30.8*	74.3*	66.8	89.4	88.6	91.0	90.1	84.4
O. Amerika	551.2	718.5	876.6	931.2	1035.8	1203.8	1137.4	1109.2	1109.4
K. Amerika	378.7	494.3	388.4	333.8	365.6	383.2	419.5	377.3	406.9
G. Amerika	356.2	375.4	404.1	382.8	513.3	543.0	642.6	714.9	730.3
Dünya	1539.4	1954.7	2125.7	2283.9	2821.3	2997.4	3169.4	3138.3	3222.1

*: Knight, 2002

illerinin sahil şeridinde yetiştirilmektedir (Anonim 2004). Türkiye'deki avokado üretim miktarı ve alanının yıllara göre değişimi Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Dünyada ve Türkiye'de üretimi sürekli artmakta olan avokado meyvesinin çeşit, yetiştirildiği bölge, iklim koşulları, toprak yapısı, hasat zamanı gibi pek çok faktöre göre fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli farklılıklar görülebilmektedir (Knight 2002). Nitekim yapılan çalışmalar bunu doğrulamaktadır. Avokado meyvesinin ağırlığı 157-566 g arasında olup, meyve eti oranı ise %63.3-86.3 değerleri arasında değişmektedir. Meyvenin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bazı araştırma bulguları Çizelge 2.4'te verilmiştir.

Avokado biyolojik olarak bir meyve olmasına rağmen, tüketim şekli itibarıyla meyveden çok sebze benzemektedir. Avokadonun görünümü tatlı ve asidik bir meyve izlenimi vermekte, bu nedenle ilk defa tüketen kişide tadının beğenilmemesinden dolayı hayal kırıklığı yaratabilmektedir (Collins 1905). Avokado meyvesinin kimyasal bileşimi diğer meyvelerden oldukça büyük farklılıklar göstermektedir. Meyvelerin genellikle yağ ve protein içeriği düşük, şeker içeriği ise yüksektir. Oysa avokadoda yağ ve protein oranları yüksek, şeker ve organik asit içeriği düşüktür. Alışılmış hiçbir meyvedeki sulu, gevrek yapı ve meyve denilince akla gelen lezzet ve aroma yoktur. Avokado meyvesinin bazı kimyasal özellikleri Çizelge 2.5'te verilmiştir.

Avokado zeytin hariç diğer meyvelerden oldukça yüksek oranda yağ içermektedir. Meyvenin yağ içeriği %30'lar seviyesine kadar ulaşabilmektedir (Biale ve Young 1971, Bizimana vd 1993). Türkiye'de ticari olarak yetiştirilen çeşitlerde ise bu oran %12.2 ile %17.3 arasında değişim göstermektedir (Özdemir vd 2003). Avokado yüksek pH (6-6.5) ile de diğer meyvelerden çok farklı olup pH'sı daha çok sebzelere yakındır.

Avokado yüksek yağ içeriğinden dolayı enerji içeriği de yüksek bir meyvedir. Avokado enerji içeriği yüksek olarak bilinen muzdan üç kat fazla enerji içermektedir. Ancak avokado tokluk hissi vermesi nedeniyle az tüketilmekte, dolayısıyla vücuda fazla enerji alınımı engellenmektedir (Bergh 1992a).

Çizelge 2.2. Dünyada önemli avokado üretici ülkeler ve üretim miktarları
(Anonymous 2006)

Ülke	Üretim Miktarı (Ton)	Dünya Üretimindeki Payı (%)
Meksika	1.040.390	32,29
Endonezya	263.575	8,18
ABD	214.000	6,64
Kolombiya	185.811	5,77
Brezilya	175.000	5,43
Şili	163.000	5,06
Dominik Cumhuriyeti	140.000	4,35
Peru	102.000	3,17
Dünya	3.222.069	100

Çizelge 2.3. Türkiye üretim miktarı ve üretim alanının yıllara göre dağılımı
(Anonymous 2006)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Alan (Ha)	41	55	70	70	75	90	100	90	100	100
Miktar (Ton)	164	225	270	285	300	350	400	370	400	400

Çizelge 2.4. Avokadonun bazı fiziksel özellikleri

Özellik	Frega vd (1990)	Gomez Lopez (1998)	Knight (2002)	Özdemir vd (2003)
Meyve ağırlığı (g)	160-254	187-726	200-566	157.0-267.2
Çekirdek ağırlığı (g)	24-44	50-152	-	21.3-56.7
Meyve eti ağırlığı (g)	116-217	137-574	-	134.2-210.5
Meyve eti oranı (%)	73-90	66-79	63,3-75,0	76.5-86.3

Avokadonun protein içeriği de diğer meyvelerden yüksek düzeydedir. Meyvelerin protein içeriği genellikle %1 seviyesinin altında kalmaktadır. Oysa avokadonun protein içeriği %2'den daha yüksek olabilmektedir. Avokado proteini tüm

esansiyel amino asitleri içermektedir. Avokado proteininde özellikle asparagin, aspartik asit, glutamin ve glutamik asit yüksek oranda bulunmaktadır. Daha az miktarda bulunan amino asitler ise serin, treonin, alanin, valin ve sistindir (Knight 2002).

Meyvenin şeker içeriği ise diğer meyvelere oranla düşük düzeyde olup değişik faktörlere bağlı olarak büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Meyvenin toplam karbonhidrat içeriği %8 seviyesine kadar ulaşabilmekte, bunun önemli bir kısmını sağlık açısından da önemli pozitif etkileri olan çözünür (hemiselüloz ve pektin) ve çözünmez (selüloz ve lignin) özellikte olan diyet lifler oluşturmaktadır. Çözünür özellikte olan diyet lif toplam lifin %25'ini oluştururken, çözünmez nitelikte olanlar %75'ini oluşturmaktadır. Meyvenin diyet lif içeriği diğer meyvelere oranla oldukça yüksek düzeylerde (Biale ve Young 1971, Naveh vd 2002).

Lund vd (1983) avokado meyvesinin diyet lif bileşimini analiz etmişlerdir. Bu araştırmada avokadonun kurumadde bazında %23.4 diyet lif içerdiği, taze meyvede ise %1.29 çözünür ve %2.04 oranında çözünmez diyet lif içerdiği belirlenmiştir. Diyet lif bileşimi değerleri de taze meyvede %1.16 selüloz, %1.32 hemiselüloz, %0.18 lignin ve %0.06 kül olarak saptanmıştır. Rainey vd (1994) de avokado meyvesinin toplam diyet lif içeriğini %3.2; çözünür diyet lif içeriğini %0.9 ve çözünmez diyet lif içeriğini de %2.3 olarak bildirmişlerdir. Meyve yüksek diyet lif içeriğinin yanında diğer meyvelerden oldukça farklı karbonhidrat içeriğine sahiptir. Meyve glukoz, fruktoz ve sakkarozun yanında perseitol, D-manno-heptüloz, D-glisero-D-manno-oktüloz, D-eritro-D-galakto-ositol, D-talo-heptüloz, D-glisero-D-galakto-heptoz, D-glisero-L-galakto-oktüloz, D-eritro-L-gluko-nonüloz, D-eritro-L-galakto-nonüloz gibi doğada yaygın olmayan karbonhidratlara da sahiptir (Biale ve Young 1971).

Mineral madde içeriği bakımından da avokado zengin bir meyvedir. Toplam mineral madde içeriğinin bir göstergesi olan kül miktarı çeşitli faktörlere bağlı olarak meyvede %1.5 seviyesini aşabilmektedir. Meyve özellikle mangan, fosfor, demir ve potasyum bakımından zengindir. Sodyum içeriği ise genel olarak diğer meyvelere oranla daha düşüktür (Naveh vd 2002). Avokado meyvesinin mineral madde içeriği Çizelge 2.6'da verilmiştir.

Çizelge 2.5. Avokadonun genel bileşimi (100 g taze meyve eti)

Bileşen	Biale ve Young (1971)	Gomez Lopez (1998)	Knight (2002)	Özdemir vd (2003)
Su (%)	65.70-83.50	84.24-87.41	73.6	73.75-78.12
Enerji (Kkal)	-	-	171.0	-
Protein (g)	0.90-1.80	-	2.2	1.63-2.42
Lipid (g)	6.3-26.6	3.05-6.70	17.0	12.22-17.28
Karbonhidrat (g)	1.52-7.80	-	6.0	-
Lif (g)	-	-	1.5	-
Kül (g)	0.64-1.60	-	1.0-1.4	0.94-1.27
pH				

Çizelge 2.6. Avokadonun mineral madde içeriği (mg/100 g taze meyve eti)

Mineral Madde	Favier vd (1995)	Ihli (1996)	Knight (2002)	Özdemir vd (2003)
Fosfor	44		20-80	-
Potasyum	522	296-424	340-723	440-588
Kalsiyum	16	9.4-14.1	10-15	7.3-10.0
Magnezyum	33	26.3-27.4	40-60	18-25.9
Sodyum	7	1.21-3.16	5-15	1.66-2.75
Demir	1	0.14-0.36	0.5-2	0.19-0.61
Bakır	-	0.14-0.36	-	0.22-0.34
Çinko	-	0.34-0.40	-	0.31-0.50
Mangan	-	0.11-0.18	-	0.07-0.12
Boron	-		1-3	-

Diğer meyvelerle karşılaştırıldığı zaman avokadonun genellikle A, C ve K vitamini ve folik asit bakımından daha fakir olduğu görülmektedir. Ancak piridoksin (B6 vitamini) içeriği bakımından muzdan sonra en zengin meyvedir. Pantotenik asit içeriği bakımından da genellikle diğer meyvelere oranla daha zengindir (Biale ve Young 1971). Avokadonun vitamin içeriği Çizelge 2.7’de verilmiştir. Araştırma sonuçları

arasında görülen farklılığın özellikle incelenen çeşit ve örneklerin alındığı bölge farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir.

Vinci vd (1995) avokadonun C vitamini içeriğini hasat edilen taze meyvede ve yeme olgunluğu aşamalarında analiz etmişlerdir. Hasat edilen taze meyvede 10.23 mg/kg seviyesinde olan C vitamininin yeme olgunluğuna gelme aşamasında %72.8 oranında kayba uğrayarak 2.80 mg/kg seviyesine kadar düştüğü tespit edilmiştir. Bu da meyvenin C vitamini açısından önemli bir kaynak olmadığını göstermektedir.

Biale ve Young'ın (1971) bildirdiğine göre avokado yağı %87.5 trigliserit, %5.65 digliserit, %3.42 monogliserit, %1.71 fosfolipid ve %0.44 serbest yağ asitlerinden oluşmaktadır. Avokado yağının bileşimi ve özellikleri Çizelge 2.8'de verilmiştir.

Lozano vd (1991) dört avokado çeşidinin trigliserit bileşiminde hasat zamanına göre meydana gelen değişimi araştırmışlardır. Örneklerde toplam trigliserit içeriğinin genellikle ilk hasat döneminden son hasat dönemine doğru bir artış gösterdiğini, tüm örneklerde en yüksek oranda bulunan trigliseridin triolein (OOO) olduğunu, bunu sırasıyla OOP, LOO, LPP+OOPo, LLO, OPP, LPP+OPPo, LPP+LOPo (P: palimitik, Po: palmitoleik, O: oleik, L: linoleik) trigliseritlerinin takip ettiğini belirlemişlerdir.

Hierro vd (1992) tarafından yapılan bir diğer çalışmada da Fuerte ve Hass çeşidi avokado yağının trigliserit bileşimi HPLC ile analiz edilmiştir. Bu çalışmada her iki çeşitte de en yüksek oranda bulunan trigliseridin OOP olduğu, bunu miktarca sırasıyla OOO, LOO, LOS, LOP, PoOO, PoOP, OPP trigliseritlerinin izlediği tespit edilmiştir.

Avokado yağının yapı bileşenleri olan yağ asitleri bileşimini palmitik, palmitoleik, oleik ve linoleik asitler oluşturmaktadır. Bunun yanında az miktarda da olsa stearik, linolenik ve araşidik asitler bulunmaktadır. Avokado yağının yağ asitleri bileşimi Çizelge 2.9'da verilmiştir.

Avokado yağının yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi üzerine daha bir çok çalışma yapılmıştır (Petronici vd 1978, Gaydou vd 1987, Werman ve Neman 1987, Ratovohery vd 1988, Swisher 1988, Lozano vd 1991, Pauker vd 1992, Özdemir ve Topuz 2004).

Çizelge 2.7. Avokadonun vitamin içeriği (100 g taze meyve eti)

Vitamin	Biale ve Young (1971)	Favier vd (1995)	Knight (2002)
B-Karoten (µg)	130-510	185	370-750 (IU)
Vitamin D (µg)	0.01	0	-
Vitamin E (mg)	3.0	1.9	1.6-2.4 (IU)
Vitamin C (mg)	13-37	11	1.6-30
Tiamin (B1) (mg)	0.08-0.12	0.07	0.06-0.24
Riboflavin (B2) (mg)	0.21-0.23	0.16	0.095-0.23
Niasin (mg)	1.45-2.16	2	1.4-3.5
Pantotenik asit (mg)	0.90-1.14	0.81	0.25-1.14
Vitamin B6 (mg)	0.45	0.28	0.22-0.62
Vitamin B12 (µg)	-	0	-
Folat (µg)	18-40	54	30-62
Vitamin K(µg)	8	-	0-8
Biotin (µg)	-	-	3.2-10

Çizelge 2.8. Avokado yağı bileşimi ve özellikleri (Biale ve Young 1971)

Lipid bileşenleri	(g/100 g meyve eti)	Özellik	Değer
Serbest yağ asitleri	0.10	Asitlik (% oleik)	1-7
Trigliseritler	19.96	Sabunlaşma sayısı	177-198
Digliseritler	1.29	İyot sayısı	71-95
Monogliseritler	0.78	Richert Miessel Sayısı	1.7-15.9
Fosfolipitler	0.39	Polenski Sayısı	0.2-8.0
Diğerleri	0.28	Sabunlaşmayan madde	0.8-1.6
Toplam	22.80	Kırılma indisi (40 °C)	1.461-1.465
		Özgül ağırlık (25 °C)	0.910-0.916

Çalışma sonuçları, avokado yağının yağ asitleri bileşiminin geniş bir aralıkta dağılım göstermesinin, araştırmalarda kullanılan çeşit farklılıkları, hasat zamanlarındaki farklılıklar, yetiştirildiği bölgelerin iklim ve toprak özelliklerindeki farklılıklar gibi birçok faktörün yağ asitleri bileşimi üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2.9. Avokado meyvesi yağının yağ asidi bileşimi (%)

Yağ asidi	Frega vd (1990)	Kurlaender (1996)	Knight (2002)	Özdemir vd (2003)
Palimitik	14.5-22.8	9.0-13.0	7.2-25	15.35-22.26
Palmitoleik	4.7-10.7	2.8-4.0	0-8.3	6.33-10.88
Stearik	0.5-0.7	0.4-1.0		0.09-0.30
Oleik	49.5-67.7	69.0-74.0	42.-81	49.66-66.51
Linoleik	8.9-15.1	10.0-14.0	6.0-18.5	9.88-15.60
Linolenik	1.0-1.3	1.0-2.0	-	0.04-0.26
Araşidik	-	İz	-	0.42-0.89

Ancak tüm araştırma sonuçları avokado yağının en önemli yağ asidinin oleik asit olduğunu göstermektedir. Oleik asit, avokado yağının yağ asitlerinin genellikle %50'den fazlasını oluşturmaktadır. Avokado yağında oleik asidi miktarca sırasıyla palmitik, linoleik ve palmitoleik asitler takip etmektedir. Bu dört yağ asidi avokado yağının yağ asitlerinin yaklaşık %98'ini oluşturmaktadır. Avokado yağının yağ asitleri bileşiminde doymamış yağ asitleri önemli yer tutmaktadır. Avokado yağında bulunan doymamış yağ asitlerinin oranı %80 seviyelerinin üzerindedir. Doymamış yağ asitlerinin büyük bir bölümünü tekli doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır.

Avokado meyvesi gerek ürüne işlemede oluşan renk esmerleşmesindeki rolü ve gerekse de sağlıklı beslenme açısından önemi olan polifenolik madde içeriği ile de dikkat çekmektedir. Yapılan bir çalışmada avokado meyvesinde 16 farklı fenolik madde tespit edilmiştir. Bunlar *p*-hidroksibenzoik asit, *o*-pirokateşuik asit, β -resorsilik asit, γ -resorsilik asit, α -resorsilik asit, protokateşuik asit, gallik asit, izovanillik asit, vanillik asit, siringik asit, *o*-kumarik asit, *m*-kumarik asit, *p*-kumarik asit, kafeik asit, ferulik asit ve sinapik asit olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada avokado meyve etindeki toplam fenolik madde miktarının da 1.1-1.8 mg/g arasında değiştiği belirlenmiştir (Torres vd 1987).

Genel kimyasal bileşimi diğer meyvelerden oldukça farklı olan avokadonun karakteristik aroması ile de diğer meyvelerden farklılık göstermektedir. Meyvenin aroma bileşenleri üzerinde hidrokarbonlardan terpenlerin belirleyici olduğu

bildirilmektedir. Meyvede en yüksek oranda bulunan uçucu bileşiğin β -caryophyllene (%60.2), α -humulen (%5.9), caryophyllene oksit (%4.8), α -copaene (%4.5) ve α -cubebene (%3.6) olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında heptenal ve dekenal gibi aldehit bileşiklerin de avokado aroması üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (Sinyinda ve Gramshaw 1998).

Tüketiciler zengin besin içeriğine sahip, lezzet ve aroması ile diğer meyvelerden farklı olan avokadoyu genellikle kilo alımına neden olur diye düşünmektedir. Ancak yapılan araştırmalar diyetine avokado eklenmiş deneklerde az da olsa ağırlık kaybı olduğunu göstermiştir. Bunun nedeninin avokadonun yüksek yağ içeriğinden dolayı hızlı bir doyumluk hissi vererek aşırı gıda tüketimini önlemesi ve aynı zamanda bazal metabolizmayı hızlandırması olabileceği ileri sürülmektedir (Bergh 1992a, 1992b).

Avokadonun, yağ içeriğinin yüksek ve aynı zamanda şeker içeriğinin çok düşük olmasından dolayı, diabetli hastalar için yüksek enerjili bir gıda olarak da kullanılabileceği bildirilmektedir (Sinyinda ve Gramshaw 1998).

Beslenme açısından önemli olan avokadonun, bileşiminde bulunan bazı bileşenler ile de sağlık üzerinde olumlu etkilerinin olabileceği yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur. Nitekim, Kawagishi vd (2001) yaptıkları bir araştırmada avokado ile beslenen farelerin kontrol deneklerine göre oldukça düşük düzeyde karaciğer zararlanmasına uğradığını tespit etmişlerdir. Araştırmada bu etkinin avokadoda örneklerinde tespit edilen ve yağ asidi türevleri olan (2E, 5E, 12Z, 15Z)-1-hydroxyheneicosa-2,5,12,15-tetraen-4-one, (2E, 12Z, 15Z)-1-hydroxyheneicosa-2,12,15-trien-4-one ve (5E, 12Z)-2-hydroxy-4-oxoheneicosa-5,12-dien-1-yl acetate bileşiklerden ileri geldiği bildirilmiştir.

Avokadonun antioksidan maddelerce zengin bir kaynak olmasının da sağlık üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir. Vücutta oluşan serbest radikallerin vücut hücreleri ve organlar üzerindeki olumsuz etkileri, vücuda alınacak yeterli miktardaki antioksidan madde ile engellenebilmektedir. Avokado da antioksidan özelliğe sahip olan A, C, E vitamini ve A vitaminin bir ön maddesi olan β -karoteni yüksek oranda içermesinden dolayı serbest radikallerin olumsuz etkilerinin engellenmesinde önemli bir gıdadır (Bergh 1992a).

Avokado mineral maddelerden potasyumu yüksek ve sodyumu düşük oranda içermesinden dolayı kan basıncını düşürerek kalp krizini önlemede yardımcı olmaktadır. Ayrıca meyve yüksek demir içeriği ile kansızlığı önlemede de yardımcı bir meyve olarak değerlendirilebilir (Robinson vd 1986, Bergh 1992a, Gökalp vd 1996).

Avokado, yüksek ve kaliteli protein içeriğiyle de sağlık açısından önem arz etmektedir. Özellikle esansiyel amino asit içeriği yüksek olan et ve ürünleri tüketimi yetersiz olan insanlar (vejeteryan vb) için alternatif bir kaynaktır (Bergh 1992a, Knight 2002).

Avokado tüketimi ile düşük yağlı diyetten daha fazla serum kolesterol düşüşü sağlanmaktadır (Gurr, 1992). Avokado özellikle yüksek orandaki tekli doymamış oleik asit içeriği ile kötü huylu kolesterol olarak bilinen düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) düşüşüne ve iyi huylu kolesterol olarak bilinen yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) miktarının korunmasını sağlamaktadır (Bergh 1992c). Bu etki düşük yoğunluklu lipoproteinleri artırarak kan kolestrolü düşüşüne neden olan tekli doymamış yağ asitleri sayesinde sağlanmaktadır (Colquhoun vd 1992). Avokado tüketimiyle ayrıca cilt kırışması ve kemik kırılabilirliği azalmaktadır (Gurr 1992).

Beslenme açısından oldukça önemli olan ve kozmetik endüstrisinde de kullanım alanı bulan avokado meyvesi (Swisher 1988) ağaç üzerinde uzun süre kalabilmektedir. Ancak hasat zamanına göre meyvenin bileşiminde önemli farklılıklar oluşabilmektedir (Gonzales vd 1992, Lizana vd 1992, Whiley vd 1992, Özdemir vd 2003, Özdemir ve Topuz 2004). Meyvenin hasat edilebileceği minimum kalite kriterlerine sahip olduğu hasat zamanını belirlemek önemlidir. Olgunlaşan meyvelerin dış görünüşünde belirgin bir değişim görülmez. Meyvenin hasat zamanını belirlemede çoğunlukla toplam kuru madde/su ve yağ içeriği parametreleri kullanılmaktadır (Young ve Lee 1978, Lee vd 1983, Van Lelyveld ve Bower 1984, Bergh ve Kumamoto 1989, Blumenfeld vd 1992, Kaiser vd 1995, Martinez-Nietro ve Mareno-Romero 1995, Hofman ve Jobin-Decor 1999). Meyveinin ağaç üzerinde kalma süresindeki uzamaya paralel olarak kurumadde (Whiley vd 1992, Hofman ve Jobin-Decor 1999, Pak vd 2003) ve yağ içeriğinde artma (Young ve Lee 1978, Gonzales vd 1992, Lizana vd 1992, Olaeta ve Undurraga 1995, Lozano vd 1991, Özdemir vd 2003) şeker içeriğinde ise azalma meydana gelmektedir (Liu vd 1999).

Avokado meyvesi genellikle ticari olgunluğa geldiği dönemde hasat edilmektedir. Avokadoda ticari olgunluk, hasat edilen meyvenin uygun koşullarda yeterli süre bekletilmesi neticesinde yeme olgunluğuna problemsiz bir şekilde ulaşması olarak tanımlanmaktadır. Meyveler genellikle ticari karlılığından dolayı erken hasat edilmek istenmektedir. Ancak yeterli hasat olgunluğuna ulaşmadan hasat edilen meyveler istenilen yeme olgunluğuna ulaşamamaktadır. Bu meyveler yeme olgunluğu için bekletme aşamasında sulu, plastiğimsi, istenmeyen aromaya sahip, büzüşmüş ve kararmış bir yapı kazanmaktadır (Lee vd 1983, Bergh ve Kumamoto 1989, Kaiser vd 1995, Hofman ve Jobin-Decor 1999, Pak vd 2003). Bu nedenle avokado meyvesinde optimum hasat olgunluğunu belirlemek oldukça önemlidir.

Cutting vd (1990) meyvenin hasat olgunluğunu belirleyici kriterin toplam kurumadde içeriği olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmada hasat olgunluğu için kabul edilebilir en az kurumadde oranının %20 veya bir başka deyişle maksimum su içeriğinin %80 olduğu bildirilmektedir. Strauss (2004) avokado meyvesinde hasat olgunluğu kriteri limiti olarak %21 kurumadde ve %8 yağ içeriğini minimum kriter olarak bildirmektedir.

Hofman vd (2002) avokado meyvesinde hasat olgunluğunun yağ ve kurumadde içeriğine göre belirlendiğini ve olgunluk kriterinin ülkeden ülkeye farklılıklar gösterebildiğini, bunun yanında çeşitlere göre de farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. Bacon, Zutano, Fuerte ve Hass çeşitlerinde kabul edilebilir olgunluk kriteri olarak kurumadde içeriği ülkelere göre farklılıklar göstermekte ve bu değerler avokado çeşitleri için sırasıyla %18.5-20.0, %18.8-20.2, %19.9-22.5 ve %21.0-23.0 arasında değişim göstermektedir.

Lee vd (1983) avokado meyvesinde kabul edilebilir lezzet kriterine göre bazı çeşitlerin hasat olgunluk parametrelerini belirlemişlerdir. Çalışmada Bacon çeşidi için kabul edilebilir hasat olgunluğu kriteri olarak kurumadde içeriği %20.0, Fuerte için %21.0, Hass için %22.8 ve Zutano için de %20.2 olarak belirlenmiştir.

Son yıllarda meyve olgunluğunu belirlemede Nuclear Magnetic Resonance (NMR), Near Infrared Spectroscopy (NIR) (Barry vd 1983, Bergh ve Kumamoto 1989, Hofman vd 2002) ve ultrasonik yöntemler de geliştirilmiştir

(Mizrach ve Flitsanov 1999; Mizrach vd 1999, Mizrach vd 2000). Bu yöntemde de yine meyvenin kimyasal bileşimi esas alınmaktadır. Meyve kurumadde içeriğindeki artışa paralel olarak uygulanan ultrasonik dalga şiddetinde azalma meydana gelmesi esasına göre ultrasonik yöntemle avokado meyvesinde olgunluk belirlenmektedir.

Ticari olgunluk döneminde hasat edilen avokadonun taze olarak ticaretinde meyve uzak mesafelere de taşınmaktadır. Meyvenin gerek nakliyesi gerekse de uzun süre depolanması, meyve kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bu kalite kayıpları genellikle kararmalar, büzüşmeler, aşırı yumuşama ve hatta çürümeler şeklinde görülmektedir. Ayrıca avokadonun erken ve geç hasadının da meyve kalitesinin düşmesine neden olduğu bildirilmektedir (Cutting vd 1992).

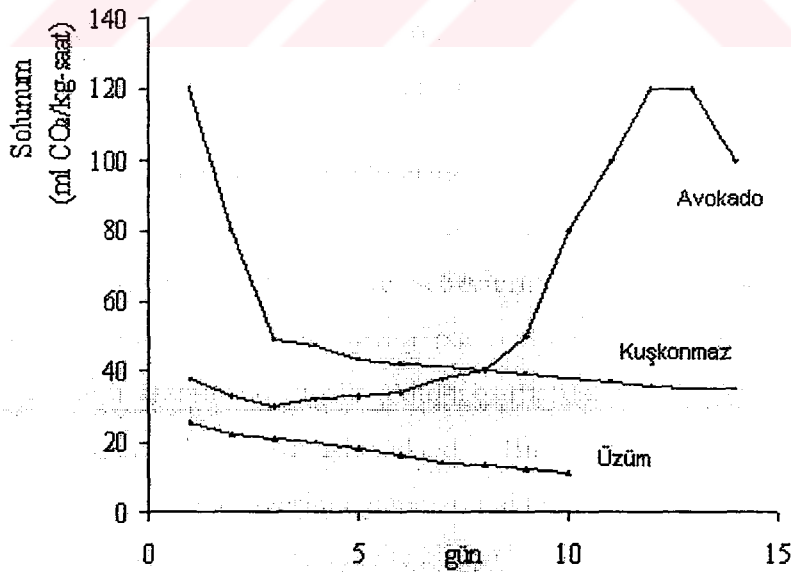
Avokado meyvesinde meydana gelen renk esmerleşmesini ve soğuk zararlanmasını önleme ve aynı zamanda depolama süresini artırma üzerine sıcaklığın (Overholser 1928, Dixon vd 2003, Hofman vd 2003), kontrollü atmosfer (Hatton ve Reeder 1972, Meir vd 1997), 1-metilsiklopropan (Jeong vd 2002, 2003, Woolf vd 2005), etanol (Ritenour vd 1997), etilen (Pesis vd 2002), asetaldehit (Pesis vd 1998) ve ışınlama (Arevalo vd 2002) gibi uygulamalarının etkileri konusunda birçok araştırma yapılmıştır.

Klimakterik özellik gösteren avokado meyvesinde hasat olgunluğu hangi yöntemle belirlenirse belirlensin meyve sert bir yapıya sahipken hasat edilmekte ve yeme olgunluğuna gelmesi için oda sıcaklığında veya kontrollü olgunlaştırma odalarında yeterli süre bekletilmektedir (Lewis 1978; Bower ve Cutting 1988, Gerdes ve Parrino-Lowe 1995). Klimakterik özellik gösteren muz meyvesinde olduğu gibi avokado da hasattan sonra yeme olgunluğuna gelme aşamasında dokular yumuşamakta ve aynı zamanda meyve lezzeti gelişmektedir (Strauss 2004).

Hasat edilen meyvenin yeme olgunluğuna gelmesi üzerine meyve çeşidinin yanında hasat zamanındaki fizyolojik olgunluk, sıcaklık, oksijen ve CO₂ konsantrasyonu, nem miktarı gibi birçok faktör etkilidir (Strauss 2004). Hofman vd (2003)'nin bildirdiğine göre hasattan sonra meyvenin yeme olgunluğuna gelmesi 4-26 gün arasında değişim göstermektedir.

Hasat edilmiş meyve uygun koşullarda depolanması durumunda fiziksel ve kimyasal özelliklerini belli bir süre önemli oranda korumaktadır. Depolama süresi üzerinde belirleyici rol oynayan solunum hızı her meyve ve sebzede farklıdır. Meyve ve sebzelerin solunum hızı ile raf ömrü arasında yakın bir ilişki vardır. Solunum hızı arttıkça meyvenin raf ömrü kısalmaktadır (Cemeroğlu vd 2001). Meyve ve sebzelerde solunum hızı depolama süresince sabit olmayıp bazı meyvelerde depolama ile azalırken bazılarında depolama ile artmaktadır (Şekil 2.2). Avokadoda solunum hızı depolama başlangıcında düşük iken depolama süresinin ortasından itibaren hızlı bir artış göstermekte ve depolamanın son aşamasında tekrar düşüşe geçmektedir (Taub vd 1997). Nitekim solunum hızındaki bu tip değişim klimakterik davranış gösteren meyvelerin karakteristik özelliğidir (Cemeroğlu vd 2001).

Solunum hızı depolama şartlarına göre farklılıklar göstermektedir. Solunum hızını etkileyen faktörlerin başında sıcaklık, karbondioksit ve oksijen konsantrasyonu gelmektedir. Bu nedenle meyve ve sebzelerin raf ömrünü artırma üzerine yapılan çalışmalarda kontrol edilen en önemli parametreler bunlardır. Meyve ve sebzeler bu amaçla solunum hızının en düşük olduğu şartlarda depolanmaktadır. Ortam sıcaklığı düştükçe solunum hızı da yavaşlamaktadır. Bu amaçla meyve ve sebzeler genellikle donma sıcaklığının 1-2°C üzerinde depolanmaktadır (Cemeroğlu vd 2001). Ancak



Şekil 2.2. Avokado, üzüm ve kuşkonmazın depolama süresi ile solunum hızı arasındaki ilişki (Taub vd 1997)

avokado gibi soğuk zararlanması olabilen meyvelerde depolama sıcaklığı bu değerden biraz daha yüksektir.

Avokado için depolama sıcaklığı 5-13°C, ortamdaki oksijen ve CO₂ konsantrasyonları da %2-5 ve %3-10 olarak bildirilmiştir (Raghavan vd 1996). Avokado meyvesinin depolama süresini artırmak amacıyla yapılan çalışmalarda genellikle düşük sıcaklıklar denemeye alınmıştır. Demirkol (1997) yaptığı çalışmada Hass çeşidinin 5°C'de 50 gün süreyle depolanabileceğini, ancak Fuerte çeşidinin aynı sıcaklıkta 40 gün ve Bacon çeşidinin ise 30 gün depolanabileceğini belirlemiştir. Araştırma sonuçları avokado çeşitleri arasında da depolanabilme süreleri arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir.

Baskaran vd (2002) tarafından yapılan araştırmada da avokado meyvesinin raf ömrünü uzatmak amacıyla meyveler %6'lık mum çözeltisiyle kaplanmış ve düşük yoğunluklu polietilen torbalarda 8°C'de depolamaya alınmıştır. Bu şartlarda depolanan meyveler herhangi bir soğuk zararlanmasına uğramadan 4-5 hafta depolanabilirken, oda sıcaklığında (27°C) 3 gün içerisinde bozulmuş, ayrıca 2°C'de depolanan meyvelerde de soğuk zararlanması meydana gelmiştir.

Meyvenin depolanması aşamasında gerçekleşen solunum sırasında ortamdaki oksijen alınıp karbondioksit verilmektedir. Bu amaçla da diğer meyvelerde olduğu gibi avokadonun da depolama süresini artırmak amacıyla modifiye atmosfer uygulamalarına yer verilmiştir. Meir vd (1997) Hass çeşidi avokadonun raf ömrünü uzatmak amacıyla modifiye atmosfer uygulaması yapmışlardır. Bu amaçla yapılan çalışma sonucunda avokado meyvesinin 5°C'de 30-50µm polietilen torbalarda, %4 oksijen ve %5 CO₂ ortamında yaklaşık 9 hafta depolanabileceği belirlenmiştir. Ayrıca modifiye atmosfer ortamında depolanan örneklerde esmerleşme ve ağırlık kaybı gibi olumsuzluklar da görülmemiştir.

Kanellis vd (1989)'nın bildirdiğine göre ortamdaki oksijen konsantrasyonunun azaltılması avokado meyvesinin raf ömrünü uzatmaktadır. Bu etkinin olgunlaşmayı hızlandıran etilenin etkinliğinin oksijene ihtiyaç duymasından ileri gelebileceği bildirilmektedir.

Düşük sıcaklık ve modifiye atmosfer uygulamaları yanında dolaylı olarak solunum hızını yavaşlatıcı uygulamalarla da avokado meyvesinin depolama süresi artırılmaya çalışılmıştır. Ritenour vd (1997) avokado meyvesinde etanol uygulamasının olgunlaşmayı yavaşlattığını, ancak meyve kabuk ve etinde esmerleşmeye neden olduğunu tespit etmişlerdir. Avokado meyvesinde olgunlaştırmayı geciktirmek amacıyla Feng vd (2000) ise meyveye 1-metilsiklopropan (1-MCP) uygulamışlardır. Uygulamada kullanılan 1-MCP'nin olgunlaşmada rol alan etilenin etkisini engelleyerek avokadonun depolama süresini 10-12 gün daha uzattığını tespit etmişlerdir.

Jeong vd (2003) avokadoda olgunlaşmayı geciktirmek amacıyla 1-metilsiklopropan (1-MCP) ve mumlama uygulaması yapmışlardır. Araştırma sonucunda meyvelere 1-MCP uygulanması (0.9µl/l), 1-MCP uygulaması yapılmış meyvelerin mumlanması ve 13°C'de depolanması ile meyvenin 36 gün süreyle depolanabileceği saptanmıştır.

Adkins vd (2005) da avokado meyvesinde hasattan sonra olgunlaşma süresini kontrol etmek amacıyla 1-metilsiklopropan uygulamasını denemişlerdir. Araştırma sonucunda avokado meyvesinde hasattan sonra yeme olgunluğuna gelme süresinin 20°C'de 18 saat süreyle 500 nL/L oranında 1-metilsiklopropan uygulaması ile 8 günden 20 güne çıkarılabileceği tespit edilmiştir.

Woolf vd (2005) avokadonun depolama sırasında meydana gelen fizyolojik bozulmaları önlemek ve depolama ömrünü uzatmak amacıyla uygulanan 100 nL/L dozundaki 1-metilsiklopropan uygulamasının meyvenin raf ömrünü 7 haftaya çıkardığını, ayrıca meyve üzerinde depolama aşamasında meydana gelen fizyolojik kayıpların yapılan uygulama ile azaldığı tespit edilmiştir.

Van Rensburg ve Engelbrecht (1986) 0.18 M konsantrasyondaki kalsiyum klorit, kalsiyum fosfat, kalsiyum arsenat ve kalsiyum nitrat olmak üzere dört farklı çözelti içerisine daldırıldıktan sonra depolamaya alınmış avokado meyvesindeki polifenoloksidaz enzim aktivitesi ve solunum hızındaki değişimi belirlemişlerdir. Araştırma sonuçları kalsiyumlu bu uygulamaların meyvede solunum hızı ve polifenoloksidaz aktivitesini kontrol etmede etkili olduğunu, ayrıca uygulamaların örneklerdeki toplam fenolik madde içeriğini azalttığını tespit etmişlerdir.

Meyvenin depolama süresinin uzatılabilmesine yönelik çalışmalarla avokado yetiştiriciliğin az veya hiç olmadığı bölgelere ulaştırılabilmesinin yanında meyve tüketimini hasat sezonu dışına da çıkarılabilmesi hedeflenmektedir.

Avokado ister kontrollü şartlarda depolansın isterse de oda sıcaklığında bekletilsin, belli bir süre sonra yeme olgunluğuna ulaşmaktadır. Hasat edilen avokadoların yeme olgunluğuna gelme aşamasında poligalakturanaz, pektinmetilesteraz ve selülaz gibi bazı enzim faaliyetleri sonucunda hücre duvarında parçalanma ve pektin parçalanması sonucunda meyve dokusunda yumuşama meydana geldiğini, bu aşamada hücre duvarındaki polisakkarit bileşiminde önemli değişiklikler olduğunu belirlemişlerdir. Olgunlaşma aşamasında özellikle polisakkaritlerden pektin miktarında önemli azalmalar olduğu tespit edilmiştir (Sakurai ve Nevins 1997, Wakabayasi vd 2000).

Hasattan sonra yeterli süre bekletilen avokadoda olgunlaşma kriteri olarak, meyvenin hafifçe parmakla bastırılmasında hissedilen yumuşaklık yeme olgunluğu olarak kabul edilmekle birlikte olgunluk belirlemede tekstürel özellikler gibi fiziksel özelliklerden de yararlanılabilmektedir. Nitekim Gerdes ve Parrino-Lowe (1995) Fuerte çeşidi meyveleri 20°C’de 6 günde olgunlaştırmışlar ve yeme olgunluğunu subjektif olarak belirlerken (parmakla hissedilen yumuşaklık), Van Lelyveld ve Bower (1984) avokado meyvelerini sıcaklığı 21°C’ye ayarlanmış odada olgunlaştırmışlar ve yeme olgunluğunu belirlemede tekstür belirleyici cihazdan yararlanmışlardır. Cutting vd (1990) de örnekleri yine 21°C ve %60-65 bağıl neme sahip odalarda olgunlaştırmışlardır. Çalışmada yeme olgunluğunu belirlemede yine tekstür ölçücü bir cihaz olan Firmometer cihazından yararlanılmış ve bu cihazda okunan 100 değeri olgunluk kriteri olarak kabul edilmiştir. Tekstürel özelliklerin (dokulardaki yumuşama) ultrasonik yöntemlerle belirlenmesiyle (Flitsanov vd 2000, Mizrach vd 2000) ve özel olarak geliştirilmiş meyve sıkılığını titreşim esasına göre ölçen bir cihazla da yeme olgunluğu tespit edilebilmektedir (Peleg vd 1990).

Genellikle avokadonun yeme olgunluğuna gelme aşamasında meyve renginde herhangi bir değişiklik görülmemekle beraber Hass çeşidinde diğer çeşitlerden farklı olarak meyve kabuk rengi olgunlaşma aşamasında yeşilden siyaha yakın bir renge dönmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Hass çeşidi avokado meyvesinin hasat olgunluğundaki (A) ve yeme olgunluğundaki görünümü (B)

Hass çeşidi avokadonun püreye işleme parametreleri (olgunluk) daha spesifik bir şekilde bildirilmiştir (Soliva vd 2001, Soliva-Fortuny vd 2003). Bu iki araştırmada da bildirilen değerler aynı olup püreye işlenecek meyvedeki renk değerlerinden beyazlık-siyahlık göstergesi olan L değeri 27.5 ± 1 ve yeşillik-kırmızılık göstergesi olan a değeri 7.0 ± 1.5 olarak bildirilmiştir. Bu araştırmada renk değerlerinin yanında bazı tekstürel parametreler de belirlenmiştir. Belirlenen parametrelerden birincisi 9.7 ± 0.7 N olan kabuk delme kuvveti, ikincisi 1.0 ± 0.1 N olan püre delme kuvveti ve üçüncüsü de 3.7 ± 0.7 N olan püre sıkıştırma kuvvetidir. Soliva-Fortuny vd (2000) tarafından yapılan diğer bir çalışmada da Hass çeşidi avokadoda yeme olgunluğu parametresi olarak kabuk L renk değeri 26.5-28.5, sarı-mavi renk göstergesi olan b değeri 5.5-8.5 olarak bildirilmiştir.

Yeme olgunluğu farklı şekillerde belirlenebilen avokado esas olarak bir salata meyvesi olmasının yanında yetiştiriciliğinin yoğun olduğu ülkelerde meyve taze tüketiminin yanında yemeklik yağ (Smith ve Winter 1970, Werman ve Neman 1986, Bizimana vd 1993), dilimlenmiş meyve, püre (Stephens vd 1957, 1958, Gerdes ve Parrino-Lowe 1995, Valdivia vd 2002, Bower ve Dennison 2003), kurutulmuş meyve ve konserve üretiminde de kullanılmaktadır (Cruess ve Mitra 1916).

Avokado özellikle üreticiliğinin yoğun olduğu ülkelerde yaygın olarak püreye işlendiği ve bu ürününün ihracat potansiyelinin sürekli olarak arttığı bildirilmektedir

(Valdivia vd 2002). Ancak püre üretiminde ve depolanmasında başta mikrobiyolojik ve enzimatik renk esmerleşmesi olmak üzere farklı problemlerle karşılaşilmektedir.

Meyve ve sebzeler mikrobiyolojik ve enzimatik faaliyetler sonucunda fiziksel ve kimyasal değişimlere uğramakta ve insanlar tarafından tüketilemeyecek duruma gelebilmektedir. Avokado püresi yüksek su içeriğinden dolayı mikrobiyolojik bozulmalara karşı hassas bir gıdadır. Bu nedenle meyve ve sebzeler çeşitli yöntemlerle muhafaza edilmektedir. Muhafaza yöntemlerinde amaç, gıdalarda bozulmaya neden olan mikrobiyolojik, enzimatik ve kimyasal değişimleri önlemek veya minimum düzeyde tutarak ürünün raf ömrünü artırmaktır (Cemeroğlu vd 2003). Gıdalarda yaygın olarak kullanılan muhafaza yöntemleri; ısı uygulaması (pastörizasyon, sterilizasyon), soğukta ve dondurarak muhafaza, kurutma, ışınlama, kimyasal uygulama, modifiye atmosferde paketlenme, yüksek basınç uygulama, vurgulu elektrik alan uygulama şeklinde sayılabilir (Cemeroğlu vd 2001).

Gıdalarda uygulanacak muhafaza yöntemi üründen ürüne farklılık gösterebilmektedir. Gıda ürünlerinin üretiminde ısı işlem uygulaması prosesin uygulanabilirliğinin kolay olması, güvenilir bir yöntem ve diğer bir çok yöntemle oranla daha ekonomik olması gibi avantajlarından dolayı en yaygın kullanılan muhafaza yöntemlerinden birisidir. Ancak bazı ürünlerde aroma üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı uygulanamamaktadır. Bu ürünlerden birisi de avokado püresidir.

Avokado püresindeki mikrobiyolojik bozulmaları önlemek amacıyla genellikle koruyuculardan yararlanılmaktadır. Kullanılacak koruyucu madde hedef mikroorganizma grubuna göre farklılık gösterebilmektedir. Avokado püresinde bu amaçla sorbik asitten yararlanıldığı belirtilmektedir. Sorbik asit (E 200), kendine has hafif bir kokusu ve ekşimsi tadı olan beyaz renkli bir koruyucudur. Sorbik asit özellikle maya ve küfler üzerinde etkili olmakla beraber bakteriler üzerinde de etkilidir. Sorbik asit ayrıca enzimlerin inaktivasyonunda da etkili bir maddedir (Cemeroğlu vd 2001). Gıdalarda sorbik asit kullanımına tüm dünyada izin verilmiş olup bu asit düşük toksisiteye sahip antimikrobiyal koruyucular arasında sayılmaktadır. Sorbik asidin LD₅₀ (mg/kg) değeri 10.000 (Topal 1996) ve ADI (mg/kg) değeri 25 olarak verilmiştir (Anonymous 2004). Araştırmacıların bildirdiğine göre Avrupa ülkelerinde sorbik asit için gıdalarda maksimum kullanılabilir limit 1500 mg/kg olarak sınırlandırılmıştır (Soliva-

Fortuny vd 2003). Türkiye’de de gıdalarda sorbik asit kullanımına izin verilmiş olup gıdaya göre belirlenen limit değışmekle birlikte genellikle izin verilen miktar 1000 ile 2000 mg/kg değerleri arasında değışim göstermektedir (Sağlam 2000).

Yurdagel (1992)’in bildirdiğine göre sorbik asitin etkinliği ortam pH’sı ile yakından ilişkilidir. Sorbik asidin etkinliğinin asitli gıdalarda arttığı bildirilmektedir. Sorbik asidin başta küf ve mayalar olmak üzere bakteriler üzerinde de etkili olduğu bildirilmektedir. Aynı zamanda sorbik asidin enzim inaktivasyonunda da etkili olduğu belirtilmiştir.

Son yıllarda sağlıklı beslenme bilincinin artmasına paralel olarak tüketiciler doğal ve tazesine en yakın gıda ürünlerine yönelmişlerdir. Bu amaçla üründe tek bir koruma yönteminin dezavantajlarını minimize eden birden fazla yöntemin birlikte kullanıldığı kombine proses, kombine koruma, kombine teknik olarak da bilinen kombine yöntemlerle muhafaza ön plana çıkmıştır. Kombine yöntemlerde sıcaklık, su aktivitesi (a_w), pH, redoks potansiyeli gibi parametreleri ayarlayan yöntemlerle koruyucu kimyasallar birlikte kullanılabilir (Leistner ve Gorris 1995).

Leistner ve Gorris (1995) gıda muhafazasında uygulama alanı bulan potansiyel kombine yöntemleri dört gruba ayırmışlardır. Bunlar fiziksel, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve diğer kombine yöntemler şeklinde gruplandırılmıştır. Fiziksel kombine yöntem; yüksek sıcaklık (sterilizasyon, pastörizasyon), düşük sıcaklık (şoklama, dondurma), UV uygulaması, iyonize radyasyon, elektromanyetik enerji (mikrodalga, vurgulu elektrik alan), fotodinamik inaktivasyon, yüksek basınç, ultrasonik uygulama, filmle paketlenme (plastik, yenilebilir film), modifiye atmosferde paketlenme, aseptik paketlenme gibi yöntemlerin bir arada uygulandığı muhafaza şeklidir.

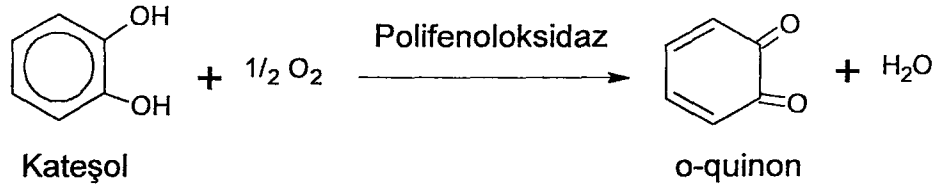
Fizikokimyasal kombine gıda muhafaza yöntemi; düşük su aktivitesi, düşük pH, düşük redoks potansiyeli, tuz (NaCl), nitrit, nitrat, karbondioksit, oksijen, ozon, sitrik asit, laktik asit, laktat, asetik asit, asetat, askorbik asit, sülfid, tütüleme, fosfatlar, fenoller, şelat yapıcılar, etanol, baharatlar, laktoperoksidaz ve lizoenzim gibi uygulamaları içermektedir. Mikrobiyolojik kombine yöntem; yarışmacı flora, koruyucu kültürler, bakteriyosinler ve antibiyotik uygulamalarından oluşmaktadır. Diğer kombine muhafaza yöntemi ise monolaurin, serbest yağ asitleri, çitozan ve klorin

uygulamalarından oluşmaktadır (Leistner ve Gorris 1995). Bu araştırma kapsamında da avokado püresindeki mikrobiyolojik güvenliği sağlamak amacıyla bir kombine yöntem olan karbondioksit, sitrik asit, askorbik asit ve tuz katkılarının yanında koruyucu madde olarak sorbik asit eklenmiştir. Bu uygulamaların her birinin enzim aktivitesini engelleme etkileri de bulunmaktadır.

Avokado püresi üzerine yapılan bir çalışmada da sorbik asidin 300 mg/kg dozunun mikrobiyal açıdan ürünün bozulmasını dört aylık depolama periyodu boyunca önlediği ortaya konmuştur. Hatta yapılan çalışmada vakum altında ambalajlama ile herhangi bir koruyucu uygulanmadan da +4 °C de ürünün mikrobiyal açıdan depolama periyodu sonunda güvenli olduğu belirlenmiştir (Soliva-Fortuny vd 2003).

Meyve sebzelerde hasat sonrası bozulmalarda enzimatik esmerleşme problemi oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Martinez ve Whitaker 1995). Enzimatik problemlerle işlenmiş ürünlerde ve meyve depolanmasında karşılaşılabilmektedir (Van Lelyveld ve Bower 1984, Cutting vd 1990, Cooper vd 2003). Meyve ve sebze ürünlerinde hammaddeye bağlı olarak başlıca kalite kayıplarına neden olan enzimler arasında oksidoredüktazlar sınıfında yer alan polifenoloksidaz, peroksidaz, lipoksigenaz ve hidrolazlar arasında yer alan lipaz enzimi sayılabilir.

Bu enzimlerden polifenoloksidaz; (1,2-benzendiol:oksijen oksidoredüktaz; EC 1.10.3.1) oksidoredüktazlar enzim sınıfında yer almakta olup tirozinaz, fenolaz, kateşol oksidaz, monofenol oksidaz ve kresolaz gibi isimlerle de bilinmektedir. Polifenoloksidaz enziminin molekül ağırlığı bulunduğu kaynağa göre değişmekte olup bu değer 33 kDalton'dan başlayıp 200.0 kDalton'u bile aşabilmektedir. Birçok bitkide bulunan, ancak üzerinde en fazla araştırma yapılan mantarda bulunan polifenoloksidaz enziminin molekül ağırlığı ise 128.0 kDalton olarak bildirilmiştir. Polifenoloksidaz enziminin yapısında prostetik grup olarak Cu^{++} iyonu bulunmaktadır (Whitaker 1995a). Polifenol oksidaz enziminin substratı fenolik bileşenler olup, reaksiyon oksijen varlığında gerçekleşmekte ve reaksiyon sonucunda oluşan o-kinonlar (Şekil 2.4) amino asit ve proteinlerle reaksiyona girerek esmer renkli ürünlere dönüşmektedir (Mac Heix vd 1990, Pizzocaro vd 1993, Yağar ve Sağiroğlu 2002).

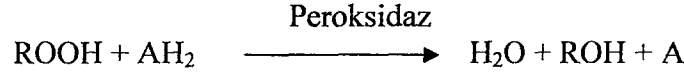


Şekil 2.4. Polifenoloksidaz enzimi tarafından katalize edilen reaksiyon

Meyve ve sebze ürünlerinde renk esmerleşmesine neden olan bir diğer enzim de peroksidaz enzimidir (donör: hidrojen peroksit oksidoredüktaz: EC 1.11.1.7). Peroksidaz enzimi bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalarda bulunabilmektedir. Bitkilerde bulunan peroksidazın prostetik grubunda demir iyonları bulunmaktadır. Peroksidaz enzimi hidrojen donörü eşliğinde peroksitleri parçalayan reaksiyonları katalize etmekte (Şekil 2.5) olup ısıtıl işlem uygulanmış gıdalarda ısıtıl işlemin yeterliliğinde referans alınan bir enzimdir. Peroksidaz enziminin gıdanın besin içeriği, renk ve aroması üzerinde de etkileri bulunmaktadır. Peroksidaz enziminin C vitaminin oksidasyonu, karotenoit ve antosiyaninlerin renginde bozulma, doymamış yağ asitlerinin parçalanması ve okside aroma oluşması gibi etkilere de neden olduğu bildirilmektedir (Richardson ve Hyslop 1985).

Lipaz (EC 3.1.1.3), yağlı bitkilerde problem oluşturan enzimdir. Bu enzim hidrolazlar enzim sınıfında yer alan sulu ortamda gliserol esterlerini hidrolize ederek serbest yağ asidi oluşumuna neden olan enzimdir. Gıdada oluşan serbest yağ asitleri de kimyasal ve biyokimyasal değişikliklere uğrayarak ürün lezzetinde olumsuzluklara neden olmaktadır. Düşük sıcaklıklara karşı stabilitesi yüksek olan lipaz enzimi dondurulmuş ve düşük su aktivitesine sahip gıdalarda da aktivite gösterebilmektedir (Cemeroğlu vd 2001).

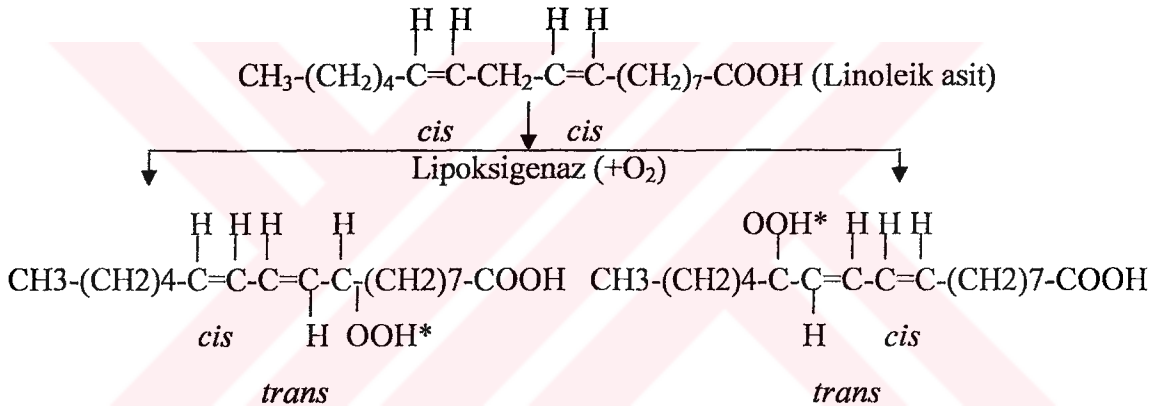
Doymamış yağ asitleri içeren meyve ve sebze ürünlerinde problem lipoksigenaz enzimi, (linoleat: oksijen oksidoredüktaz, EC 1.3.11.12) prostetik grup olarak demir içeren ve serbest formda bulunan doymamış yağ asitlerini hidroperoksitlere katalizleyen enzimdir (Şekil 2.6) (Lopez vd 1994, Whitaker 1995b). Bu nedenle serbest yağ asidi oluşumunu katalize eden lipaz enziminin yüksek olması lipoksigenaz enziminin substratının oluşmasında önemlidir.



R: H+, CH₃ veya C₂H₅ olabilir,
 AH₂: İndirgenmiş formda hidrojen donörü,
 A: Oksitlenmiş formda hidrojen donörü

Şekil 2.5. Peroksidaz enzimi tarafından katalize edilen reaksiyon

Farklı formları bulunan lipoksigenaz enziminin bulunduğu kaynağa göre molekül ağırlığı (92000–98000), substrat seçiciliği, optimum pH'sı (4.5-9.0) ve aktiviteleri farklılık göstermektedir (Wong 1995). Serbest formda bulunan linoleik, linolenik ve araşidonik asitler lipoksigenaz enziminin önemli substratlarıdır (Cemeroğlu vd 2001). Avokado meyvesinin bileşiminde de bu yağ asitlerinden linoleik asit ortalama %10'lar seviyesinde, linolenik ve araşidonik asitler de az da olsa



Şekil 2.6. Lipoksigenaz enzimi tarafından katalize edilen reaksiyon

bulunmaktadır. Lipoksigenaz gıdanın rengi, besin kalitesi, aroması ve tekstürel özellikleri üzerinde de etkili olan bir enzimdir (Richardson ve Hyslop 1985).

Meyve ve sebzenin hasadından sonra problemlere yol açan polifenoloksidaz enziminin bitkisel ürünlerde oluşturduğu olumsuzluklar yanında bazı pozitif etkilerinin de bulunduğu, bazı bitkilerin hastalıklara dayanıklılıkla polifenoloksidaz enzim aktivitesi arasında bir ilişki olduğu rapor edilmiştir. Artan polifenoloksidaz aktivitesi ile bitkide hastalıklara karşı dayanıklılıkta artış olduğu, bunun da polifenoloksidaz enziminin, fenolik bileşikleri quinonlara oksitlemesi ve bu bileşiğin de hastalığa dayanıklılıkta fonksiyonunun olmasından ileri gelmektedir. Ayrıca canlı bitkide

polifenoloksidaz enziminin fenolik bileşik sentezini harekete geçirdiğini, fenolik bileşiklerin de antimikrobiyal etki gösterdiğini bildirmişlerdir (Boyras ve Delen 2005).

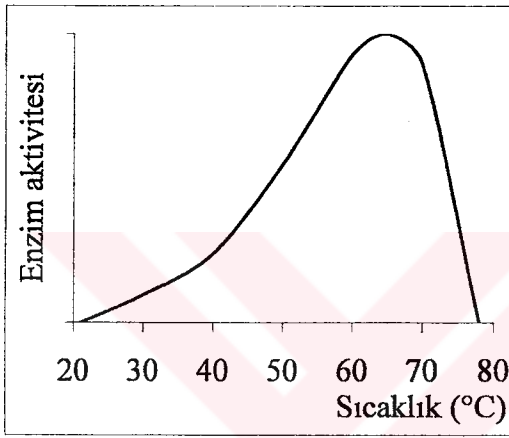
Polifenoloksidaz enziminde olduğu gibi peroksidaz aktivitesi ile bazı bitkisel hastalıklara karşı dayanıklılık arasında da ilişki olduğu, artan peroksidaz aktivitesi ile bazı hastalıklara karşı dayanıklılıkta da artış olduğu bildirilmektedir (Boyras ve Delen 2005).

Enzimatik problem fiziksel veya biyolojik zarar görmemiş meyvede genellikle görülmemektedir. Dilimleme, kesme, püre haline getirme gibi dokuların zarar görmesine neden olan işlemler sonrasında enzimatik reaksiyonlar gerçekleşmektedir. Enzimatik reaksiyonlar sonucu meyve ve sebzenin hem organoleptik hem de biyokimyasal özellikleri olumsuz etkilenmektedir. Enzimlerin aktivitesi sıcaklık, pH, substrat konsantrasyonu, enzim miktarı, su aktivitesi, inhibitör ve aktivatör madde gibi bir çok faktörden etkilenmektedir (Richardson ve Hyslop 1985, Mac Heix vd 1990, Tucker ve Woods 1996, Gökalp vd 1996, Temiz 1998, Garcı ve Barrett 2002). Şekil 2.7, Şekil 2.8, Şekil 2.9 ve Şekil 2.10'da faktörlere bağlı olarak verilen eğriler enzimler için genel eğriler olup, her enzim için bu faktörlerin etkisi farklılıklar göstermektedir (Temiz 1998).

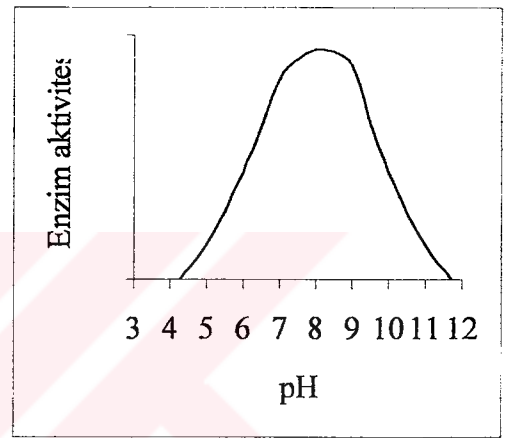
Bu bilgiler ışığında gıda teknolojisinde enzimler tarafından katalizlenen reaksiyonun hızı sıcaklık kontrolü ile önemli oranda engellenebilmektedir. Her enzimin aktivitesinin maksimum olduğu sıcaklık değeri birbirinden farklıdır. Bu noktanın üstünde ve altında enzim aktivitesinde azalmalar meydana gelmektedir. Enzimatik problemleri önlemek amacıyla en yaygın kullanılan yöntem sıcaklık uygulamasıdır. Uygulanan sıcaklık inaktive edilecek enzimin ısıl stabilitesi ve gıdanın yapısına göre değişmektedir. Meyve ve sebzelerde bulunan peroksidaz, polifenoloksidaz ve lipoksigenaz gibi enzimlerin ısıl inaktivasyon profilleri birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uymaktadır. Örnek olarak patatesten bulunan bazı enzimlerin termal inaktivasyon profilleri Şekil 2.11'de verilmiştir. Şekil 2.11'de görüldüğü gibi enzim inaktivasyonu için uygulanan sıcaklıktaki azalma ile birlikte uygulama süresi artmaktadır. Şekil 2.11'de verilen D değeri, belli sıcaklıkta orijinal enzim aktivitesinin %90'nını inaktif etmek için gerekli süre olarak tanımlanmaktadır (Marshall vd 2000).

Meyve ve sebze ürünlerinde problemlere neden olan enzimlerin başında polifenoloksidaz gelmekte olup bu enziminden kaynaklanan esmerleşme reaksiyonu

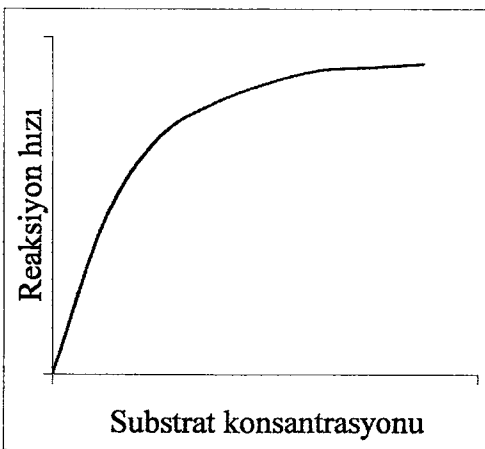
ortamdan oksijenin uzaklaştırılması, enzimin aktif bölgesinde bulunan bakır iyonlarının şelatlarla bağlanması, ısıtma işlemi enzimin inaktif edilmesi, enzimin substratı olan fenolik bileşiklerin modifikasyonu, enzim aktivitesi sonucu ilk aşamada oluşan ara ürünlerin indirgen bileşikler kullanılarak tekrar fenolik yapısına indirgenmesi yoluyla önlenmektedir (Marshall vd 2000). Isıtma işlemi enzim tamamen inaktif edilebilmektedir. Avokado püresi gibi bazı gıdalarda ise ısıtma işlemi ürün aromasında kabul edilemez düzeyde değişimlere neden olmasından ve aynı zamanda besinsel kayıplara yol açmasından dolayı kullanım alanı bulamamıştır (Soliva vd 2002).



Şekil 2.7. Enzim aktivitesi sıcaklık ilişkisi



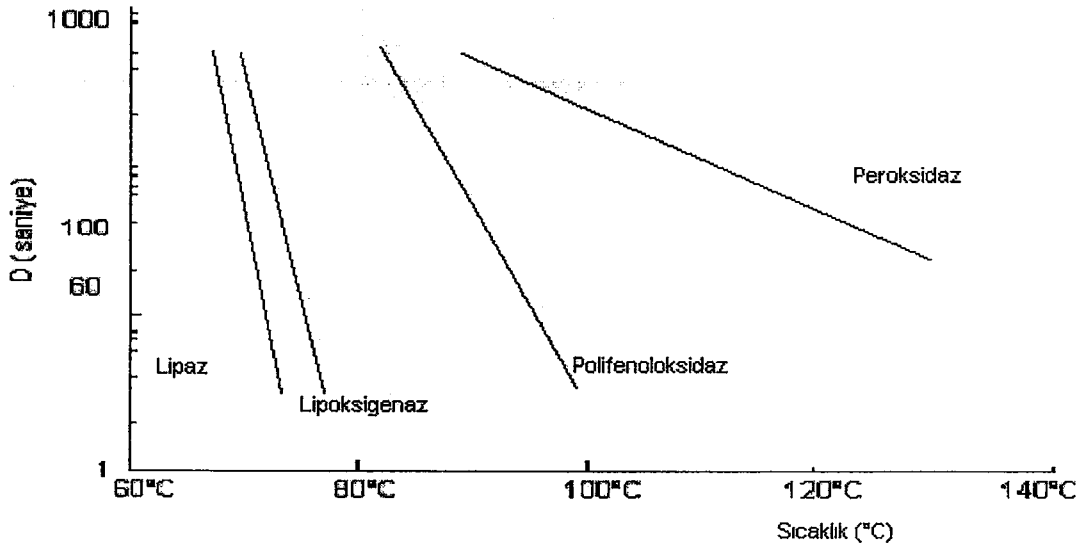
Şekil 2.8. Enzim aktivitesi pH ilişkisi



Şekil 2.9. Reaksiyon hızı substrat ilişkisi



Şekil 2.10. Reaksiyon hızı enzim ilişkisi



Şekil 2.11. Bazı enzimlerin ısı inaktivasyon profilleri

Isıl işlem uygulamaları ile enzim aktivitesi kontrol edilebildiği gibi düşük sıcaklıklarda da enzim aktivitesinde azalmalar meydana gelmektedir. Düşük sıcaklıklarda reaksiyona giren bileşenlerin hareketliliğinde azalmaya dolayısıyla kinetik enerjisinde azalmaya ve neticede enzim substrat kompleksi oluşumunda yavaşlamaya neden olmaktadır. Bu amaçla meyve, sebze ve ürünleri çoğunlukla soğukta (buzdolabı sıcaklığı) ve dondurulmuş (derin dondurucu) olarak muhafaza edilmektedir. Soğukta muhafaza meyve ve sebzelerdeki polifenoloksidaz enzimi tarafından katalizlenen enzimatik esmerleşmenin yavaşlatılmasında oldukça önemlidir. Gıdaların uzun süre muhafazasında ise sıklıkla -18°C ve altındaki sıcaklıklarda dondurma yöntemi uygulanmaktadır. Dondurulmuş ürünlerde sıcaklığa da bağlı olarak bazı enzimler tamamen inaktif olabilmekte iken bazı enzimler aktivitesini yavaş da olsa devam ettirmektedir (Marshall vd 2002).

Dondurularak muhafaza etme gıdaların taze özelliklerine en yakın olarak korunabildiği yöntemdir. Ancak gıdanın dondurularak muhafazası ve çözünmesi aşamalarında kaliteyi olumsuz yönde etkileyen bazı fiziksel ve kimyasal değişimler gerçekleşmektedir. Dondurulmuş ürün kalitesini depolama sıcaklık ve süresi önemli oranda etkilemektedir. Farklı sıcaklık ve sürede depolanan ürün kalitesinde farklı oranda değişimler ortaya çıkabilmektedir (Cemeroğlu vd 2003).

Dondurulmuş meyve ve sebzelerin depolama aşamasında kaliteyi olumsuz yönde etkileyen en önemli değişikliklerin enzimler tarafından katalizlenen biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda ortaya çıktığı belirtilmektedir. Dondurularak muhafaza edilen gıdalarda özellikle lipaz, lipoksigenaz ve polifenoloksidaz gibi enzimlerin ürünün beslenme değerinin yanında renk ve aroması gibi duyuşal özellikleri üzerinde önemli değişikliklere neden olduğu bildirilmektedir (Cemeroğlu vd 2003).

Enzim aktivitesinin azaltılması amacıyla soğukta ve dondurarak muhafaza uygulamaları yanında kurutma ile de enzim aktivitesi kontrol edilebilmektedir. Su hem çözücü hem de reaktant olarak enzim aktivitesi üzerinde oldukça önemli etkiye sahiptir. Kurutma işlemi ile reaktantların hareketliliği sınırlandırılarak aktif substrat ve enzim konformasyonu engellenmekte dolayısıyla enzimatik reaksiyon hızı yavaşlamaktadır. Su içeriği yüksek gıda ürünlerinde enzimatik reaksiyonları ve mikrobiyal faaliyeti engellemek amacıyla su aktivitesi kısmi kurutma veya poliol, şeker ve tuz gibi su bağlayıcı ajanlarla kontrol edilebilmektedir (Marshall vd 2002).

Gıda teknolojisinde mikroorganizmalar üzerinde etkili olmalarından dolayı özellikle son yıllarda uygulama alanı sürekli artmakta olan muhafaza yöntemlerinden biri de ışınlama olup, bu amaçla penetrasyon gücü yüksek olan beta ve gama ışınlarından yararlanılmaktadır. Son yıllarda ışınlamanın enzim aktivitesi üzerine etkileri konusunda bazı araştırmalar yapılmıştır. Genel ilke olarak enzimlerin mikroorganizmalara oranla ışınlamaya daha dirençli oldukları bildirilmektedir (Garcia ve Barrett 2002, Cemeroğlu vd 2001). Işınlamanın meyve ve sebzelerde hasattan sonra devam eden fiyolojik aktiviteyi (olgunlaşma, filizlenme) yavaşlatarak ürünün depolama ömrünü artırdığı da bildirilmektedir (Marshall vd 2000).

Gıda teknolojisinde son yıllarda uygulama alanı yaygınlaşan bir diğer yöntem de yüksek basınç teknolojisidir. Yüksek basınç uygulaması da ışınlama gibi mikroorganizmalar üzerinde başarılı sonuçlar verirken enzim inaktivasyonunda yeterince başarılı olamamıştır. Özellikle enzimlerden polifenoloksidazın yüksek basınç uygulamasına karşı direncinin oldukça yüksek olduğu bildirilmektedir. Hatta bazı yüksek basınç uygulamalarında enzim aktivitesinde artışlar bile görülmüştür. Ancak yüksek basıncın farklı uygulama teknikleri ile polifenoloksidaz enziminin aktivitesinde

önemli düşüşler sağlanabilmektedir (Marshall vd 2000, Cemeroğlu vd 2001, Garcia ve Barrett 2002).

Süper kritik karbondioksit, ultrafiltrasyon ve ultrasonik dalga uygulaması gibi yöntemlerin de gıdalardaki enzimatik problemleri önlemede kullanılabileceği belirtilmekle birlikte bu konularda henüz yeterli araştırmaya rastlanılamamıştır (Marshall vd 2000).

Gıdalarda meydana gelen enzimatik esmerleşme reaksiyonları teknolojik işlemlerle önlenemediği gibi, enzim aktivitesini engelleyici gıda katkı maddeleri ile de önlenmektedir ki bu maddelere inhibitörler denilmektedir. Bu amaçla kullanılacak katkı maddeleri meyve ve sebze ürünlerinde meydana gelen enzimatik esmerleşmeyi engellemek amacıyla reaksiyonun gerçekleşmesi için zorunlu olan enzim ve substrattan (fenolik bileşikler, oksijen) biri veya reaksiyon ara ürünleri üzerinde etki göstermektedir (Marshall vd 2000, Garcia ve Barrett 2002).

Bunlardan birincisi, enzimin hedef seçilmesi ile enzimatik esmerleşme reaksiyonunun inhibisyonudur. Polifenoloksidaz enziminin aktivitesinin doğrudan engellenmesinde kullanılan inhibitörler iki grupta sınıflandırılmaktadır. Birinci grup metal iyon şelatörleri, örneğin, azid, siyanid, karbon monoksit, halid iyonları ve tropolon kullanımı ile polifenoloksidaz enziminin inaktif edilebileceği bildirilmiştir. İkinci grup inhibitörler olarak da benzoik ve sinamik asitlerin aromatik karboksilik asitleri bildirilmektedir (Marshall vd 2000).

Enzimatik esmerleşme reaksiyonu enzim substratlarının hedef seçilmesi ile de kontrol edilebilmektedir. Enzimatik esmerleşme enzimin substratı olan oksijen ve fenolik bileşiklerin ortamdan uzaklaştırılması ile kontrol edilebilir. Polifenoloksidaz enziminin neden olduğu esmerleşme problemini önlemede ortamdan oksijenin eliminasyonu en kolay uygulanan yöntemlerdendir. Bu amaçla vakumlu veya inert gazlarla paketlenme işlemleri uygulanabilmektedir (McEvily vd 1992, Marshall vd 2000).

Reaksiyonu engellemek amacıyla ortamdaki fenolik bileşiklerin uzaklaştırılması amacıyla adsorbentlerin kullanılması izlenen yöntemlerden biridir. ABD’de meyve ve

sebze sularında ortamdaki fenolik bileşiklerin uzaklaştırılması amacıyla adsorbent olarak siklodekstrinler kullanılmaktadır (Marshall vd 2000).

Polifenoloksidaz enziminin substratı olan fenolik bileşiklerin enzimatik yolla modifikasyonu ile de reaksiyon inhibe edilebilmektedir. Bu amaçla örneğin o-metiltransferaz enzimi ile o-dihidroksifenolikler polifenoloksidaz enzimi tarafından substrat olarak kullanılmayan metoksi türevlerine dönüştürülerek reaksiyon inhibe edilebilmektedir. Ancak substratların enzimatik yolla modifikasyonu yöntemi ekonomik dezavantajı nedeniyle ticari olarak kullanılmamaktadır (McEvily vd 1992).

Enzimatik esmerleşme reaksiyonu üçüncü yöntem olarak da, enzimatik esmerleşme aşamasında oluşan ara ürünlerin hedef seçilmesi ile engellenebilmektedir. o-quinonlar polifenoloksidaz enziminin fenolik bileşikleri katalizlemesi sonucunda oluşmakta, ve oluşan bu bileşik polimerizasyon reaksiyonuna girerek esmerleşmeye neden olmaktadır. İndirgen madde kullanımı ile enzim tarafından katalizlenen reaksiyon sonucunda oluşan o-quinonlar ön maddesi olan fenolik bileşiklere indirgenerek üründe esmerleşme olması yani reaksiyonun tamamlanması engellenmektedir (Kahn 1985, McEvily vd 1992, Marshall vd 2000, Garcia ve Barrett 2002).

Gıda teknolojisinde esmerleşmeyi engelleyici maddelerin kullanımı toksisiteleri, aroma ve tekstür üzerine etkileri ve fiyat gibi faktörlere göre belirlenmektedir. Esmerleşmeyi engelleyiciler etki mekanizmasına göre indirgen ajanlar (antioksidanlar), asitlik düzenleyiciler, şelatlar, kompleks oluşturma ajanlar, enzim inhibitörleri ve enzim uygulamaları olmak üzere altı sınıfa ayrılmaktadır. Bu katkı maddeleri etki mekanizmalarına göre Çizelge 2.10'da verilmiştir (McEvily vd 1992, Marshall vd 2000).

İndirgen madde olarak kükürtlü bileşikler, askorbik asit ve analogları, sistein ve glutation; şelat olarak fosfatlar, EDTA ve organik asitler; asitlik düzenleyici olarak sitrik asit ve fosforik asit; enzim inhibitörü olarak aromatik karboksilik asitler, alifatik alkol, anyonlar, peptidler, resorsinol; enzim uygulaması olarak oksijenazlar, o-metil transferaz, ve proteaz; kompleks oluşturma ajan olarak da siklodekstrinler kullanılmaktadır (McEvily vd 1992, Marshall vd 2000).

İnhibitör maddelerden antioksidanlar, esmerleşme reaksiyonunu etkili bir şekilde önleyen maddelerdir. Antioksidanlar reaksiyonun ilk aşamasında oluşan o-kinonları renksiz difenollere indirgeyerek veya o-kinonlarla reaksiyona girerek stabil renksiz bileşikler oluşturarak engellemektedir (Şekil 2.12). Kükürtlü bileşikler ve askorbik asit gıda endüstrisinde bu amaçla en yaygın kullanılan antioksidanlardır (McEvily vd 1992, Marshall vd 2000, Garcia ve Barrett 2002).

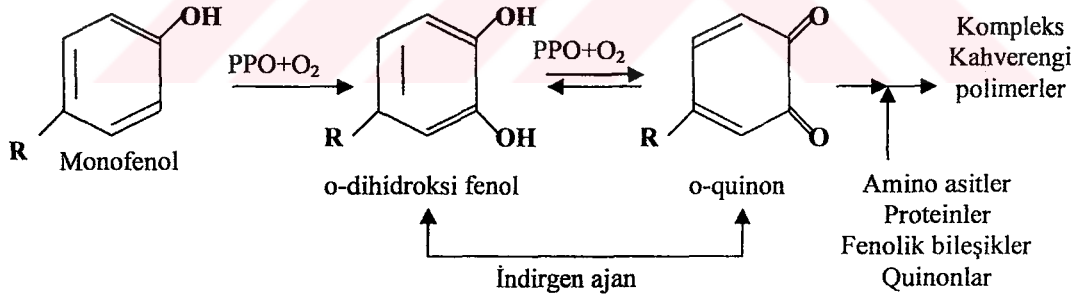
Kükürtlü bileşiklerden gıda endüstrisinde enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme problemlerini önlemek amacıyla ve antimikrobiyal olarak yararlanılmaktadır. Kükürtlü bileşikler, polifenoloksidaz aktivitesini yarışmalı olarak inhibe etmekte olup, etkisini polifenoloksidaz enziminin aktif bölgesine bağlanarak göstermektedir. Kükürtlü bileşiklerin enzimatik esmerleşme reaksiyonunu engellemesi ara ürün o-quinonlarla reaksiyona girmesiyle de olabilmektedir. Kükürtlü bileşiklerin enzimatik esmerleşme reaksiyonu üzerine inhibisyon etkisi geri dönüşümsüz olmaktadır (McEvily vd 1992, Marshall vd 2000).

Enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını etkili bir şekilde önlemesine rağmen kükürtlü bileşikler sağlık üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı gıda ürünlerinde kullanımı sınırlandırılmıştır. Kükürtlü bileşikler özellikle astımlı kişilerde alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır. JECFA, WHO ve FAO günlük alınabilir kükürt dioksit miktarını 0-0.7 mg/kg vücut ağırlığı olarak bildirmişlerdir (Marshall vd 2000).

Yapılan araştırmalarla kükürtlü bileşiklere alternatif olabileceği belirtilen indirgen özellikteki katkı maddelerinden birisi de askorbik asittir. Askorbik asit, indirgen özelliği güçlü bir antioksidan olup gıdalarda antioksidan olarak kullanımı GRAS listesinde olan katkı maddelerinden biridir. Askorbik asit polifenoloksidaz enziminin aktivitesini ortamdaki oksijeni bağlayarak göstermektedir. Askorbik asit, polifenoloksidaz enzimi tarafından katalize edilen polifenolik maddelerin oksidasyon reaksiyonu sırasında ortaya çıkan o-quinonları kahverenkli renkli pigmentlere dönüşmeden önce polifenolik bileşiklere indirgeme özelliğine sahip etkili bir inhibitör maddedir. Ancak askorbik asidin indirgen özelliği kendisinin dihidroaskorbik aside (DHAA) okside olması ile son bulmaktadır (Şekil 2.13). Aynı zamanda askorbik asitten oksidasyon yoluyla oluşan DHAA bileşiği de enzimatik olmayan yolla

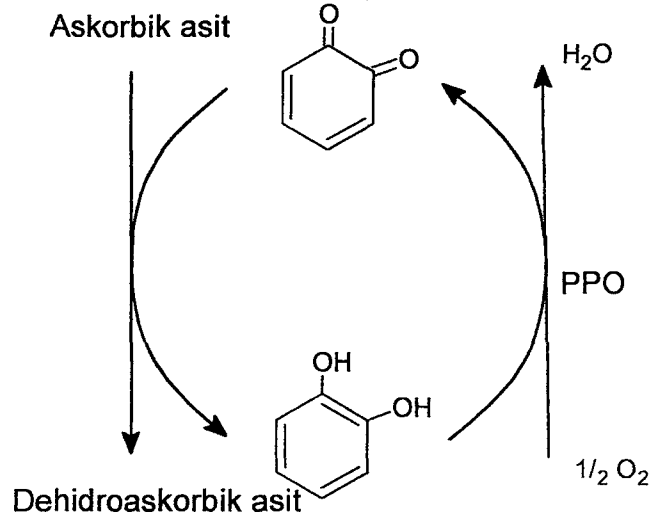
Çizelge 2.10. Enzimatik esmerleşme reaksiyonunu önleyici katkıları (Marshall vd 2000)

Katkı Maddesi Grubu	Katkı Maddesi
İndirgenler (Antioksidanlar)	Kükürtlü bileşikler
	Askorbik asit ve türevleri
	Sistein
	Glutation
Şelatlar	Fosfatlar
	EDTA
	Organik asitler
Asitlik düzenleyiciler	Sitrik asit
	Fosforik asit
Enzim inhibitörleri	Aromatik karboksilik asitler
	Alifatik alkoller
	Anyonlar
	Peptidler
	Resorsinol türevleri
Enzim uygulamaları	Oksijenazlar
	<i>o</i> -metil transferazlar
	Proteazlar
Kompleks oluşturuju ajanlar	Siklodekstrinler



Şekil 2.12. Enzimatik esmerleşme reaksiyonunun indirgen maddelerle esmerleşme engellenme mekanizması (McEvily vd 1992, Sapers 1993, Sapers vd 2001)

kahverengileşmektedir. Askorbik asit enzimatik esmerleşmeyi önlemede tek başına kullanılabildiği gibi sitrik asit, sodyum klorür, kalsiyum klorür, sistein ve sodyum benzoat, potasyum sorbat gibi koruyucularla da birlikte kullanılabilmektedir (Sapers 1993). Enzimatik esmerleşme reaksiyonunu önlemek amacıyla antioksidan olarak



Şekil 2.13. Askorbik asidin enzimatik esmerleşme reaksiyonunu engelleme mekanizması (Marshall vd 2000)

askorbik asit türevlerinden de yararlanılmaktadır. Askorbik asit türevlerinin (eritorbik asit vb) reaksiyon ortamındaki stabilitesi askorbik aside oranla daha yüksektir (Marshall vd 2000, Sapers vd 2001).

Enzimler aktif bölgesinde prostetik grup olarak genellikle metal iyonu bulundurmaktadır. Bu metal iyonlarının şelatlarla bağlanması ile enzim aktivitesi inaktif edilebilir. Gıda endüstrisinde sorbik asit, polikarboksilik asitler (sitrik, malik, tartarik, okzalik vb) polifosfatlar ve EDTA gibi katkıları bu amaçla kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde şelat yapıcı olarak en yaygın olarak kullanılan kimyasal katkı EDTA olup genellikle indirgenler (askorbik asit) ve asit düzenleyicilerle (sitrik asit) birlikte kullanılmaktadır (McEvily vd 1992, Marshall vd 2000).

Asitlik düzenleyicilerden sitrik asit gıdalarda en yaygın kullanılan katkı maddelerinden birisidir. Meyve ve sebzelerde asitliği düzenleyerek esmerleşme reaksiyonlarını önlemek amacıyla %0.5-2.0 arasında değişen oranlarda sitrik asit kullanılmaktadır. Ancak sitrik asit esmerleşme reaksiyonlarını önlemek amacıyla tek başına değil askorbik asit gibi diğer antioksidan maddelerle birlikte kullanılmaktadır.

Sitrik asit, esmerleşme reaksiyonunu pH'yı düşürerek ve aynı zamanda enzimin aktif kısmında bulunan bakır iyonları ile şelat yaparak göstermektedir (Marshall vd 2000).

Sodyum klorit gıdalara enzim aktivitesini engellemek amacıyla %2-4 arasında değişen oranlarda kullanılan enzim inhibitörlerinden biridir. Sodyum klorit, enzimatik esmerleşme reaksiyonunu ortam pH'sına bağlı olarak engellemektedir. Artan ortam pH'sı ile sodyum kloritin esmerleşme reaksiyonunu önleme etkinliği düşmektedir. Bu nedenle sodyum klorit esmerleşme reaksiyonlarını inhibe etmek amacıyla askorbik asit ve sitrik asit gibi katkı maddeleri ile birlikte kullanılmaktadır (Marshall vd 2000).

Avokado meyvesi ve püresi enzimatik esmerleşme probleminin sık karşılaşıldığı ürünlerden biridir. Avokado meyvesinde ve püresinde meydana gelen enzimatik renk esmerleşmesi polifenoloksidaz (Engelbrecht 1982, Van Rensburg ve Engelbrecht 1986, Espin vd 1997, Weemaes vd 1998a, Pesis vd 1999, Lopez-Malo vd 2000, Kader 2002, Soliva vd 2002) ve peroksidaz enzimi tarafından kataliz edilmektedir (Van Lelyveld ve Bower 1984). Polifenol oksidaz enziminin aktivitesi tüm meyvelerde aynı değildir. Avokadoda bulunan polifenoloksidaz aktivitesinin kendisine en yakın düzeyde olan meyvedeki enzim aktivitesinden 30 kat daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Gomez-Lopez 2002). Weemaes vd (1998b) de farklı meyvelerdeki (elma, avokado, üzüm, armut, erik) polifenol oksidaz aktivitelerini analiz etmişler ve en yüksek enzim aktivitesinin avokado da olduğunu tespit etmişlerdir. Bu da avokadonun enzim aktivitesinin diğer meyvelere göre daha önemli bir problem olabileceğini ortaya koymaktadır.

Polifenoloksidaz enziminin bulunduğu meyve türüne göre substrat seçiciliğinde önemli farklılıklar gösterdiği bildirilmiştir (Çizelge 2.11). Polifenoloksidaz bulunduğu kaynağa göre ortamda bulunan fenolik bileşiklerden her birine karşı farklı aktivite göstermektedir (Yemenicioğlu vd 1999, Marshall vd 2000, Tomas-Barberan ve Espin 2001, Garcia ve Barrett 2002, Yağar ve Sağiroğlu 2002). Bu davranış enzimin substrat spesifikliğı (seçiciliğı) olarak adlandırılmaktadır (Temiz 1998, Cemeroğlu vd 2001).

Bunun yanında aynı meyvenin farklı çeşitleri arasında da gerek enzim aktivitesi ve gerekse de enzimin substrat seçiciliğı farklılık gösterebilmektedir (Bates 1968, Kahn 1976, 1977a, 1977b, Sharon Raber ve Kahn 1983, Mac Heix vd 1990, Whitaker 1995b,

Tomas-Barberan ve Espin 2001, Van der Sluis vd 2001, Garcia ve Barrett 2002). Nitekim yapılan iki farklı araştırmada iki farklı avokado çeşidinde bulunan polifenol oksidazların aynı substratı farklı hızlarda katalizlediği tespit edilmiştir (Kahn 1977a, Gomez-Lopez 2002). Çizelge 2.12’de Fuerte ve Lerman çeşidi avokado meyvelerinden ekstrakte edilen polifenoloksidaz enziminin farklı substrat ortamlarındaki bağlı aktiviteleri verilmiştir.

Van-Lelyveld ve Bower (1984) farklı avokado çeşitleri arasında enzim aktivitesi bakımından farklılıklar bulunduğunu belirtmiştir. Sharon-Raber ve Kahn (1983) da yaptıkları çalışmada polifenoloksidaz enzim aktivitesinin avokado çeşitleri arasında farklılıklar gösterdiğini saptamışlardır. Bu veriler her meyvedeki gerek substratların miktarlarının ve gerekse de enzim aktivitelerinin tespit edilmesinin önemini ortaya koymaktadır. Bu da meyvenin farklı çeşitlerinde enzim aktivitesini önlemek için alınacak önlemlerin de farklı olacağını göstermektedir.

Sıcaklık, pH, reaksiyonu engelleyen madde kullanımı ile diğer enzimlerin olduğu gibi polifenoloksidaz aktivitesi de kontrol edilebilmektedir. Polifenol oksidaz aktivitesi bulunduğu kaynağa göre farklılıklar göstermekle birlikte nötr pH’larda (6-7) maksimumdur (Weemaes vd 1998b). Genellikle optimum pH’nın üzerinde ve

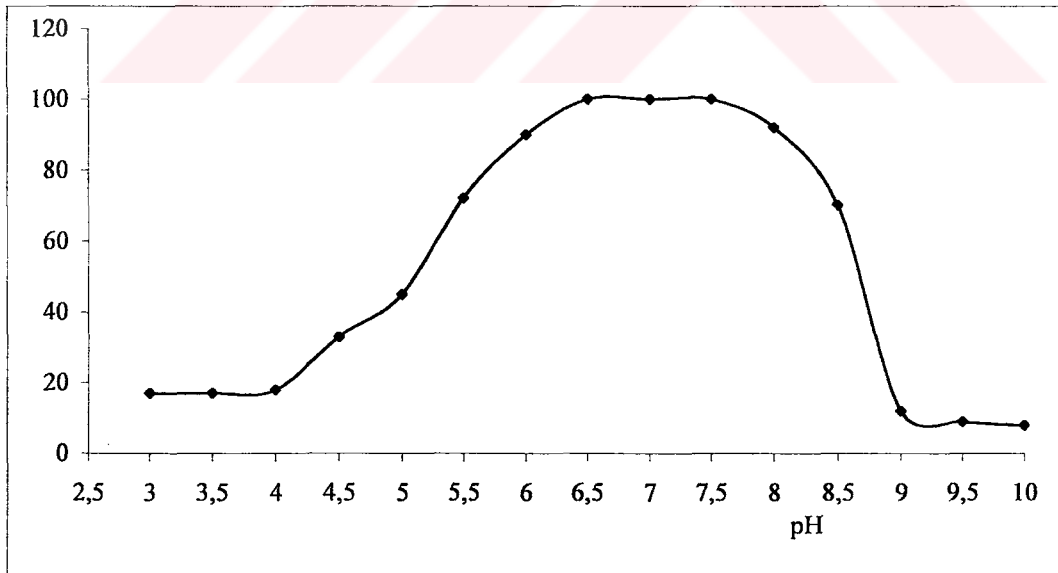
Çizelge 2.11. Farklı kaynaklardan elde edilen polifenoloksidaz enzimlerinin bağlı substrat aktiviteleri (Whitaker 1995b)

Substrat	Kateşol’e göre bağlı polifenoloksidaz aktivitesi		
	Patates	Şeftali	Armut
Kateşol	100	100	100
4-Metilkateşol		51.5	72.3
d-Kateşin		31.8	7.79
Klorojenik asit	140	22.2	71.8
Kafeik asit	76.5	0	4.41
Protokateşuik asit		16.3	
Dopamin		45.6	15.6
Gallik asit		25.7	
p-Kumarik asit		0	0

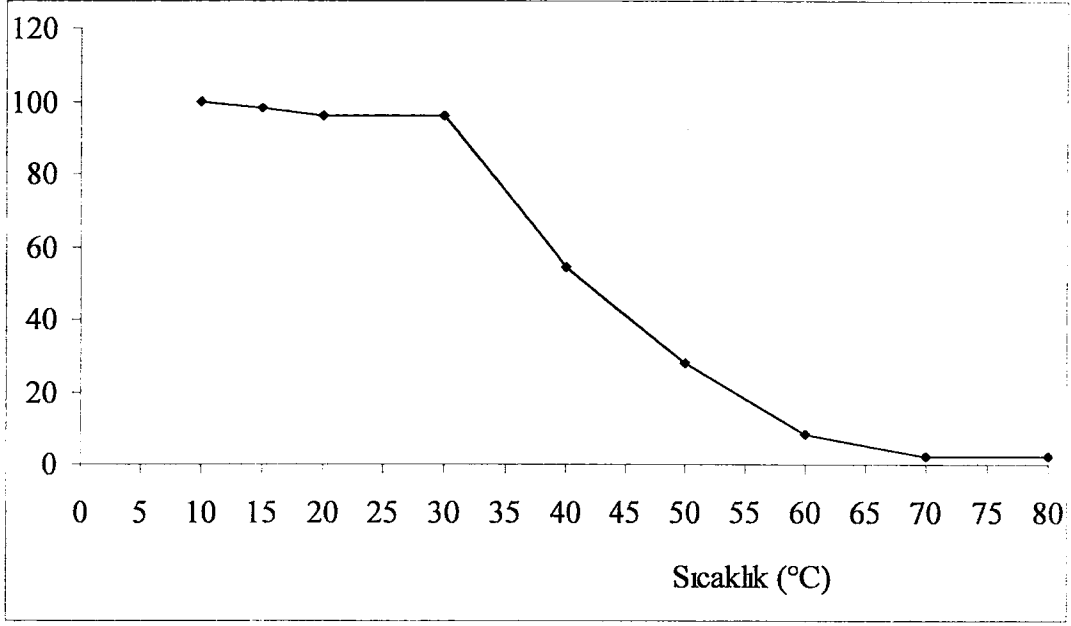
Çizelge 2.12. Fuerte ve Lerman avokado çeşitlerinden elde edilen polifenoloksidaz aktivitesinin farklı substrat ortamlarındaki bağıl aktiviteleri (Kahn 1977a)

Substrat	Fuerte	Lerman
4-Metil kateşol	100	100
Dopamin	53	51
Kateşol	42	72
Pirogallol	14	19
Klorojenik asit	13	14
Kafeik asit	2	2

altında enzimin aktivitesinde azalmalar meydana gelmektedir. Örnek olarak Hint ayvası (*Annona reticulata*)’nda bulunan polifenoloksidaz aktivitesinin pH ve sıcaklıkla değişimleri Şekil 2.14 ve Şekil 2.15’te verilmiştir. Gomez-Lopez (2002) da Booth I ve Julio Millan çeşitlerinden elde ettikleri polifenoloksidaz enziminin aktivitelerini kateşol pirogallol, DL-DOPA, klorojenik asit, kafeik asit ve protokateşuik asit substrat ortamlarında analiz etmişler ve elde edilen polifenoloksidaz enzimlerinin çeşitler arasında önemli farklılıklar gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca elde edilen enzimler her substrat ortamında farklı aktive göstermiştir.



Şekil 2.14. Polifenoloksidaz enziminin bağıl aktivitesinin pH ile değişimi (De Albuquerque Lima vd 2001)



Şekil 2.15. Polifenoloksidaz enziminin bağıl aktivitesinin sıcaklık ile değişimi
(De Albuquerque Lima vd 2001)

Avokado ve işlendiği ürünlerde enzimatik renk esmerleşmesini önleme ve raf ömrünü artırmak amacıyla birçok araştırma yapılmıştır. İşlenmiş avokadonun depolanması aşamasında karşılaşılan en önemli problem renk bozulmasıdır. İşlenmiş ürünler üzerine yapılan çalışmalarda özellikle renk kalite özelliğinin korunması hedeflenmiştir.

Ortiz vd (2003) avokado püresinde meydana gelen enzimatik esmerleşme ve mikrobiyal bozulmaları önlemek amacıyla farklı süre ve sıcaklıklarda ısı uygulaması yapmışlardır. Bu amaçla üretilen pürelere 73°C 10 dakika, 80°C 8 dakika, 84°C 6 dakika ve 85°C 4.6 dakika süreyle ısı uygulamaları yapılmış, çalışma sonucunda enzim inaktivasyonu ve mikrobiyolojik stabilite açısından en başarılı olarak 4.6 dakikalık 85°C sıcaklık uygulaması bulunmuştur.

Alvarez vd (2000) ise geleneksel ısı işlem yöntemleri ile avokado da esmerleşmeye neden polifenoloksidaz enziminin inaktivasyonu aşamasında istenmeyen aroma oluştuğunu, mikrodalga uygulaması ile polifenoloksidaz enziminin inaktivasyonu için gerekli ısı işlem süresinin kısaltılması nedeniyle aroma üzerindeki bu olumsuzluğun önlenebileceğini bildirmektedirler. Bu çalışma kapsamında avokado

püresindeki polifenoloksidaz enziminin inaktivasyonu için mikrodalga fırında 5 saniye süreyle 103°C sıcaklık uygulamasının avokadonun orijinal pH'sında (6-7) yeterli iken sitrik asitle püre pH'sının 4.3 olduğu durumda aynı sıcaklıkta 2 saniyelik uygulamanın, pH'nın 3.9'a düşürülmesi durumunda da 1 saniyelik mikrodalga uygulama sürenin polifenoloksidaz enziminin inaktivasyonu için yeterli olduğunu tespit etmişlerdir.

Guzman vd (2002) avokado püresinin rengi üzerine mikrodalga ile ısıtmanın ve çinko ve bakır tuzları eklemenin etkisini araştırmışlardır. Bilindiği gibi geleneksel yöntemle ısı uygulamasında ürünün aromasında ve besin içeriğinde önemli kayıplar olmaktadır. Ancak geleneksel yöntemin aksine mikrodalga uygulamasının yüksek sıcaklıkta kısa süre (HTST) prosesi olduğu için böyle bir olumsuzluğa neden olmadığı belirtilmektedir. Araştırmada 30 saniye süreyle 633 Watt güçte ve 2450 MHz frekansta çalışan mikrodalga uygulamasının renk esmerleşmesini önlemede başarılı olduğu saptanmıştır. Araştırmada ayrıca bakır klorit uygulamasının ürünün karakteristik yeşil renginin korunmasında çinko klorite göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Gerdes ve Parrino-Lowe (1995) Fuerte çeşidi avokadoları olgunlaştırılıp kabuklarını soyduktan sonra iki eşit parçaya bölerek çekirdeklerini çıkarmışlar ve %1'lik sitrik asit çözeltisi içerisine 1 dakika süre ile daldırmışlardır. Elde edilen bu ürünleri %5 CO, %15 O₂ ve %80 CO₂ bileşimindeki gaz atmosferinde, hava ve vakumlu polietilen torbalarda 7.2°C'de depolamaya almışlardır. Depolama periyodu sonunda (21 gün) uygulamalar arasında önemli farklılıklar olmadığını ve aynı zamanda uygulamaların üründeki L renk değerinden kaynaklanan renk esmerleşmesini başarılı bir şekilde koruyamadığını belirlemişlerdir.

Avokado meyvesi dilimlenmiş ürüne işlenmekle beraber en fazla püreye işlenmektedir. Bates (1968) avokado püresinde meydana gelen polifenoloksidaz enzimi tarafından katalizlenen esmerleşme problemini önlemede 30 mg/100 g oranındaki sodyum sülfite veya 200 mg/100 g askorbik asit uygulamasının başarılı olduğunu tespit etmiştir.

Smith (1984) avokado püresinde meydana gelen enzimatik esmerleşme problemini önlemek amacıyla 100 mg/kg ve 300 mg/kg olmak üzere iki farklı kükürt dioksit dozu, 0.5 g/kg ve 2.0 g/kg olmak üzere iki farklı askorbik asit dozu ve 0.5 g/kg

askorbik asit + 100 mg/kg kükürt dioksit kombinasyonu olmak üzere beş farklı uygulama denemeye alınmıştır. Araştırma bulguları, en başarılı sonucu 300 mg/kg kükürt dioksit uygulamasının verdiğini göstermiştir.

Pardo vd (1991) avokado püresindeki renk esmerleşmesini önlemek amacıyla dört farklı EDTA (0, 250, 300, 3500 mg/kg) konsantrasyonunun etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla üretilen tüm pürelere 150 mg/kg sodyum metabisülfite, 350 mg/kg sodyum bisülfite, %0.7 askorbik asit, %0.05 oranında antioksidan olarak bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksi anisol (BHA) karışımı ilave edilmiştir. Araştırma sonucunda 300-350 mg/kg oranında EDTA uygulamasının ürünlerdeki renk esmerleşmesini önlemede başarılı olduğunu göstermiştir.

Polifenoloksidaz aktivitesini engellemek amacıyla kükürtlü kimyasal bileşikler (kükürtdioksit, sodyum sülfite, potasyum, sülfite, sodyum metabisülfite, potasyum metabisülfite vb) başarı ile uygulanmakta olduğu bildirilmektedir. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarla özellikle astımlı hastalarda ve alerjik hastalığı olan kişilerde kullanımının sorunlara neden olması bu kimyasalların kullanımına sınırlama getirilmesine neden olmuştur (Sapers 1993, Sapers vd 2001).

Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarla kükürtlü bileşiklere alternatif olabilecek gerek kimyasal ve gerekse de fiziksel uygulamalar tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu uygulamaların farklı ürünlerdeki başarı düzeyi üzerine bir çok araştırma yapılmıştır (Kahn 1985; Sapers 1993; Pizzocaro vd 1993; Son vd 2000).

Weemaes vd (1998a) farklı pH'lara ayarlanmış ortamlarda avokadoda bulunan polifenoloksidaz enziminin inaktivasyonu için yeterli basınç ve sıcaklık parametrelerini araştırmışlardır. Elde edilen veriler pH'nın 4 olduğu durumda polifenoloksidaz enziminin inaktivasyonu için 450 MPa, pH'nın 8 olduğu durumda ise 850 MPa basınca ihtiyaç olduğunu göstermiştir. Araştırma bulguları pH'nın 4 olduğu durumda 40°C'lik sıcaklığın polifenoloksidaz enzimin inaktivasyonu için yeterli olmasına rağmen, pH'nın 6 olduğu durumda 65°C'lik sıcaklığa ihtiyaç olduğunu göstermiştir. Lopez-Malo vd (2000) polifenoloksidaz enziminin bulunduğu kaynağa göre farklılıklar göstermesine rağmen genellikle yüksek basıncın 400MPa gibi nisbi düşük basınç uygulamalarında polifenoloksidaz aktivitesinde artışa neden olabilmekte iken, 689 MPa gib yüksek

basınçlarda uygulama süresine de bağılı olarak enzim aktivitesinde düşüşler meydana gelmektedir.

Lopez-Malo vd (1998) avokado püresinde yüksek basınç uygulamasının ürünün renk değerleri ve polifenol oksidaz aktivitesi üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Bilindiği gibi bazı gıdalarda yüksek basınç uygulaması ısıtma işlemi olarak kullanılmaktadır. Çalışmada pH sı 3.9, 4.1 ve 4.3'e ayarlanmış olan ürünlere 345, 517 ve 689 MPa basınçlar uygulanmıştır. Avokado püresi üretiminde düşük pH'da artan basınç uygulamasının gerek renk stabilitesini sağlama ve gerekse de enzim aktivitesini azaltmada daha başarılı olduğu saptanmıştır.

Avokado püresi üretiminde bir başka yüksek basınç uygulaması da Palou vd (2000) tarafından yapılmıştır. Avokado püresinde, ki bu bazı ülkelerde "guacamole" yöresel adıyla bilinmekte, yüksek basınç uygulamasının ürünün polifenol oksidaz, lipoksigenaz aktivitesi, renk ve mikrobiyal kalite kriterleri üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Araştırmada yüksek basınç uygulamasının avokado püresi üretiminde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Ancak araştırmacıların belirttiğine göre enzim inaktivasyonunda yüksek basınç uygulaması her gıdada başarılı sonuç vermeyebilmektedir.

Weemaes vd (1999) tarafından yapılan çalışmada da farklı esmerleşme önleyici ajanlarla yüksek basıncın beraber uygulanmasının avokadoda polifenol oksidaz enzim aktivitesi üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Avokadoda 825 MPa basınç uygulamasının enzimin inaktivasyonu için yeterli olduğu tespit edilmiştir. Uygulanan farklı kimyasallarında (EDTA, NaCl, benzoik asit, resersinol) ürün stabilitesini sağlamada başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Valdivia vd (2002) dondurulmuş avokado püresinin kalitesi üzerine ışınlamanın etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla avokado püresi 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.5 kGy dozlarında ışınlanmış ve örneklerde *Listeria monocytogenes* sayımı, toplam klorofil ve oksidasyon derecesi belirlenmiştir. Işınlamada kullanılan bu dozlar ile ürünün *Listeria monocytogenes* içeriğinin 1-4 logaritma ünitelik azaltılmasının mümkün olduğu belirtilmektedir. Analiz sonuçları, uygulamaların ürünün hidrolitik ve oksidatif ransiditesi üzerinde önemli değişimlere neden olmadığını göstermiştir. Araştırmacıların

bildirdiğine göre ışınlama gıdalarda lipid oksidasyonuna neden olmaktadır. Ancak bu üründe dondurulmuş olarak bir yıllık depolama sonunda ürünün serbest yağ asitliği ve peroksit değerleri Codex Alimentarius tarafından yayınlanan limit değerlerin altında kalmıştır. Aynı zamanda denemede uygulanan ışınlama dozları ürünün klorofil içeriğini de değiştirmemiştir. Araştırmacıların bildirdiğine göre ışınlama bu üründe başarı ile kullanılabilir.

Yapılan araştırmalarda genellikle farklı uygulamalarla avokado püresindeki enzimatik renk esmerleşmesinin önlenmesi hedeflenmiştir. Isı uygulamasının problem olduğu bu tip ürünlerde enzimatik renk esmerleşmesini önlemede en etkin kimyasal maddenin kükürtlü bileşiklerden sonra askorbik asit olduğu (Sapers 1993), ve bunun 200 mg/kg lık dozunun avokado püresinde enzimatik esmerleşmeyi önlemede başarılı olduğu (Soliva vd 2001) yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur.

Alvarez vd (1998) dilimlenmiş avokado ürününde, esmerleşmeyi önlemek amacıyla kükürtlü bileşiklere alternatif olabilecek bazı esmerleşme önleyici kimyasalları uygulama kapsamına almışlardır. Bu amaçla askorbik asit, sitrik asit, sistein, EDTA, eritorbik, sodyum eritorbat, 4-hekzil-resorsinol, polivinilpolipirrolidon, tetrasodyumpirofosfor, çinko klorit, sistein-sodyum eritorbat-EDTA karışımı, sodyum eritorbat-EDTA karışımı, sodyum metabisülfid uygulamaları yapılmıştır. Araştırma bulguları en başarılı sonucun sistein ve tetrasodyumpirofosfor (sodyum metabisülfid dışında) uygulamalarından elde edildiğini göstermiştir. Araştırma sonunda avokadoda renk esmerleşmesini önlemek amacıyla %1 tetrasodyumpirofosfor, %0.2 sistein, su aktivitesini 0.8 düşürecek oranda sodyum klorür ve pH'yı 5.5'e düşürecek miktarda sitrik asit kombinasyonun uygulanması önerilmiştir.

Avokado püresi ve dilimlenmiş meyvelerde raf ömrünü artırmak amacıyla Olaeta ve Undurraga (1995) askorbik asit ve sitrik asit uygulaması yapmışlar elde edilen ürünleri %40 vakum, %100 CO₂, %100 N₂, %90 N₂ + %10 CO₂, %80 N₂ + %20 CO₂ olmak üzere beş farklı ortamda muhafaza etmişlerdir. Araştırmada en başarılı sonucu %80 N₂ + %20 CO₂ uygulaması vermiş, bu uygulamayı %90 N₂ + %10 CO₂ uygulaması takip etmiştir.

Kahn (1985) protein, hidroliz edilmiş protein ve bazı amino asitlerin mantar, avokado ve muzda enzimatik esmerleşmeye neden olan polifenoloksidaz aktivitesini engellemedeki etki düzeylerini araştırmıştır. Araştırma sonuçları hidrolize kazein ve sığır serum albuminin polifenoloksidaz aktivitesi üzerine etkili olmazken, L-lisin, glisin, L-histidin ve L-fenilalanin amino asitlerinin sırasıyla artan oranda enzim inaktivasyonunda başarılı olduğunu ve inaktivasyon oranının %60'a ulaştığını göstermiştir. 0.4 mM oranındaki L-sistein uygulaması ise örnekteki polifenoloksidaz enziminin aktivitesini tamamen inaktif etmiştir.

Gomez-Lopez (2002) Booth1 ve Julio Millan avokado çeşitlerinden elde edilen polifenoloksidaz enziminin aktivitesini önlemek amacıyla farklı uygulamaları denemiştir. Araştırma sonucunda enzim aktivitesini önleme etkinliği bakımından, inhibitörlerden L-sistein, askorbik asit, resersinol, glisin ve NaCl sırasında olduğu, ayrıca 84°C'de 10 dakika ısı uygulamasının enzimin tamamen inaktivasyonu için yeterli olduğu belirlenmiştir.

Soliva vd (2000) avokado püresinde esmerleşmeyi önlemek amacıyla EDTA ve askorbik asit, asitlik ayarlayıcı olarak sitrik asit ve koruyucu olarak sorbik asit eklemiştir. Araştırma bulguları avokado püresindeki polifenoloksidaz aktivitesini önlemede EDTA'nın askorbik aside oranla daha başarılı olduğunu göstermiştir.

Soliva vd (2001) avokado püresinde polifenol oksidaz aktivitesini engellemek ve dolayısıyla renk esmerleşmesini önlemek amacıyla farklı uygulamalar yapmışlardır. Araştırmada, antioksidant olarak şelat oluşturu bileşiklerden EDTA uygulaması ile azot gazı altında ambalajlamanın üründe renk esmerleşmesini önlemede başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Soliva vd (2002) farklı kombine yöntemlerle üretilmiş avokado püresindeki renk ve enzim aktivitesindeki değişim kinetiğini araştırmışlardır. Araştırma kapsamında hava, azot ve vakum olmak üzere üç farklı ambalajlama, antioksidant olarak askorbik asit ve EDTA, koruyucu olarak da sorbik asit uygulama kombinasyonları denenmiş ve kinetik parametreler hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda avokado püresindeki renk esmerleşmesi ve polifenoloksidaz aktivitesi değişiminin birinci dereceden reaksiyon kinetiği ile uyum gösterdiğini saptamışlardır.

Elez vd (2000) farklı uygulamaların avokado püresindeki oksidatif bozulmayı önlemedeki etkinliğini araştırmışlardır. Araştırma kapsamında askorbik asit, EDTA, tokoferol, sitrik ve sorbik asitler kullanılmıştır. Ürünler azot gazı, hava ve vakumlu, karanlık bir ortamda +4°C'de depolamaya alınmıştır. Araştırma sonucunda ürünlerin vakumlu ambalajda ve oksidasyonu geciktirmek amacıyla tokoferol ve antimikrobiyal olarak da sorbik asit kullanılması önerilmiştir.

Ancak farklı avokado çeşitlerinin gerek enzim aktivitesi ve gerekse de polifenolik madde içeriği bakımından püreye işlemeye uygunluklarının belirlenmesi üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Ayrıca meyvedeki enzimatik esmerleşmeden sorumlu olan polifenoloksidaz enziminin hasat dönemine göre de bir farklılık gösterip göstermediği konusunda herhangi bir araştırmaya rastlanılamamıştır. Bilindiği gibi meyvelerin bileşiminde olgunlaşma periyodu boyunca önemli farklılıklar olabilmektedir (Salas vd 2000). Bu nedenle avokado gibi geniş bir hasat aralığına sahip meyvelerde amaca göre en uygun hasat döneminin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu güne kadar yapılan çalışmalarda etkisi araştırılmayan ve ürün kalitesinde belirleyici rol oynadığı düşünülen bir diğer faktör de depolama sıcaklığıdır.

Bu araştırmada; Türkiye'deki üretim potansiyeli yüksek olan Bacon, Fuerte, Hass ve Zutano çeşidi avokadolarının hasat zamanına göre enzim aktivitesindeki değişim tespit edilerek püre üretimi için en uygun hasat dönemi belirlenmiştir. Türkiye'de üretim potansiyeli yüksek olan çeşitler incelenerek de enzim aktivitesi en düşük çeşit belirlenmiştir. Ayrıca depolama sıcaklığı ve süresi ile enzim aktivitesi, polifenolik madde miktarındaki değişim, renk değişimi ve genel kalite kriterlerindeki değişim belirlenerek ürünün uygun depolama sıcaklığı ve süresi tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü avokado koleksiyon bahçesi içinde Bacon, Edranol, Ettinger, Fuerte, Hass, Nabal, Pincerton, Reed, Ryan, Santana, Stewart, Susan, Wurtz ve Zutano çeşitleri bulunmaktadır. Bunlardan Bacon ve Zutano erkenci çeşitler, Fuerte ve Hass geçici çeşitler olup gerek diğer avokado yetiştiren ülkelerde, gerekse Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen çeşitlerdir. Araştırmanın planlanması aşamasında bu çeşitler araştırma materyali olarak kararlaştırılmış ve seçilen meyve ağaçları kontrol altına alınmıştır. Bu aşamada ağaçların çiçeklenme, meyve bağlama, gübreleme, sulama vb kültürel tedbirleri izlenmiş ve her bir ağaca aynı uygulamanın yapılması sağlanmıştır. Olgunlaşma periyodu izlenen her bir çeşitten örnek meyve alınmış ve ilk hasat dönemini belirlemek amacı ile meyve ağırlığı, kurumadde ve yağ içerikleri takip edilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda aşağıda belirlenen (Çizelge 3.1) tarihlerde deneme materyali meyvelerin hasadının yapılmasına karar verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan avokado çeşitlerinin hasat tarihleri

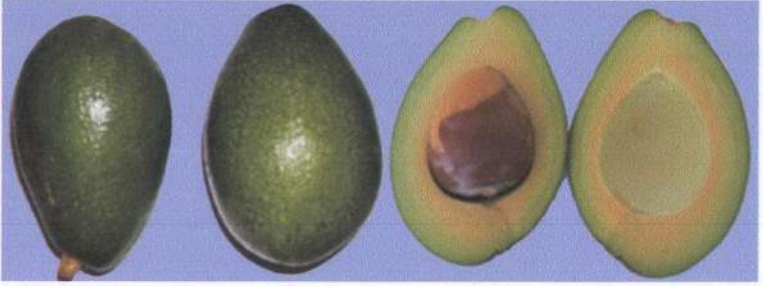
Çeşit	Hasat	Hasat Tarihi
Bacon	1. Hasat	Kasım 2004
	2. Hasat	Aralık 2004
	3. Hasat	Ocak 2005
Zutano	1. Hasat	Kasım 2004
	2. Hasat	Aralık 2004
	3. Hasat	Ocak 2005
Fuerte	1. Hasat	Ocak 2005
	2. Hasat	Şubat 2005
	3. Hasat	Mart 2005
Hass	1. Hasat	Ocak 2005
	2. Hasat	Şubat 2005
	3. Hasat	Mart 2005

Denemeye alınan avokado çeşitlerinin genel özellikleri ise şöyledir. Bacon çeşidine ait avokadonun ağacı uzun boylu olup dikine gelişmektedir. Orta derecede verimli olan Bacon soğuğa en dayanıklı çeşitlerdendir. Bacon çeşidine ait avokado meyvelerinin ağırlığı 175-350 g arasında değişmekte olup oval şekillidir. Meyve kabuğu düz yapıda olup yeşil renkli, ince ve kolay soyulabilir özelliktedir. Meyve orta lezzette olup meyve eti rengi sarı-yeşil arasındadır. Çekirdekleri orta büyüklüktedir. Şekil 3.1’de Bacon çeşidine ait meyveler görülmektedir.

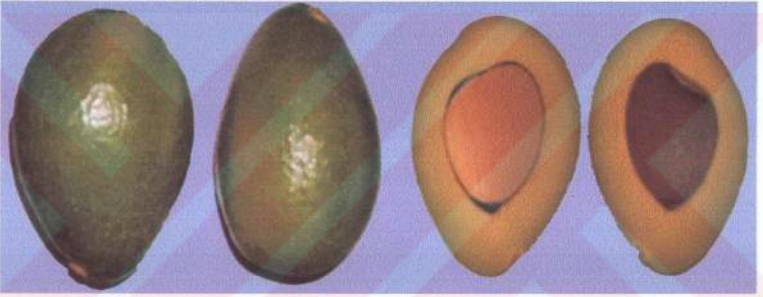
Zutano çeşidine ait avokadonun ağacı da uzun boylu olup dikine gelişmektedir. Verimli bir çeşit olan Zutano soğuğa dayanıklı çeşitlerdendir. Zutano çeşidine ait avokado meyvelerinin ağırlığı 170-285 g arasında değişmekte olup armut şekillidir. Meyve kabuğu düz yapıda olup parlak yeşil renkli, ince ve kolay soyulabilir özelliktedir. Meyve orta lezzette olup meyve eti rengi yeşildir. Çekirdekleri orta büyüklüktedir. İlk önce olgunlaşan (Kasım ayı başı) çeşitlerdendir. Şekil 3.2’de Zutano çeşidine ait meyveler görülmektedir.

Fuerte dünyada yetiştiriciliği en fazla yapılan avokado çeşididir. Forte çeşidine ait avokadonun ağacı yayvan gelişmektedir. Periyodistiye eğilimli bir çeşit olan Forte soğuğa Bacon ve Zutanoya göre hassas çeşitlerdendir. Forte çeşidine ait avokado meyvelerinin ağırlığı 175-400 g arasında değişmekte olup armut şekillidir. Meyve kabuğu derimsi yapıda olup yeşil renkli, orta kalınlıkta ve kolay soyulabilir özelliktedir. Meyve eti oldukça lezzetli olup meyve eti rengi mat yeşildir. Çekirdekleri Bacon ve Zutano çeşidine göre daha küçüktür. Ağaç üzerinde en uzun süre kalan çeşitlerdendir. Şekil 3.3’te Forte çeşidine ait meyveler görülmektedir.

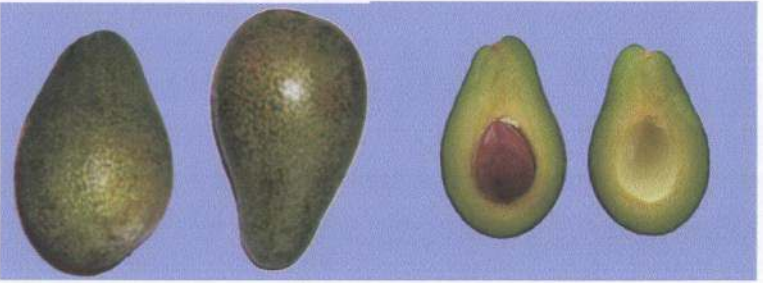
Hass çeşidine ait avokadonun ağacı orta büyüklükte olup yayvan gelişmektedir. Hass soğuğa en hassas çeşitlerdendir. Hass çeşidine ait avokado meyveleri genellikle küçük boyutlu olup meyve ağırlığı 150-350 g arasında değişmektedir. Diğer çeşitlerden en önemli farkı meyve kabuğunun pütürlü, kalın ve koyu yeşil olması ve oldukça kolay soyulmasıdır. Diğer çeşitlerden diğer önemli bir farkı da olgunlaşma aşamasında siyaha yakın renge dönmektedir. Meyve eti oldukça lezzetli olup meyve eti rengi mat yeşildir. Çekirdekleri diğer çeşitlere oranla oldukça küçüktür. Hasat olgunluğuna en geç ulaşan çeşitlerdendir. Şekil 3.4’te Hass çeşidine ait meyveler görülmektedir.



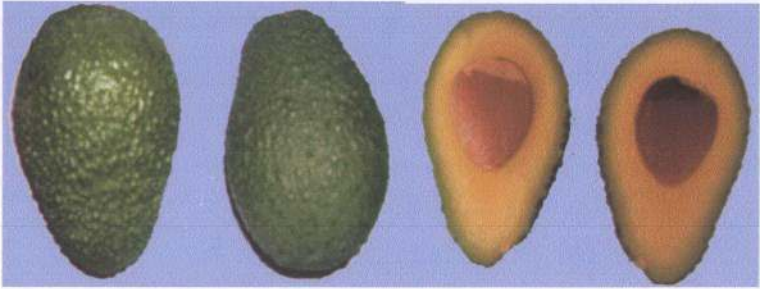
Şekil 3.1. Bacon çeşidine ait meyvelerin görünümü



Şekil 3.2. Zutano çeşidine ait meyvelerin görünümü



Şekil 3.3. Fuerte çeşidine ait meyvelerin görünümü



Şekil 3.4. Hass çeşidine ait meyvelerin görünümü

Bacon ve Zutano çeşitlerine ait örnekler 2004 yılının Kasım, Aralık ve 2005 yılının Ocak; Fuerte ve Hass çeşitlerine ait örnekler ise 2005 yılının Ocak, Şubat ve Mart aylarında olmak üzere üçer dönemde hasat edilmiştir. Hasat edilen meyvelerin bir kısmı aynı gün içinde örneklerin analiz edileceği Gıda Mühendisliği Bölüm laboratuvarına getirilirken püreye işlenmek üzere olgunlaştırmaya alınacak örnekler Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün 25°C'ye ayarlanmış klima odasına bırakılmıştır. Meyvelerin hasat tarihleri ve hasat sonrası püreye işlenebilecek derecede yumuşama ve olgunlaşma tarihleri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Avokado çeşitlerinin hasat dönemine göre hasat ve olgunlaşma tarihleri

Çeşit	Hasat	Hasat Tarihi	Olgunlaşma Tarihi
Bacon	1. Hasat	08.11.2004	19.11.2004
	2. Hasat	07.12.2004	15.12.2004
	3. Hasat	07.01.2005	15.01.2005
Zutano	1. Hasat	08.11.2004	20.11.2004
	2. Hasat	07.12.2004	17.12.2004
	3. Hasat	07.01.2005	17.01.2005
Fuerte	1. Hasat	07.01.2005	14.01.2005
	2. Hasat	09.02.2005	18.02.2005
	3. Hasat	09.03.2005	15.03.2005
Hass	1. Hasat	07.01.2005	17.01.2005
	2. Hasat	09.02.2005	18.02.2005
	3. Hasat	09.03.2005	15.03.2005

3.2. Metot

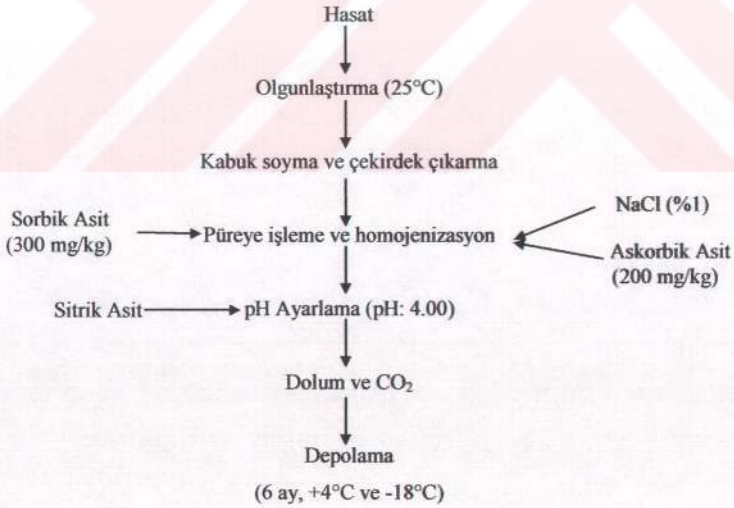
Laboratuvara getirilen örneklerden bir kısmı meyvenin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmek üzere ayrılmıştır. Üretim için ayrılan meyvelerden, bozuk, çürük olanlar ayıklama işlemine tabi tutulmuştur. Klima odasında meyveler yeme olgunluğuna geldiği dönemde püreye işleneceği Gıda Mühendisliği Bölüm laboratuvarına getirilmiştir.

Olgunlaşan meyveler çeşitlere göre püreye işlenmiştir. Bu amaçla meyveler paslanmaz çelik bıçakla soyulup çekirdeklerinden ayrıldıktan sonra meyve eti blendırda (Tefal Rondo 2500) 5 dakika süreyle püre haline getirilmiş, böylece homojenizasyon işlemi de yapılmıştır (Şekil 3.5). Püreye işleme sırasında ürünlere %1 oranında NaCl, 200 mg/kg askorbik asit ve antimikrobiyal madde olarak 300 mg/kg sorbik asit eklenmiştir. Püre haline getirilen örneklerin pH'sı sitrik asitle 4'e ayarlanmıştır. Üretilen ürünler 190 ml'lik cam kavanozlara doldurulmuş, kavanoz tepe boşluğuna karbondioksit gazı verildikten sonra kavanozlar hermetikli olarak kapatılmıştır. Ürünler buzdolabında (+4 °C) ve derin dondurucuda (-18 °C) altı ay süreyle depolanmıştır. Bu işlemlere ait üretim akım şeması Şekil 3.2'de verilmiştir. Üretilen ürünler üretimden hemen sonra ve 30'ar günlük periyotlarla analizlere tabi tutulmuştur. Üretim erkenci olan Bacon ve Zutano çeşidinde, Kasım 2004, Aralık 2004 ve Ocak 2005 aylarında hasat edilen meyvelerden, geçici olan Fuerte ve Hass çeşidinde ise Ocak 2005, Şubat 2005 ve Mart 2005 dönemlerinde hasat edilen meyvelerden yapılmıştır.

Ürüne işlemeden önce meyvenin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri tespit edilmiştir. Hasat edilen meyvelerde ayrıca, toplam fenolik madde miktarı, polifenolik madde bileşimi, polifenoloksidaz, peroksidaz, lipoksigenaz ve lipaz aktiviteleri, serbest yağ asitliği, para anisidin değeri ve CIE Lab renk değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3.5. Olgunlaşmış avokado meyvesi, homojenizasyon, CO₂ uygulaması ve ürün



Şekil 3.6. Avokado püresi üretim akım şeması

3.2.1. Ortalama meyve ağırlığı

Ortalama meyve ağırlığı, hasattan hemen sonra laboratuvara getirilen her bir çeşide ait 10 adet meyvenin rastgele alındıktan sonra 1 mg hassasiyette tartılmasıyla belirlenmiştir.

3.2.2. Ortalama çekirdek ağırlığı

Ortalama çekirdek ağırlığını belirlemek için ortalama meyve ağırlığı belirlenen meyvelerin her biri iki eşit parçaya bölünmüştür. Daha sonra çekirdekleri çıkarılarak 1 mg hassasiyette tartımları yapılarak belirlenmiştir.

3.2.3. Ortalama meyve eti miktarı

Örneklere ait ortalama meyve eti miktarı da belirlenmiş olan meyve ve çekirdek ağırlıkları yardımı ile hesaplanarak tespit edilmiştir.

3.2.4. Toplam kurumadde miktarının belirlenmesi

Örneklerin kuru madde miktarını belirlemek için kurutulduktan sonra darası alınmış kurutma kaplarına 5 ± 0.001 g örnek tartılmış ve etüvde 70°C de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Kurutma sonrası ağırlığı belirlenen örneğin ilk ağırlığına oranlanması ile belirlenmiştir (Anonim 1983).

3.2.5. Toplam protein miktarının belirlenmesi

Toplam protein miktarının belirlenmesi için Kjeldal yakma tüplerine 0.1 mg hassasiyette 0.5 g örnek tartılıp üzerine 10 ml salisilik-sülfürik asit karışımı (A), 3 ml H_2O_2 ve 1 adet bileşiminde 3.5 g K_2SO_4 ve 0.0035 g selenyum içeren katalizör tablet (kejltab) ilave edilmiştir. Tüpler Kjeldal yakma düzeneğine yerleştirilerek kademeli olarak yakılmıştır. Bu amaçla yakma ünitesinin sıcaklığı önce 120°C ye çıkarılmış ve 30

dakika bekletildikten sonra 250°C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta da 30 dakika tutulmuştur. Son olarak yakma ünitesinin sıcaklığı 360°C ye çıkarılmış ve örnekler saydam veya renksiz oluncaya kadar yakılmıştır. Yakılmış örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra üzerlerine 50 ml çift destile su eklenmiş ve Kjeldal distilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Distilasyon ünitesinde 40 ml %40'lık NaOH ilave edilip 20 ml borik asit-indikatör karışımına (B) distilatın toplanması sağlanmıştır. Daha sonra distilat 0.1 N H₂SO₄ ile titre edilmiştir. Aynı işlemler kullanılan kimyasal maddelerden kaynaklanan azot miktarını belirlemek için şahit deneme için de uygulanmıştır. Toplam azotlu madde miktarı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır. Toplam azotlu bileşik miktarı 6.25 faktörü ile çarpılarak örneklerin protein miktarı belirlenmiştir (Egan vd 1981). Sonuçlar ham protein değerlerini ifade etmektedir.

$$\% \text{ Toplam Azotlu Madde} = ((S-K) \times N \times F \times 1.4)/m$$

S=örnek titrasyonu için harcanan H₂SO₄ miktarı (ml)

K=Şahit titrasyonu için harcanan H₂SO₄ miktarı (ml)

N= Titrasyonda kullanılan H₂SO₄'ün normalitesi

F= Titrasyonda kullanılan H₂SO₄'ün faktörü

m= Örnek miktarı (g)

A: 1 litrelik ölçü balonunda %98'lik sülfürik asit içerisinde 15 g saf salisilik asidin çözülmesi ile hazırlanmıştır.

B: 1 litrelik ölçü balonunda %2'lik borik asit içine 20 ml %1'lik brom krezol yeşili ve 14 ml %1'lik metil kırmızısı ilave edilerek hazırlanmıştır.

3.2.6. Toplam yağ miktarının belirlenmesi

Toplam yağ içeriğini belirlemek amacıyla 0.1 mg hassasiyette Soxhelet ekstraksiyon kartuşları içerisine 10 g örnek tartılmış ve etüvde 103±2 °C'de kurutulmuştur. Kartuş içerisinde kurutulan bu örneklerin yağı Soxhelet ekstraksiyon

düzeninde petrol eteri ile yeteri kadar sifon yaptırılarak ekstrakte edilmiş ve balondaki petrol eteri yağ karışımı vakum altında döner buharlaştırıcıda petrol eterinden ayrılmıştır. Daha sonra petrol eteri uzaklaştırılmış yağ etüvde 2 saat süreyle kurutularak ham yağ miktarı oranı hesaplanmıştır (AOAC 1990). Sonuçlar ham yağ değerini ifade etmektedir.

3.2.7. Yağ asitleri bileşimin belirlenmesi

Örneklerden petrol eteri çözgeni ile ekstrakte edilen yağ üzerine 3 ml metilendirmeye çözeltisi (metil alkol:benzen:2,2-dimetoksipropan:sülfürik asit (37:20:5:2)) ve 2 ml n-heptan ilave edilmiştir. Daha sonra bu karışım su banyosunda 80°C de 2 saat bekletildikten sonra oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Yağ asidi metil esterlerini içeren üst fazdan alınan örnek gaz kromatografi cihazına (Fison Inst. HRGC Mega 2) enjekte edilmiştir (Garces ve Mancha 1993).

Kromatografik koşullar:

Kolon: Fused silica kapiler kolon (25m*0.25mm ID)

Kolon sıcaklığı: 150°C'den 200°C'ye 5°C/dakika hızla yükseltilmektedir.

Dedektör: Alev İyonizasyon Dedektörü (FID)

Dedektör sıcaklığı: 260°C

Taşıyıcı gaz ve hızı: Helyum, 1 ml/dakika

Enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 250°C

Enjeksiyon miktarı: 3 µl

Piklerin tanımlanması ve değerlendirilmesi: Daha önceki çalışmalarda gaz kromatografisi cihazına verilen standart yağ asidi metil esterleri piklerinin aynı analiz şartlarındaki çıkış zamanlarına göre tanımlama yapılmıştır. Sonuçlar, tanımlanan piklerin toplam pik alanı içindeki yüzdeleri üzerinden verilmiştir.

3.2.8. Kül miktarının belirlenmesi

Kül fırınında 525°C'de 2 saat bekletildikten sonra desikatörde soğutulup 0.1 mg hassasiyette darası alınmış porselen krozelere 0.1 mg hassasiyette 5 g kabuğu soyulmuş ve çekirdekleri çıkarılmış avokado örneği tartılmış, kül fırınında (Elektromag) 525°C'de tamamen yakılmıştır. Geride kalan kül ağırlığının örnek ağırlığına oranlanması ile kül miktarı belirlenmiştir (Anonymous 1989). Sonuçlar ham kül miktarını ifade etmektedir.

3.2.9. Mineral madde bileşiminin belirlenmesi

Örneklerin mineral madde içeriğini belirlemek için 4 ± 0.001 g örnek 100 ml'lik erlen içerisinde 15 ml nitrik:perklorik asit karışımı (4:1) ile berraklaşınca kadar çeker ocakta sıcak tabla (hot plate) üzerinde yakılmıştır. Yakma sırasında asit karışımın uçmaması için erlenlerin ağzına 4 ml'lik huniler konulmuştur. Yakma sonrasında elde edilen berrak çözelti sıcak su ile yıkanarak 100 ml'lik balon jöjeye aktarılmıştır. Balon çizgisine tamamlandıktan sonra külsüz filtre kağıdından (Whatman 42) süzölmüştür (Kacar 1972). Süzöntünün absorbansları her bir mineral madde (K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu) için atomik absorpsiyon spektrofotometresinde uygun lamba ve dalga boyunda okunarak belirlenmiştir (Anonymous 1989). Absorbansı okunan her bir elementin miktarı o elemente ait standart çözeltiler için oluşturulan kurve yardımıyla hesaplanmıştır.

3.2.10. Toplam fenolik madde miktarı analizi

Örneklerin toplam fenolik madde içeriğini belirlemek amacıyla fenolik madde bileşimi belirlemede elde edilen ekstraktlardan yararlanılmıştır. Elde edilen ekstraktan 100 µl alınıp üzerine 900 µl saf su, 5 ml 0.2 N Folin-Ciocalteu reaktifi ve 4 ml Na_2CO_4 çözeltisi (75 g/L) ilave edilip iyice karıştırılmış ve 1 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda karışımın absorbans değerlerinin spektrofotometrede (UV-Vis 160A) 765 nm dalga boyunda okunmasıyla toplam fenolik madde miktarı tespit edilmiştir. Ölçümlere geçmeden önce galik asitten 0, 50, 100 ve 200 mg/100 ml lik çözeltiler hazırlanarak standart kurve oluşturulmuştur (Spanos ve Wrolstad 1990).

3.2.11. Fenolik madde bileşiminin belirlenmesi

Örneklerin polifenolik madde içeriğini belirlemek için avokado meyvesinin yenilebilir kısmından 0.1 mg hassasiyette 10 g alınmış ve oda sıcaklığında, karanlık bir ortamda ultrasonik su banyosunda antioksidan olarak %1 oranında bütillenmiş hidroksi anisol (BHA) içeren metanol ile ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi Escarpa and Gonzales (2001)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla örnekler iki defa 1'er saatlik sürelerle 10'ar ml metanol ile ekstrakte edilmiş, daha sonra 30 dakika 10 ml ve son olarakta 30 dakika 5 ml metanol ile ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen ekstraktlar birleştirilerek hacim 25 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen ekstrakt karışımı +4°C'de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Elde edilen ekstrakt membran filtreden (0.45µm) geçirilerek analiz edilinceye kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir. Analizden önce ekstraktlar tekrar membran filtreden geçirildikten sonra Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (HPLC) cihazına enjekte edilmiştir.

Analiz Şartları

Cihaz: Varian 1100

Kolon: Nucleosil 5 C₁₈ ters faz (250 x 4.6 mm, 5 µm partikül boyutu, Merck Licrosorb)

Guard kolon: Nucleosil 5 C₁₈ (10 x 4.1 mm, Alltech)

Dedector: UV-visible dedektör, 300 nm

Kolon sıcaklığı: 40°C

Enjeksiyon miktarı: 20 µL

Akış hızı: 1.0 mL/min

Mobil faz: A = Metanol, B = Trifluoroacetic acid/H₂O (2/998)

Gradient: %5 B (0 dakika), %95 B (28 dakika), %5 B (35 dakika)

Pikler satın alınan standart sarf maddelerin (50 mg/l) tutunma zamanları ve pik alanlarına göre değerlendirilmiştir.

3.2.12. Serbest yağ asitliği analizi

Örneklerin serbest yağ asitliği avokado püresi yağında alkali titrasyonu ile belirlenmiştir. 250 ml'lik erlene örneklerden ekstrakte edilen yağdan 0.1 mg hassasiyette yaklaşık 5 g tartılmış, üzerine 20 ml etanol:dietileter (1:1) çözgen karışımı ilave edilerek yağ çözülmüştür. Yağın serbest yağ asitliği 0.1 N etanolü potasyum hidroksit çözeltisi ile %1'lik fenolfitalein indikatörünün kalıcı pembe rengi elde edilmeye kadar (15 saniye) titre edilmesi ile saptanmıştır (Anonim 1983).

3.2.13. para-Anisidin değeri (p-AV) analizi

Örneklerden ekstrakte edilen yağdan yaklaşık 1.5 g tartılıp n-hekzan ile 25 ml'ye seyreltilmiş ve hazırlanan bu çözeltinin absorbansı (A_1) n-hekzan varlığında ölçülmüştür. Daha sonra n-hekzan içerisinde hazırlanan yağ çözeltisinden alınan 5 ml çözelti, 1 ml 2.5 para anisidin çözeltisi ile karıştırılmıştır. Aynı şekilde ayrı bir yerde 5 ml hekzan ile 1 ml para-Anisidin çözeltisi karıştırılmıştır. Her iki karışım 10 dakika karanlıkta bekletildikten sonra 350 nm dalga boyunda UV spektrofotometresinde absorbansı (A_2) ölçülmüştür (Egan vd 1981). Para anisidin değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$p-AV = 25 \times (1.2 \times A_2 - A_1) / m$$

m: örnek ağırlığı (g)

Para anisidin çözeltisi: 2.5 g para anisidin reaktifi 1 litrelik balon içerisinde glasiyel asetik asit ile çözülerek hazırlanmıştır. Çözelti asetik asit ile ölçüsüne tamamlanmıştır.

3.2.14. CIE Lab renk değeri tayini

Renk ölçümü Minolta CR 400 cihazı ile CIE Lab renk değerlerinin ölçülmesi ile belirlenmiştir. Örneklerde ölçüm üç farklı noktadan D_{65} ışık kaynağı kullanılarak okunan renk değerlerinin ortalaması alınarak yapılmıştır. Ölçümler yapılmadan önce

cihaz beyaz seramik kalibrasyon plakası(CR-A43) ile kalibre edilmiş ve tüm ölçümler beyaz bir zemin üzerinde sıvı ölçüm kabı (CR-A502) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. L değeri beyazlık-siyahlık göstergesi olup 0(siyah) ile 100 (beyaz) değerleri arasında, a değeri yeşillik-kırmızılık olup -60 (yeşil) ile +60 (kırmızı) değerleri arasında ve b değeri mavilik-sarılık göstergesi olup yine a değerinde olduğu gibi -60 (mavi) ile +60 (sarı) değerleri arasında değişim göstermektedir (Özdemir 2001).

3.2.15. Polifenoloksidaz enzimi aktivitesi analizi

Örneklerdeki polifenoloksidaz (PPO) enziminin aktivitesini belirlemek amacıyla 0.1 mg hassasiyette tartılan 10 g örnek 10 ml McIlvaine tampon çözeltisinin içine aktarılmıştır. Buffer'ın pH'sı 6.5 olup %5'lik polivinilpoliprolidon (PVPP) içermektedir. Bu karışım ultra-turraks 25 (Janke & Kunkel) ile 1 dakika süreyle homojenize edildikten sonra soğutmalı santrifüjde (Sigma 3D30) 12.000 devir/dakika hızda ve 4°C de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra elde edilen katı kısım atılırken sıvı kısım Whatman 1 filtre kağıdından süzölmüştür. Elde edilen bu süzöntü enzimatik ekstrakttır. PPO enzim aktivitesini belirlemek için 3 ml 0.05M kateşol ve 75 µl enzim ekstraktı spektrofotometre küvetine konulmuştur. Bu karışımın absorbans değişimi spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda bir dakika süreyle ölçölmüştür (Soliva vd 2001). Örneklerin PPO aktivitesi Δ absorbans/ml/dakika olarak verilmiştir.

McIlvaine tampon çözeltisi: Bu tampon çözeltisinin hazırlanmasında 0.1 M sitrik asit ve 0.2 M sodyum fosfat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) çözeltilerinden yararlanılmıştır.

3.2.16. Peroksidaz aktivitesi analizi

Örneklerdeki peroksidaz (POD) enziminin aktivitesini belirlemek amacıyla 0.1 mg hassasiyette tartılan 10 g örnek 10 ml McIlvaine buffer çözeltisinin içine aktarılmıştır. Buffer'ın pH'sı 6.5 olup %5'lik polivinilpolipirolidon (PVPP) içermektedir. Bu karışım ultra-turraks 25 (Janke & Kunkel) ile 1 dakika süreyle homojenize edildikten sonra 12.000 devir/dakika hızda ve 4°C de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra elde edilen katı kısım atılırken sıvı kısım Whatman 1 filtre

kağıdından süzölmüştür. Elde edilen bu süzöntü enzimatik ekstraktır. POD enzim aktivitesini belirlemek için 2.9 ml substrat çözeltisi ve 100 µl enzim ekstraktı spektrofotometre küvetine konulmuştur. Bu karışımın absorbanısı spektrofotometrede 470 nm dalda boyunda bir dakika arayla ölçölmüştür. POD aktivitesi Δabsorbans/ml/dakika olarak verilmiştir (Sharon-Raber ve Kahn 1983).

Substrat çözeltisi: 1 ml %1'lik guaiacol, 1 ml %0.3'lük hidrojen peroksit ve 0.05 M sodyum fosfat tampon çözeltisinden oluşmaktadır.

3.2.17. Lipaz enzimi aktivitesi analizi

Örneklerdeki lipaz enziminin aktivitesini belirlemek amacıyla 0.1 mg hassasiyette tartılan 10 g örnek pH'sı 7.0 olan 10 ml sodyum fosfat tampon çözeltisinin içine aktarılmıştır. Bu karışım ultra-turraks 25 (Janke & Kunkel) ile 1 dakika süreyle homojenize edildikten sonra 12.000 devir/dakika hızda ve 4°C de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra elde edilen katı kısım atılırken sıvı kısım Whatman 1 filtre kağıdından süzölmüştür. Elde edilen bu süzöntü lipaz ve lipoksigenaz enzimin aktivitesini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Lipaz aktivitesini belirlemek amacıyla substrat olarak avokado yağı ile benzer yağ asidi dağılımına sahip bir yağ olan rafine zeytin yağından yararlanılmıştır. Bu amaçla 5 ml zeytin yağı alınmış ve 2.5 ml hekzan içerisinde çözölmüştür. Daha sonra bu ortama elde edilen enzim ekstraktından 1 ml eklenmiş ve ortam pH sı reaksiyon başlangıcında pH metre ile ölçölmüştür. Karıştırma işlemi 30°C'ye ayarlanmış su banyosunda gerçekleştirilmiştir. Bu karışım zaman zaman çalkalanmıştır. Bir saatlik karıştırma işlemi sonunda reaksiyonu durdurmak amacıyla ortama 25 ml aseton-etanol (1:1) eklenmiştir. Bu işlemden sonra, karışımın pH'sı işlem başlangıcındaki değere 0.01 N NaOH ile titre edilmiştir. Sonuç olarak enzim aktivitesi ortamda oluşan serbest yağ asidi miktan olarak verilmiştir (Enujiughha vd 2004).

3.2.18. Lipoksigenaz enzimi aktivitesi analizi

Örneklerin lipoksigenaz enzim aktivitesini belirlemek amacıyla berraklaştırılmış enzim ekstraktından kuartz bir küvete 0.1 ml alınmıştır. Üzerine 2.5 ml 0.1N sodyum

fosfat tampon (pH 7) çözeltisi ve 25µl linoleik asit çözeltisi eklenip hemen ve iyice karıştırılmıştır. Karışımın absorbans değerleri eşit zaman aralıklarında spektrofotometrede sabit sıcaklıkta (30°C) 234 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Spektrofotometrenin sıfırlanması 15 dakika kaynatılmış homojenizatın kullanıldığı reaksiyon karışımı ile yapılmıştır (Yemenicioğlu ve Cemeroğlu 1998). Örneklerin lipoksigenaz aktivitesi Δ absorbans/ml/dakika olarak verilmiştir.

Linoleik asit çözeltisi: 50 µl linoleik asit ve 50 µl tween 20 karışımı üzerine karışım berraklaşınca kadar yavaş yavaş 0.1 N KOH çözeltisi ilave edilmiştir. Sonra çözelti damıtık su ile 10 ml ye tamamlanmıştır.

3.2.19. İstatistiksel analiz

Deneme faktöriyel deneme desenine göre düzenlenmiştir. Araştırmada üretimler iki tekerrürlü, analizler de paralelli olarak yapılmıştır. Sonuçlar SAS paket programı ile Varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutularak değerlendirilmiştir (Düzgüneş vd 1987).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Avokadonun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırmada materyal olarak kullanılan avokado meyvesinin meyve ağırlığı, çekirdek ağırlığı ve meyve ağırlığı/çekirdek ağırlığı oranlarının çeşit ve hasat zamanına göre değişimi Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Avokado meyvesinin çeşit, yetiştirildiği bölge, iklim koşulları, toprak yapısı, hasat zamanı gibi pek çok faktöre göre fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli farklılıklar görülebilmektedir. Nitekim yapılan çalışmalar bunu doğrulamaktadır. Araştırmada kullanılan avokadoların meyve ağırlığı 172.85-304.29 g arasında değişmekte olup en yüksek ortalama meyve ağırlığına 290.98 g ile Bacon sahip olup, bu çeşidi sırasıyla Zutano (259.44 g), Fuerte (235.98 g) ve Hass (188.61 g) çeşitleri izlemektedir. Meyvelerin çekirdek ağırlığı da meyve ağırlığında olduğu gibi aynı sırayı izlemektedir. Avokado meyvesinin ağırlığının pek çok faktöre bağlı olarak 157-726 g, meyve eti oranının da %63.3-86.3 değerleri arasında değiştiği bildirilmektedir (Frega vd 1990, Gomez-Lopez 1998, Knight 2002, Özdemir vd 2003). Araştırma bulgularımız literatür değerleri ile uyum göstermektedir.

Bacon ve Zutano çeşitlerinin meyve ağırlığı ikinci ve üçüncü hasat dönemleri arasında sayısal anlamda önemli farklılık göstermezken ikinci ve üçüncü hasat dönemlerindeki değerler birinci hasat dönemine göre daha yüksek olmuştur. Fuerte ve Hass çeşitlerinde ise meyve ağırlığı değerleri ilk iki hasat dönemi arasında önemli farklılık göstermezken son hasat döneminde önemli oranda artış göstermiştir. Fuerte ve Hass çeşidi avokadoların meyve ağırlığı Bacon ve Zutano’dan daha düşük olmasına karşın meyve ağırlığı/çekirdek ağırlığı oranları Bacon ve Zutano’ya göre daha yüksektir. Ayrıca Bacon ve Zutano çeşitlerinin meyve ağırlığı/çekirdek ağırlığı oranı en yüksek ilk hasat döneminde iken Fuerte ve Hass çeşidinde en yüksek oran son hasat döneminde olmuştur. Bu da Fuerte ve Hass çeşitlerinde hasat dönemine bağlı olarak meyve ağırlık artışının çekirdek ağırlığı artışı hızından daha yüksek olduğunu göstermektedir. Ancak çeşitler arasındaki bu farklılık püre verimine bakıldığında ise oldukça düşüktür. Araştırmada incelenen çeşitlerin ortalama püre verimi %62-68 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.1. Avokadonun bazı fiziksel özellikleri

Çeşit	Hasat	Meyve Ağırlığı (g)	Çekirdek Ağırlığı (g)	MA/ÇA
Bacon	1. Hasat	266.84	45.66	6.14
	2. Hasat	304.29	61.48	5.07
	3. Hasat	301.80	57.58	5.24
Zutano	1. Hasat	248.89	47.09	5.42
	2. Hasat	265.01	55.29	4.79
	3. Hasat	264.42	53.13	4.97
Fuerte	1. Hasat	210.82	35.21	5.99
	2. Hasat	213.76	37.66	5.68
	3. Hasat	283.35	39.56	7.58
Hass	1. Hasat	174.25	28.74	6.12
	2. Hasat	172.85	27.73	6.25
	3. Hasat	218.72	33.03	6.62

MA: Meyve ağırlığı, ÇA: Çekirdek ağırlığı

Avokadonun kimyasal bileşimi diğer meyvelerden oldukça büyük farklılıklar göstermektedir. Meyvelerin genellikle yağ ve protein içeriği düşük, şeker içeriği ise yüksektir. Oysa avokadoda tam tersi bir durum vardır. Meyvenin besin bileşenleri başta ekotip (tropik veya subtropik) olmak üzere çeşit, meyvenin olgunluk durumu ve yetiştirilme koşullarına göre değişmektedir (Knight, 2002). Bu farklılıkların başında özellikle yağ ve protein içeriği öne çıkmaktadır. Araştırmada kullanılan avokado çeşitlerinin hasat zamanına göre bazı kimyasal özelliklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.2’de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’te, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da Çizelge 4.5’te verilmiştir.

Avokadonun hasat olgunluğu kimyasal özelliklerinden kurumadde ve yağ içeriğine göre belirlenmektedir. Avokadonun başta kurumadde ve yağ içeriği olmak üzere protein, kül, titrasyon asitliği ve pH değerleri çeşit ve hasat olgunluğu dönemine göre farklılıklar göstermektedir. Örneklerin kurumadde içeriği %21.64-37.87, yağ içeriği %11.21-28.59, protein içeriği %1.37-2.15, kül içeriği %0.87-1.64, titrasyon asitliği (sitrik asit cinsinden) %0.8-0.11 ve pH değerleri 6.70-7.48 aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.2). Avokadonun başta kurumadde ve yağ içeriği olmak üzere protein, kül, titrasyon asitliği ve pH

değerleri çeşit ve hasat olgunluğu dönemine göre farklılıklar göstermektedir. Varyans analizi sonuçları çeşit, hasat zamanı ve çeşit x hasat zamanı interaksyonunun önemli etkisinin ($p<0.01$) olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da bu farklılığı doğrulamaktadır (Çizelge 4.5). Örnekler içerisinde en yüksek kurumadde ve yağ içeriğine Fuerte çeşidi sahiptir. Fuerte çeşidini kurumadde ve yağ içeriği bakımından sırasıyla Hass, Bacon ve Zutano çeşitleri izlemiştir. Protein ve kül içeriği ise en yüksek Hass çeşidinde tespit edilirken bunu Fuerte, Bacon ve Zutano çeşitleri izlemiştir. Örneklerin genel gıda bileşenleri değerleri Fuerte ile Hass çeşidi ve Bacon ile de Zutano çeşidi arasında benzerlikler olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.5). Bazı kaynaklarda %8 yağ ve %21 kurumadde içeriği avokadonun minimum hasat olgunluk kriteri olarak belirtilmektedir (Strauss 2004). Ancak Hofman (2002)'nın bildirdiğine göre avokadonun hasat olgunluk kriterleri olarak kurumadde içeriği baz alınmakta olup bu kalite kriteri ülke ve meyve çeşidine göre farklılıklar gösterebilmektedir. Araştırmacıların bildirdiğine göre Bacon için olgun kriteri olan kurumadde içeriği %18.5-20.0, Zutano, Fuerte ve Hass çeşitleri için de bu değerler sırasıyla %18.8-20.2, %19.9-22.5 ve %21.0-23.0 arasında değişim göstermektedir. Araştırmamız kapsamında kullanılan çeşitler tüm hasat zamanlarında bu limit değerlerin üzerinde kalmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Avokado çeşitlerinin bazı kimyasal içeriklerinin ortalama değerleri

Çeşit	Hasat	TKM (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)	pH	TA (%)
Bacon	1. Hasat	22.85	11.67	1.83	0.89	7.14	0.10
	2. Hasat	23.49	13.78	1.86	0.92	7.08	0.10
	3. Hasat	24.42	14.75	1.91	0.93	7.12	0.09
Zutano	1. Hasat	21.64	11.21	1.37	0.87	6.99	0.08
	2. Hasat	22.14	11.40	1.62	0.93	6.70	0.08
	3. Hasat	22.99	11.95	1.69	1.00	7.18	0.09
Fuerte	1. Hasat	29.24	17.22	1.87	1.06	7.05	0.09
	2. Hasat	29.66	18.51	1.92	1.21	7.37	0.09
	3. Hasat	37.87	28.59	2.05	1.27	7.11	0.10
Hass	1. Hasat	28.19	15.48	2.05	1.26	7.03	0.09
	2. Hasat	28.62	16.39	2.09	1.30	7.48	0.10
	3. Hasat	33.07	21.31	2.15	1.64	6.97	0.11

TKM: Toplam kurumadde, TA: Titrasyon asitliği (susuz sitrik asit cinsinden).

Çizelge 4.3. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre kurumadde, yağ ve protein içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	SD	Toplam Kurumadde		Yağ		Protein	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	3	282.06	4379.34**	237.56	3717.34**	0.6144	103.70**
Hasat (B)	2	80.49	1249.62**	122.53	1917.38**	0.1176	19.84**
A x B	6	15.95	247.66**	27.46	429.62**	0.0163	2.75**
Hata	36	0.06		0.06		0.0059	

(**) p<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.4. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre kül içeriği, asitlik ve pH değerine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	SD	Kül		Asitlik		pH	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	3	0.6302	692.70**	0.0006	7.60**	0.1195	201.43**
Hasat (B)	2	0.1516	166.60**	0.0004	5.24**	0.0434	73.18**
A x B	6	0.0311	34.23**	0.0001	1.82	0.2032	342.35**
Hata	36	0.0009		0.0001		0.0006	

(**) p<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.5. Avokadonun bazı kimyasal özelliklerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Ortalama±Standart Hata)*

		TKM (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)	pH	Asitlik (%)
Çeşit	Bacon	23.58 ^c ±0.22	13.40 ^c ±0.39	1.87 ^c ±0.02	0.912 ^c ±0.01	7.11 ^b ±0.01	0.10 ^a ±0.003
	Zutano	22.26 ^d ±0.18	11.52 ^d ±0.11	1.56 ^d ±0.05	0.933 ^c ±0.02	6.96 ^c ±0.06	0.09 ^b ±0.003
	Fuerte	32.25 ^a ±0.20	21.44 ^a ±1.54	1.94 ^b ±0.03	1.180 ^b ±0.03	7.18 ^a ±0.04	0.09 ^b ±0.003
	Hass	29.96 ^b ±0.67	17.73 ^b ±0.78	2.10 ^a ±0.02	1.397 ^a ±0.05	7.16 ^a ±0.07	0.10 ^a ±0.003
Hasat	1.Hasat	25.48 ^b ±0.85	13.89 ^c ±0.66	1.78 ^c ±0.07	1.018 ^c ±0.04	7.05 ^c ±0.02	0.09 ^b ±0.003
	2.Hasat	25.98 ^b ±0.84	15.02 ^b ±0.70	1.87 ^b ±0.05	1.089 ^b ±0.04	7.16 ^a ±0.08	0.09 ^b ±0.003
	3.Hasat	29.59 ^a ±1.59	19.15 ^a ±1.66	1.95 ^a ±0.05	1.210 ^a ±0.07	7.10 ^b ±0.02	0.10 ^a ±0.003

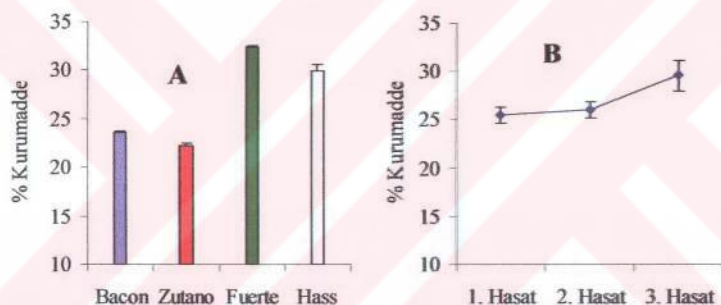
*: Çeşit için n=12, hasat için n: 16. Farklı harfler her bir faktör için (çeşit, hasat) ortalamaların p<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir. TKM: Toplam kurumadde.

Farklı avokado çeşitlerinin kimyasal bileşimi üzerine bir çok çalışma yapılmıştır. Araştırma sonuçları avokadonun kurumadde, yağ, protein ve kül içeriklerinin sırasıyla %16.50-34.30, %6.3-26.6, % 0.9-2.42 ve %0.64-1.60 oranları arasında değiştiğini göstermiştir (Biale ve Young 1971, Knight 2002, Özdemir vd 2003). Bulgularımız ile literatür değerleri arasında benzerlikler vardır. Ancak yaptığımız çalışmada Mart döneminde (üçüncü hasat) hasat edilen Fuerte çeşidinin kurumadde ve yağ içeriğinin literatür değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu da hasadın geciktirilmesi ile birlikte özellikle Fuerte çeşidinde kurumadde ve yağ içeriğinin artmasına neden olduğunu göstermiştir. Avokadonun hasat zamanlarına göre kurumadde ve yağ içeriği değerlerinde önemli değişimler olduğu bildirilmektedir. Yapılan araştırma sonuçları geç hasat edilen örneklerin erken hasat edilenlere oranla daha yüksek kurumadde ve yağ içeriğine sahip olduğunu göstermiştir (Lee vd 1983, Gonzales vd 1992, Kruger vd 1995, Özdemir vd 2003).

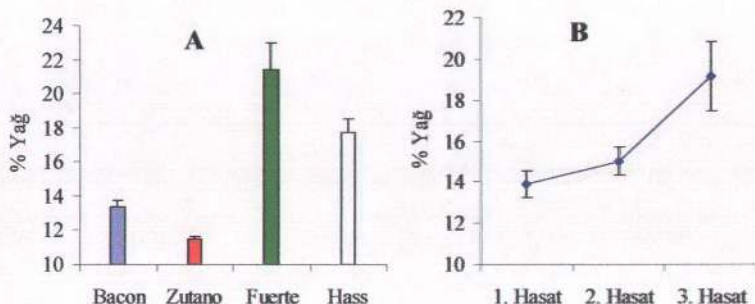
Meyve fiziksel özellikleri incelendiğinde, özellikle Fuerte ve Hass çeşidinin kurumadde ve yağ içeriğine paralel olarak ağırlıklarında da önemli artışlar olduğu görülecektir. Veriler bu iki çeşidin hasadının geciktirilmesinin önemli avantajlar sağladığını göstermektedir. Literatür değerleri ile bulgularımız arasındaki tespit edilen bazı farkların da başta analiz edilen çeşit olmak üzere meyvenin hasat olgunluk durumları, uygulanan kültürel işlemler ve yetiştirme bölgeleri arasındaki farklılıklardan ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Genel kimyasal özellikler açısından avokado çeşitleri arasında olduğu gibi hasat zamanına göre de önemli farklılıklar olmuştur. Analiz edilen çeşitlerin tamamında toplam kurumadde, yağ, protein ve kül içeriği değerleri birinci hasattan üçüncü hasat dönemine doğru bir artış göstermiştir. Elde edilen bu veriler en geç hasat edilen örneklerin besin değerinin en yüksek olduğunu göstermiştir. Bu beklenen bir sonuçtur. Ancak özellikle Bacon ve Zutano çeşitlerinde, geç hasatla (Ocak dönemi) birlikte gerek don zararı ve gerekse de çürümeler gibi olumsuzluklar nedeniyle, meyvede ekonomik kayıplar olduğu görülmüştür. Bu nedenle özellikle bu iki çeşitte hasadın Ocak ayından önce bitirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Kurumadde, yağ, protein ve kül içeriğinin çeşit ve hasat dönemine göre değişimleri Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te ayrıca grafikler halinde verilmiştir.

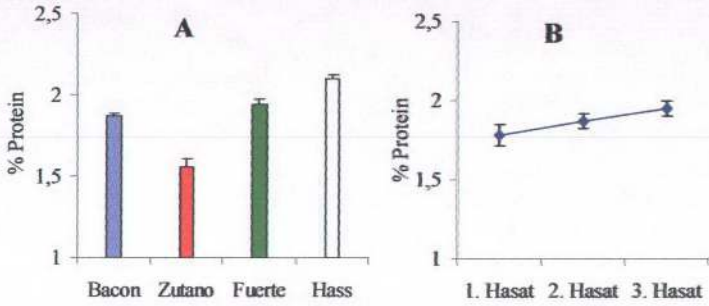
Araştırma kapsamında örneklerin asitlik ve pH değerleri de analiz edilmiştir. Meyvenin püreye işlenmesi ve ürünün raf stabilitesi açısından asitlik ve pH değerleri belirleyici rol oynamaktadır. Analiz edilen çeşitlerin tamamının pH değerleri ürüne işleme ve ürünün depolanması aşamasında enzimatik renk esmerleşmesine neden olan polifenoloksidaz ve peroksidaz enzimlerinin maksimum aktivite gösterdiği değerler civarında olup 6.70-7.48 asitlik değerleri de %0.08-0.11 (sitrik asit) arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.2). İstatistiksel olarak asitlik ve pH değerleri çeşitler ve hasat zamanları arasında önemli ($p<0.05$) farklılık gösterse de sayısal anlamda bu farklılıklar oldukça düşük düzeyde kalmıştır (Çizelge 4.5, Şekil 4.5, Şekil 4.6). Ancak, ürün raf stabilitesinde oldukça önemli etkisi olan pH'nın dolayısı ile de asitlik değerinin ürüne işleme aşamasında kontrol edilmesi gerekmektedir.



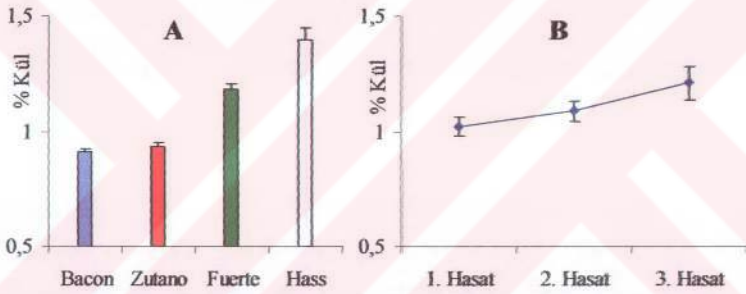
Şekil 4.1. Avokadonun kurumadde içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



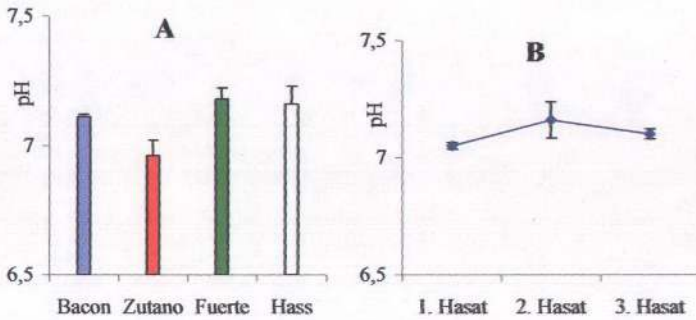
Şekil 4.2. Avokadonun yağ içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



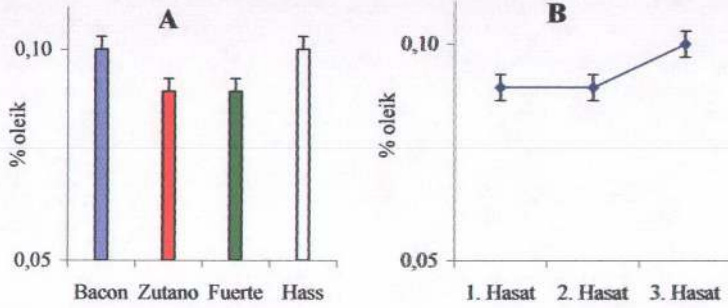
Şekil 4.3. Avokadonun protein içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.4. Avokadonun kül içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.5. Avokadonun pH değerinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.6. Avokadonun asitlik değeri (% oleik) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi

4.2. Avokadonun Mineral Madde İçerikleri

Örneklerin hammadde özelliklerinin tanımlanması aşamasında beslenme açısından önemli olan mineral madde dağılımı da çeşitlerin hasat zamanına göre belirlenmiş ve elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.6'da, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Mineral maddeler canlılarda enzim, hormon, vitamin ve vücut akışkan sıvılarının yapısında bulunması, hücre içinde ve dışında ozmotik basınç ve su dengesini sağlaması, hücre zarı geçirgenliğini düzenlemesi, sinirsel uyarılarla kas hareketlerini kontrol etmesi ve vücutta asit baz dengesini sağlaması gibi hayati fonksiyonları nedeniyle oldukça önemlidir (Robinson vd 1986, Gökçalp vd 1996).

Avokado örnekleri 4.34-6.17 g/kg potasyum, 169.25-262.48 mg/kg magnezyum, 63.23-97.15 mg/kg kalsiyum, 18.86-38.72 mg/kg sodyum, 1.82-5.17 mg/kg demir, 2.14-3.69 mg/kg bakır, 3.14-5.18 mg/kg çinko ve 0.88-1.43 mg/kg değerleri arasında değişen oranlarda da mangan içermektedir (Çizelge 4.6). Bu değerler avokadonun günlük diyetle potasyum açısından önemli bir kaynak olduğunu göstermektedir. Makro besin elementlerinden biri olan potasyum hücrelerde ozmotik basıncın dengelenmesinde ve hücre bütünlüğünü sağlamada,

kasların çalışması ve sinir uyarılarının iletilmesinde görev almakta olup yetişkin bir insanın günlük ihtiyacı bu element için 1.8-5.6 g arasında değişim göstermektedir (Robinson vd 1986, Gökalp vd 1996). Araştırma kapsamında analiz edilen çeşitlere ait ortalama potasyum değeri 5064 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Avokadonun 100 g'nın yetişkin bir insanın günlük potasyum ihtiyacının yaklaşık %25'ini karşılayabilecek düzeyde olduğu görülmüştür. Avokado potasyum içeriğinin yüksek, sodyum içeriğinin de düşük olmasından dolayı kan basıncını düşürerek kalp krizini önlemeye yardımcı olduğu bildirilmektedir (Bergh 1992a).

Çizelge 4.6. Avokadonun bazı besin elementi içeriklerinin ortalama değerleri (mg/kg)

Çeşit	Hasat	K	Mg	Ca	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
Bacon	1. Hasat	4859	244.02	77.62	22.50	3.24	3.69	4.28	1.24
	2. Hasat	5041	206.97	68.03	26.41	2.45	3.62	4.30	1.33
	3. Hasat	5157	203.15	63.23	27.09	2.37	3.59	4.23	1.28
Zutano	1. Hasat	4343	185.84	84.84	18.86	2.15	2.27	3.14	0.94
	2. Hasat	4469	169.25	80.05	24.30	1.83	2.34	3.19	0.88
	3. Hasat	4549	158.61	79.17	26.70	1.82	2.32	3.23	0.93
Fuerte	1. Hasat	5347	185.28	79.50	22.60	3.53	3.17	4.43	1.19
	2. Hasat	5468	170.07	81.27	25.14	3.24	3.18	4.32	1.23
	3. Hasat	6174	205.77	88.17	31.08	3.73	3.55	4.83	1.35
Hass	1. Hasat	4923	198.77	89.94	30.46	4.63	2.14	4.88	1.24
	2. Hasat	4895	197.93	88.91	32.74	4.62	2.17	4.90	1.28
	3. Hasat	5549	262.48	97.15	38.72	5.17	2.36	5.18	1.43

Çizelge 4.7. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre makro besin elementleri içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	SD	K		Mg		Ca		Na	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	3	2209473	259.13**	5119	58.89**	760.37	118.09**	196.68	107.08**
Hasat (B)	2	800910	93.93**	1560	17.94**	36.68	5.70**	159.58	86.88**
A x B	6	102444	12.01**	1870	21.51**	91.93	14.28**	6.22	3.39*
Hata	36	8526		86.93		6.44		1.84	

(*) p<0.05 seviyesinde, (**) p<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder

Çizelge 4.8. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre mikro besin elementleri içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	SD	Fe		Cu		Ca		Na	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	3	13.59	565.31**	4.51	328.95**	5.26	629.53**	0.31	89.08**
Hasat (B)	2	0.391	16.26**	0.07	5.08*	0.14	16.86**	0.03	8.10**
A x B	6	0.301	12.51**	0.04	3.02*	0.06	6.72**	0.01	3.05*
Hata	36	0.024		0.01		0.01		0.004	

(*) p<0.05 seviyesinde, (**) p<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.9. Avokadonun bazı makro besin elementlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Ortalama±Standart Hata mg/kg)*

		K	Mg	Ca	Na
Çeşit	Bacon	5019 ^c ±47.01	218.05 ^a ±7.47	69.63 ^c ±2.32	25.33 ^b ±0.78
	Zutano	4454 ^d ±37.86	171.23 ^c ±4.37	81.35 ^b ±1.05	23.28 ^c ±1.22
	Fuerte	5663 ^a ±133.03	187.04 ^b ±5.57	82.98 ^b ±1.58	26.27 ^b ±1.37
	Hass	5123 ^b ±110.85	219.73 ^a ±11.05	92.00 ^a ±1.37	33.97 ^a ±1.26
Hasat	1.Hasat	4868 ^c ±108.50	203.48 ^a ±7.81	82.98 ^a ±1.57	23.60 ^c ±1.31
	2.Hasat	4968 ^b ±108.90	186.05 ^b ±5.29	79.56 ^b ±2.32	27.15 ^b ±1.06
	3.Hasat	5357 ^a ±181.08	207.50 ^a ±11.32	81.93 ^a ±3.84	30.90 ^a ±1.50

*: Çeşit için n=12, hasat için n: 16. Farklı harfler her bir faktör için (çeşit, hasat) ortalamaların p<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Çizelge 4.10. Avokadonun bazı mikro besin elementlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Ortalama±Standart Hata mg/kg)*

		Fe	Cu	Zn	Mn
Çeşit	Bacon	2.69 ^c ±0.149	3.63 ^a ±0.027	4.27 ^c ±0.018	1.28 ^a ±0.023
	Zutano	1.93 ^d ±0.061	2.31 ^c ±0.052	3.19 ^d ±0.033	0.91 ^b ±0.018
	Fuerte	3.50 ^b ±0.093	3.30 ^b ±0.071	4.53 ^b ±0.084	1.26 ^a ±0.032
	Hass	4.80 ^a ±0.096	2.22 ^c ±0.038	4.99 ^a ±0.054	1.32 ^a ±0.031
Hasat	1.Hasat	3.39 ^a ±0.270	2.82 ^b ±0.194	4.18 ^b ±0.195	1.15 ^b ±0.041
	2.Hasat	3.03 ^b ±0.315	2.83 ^b ±0.181	4.18 ^b ±0.187	1.18 ^b ±0.055
	3.Hasat	3.27 ^a ±0.394	2.95 ^a ±0.191	4.37 ^a ±0.225	1.24 ^a ±0.060

*: Çeşit için n=12, hasat için n: 16. Farklı harfler her bir faktör için (çeşit, hasat) ortalamaların p<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

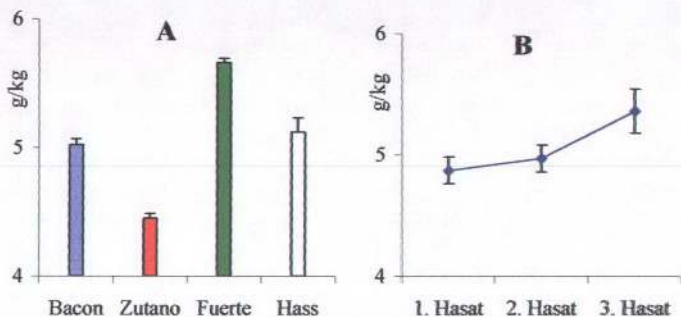
Araştırma kapsamında analiz edilen mineral maddelerin tamamı çeşitler ve hasat zamanına göre önemli düzeyde (p<0.01, p<0.05) farklılıklar göstermiştir. Çeşitler arasında karşılaştırma yapıldığında genel olarak Hass çeşidinin diğer çeşitlere oranla mineraller açısından daha zengin olduğu görülmüştür. Mineral maddelerden potasyum en yüksek düzeyde Fuerte’de tespit edilmiş olup bunu miktarca sırasıyla Hass, Bacon ve Zutano çeşitleri izlemiştir. Makro besin elementlerinden olan magnezyum da en yüksek düzeyde Hass çeşidinde tespit edilmiş, bunu Bacon çeşidi takip etmiştir. Bu iki çeşidin magnezyum içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde fark tespit edilememiştir (p>0.05). Bu

çeşitleri magnezyum içeriği bakımından sırasıyla Fuerte ve Zutano çeşitleri izlemiştir. Kalsiyum ve sodyum elementleri de en yüksek düzeyde Hass çeşidinde tespit edilmiş olup bunu Fuerte çeşidi takip etmiştir.

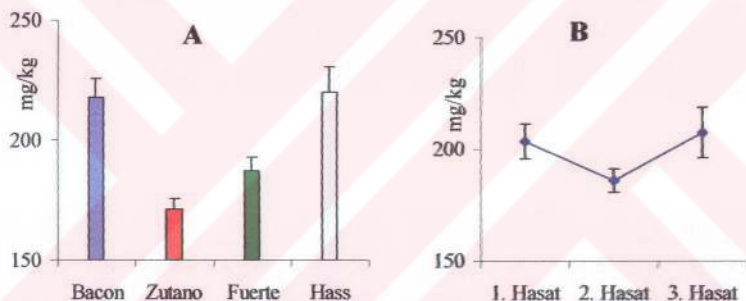
Makro besin elementlerinden magnezyum, kalsiyum ve sodyum elementlerinde olduğu gibi mikro besin elementlerinden demir, çinko ve mangan da en yüksek düzeyde Hass çeşidinde tespit edilmiştir. Mikro besin elementlerinden bakır ise en yüksek düzeyde Bacon çeşidinde tespit edilmiştir. Mineral madde açısından bir değerlendirme yapıldığında en zengin çeşidin Hass olduğu bunu Fuerte ve Bacon çeşitlerinin izlediği, en fakir çeşidin de Zutano olduğu görülmüştür.

Avokadonun mineral madde içeriği üzerine bazı araştırmalar yapılmıştır. Araştırma sonuçları avokadonun makro besin elementlerinden olan potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyumu sırasıyla 2960-7230 mg/kg, 73-160 mg/kg, 180-600 mg/kg ve 12.1-150 mg/kg oranlarında içerdiğini göstermiştir. Mikro besin elementlerinden demir, bakır, çinko ve mangan ise avokadoda 1.4-20 mg/kg, 1.4-3.6, 3.1-5.0, 0.7-1.8 mg/kg arasında değişen oranlarda bulunmaktadır (Favier vd 1995, Ihli 1996, Knight 2002, Özdemir vd 2003). Araştırma bulgularımız da bu değerlerle benzerlikler göstermektedir. Literatür değerlerinin bu kadar geniş aralıkta dağılım göstermesinin, başta çeşit olmak üzere, meyvelerin hasat zamanı, uygulanan kültürel işlemler ve iklimsel farklılıklardan ileri gelebileceği düşünülmektedir.

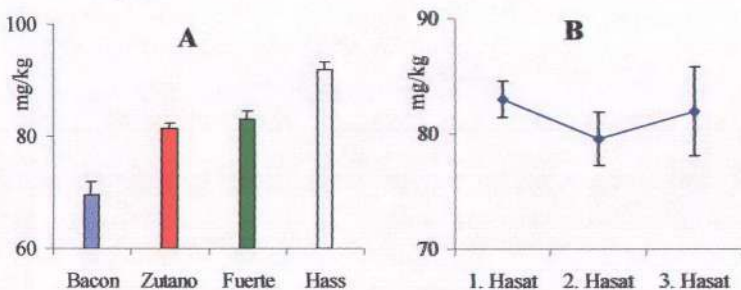
Nitekim yaptığımız araştırmada da avokado örneklerinin mineral madde içeriği üzerinde meyvelerin hasat zamanının da önemli etkisinin olduğu görülmüştür. Aslında bu beklenen bir sonuçtur. Çünkü hasat zamanına göre meyvenin genel kimyasal bileşimin de bile önemli değişiklikler olmaktadır. Makro besin elementlerinden potasyum, magnezyum, sodyum; mikro besin elementlerinden de bakır, çinko ve mangan içeriği en yüksek oranda üçüncü hasat döneminde hasat edilen meyvelerde analiz edilmiştir. Besin elementlerinden potasyum, sodyum, bakır ve mangan içeriği birinci hasattan üçüncü hasat dönemine doğru bir artış gösterirken, araştırma kapsamında analiz edilen diğer mineral madde konsantrasyonlarında hasat zamanına göre düzenli bir değişim olmamıştır. Mineral maddelerin çeşit ve hasat zamanına göre değişimleri ayrıca Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'te verilmiştir.



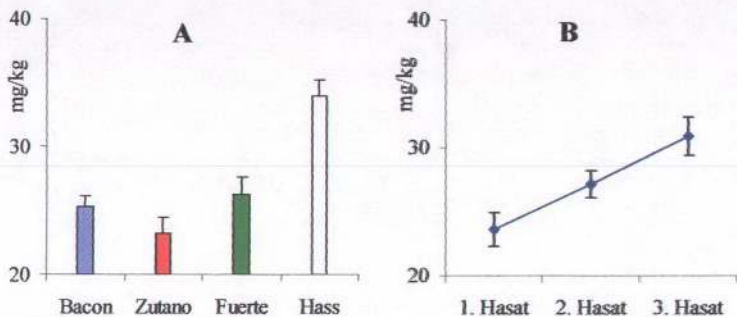
Şekil 4.7. Avokadonun potasyum içeriğinin (g/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



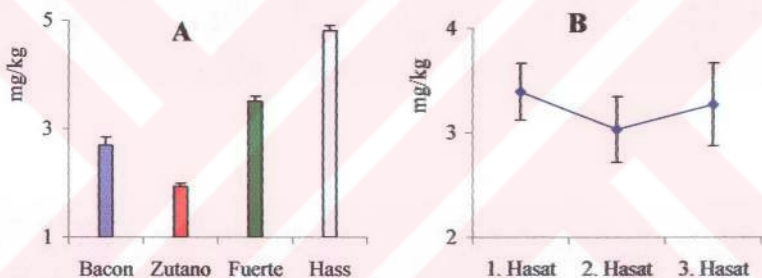
Şekil 4.8. Avokadonun magnezyum içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



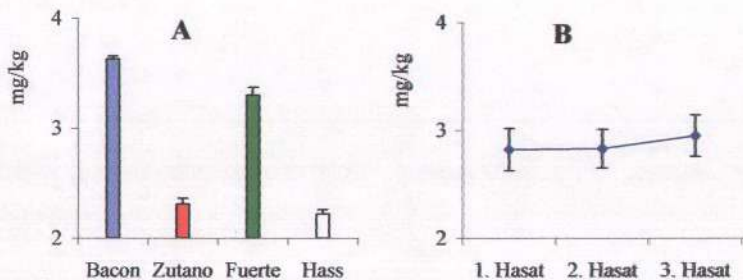
Şekil 4.9. Avokadonun kalsiyum içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



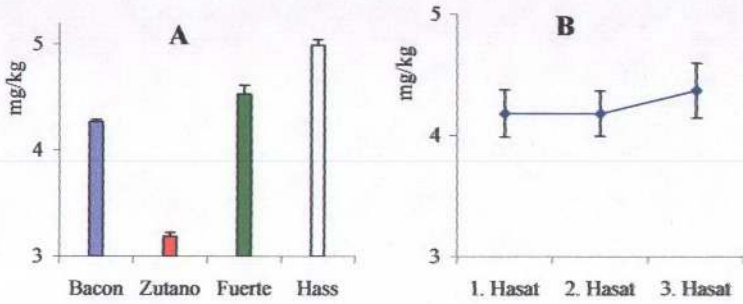
Şekil 4.10. Avokadonun sodyum içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



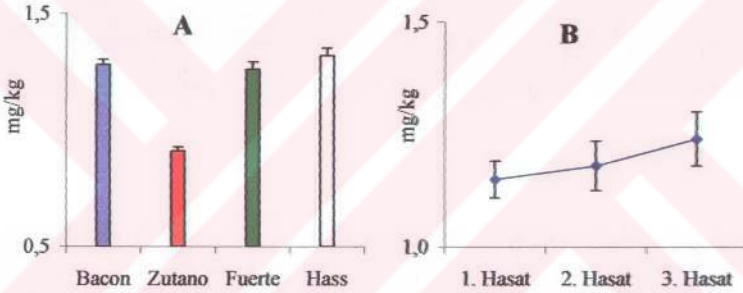
Şekil 4.11. Avokadonun demir içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.12. Avokadonun bakır içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.13. Avokadonun çinko içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.14. Avokadonun mangan içeriğinin (mg/kg) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi

4.3 Avokado Yağının Yağ Asitleri Bileşimi

Avokado yüksek oranda yağ içermesinden dolayı enerji değeri yüksek bir meyvedir. Avokado yağının yapı bileşenleri olan yağ asitleri bileşimini palmitik, palmitoleik, oleik ve linoleik asitler oluşturmaktadır. Bunun yanında az miktarda da olsa stearik, linolenik ve araşidik asitler de bulunmaktadır. Avokado yağının yağ asitleri bileşimine ait ortalama değerler Çizelge 4.11'de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13'te, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Araştırma kapsamında analiz edilen örneklerin palmitik asit içeriği %14.01-20.48, palmitoleik asit %5.33-9.59, stearik asit %0.40-0.72, oleik asit %57.71-70.67, linoleik asit %8.28-14.48, linolenik asit %0.28-0.77 ve araşidik asit %0.09-0.18 değerleri arasında değişim göstermiştir. Avokado yağının yağ asitlerinin genellikle %50'den fazlasını oleik asit oluşturmaktadır. Avokado yağında oleik asidi miktarca sırasıyla palmitik, linoleik ve palmitoleik asitler takip etmektedir. Bu dört yağ asidi avokado yağının yağ asitlerinin yaklaşık %99'unu oluşturmaktadır. Avokado yağında bulunan doymamış yağ asitlerinin oranı %80'ler düzeyindedir. Doymamış yağ asitlerinin büyük bir bölümünü tekli doymamış yağ asitleri (oleik, palmitoleik) oluşturmaktadır. Avokado yağı bu yağ asitleri dağılımından dolayı zeytinyağıyla büyük benzerlikler göstermektedir. Zeytinyağının yağ asitleri bileşiminde %7.5-20 palmitik, %0.3-3.5 palmitoleik, %0.5-5.0 stearik, %55-83 oleik, %3.5-21 linoleik ve %0-1.5 linolenik asit yer almaktadır (Küçükhüseyin 1989). Bu değerler avokado yağının yağ asitleri dağılımı ile hemen hemen bire bir örtüşmektedir.

Avokado yağının araşidik asit dışındaki yağ asitleri dağılımı üzerine çeşit, hasat zamanı ve çeşit x hasat zamanı interaksiyonunun önemli etkisi ($p<0.01$) olmuştur. Araşidik asit bileşimi üzerine ise çeşidin etkisi önemsizken, hasat zamanının etkisi $p<0.01$, çeşit x hasat zamanı interaksiyonunun etkisi de $p<0.05$ düzeyinde önemli olmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da bu etkiyi doğrulamaktadır. Avokado yağının miktarca en önemli doymuş yağ asidi olan palmitik asit miktarı çeşitler arasında farklılık göstermekte olup, en yüksek oranda Zutano çeşidinde tespit edilmiş, bunu sırasıyla Bacon, Hass ve Fuerte çeşitleri izlemiştir. Bacon ve Hass çeşitlerinin palmitik asit oranları arasındaki fark ise istatistiksel anlamda önemsiz ($p>0.05$) düzeydedir. Doymuş yağ asitlerinden biri olan ve miktarca palmitik asitten sonra gelen stearik asit de en yüksek düzeyde Zutano çeşidinde tespit edilmiş, bunu sırasıyla Fuerte, Bacon ve Hass çeşitleri izlemiştir.

Avokado yağının bileşiminde miktarca oldukça düşük düzeyde olan bir diğer doymuş yağ asidi de araşidik asit olup Bacon ve Zutano çeşitlerinde %0.15, Fuerte ve Hass çeşitlerinde de %0.12 düzeyinde tespit edilmiştir. Araştırma bulguları toplam doymuş yağ asidi içeriği en yüksek çeşidin Zutano, en düşük çeşidinde Fuerte olduğunu göstermiştir.

Avokado yağının yağ asitleri bileşiminde doymuş yağ asitlerine göre doymamış yağ asitleri oldukça önemli yer tutmaktadır. Doymamış yağ asitleri içerisinde ise tekli doymamış bir yağ asidi olan oleik asit dominant olarak tespit edilmiştir. Oleik asit içeriği analiz edilen

çeşitlerin tamamında %55'den daha yüksek bulunmuş ve çeşitlerin oleik asit içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar tespit edilmiştir. Oleik asit en yüksek oranda (%70.38) Fuerte çeşidinde tespit edilmiş, bunu sırasıyla Zutano, Bacon ve Hass çeşitleri izlemiştir. Bacon ve Zutano çeşitlerinin oleik asit içeriği arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz düzeyde ($p>0.05$) kalmıştır. Avokado yağının bileşiminde önemli yer tutan bir diğer tekli doymamış bir yağ asidi de palmitoleik asit olup, bu yağ asidi de çeşitler arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Palmitoleik asit içeriği en yüksek olan çeşit Bacon çeşidi olup bunu sırasıyla Hass, Zutano ve Fuerte çeşitleri izlemiştir. Bu yağ asidi ise Zutano ve Hass çeşitleri arasında istatistiksel anlamda önemsiz düzeyde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.11. Avokado çeşitlerinin yağ asitleri dağılımlarının ortalama değerleri (%)

Çeşit	Hasat	Palmitik	Palmitoleik	Stearik	Oleik	Linoleik	Linolenik	Araşidik
Bacon	1. Hasat	18.66	9.19	0.57	61.93	9.00	0.50	0.14
	2. Hasat	18.49	9.48	0.59	61.94	8.92	0.44	0.15
	3. Hasat	19.15	9.59	0.58	61.23	8.86	0.45	0.15
Zutano	1. Hasat	20.07	7.86	0.67	61.88	8.77	0.62	0.13
	2. Hasat	20.36	7.56	0.69	62.31	8.28	0.61	0.18
	3. Hasat	20.48	7.85	0.72	61.70	8.46	0.66	0.13
Fuerte	1. Hasat	14.51	5.54	0.63	70.14	8.76	0.28	0.14
	2. Hasat	14.19	5.33	0.63	70.67	8.76	0.30	0.12
	3. Hasat	14.01	5.47	0.60	70.33	8.85	0.36	0.09
Hass	1. Hasat	18.52	7.89	0.40	57.82	14.46	0.77	0.14
	2. Hasat	18.27	8.23	0.42	57.71	14.48	0.77	0.12
	3. Hasat	18.37	8.17	0.43	58.21	14.03	0.68	0.11

Çizelge 4.12. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre palmitik, palmitoleik ve stearik asit ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	SD	Palimitik		Stearik		Araşidik	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	3	60.5418	482.90**	0.1222	39.63**	0.0021	2.91
Hasat (B)	2	61.9951	494.49**	0.0370	11.99**	0.0203	28.28**
A x B	6	8.5004	67.80**	0.0179	5.81**	0.0024	3.35*
Hata	36	0.1254		0.0031		0.0007	

(*) $p<0.05$ seviyesinde, (**) $p<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.13. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre palmitoleik, oleik, linoleik ve linolenik asit ortalama değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	SD	Palmitoleik		Oleik		Linoleik		Linolenik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	3	24.5481	192.02**	249.1944	731.96**	70.4458	410.43**	0.3162	68.87**
Hasat (B)	2	39.4054	308.24**	250.4654	735.70**	5.2630	30.66**	0.1129	24.59**
A x B	6	6.1507	48.11**	14.2084	41.73**	11.4408	66.66**	0.2198	47.88**
Hata	36	0.1278		0.3404		0.1716		0.0046	

(*) p<0.05 seviyesinde, (**) p<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.14. Avokadonun ortalama doymuş yağ asidi değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Ortalama±Standart Hata)*

		% Palmitik	% Stearik	% Araşidik
Çeşit	Bacon	18.77 ^b ±0.804	0.58 ^b ±0.0140	0.15 ^a ±0.0159
	Zutano	20.30 ^a ±1.100	0.69 ^a ±0.0427	0.15 ^a ±0.0219
	Fuerte	14.24 ^c ±0.534	0.62 ^b ±0.0288	0.12 ^b ±0.0061
	Hass	18.38 ^b ±0.576	0.42 ^c ±0.0264	0.12 ^b ±0.0154
Hasat	1. Hasat	20.20 ^a ±0.862	0.52 ^c ±0.0317	0.09 ^b ±0.0070
	2. Hasat	17.91 ^b ±0.974	0.63 ^a ±0.0352	0.15 ^a ±0.0085
	3. Hasat	15.66 ^c ±0.304	0.58 ^b ±0.0437	0.16 ^a ±0.0129

*: Çeşit için n=9, hasat için n: 12. Farklı harfler her bir faktör (çeşit, hasat) için ortalamaların p<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Çizelge 4.15. Avokadonun doymamış yağ asidi ortalama değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Ortalama±Standart Hata)*

		%Palmitoleik	% Oleik	% Linoleik	% Linolenik
Çeşit	Bacon	9.42 ^a ±0.648	61.70 ^b ±1.283	8.93 ^b ±0.925	0.46 ^c ±0.044
	Zutano	7.76 ^b ±0.662	61.97 ^b ±1.932	8.50 ^b ±0.355	0.63 ^b ±0.041
	Fuerte	5.45 ^c ±0.782	70.38 ^a ±1.253	8.79 ^b ±0.226	0.31 ^d ±0.053
	Hass	8.10 ^b ±0.424	57.91 ^c ±1.431	14.32 ^a ±0.353	0.74 ^a ±0.129
Hasat	1.Hasat	9.57 ^a ±0.227	58.20 ^c ±1.294	10.88 ^a ±0.554	0.54 ^b ±0.049
	2.Hasat	7.52 ^b ±0.824	63.47 ^b ±1.826	9.61 ^b ±1.149	0.63 ^a ±0.100
	3.Hasat	5.96 ^c ±0.361	67.30 ^a ±1.167	9.91 ^b ±0.724	0.44 ^c ±0.075

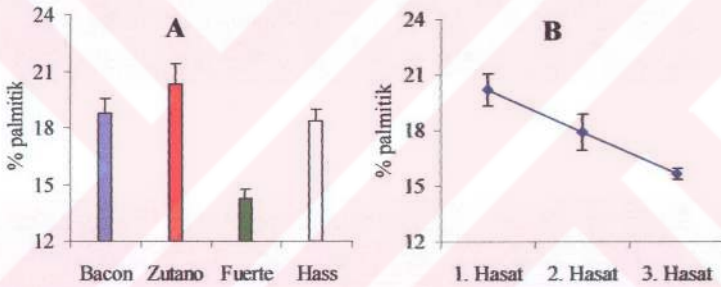
*: Çeşit için n=9, hasat için n: 12. Farklı harfler her bir faktör (çeşit, hasat) için ortalamaların p<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Avokado yağının yağ asitleri bileşiminde çoklu doymamış yağ asitleri ve aynı zamanda insan beslenmesinde esansiyel (dışarıdan alınması zorunlu) olan linoleik asit ($C_{18:2}$) yaklaşık %10'lar, linolenik asit ($C_{18:3}$) ise yaklaşık %0.5 düzeyinde bulunmakta olup bu yağ asitleri de çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) farklılıklar göstermiştir. Linoleik asit en yüksek oranda Hass çeşidinde (%14.32) tespit edilmiş olup diğer çeşitlerden oldukça önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Bacon, Zutano ve Fuerte çeşitlerinin linoleik asit içerikleri arasında ise sayısal olarak bazı farklılıklar görülmesine rağmen bu farklılıklar istatistiksel anlamda önemsiz düzeyde ($p>0.05$) kalmıştır. Linolenik asit içeriği de linoleik asitte olduğu gibi en yüksek düzeyde Hass çeşidinde tespit edilmiş, bunu sırasıyla Zutano, Bacon ve Fuerte çeşitleri takip etmiştir.

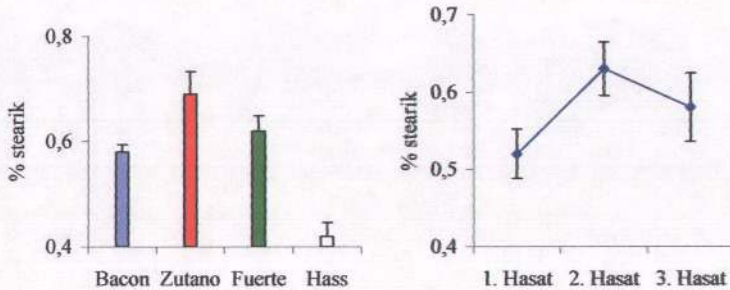
Araştırma kapsamında analiz edilen örneklerin yağ asitleri bileşimi üzerine hasat zamanının da önemli ($p<0.05$) etkisi olmuştur. Doymuş yağ asitlerinden palmitik asit miktarı birinci hasat döneminden üçüncü hasat dönemine doğru bir azalma gösterirken bir diğer doymuş yağ asidi olan araşidik asit miktarı ise bunun tam aksine artış göstermiştir. Doymuş yağ asitlerinden stearik asit miktarı ise önce artış sonra azalış göstermiştir. Genel bir değerlendirme yapıldığında ise doymuş yağ asitleri toplamı birinci hasattan üçüncü hasat dönemine doğru bir azalış göstermiştir. Doymamış yağ asitlerinden palmitoleik asit miktarı en yüksek düzeyde birinci hasat örneklerinde tespit edilmiş, bu yağ asidinin miktarı üçüncü hasat dönemine doğru bir azalış göstermiştir. Oleik asit miktarı ise palmitoleik asidin aksine birinci hasattan üçüncü hasat dönemine doğru bir artış göstermiştir. Inoue ve Tateishi (1995) de yaptıkları araştırmada farklı olgunluk aşamasındaki Fuerte çeşidi avokado da oleik asit miktarında birinci hasattan son hasada doğru artış olduğunu tespit etmişlerdir. Linoleik asit miktarı da palmitoleik asitte olduğu gibi en yüksek düzeyde birinci hasat örneklerinde tespit edilmiştir. İkinci ve üçüncü hasat dönemi örneklerinin linoleik asit miktarları arasındaki farklılık ise istatistiksel anlamda önemsiz ($p>0.05$) düzeyde kalmıştır. Linolenik asit miktarı ise birinci hasattan ikinci hasat dönemine doğru artış göstermiş üçüncü hasat dönemine doğru ise tekrar düşüş göstermiştir.

Avokadonun yüksek oranda yağ içermesi dolayısıyla yağ asitleri bileşimi üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmalarda avokado yağının %7.2-25 arasında değişen oranlarda palmitik asit, %0 (iz)-10.88 palmitoleik, %0.09-1 stearik, %42-81 oleik, %6-18.5 linoleik, %0.04-2 linolenik ve %0(iz)-0.89 araşidik asit içerdiği bildirilmiştir (Frega

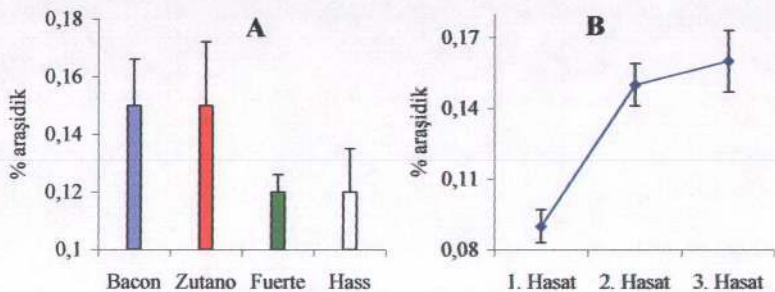
vd 1990, Kurlaender 1996, Knight 2002, Özdemir ve Topuz 2004). Çalışma sonuçları avokado yağının yağ asitleri bileşiminin geniş bir aralıkta dağılım göstermesinin araştırmalarda kullanılan çeşit farklılıkları, hasat zamanlarındaki farklılıklar, yetiştirildiği bölgelerin iklim ve toprak özelliklerindeki farklılıklar gibi birçok faktörün yağ asitleri bileşimi üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Bunun yanında bütün araştırma sonuçları avokado yağının en önemli yağ asidinin oleik asit olduğunu göstermektedir. Araştırma bulgularımız literatür değerleri ile benzerlikler göstermiştir. Avokado yağının yağ asitleri bileşiminin çeşit ve hasat zamanına göre dağılımları ayrıca Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20 ve Şekil 4.21’de grafikler halinde gösterilmiştir.



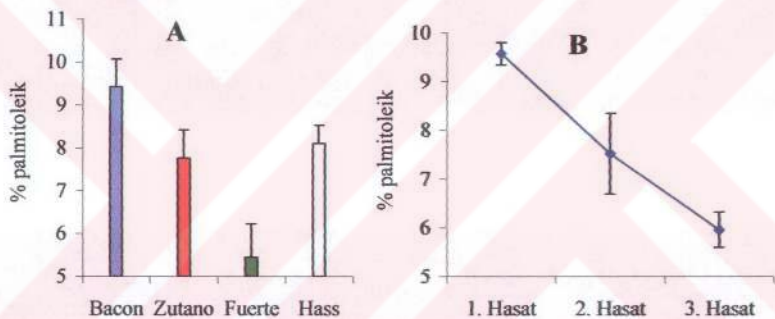
Şekil 4.15. Avokado yağının palmitik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



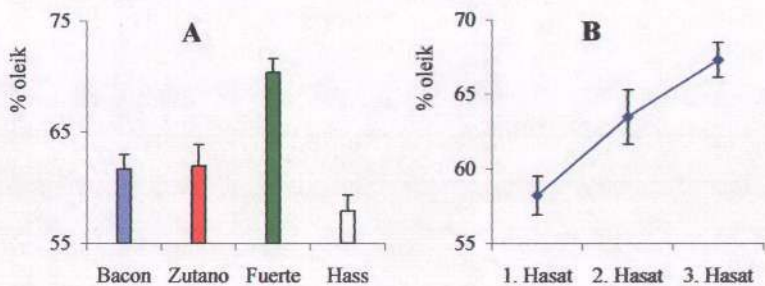
Şekil 4.16. Avokado yağının stearik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



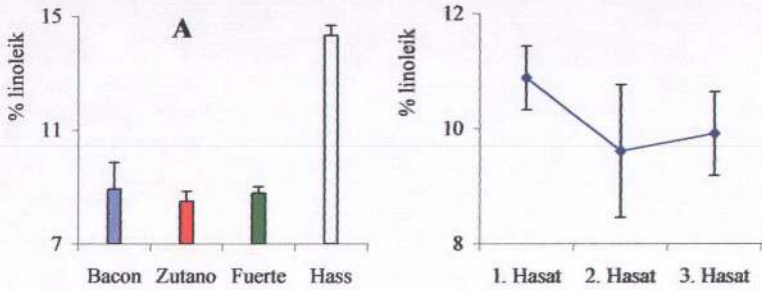
Şekil 4.17. Avokado yağının araşidik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



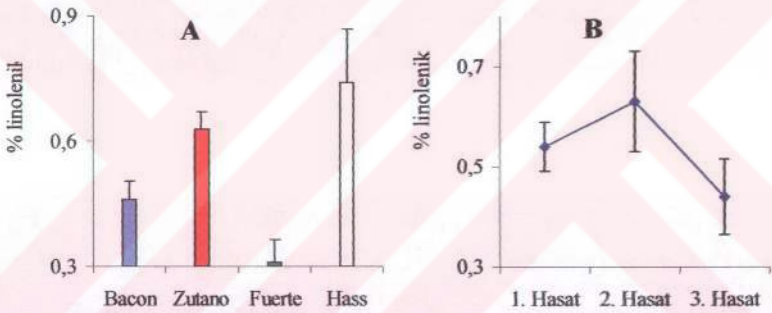
Şekil 4.18. Avokado yağının palmitoleik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.19. Avokado yağının oleik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.20. Avokado yağının linoleik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.21. Avokado yağının linolenik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi

4.4. Avokadonun Fenolik Madde İçerikleri

Gerek beslenme gerekse de ürün kalitesi üzerinde belirleyici etkisi olan bir diğer gıda bileşen grubu da fenolik maddelerdir. Bu çalışmada Bacon, Zutano, Fuerte ve Hass çeşidi avokadoların üç farklı hasat döneminde toplam fenolik madde miktarı UV-spektrofotometresi ile, fenolik madde bileşenleri de RP-HPLC ile analiz edilmiş ve örneklerle ait kromatogram Şekil 4.22’de verilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.16’da, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18’de, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Araştırma kapsamında incelenen avokado örneklerinin toplam fenolik madde içeriği 1.04-1.34 mg/g (taze ağırlık üzerinden) arasında değişim göstermiştir. Varyans analizi sonuçları örneklerin toplam fenolik madde içeriği üzerinde çeşit, hasat zamanı ve çeşit x hasat zamanı interaksyonunun etkisi önemli ($p<0.01$) olmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da bu farklılığı doğrulamaktadır. Zutano ve Fuerte çeşitlerinin toplam fenolik madde içerikleri arasında farklılık bulunamamış, bu iki çeşidin fenolik madde içeriği ise Bacon ve Hass çeşitlerinden önemli düzeyde ($p<0.05$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.18, Şekil 4.23). Örneklerin hasat zamanına göre de toplam fenolik içerikleri arasında farklılıklar göstermiştir. Birinci hasat döneminden ikinci hasat dönemine doğru örneklerin toplam fenolik madde içeriğinde bir artış, ikinci hasattan üçüncü hasada doğru ise bir azalış olmuştur (Çizelge 4.18, Şekil 4.23). Örneklerin HPLC ile tespit edilen toplam fenolik madde içeriği de spektrofotometrik yöntemle belirlenenle benzer trendi izlemiştir. Torres vd (1987) Hass ve Fuerte çeşidi avokadoların toplam fenolik madde içeriklerini sırasıyla 1.8 mg/g ve 1.1 mg/g olarak tespit etmişlerdir. Soong ve Barlow (2004) avokadonun toplam fenolik madde miktarını gallik asit cinsinden 1.3 mg/g (taze ağırlık) olarak belirlemişlerdir. Bulgularımız literatür değerleri ile benzerlik göstermiştir. Değerler arasındaki bazı farklılıkların da başta örneklerin hasat olgunluk derecesi, iklim, toprak, uygulanan tarımsal uygulamalar gibi faktörlerden ileri gelebileceği düşünülmektedir. Nitekim bu gibi faktörlerin meyvelerin fenolik madde içerikleri üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (Tomas-Barberan ve Espin 2001, Garcia ve Barrett 2002).

Araştırma kapsamında toplam fenolik madde miktarı yanında fenolik madde kompozisyonları da belirlenmiştir. Bacon, Zutano, Fuerte ve Hass çeşitlerinin tamamında 9 adet fenolik asit (gallik, protokateşuik, α -resorsilik, γ -resorsilik, kafeik, ferulik, p -kumarik, m -kumarik, o -kumarik) ve 3 adet flavonoid ((-)-epikateşin, rutin, quersetin) olmak üzere 12 adet fenolik bileşen belirlenebilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarında olduğu gibi fenolik madde bileşenlerinin miktarı üzerine de çeşit, hasat zamanı ve çeşit x hasat zamanı interaksyonunun önemli etkisi olmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da bu farklılığı doğrulamaktadır.

Çizelge 4.16. Avokadonun bazı fenolik madde içeriklerinin ortalama değerleri (mg/kg)

Çeşit	Hasat	Galilik	Proto.	α -Resor.	γ -Resor.	Kafeik	Fenolik	p -kum.	m -kum.	o -kum.	(-)-epik.	Rutin	Quersetin	TFM*
Bacon	1. Hasat	1.45	5.96	4.54	1.08	15.50	0.37	0.11	0.09	0.49	229.50	11.43	0.53	1.34
	2. Hasat	1.52	6.41	5.91	0.89	15.69	0.37	0.13	0.09	0.46	239.02	11.04	0.49	1.30
	3. Hasat	1.31	5.47	5.92	0.76	12.63	0.40	0.15	0.20	0.46	221.95	9.99	0.47	1.04
Zutano	1. Hasat	1.52	6.86	5.89	0.48	14.89	0.24	0.14	0.06	0.31	270.33	11.62	0.59	1.27
	2. Hasat	1.68	7.41	5.34	1.35	15.38	0.26	0.25	0.11	0.38	335.68	22.08	0.60	1.31
	3. Hasat	1.45	6.26	6.03	1.32	12.28	0.39	0.15	0.06	0.25	262.76	7.64	0.56	1.16
Fuerte	1. Hasat	1.52	4.79	6.51	2.35	12.28	0.19	0.30	0.14	0.23	196.56	3.40	0.51	1.13
	2. Hasat	1.66	5.83	8.81	2.75	13.34	0.26	0.22	0.17	0.33	315.09	6.49	0.65	1.31
	3. Hasat	1.83	9.73	7.47	2.15	20.30	0.32	0.20	0.18	0.11	346.16	2.62	0.62	1.30
Hass	1. Hasat	2.34	5.63	7.97	2.49	15.05	0.29	0.19	0.22	0.16	196.70	1.11	0.41	1.13
	2. Hasat	2.37	5.52	7.88	2.85	15.45	0.31	0.22	0.23	0.20	240.59	1.30	0.45	1.23
	3. Hasat	2.66	7.24	9.13	2.07	18.27	0.39	0.40	0.29	0.23	238.57	1.82	0.67	1.23

Proto: Protokateşük, α -Resor.: α -Resorsilik, γ -Resor.: γ -Resorsilik, p -kum.: p -kumarik, m -kum.: m -kumarik, o -kum.: o -kumarik, (-)-epik.: (-)-epikateşün, TFM: Toplam fenolik madde, *: mg/g

Çizelge 4.17. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre fenolik asit ortalamalarına (mg/kg) ait varyans analizi sonuçları

V.K	SD	Galilik		Protokateşük		α -Resorsilik		γ -resorsilik		Kafeik		Fenolik		p -kumarik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	3	1.36	679.83**	1.24	3.43	11.71	93.46**	4.31	413.63**	4.96	12.45**	0.017	35.60**	0.0239	56.20**
Hasat (B)	2	0.084	41.75**	3.84	10.62**	1.91	15.25**	0.37	35.82**	4.11	10.31**	0.021	44.77**	0.0030	7.09**
A x B	6	0.076	37.85**	4.23	11.71**	1.09	8.70**	0.22	20.94**	16.94	42.48**	0.002	3.85*	0.0122	28.66**
Hata	36	0.002	0.36	0.13	0.10	0.10	0.10	0.40	0.001	0.001	0.0004				

(*) $p < 0.05$ seviyesinde, (**) $p < 0.01$ seviyesinde farklılık eder.

Çizelge 4.18. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre fenolik asit ortalamalarına (mg/kg) ait varyans analizi sonuçları

V.K	SD	m-kumarik		o-kumarik		(-)-epikateşin		Rutin		Quersetin		TFM	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	3	0.0318	94.23**	0.0895	92.53**	7247	48.65**	197.32	589.27**	0.0150	6.40**	0.0035	17.95**
Hasat (B)	2	0.0061	18.04**	0.0128	13.28**	7594	50.98**	46.97	140.27**	0.0102	4.35*	0.0238	121.62**
A x B	6	0.0026	7.72**	0.0078	8.07**	3153	21.17**	24.69	73.72**	0.0142	6.07**	0.0222	113.50**
Hata	36	0.0003		0.0010		149		0.335		0.0023		0.0002	

(*) $p < 0.05$ seviyesinde, (**) $p < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder. TFM: Toplam fenolik madde

Çizelge 4.19. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre fenolik asitlerin ortalama değerlerine (mg/kg) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Ortalama=Standart Hata)*

	Gallik	Protokateşuik	α -resorsilik	γ -resorsilik	Kafeik	Ferulik	p-kumarik	m-kumarik	o-kumarik	
Çeşit	Bacon	1.42 ^a ±0.043	5.94 ^b ±0.286	5.45 ^c ±0.323	0.91 ^c ±0.068	14.60 ^{bc} ±0.683	0.38 ^a ±0.009	0.13 ^a ±0.010	0.12 ^a ±0.025	0.47 ^b ±0.007
	Zutano	1.55 ^b ±0.043	6.84 ^a ±0.241	5.75 ^c ±0.143	1.05 ^b ±0.184	14.18 ^c ±0.654	0.29 ^a ±0.031	0.18 ^c ±0.023	0.08 ^d ±0.011	0.31 ^b ±0.003
	Fuerte	1.57 ^b ±0.116	6.78 ^a ±0.991	7.59 ^b ±0.430	2.41 ^a ±0.118	15.34 ^b ±1.585	0.25 ^a ±0.024	0.24 ^b ±0.021	0.16 ^b ±0.009	0.22 ^c ±0.042
	Hass	2.46 ^a ±0.066	6.13 ^{ab} ±0.354	8.32 ^a ±0.294	2.47 ^a ±0.142	16.25 ^a ±0.644	0.33 ^b ±0.019	0.27 ^a ±0.041	0.25 ^a ±0.015	0.20 ^c ±0.018
Hasat	1.Hasat	1.63 ^b ±0.160	5.81 ^b ±0.299	6.22 ^b ±0.472	1.60 ^b ±0.323	14.45 ^b ±0.504	0.27 ^a ±0.026	0.18 ^b ±0.029	0.13 ^c ±0.023	0.30 ^b ±0.047
	2.Hasat	1.81 ^a ±0.126	6.29 ^b ±0.319	6.98 ^a ±0.548	1.96 ^a ±0.324	14.96 ^a ±0.396	0.30 ^b ±0.018	0.20 ^{ab} ±0.018	0.15 ^b ±0.022	0.34 ^a ±0.035
	3.Hasat	1.81 ^a ±0.199	7.17 ^a ±0.637	7.14 ^a ±0.498	1.57 ^b ±0.217	15.87 ^a ±1.325	0.37 ^a ±0.015	0.22 ^a ±0.039	0.18 ^a ±0.032	0.22 ^c ±0.048

*: Çeşit için n=9, hasat için n: 12. Farklı harfler her bir faktör (çeşit, hasat) için ortalamaların p<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Çizelge 4.20. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre flavonoidlerden (-)-epikateşin, rutin quersetin ve toplam fenolik madde içeriği değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Ortalama=Standart Hata)

		Rutin (mg/kg)	Quersetin (mg/kg)	TFM (mg/g)
Çeşit	Bacon	230.16 ^b ±3.97	10.82 ^b ±0.34	0.50 ^b ±0.015
	Zutano	289.59 ^a ±14.98	13.78 ^a ±2.74	0.58 ^a ±0.026
	Fuerte	285.94 ^a ±29.26	4.17 ^c ±0.75	0.59 ^a ±0.030
	Hass	225.29 ^b ±10.01	1.41 ^d ±0.14	0.51 ^b ±0.052
Hasat	1.Hasat	223.27 ^c ±11.59	6.89 ^b ±1.78	0.51 ^b ±0.029
	2.Hasat	282.60 ^a ±16.89	10.23 ^a ±2.91	0.55 ^{ab} ±0.032
	3.Hasat	267.36 ^c ±18.40	5.52 ^c ±1.29	0.58 ^a ±0.031

*: Çeşit için n=9, hasat için n: 12. Farklı harfler her bir faktör (çeşit, hasat) için ortalamaların p<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir. TFM: Toplam fenolik madde

Avokado meyvesinin yenilebilir kısmında flavonoidlerden (-)-epikateşin ve rutin, fenolik asitlerden de kafeik ve protokateşuik asit tespit edilen diğer fenolik maddelere oranla miktarca oldukça önemli düzeyde yüksek bulunmuştur.

Bugüne kadar ulaşabildiğimiz literatür bilgilerine göre; avokadonun fenolik madde bileşenleri üzerine çok az araştırma yapılmıştır. Golan vd (1977), Fuerte ve Lerman çeşitlerinde kafeik, protokateşuik, ferulik ve *p*-kumarik asitlerin varlığını kalitatif olarak tespit etmişlerdir. Torres vd (1987) de miktarlarını belirlememelerine rağmen avokadoda *p*-hidroksibenzoik, protokateşuik, β -resorsilik, γ -resorsilik, α -resorsilik, gallik, izovanilik, vanilik, siringik, *o*-kumarik, *m*-kumarik, *p*-kumarik, kafeik, ferulik ve sinapik asit olmak üzere 16 adet fenolik madde tespit etmişlerdir.

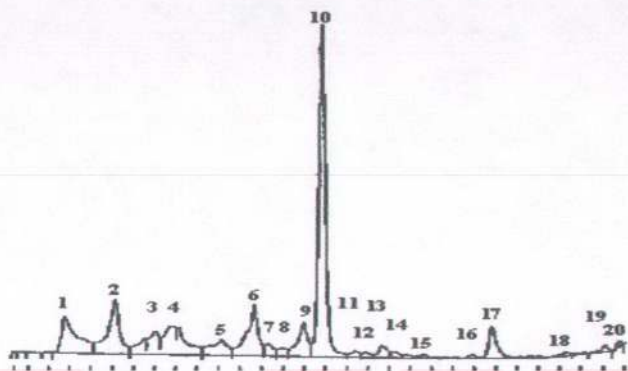
Araştırma kapsamında avokado örneklerinde varlığı tespit edilen fenolik maddelerden birisi gallik asit olup miktarları 1.22-2.66 mg/kg arasında değişim göstermektedir. Avokado çeşitleri arasında gallik asit miktarı, en yüksek düzeyde Hass (2.46 mg/kg) çeşidinde belirlenmiş, bu çeşidi sırasıyla Fuerte (1.57 mg/kg), Zutano (1.55 mg/kg) ve Bacon (1.42 mg/kg) çeşitleri izlemiştir. Örneklerin gallik asit içeriği birinci hasat döneminde en düşük düzeyde olmuş, ikinci hasat döneminde artış göstermiş, ikinci hasat ile üçüncü hasat dönemi arasında ise önemli ($p>0.05$) bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.19, Şekil 4.24). Fenolik asitlerden protokateşuik asit miktarı örneklerde 5.52-9.73 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Çeşitler arasında protokateşuik asit içeriği bakımından önemli farklılıklar tespit edilememiştir ($p>0.05$). Örneklerin hasat zamanına göre protokateşuik asit miktarı önemli düzeyde değişmiş olup, en yüksek düzeyde üçüncü hasat dönemi örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.19, Şekil 4.25). Avokado örneklerinin protokateşuik asit miktarı birinci hasat ile ikinci hasat dönemi arasında ise istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermemiştir ($p>0.05$). Fenolik asitlerden α -resorsilik ve γ -resorsilik asit miktarları da gallik asitte olduğu gibi en yüksek düzeyde Hass çeşidinde tespit edilmiş bu çeşidi Fuerte, Zutano ve Bacon çeşitleri izlemiştir (Çizelge 4.19, Şekil 4.26, Şekil 4.27).

Avokado örneklerinde miktarca önemli yer tutan fenolik asitlerden kafeik asit miktarı ise 12.28 mg/kg ile 20.30 mg/kg değerleri arasında değişim göstermiştir. Örneklerin kafeik asit içeriği de çeşitler ve hasat dönemleri arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$)

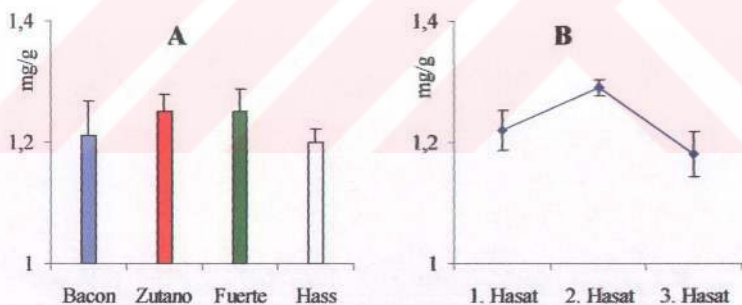
farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.19, Şekil 4.28). Kafeik asit içeriği en yüksek çeşit 16.25 mg/kg ile Hass olmuş, bu çeşidi sırasıyla Fuerte, Bacon ve Zutano takip etmiştir. Birinci hasat dönemi ile ikinci hasat dönemi örneklerinin kafeik asit içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık yok iken ($p>0.05$), üçüncü hasat döneminde rakamsal olarak büyük bir farklılık olmasa da bu farklılık istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli olmuştur.

Araştırma kapsamında incelenen avokado çeşitlerinde tespit edilen bir diğer fenolik asit de ferulik asit olup, örneklerdeki miktarı 0.19 mg/kg ile 0.40 mg/kg değerleri arasında değişim göstermiştir. Avokado çeşitleri arasında ferulik asit içeriği 0.38 mg/kg ile en yüksek düzeyde Bacon çeşidinde tespit edilmiş, bunu sırasıyla Hass, Zutano ve Fuerte çeşitleri izlemiştir. Ferulik asit avokado örneklerinde birinci hasattan üçüncü hasada doğru bir artış göstermiş olup, hasat dönemleri arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) olmuştur (Çizelge 4.19, Şekil 4.29). Fenolik asitlerden *p*-kumarik, *m*-kumarik ve *o*-kumarik asit miktarları da sırasıyla avokado örneklerinde 0.11-0.40 mg/kg, 0.06-0.29 mg/kg ve 0.11-0.49 mg/kg değerleri arasında değişim göstermiştir. Fenolik asitlerden *p*-kumarik ve *m*-kumarik asit miktarları en yüksek Hass çeşidinde iken *o*-kumarik asit Bacon çeşidinde tespit edilmiştir. Örneklerin hasat dönemine göre de *p*-kumarik, *m*-kumarik ve *o*-kumarik asit miktarlarında önemli değişiklikler görülmüş, *p*-kumarik ve *m*-kumarik asit miktarları birinci hasattan üçüncü hasat dönemine doğru bir artış gösterirken, *o*-kumarik asit miktarı toplam fenolik madde miktarında birinci hasattan ikinci hasada doğru artmış, üçüncü hasat dönemine doğru ise azalmıştır (Çizelge 4.19, Şekil 4.30, Şekil 4.31, Şekil 4.32).

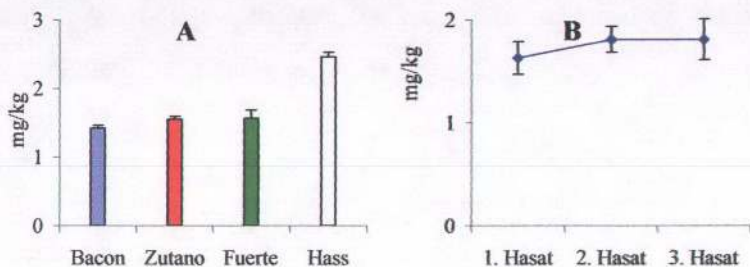
Araştırma kapsamında belirlenebilen fenolik maddelerden (-)-epikateşin miktarı avokado örneklerinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Analiz edilen çeşitlerin tamamında da (-)-epikateşin miktarda en fazla bulunan fenolik madde olup örneklerde 196.56-346.16 mg/kg değerleri arasında dağılım göstermiştir. Çeşitler arasında en yüksek (-)-epikateşin içeren çeşit Zutano (289.59 mg/kg) olmuş bunu sırasıyla Fuerte (285.94 mg/kg), Bacon (230.15 mg/kg) ve Hass (225.29 mg/kg) çeşitleri izlemiştir. Örneklerin hasat dönemine göre de (-)-epikateşin miktarı önemli ($p<0.05$) farklılıklar göstermiştir. Toplam fenolik madde miktarında olduğu gibi (-)-epikateşin miktarı da birinci hasattan ikinci hasada doğru artış, ikinci hasattan üçüncü hasada doğru da azalış göstermiştir (Şekil 4.33). Araştırma kapsamında tespit edilen rutin ve quersetin miktarları da avokado örneklerinde sırasıyla 1.11-22.08 mg/kg ve 0.41-0.67 mg/kg değerleri arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.20).



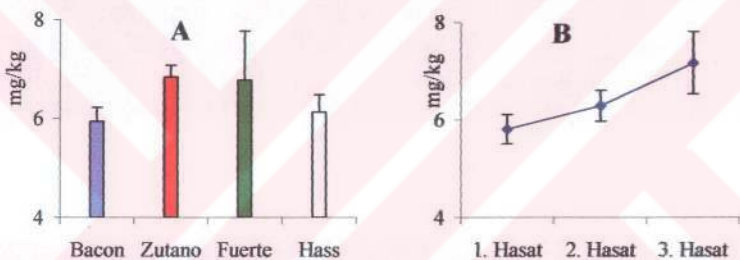
Şekil 4.22. Avokadonun fenolik bileşimine ait kromatogram (3: gallik, 4: protokateşuik, 6: α -resorsilik, 8: (-)-epikateşin, 9: γ -resorsilik, 10: kafeik, 13: p-kumarik, 14: m-kumarik, 15: ferulik, 16: o-kumarik, 17: rutin, 19: quersetin).



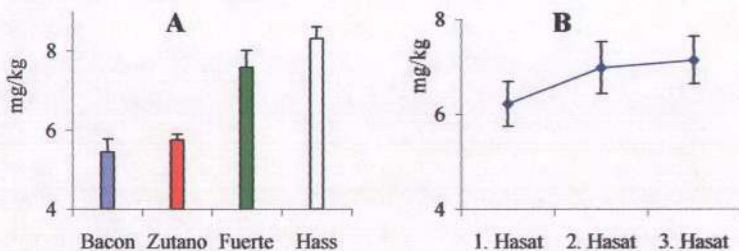
Şekil 4.23. Avokadonun toplam fenolik madde içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



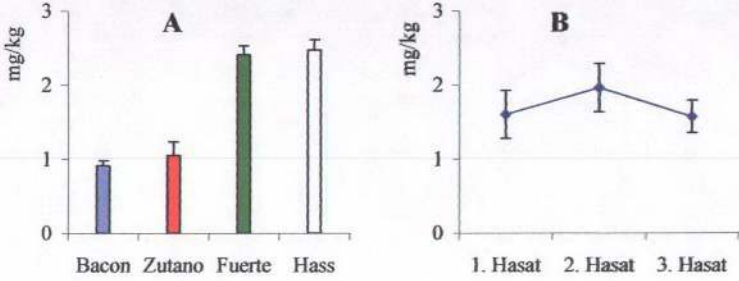
Şekil 4.24. Avokadonun gallik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



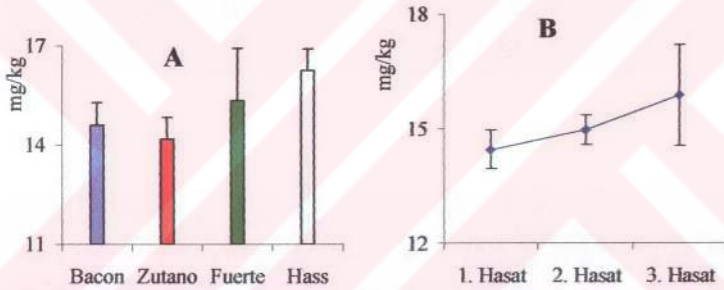
Şekil 4.25. Avokadonun protokateşuik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



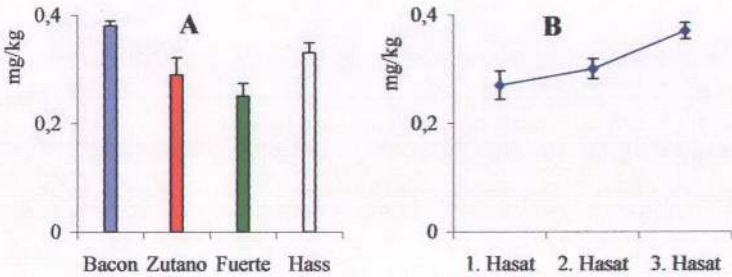
Şekil 4.26. Avokadonun α-resorsilik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



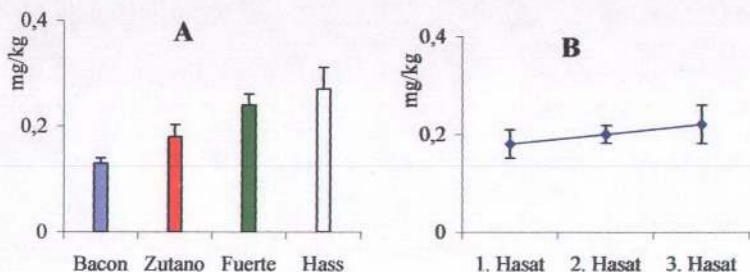
Şekil 4.27. Avokadonun γ -resorsilik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



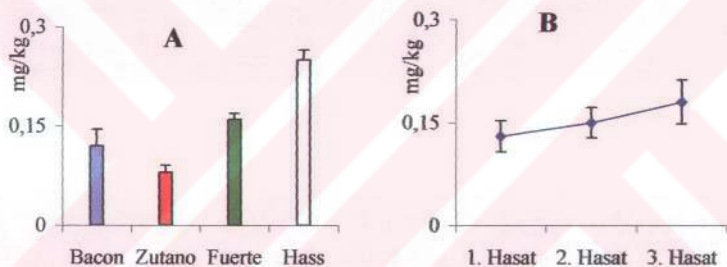
Şekil 4.28. Avokadonun kafeik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



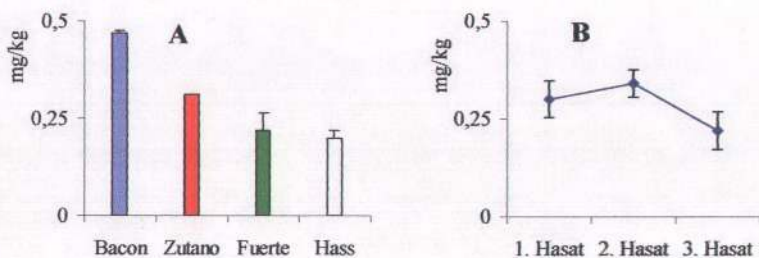
Şekil 4.29. Avokadonun ferulik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



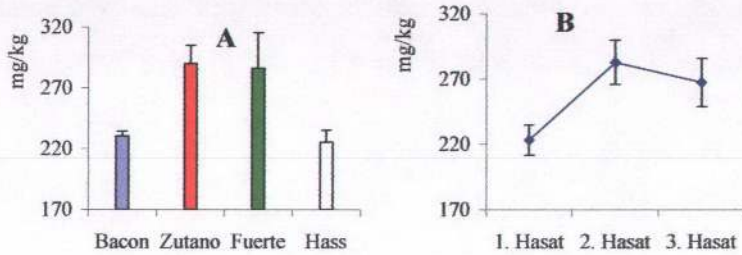
Şekil 4.30. Avokadonun *p*-kumarik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



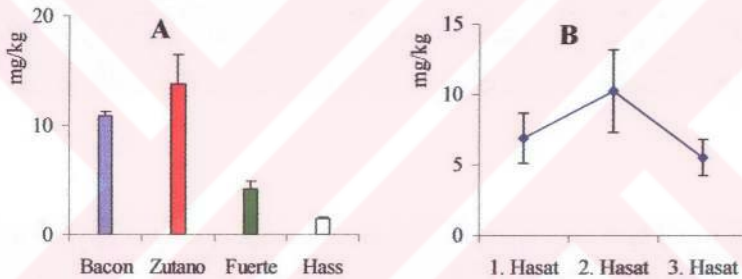
Şekil 4.31. Avokadonun *m*-kumarik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



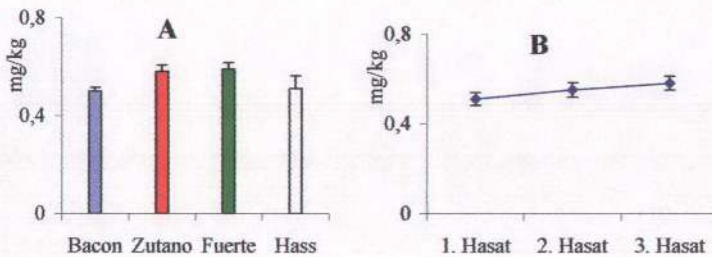
Şekil 4.32. Avokadonun *o*-kumarik asit içeriğinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.33. Flavonoidlerden (-)-epikateşin içeriğinin avokadonun çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.34. Flavonoidlerden rutin içeriğinin avokadonun çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.35. Flavonoidlerden quersetin içeriğinin avokadonun çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi

Rutin, analiz edilen çeşitler arasında en yüksek Zutano çeşidinde (13.78 mg/kg) tespit edilmiş, bunu sırasıyla Bacon (10.82 mg/kg), Fuerte (4.17 mg/kg) ve Hass (1.41 mg/kg) çeşitleri takip etmiştir. Rutin miktarı birinci hasat dönemi örneklerinde 6.89 mg/kg tespit edilmiş, ikinci hasat döneminde 10.23 mg/kg değerine yükselmiş, üçüncü hasat döneminde ise 5.52 mg/kg değerine düşmüştür (Çizelge 4.20, Şekil 4.34). Flavonoidlerden quersetin miktarı ise Zutano ve Fuerte çeşitleri arasında istatistiksel olarak önemsiz farklılık göstermiş, bu çeşitlerdeki quersetin miktarı Bacon ve Hass çeşitlerinden daha yüksek olmuştur. Bacon ve Hass çeşitlerinin quersetin miktarları arasındaki farklılık da önemsiz düzeyde kalmıştır. Örneklerin quersetin miktarı hasat dönemleri arasında da önemli düzeyde farklılık göstermiş olup birinci hasattan üçüncü hasada doğru artış göstermiştir (Çizelge 4.20, Şekil 4.35).

Beslenme ve ürün kalitesi üzerinde önemli etkilere sahip olan fenolik bileşiklerin miktarının avokado çeşitleri arasındaki farklılığı üzerinde herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Ancak, bitkilerin fenolik madde içeriklerinin genetik ve çevresel faktörlere göre farklılıklar gösterdiği bildirilmektedir (Van der Sluis vd 2001, Tomas-Barberan ve Espin 2001). Araştırma kapsamında analiz edilen çeşitler arasındaki fenolik madde miktarlarındaki farklılığın da her bir çeşidin genetik özelliğindeki farklılık ve iklimsel faktörlerden ileri gelebileceği düşünülmektedir. Hasat dönemleri arasındaki tespit edilen farklılığın da meyve içerisinde meydana gelen biyokimyasal değişimlerden dolayı beklenen bir değişim olduğu varsayılmaktadır.

4.5. Avokadonun ve Avokado Püresinin Serbest Yağ Asitliği ve p-Anisidin Değerleri

Avokado genel meyve özelliklerinden farklı olarak yüksek yağ içeriğine sahiptir. Bu nedenle gerek meyve gerekse de püresinde yağda meydana gelen kimyasal bozulmaların da takip edilmesi önem taşımaktadır. Yağda ortaya çıkan en önemli bozulmalar da hidroliz ve oksidasyon tepkimeleridir. Hidroliz kimyasal ve enzimatik (lipaz) olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleşebilmektedir. Her iki tepkimede ortamda su bulunması durumunda gerçekleşmektedir (Nawar 1985, Nas vd 1992, Kayahan 1998). Örneklerde araştırma kapsamında kullanılan titrimetrik yöntemle lipaz aktivitesi tespit edilememiştir. Bu nedenle

örneklerde tespit edilen serbest yağ asitliğinin özellikle kimyasal yolla gerçekleşen hidrolizden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Örnekler doymamış yağ asitleri içeriğinin yüksek olması ile de oksidasyona duyarlıdır. Lipidlerde gerçekleşen oksidasyon da hidrolizde olduğu gibi kimyasal (otooksidasyon) ve enzimatik (lipoksigenaz) yolla olabilmektedir. Otooksidasyon ve lipoksigenaz enzimi tarafından katalizlenen oksidasyon reaksiyonlarının hızı üzerine yağ asidinin çeşit ve miktarı, oksijen, sıcaklık, nem gibi faktörler etkili olmaktadır. Lipoksigenaz enzimi tarafından katalizlenen oksidasyon hızı üzerine bu faktörlere ilave olarak enzimin aktivitesi ve ortam pH'sı da etki etmektedir. Araştırma kapsamında örneklerdeki oksidasyon derecesini belirlemek amacıyla *p*-anisidin değeri analizinden yararlanılmıştır. *p*-anisidin değeri analizi ile örneklerde oksidasyonun ikinci aşamasında oluşan hidroperoksitlerin parçalanma ürünleri olan karbonil bileşikler (aldehit, keton vb) miktarlarının bir göstergesidir (Nawar 1985, Kayahan 1998). Moreno vd (2003) tarafından yapılan çalışmada avokado yağında ikincil oksidasyon ürünü olan hekzenal, heptenal, oktanal, nonanal gibi aldehit bileşiklerinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Oksidasyonun birinci aşamasında oluşan hidroperoksitler tatsız ve kokusuz bileşikler olduğu ve yağların tüketilebilirliği açısından önem taşımadığı bildirilmektedir. Oksidasyon reaksiyonlarının ikinci aşamasında ise hidroperoksitler aldehit ve ketonlara dönüşmektedir. Bu bileşikler ürününün tüketilebilirliğini tat ve koku üzerinde olumsuzluklara neden olmasından dolayı önemli oranda etkilemektedir (Nawar 1985, Kayahan 1998, Kayahan 2004). Yağ içeriği yüksek gıdalarda *p*-anisidin değeri oksidasyon derecesinin tespiti amacıyla yararlanılan analiz metodlarından birisidir (Kermasha vd 1993, Yoshida ve Kajimoto 1994, Oomah vd 1998, Özçelik ve Evranuz 1998, Yoshida ve Takagi 1999, Oomah vd 2000, Labrinea vd 2001, Tan vd 2002, Bangash vd 2004, Baiano ve Nobile 2005, Muik vd 2005, Naz vd 2005, Yoshida vd 2006). Yağlardaki oksidasyon göstergesi olan *p*-anisidin değeri için NSF International Standard/American National Standard tarafından üst limit olarak 20 bildirilmektedir (Anonymous 2005).

Örneklerin ortalama serbest yağ asitliği değerleri Çizelge 4.21'de, varyans analizi sonuçları da Çizelge 4.22'de verilmiştir. Avokado, çeşit ve hasat zamanına göre %0.31-0.34

(oleik) oranları arasında değişen serbest yağ asitliği değerlerine sahiptir. Örneklerde oksidasyon derecesinin bir göstergesi olan *p*-anisidin değeri ise araştırma kapsamında kullanılan spektrofotometrik analiz yönteminin hassasiyet değerlerinin altında kalmıştır. Avokado meyvesinin serbest yağ asitliği değerleri üzerine çeşit, hasat zamanı ve çeşit x hasat zamanı interaksyonunun etkisi önemsiz düzeyde ($p>0.05$) kalmıştır (Çizelge 4.22).

Hasat edilen meyvede önemli bir problem olmayan serbest yağ asitliği ve oksidasyon ürünleri (*p*-anisidin değeri) yeme olgunluğuna geldikten sonra püreye işlemeden sonra ürün uygun şartlarda muhafaza edilmez ise önemli bir sorun olabilmektedir. Avokado püresinin çeşitlerin hasat zamanına göre serbest yağ asitliği ortalamaları Çizelge 4.23'de, *p*-anisidin değerleri ortalamaları Çizelge 4.24'de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.25'te, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi, sonuçları da Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Hammaddede %0.30'lar (oleik asit) düzeyinde olan serbest yağ asitliği değerleri işlenmiş ürünlerde depolama sonunda ilk değerin yaklaşık iki katına ulaşmıştır. Üretilen pürelerin depolama başlangıcındaki serbest yağ asitliği değerleri %0.52-0.66 (oleik asit) arasında değişim göstermiştir. Altı aylık depolama periyodu sonunda ise %0.66 olarak en düşük -18°C'de muhafaza edilen örneklerde tespit edilmiş, en yüksek ise %2.97 ile +4°C'de muhafaza edilen örneklerde tespit edilmiştir. Valdiva vd (2002)'nin bildirdiğine göre serbest yağ asitliğinin Gıda Kodeksinde kabul edilebilir üst limiti %1 olarak bildirilmiştir. -18°C'de muhafaza edilen örneklerin tamamının serbest yağ asitliği değerleri kabul edilebilir üst limit değerin altında kalmıştır. 4°C'de muhafaza edilen örneklerde ise serbest yağ asitliği değerleri üçüncü aydan itibaren limit değeri aşmaya başlamış olup altı aylık depolama periyodu sonunda ilk değerin 4-6 katına ulaşmıştır.

Avokado püresinin serbest yağ asitliği üzerine çeşit, hasat zamanı, depolama süresi ve depolama sıcaklığının etkisi önemli olmuştur. Araştırma kapsamında incelenen çeşitlerin ortalama serbest yağ asitliği değerleri kabul edilebilir limit olan %1'ler civarında değişmektedir. Çeşitler içersinde en yüksek serbest yağ asitliği %1.15 ile Hass çeşidinde tespit edilmiş, bunu sırasıyla Zutano, Fuerte ve Bacon çeşitleri takip etmiştir. Örneklerin hasat

Çizelge 4.21. Avokado çeşitlerinin serbest yağ asitliği ve ortalama *p*-anisidinin değerleri

Çeşit	Hasat	SYA	<i>p</i> -anisidin
Bacon	1. Hasat	0.32	t.e.
	2. Hasat	0.31	t.e.
	3. Hasat	0.31	t.e.
Zutano	1. Hasat	0.32	t.e.
	2. Hasat	0.32	t.e.
	3. Hasat	0.32	t.e.
Fuerte	1. Hasat	0.32	t.e.
	2. Hasat	0.32	t.e.
	3. Hasat	0.34	t.e.
Hass	1. Hasat	0.32	t.e.
	2. Hasat	0.32	t.e.
	3. Hasat	0.32	t.e.

t.e.: Tespit edilemedi, SYA: Serbest yağ asitliği

Çizelge 4.22. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre serbest yağ asitliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V.K	SD	Serbest Yağ Asitliği	
		KO	F
Çeşit (Ç)	3	0.0003	0.62
Hasat (H)	2	0.0001	0.23
Ç x H	6	0.0002	0.44
Hata	36	0.0004	

(*) $p < 0.05$ seviyesinde, (**) $p < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

zamanına göre de serbest yağ asitliği değerlerinde istatistiksel olarak farklılıklar olmuş, ancak bu farklılık sayısal anlamda oldukça düşük olmuştur. Avokado pürelerinin depolama süresine bağlı olarak ortalama serbest yağ asitliği değeri depolama periyodu sonunda yaklaşık üç kat artmıştır. Örneklerin serbest yağ asitliği değerlerindeki depolama süresine bağlı artış başlangıçta sonraki aşamalara göre daha yüksek olmuştur (Şekil 4.36). Depolama süresine bağlı ortalama serbest yağ asitliği değerlerine göre de pürelerin ortalama raf ömrü üç aydır. Depolama sıcaklığının serbest yağ asitliği üzerine etkisi ise oldukça belirgin olmuştur. Derin dondurucuda (-18°C) depolanan örneklerde %0.64 (oleik asit) olan serbest yağ asitliği buzdolabı sıcaklığında ($+4^{\circ}\text{C}$) bu değerden yaklaşık 2.3 kat daha yüksek (%1.46) olmuştur. Derin dondurucuda (-18°C) depolanan ürünlerde renk değerlerinde olduğu gibi serbest yağ asitliği değerleri de altı aylık depolama periyodu sonrasında herhangi bir problem oluşturacak düzeye ulaşmamıştır. Bu iki sıcaklık arasındaki farkın su aktivitesi farkından ileri gelebileceği düşünülmektedir. Çünkü serbest yağ asitliği artışında reaktant olarak davranan su derin dondurucuda serbest formda bulunmamaktadır. Ayrıca serbest yağ asitliği artışına

katalizleyen lipaz enziminin aktivitesinde de gerek sıcaklık gerekse de suyun donmuş formda bulunması reaktant hareketliliğini dolayısı ile de reaksiyon hızını yavaşlatmaktadır. Bu iki sıcaklıktaki örneklerin serbest yağ asitliği değerleri arasındaki farkın bu durumlardan ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Avokado püresinin *p*-anisidin değerleri santrifüjle ısı uygulamadan 12°C'de ekstrakte edilmiş yağlarda spektrofotometrik yöntemle analiz edilmiştir. Bacon, Zutano, Fuerte ve Hass çeşitlerinden üretilen pürelerin tamamında depolama başlangıcında kullanılan yöntemle *p*-anisidin değeri tespit edilememiştir. Depolama periyodu sonunda da -18°C'de depolanan örneklerde *p*-anisidin değerleri analiz hassasiyetinin altında kalmış, 4°C'de depolanan örneklerde ise bu değer altı aylık depolama periyodu sonundaki örneklerde 1.89 ile 2.62 değerleri arasında değişim göstermiş olup, örneklerin tamamında tespit edilen *p*-anisidin değerleri limit değerin (20) altında kalmıştır. Avokado pürelerin *p*-anisidin değerleri üzerine çeşit, hasat zamanı, depolama süresi ve depolama sıcaklığının etkisi önemli ($p < 0.05$) olmuştur. Çeşitler arasında en yüksek *p*-anisidin değerine sahip örnek 0.83 değeri ile Fuerte çeşidi olmuş, bunu sırasıyla Zutano, Hass ve Bacon çeşitleri izlemiştir. Örneklerin *p*-anisidin değerleri hasat dönemleri arasında da önemli farklılıklar göstermiş, bu kalite kriteri 0.63 değeri ile en düşük birinci hasat örneklerinde tespit edilmiş, bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemi örnekleri takip etmiştir. Örneklerin *p*-anisidin değeri depolama süresine bağlı olarak genellikle bir artış göstermiştir. Depolama sıcaklığı da avokado püresinin *p*-anisidin değeri üzerinde belirleyici etkiye sahip olmuş, bu değer 4°C'de depolanan örneklerde 1.46 iken derin dondurucuda -18°C'de muhafaza edilen örneklerde analiz hassasiyetinin altında kalmıştır.

Avokado püresinin serbest yağ asitliği ve oksidasyon göstergesi olan peroksit sayısı üzerine Valdiva vd (2002) tarafından bir çalışma yapılmıştır. Araştırma kapsamında üretilen avokado püreleri 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.5 kGy dozlarında ışınlamaya tabi tutulmuş, ışınlanmış ürünler dondurulmuş olarak bir yıl süreyle depolanmıştır. Depolama periyodu sonunda örneklerin serbest yağ asitliği değeri %0.67 (oleik asit), peroksit sayısı da 5.5 meqg/kg değerine ulaşmıştır. Bu değerler kabul edilebilir limitlerin altında kalmıştır. Pauker vd (1992)'de dondurulmuş avokado püresindeki depolama ile (-18°C) serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı değerleri değişimini analiz etmişlerdir. Araştırma sonunda örneklerin serbest

Çizelge 4.23. Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre ortalama serbest yağ asitliği (% oleik) değerleri

Çeşit	Hasat	Sıcaklık	Depolama periyodu (Ay)						
			0	1	2	3	4	5	6
Bacon	1. Hasat	+4°C	0.55	1.05	1.14	1.34	1.49	1.69	1.81
		-18°C	0.55	0.58	0.61	0.63	0.64	0.67	0.72
	2. Hasat	+4°C	0.52	0.97	1.19	1.37	1.52	1.67	1.79
		-18°C	0.52	0.56	0.59	0.60	0.63	0.66	0.71
	3.Hasat	+4°C	0.57	1.02	1.32	1.54	1.79	1.96	2.29
		-18°C	0.57	0.60	0.63	0.63	0.63	0.68	0.71
Zutano	1. Hasat	+4°C	0.57	0.89	1.24	1.47	1.72	1.88	2.07
		-18°C	0.57	0.61	0.63	0.68	0.70	0.72	0.75
	2. Hasat	+4°C	0.61	1.11	1.50	1.74	1.99	2.24	2.59
		-18°C	0.61	0.62	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74
	3.Hasat	+4°C	0.59	0.93	1.09	1.35	1.56	1.80	2.14
		-18°C	0.59	0.62	0.64	0.67	0.69	0.71	0.75
Fuerte	1. Hasat	+4°C	0.55	0.81	1.04	1.24	1.56	1.76	2.05
		-18°C	0.55	0.58	0.61	0.66	0.69	0.71	0.72
	2. Hasat	+4°C	0.56	0.92	1.14	1.43	1.68	1.86	2.15
		-18°C	0.56	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73
	3.Hasat	+4°C	0.57	0.87	1.06	1.30	1.50	1.67	2.00
		-18°C	0.57	0.60	0.63	0.67	0.69	0.71	0.74
Hass	1. Hasat	+4°C	0.55	1.26	1.69	2.08	2.42	2.68	2.97
		-18°C	0.55	0.58	0.61	0.62	0.64	0.65	0.66
	2. Hasat	+4°C	0.66	0.90	1.08	1.43	1.74	2.10	2.65
		-18°C	0.62	0.63	0.65	0.67	0.69	0.70	0.73
	3.Hasat	+4°C	0.58	0.93	1.21	1.44	1.85	2.19	2.62
		-18°C	0.58	0.60	0.60	0.63	0.63	0.68	0.70

Çizelge 4.24. Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre ortalama *p*-anisidin değerleri

Çeşit	Hasat	Sıcaklık	Depolama periyodu (Ay)						
			0	1	2	3	4	5	6
Bacon	1. Hasat	+4°C	t.e.	t.e.	0.42	1.06	1.58	1.76	1.89
		-18°C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	2. Hasat	+4°C	t.e.	0.02	0.46	1.06	1.77	1.91	2.05
		-18°C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	3.Hasat	+4°C	t.e.	0.28	0.93	1.41	1.89	2.04	2.11
		-18°C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
Zutano	1. Hasat	+4°C	t.e.	0.56	0.87	1.61	2.36	2.53	2.61
		-18°C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	2. Hasat	+4°C	t.e.	0.47	1.31	1.76	2.17	2.46	2.62
		-18°C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	3.Hasat	+4°C	t.e.	0.67	1.97	2.05	2.28	2.57	2.60
		-18°C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
Fuerte	1. Hasat	+4°C	t.e.	0.51	0.99	1.49	1.87	2.19	2.46
		-18°C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	2. Hasat	+4°C	t.e.	1.10	1.46	1.94	2.16	2.48	2.09
		-18°C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	3.Hasat	+4°C	t.e.	1.23	1.97	2.53	2.71	2.99	2.43
		-18°C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
Hass	1. Hasat	+4°C	t.e.	t.e.	0.61	1.43	1.80	2.27	2.57
		-18°C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	2. Hasat	+4°C	t.e.	0.78	1.29	1.74	2.23	2.72	2.05
		-18°C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	3.Hasat	+4°C	t.e.	0.99	1.52	2.03	2.53	2.91	2.33
		-18°C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

t.e.: Tespit edilemedi

Çizelge 4.25. Avokado püresinin çeşit ve hasat zamanına göre ortalama renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V.K	Serbest yağ asitliği (% oleik)		<i>p</i> -anisidin Değeri	
	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	1.04	449.88**	2.93	565.43**
Hasat (B)	0.056	24.42**	2.64	509.83**
Sıcaklık (C)	110.39	47926.07**	359.86	69524.07**
Süre (D)	9.79	4248.58**	20.10	3882.59**
A x B	0.460	199.63**	0.171	33.00**
A x C	1.03	447.98**	2.93	565.43**
A x D	0.084	36.46**	0.143	27.70**
B x C	0.080	34.65**	2.64	509.83**
B x D	0.012	5.04**	0.190	36.74**
C x D	6.76	2934.58**	20.10	3882.59**
A x B x C	0.521	226.06**	0.171	33.00**
A x B x D	0.025	10.86**	0.048	9.37**
B x C x D	0.008	3.64**	0.190	36.74**
AxBxCxD	0.053	23.10**	0.080	15.48**
Hata	0.002		0.005	

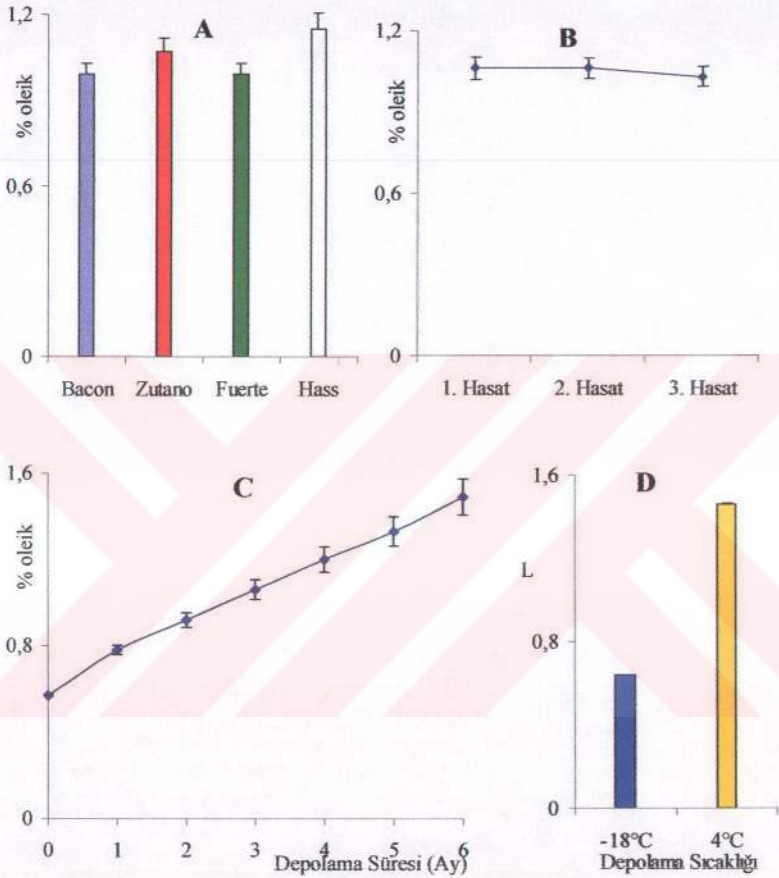
(**) $p < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

yağ asitliği değerleri %0.14'den %0.28 (oleik) oranına ulaşmıştır. Derin dondurucuda muhafaza edilen örneklerin peroksit sayısı 0 ile 0.01 meqg/kg değerleri arasında değişim göstermiştir. Bu değerler özellikle derin dondurucuda depolanan örneklerde asitlik ve oksidasyon açısından problemle karşılaşmadığını göstermektedir. Yaptığımız çalışmada da dondurulmuş olarak muhafaza edilen ürünlerin serbest yağ asitliği limit değerinin altında (%1 oleik) ve oksidasyon göstergesi olan *p*-anisidin değerleri de analiz hassasiyetinin altında kalmıştır. Avokado yağının oksidasyona duyarlılığı üzerine Werman ve Neeman (1986) yapılan çalışmada avokado yağının oda sıcaklığında 71 günlük depolanması durumunda peroksit sayısının 5.85'den 11.03 meqg/kg değerine ulaşmıştır. Bu değerler avokado yağının oksidasyona karşı dayanıklı olduğunu göstermektedir. Nitekim Lu vd (2005) avokadonun antioksidan özellik gösteren tokoferoller bakımından zengin bir kaynak olduğunu bildirmektedir. Araştırmacılar, avokadoda hasat zamanına göre değişmekle birlikte, 177-746 µg/100 g oranında γ-tokoferol ve 2537-3278 µg/100 g oranında α-tokoferol bulunduğunu tespit edilmişlerdir. Nitekim Yoshida ve Takagi (1999) tokoferollerin bitkisel sıvı yağlarda oksidasyonu önlemede başarılı antioksidan olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma kapsamındaki örneklerde *p*-anisidin değerinin düşük olmasında ayrıca düşük sıcaklıkta depolama, karbondioksit gazı altında muhafaza etme gibi faktörlerin de etkili olduğu düşünülmektedir.

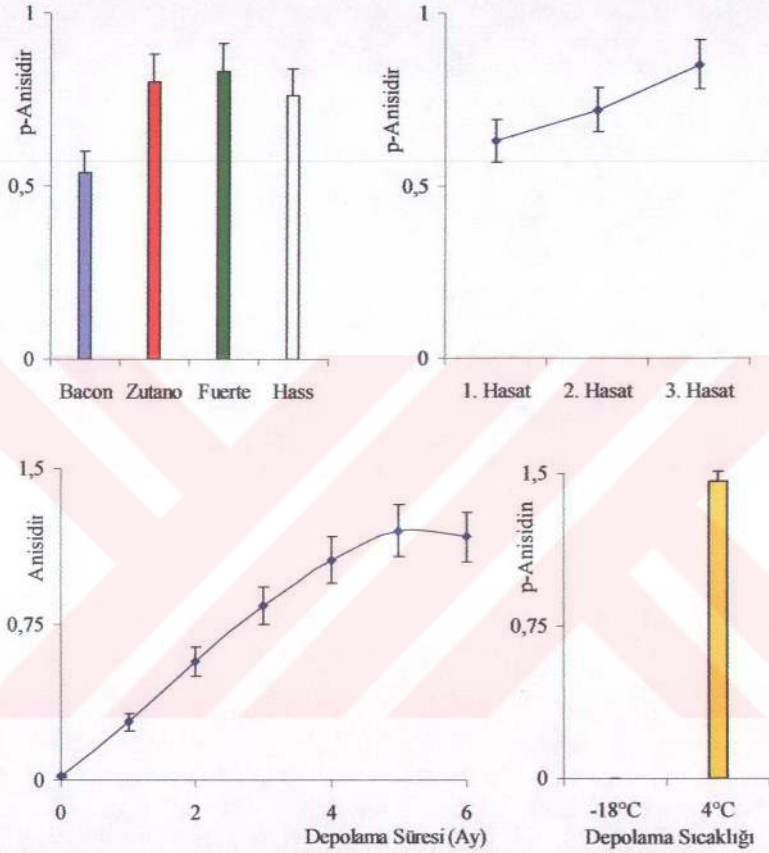
Çizelge 4.26. Avokado püresinin ortalama serbest yağ asitliği ve *p*-anisidin değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Ortalama±Standart Hata)*

		Asitlik (% oleik)	<i>p</i> -anisidin
<u>Çeşit</u>	Bacon	0.99 ^c ±0.038	0.54 ^b ±0.061
	Zutano	1.07 ^b ±0.044	0.80 ^a ±0.081
	Fuerte	0.99 ^c ±0.038	0.83 ^a ±0.080
	Hass	1.15 ^a ±0.057	0.76 ^a ±0.078
<u>Hasat</u>	1. Hasat	1.06 ^a ±0.041	0.63 ^c ±0.061
	2. Hasat	1.06 ^a ±0.039	0.72 ^b ±0.064
	3. Hasat	1.03 ^b ±0.037	0.85 ^a ±0.072
<u>Depolama Süresi</u>	0. Ay	0.57 ^a ±0.004	0.02 ^f ±0.008
	1. Ay	0.78 ^f ±0.021	0.28 ^e ±0.041
	2. Ay	0.92 ^e ±0.034	0.57 ^d ±0.070
	3. Ay	1.06 ^d ±0.046	0.84 ^c ±0.091
	4. Ay	1.20 ^b ±0.058	1.06 ^b ±0.111
	5. Ay	1.33 ^b ±0.068	1.20 ^a ±0.126
	6. Ay	1.49 ^a ±0.083	1.17 ^a ±0.120
<u>Depolama Sıcaklığı</u>	-18°C	0.64 ^b ±0.003	tc
	+4°C	1.46 ^a ±0.032	1.46±0.051

*: Çeşit için n=168, hasat için n: 224, depolama süresi için n=96, depolama sıcaklığı için n=336. Farklı harfler her bir faktör (çeşit, hasat, depolama süresi, depolama sıcaklığı) için ortalamaların p<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.



Şekil 4.36. Avokado püresinin serbest yağ asitliğinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi



Şekil 4.37. Avokado püresinin *p*-anisidin değerinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi

4.6. Avokadonun ve Avokado Püresinin Renk Değerleri

Avokado püresi üretiminde renk önemli kalite kriterlerinin başında gelmekte olup, bu ürünün rengi üzerinde başta hammadde çeşidi olmak üzere birçok faktör etkili olmaktadır.

Araştırmada, örneklerin renk değerleri Minolta CR-400 cihazı ile sıvı ölçüm kabı kullanılarak ölçülmüştür. Araştırma kapsamında püre üretiminde kullanılan ve üç farklı dönemde hasat edilen Bacon, Zutano, Fuerte ve Hass çeşitlerinin CIE Lab renk değerleri Çizelge 4.27’de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.28’de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Araştırma kapsamında kullanılan örneklerin beyazlık-siyahlık göstergesi olan L renk değerleri 62.11-68.49, yeşillik göstergesi olan negatif a değerleri -9.77 ile -13.71, sarılık göstergesi olan pozitif b renk değeri de 32.42 ile 36.97 arasında dağılım göstermiştir. Varyans analizi sonuçları avokado örneklerinin renk değerleri üzerine çeşit, hasat zamanı ve çeşit x hasat zamanı interaksiyonunun önemli ($p<0.01$) etkisinin olduğunu göstermiştir. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da çeşitler ve hasat zamanlarına göre örneklerin renk değerlerinde önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Avokado çeşitleri arasında en yüksek L renk değerine Bacon çeşidi (67.79) sahip olmuş, bu çeşidi sırasıyla Zutano, Fuerte ve Hass izlemiştir. Zutano ve Fuerte çeşitlerinin L renk değerleri arasındaki sayısal farklılık istatistiksel olarak önemsiz düzeyde ($p>0.05$) kalmıştır. Avokadonun hasat zamanlarına göre de L renk değerleri arasında farklılıklar oluşmuş, örneklerin L renk değeri birinci hasattan üçüncü hasat dönemine doğru düşüş göstermiştir (Çizelge 4.29, Şekil 4.38).

Çizelge 4.27. Avokado çeşitlerinin ortalama renk değerleri

Çeşit	Hasat	L	a	b
Bacon	1. Hasat	66.77	-10.98	32.42
	2. Hasat	68.13	-10.68	33.21
	3. Hasat	68.49	-9.77	36.50
Zutano	1. Hasat	63.96	-13.71	33.57
	2. Hasat	66.30	-12.65	33.99
	3. Hasat	67.14	-11.27	35.77
Fuerte	1. Hasat	65.84	-10.66	36.97
	2. Hasat	65.39	-11.42	35.49
	3. Hasat	65.48	-10.79	35.84
Hass	1. Hasat	62.33	-11.52	36.07
	2. Hasat	62.11	-11.49	35.89
	3. Hasat	65.58	-11.06	36.59

Çizelge 4.28. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre ortalama renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V.K	SD	L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	3	39.81	204.28**	9.38	162.96**	14.74	243.72**
Hasat (B)	2	15.41	79.06**	4.58	79.61**	11.65	192.51**
A x B	6	4.68	23.99**	1.31	22.76**	5.16	85.30**
Hata	36	0.19		0.06		0.06	

(**) p<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.29. Avokadonun ortalama renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Ortalama±Standart Hata)*

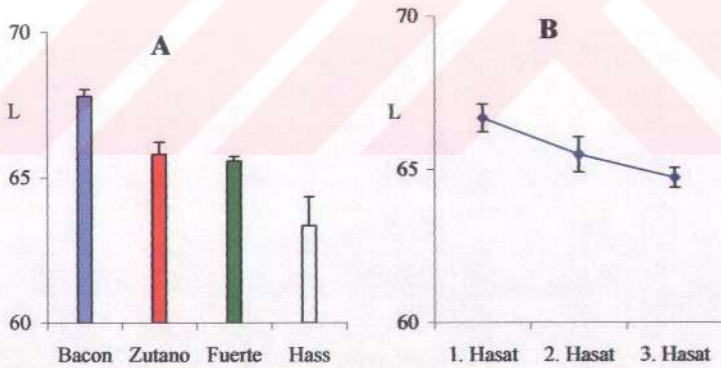
		L		a		b	
Çeşit	Bacon	67.79 ^a ±0.235		-10.48 ^d ±0.168		34.04 ^b ±0.537	
	Zutano	65.80 ^b ±0.414		-12.54 ^a ±0.312		34.44 ^b ±0.293	
	Fuerte	65.57 ^b ±0.154		-10.96 ^c ±0.117		36.10 ^a ±0.200	
	Hass	63.34 ^c ±0.99		-11.35 ^b ±0.077		36.18 ^a ±0.116	
Hasat	1.Hasat	66.67 ^a ±0.454		-11.72 ^a ±0.315		34.76 ^b ±0.478	
	2.Hasat	65.48 ^b ±0.574		-11.56 ^a ±0.192		34.64 ^b ±0.289	
	3.Hasat	64.72 ^c ±0.329		-10.72 ^b ±0.151		36.17 ^a ±0.102	

*: Çeşit için n=12, hasat için n: 16. Farklı harfler her bir faktör (çeşit, hasat) için ortalamaların p<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

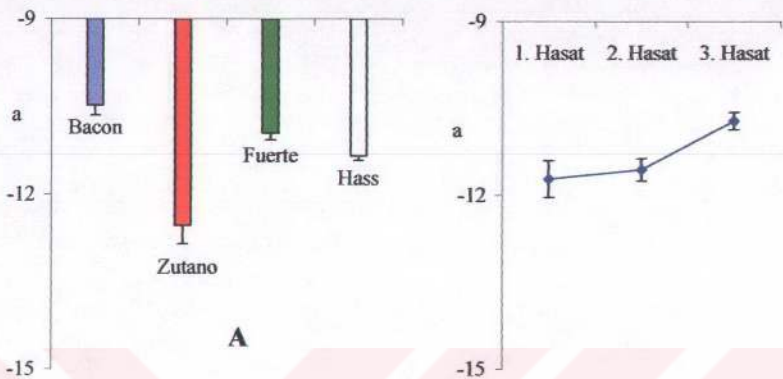
Avokadonun en önemli renk değeri yeşillik göstergesi olan negatif a değeridir. Araştırma kapsamında incelenen çeşitler arasında en düşük a renk değeri -12.54 ile Zutano çeşidinde saptanmış, bu çeşidi -11.35 ile Hass, -10.96 ile Fuerte ve -10.48 ile de Bacon çeşidi izlemiştir. Çeşitler arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli düzeyde (p<0.05) bulunmuştur. Avokado püresinde yeşil renk istenilen bir özelliktir. Hammadde verilerine göre püre üretimine en uygun çeşit Zutano'dur. Ancak üretilen pürenin raf stabilitesi üzerinde hammaddenin rengi yanında, esmerleşmeye neden olan enzimlerin aktivitesi, fenolik madde bileşimi bir çok faktör etki etmektedir. Örneklerin a renk değeri hasat zamanlarına göre de önemli farklılıklar göstermiştir. Birinci ve ikinci hasat dönemi örneklerinin a renk değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz (p>0.05) düzeyde iken, üçüncü hasat döneminde tespit edilen değer ilk iki hasat döneminden önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Bu verilere göre de avokadoların ilk iki hasat döneminde üçüncü hasat dönemine oranla püre üretimine daha uygun olduğunu göstermektedir. Ancak böyle bir değerlendirmenin ürün son

kaliteleri de dikkate alınarak yapılması daha uygun olacaktır. Avokadonun çeşit ve hasat dönemlerine göre a renk değerlerindeki değişim Şekil 4.39'da ayrıca grafik halinde gösterilmiştir.

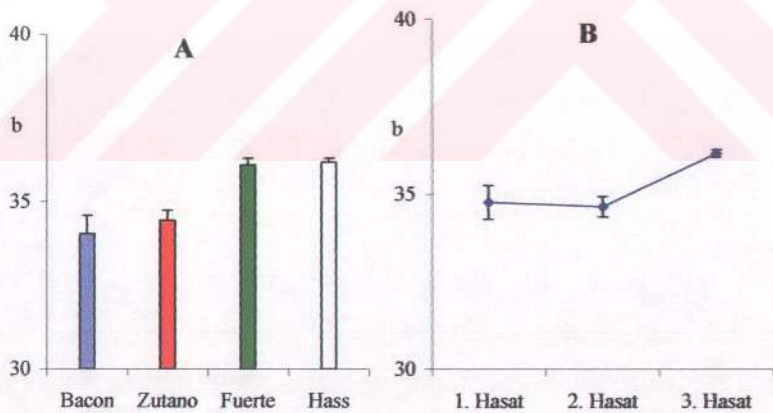
Araştırma kapsamında değerlendirmeye alınan bir diğer renk bileşeni de b değeridir. Araştırma kapsamında incelenen çeşitler arasında b renk değeri Fuerte (36.18) ve Hass (36.10) çeşitlerinde Bacon (34.04) ve Zutano (34.44) çeşitlerine oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Hasat dönemlerine göre de örneklerin b renk değerlerinde farklılıklar tespit edilmiş olup, en yüksek b renk değeri üçüncü hasat dönemi örneklerinde belirlenmiştir. Avokadoların hasat dönemine göre b renk değerlerindeki değişim a renk değerinin tam tersi olmuştur. Bu değerler yeşil renk göstergesi olan negatif a değerleri ile sarı renk göstergesi olan pozitif b renk değerleri arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Örneklerin ilk iki hasat dönemi b renk değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz düzeyde olmuştur ($p>0.05$). Örneklerin çeşit ve hasat dönemine göre b renk değerlerindeki değişim Şekil 4.40'da ayrıca grafikler halinde gösterilmiştir.



Şekil 4.38. Avokadonun L renk değerinin çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.39. Avokadonun a renk değeri için çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.40. Avokadonun b renk değeri için çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi

Avokadonun hasat olgunluğu aşamasındaki belirlenen renk değerleri klimakterik özellikler gösteren meyvenin yeme olgunluğuna gelme aşamasında, olgunlaşan meyvelerin püreye işlenmesi ve üretilen pürelerin de depolanması sırasında önemli oranlarda değişebilmektedir. Avokado püresi üretiminde renk önemli kalite kriterlerinin başında gelmektedir. Bu renk değişimi istenmeyen yönde olup, ürünün rengi üzerinde başta hammadde çeşidi olmak üzere ortam sıcaklığı, pH, ambalaj atmosfer bileşimi gibi bir çok faktörlerden etkilenmektedir. Bu nedenle avokado püresindeki istenmeyen renk değişimini önlemek amacıyla fiziksel (ısı uygulaması, işınlama, yüksek basınç vb), kimyasal veya fiziksel ve kimyasal yöntemlerin bir arada uygulandığı proseslere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırma kapsamında kombine kimyasal bir yöntem olan antioksidan (askorbik asit), asitlik düzenleyici (sitrik asit) ve enzim inhibitörlerinden (NaCl) beraberce yararlanılmıştır. Ayrıca üretilen ürünlere koruyucu olarak 300 mg/kg dozunda sorbik asit eklenmiş ve elde edilen ürünler karbondioksit gazı altında ambalajlanarak da renk değişim problemi önlenmeye çalışılmıştır. Sorbik asidin ADI değeri 0-25 mg/kg vücut ağılığı olup (Anonymous 2004), ülkemizde hazır salatalarda 1500 mg/kg olarak sınırlandırılmıştır (Sağlam 2000). Araştırma kapsamında kullanılan sorbik asit limit değerlerin olduğu altında kalmıştır. Yüksek dozda sorbik asit kullanımı ürün duyuusal özellikleri üzerinde olumsuzluklara neden olduğu bildirilmektedir. Koruyucu olarak kullanılan sorbik asidin ortamda fazla oksijen olması durumunda enzimatik esmerleşmenin hızlanmasına neden olduğu bildirilmektedir (Soliva vd 2001). Bu nedenle örnekler karbondioksit gazı altında ambalajlanmıştır. Nitekim yaptığımız ön denemelerde de ortamdaki oksijen uzaklaştırılmadan ambalajlanan ürünlere -18°C'de depolanması durumunda bile özellikle ürün yüzeyinde kararmaların olduğu görölmüştür. Bu durum ayrıca polifenoloksidaz enziminin -18°C'de bile aktif olduğunu göstermektedir.

Araştırma kapsamında ürünlere kullanılan sitrik ve askorbik asit hem pH yı düşürerek, hem de üründe esmerleşmeye neden olan polifenoloksidaz enziminin prostetik grubu olan bakır iyonları ile şelat oluşturarak enzim aktivitesinde azalmalara neden olmakta, dolayısıyla da renk esmerleşmesini önlemektedir. Askorbik asit ayrıca antioksidan bir madde olup, polifenoloksidaz enzimi tarafından katalizlenen esmerleşme reaksiyonunun başlangıç aşamasında oluşan o-kinonları tekrar fenolik bileşiklere dönüştürerek enzimatik esmerleşmeyi önlemektedir (Soliva vd 2001). Soliva-Fortuny vd (2003) bu bilgilere ilave olarak sitrik asitle

askorbik asit arasında enzim aktivitesini önlemede sinerjistik bir etkinin de olduğunu bildirmişlerdir. Askorbik asidin sitrik asitle düşürülmüş pH ortamında antioksidan aktivitesinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Pizzocaro vd 1993). Ürünlere eklenen sodyum klorit ise ürünlerdeki polifenoloksidaz aktivitesini dolayısı ile de esmerleşmeyi, enzimin aktif bölgesinde bulunan bakır ile kompleks oluşturarak göstermektedir (Weemaes vd 1999). Püre örneklerine eklenen sodyum klorit de düşük pH ortamlarında enzim aktivitesini engellemede dolaylı olarak da rengin korunmasında daha başarılı etki göstermektedir (Pizzocaro vd 1993). Ancak araştırma kapsamında yapılan uygulamalarla avokado püresindeki renk değişim problemini tümünden engellemek mümkün olamamıştır. Karbondioksit gazı altında ambalajlama ile de enzimatik esmerleşme reaksiyonunun gerçekleşmesi için gerekli olan enzim, substrat ve oksijen bileşenlerinden biri olan oksijen ortamdaki uzaklaştırılarak reaksiyon engellenmektedir.

Kombine yöntemle püreye işlenen ürünlerin üretiminden hemen sonra ve ürün renklerinin raf stabilitesini belirlemek amacıyla da altı aylık depolama periyodu boyunca birer aylık aralıklarla L, a ve b renk değerleri ölçülmüştür. Avokado pürelerinin yapılan ölçüm değerlerine ait ortalama L renk değerlerine ait veriler Çizelge 4.30'da, a renk değerine ait veriler Çizelge 4.31'de ve b değerleri de Çizelge 4.32'da, CIE-Lab renk değerlerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.33'te Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Bacon çeşidinde hammaddede ortalama 67.79 olan L renk değeri olgunlaştırılıp püreye işlenen örneklerde depolama başlangıcında ortalama 66.91 değerine düşmüştür. Zutano, Fuerte ve Hass çeşitlerinden üretilen pürelerin L renk değerleri de depolama başlangıcında sırasıyla 64.50, 61.08 ve 60.74 olarak tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında üretilen pürelerin enzimatik renk esmerleşme reaksiyonundan etkilenen renk bileşenlerinden birisi olan L değeri çeşitler arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Soliva vd (2002) avokado püresindeki renk değişiminin özellikle L ve a renk değerlerindeki değişimden ileri geldiğini bildirmişlerdir. Üretilen pürelerin çeşitlere ait renk değerleri; üç farklı dönemde hasat edilen, iki farklı sıcaklıkta altı ay süreyle depolanan 168 örneğin ortalama değeri olup depolama başlangıcında olduğu gibi yine en yüksek Bacon (63.81) çeşidinde ölçülmüş bunu sırasıyla Zutano, Fuerte ve Hass çeşitleri izlemiştir (Çizelge 4.34, Şekil 4.41). Genel bir değerlendirme

yapıldığında Bacon ve Zutano çeşitlerinin ortalama L renk değerine göre Fuerte ve Hass çeşitlere oranla daha başarılı olduğu görülmektedir. Üretilen pürelerin L renk değerlerinde hasat dönemleri arasında ise istatistiksel olarak farklılık gösterse de sayısal anlamda önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Örneklerin L renk değerleri üzerine depolama süresinin etkisi de önemli bulunmuştur. L renk değeri üretilen pürelerde depolama periyodu başlangıcında 63.20 iken depolama periyodu sonunda %7.04'lük düşüşle 58.75 olmuştur (Çizelge 4.34). L renk değerinin depolama periyodunun başlangıç bölümünde, son dönemlere oranla daha hızlı düşüş göstermiş (Şekil 4.40) olup ikinci dereceden bir eşitlik ile uyum göstermiştir ($y = 0.09x^2 - 1.23x + 62.93$, $R^2 = 0.98$, x: depolama süresi (ay), y: L renk değeri). Bu değişimin esmerleşme üzerinde etkili olan enzimlerin depolama periyodu boyunca farklılık gösteren polifenoloksidaz ve peroksidaz aktivitesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Üretilen pürelerin depolanması periyodunda depolama sıcaklığına bağlı olarak L renk değeri değişim hızı farklılık göstermiştir. Örneklerin L renk değeri üzerine depolama sıcaklığının önemli etkisi olmuş, iki sıcaklık arasında %4.75'lik bir fark olmuş, -18°C'de bu değer 61.92 iken +4°C'de muhafaza edilen örneklerde 58.98 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.34, Şekil 4.41).

Bacon çeşidinde hammaddede -10.48 olan a renk değeri olgunlaştırılıp püreye işlenmiş örneklerde depolama başlangıcında %13'lük bir değişimle -9.13 değerine düşmüştür. Zutano çeşidinde bu değişim oranı yine %13, Fuerte çeşidinde %11 ve Hass çeşidinde de %9 olarak gerçekleşmiştir. Avokado pürelerinin enzimatik esmerleşmeye bağlı değişen ve örneklerin en önemli kalite kriterlerinden birisi olan negatif a renk değeri üzerine çeşit, hasat dönemi, depolama süresi, depolama sıcaklığı faktörlerinin önemli etkisi olmuştur. Araştırma kapsamında incelenen çeşitler arasında en düşük a renk değeri hammadde de olduğu gibi yine Zutano çeşidinde olmuş, bunu sırasıyla Hass, Bacon ve Fuerte çeşitleri izlemiştir. Fuerte ve Bacon çeşidi arasındaki sayısal farklılık istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.34). Bu verilere göre Zutano ve Hass çeşitlerinin Bacon ve Fuerte çeşitlerine göre püre üretimine daha uygun olduğunu göstermektedir. Lopez-Malo vd (1998) avokado püresinin raf ömrünün (kabul edilebilir depolama süresi) yeşil renk göstergesi olan negatif a değeri ile tespit edilebileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacıların bildirdiğine göre a değerinin -0.47 ± 0.30 olduğu durum avokado püresinin limit kabul edilebilir depolama süresi olarak

edilmektedir. Yaptığımız araştırma kapsamında dört avokado çeşidinin üç farklı hasat dönemi ve iki farklı depolama sıcaklığında altı aylık depolama süresi sonunda a renk değerleri bu değerin altında kalmıştır. Ancak geniş bir tüketici grubu ile değerlendirme yapılmamış olmasına rağmen tüketiciler tarafından kabul edilebilir a renk değerinin -4.50'ler seviyesinde olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.30. Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre I. renk değerleri

Çeşit	Hasat	Sıcaklık	Depolama periyodu (Ay)						
			0	1	2	3	4	5	6
Bacon	1. Hasat	+4°C	66.13	61.42	60.74	60.52	60.41	59.97	59.45
		-18°C	66.13	65.76	65.76	65.59	65.35	64.16	63.78
	2. Hasat	+4°C	67.85	64.90	63.13	63.30	62.28	62.95	62.13
		-18°C	67.85	67.56	66.99	66.41	64.91	64.46	64.37
	3.Hasat	+4°C	66.76	62.94	62.15	61.28	60.77	58.34	57.71
		-18°C	66.76	66.15	66.61	65.42	64.28	63.59	63.25
Zutano	1. Hasat	+4°C	63.25	62.68	61.51	60.49	60.14	60.10	59.62
		-18°C	63.25	63.06	62.91	62.84	62.62	62.44	62.23
	2. Hasat	+4°C	66.10	61.58	60.93	60.82	60.10	59.25	58.80
		-18°C	66.10	65.89	65.82	65.66	65.02	64.89	64.09
	3.Hasat	+4°C	64.14	62.79	61.81	61.62	60.95	60.34	59.34
		-18°C	64.14	63.56	63.26	62.78	62.63	62.35	62.44
Fuerte	1. Hasat	+4°C	60.98	58.82	58.18	57.84	57.59	57.25	56.74
		-18°C	60.98	60.63	60.33	59.61	59.17	58.90	58.56
	2. Hasat	+4°C	60.27	56.99	56.65	56.44	55.97	55.53	54.85
		-18°C	60.27	59.39	58.90	58.29	58.41	58.84	58.35
	3.Hasat	+4°C	61.98	59.68	57.91	55.99	56.34	54.91	55.57
		-18°C	61.98	60.79	60.16	59.63	59.08	58.89	58.43
Hass	1. Hasat	+4°C	61.48	58.50	56.91	56.26	55.65	54.55	54.24
		-18°C	61.48	61.11	60.66	60.46	59.95	59.13	58.85
	2. Hasat	+4°C	60.53	55.47	53.52	52.81	52.09	52.08	50.36
		-18°C	60.53	59.04	58.40	58.05	57.82	57.80	57.49
	3.Hasat	+4°C	60.21	56.25	54.55	53.95	53.66	53.18	53.14
		-18°C	60.21	59.35	58.53	58.36	58.01	57.27	56.42

Avokado pürelerinin hasat dönemine göre de a renk değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Elde edilen veriler püre üretimine en uygun hasat döneminin birincisi olduğunu, bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemi örneklerinin izlediğini göstermiştir. Bu veriler hammadde tespit edilen değerler ile paralellik göstermektedir. Bu da pürelerin hasat dönemine göre a renk değerleri arasındaki farkın hammadde ile gelebileceğini düşündürmektedir. Depolama süresine bağlı olarak ise a renk değerindeki değişim diğer iki renk bileşenine (L ve b renk değerleri) göre oldukça fazla olmuş olup ikinci dereceden bir eşitlik ile uyum göstermiştir ($y = -0.13x^2 + 1.41x - 9.76$, $r^2 = 0.98$, x: depolama süresi (ay), y: a renk değeri). Örneğin L renk değerinde depolama periyodu başlangıcı ile depolama periyodu (6 ay) sonu arasında yaklaşık %7 olan değişim, a renk değerinde %44'ler seviyesinde olmuştur. Avokado pürelerinin depolama süresine bağlı olarak renk değişim hızı başlangıç aşamasında daha yüksek olmuş, depolama periyodundaki ilerlemeye bağlı olarak değişim hızı yavaşlamıştır (Şekil 4.42). Nitekim, birinci ay sonunda ürünün a renk değerinde yaklaşık %20'lik bir değişim olmuştur. Bu farklılığın ileriki aşamada tartışılacak olan enzim aktivitesi (polifenoloksidaz, peroksidaz) ile ilişkisinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim Garcia ve Barrett (2002) depolama sıcaklığının polifenoloksidaz enzimi aktivitesi tarafından katalize edilen enzimatik esmerleşme reaksiyonunun hızı üzerinde etkili olduğunu, bu enzimin bulunduğu kaynağa göre değişmekle birlikte 25-30°C arasında maksimum oranda reaksiyonu katalize ettiği, depolama sıcaklığındaki düşüşe paralel olarak reaksiyon hızında önemli oranda azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. Depolama süresi ortalama a renk değerlerine göre altı aylık depolama süresi sonunda bile tüm örneklerin a renk değerinin -4.5 değerinin çok altında olduğu görülmektedir. Ancak depolama süresi değerleri çeşit ve depolama sıcaklık parametreleri ile birlikte yorumlandığında, derin dondurucuda -18°C'de muhafaza edilen çeşitlerin tamamının a renk değerinin kabul edilebilir limitler içerisinde kaldığını, +4°C'de ise çeşit ve hasat dönemlerine göre değişmekle birlikte ortalama 3-4 ay arasında değişim göstermektedir.

Skrede (1996) derin dondurucuda (-18°C) muhafaza edilen kiwi püresi örneklerinin yeşil renk göstergesi olan negatif CIE Lab renk değerlerinde oldukça düşük düzeyde değişiklikler olduğunu, bu değişimin de polifenoloksidaz enzimi tarafından katalizlenen enzimatik esmerleşme reaksiyonu sonucunda ortaya çıktığını bildirmiştir. Bu bilgi polifenoloksidaz enziminin derin dondurucuda bile aktif olduğunu göstermektedir. Araştırma

Çizelge 4.31. Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre a renk değerleri

Çeşit	Hasat	Sıcaklık	Depolama periyodu (Ay)						
			0	1	2	3	4	5	6
Bacon	1. Hasat	+4°C	-9.87	-6.29	-5.55	-4.82	-4.10	-3.67	-2.30
		-18°C	-9.87	-8.96	-8.74	-8.55	-8.01	-7.74	-7.64
	2. Hasat	+4°C	-8.50	-6.27	-5.71	-4.92	-3.58	-3.96	-3.64
		-18°C	-8.50	-8.41	-8.31	-8.24	-7.33	-7.92	-7.95
	3.Hasat	+4°C	-9.02	-6.95	-6.46	-4.87	-4.33	-3.63	-3.42
		-18°C	-9.02	-8.83	-8.70	-8.50	-8.21	-8.07	-7.91
Zutano	1. Hasat	+4°C	-10.85	-7.07	-6.24	-5.92	-5.04	-4.54	-4.19
		-18°C	-10.85	-10.30	-9.90	-4.74	-9.11	-8.78	-8.61
	2. Hasat	+4°C	-10.91	-7.83	-6.75	-5.88	-5.11	-4.73	-4.35
		-18°C	-10.91	-10.42	-9.86	-9.27	-9.27	-9.63	-9.17
	3.Hasat	+4°C	-10.91	-6.86	-5.54	-3.43	-3.00	-2.46	-2.07
		-18°C	-10.91	-10.62	-10.43	-10.01	-9.79	-9.58	-9.05
Fuerte	1. Hasat	+4°C	-10.07	-6.11	-5.22	-3.44	-3.20	-2.58	-2.04
		-18°C	-10.07	-9.76	-9.54	-9.40	-9.25	-9.14	-9.02
	2. Hasat	+4°C	-9.99	-6.38	-4.52	-3.18	-2.76	-2.51	-2.06
		-18°C	-9.99	-9.44	-9.18	-8.94	-8.54	-8.24	-7.84
	3.Hasat	+4°C	-9.35	-4.74	-3.68	-3.40	-2.89	-2.56	-2.08
		-18°C	-9.35	-9.04	-8.77	-8.54	-8.45	-8.24	-8.09
Hass	1. Hasat	+4°C	-10.87	-6.20	-4.60	-4.12	-3.88	-3.61	-3.15
		-18°C	-10.87	-10.29	-9.78	-9.33	-8.99	-8.83	-8.44
	2. Hasat	+4°C	-10.12	-6.92	-4.94	-4.26	-4.06	-3.84	-3.73
		-18°C	-10.12	-9.76	-9.40	-9.19	-8.85	-8.60	-8.41
	3. Hasat	+4°C	-9.92	-5.40	-4.75	-4.22	-4.07	-3.80	-3.56
		-18°C	-9.92	-9.50	-9.00	-8.85	-8.64	-8.49	-8.29

kapsamında ölçümü yapılan ancak ürün kalitesinde belirleyici olmadığı bildirilen b renk üzerine de başta çeşit olmak üzere hasat dönemi, depolama süresi ve depolama sıcaklığının önemli etkisi olmuştur. Örnekler içerisinde en yüksek b renk değerine 35.01 ile Hass çeşidi sahip olmuş, bunu sırasıyla Fuerte, Zutano ve Bacon çeşitleri izlemiştir. Avokado pürlerinin b renk değerleri hasat dönemleri arasında bazı farklılıklar göstermiş, ilk iki hasat dönemi arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz düzeyde iken ($p>0.05$), üçüncü hasat dönemi

değeri ilk iki hasat dönemine göre önemli düzeyde ($p<0.05$) farklı olmuştur. Depolama periyodu boyunca da örneklerin b renk değerlerinde önemli değişiklikler olmuş, ancak bu değişim a ve L renk değerlerindeki değişime oranla daha az olmuştur. Ayrıca depolama sıcaklık derecelerine göre de örneklerin b renk değerleri arasında farklılıklar oluşmuş, yine bu farklılıkta a ve L renk değerlerine göre oldukça düşük düzeyde kalmıştır (Şekil 4.43). Palou vd (2000) de avokado püresindeki b renk değeri değişiminin L ve a renk değerlerindeki değişime göre oldukça düşük düzeyde kaldığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.32. Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre b renk değerleri

Çeşit	Hasat	Sıcaklık	Depolama periyodu (Ay)						
			0	1	2	3	4	5	6
Bacon	1. Hasat	+4°C	31.19	30.62	30.50	30.12	29.90	29.65	29.41
		-18°C	31.19	29.57	28.39	28.25	27.74	27.18	26.88
	2. Hasat	+4°C	32.00	31.70	31.58	30.49	31.52	31.20	30.51
		-18°C	32.00	31.60	31.51	30.47	30.30	28.94	29.19
	3.Hasat	+4°C	33.23	32.84	32.05	31.75	30.91	30.59	30.52
		-18°C	33.32	32.42	31.75	31.61	31.44	31.34	30.30
Zutano	1. Hasat	+4°C	32.81	32.64	32.45	32.30	31.72	31.31	30.90
		-18°C	32.81	31.16	30.81	29.98	29.77	29.70	29.14
	2. Hasat	+4°C	33.34	31.71	31.37	31.01	30.91	30.77	30.28
		-18°C	33.34	31.01	29.98	29.15	28.77	28.40	28.15
	3.Hasat	+4°C	35.07	34.88	34.82	34.24	34.64	34.14	33.73
		-18°C	35.07	33.57	33.34	32.77	32.67	32.26	32.06
Fuerte	1. Hasat	+4°C	34.83	34.32	33.94	34.01	33.97	33.92	33.48
		-18°C	34.83	33.61	33.30	33.06	32.97	32.62	32.35
	2. Hasat	+4°C	35.06	34.91	34.69	34.61	34.27	34.03	33.84
		-18°C	35.06	34.36	34.31	33.97	33.65	33.18	33.06
	3.Hasat	+4°C	35.69	35.48	35.22	35.10	34.98	34.57	34.46
		-18°C	35.69	34.89	34.78	34.55	34.35	34.26	33.99
Hass	1. Hasat	+4°C	35.40	35.10	35.29	34.87	34.73	34.32	34.15
		-18°C	35.43	35.25	35.09	34.80	34.68	34.56	34.56
	2. Hasat	+4°C	35.94	35.57	34.84	33.76	33.33	33.23	33.13
		-18°C	35.94	35.39	35.23	35.21	35.12	34.98	34.90
	3.Hasat	+4°C	36.56	36.48	35.89	35.81	35.65	34.56	34.43
		-18°C	36.56	35.73	35.28	34.94	34.74	34.52	34.18

Çizelge 4.33. Avokado püresinin çeşit ve hasat zamanına göre ortalama renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V.K	SD	L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	3	1738.54	11873.6**	41.15	10324.52	684.96	28962.57**
Hasat (B)	2	9.85	67.24**	5.09	1277.47**	170.53	7210.42**
Sıcaklık (C)	1	1451.24	9911.46**	2496.00	99999.99**	76.46	3233.15**
Süre (D)	6	217.88	1488.02**	222.66	55862.82**	58.22	2461.60*
A x B	6	53.82	367.55**	2.38	598.02**	33.55	1418.72**
A x C	3	29.67	202.63**	11.96	2999.47**	19.73	834.35**
A x D	18	2.61	17.82**	1.17	294.67**	1.35	56.95**
B x C	2	7.12	48.64**	2.99	749.74**	5.53	234.02**
B x D	12	3.85	26.28**	0.365	91.45**	0.223	9.42**
C x D	6	38.77	264.75**	83.78	21020.05**	2.19	92.78**
A x B x C		16.01	109.36**	6.12	1534.54**	4.77	201.60**
A x B x D		1.56	10.64**	0.424	106.31**	0.705	29.80**
B x C x D		0.964	6.53**	0.324	81.25**	0.398	16.82**
AxBxCxD		1.32	9.02**	0.579	145.16**	0.685	28.96**
Hata	612	0.145		0.004		4.2574	

(*) p<0.05 seviyesinde, (**) p<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

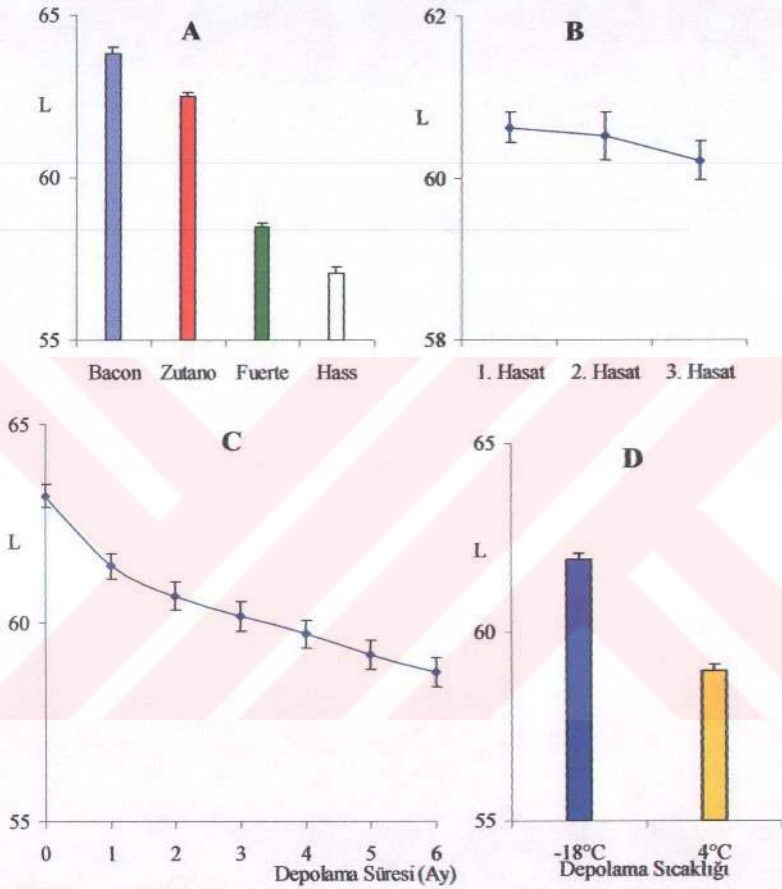
Avokado püresinin depolama periyoduna bağlı renk değerlerini kaybını önleme üzerine farklı uygulamaların etkisini tespit etme amacıyla bazı araştırmalar yapılmıştır. Soliva vd (2001) bu kapsamda kombine yöntemlerle Hass çeşidinden elde edilmiş avokado püresinin rengini muhafaza etmeye çalışmışlardır. Çalışma kapsamında üç farklı ambalaj ortamında (hava, azot, vakum), EDTA ve askorbik asit olmak üzere iki farklı antioksidan uygulanmıştır. Ayrıca örnekler koruyuculu (sorbik asit) ve koruyucusuz olmak üzere de iki farklı uygulamaya tabi tutulmuştur. Araştırma sonucunda örneklerin dört aylık depolama periyodu sonunda ortalama L renk değeri 72.4'den 55.2'ye, a değerinin ise -7.1'den 0.3'e yükselmiştir. Araştırmada ayrıca vakumlu veya azot gazı altında antioksidan olarak da EDTA uygulamasının askorbik aside oranla ürün rengini korumada daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada bulguları Hass çeşidi avokado püresindeki başlangıç L ve a renk değerleri ile çalışmamız bulguları arasında farklılıklar olduğunu göstermiştir. Bu farklılığın

avokadoların yetiştirildiği bölge, meyvenin olgunluk durumu, püreye işleme aşaması gibi farklılıklardan ileri gelebileceği düşünülmektedir.

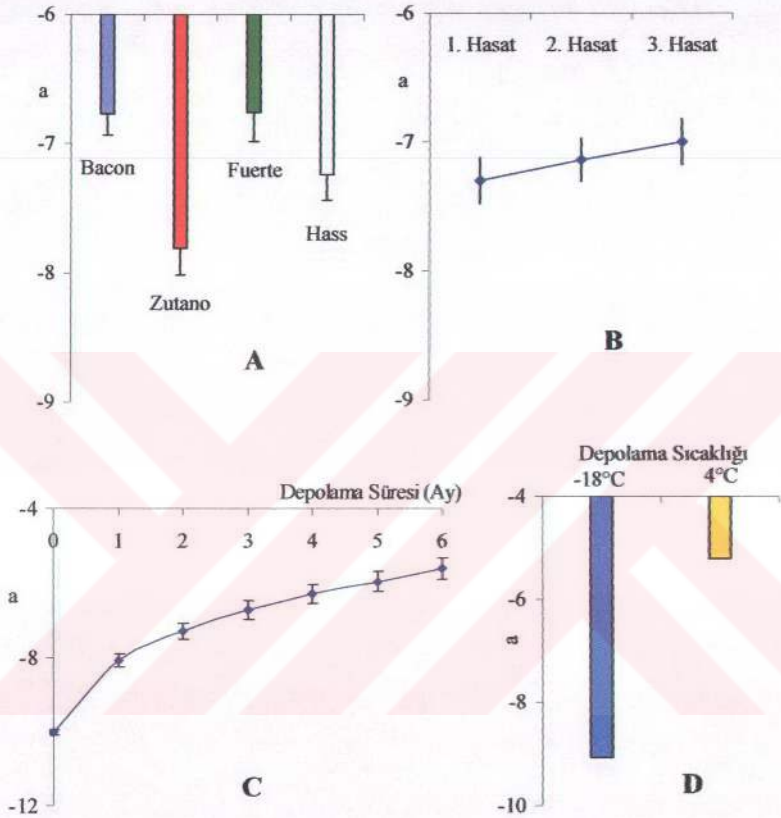
Çizelge 4.34. Avokado püresinin ortalama renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Ortalama±Standart Hata)*

	Faktör	L	a	b
<u>Çeşit</u>	Bacon	63.81 ^a ±0.205	-6.77 ^c ±0.167	30.68 ^d ±0.114
	Zutano	62.48 ^b ±0.153	-7.81 ^a ±0.207	31.88 ^c ±0.147
	Fuerte	58.48 ^c ±0.144	-6.76 ^c ±0.224	34.25 ^b ±0.062
	Hass	57.03 ^d ±0.225	-7.24 ^b ±0.200	35.01 ^a ±0.063
<u>Hasat</u>	1. Hasat	60.62 ^a ±0.190	-7.30 ^a ±0.179	32.29 ^b ±0.159
	2. Hasat	60.52 ^a ±0.296	-7.14 ^b ±0.169	32.63 ^b ±0.144
	3. Hasat	60.21 ^b ±0.239	-7.00 ^c ±0.180	33.94 ^a ±0.110
<u>Depolama Süresi</u>	0. Ay	63.20 ^a ±0.288	-10.03 ^a ±0.078	34.26 ^a ±0.167
	1. Ay	61.43 ^b ±0.324	-8.09 ^b ±0.168	33.54 ^b ±0.196
	2. Ay	60.68 ^{bc} ±0.360	-7.31 ^c ±0.214	33.19 ^{bc} ±0.209
	3. Ay	60.18 ^{cd} ±0.369	-6.71 ^d ±0.251	32.79 ^{cd} ±0.221
	4. Ay	59.72 ^{de} ±0.354	-6.30 ^e ±0.261	32.61 ^{cd} ±0.226
	5. Ay	59.20 ^{ef} ±0.359	-5.97 ^f ±0.269	32.29 ^{de} ±0.226
	6. Ay	58.75 ^f ±0.365	-5.61 ^g ±0.280	31.99 ^e ±0.236
<u>Depolama Sıcaklığı</u>	-18°C	61.92 ^a ±0.165	-9.07 ^a ±0.045	32.62 ^b ±0.132
	+4°C	58.98 ^b ±0.199	-5.22 ^b ±0.130	33.29 ^a ±0.103

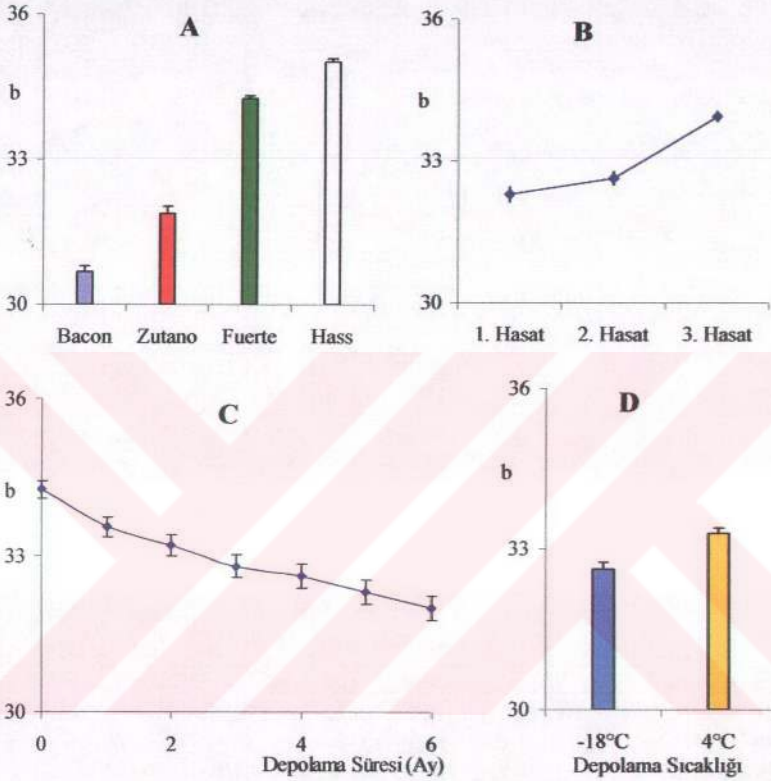
* : Çeşit için n=168, hasat için n: 224, depolama süresi için n=96, depolama sıcaklığı için n=336. Farklı harfler her bir faktör (çeşit, hasat, depolama süresi, depolama sıcaklığı) için ortalamaların p<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.



Şekil 4.41. Avokado püresinin L renk değerinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi



Şekil 4.42. Avokado püresinin a renk değerinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi



Şekil 4.43. Avokado püresinin b renk değerinin çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi

Soliva vd (2002) avokado püresindeki depolama ile enzimatik esmerleşmeye bağlı renk bozulmasının birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uyum gösterdiğini hesaplamışlardır. Araştırmacılar avokado püresindeki renk bozulmasının L renk değerindeki azalma ve a renk değerindeki yükselmeden ileri geldiğini bildirmişlerdir. Avokadonun farklı çeşitlerine üretilmiş pürelerdeki renk bozulması üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

4.7. Avokadonun ve Avokado Püresinin Polifenoloksidaz, Peroksidaz ve Lipoksigenaz Aktiviteleri

Hasat edilmiş meyve ve sebzeler uygun koşullarda muhafaza edilmesi durumunda fiziksel ve kimyasal özelliklerini belli bir süre önemli oranda koruyabilmektedir. Ancak birçok faktöre bağlı olarak meyve ve sebzelerin önemli bir kısmı tüketilmeden bozulmaktadır. Meyve sebzelerde hasat sonrası bozulmalarda enzimatik esmerleşme problemi oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Martinez ve Whitaker 1995). Enzimatik problemlerle işlenmiş ürünlerde ve meyve depolanmasında karşılaşılabilmektedir (Van Lelyveld ve Bower 1984, Cutting vd 1990, Cooper vd 2003). Meyve ve sebze ürünlerinde hammaddeye bağlı olarak başlıca kalite kayıplarına neden olan enzimler arasında oksidoredüktazlar sınıfında yer alan polifenoloksidaz, peroksidaz, lipoksigenaz ve hidrolazlar arasında yer alan lipaz enzimi sayılabilir. Isıl işlem görmemiş meyve ve sebzelerde özellikle polifenoloksidaz enzimi tarafından katalizlenen fenolik bileşiklerin oksidasyonu ile ortaya çıkan esmerleşme en büyük problemdir (Pizzocaro vd 1993). Avokado meyvesinde ve püresinde meydana gelen enzimatik renk esmerleşmesi de özellikle polifenoloksidaz enzimi tarafından kataliz edilmektedir. Polifenoloksidaz enziminin aktivitesi tüm meyvelerde aynı değildir. Nitekim Weemaes vd (1998c) elma, avokado, üzüm, armut ve erikteki polifenoloksidaz aktivite değerlerini belirlemişlerdir. Analiz edilen meyveler arasında en yüksek polifenoloksidaz aktivitesine avokado sahip olmuş, bunu sırasıyla erik, elma, üzüm ve armut takip etmiştir. Bunun yanında aynı meyvenin farklı çeşitleri arasında da enzim aktivitesinde farklılıklar olabilmektedir (Golan vd 1977, Tomas-Barberan ve Espin 2001, Garcia ve Barrett 2002).

Araştırmada, hasat edilmiş meyvelerin ve bu meyvelerden üretilen pürelerin enzim aktiviteleri üretimden itibaren birer aylık periyotlarla altı ay süreyle analiz edilmiştir. Üç farklı hasat döneminde derilmiş Bacon, Zutano, Fuerte ve Hass çeşitlerinin polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz enzim aktivitelerinin ortalama değerleri Çizelge 4.35, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.36'da, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da Çizelge 4.37'de verilmiştir. Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçları ayrıca Şekil 4.44, Şekil 4.45 ve Şekil 4.46'da grafikler halinde gösterilmiştir.

Araştırma kapsamında incelenen avokado çeşitlerinin polifenoloksidaz aktivitesi 5.14-9.53 Δ absorbans/dakika/ml değerleri arasında değişim göstermiştir. Öneklerin

polifenoloksidaz aktivitesi üzerine başta çeşit olmak üzere, hasat zamanı ve çeşit x hasat zamanı interaksyonunun etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da bu farklılığı doğrulamaktadır. Çeşitler arasında polifenoloksidaz enzim aktivitesi en yüksek olan çeşit Fuerte olmuş bunu Hass, Zutano ve Bacon çeşitleri izlemiştir. En düşük polifenoloksidaz enzim aktivitesine sahip olan Bacon çeşidi ile en yüksek aktiviteye sahip Fuerte çeşidi arasında iki kata yakın bir fark bulunmuştur. Bu da aynı meyvenin farklı çeşitleri arasında da önemli farklılıklar olabileceğini göstermektedir. Meyve çeşitleri ve meyvelerin hasat dönemlerine göre polifenoloksidaz aktiviteleri arasında önemli farklılıklar olabileceği bildirilmektedir (Mac Heix vd 1990, Whitaker 1995a, 1995b, Tomas Barberan ve Espin 2001, Garcia ve Barrett 2002). Nitekim Cheng ve Crisosta (1995) yaptıkları araştırmada şeftali ve nektarinin farklı çeşitleri arasında gerek fenolik madde kompozisyonu, gerekse de polifenoloksidaz aktivitesi değerleri arasında önemli farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. Avokadonun farklı çeşitleri arasındaki polifenoloksidaz aktivitesi üzerine bazı araştırmalar yapılmıştır. Kahn (1977) Fuerte ve Lerman çeşitlerinin polifenoloksidaz aktivitesini farklı substrat ortamlarında spektrofotometrik olarak belirlemiştir. Araştırma sonucunda kullanılan substrata göre değişmekle beraber çeşitlerin polifenoloksidaz aktivitelerinde farklılıklar olduğu saptanmıştır. Golan vd (1977) de Fuerte ve Lerman çeşitlerinin polifenoloksidaz aktivitesi değerleri arasında önemli farklılık olduğunu tespit etmişlerdir. Sharon-Raber ve Kahn (1983) Fuerte, Maoz, Mekler, Winslowson ve 6/16 avokado çeşitlerinin polifenoloksidaz aktiviteleri arasında önemli farklılıklar olduğunu, en yüksek polifenoloksidaz enzim aktivitesine sahip çeşidin de Fuerte olduğunu tespit etmişlerdir. Bir diğer çalışmada Gomez-Lopez (2002) tarafından yapılmış olup, bu çalışmada da Booth1 ve Julio Milan çeşitleri arasında polifenoloksidaz aktivitesi bakımından önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada Booth1 çeşidinin kateşol substratı varlığındaki polifenoloksidaz aktivitesi 1.78 Δ absorbans/dakika/ml, Julio Milan çeşidinde ise 6.28 Δ absorbans/dakika/ml olarak tespit edilmiştir. Araştırma bulgularımız Julio Milan çeşidinde belirlenen enzim aktivitesi ile daha fazla benzerlik göstermiştir. Elde ettiğimiz bulgularla literatür değerleri arasındaki farkın da başta çeşit farklılığı olmak üzere hasat dönemi ve yetiştirildiği ortam farklılıklarından da ileri gelebileceği düşünülmektedir. Nitekim araştırma bulgularımız da enzim aktivitesi bakımından farklı hasat dönemleri arasında da bazı farklılıklar olduğunu doğrulamaktadır. Hasat dönemleri arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemli düzeyde

Çizelge 4.35. Avokado çeşitlerinin ortalama polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz enzim aktiviteleri (Δ absorbans/dakika/ml)

Çeşit	Hasat	Polifenoloksidaz	Peroksidaz	Lipoksigenaz
Bacon	1. Hasat	5.81	13.13	0.51
	2. Hasat	5.51	10.15	0.52
	3. Hasat	5.14	15.11	0.49
Zutano	1. Hasat	7.18	17.11	0.55
	2. Hasat	7.10	11.91	0.48
	3. Hasat	7.01	11.58	0.50
Fuerte	1. Hasat	9.29	14.52	0.58
	2. Hasat	9.53	15.38	0.54
	3. Hasat	9.48	12.68	0.49
Hass	1. Hasat	8.57	12.92	0.66
	2. Hasat	7.45	23.19	0.56
	3. Hasat	8.18	15.49	0.53

Çizelge 4.36. Avokadonun çeşit ve hasat zamanına göre ortalama polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz aktivite (Δ absorbans/dakika/ml) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V.K	SD	Polifenoloksidaz		Peroksidaz		Lipoksigenaz	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	3	33.10	2888.50**	44.77	1084.20**	0.014	8.79**
Hasat (B)	2	0.452	39.47**	8.33	201.76**	0.022	13.40**
A x B	6	0.463	40.38**	58.95	1427.60**	0.003	1.93
Hata	36	0.011		0.041		0.002	

(*) $p < 0.05$ seviyesinde, (**) $p < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

olsa da sayısal olarak önemsiz sayılabilecek düzeyde kalmıştır. Cemeroğlu vd (2001) polifenoloksidaz aktivitesinin meyvenin olgunluk aşamalarına göre farklılıklar gösterdiğini, bazı meyvelerde olgunlukla birlikte enzimin aktivitesi düşmekte iken bazılarında artmaktadır. Ferrer vd (2005) de şeftalide polifenoloksidaz enzim aktivitesinin olgunluk aşamasına göre farklılıklar gösterdiğini saptamışlardır. Gonzales vd (1992) de Hass avokado çeşidinde tespit edilen polifenoloksidaz aktivitesi değerlerinin meyvenin hasat olgunluğuna göre önemli oranda farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. Örneğin polifenoloksidaz aktivitesi Ekim'den Aralık ayına doğru artış, Aralık'tan, Nisan ayına doğru da genel bir düşüş eğiliminde

olmuştur. Yapılan bir diğer çalışmada da meyvenin hasat dönemine göre enzim aktivite değerlerinde farklılıklar olabileceği bildirilmektedir (Mac Heix vd 1990).

Araştırma kapsamında hasat edilen meyvelerde aktivitesi spektrofotometrik yöntemle belirlenen bir diğer oksidoredüktazlar sınıfında yer alan ve üründe enzimatik renk esmerleşmesine neden olan enzim de peroksidazdır (Tomas-Barberan ve Espin 2001). Cemeroglu vd (2001)'nin bildirdiğine göre de peroksidaz enzimi lipidlerin oksidasyon sonucu oluşan hidroperoksitleri parçalamakta, fenolik bileşikler polifenoloksidaz enziminde olduğu gibi difenolere dönüştürmekte, askorbik asit, klorofil ve karotenoidler gibi bileşiklerin oksidasyonunda da görev almaktadır. Örneklerin peroksidaz aktivitesi 10.15-23.19 Δ absorbans/dakika/ml değerleri arasında değişim göstermiştir. Örneklerin peroksidaz aktivitesi üzerine de başta çeşit olmak üzere, hasat zamanı ve çeşit x hasat zamanı interaksyonun önemli ($p<0.01$) etkisi olmuştur. Çeşitler arasında peroksidaz enzim aktivitesi en yüksek olan çeşit 17.20 Δ absorbans/dakika/ml değeri ile Hass çeşidine ait olup, bunu sırasıyla Fuerte, Zutano ve Bacon çeşitleri izlemiştir. Avokadonun farklı çeşitlerine ait peroksidaz aktivitesi üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Tomas-Barberan ve Espin (2001) de meyve çeşidi ve hasat dönemine göre polifenoloksidaz aktivitesinde olduğu gibi peroksidaz aktivitesinde de farklılıklar olabileceğini bildirmektedir. Bulgularımız da bu farklılıkları doğrular niteliktedir. Avokado örneklerinin peroksidaz enzim aktiviteleri hasat dönemleri arasında da bazı farklılıklar göstermiştir. Peroksidaz aktivitesi birinci hasattan ikinci hasada doğru artış, ikinci hasattan üçüncü hasada doğru da bir azalış göstermiştir. Ferrer vd (2005) Calanda çeşidi seftalide peroksidaz aktivitesinin hasat dönemlerine (on hasat dönemi) göre belirlemiştir. Elde edilen bulgular meyvenin hasat döneminin peroksidaz aktivitesi üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

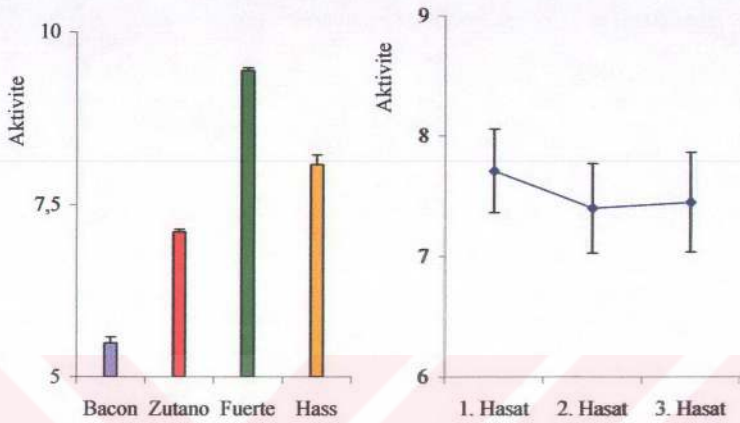
Bu proje kapsamında aktivitesi belirlenen ve oksidoredüktazlar sınıfında yer alan bir diğer enzim de lipoksigenaz'dır. Lipoksigenaz enzimi serbest formda bulunan linoleik, linolenik ve araşidonik asitler gibi doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu reaksiyonunda yer almaktadır. Linoleik ve linolenik asitler esansiyel yağ asitleri olup beslenme açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle ürünlerde lipoksigenaz aktivitesinin kontrol edilmesi önemlidir. Ancak araştırmamız kapsamında incelenen örneklerde tespit edilen lipoksigenaz aktivitesi değerleri oldukça düşük düzeyde bulunmuştur. Avokadoda bu yağ asitlerinden

bazıları önemli sayılabilecek oranlarda bulunmaktadır. Araştırma kapsamında incelenen çeşitlerin lipoksigenaz enzim aktivitesi 0.48-0.66 Δabsorbans/dakika/ml değerleri arasında değişim göstermektedir. Bu enzimin aktivitesi ise Bacon, Zutano ve Fuerte çeşitleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz düzeyde ($p>0.05$) olmuş, bu üç çeşitle Hass çeşidi arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Örneklerin hasat dönemlerine göre de lipoksigenaz aktivitesi değerleri arasında farklılıklar belirlenmiş, bu enzimin aktivitesi birinci hasattan üçüncü hasada doğru bir azalış göstermiştir. Farklı avokado çeşitlerinin peroksidaz ve lipoksigenaz aktiviteleri üzerine yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Ancak polifenoloksidaz aktivitesinde olduğu gibi peroksidaz ve lipoksigenaz aktivitesinin de çeşitler arasında farklılıklar göstermesi beklenen bir sonuçtur. Çünkü araştırma kapsamında incelenen çeşitlerin temel kimyasal bileşimleri arasında bile önemli farklılıklar olduğu araştırmamız kapsamında tespit edilmiştir.

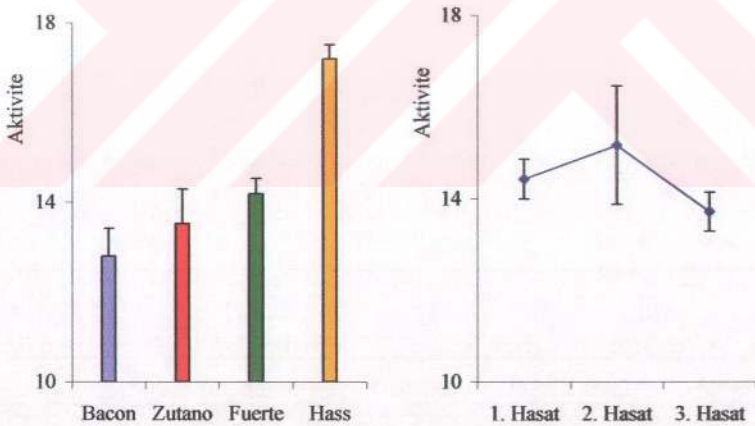
Çizelge 4.37. Avokadonun ortalama polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz aktivite (Δabsorbans/dakika/ml) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Ortalama±Standart Hata)*

		Polifenoloksidaz	Peroksidaz	Lipoksigenaz
Çeşit	Bacon	5.49 ^d ±0.089	12.80 ^d ±0.616	0.51 ^b ±0.011
	Zutano	7.10 ^e ±0.035	13.53 ^e ±0.767	0.51 ^b ±0.015
	Fuerte	9.43 ^a ±0.042	14.19 ^b ±0.342	0.53 ^b ±0.013
	Hass	8.07 ^b ±0.142	17.20 ^a ±1.316	0.58 ^a ±0.020
Hasat	1.Hasat	7.71 ^a ±0.346	14.42 ^b ±0.436	0.57 ^a ±0.015
	2.Hasat	7.40 ^b ±0.371	15.16 ^a ±1.292	0.52 ^b ±0.014
	3.Hasat	7.45 ^b ±0.412	13.71 ^c ±0.424	0.50 ^b ±0.010

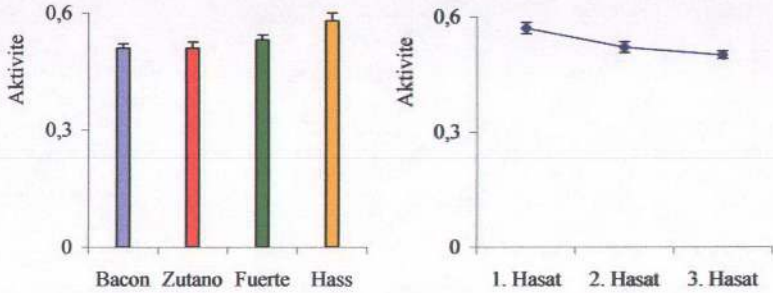
*: Çeşit için n=12, hasat için n: 16. Farklı harfler her bir faktör (çeşit, hasat) için ortalamaların $p<0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.



Şekil 4.44. Avokadonun polifenoloksidaz enzim aktivitesinin (Δ absorbans/dakika/ml) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.45. Avokadonun peroksidaz enzim aktivitesinin (Δ absorbans/dakika/ml) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi



Şekil 4.46. Avokadonun lipoksigenaz enzim aktivitesinin (Δ absorbans/dakika/ml) çeşit (A) ve hasat zamanına (B) göre değişimi

Araştırma kapsamında hammadde de olduğu üretilen pürelerde de ilk üründen başlayarak birer aylık periyotlarla $+4$ ve -18°C 'de altı ay süreyle muhafaza edilen örnekler de polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz aktiviteleri spektrofotometrik yöntemle tespit edilmiştir. Üretilen püre örneklerinin ortalama polifenoloksidaz aktiviteleri Çizelge 4.38'de, peroksidaz aktivitesi Çizelge 4.39'da, lipoksigenaz aktiviteleri Çizelge 4.40'da, polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz aktivitelerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.41'de, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir. Elde edilen Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da Şekil 4.47, Şekil 4.48 ve Şekil 4.49'da grafikler halinde gösterilmiştir.

Araştırmada Bacon çeşidinde hammaddede 5.49Δ absorbans/dakika/ml olan polifenoloksidaz aktivitesi işlenmiş ürünlerde depolama başlangıcında ortalama 5.18Δ absorbans/dakika/ml değerine düşmüş, depolama periyodu sonunda da $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 0.49Δ absorbans/dakika/ml, -18°C 'de muhafaza edilen örneklerde de 3.47Δ absorbans/dakika/ml değerine düşmüştür. Zutano, Fuerte ve Hass çeşitlerine ait örneklerde de benzer değişiklikler olmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre avokado pürelerinin polifenoloksidaz aktivitesi üzerine çeşit, hasat zamanı, depolama süresi, depolama sıcaklığı ve bu faktörlere ait hasat zamanı x depolama süresi interaksyonu dışındaki interaksyonların tamamının etkisi önemli olmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da bu faktörlere bağlı farklılıkları doğrulamaktadır.

Çizelge 4.38. Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre ortalama polifenoloksidaz aktivitesi değerleri (Δ absorbans/dakika/ml)

Çeşit	Hasat	Sıcaklık	Depolama periyodu (Ay)						
			0	1	2	3	4	5	6
Bacon	1. Hasat	+4°C	5.44	1.84	1.52	1.30	1.15	0.99	0.60
		-18°C	5.44	5.19	4.99	4.80	4.57	4.24	3.80
	2. Hasat	+4°C	5.15	1.70	1.24	1.17	0.90	0.71	0.45
		-18°C	5.15	5.02	4.82	4.65	4.51	3.96	3.52
	3.Hasat	+4°C	4.95	1.68	1.17	1.10	0.87	0.63	0.41
		-18°C	4.95	4.66	4.13	3.51	3.31	3.26	3.08
Zutano	1. Hasat	+4°C	6.62	2.24	2.09	1.86	1.52	1.20	1.01
		-18°C	6.62	6.49	6.38	6.25	6.17	5.76	4.82
	2. Hasat	+4°C	6.50	2.11	1.97	1.72	1.60	1.46	1.19
		-18°C	6.50	6.30	6.17	6.01	5.93	5.73	4.75
	3.Hasat	+4°C	5.70	1.88	1.66	1.24	1.09	0.97	0.67
		-18°C	5.70	5.38	5.12	4.81	4.55	3.90	2.95
Fuerte	1. Hasat	+4°C	8.13	2.83	2.11	1.61	1.25	1.04	0.79
		-18°C	8.13	6.68	5.97	5.30	4.87	4.73	4.21
	2. Hasat	+4°C	8.26	3.01	2.41	1.79	1.50	1.25	0.94
		-18°C	8.26	7.00	6.16	5.58	4.92	4.68	4.24
	3.Hasat	+4°C	8.20	2.66	2.05	1.59	0.91	0.97	0.70
		-18°C	8.20	6.85	6.41	5.71	5.34	4.92	4.54
Hass	1. Hasat	+4°C	7.32	2.30	1.64	1.47	1.35	1.29	0.88
		-18°C	7.32	6.40	6.12	5.70	5.24	4.74	4.10
	2. Hasat	+4°C	7.13	2.22	1.51	1.07	1.13	1.01	0.65
		-18°C	7.13	6.20	5.89	5.38	4.91	4.44	3.91
	3.Hasat	+4°C	7.11	2.05	1.33	1.08	2.81	0.69	0.46
		-18°C	7.11	6.00	5.27	4.69	4.40	3.91	3.74

Çizelge 4.39. Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre ortalama peroksidaz aktivitesi değerleri (Δabsorbans/dakika/ml)

Çeşit	Hasat	Sıcaklık	Depolama periyodu (Ay)						
			0	1	2	3	4	5	6
Bacon	1. Hasat	+4°C	10.11	4.32	4.18	3.96	3.79	3.57	3.01
		-18°C	10.11	8.90	8.43	7.99	7.53	6.94	6.34
	2. Hasat	+4°C	8.20	4.01	3.45	3.29	3.19	2.96	2.59
		-18°C	8.20	7.65	7.00	6.38	5.98	5.36	4.75
	3.Hasat	+4°C	11.15	4.89	4.45	4.05	3.66	3.32	2.96
		-18°C	11.15	9.47	8.84	8.20	7.54	7.01	6.23
Zutano	1. Hasat	+4°C	11.22	5.04	4.53	3.74	3.18	2.91	2.88
		-18°C	11.22	9.62	8.52	7.56	7.02	6.65	6.06
	2. Hasat	+4°C	9.39	3.70	3.65	3.02	2.50	2.41	2.31
		-18°C	9.39	8.31	7.73	6.78	6.28	5.70	5.30
	3.Hasat	+4°C	9.10	3.45	3.39	3.03	2.78	2.60	2.24
		-18°C	9.10	8.16	7.47	6.61	6.09	5.44	5.11
Fuerte	1. Hasat	+4°C	9.91	6.93	6.72	6.39	6.17	5.86	5.45
		-18°C	9.91	8.68	7.72	7.45	7.09	6.69	6.03
	2. Hasat	+4°C	11.67	9.24	8.67	8.03	7.69	7.20	6.93
		-18°C	11.67	9.66	8.94	8.63	8.19	7.58	6.94
	3.Hasat	+4°C	8.73	8.04	7.23	6.79	6.11	5.94	5.32
		-18°C	8.73	8.28	7.58	7.07	6.67	6.12	5.71
Hass	1. Hasat	+4°C	10.81	9.65	9.17	8.48	8.06	7.80	7.10
		-18°C	10.81	10.10	9.75	9.27	8.55	7.86	7.50
	2. Hasat	+4°C	16.23	11.17	9.94	9.58	8.90	8.33	7.92
		-18°C	14.73	12.84	11.69	10.46	9.89	9.19	8.49
	3.Hasat	+4°C	11.56	9.73	9.10	8.67	8.23	7.76	7.22
		-18°C	11.56	10.67	10.34	9.78	9.25	8.63	8.16

Çizelge 4.40. Avokado püresinin depolama sıcaklık ve süresine göre ortalama lipoksijenaz aktivitesi değerleri (Δ absorbans/dakika/ml)

Çeşit	Hasat	Sıcaklık	Depolama periyodu (Ay)						
			0	1	2	3	4	5	6
Bacon	1. Hasat	+4°C	0.41	0.36	0.34	0.32	0.31	0.29	0.27
		-18°C	0.41	0.38	0.36	0.34	0.33	0.30	0.28
	2. Hasat	+4°C	0.43	0.38	0.37	0.36	0.34	0.33	0.31
		-18°C	0.43	0.41	0.39	0.38	0.38	0.37	0.34
	3.Hasat	+4°C	0.39	0.35	0.33	0.32	0.30	0.28	0.26
		-18°C	0.39	0.36	0.34	0.33	0.31	0.30	0.28
Zutano	1. Hasat	+4°C	0.46	0.35	0.34	0.33	0.31	0.29	0.23
		-18°C	0.46	0.45	0.43	0.42	0.39	0.36	0.28
	2. Hasat	+4°C	0.38	0.35	0.31	0.29	0.27	0.24	0.21
		-18°C	0.38	0.37	0.36	0.36	0.34	0.32	0.29
	3.Hasat	+4°C	0.38	0.33	0.31	0.29	0.25	0.25	0.21
		-18°C	0.38	0.35	0.33	0.32	0.32	0.30	0.27
Fuerte	1. Hasat	+4°C	0.48	0.42	0.37	0.34	0.32	0.31	0.28
		-18°C	0.48	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.34
	2. Hasat	+4°C	0.45	0.42	0.36	0.33	0.32	0.28	0.26
		-18°C	0.45	0.45	0.45	0.44	0.43	0.40	0.38
	3.Hasat	+4°C	0.43	0.38	0.33	0.31	0.28	0.23	0.20
		-18°C	0.43	0.40	0.38	0.37	0.35	0.33	0.30
Hass	1. Hasat	+4°C	0.60	0.52	0.48	0.46	0.43	0.41	0.37
		-18°C	0.60	0.55	0.54	0.52	0.51	0.50	0.46
	2. Hasat	+4°C	0.52	0.47	0.44	0.40	0.37	0.32	0.28
		-18°C	0.52	0.52	0.50	0.49	0.45	0.44	0.42
	3.Hasat	+4°C	0.49	0.43	0.38	0.33	0.28	0.25	0.19
		-18°C	0.49	0.48	0.46	0.45	0.43	0.39	0.36

Bu çalışma kapsamında üretilen avokado pürelerine ait polifenoloksidaz aktivitesi çeşitler arasında $p < 0.05$ düzeyinde farklılıklar oluşmuş, 4.21 Δ absorbans/dakika/ml değeri ile en yüksek düzeyde Fuerte çeşidinde tespit edilmiş, bunu sırasıyla Zutano, Hass ve Bacon çeşitleri izlemiştir. Zutano ve Hass çeşitleri arasındaki sayısal fark istatistiksel olarak önemsiz düzeyde ($p > 0.05$) olmuştur (Çizelge 4.42, Şekil 4.47). Püre örneklerinin polifenoloksidaz

enzim aktivitesi hasat dönemleri arasında çeşitler arasındaki fark kadar olmasa da istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) düzeyde farklılık göstermiştir. Üçüncü hasat döneminde tespit edilen polifenoloksidaz aktivitesi birinci ve ikinci hasat dönemi örneklerinden $p<0.05$ düzeyinde önemli farklılık göstermiş, birinci ve ikinci hasat dönemi arasındaki farklılık ise önemsiz düzeyde kalmıştır. Polifenoloksidaz enzimin aktivitesi birinci hasattan üçüncü hasat dönemine doğru bir azalış göstermiştir (Çizelge 4.24, Şekil 4.47). Örneklerin polifenoloksidaz aktivitesi depolama periyodu başlangıcından itibaren depolama periyodu sonuna kadar önemli oranda azalmıştır. Depolama başlangıcında 6.71 Δ absorbans/dakika/ml olan polifenoloksidaz aktivitesi altı aylık depolama periyodu sonunda %65'lik düşüşle 2.35 Δ absorbans/dakika/ml değerine kadar düşmüştür. Polifenoloksidaz enzim aktivitesinin depolama periyoduna bağlı değişimi incelendiğinde; depolama başlangıcında değişim daha hızlı iken, depolama periyodunun ilerleyen aşamalarında azalma eğiliminde olmuştur. Birinci ay sonunda örneklerin polifenoloksidaz enzim aktivitesi %39'luk bir azalış gösterirken, beşinci ay ile altıncı ay arasındaki değişim %15'ler düzeyinde kalmıştır. Bu değişim iki farklı depolama sıcaklığının ortalamasına ait değerlerdir. Her bir depolama sıcaklığı ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise, derin dondurucuda (-18°C) muhafaza edilen örneklerde polifenoloksidaz enzim aktivitesinde %41'lik, $+4^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen örneklerde ise %89'luk bir azalış olmuştur. Bu sonuçlar iki sıcaklık arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Derin dondurucuda -18°C 'de muhafaza edilen örneklerin ortalama polifenoloksidaz aktivitesi 5.27 Δ absorbans/dakika/ml iken $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki örneklerde ortalama 2.16 Δ absorbans/dakika/ml olarak tespit edilmiştir.

Soliva vd (2001) koruyucu eklenmemiş ve koruyucu olarak sorbik asit kullanılmış, antioksidan olarak da EDTA ve askorbik asit kullanılmış püreleri azot, vakum ve hava bulunan ambalaj ortamlarında $+4^{\circ}\text{C}$ 'de dört ay süreyle depolanmış, depolama sonunda polifenoloksidaz enzim aktivitesinde %29-99 arasında değişen oranlarda azalmalar olmuştur. Araştırmamız kapsamında $+4^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen örneklerin enzim aktivitesinde de dört aylık depolama periyodu sonunda %80'lik bir azalış olmuştur. Bu değerler araştırma bulgularımız ile literatür değerleri arasında benzerlikler olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.41. Avokado püresinin çeşit ve hasat zamanına göre ortalama polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz aktivite (Δ absorbans/dakika/ml) değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

V.K	Polifenoloksidaz		Peroksidaz		Lipoksigenaz	
	KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	42.86	468.02**	532.72	27140.91**	0.409	362.06**
Hasat (B)	12.99	141.86**	10.00	509.55**	0.192	173.60**
Sıcaklık (C)	1626.46	17761.06**	582.27	29665.41**	0.463	417.67**
Süre (D)	198.48	2167.42**	276.75	14099.58**	0.272	245.46**
A x B	3.40	37.11**	44.45	2264.46**	0.038	33.96**
A x C	3.51	38.31**	92.07	4690.92**	0.029	26.51**
A x D	4.24	46.34**	3.12	158.75**	0.003	2.77**
B x C	2.96	32.30**	1.19	60.61**	0.002	2.17
B x D	0.097	1.06	0.76	38.82**	0.001	1.29
C x D	46.35	506.18**	20.97	1068.13**	0.019	17.44**
A x B x C	1.53	16.74**	1.64	83.79**	0.004	3.52**
A x B x D	0.153	1.67*	2.10	106.98**	0.001	0.65
B x C x D	0.204	2.22**	0.062	3.14**	0.001	0.92
AxBxCxD	0.256	2.79**	0.986	50.25**	0.001	0.79
Hata			0.020		0.001	

(*) $p < 0.05$ seviyesinde, (**) $p < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Araştırma kapsamında üretilen avokado pürelerinin kalitesi üzerinde etkili olan ve oksidoredüktazlar enzim sınıfında yer alan peroksidaz enziminin aktivitesi değerleri de başta çeşit olmak üzere hasat zamanı, depolama süresi ve depolama sıcaklığı faktörlerinden önemli oranda etkilenmiştir. Örneklerin peroksidaz aktivitesi üretimden hemen sonra, depolama başlangıcında 8.20-14.73 Δ absorbans/dakika/ml değerleri arasında değişim göstermiştir. Bacon çeşidinde hammaddede 12.80 Δ absorbans/dakika/ml olan peroksidaz aktivitesi %23'lük azalışla ortalama 9.82 Δ absorbans/dakika/ml değerine düşmüştür. Zutano, Fuerte ve Hass çeşitlerindeki peroksidaz aktivitesi değerindeki azalış değerleri de sırasıyla %27, %29 ve

Çizelge 4.42. Avokado püresinin ortalama polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz aktivite (Δ absorbans/dakika/ml) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Ortalama $\pm$ Standart Hata)*.

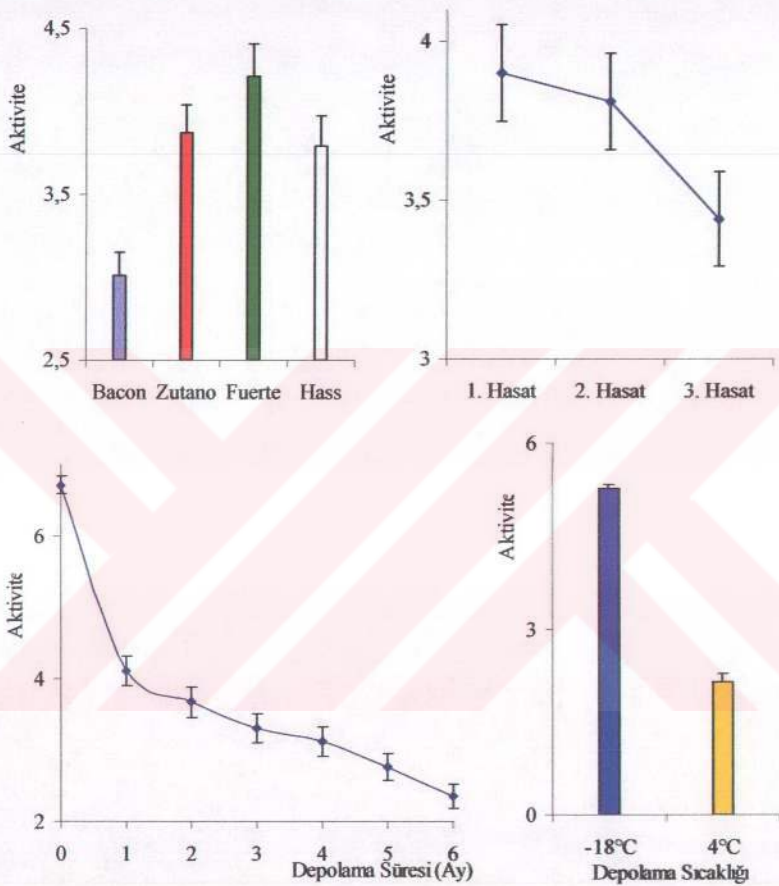
	Faktör	Polifenoloksidaz	Peroksidaz	Lipoksigenaz
<u>Çeşit</u>	Bacon	3.01 ^c $\pm$ 0.138	6.07 ^c $\pm$ 0.192	0.34 ^c $\pm$ 0.004
	Zutano	3.87 ^b $\pm$ 0.168	5.74 ^c $\pm$ 0.202	0.33 ^c $\pm$ 0.005
	Fuerte	4.21 ^a $\pm$ 0.195	7.62 ^b $\pm$ 0.116	0.37 ^b $\pm$ 0.006
	Hass	3.79 ^b $\pm$ 0.182	9.64 ^a $\pm$ 0.144	0.44 ^a $\pm$ 0.007
<u>Hasat</u>	1. Hasat	3.90 ^a $\pm$ 0.152	7.24 ^b $\pm$ 0.155	0.39 ^a $\pm$ 0.006
	2. Hasat	3.81 ^a $\pm$ 0.152	7.50 ^a $\pm$ 0.208	0.38 ^a $\pm$ 0.005
	3. Hasat	3.44 ^b $\pm$ 0.149	7.08 ^c $\pm$ 0.165	0.34 ^b $\pm$ 0.005
<u>Depolama Süresi</u>	0. Ay	6.71 ^a $\pm$ 0.117	10.61 ^a $\pm$ 0.191	0.45 ^a $\pm$ 0.007
	1. Ay	4.11 ^b $\pm$ 0.205	8.02 ^b $\pm$ 0.256	0.41 ^b $\pm$ 0.006
	2. Ay	3.67 ^c $\pm$ 0.208	7.44 ^c $\pm$ 0.237	0.39 ^c $\pm$ 0.007
	3. Ay	3.31 ^d $\pm$ 0.202	6.88 ^d $\pm$ 0.228	0.37 ^d $\pm$ 0.005
	4. Ay	3.12 ^e $\pm$ 0.205	6.43 ^e $\pm$ 0.219	0.35 ^e $\pm$ 0.007
	5. Ay	2.77 ^f $\pm$ 0.188	5.99 ^f $\pm$ 0.206	0.33 ^f $\pm$ 0.006
	6. Ay	2.35 ^g $\pm$ 0.172	5.52 ^g $\pm$ 0.196	0.29 ^g $\pm$ 0.007
<u>Depolama Sıcaklığı</u>	-18°C	5.27 ^a $\pm$ 0.063	8.20 ^a $\pm$ 0.102	0.40 ^a $\pm$ 0.004
	+4°C	2.16 ^b $\pm$ 0.110	6.34 ^b $\pm$ 0.163	0.34 ^b $\pm$ 0.005

*: Çeşit için n=168, hasat için n: 224, depolama süresi için n=96, depolama sıcaklığı için n=336. Farklı harfler her bir faktör (çeşit, hasat, depolama süresi, depolama sıcaklığı) için ortalamaların p<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

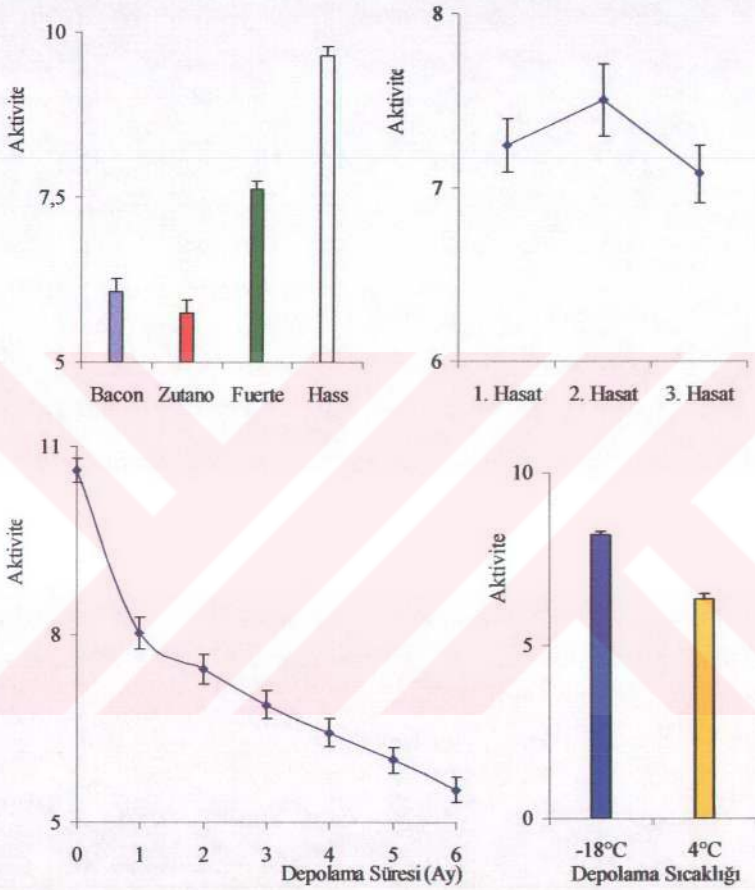
%28 şeklinde gerçekleşmiştir. Bu değerler, çeşitlerin tamamında hasat olgunluğu ile yeme olgunluğu arasında peroksidaz aktiviteleri arasında benzer oranlarda değişim olduğunu göstermektedir. Zauberman vd (1985) de avokadonun hasat olgunluğundan yeme olgunluğuna gelme aşamasında peroksidaz aktivitesinde önemli oranlarda düşüş olduğunu belirlemişlerdir. Avokado pürelerinin peroksidaz aktiviteleri ise çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Çeşitler arasında 9.64 Δ absorbans/dakika/ml değeri ile en yüksek peroksidaz aktivitesi Hass çeşidinde tespit edilmiş bunu sırasıyla Fuerte (7.62 Δ absorbans/dakika/ml), Bacon (6.07 Δ absorbans/dakika/ml) ve Zutano (5.74 Δ absorbans/dakika/ml) çeşitleri takip etmiştir. Bacon ve Zutano çeşitleri arasındaki fark

ise istatistiksel olarak önemsiz düzeyde ($p>0.05$) kalmıştır. Püre örneklerinin hasat dönemlerine göre de peroksidaz aktivitesi değerleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiş, birinci hasattan ikinci hasada doğru peroksidaz aktivitesinde bir artış, ikinci hasattan üçüncü hasat dönemine doğru da bir azalış olmuştur. Örneklerin polifenoloksidaz aktivitesinde olduğu gibi peroksidaz aktivitesinde de depolama periyodu boyunca önemli değişiklikler olmuş depolama periyodu başlangıcındaki peroksidaz aktivitesi değeri depolama periyodu sonunda yaklaşık yarısına düşmüştür. Yine örneklerin polifenoloksidaz aktivitesinde olduğu gibi peroksidaz aktivitesinde de depolama başlangıcında hızlı bir düşüş olurken, ilerleyen depolama süresine paralel olarak peroksidaz enzim aktivitesi değerlerindeki azalış hızı yavaşlamıştır. İlk üründe ortalama 10.61 Δ absorbans/dakika/ml olan peroksidaz aktivitesi birinci ay sonunda %24'lük bir azalışla 8.02 Δ absorbans/dakika/ml değerine düşmüş, altıncı ay sonunda da ilk değere göre de %48'lik bir azalışla 5.52 Δ absorbans/dakika/ml değerine düşmüştür. Avokado pürelerinin depolama sıcaklık değerlerine göre de peroksidaz aktivitesi değerlerinde önemli farklılıklar olmuş, -18°C 'de 8.20 Δ absorbans/dakika/ml olan peroksidaz aktivitesi $+4^{\circ}\text{C}$ örneklerinde 6.34 Δ absorbans/dakika/ml olarak saptanmıştır. Bahçeci vd (2005) de -18°C 'de muhafaza edilen taze fasulye örneklerindeki peroksidaz aktivitesinin altı aylık depolama periyodu sonunda lipoksigenaz aktivitesine göre daha fazla kayıp olsa da önemli oranda korunduğunu tespit etmişlerdir. Bulgularımız literatür değerleri ile paralellik göstermektedir.

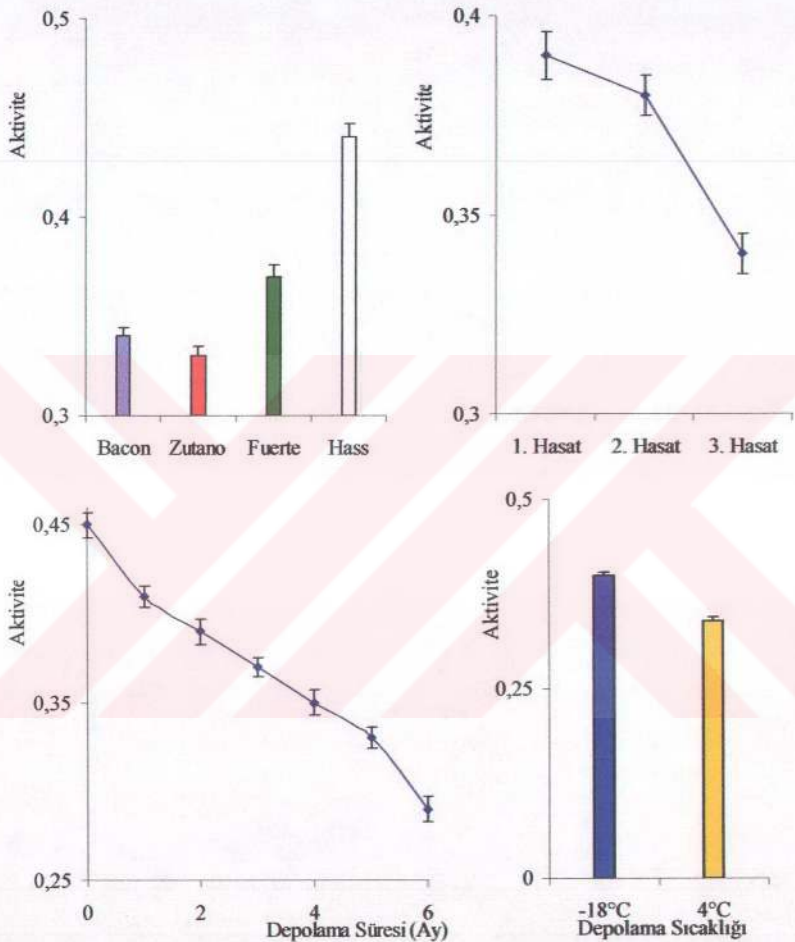
Araştırma kapsamında avokado pürelerinde aktivitesi belirlenen bir diğer enzim de lipoksigenaz enzimidir. Lipoksigenaz enzimin aktivitesi peroksidaz ve polifenoloksidaz enzimlerine oranla oldukça düşük düzeylerde kalmıştır. Örneklerin lipoksigenaz aktivitesi üretimden hemen sonra, depolama başlangıcında 0.38-0.60 Δ absorbans/dakika/ml değerleri arasında değişim göstermiştir. Bacon çeşidinde hammaddede 0.51 Δ absorbans/dakika/ml olan lipoksigenaz aktivitesi %20'lik azalışla ortalama 0.41 Δ absorbans/dakika/ml değerine düşmüştür. Zutano, Fuerte ve Hass çeşitlerindeki lipoksigenaz aktivitesindeki azalış oranları da sırasıyla %51, %45 ve %40 şeklinde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.47. Avokado püresinin polifenoloksidaz aktivitesinin (Δ absorbans/dakika/ml) çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi



Şekil 4.48. Avokado püresinin peroksidaz aktivitesinin (Δ absorbans/dakika/ml) çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi



Şekil 4.49. Avokado püresinin lipoksigenez aktivitesinin ($\Delta\text{absorbans/dakika/ml}$) çeşit (A), hasat zamanı (B), depolama süresi (C) ve depolama sıcaklığına (D) göre değişimi

Avokado pürelerinin lipoksigenaz enzimi aktivite değerleri başta çeşit olmak üzere hasat zamanı, depolama süresi ve depolama sıcaklığı faktörlerinden önemli oranda etkilenmiştir. Püre örnekleri içerisinde çeşitler arasında bir karşılaştırma yapıldığında lipoksigenaz aktivitesi en yüksek olan 0.44 Δ absorbans/dakika/ml değeri ile Hass olmuş, bunu sırasıyla Fuerte, Bacon ve Zutano çeşitleri izlemiştir. Bacon ve Zutano çeşidine ait lipoksigenaz aktivitesi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz düzeyde ($p>0.05$) kalmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin lipoksigenaz aktiviteleri hasat zamanlarına göre de önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise birinci ve ikinci hasat dönemi arasında örneklerin lipoksigenaz aktivite değerleri arasında fark olmadığını ($p>0.05$), ilk iki hasat dönemi ile üçüncü hasat dönemi arasında ise $p<0.05$ düzeyinde önemli farklılık olduğunu göstermiştir. Avokado püresinin lipoksigenaz aktivite değerleri depolama periyodu boyunca önemli oranda azalmıştır. İlk üründe 0.45 Δ absorbans/dakika/ml olan lipoksigenaz aktivitesi altı aylık depolama periyodu sonunda %36'lık bir azalışla 0.29 Δ absorbans/dakika/ml değerine kadar düşmüştür. Ürünlerin depolama periyodu boyunca lipoksigenaz aktivite değerleri iki depo sıcaklığında da aynı düşüş eğiliminde olmamıştır. Örneklerin lipoksigenaz aktiviteleri iki depo sıcaklığı arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiş, -18°C 'de depolanan örneklerde 0.40 Δ absorbans/dakika/ml olan lipoksigenaz aktivitesi 4°C 'de ortalama 0.34 Δ absorbans/dakika/ml olarak tespit edilmiştir. Gökmen vd (2005) ısı işlem uygulanmadan -18°C 'de muhafaza edilmiş bezelyelerin lipoksigenaz aktivitesinin altı aylık depolama periyodunda çok önemli değişikliğe uğramadığını tespit etmişlerdir. Bulgularımız da -18°C 'de muhafaza edilen örneklerde lipoksigenaz aktivitesi değişiminin sayısal anlamda oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Gerek bulgularımız, gerekse de literatür bilgileri örneklerin polifenoloksidaz, peroksidad ve lipoksigenaz aktivitelerinin -18°C 'de muhafaza edilen örneklerde önemli oranda korunduğunu göstermektedir. Bu örneklerde enzim aktiviteleri 4°C 'de muhafaza edilen örneklere oranla daha yüksek bulunmasına rağmen renk bozulmasının daha az olmasının reaksiyon hızındaki azalmalardan ileri gelebileceğini göstermektedir. Nitekim literatür bilgileri ve bulgularımız bunu doğrulamaktadır.

5. SONUÇ

Araştırma, üç farklı dönemde hasat edilen erkenci Bacon ve Zutano ile geçici Fuerte ve Hass avokado çeşitlerinin püreye işlenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Meyveler Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü avokado bahçesinden alınmıştır. Araştırmada, hasat edilen avokadoların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Bu meyvelerden elde edilen avokado pürelerinin önemli kalite özellikleri saptanmıştır. Araştırma bulgularının değerlendirilmesi ve tartışılması sonucunda aşağıda sıralanan genel sonuçlara ulaşılmıştır.

Hasat edilen meyvelerde, toplam kurumadde, protein, yağ, kül gibi genel kimyasal bileşim yanında, örneklerin toplam fenolik madde miktarı, pH değeri, mineral madde, yağ asidi ve fenolik madde kompozisyonu da belirlenmiştir. Ayrıca araştırma kapsamında avokadonun çeşit ve hasat dönemine göre renk değerleri, polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz enzim aktiviteleri ile serbest yağ asitliği ve *p*-anisidin değeri özellikleri belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda, örneklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine çeşit, hasat zamanı ve çeşit x hasat zamanı interaksyonun önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. Fuerte ve Hass çeşidinin kurumadde, yağ, protein ve kül içerikleri Bacon ve Zutano'dan daha yüksek bulunmuştur. Çeşitlerin tamamının meyve ağırlığı, kurumadde, yağ, protein ve kül içeriklerinde birinci hasat döneminden üçüncü hasat dönemine doğru artışlar olmuştur. Özellikle Fuerte ve Hass çeşidinin kurumadde ve yağ içeriğinin hasat dönemine göre önemli oranda artmıştır. Bu veriler beslenme açısından bu iki çeşidin hasadının geciktirilmesinin önemli avantajlar sağladığını göstermektedir.

Araştırma kapsamında örneklerin mineral maddelerden potasyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum, demir, bakır, çinko ve mangan içerikleri tespit edilmiş, elde edilen veriler avokadonun günlük diyetle potasyum açısından önemli bir kaynak olabileceğini göstermiştir.

Araştırma kapsamında örneklerin yağ asitleri bileşimi gaz kromatografisi cihazı ile analiz edilmiştir. Örneklerde palmitik, palmitoleik, stearik, oleik, linoleik, linolenik ve araşidik asit varlığı tespit edilmiştir. Sonuçlar avokado yağında %62.99 ile oleik asidin en yüksek oranda bulunan yağ asidi olduğunu ve yağın %18.63 doymuş, %81.37 oranında da doymamış yağ asitlerinden oluştuğunu göstermiştir.

Avokadonun püreye işlenebilirliği üzerine toplam fenolik madde içeriği, fenolik madde bileşimi, polifenoloksidaz aktivitesi gibi faktörler etkilidir. Araştırmada Bacon, Zutano, Fuerte ve Hass çeşidi avokadoların üç farklı hasat döneminde toplam fenolik madde miktarı UV-spektrofotometresi ile, fenolik madde bileşenleri de RP-HPLC ile analiz edilmiştir. Avokado örneklerinin toplam fenolik madde içeriği 1.04-1.34 mg/g (taze ağırlık üzerinden) değerleri arasında değişim göstermiştir. Toplam fenolik madde miktarı yanında örneklerin fenolik madde kompozisyonları da belirlenmiştir. Bacon, Zutano, Fuerte ve Hass çeşitlerinin tamamında 9 adet fenolik asit (gallik, protokateşuik, α -resorsilik, γ -resorsilik, kafeik, ferulik, *p*-kumarik, *m*-kumarik, *o*-kumarik) ve 3 adet flavonoid ((-)-epikateşin, rutin, quersetin) olmak üzere 12 adet fenolik bileşen tespit edilmiştir. Avokado meyvesinin yenilebilir kısmında flavonoidlerden (-)-epikateşin ve rutin, fenolik asitlerden de kafeik ve protokateşuik asit tespit edilen diğer fenolik maddelere oranla oldukça yüksek düzeyde bulunmuştur.

Renk diğer bir çok gıdada olduğu gibi avokado meyvesinde ve püresinde de önemli kalite kriterlerinin başında gelmektedir. Avokadonun L, a, b renk değerleri çeşit ve hasat zamanına göre önemli farklılıklar göstermiştir. Avokadonun en önemli renk değeri yeşillik göstergesi olan negatif a değeridir. Araştırma kapsamında incelenen çeşitler arasında en düşük a renk değeri -12.54 ile Zutano çeşidinde saptanmış, bu çeşidi Hass (-11.35), Fuerte (-10.96) ve Bacon (-10.48) çeşidi izlemiştir. Hammadde renk verilerine göre püre üretimine en uygun çeşit Zutano'dur.

Araştırmada; ürün rengi üzerinde etkili olan polifenoloksidaz ve peroksidaz aktivitesi ile oksidasyon derecesi üzerinde etkili olan lipoksigenaz aktivitesi belirlenmiştir. Avokadonun polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz enzim aktivitesi üzerine de çeşit, hasat zamanı ve çeşit x hasat zamanı interaksyonun önemli etkisi olmuştur. Araştırma kapsamında incelenen çeşitler içersinde en yüksek polifenoloksidaz aktivitesi 9.43 Δ absorbans/dakika/ml ile Fuerte çeşidinde tespit edilmiş bunu sırasıyla Hass, Zutano ve Bacon çeşitleri takip etmiştir. Peroksidaz ve lipoksigenaz aktivitesi ise sırasıyla 17.20 ve 0.58 Δ absorbans/dakika/ml ile en yüksek Hass çeşidinde tespit edilmiştir.

Araştırma kapsamında; farklı hasat dönemlerinde alınan Bacon, Zutano, Fuerte ve Hass çeşitleri hammadde özellikleri belirlendikten sonra kontrollü şartlarda olgunlaştırılarak püreye işlenmiştir.

Örneklerin ortalama serbest yağ asitliği değerleri kabul edilebilir limit olan %1'ler civarında değişmiştir. Çeşitler içerisinde en yüksek serbest yağ asitliği %1.15 ile Hass çeşidinde tespit edilmiş, bunu sırasıyla Zutano, Fuerte ve Bacon çeşitleri takip etmiştir. Örneklerin hasat zamanına göre serbest yağ asitliği sayısal anlamda oldukça düşük değişiklikler olmuştur. Avokado pürelerinin serbest yağ asitliği değeri depolama periyodu sonunda yaklaşık üç kat artmıştır. Depolama sıcaklığının serbest yağ asitliği üzerine etkisi oldukça belirgin olmuştur. Derin dondurucuda (-18°C) depolanan örneklerde %0.64 (oleik asit) olan serbest yağ asitliği buzdolabı sıcaklığında (+4°C) bu değerden yaklaşık 2.3 kat daha yüksek (%1.46) olmuştur.

Örneklerin yağ içeriğinde meydana gelen bozulma derecesinin bir göstergesi olan *p*-anisidin değeri çeşit ve hasat dönemlerine göre farklılıklar göstermiş, ancak örneklerin tamamında *p*-anisidin değerleri üründe problem oluşturabilecek değerlerin altında kalmıştır.

Avokado püresinin en önemli kalite kriteri renk değerleridir. Püre üretiminden hemen sonra ve ürünün raf stabilitesini belirlemek amacıyla da altı aylık depolama periyodu boyunca birer aylık aralıklarla L, a ve b renk değerleri ölçülmüştür. Örneklerin L, a, b renk değerleri üzerine çeşit, hasat zamanı, depolama süresi ve sıcaklığının önemli etkisi olduğunu göstermiştir.

Avokado püresinin en önemli kalite parametresi a renk değeridir. Renk bileşenleri içerisinde de çeşit, hasat zamanı, depolama süresi ve sıcaklığına göre en önemli değişim a renk değerinde olmuştur. Araştırma kapsamında incelenen çeşitler arasında en düşük a renk değeri hammadde de olduğu gibi yine Zutano çeşidinde tespit edilmiş, bunu sırasıyla Hass, Bacon ve Fuerte çeşitleri izlemiştir. Bu verilere göre Zutano ve Hass çeşitlerinin Bacon ve Fuerte çeşitlerine göre püre üretimine daha uygun olduğunu göstermiştir. Avokado pürelerinin hasat dönemine göre de a renk değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Elde edilen veriler püre üretimine en uygun hasat döneminin ilk hasat dönemi olduğunu, bunu sırasıyla ikinci ve üçüncü hasat dönemlerinin izlediğini göstermiştir.

Depolama sıcaklığı örneklerin renk değeri üzerine oldukça önemli etkiye sahip olmuş, derin dondurucuda muhafaza edilen örneklerin renk değerleri altı aylık depolama periyodu sonunda önemli oranda korunurken, +4°C'de muhafaza edilen örneklerde önemli renk

kayıpları meydana gelmiş, ancak elde edilen veriler bu sıcaklıkta bile ürünlerin altı aylık raf ömrü olduğunu göstermiştir. Örneklerin serbest yağ asitliği ve *p*-anisidin değeri kalite kriterlerine göre de derin dondurucuda örneklerin altı ay, +4°C'de de 3 ay süreyle başarıyla muhafaza edilebileceğini göstermiştir.

Avokado püresinde polifenoloksidaz, peroksidaz ve lipoksigenaz enzim aktiviteleri üzerine de çeşit, hasat zamanı, depolama sıcaklık ve süresinin önemli etkisi olmuştur. Örnekler içerisinde en yüksek polifenoloksidaz aktivitesine sahip çeşit Fuerte olmuş, bunu sırasıyla Zutano, Hass ve Bacon çeşitleri takip etmiştir. Peroksidaz aktivitesi ve lipoksigenaz aktivitesi ise en yüksek düzeyde Hass çeşidinde tespit edilmiş bunu sırasıyla Fuerte, Bacon ve Zutano çeşitleri izlemiştir. Enzim aktiviteleri (polifenoloksidaz, peroksidaz, lipoksigenaz) en düşük üçüncü hasat dönemi örneğinde tespit edilmiştir. Depolama sıcaklık ve süresi enzim aktivitesi üzerinde önemli farklılıklar tespit edilmiş, polifenoloksidaz depolama periyodu başlangıcı ile sonu arasında yaklaşık %65, peroksidaz %50, lipoksigenaz aktivitesi de %35'lik bir azalma göstermiştir. Enzim aktivitesi depolama sıcaklık derecesine göre de önemli farklılıklar göstermiş, derin dondurucuda muhafaza edilen örneklerin enzim aktiviteleri buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen örneklerden oldukça yüksek bulunmuştur.

Araştırmada elde edilen veriler üretim fazlası meyvelerin püreye işlenebileceğini, ürünlerin derin dondurucuda muhafaza edilmesi durumunda en az altı ay süreyle, buzdolabı sıcaklığında da yaklaşık üç ay süreyle başarılı bir şekilde muhafaza edilebileceğini göstermiştir.

Bu araştırma, ülkemizde yetişen, üretim ve tüketimi giderek artan avokadonun hasat dönemleri dışındaki yılın 7-8 ayında tüketicilerin hizmetine sunulabilecek bir ürün geliştirme amacıyla yapılmıştır. Çalışma sonuçları bunun mümkün olduğunu ancak serbest yağ asidi oluşumunun engellenmesi, salt püre üretiminin yanında bu ürünün değişik karışımlarla zenginleştirilmesi alanlarında yeni araştırmalara ihtiyaç olduğunu da ortaya koymuştur.

6. KAYNAKLAR

- ADKINS, M.F., HOFMAN, P.J., STUBBINGS, B.A. and MACNISH, A.J. 2005. Manipulating avocado fruit ripening with 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 35: 33–42.
- ALVAREZ, L.D., DORANTES, L.P., MORENO, A.O., PINEDA, T.S., BOIX, A.C. and CANOVAS, G.B. 1998. Effect of anti-browning compounds on the quality of minimally processed avocados. *Food Science and Technology International*, 4(2): 107-113.
- ALVAREZ, L.D., CANOVAS, G.V.B. and LOPEZ, G.G. 2000. Blanching of fruits and vegetables using microwaves In: G.B. Canovas G.W. Gould (Editors), *Food Preservation Technology Series, Innovations in Food Processing*, Technomic Pub. Co. Inc., pp. 149-161, USA.
- ANONİM 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü, Yayın No:62, Ankara.794 ss.
- ANONİM 2004. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). T.C. Başbakanlık İstatistik Enstitüsü, Ankara.
- ANONYMOUS 1989. Analytical Methods. Varian Australia Pty. Ltd. Mutgrave Victoria, Publication No:85, Australia.
- ANONYMOUS 2004. Sorbic acid. Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (<http://www.inchem.org>).
- ANONYMOUS 2005. Dietary supplements. NSF International Standard/American National Standard. NSF/ANSI 173. Michigan, USA.
- ANONYMOUS 2006. FAO Production Yearbook, Rome.
- AOAC 1990. Official Methods of Analysis (15th ed.) Washington, DC, USA: Association Official Analytical Chemists.
- AREVALO, L., BUSTOS, M.E. and SAUCEDO, C. 2002. Changes in the vascular tissue of fresh hass avocados treated with cobalt 60. *Radiation Physics and Chemistry*, 63: 375-377.
- BAHÇEÇİ, K.S., SERPEN, A., GÖKMEN, V. and ACAR, J. 2005. Study of lipoxigenase and peroxidase as indicator enzymes in green beans: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. *Journal of Food Engineering*, 66: 187–192.

- BAIANO, A. and NOBILE, M.A.D. 2005. Shelf life extension of almond paste pastries. *Journal of Food Engineering* 66: 487-495.
- BANGASH, F.K., AHMAD, T., ATTA, S. and ZEB, A. 2004. Effects of irradiation on the storage stability of red palm oil. *Journal of the Chinese Chemical Society*, 51: 991-995.
- BARRY, G.A., BROWN, B.I. and BARKER, L.R. 1983. The use of low resolution nuclear magnetic resonance for determining avocado maturity by oil content. *Journal of Food Technology*, 18 (4): 401-410.
- BASKARAN, R., PUYED, S. and HABIBUNNISA 2002. Effect of modified atmosphere packaging and waxing on the storage behaviour of avocado fruits (*Persea americana* Mill). *Journal of Food Science and Technology Mysore*, 39(3): 284-287.
- BATES, R.P. 1968. The retardation of enzymatic browning in avocado puree and guacamole. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 81: 230-235.
- BERGH, B. 1992a. Nutritious value of avocado. *California Avocado Society Yearbook*, p: 123-135.
- BERGH, B. 1992b. The avocado and human nutrition. I. some human health aspects of the avocado. Proceedings of Second World Avocado Congress, 21-26 April, University of California, Riverside, California, pp: 25-35.
- BERGH, B. 1992c. The avocado and human nutrition. II. avocados and your heart. Proceedings of Second World Avocado Congress, 21-26 April, University of California, Riverside, California, pp: 37-47.
- BERGH, B. and KUMAMOTO, J. 1989. Determining maturity in whole avocados. *California Avocado Society*, 73: 173-176.
- BIALE, J.B. and YOUNG, R.E. 1971. The avocado pear. In: A.C. Biale (Editor), *The Biochemistry of Fruits and Their Products*. Academic Press, pp. 1-60, London.
- BIZIMANA, V., BREENE, W.M. and CSALLANY, A.S. 1993. Avocado oil extraction with appropriate technology for developing countries. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 70(8): 821-822.
- BLUMENFELD, A., OFFER, R., ELIMELECH, M., DEGANI, C. and EL BAZRI, R. 1992. Avocado fruit maturation and criteria for harvest. Proceedings of Second World Avocado Congress, 21-26 April, University of California, Riverside, California, pp: 489.

- BOYRAZ, N. ve DELEN, S. 2005. Bitkilerin hastalıklara karşı dayanıklılığında konukçu enzimlerin rolü. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (35): 51-59.
- BOWER, J.P. and CUTTING, J.G.M. 1988. Avocado fruit development and ripening physiology. *Horticultural Review*, 10: 229-271.
- BOWER, J.P. and DENNISON, M.T. 2003. Progress in the development of avocado products. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 26: 35-37, 39.
- CAMPBELL, C.W. and MALO, S.E. 1976. A survey of avocado cultivars. Proceedings of the First International Tropical Fruit Short Course: The Avocado. (J.W. Sauls R.L. Phillips L.K. Jackson (Editors). Gainesville: Fruit Crops Dept., Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida) pp: 9-15.
- CEMEROĞLU, B., YEMENİCİOĞLU, A. and ÖZKAN, M. 2001. Meyve ve Sebze Bileşimi Soğukta Depolanmaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 24, Ankara. 328 ss.
- CEMEROĞLU, B., KARADENİZ, F. and ÖZKAN, M. 2003. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 28, Ankara. 690 ss.
- CHENG, G.W. and CRISOSTA, C.H. 1995. Browning potential, phenolic composition, and polyphenoloxidase activity of buffer extracts of peach and nectarine skin tissue. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120(5): 835-838.
- COLLINS, G.N. 1905. The avocado, a salad fruit from the tropics. U.S. Department of Agriculture, Bureau of Plant Industry-Bulletin No: 77. Washington, USA.
- COLQUHOUN, D.M., MOORES, D., SOMERSET, S.M. and HUMPHRIES, J.A. 1992. Comparison of the effects on lipoproteins and apolipoproteins of a diet high in monounsaturated fatty acids, enriched with avocado and high carbohydrate diet. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56 (4): 671-677.
- COOPER, S.B., VACLAVIK, V. and CHRISTIAN, E.W. 2003. Essential of Food Science. Published by Springer, 482 pp.
- CRUESS, W.V. and MITRA, S.K. 1916. Avocado by-products. *California Avocado Association. Annual Report*, 2: 16-19.
- CUTTING, J.G.M., BOWER, J.P., WOLSTENHOLME, B.N. and HOFMAN, P.J. 1990. changes in aba, polyphenoloxidase, phenolic compounds and polyamines and their relationship with mesocarp discolouration in ripening avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Journal of Horticultural Science*, 65 (4): 465-471.

- CUTTING, J.G.M., WOLSTENHOLME, B.N. and HARDY, J. 1992. Increasing relative maturity alters the base mineral composition and phenolic concentration of avocado fruit. *Journal of Horticultural Science*, 67 (6): 761-768.
- DE ALBUQUERQUE LIMA, E.D.P., PASTORE, G.M, BARBERY, S.D.F., GARCIA, N.H.P., DE BRITO, E.S. and DE ALBUQUERQUE LIMA, E.C.A. 2001. Obtaining and use of polyphenoloxidase enzyme extracted from ripe Custard apple (*Annona squamosa* L.) pulp on the cocoa (*Theobroma cacao* L.) nibs in taste improvement. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 23(3): 709-713.
- DEMİRKOL, A. 1995. Avocado Growing in Turkey. Proceedings of The World Avocado Congress III, 19-24 October, Tel Aviv, Israel, pp: 451-456.
- DEMİRKOL, A. 1997. Antalya koşullarında yetiştirilen bazı avokado çeşitleri üzerinde biyolojik, morfolojik ve fizyolojik araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Antalya. 168 ss.
- DEMİRKOL, A., BAYRAM, S., BAKTİR, İ., 2004. Adaptation and performance of 15 avocado cultivars grown in Antalya Province in Southern Turkey. XXVI International Horticultural Congress: Citrus and Other Subtropical and Tropical Fruit Crops: Issues, Advances and Opportunities. 8-11 August 2002, pp: 508, Toronto, CANADA.
- DIXON, J., PAK, H.A., SMITH, D.B., ELSLEY, T.A. and CUTTING, J.G.M., 2003. New Zealand avocado fruit quality: The impact of storage temperature and maturity. Proceedings V World Avocado Congress, 19-24 October, Malaga, Spain, pp: 647-652.
- DOĞAN, M., ARSLAN, O. and DOĞAN, S., 2002. Substrate specificity, heat inactivation and inhibition of polyphenol oxidase from different aubergine cultivars. *International Journal of Food Science and Technology*, 37: 415-423.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1021, Ankara, 229 ss.
- EGAN, H., KIRK, R.S. and SAWYER, R. 1981. Perason's Chemical Analysis of Foods. Longman Inc., New York, 591 pp.
- ELEZ, P., SOLIVA, R., BARRANCO, N., CEQUIER, F. and MARTIN, O. 2000. Oxidative stability of avocado puree preserved by combined methods. In Nutritionists meet Food Scientists and Technologists 2000, Poster No:34, pp: 102, Porto, Portugal.
- ENGELBRECHT, A. 1982. Intracellular localization of poly-phenoloxidase in avocado fruit. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 5: 30-31.

- ENUJIUGHA, V.N., THANI, F.A., SANNI, T.M. and ABIGOR, R.D. Lipase activity in dormant seeds of the African oil bean (*Pentaclethra macrophylla* Benth). *Food Chemistry*, 88(3): 405-410.
- ESCARPA, A. and GONZALES, M.C. 2001. Approach to the content of total extractable phenolic compounds from different food samples by comparison of chromatographic and spectrophotometric methods. *Analytica Chimica Acta*, 427: 119-127.
- ESPIN, J.C., TRUJANO, M.F., TUDELA, J. and GARCIA CANOVAS, F. 1997. Monophenolase activity of polyphenol oxidase from Hass avocado. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (4): 1091-1096.
- FAVIER, J.C., RIPERT, J.I., TOQUE, C. and FEINBERG, M. 1995. *Reptoire General Des Aliments*. Second Edition, Paris, 879 pp.
- FENG, X., APELBAUM, A., SISLER, E.C. and GOREN, R. 2000. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 143-150.
- FERRER, A., REMO'N, S., NEGUERUELA, A.I. and ORIA, R. 2005. Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda Feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. *Scientia Horticulturae* 105: 435-446.
- FLITSANOV, U., MIZRACH, A., LIBERZON, A., AKERMAN, M. and ZAUBERMAN, G. 2000. Measurement of avocado softening at various temperatures using ultrasound. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 279-286.
- FREGA, N., BOCCI, F., LERCKER, G. and BORTOLOMEAZZI, R. 1990. Lipid composition of some avocados cultivars. *Italian Journal of Food Science*, 3: 197-204.
- GARCES, R. and MANCHA, M. 1993. One step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from tree plant tissues. *Analytical Biochemistry*, 211: 139-143.
- GARCIA, E. and BARRETT, D.M. 2002. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. (In: O. Lamikanra (editor), *Fresh-Cut Fruits and Vegetables*) pp: 267-303, CRC Pres.
- GAYDOU, E.M., LOZANO, Y. and RATOVHERY, J. 1987. Triglyceride and fatty acid compositions in the mesocarp of *Persea americana* during fruit development. *Phytochemistry*, 26 (6): 1595-1597.
- GERDES, D.L. and PARRINO-LOVE, V. 1995. Modified atmosphere packaging (MAP) of Fuerte avocado halves. *Lebensmittel -Wissenschaft und Technologie*, 28: 12-16.

- GOLAN, A., KAHN, V. and SADOVSKI, A.Y. 1977. Rip between polyphenols and browning in avocado mesocarp. Comparison between the Fuerte and Lerman cultivars. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 25 (6): 1253-1260.
- GOMEZ-LOPEZ, V.M. 1998. Characterization of avocado (*Persea americana* mill.) varieties of very low oil content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 3643-3647.
- GOMEZ-LOPEZ, V.M. 1999. Characterization of avocado (*Persea americana* mill.) varieties of very low oil content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 2702-2710.
- GOMEZ-LOPEZ, V.M. 2002. Some biochemical properties of polyphenoloxidase from two varieties of avocado. *Food Chemistry*, 77: 163-169.
- GONZALES, A.T., MAZARIEGOS, R.M. and CANTWELL, M. 1992. Inactivation in situ of polyphenol oxidase in ripe avocado fruit. Proceedings of Second Avocado Congress, 21-24 April, University of California, Riverside, California, pp: 409-416.
- GÖKALP, H.Y., NAS, S. ve CERTEL, M., 1996. Biyokimya-I "Temel Yapılar ve Kavramlar". Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Ders Kitapları Yayın No: 001, Denizli, 400 ss.
- GÖKMEN, V., BAHÇECİ, K.S., SERPEN, A. And ACAR, J. 2005. Study of lipoxygenase and peroxidase as blanching indicator enzymes in peas: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 38: 903-908.
- GURR, M.I. 1992. Dietary lipids and coronary heart disease: Od evidence, new perspective. *Progress in Lipid Research*, 31 (3): 195-243.
- GUZMAN, G.R., DORANTES, A.L., HERNANDEZ, U.H., HERNANDEZ, S.H., ORTIZ, A. and MORA, E.R. 2002. Effect of zinc and copper chloride on the color of avocado puree heated with microwaves. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3:47-53.
- HATTON, T.T. and REEDER, W.F. 1972. Quality of Lula Avocados Stored in Controlled Atmospheres with or without Ethylene. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 97(1): 339-341.
- HIERRO, M.T.G., TOMAS, M.C., FERNANDEZ-MARTIN, F. and SANTA-MARIA, G. 1992. Determination of the triglyceride composition of avocado oil by high-performance liquid chromatography using a light-scattering detector. *Journal of Chromatography*, 607: 329-338.
- HOFMAN, P.J. and JOBIN-DECOR, M. 1999. Effect of fruit sampling and handling procedures on the percentage dry matter, fruit mass, ripening and skin colour of 'Hass' avocado. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 74(3): 277-282.

- HOFMAN, P.J., FUCHS, Y. and MILNE, D.L., 2002. Harvesting, packing, postharvest technology, transport and processing (A.W. WHILEY, B. SCHAFER (editors) Avocado: Botany, Production and Uses) A Cubi Publishing, pp: 363-401.
- HOFMAN, P.J., STUBBINGS, B.A., ADKINS, M.F., CORCORAN, R.J., WHITE, A. and WOOLF, A.B. 2003. Low temperature conditioning before cold disinfestation improves "Hass" avocado fruit quality. *Postharvest Biology and Technology*, 28 (2003) 123-133.
- IHLI, N.J.M. 1996. Atomic absorption and atomic emission spectrometry for the determination of the trace element content of selected fruits consumed in the United States. *Journal of Food Composition and Analysis*, 9: 301-311.
- INOUE, H. and TATEISHI, A. 1995. Ripening and fatty acid composition of avocado fruit in Japan. Proceedings of The World Avocado Congress III. 21-26 April, Tel Aviv, Israel, pp: 366-369.
- JEONG, J., HUBER, D.J. and SARGENT, S.A. 2002. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 25: 241-256.
- JEONG, J., HUBER, D.J. and SARGENT, S.A. 2003. Delay of avocado (*Persea americana*) fruit ripening by 1-methylcyclopropene and wax treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 28: 247-257.
- KACAR, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:453, Ankara. 646 ss.
- KADER, A.A. 2002. Quality parameters of fresh-cut fruit and vegetable products. In: O. Lamikanra (editor), *Fresh-Cut Fruits and Vegetables*. p.: 11-20, CRC Press, Florida, USA.
- KAHN, V. 1976. Polyphenol oxidase isoenzymes in avocado. *Phytochemistry*, 15: 267-272.
- KAHN, V. 1977a. Some biochemical properties of polyphenoloxidase from two avocado varieties differing in their browning rates. *Journal of Food Science*, 42: 38-43.
- KAHN, V. 1977b. Latency properties of polyphenol oxidase in two avocado cultivars differing in their rate of browning. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 28: 233-239.
- KAHN, V. 1985. Effect of proteins, protein hydrolyzates and amino acids on *o*-dihydroxyphenolase activity of polyphenol oxidase of mushroom, avocado, and banana. *Journal of Food Science*, 50: 111-115.

- KAISER, C., WOLSTENHOLME, B.N. and LEVIN, J. 1995. Towards improved maturity standards for 'Fuerte' avocado (*Persea americana* Mill.) fruit in a cool subtropical climate. Proceedings of The World Avocado Congress III, 21-26 April, Tel Aviv, Israel, pp: 277-284.
- KANELIS, A.K., SOLOMOS, T. and MATTOO, A. 1989. Hydrolytic enzyme activities and protein pattern of avocado fruit ripened in air and in low oxygen, with and without ethylene. *Plant Physiology*, 90: 257-266.
- KAWAGISHI, H., FUKUMOTO, Y., HATAKEYAMA, M., HE, P., ARIMOTO, H., MATSUZAWA, T., ARIMOTO, Y., SUGANUMA, H., INAKUMA, T. and SUGIYAMA, K. 2001. Liver injury suppressing compounds from avocado (*Persea americana*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 2215-2221.
- KAYAHAN, M. 1998. Lipidler (İ. Saldamlı (Editör), Gıda Kimyası), ss: 527, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- KAYAHAN, M. 2004. Yağlı Tohumlardan Ham Yağ Üretim Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, Kitaplar Serisi: 7, Ankara, 234 ss.
- KERMASHA, S., BISAKOWSKI, B., RAMASWAMY, H. and VAN DE VOORT, F.R., 1993. Thermal and microwave inactivation of soybean lipoxygenase. *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 26: 215-219.
- KINGHT, R.J., 2002. History, distribution and uses (A.W. WHILEY, B. SCHAFER (editors) Avocado: Botany, Production and Uses) A Cubi Publishing, pp: 1-14.
- KRUGER, F.J., STASSEN, P.J.C. and SNIJDER, B. 1995. The Significance of oil and Moisture as Maturity Parameters for Avocados. Proceedings of The World Avocado Congress III, 21-26 April, Tel Aviv, Israel, pp: 285-288.
- KURLAENDER, A. 1996. Avocados. (L. Somogyi (Editor), Processing Fruits: Science and Technology, Vol. 2: Major Processed Products), pp:445-458.CRC Pres, USA.
- KÜÇÜKHÜSEYİN, C. 1989. Zeytinyağı ve Sağlık (Çeviri, P. Viola M. Audisio (Editors), Olive Oil and Health). International Olive Oil Council.
- LABRINEA, E.P., THOMAIDIS, N.S. and GEORGIOU, C.A. 2001. Direct olive oil anisidine value determination by flow injection. *Analytica Chimica Acta*, 448: 201-206.
- LEE, S.K., YOUNG, R.E., SCHIFMAN, P.M. and COGGINS, C.W. 1983. Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 108 (3): 390-394.

- LEISTNER, L. and GORRIS, G.M. 1995. Food preservation by hurdle technology. *Trends in Food Science and Technology*, 6: 41-46.
- LEWIS, C.A. 1978. The maturity of avocados: A general review. *Journal of The Science and Food Agricultural*, 29: 857-866.
- LIU, X., ROBINSON, P.W., MADORE, M.A., WITNEY, G.W., ARPAIA, M.L., 1999. Hass avocado carbohydrate fluctuations. II. fruit growth and ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(6): 676-681.
- LIZANA, L.A., SALAS, M. and BERGER, H. 1992. The influence of harvest maturity, type of packing and temperatures on avocado quality. Proceedings of Second World Avocado Congress, 21-26 April, University of California, Riverside, California, pp: 435-442.
- LOPEZ, P., SALA, F.J., DE LA FUENTE, S.J.L., CONDON, S., RASO, J. and BURGOS, J. 1994. Inactivation of peroxidase, lipoxygenase, and polyphenol oxidase by manothermosonication. *Journal of The Agricultural Food Chemistry*, 42: 252-256.
- LOPEZ-MALO, A., PALOU, E., BARBOSA-CANOVAS, G.V., WELTI-CHANGES, J. and SWANSON, B.G. 1998. Polyphenoloxidase activity and color changes during storage of high hydrostatic pressure treated avocado puree. *Food Research International*, 31 (8): 549-556.
- LOPEZ-MALO, A., PALOU, E., BARBOSA-CANOVAS, G.V., SWANSON, B.G. and WELTI-CHANGES, J. 2000. Minimally processed foods with high hydrostatic pressure. In: J.E. Lozano C. Anon (Editors), *Trends in Food Engineering*, pp: 267-284. Technomic Publishing Company Inc., USA.
- LOZANO, Y.F., RATOVOHERY, J. and GAYDOU, E.M. 1991. Compositional changes in triglycerides of avocado mesocarp associated with fruit development. *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 24: 46-52.
- LU, Q.Y., ARTEAGA, J.R., ZHANG, Q., HUERTA, S., GO, V.L.W. and HEBER, D. 2005. Inhibition of prostate cancer cell growth by an avocado extract: role of lipid-soluble bioactive substances. *Journal of Nutritional Biochemistry* 16: 23-30.
- LUND, E.D., SMOOT, J.M. and HALL, N.T. 1983. Dietary fiber content of eleven tropical fruits and vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 31 (5): 1013-1016.
- MAC HEIX, J.J., FLEURIET, A. and BILLOT, J. 1990. *Fruit Phenolics*. CRC Pres, Florida, USA. 348 pp.
- MARSHALL, M.R., KIM, J. and WEI, C.I. 2000. *Enzymatic Browning in Fruits, Vegetables and Seafoods*, FAO. 54 pp.

- MARTINEZ-NIETRO, J.L. and MORENO-ROMERO, V. 1995. Parameters for Determining the maturity of avocados. *Industries- Alimentaires et Agricoles*, 112 (4): 200-203.
- MARTINEZ, M.V. and WHITAKER, J.R. 1995. The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends in Food Science & Technology*, 6: 195-200.
- MCEVILY, A.J., IYENGAR, R. and OTWELL, W.S. 1992. Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. *C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 32: 253-273.
- MEIR, S., NAIMAN, D., AKERMAN, M., HYMAN, J.Y., ZAUBERMAN, G. and FUCHS, Y. 1997. Prolonged storage of 'Hass' avocado fruit using modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 12 (1): 51-60.
- MIZRACH, A. and FLITSANOV, U. 1999. Nondestructive ultrasonic determination of avocado softening process. *Journal of Food Engineering*, 40: 139-144.
- MIZRACH, A., FLITSANOV, U., EL-BATSRI, R. and DEGANI, C. 1999. Determination of avocado maturity by ultrasonic attenuation measurements. *Scientia Horticulturae*, 80: 173-180.
- MIZRACH, A., FLITSANOV, U., AKERMAN, M. and ZAUBERMAN, G. 2000. Monitoring avocado in low temperature storage using ultrasonic measurements. *Computers and Electronics in Agriculture*, 26: 199-207.
- MORENO, A.O., DORANTES, L., GALINDEZ, J. and GUZMAN, R.I. 2003. Effect of different extraction methods on fatty acids, volatile compounds, and physical and chemical properties of avocado (*Persea americana* Mill.) oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(8): 2216-2221.
- MORTON, J. 1987. Avocado. In: J.F. Morton (Editor), *Fruits of Warm Climates*, pp: 91-102. Miami, USA.
- MUIK B., LENDL, B. MOLINA-DIAZ, A. AND AYORA-CANADA, M.J. 2005 Direct monitoring of lipid oxidation in edible oils by Fourier transform Raman spectroscopy. *Chemistry and Physics of Lipids* 134: 173-182.
- NAS, S., GÖKALP, H.Y. and ÜNSAL, M. 1992. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 723. Erzurum, 220 ss.
- NAVEH, E., WERMAN, M.J., SABO, E. and NEEMAN, I. 2002. Defatted avocado pulp reduces body weight and total hepatic fat but increases plasma cholesterol in male rats fed diets with cholesterol. *Journal of Nutrition*, 132(7): 2015-2018.
- NAWAR, W.W. 1985. Lipids (In: O.R. Fennema (Editor) *Food Chemistry*), pp: 139-244. Marcel Dekker, Inc., New York.

- NAZ, S., SIDDIQI, R., SHEIKH, H. and SAYEED, S.A. 2005 Deterioration of olive, corn and soybean oils due to air, light, heat and deep-frying. *Food Research International* 38 (2005) 127-134.
- OLAETA, J.A. and UNDURRAGA, P. 1995. Fresh avocado pulp (*Persea americana* Mill.) stored under modified atmosphere using vacuum, CO₂ and N₂ in low density polyethylene bags. Proceedings of The World Avocado Congress III, 21-26 April, Tel Aviv, Israel, pp: 370-373.
- OOMAH, B.D., LADET, S., GODFREY, D.V., LIANG, J. and GIRARD, B. 2000. Characteristics of raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed oil. *Food Chemistry*, 69: 187-193.
- OOMAH, B.D., LIANG, J., GODFREY, D.V. and MAZZA, G. 1998. Microwave heating of grapeseed: Effect on oil quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 4017-4021.
- ORTIZ, A., MORA, R., SANTIAGO, T. and DORANTES, L. 2003. Avocado Paste Obtained by Heat Treatment. Proceedings V World Avocado Congress, 19-24 October, Malaga, Spain, pp: 761-768.
- OVERHOLSER, E.L. 1928. Cold Storage, Ripening, and respiration studies of the Fuerte avocado. *Proceedings of The American Society for Horticultural Science*, 25: 371-375.
- ÖZÇELİK, B. ve EVRANUZ, Ö. 1998. Yağlı tohumlarda lipid oksidasyonu: Etkili faktörler ve ölçüm yöntemleri. *Gıda*, 23(3): 221-227.
- ÖZDEMİR, M. 2001. Mathematical analysis of color changes and chemical parameters of roasted hazelnuts. Ph.D. Thesis. Istanbul Technical University, 161 pp.
- ÖZDEMİR, F. and TOPUZ, A. 2004. Changes in dry matter, oil content and fatty acid composition of avocado during harvesting time and post-harvesting ripening period. *Food Chemistry*, 86: 79-83.
- ÖZDEMİR, F., TOPUZ, A., DEMİRKOL, A. ve GÖLÜKCÜ, M. 2003. Hasat zamanı ve hasat sonrası olgunluğa bağlı olarak bazı avokado (*Persea americana* Mill.) çeşitlerinin bileşimindeki değişimler. *Gıda*, 29(2): 177-183.
- PAK, H.A., DIXON, J. and CUTTING, J.G.M. 2003. Influence of early season maturity on fruit quality in New Zealand Hass avocados. Proceedings V World Avocado Congress, 19-24 October, Malaga, Spain, pp: 635-640.
- PALOU, E., HERNANDEZ-SALGADO, C., LOPEZ-MALO, A., BARBOSA-CANOVAS, G.V., SWANSON, B.G. and WELTI-CHANGES, J. 2000. High pressure processed guacamole. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 1: 69-75.

- PARDO, M.E.S., MORENO, A.O. and ALVAREZ, L.D. 1991. The effect of ethylene diamine tetraacetic acid on preserving the color of an avocado puree. *Journal of Food Processing and Preservation*, 15: 261-267.
- PAUKER, R., BERNSTEIN, S., POPELF, G. and ROSENTHALF, I. 1992. An assessment of processing potential of avocado fruit. *California Avocado Society Yearbook*, 76: 137-144.
- PELEG, K., BEN-HANAN, U. and HINGA, S. 1990. Classification of avocado by firmness and maturity. *Journal of Texture Studies*, 21: 123-139.
- PESIS, E., ACKERMAN, M., BEN-ARIE, R., FEYGENBERG, O., FENG, X., APELBAUM, A., GOREN, R. and PRUSKY, D. 1999. The role of ethylene in browning of avocado pulp during cold storage. Proceeding of Avocado Brainstorming, 27-28 October, University of California, Riverside, California, pp: 152-157.
- PESIS, E., ACKERMAN, M., BEN-ARIE, R., FEYGENBERG, O., FENG, X., APELBAUM, A., GOREN, R. and PRUSKY, D. 2002. Ethylene involvement in chilling injury symptoms of avocado during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 24: 171-181.
- PESIS, E., FAIRMAN, D. and DORI, S. 1998. Postharvest effects of acetaldehyde vapour on ripening related enzyme activity in avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 13: 245-253.
- PETRONICI, C., BAZAN, E. and PANNO, M., AVERNA, V. 1978. Composition of Scillian avocado oil. *Rivista-Italiana-della-Sostanze-Grasse*, 55 (8): 260-262.
- PIZZOCARO, F., TORREGGIANI, D. and GILARDI, G. 1993. Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. *Journal of Food Processing and Preservation*, 17: 21-30.
- RAGHAVAN, G.S.V., ALVO, P., GARIEPY, Y. and VIGNEAULT, C. 1996. Refrigerated and controlled modified atmosphere storage. In L.P. Somogyi H.S. Ramaswamy Y.H. Hui (Editors), *Processing Fruits: Science and Technology*, Vol. 1, pp: 135-167. Technomic Publ. Co., Lancaster. New York.
- RAINEY, C., AFFLECK, M., BRETSCHGER, K. and ALFIN-SLATER, R.B. 1994. The California avocado: A new look. *Nutrition Today*, 29(3): 23-27.
- RATOVOHERY, J.V., LOZANO, Y.F. and GAYDOU, E.M. 1988. Fruit development effect on fatty acid composition of *Persea americana* fruit mesocarp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36: 287-293.
- RICHARDSON, T. and HYSLOP, D.B. 1985. Enzymes. In: O.R. Fennema (Editor), *Food Chemistry*, pp: 371-476. Marcel Decker Inc., New York.

- RITENOUR, MA., MANGRICH, M.E., BEAULIEU, J.C., RAB, A. and SALTVEIT M.E. 1997. Ethanol effects on the ripening of climacteric fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 12 (1): 35-42.
- ROBINSON, C.H., LAWLER, M., CHENOWETH W. and GARWICK, A. 1986. Normal and Therapeutic Nutrition (17th ed.). Macmillan Company, New York, 200 pp.
- SAGLAM, Ö.F. 2000. Türk Gıda Mevzuatı, İkinci Baskı, Semif Ofset, Ankara, 716 ss.
- SAKURAI, N. and NEVINS, D.J. 1997. Relationship between fruit softening and wall polysaccharides in avocado (*Persea americana* Mill) mesocarp tissues. *Plant Cell Physiology*, 38(5): 603-610.
- SALAS, J.J., SANCHEZ, J., RAMLI, U.S., MANAF, A.M., WILLIAMS, M. and HARWOOD, J.L. 2000. Biochemistry of lipid metabolism in olive and other oil fruits. *Progress in Lipid Research*, 39: 151-180.
- SAPERS, G.M. 1993. Browning of foods: Control by sulfites, antioxidants, and other means. *Food Technology*, October: 75-84.
- SAPERS, G.M., HICKS, K.B. and MILLER, R.L. 2001. Antibrowning agents (In: A.L. Branen P.M. Davidson, S. Salminen J.H. Thorngate, Food Additives), pp:543-561. Marcel Dekker, Inc., New York.
- SCORA, R.W., WOLSTENHOLME, B.N. and LAVI, U. 2002. Taxonomy and botany (A.W. WHILEY, B. SCHAFER (editors) Avocado: Botany, Production and Uses) A Cubi Publishing, pp: 15-37.
- SHARON-RABER, O. and KAHN, V. 1983. Avocado mesocarp; browning potential, carotenoid content, polyphenol oxidase, catalase and peroxidase activities: Comparison between six avocado cultivars. *Journal of Food Science*, 48: 1874-1875.
- SINYINDA, S. and GRAMSHAW, J.W. 1998. Volatiles of avocado fruit. *Food Chemistry*, 62 (4): 483-487.
- SMITH, P.D.S. 1984. The utilisation of avocado as frozen savoury spread. *Food Technology In Australia*, 36 (8): 375-378.
- SMITH, L.M. and WINTER, F.H. 1970. Research on avocado processing at the University of California, Davis. *California Avocado Society*, 54: 79-84.
- SOLIVA, R.C., ELEZ, P., SEBASTIAN, M. and MARTIN, O. 2001. Evaluation of browning effect on avocado puree preserved by combination methods. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 1: 261-268.

- SOLIVA, R.C., ELEZ, P., SEBASTIAN, M. and MARTIN, O. 2002. Kinetics of polyphenol oxidase activity inhibition and browning of avocado puree preserved by combined methods. *Journal of Food Engineering*, 55: 131-137.
- SOLIVA, R., ELEZ, P., TORAN, R., ESCOLA, J. and MARTIN, O. 2000. Effect of antibrowning agents on avocado puree preserved by combined methods. In Nutritionists Meet Food Scientists and Technologists 2000, Poster No: 34, pp: 102. Porto, Portugal.
- SOLIVA-FORTUNY, R.C., ELEZ MARTINEZ, P., DOMINGO BARO, J. and MARTIN BELLOSO, O. 2000. Determination of the optimal maturity parameters to process avocados by combined methods. Proceedings of the II Spanish Congress on Food Engineerings. Lleida. University of Lleida.
- SOLIVA-FORTUNY, R.C., ELEZ, P., SEBASTIAN, M. and MARTIN, O. 2003. Effect of combined methods of preservation on the naturally occurring microflora of avocado puree. *Food Control*, 15(1): 11-17.
- SON, S.M., MOON, K.D. and LEE, C.Y. 2000. Kinetic study of oxalic acid inhibition on enzymatic browning. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 2071-2074.
- SOONG, Y.Y. and BARLOW, P.J. 2004. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry*, 88 (3): 411-417.
- SPANOS, G.A. and WROLSTAD, R.E. 1990. Influence of processing and storage on the phenolic composition of Thompson seedless grape juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38 (3): 817-824.
- STEPHENS, T.S., LIME, B.J. and GRIFFITHS, F.P. 1957. Preparation of a frozen avocado mixture for guacamole. *Proceedings of The Rio Grande Valley Horticultural Society*, 11: 82-89.
- STEPHENS, T.S., LIME, B.J. and GRIFFITHS, F.P. 1958. The Effect of thickening agents in reducing the watery separation of frozen and thawed guacamole products. *Proceedings of The Rio Grande Valley Horticultural Society*, 12: 81-87.
- STRAUSS, S. 2004. Processing Fruit. CRC Press, Florida, USA. 749 pp.
- SWISHER, H.E. 1988. Avocado oil: From food use to skin care. *Journal of American Oil Chemists' Society*. 65 (11): 1704-1706.
- TAN, C.P., CHE MAN, Y.B., SELAMAT, J. and YUSOFF, M.S.A. 2002. Comparative studies of oxidative stability of edible oils by differential scanning calorimetry and oxidative stability index methods. *Food Chemistry*, 76: 385-389.

- TANRIÖVEN, D. and EKŞİ, A. 2005. Phenolic compounds in pear juice from different cultivars. *Food Chemistry*, 93: 89-93.
- TAUB, I. A., TAUB, A. A. and SINGH, R.P. 1997. Food Storage Stability. CRC Pres, USA, 496 pp.
- TEMİZ, A. 1998. Enzimler (s. 259-336) (Gıda Kimyası, Editör İ. Saldamlı). Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- TOMAS-BARBERAN, F.A., ESPIN, J.C., 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 81: 853-876.
- TOPAL, Ş. 1996. Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri. Tübitak Marmara. Araştırma Merkezi Matbaası, Gebze/Kocaeli, 225 ss.
- TORRES, A.M., MAU-LASTOVICKA, T. and REZAAIYAN, R. 1987. Phenolics and high performance liquid chromatography of phenolic acids of avocado oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35: 921-925.
- TUCKER, G.A. and WOODS, L.F.J. 1996. Enzymes in Food Processing. Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall, London, England, 288 pp.
- VALDIVIA, M.A., BUSTOS, M.E., RUIZ, J. and RUIZ, L.F. 2002. The Effect of irradiation in the quality of the avocado frozen pulp. *Radiation Physics and Chemistry*, 63: 379-382.
- VAN DER SLUIS, A.A., DEKKER, M., DE JAGER, A. and JONGEN, W.M.F. 2001. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple; effect of cultivar, harvest year and conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (8), 3606-3613.
- VAN- LELYVELD, L.J. and BOWER, J.P. 1984. Enzyme reactions leading to avocado fruit mesocarp discoloration. *Journal of Horticultural Science*, 59 (2): 257-263.
- VAN RENSBURG, E. and ENGELBRECHT, A.H.P. 1986. Effect of calcium salts on susceptibility to browning of avocado fruit. *Journal of Food Science*, 51 (4): 1067-1068, 1070.
- VINCI, G., BOTRE, F., MELE, G. and RUGGIERI, G. 1995. Ascorbic acid in exotic fruits: A liquid chromatographic investigation. *Food Chemistry*, 53 (2): 211-214.
- WAKABAYASHI, K., CHUN, J.P. and HUBER, D.J. 2000. Extensive solubilization and depolymerization of cell wall polysaccharides during avocado (*Persea americana*) ripening involves concerted action of polygalacturonase and pectinmethylesterase. *Physiologia Plantarum*, 108: 345-352.

- WEEMAES, C., LUDIKHUYZE, L., VAN DEN BROECK, I. and HENDRICKX, M. 1998a. High pressure inactivation of polyphenoloxidase. *Journal of Food Science*, 63: 873-877.
- WEEMAES, C., LUDIKHUYZE, L., BROECK, I. and HENDRICKX, M. 1998b. Effect of pH on pressure and thermal inactivation of avocado polyphenoloxidase: A kinetic study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (7): 2785-2792.
- WEEMAES, C., LUDIKHUYZE, L., VAN DEN BROECK, I., HENDRICKX, M. and TOBBACK, P.P. 1998c. Activity, electrophoretic characteristics and heat inactivation of polyphenoloxidases from apples, avocados, grapes, pears and plums. *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 31: 44-49.
- WEEMAES, C.A., LUDIKHUYZE, L.R., VAN DEN BROECK, I. and HENDRICKX, M.E. 1999. Kinetic study of antibrowning agents and pressure inactivation of avocado polyphenoloxidase. *Journal of Food Science*, 64 (5): 823-827.
- WERMAN, M.J. and NEEMAN, I. 1986. Avocado oil production and chemical characteristics. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 63 (3): 352-354.
- WERMAN, M.J. and NEEMAN, I. 1987. Avocado oil production and chemical characteristics. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 64 (2): 229-232.
- WHILEY, A.W., SARANAH, J.B. and RASMUSSEN, T.S. 1992. Effect of Time of Harvest on Fruit Size, Yield and Trunk Starch Concentration of 'Fuerte' Avocados. Proceedings of Second World Avocado Congress, 21-24 April, California, pp: 155-159.
- WHITAKER, J.R. 1995a. Polyphenol oxidase (In: D.W.S. Wong (Editor), Food Enzymes), pp: 271-307. Springer Publishing Company. Inc., New York.
- WHITAKER, J.R. 1995b. Mechanism of oxidoreductases important in food component modification (In: T. Richardson (Editor), Chemical Changes in Food Processing), pp: 8-145. AVI Publishing Company. Connecticut, USA.
- WONG, D.W.S. 1995. Food Enzymes. Springer Publishing Company. Inc., New York, 390 pp.
- WOOLF, A.B., TAPIA, C.R., COX, K.A., JACKMAN, R.C., GUNSON, A., ARPAIA, M.L. and WHITE, A. 2005. 1-MCP reduces physiological storage disorders of 'Hass' avocados. *Postharvest Biology and Technology* 35: 43-60.
- YAĞAR, H. ve SAĞIROĞLU, A. 2002. Partial purification and characterization of polyphenol oxidase of quince. *Turkish Journal of Chemistry*, 26: 97-103.

- YEMENİCİOĞLU, A. ve CEMEROĞLU, B. 1998. Uygulamada indikatör olarak kullanılan bazı enzimlerin aktivitelerinin belirlenmesi. *Gıda Teknolojisi*, 8: 66-71.
- YEMENİCİOĞLU, A., ÖZKAN, M. ve CEMEROĞLU, B. 1999. Some characteristics of polyphenol oxidase and peroxidase from taro (*Colocasia antiquorum*). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 425-430.
- YOSHIDA, H. and KAJIMOTO, G. 1994. Microwave heating affects composition and oxidative stability of sesame (*Sesamum indicum*) oil. *Journal of Food Science*. 59(3): 613-625.
- YOSHIDA, H. and TAKAGI, S. 1999. Antioxidative effects of sesamol and tocopherols at various concentrations in oils during microwave heating. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 79: 220-226.
- YOSHIDA, H., TOMIYAMA, Y., HIRAKAWA, Y. AND MIZUSHINA, Y. 2006. Microwave roasting effects on the oxidative stability of oils and molecular species of triacylglycerols in the kernels of pumpkin (*Cucurbita* spp.) seeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 330-339
- YOUNG, R.E. and LEE, S.K. 1978. Avocado fruit maturity. *California Avocado Society Yearbook*, 62: 51-57.
- YURDAGEL, Ü. 1992. Meyve ve Sebzelerin Kimyasal Yöntemlerle Muhafaza Teknolojisi. Ege Üniversitesi Rektörlüğü Meslek Yüksekokulu Meyve Sebze İşleme Bölümü Çoğaltma Yayını No:11, Bornova-İzmir, 35 ss.
- ZAUBERMAN, G., FUCHS, Y. and AKERMAN, M. 1985. Peroxidase activity in avocado fruit stored at chilling temperatures. *Scientia Horticulturae*, 26 (3): 261-265.
- ZENTMEYER, G.A. 1987. Avocados around the world. *California Avocado Soc. Yearbook*, 71: 63-77.

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Adana'nın Aladağ ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana'da tamamladıktan sonra 1991 yılında Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümüne girdi. 1994 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümüne yatay geçiş yaptı. 1997 yılında aynı üniversiteden mezun oldu. Aynı yıl Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı. Kasım 1997 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Görevlisi kadrosuna atandı. 2000 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı ve aynı yıl Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında doktora eğitimine başladı. Aralık 2002'de Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsüne nakil yoluyla atandı. Halen aynı kurumun Gıda Teknolojisi Bölümü'nde görevini sürdüren Muharrem Gölükcü evli ve bir çocuk babasıdır.