

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
85960

DOKTORA TEZİ

Asiye (KIZILASLAN) AKYILDIZ

85960

KURUTULMUŞ ELMA CİPSİ ÜRETİM TEKNİĞİ ÜZERİNE ARAŞTIRMA

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
EĞİTİM VE ARAŞTIRMA BAKANLIĞI

ADANA, 1999

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KURUTULMUŞ ELMA CİPSİ ÜRETİM TEKNİĞİ ÜZERİNE ARAŞTIRMA

Asiye (KIZILASLAN) AKYILDIZ
DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 26 / 11 / 1999 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

İmza
Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU
DANIŞMAN

İmza
Prof. Dr. Ali ALTAN
ÜYE

İmza
Prof. Dr. Nevzat ARTIK
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No : 543



İmza
Prof. Dr. Melih BORAL
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No : FBE 95-101

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

İÇİNDEKİLER	SAYFA
İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZ.....	IV
ABSTRACT.....	V
TEŞEKKÜR.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
1.GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1.Denemede Kullanılan Elma Çeşitlerine Ait Bilgiler.....	5
2.1.1.Amasya (Kaşel-38)	5
2.1.2.Golden delicious	5
2.1.3.Starkrimson delicious.....	6
2.2. Elmanın Pomolojik Özellikleri.....	6
2.3. Elmanın Kimyasal Özellikleri.....	7
2.3.1.Karbonhidrat İçeriği.....	8
2.3.2. Asit İçeriği	9
2.3.3.Fenolik Madde İçeriği.....	9
2.4. Elmaların Kurutulması İle İlgili Çalışmalar.....	11
2.5. Kurutma İle Meydana Gelen Değişmeler.....	14
2.5.1.Renkteki Değişmeler.....	14
2.5.1.1.Enzimatik Esmerleşme.....	15
2.5.1.1.(1) Enzimatik Esmerleşmenin Mekanizması.....	15
2.5.1.1.(2) Enzimatik Esmerleşmeyi Engellemek İçin Uygulanan İşlemler....	17
2.5.1.1.(2) (A) Isıl İşlem Uygulamaları.....	17
2.5.1.1.(2) (B) pH Derecesinin Düşürülmesi.....	18
2.5.1.1.(2) (C) Oksijenin Uzaklaştırılması.....	19
2.5.1.1.(2) (D) Olgunluk Ve Çeşit Seçimi.....	19
2.5.1.1.(2) (E) Enzimatik Esmerleşmeyi Engelleyici Maddelerin Uygulanması.....	20

2.5.1.2.Enzimatik Olmayan Esmerleşmeler.....	28
2.5.1.2.(1) Enzimatik Olmayan Esmerleşmenin Mekanizması.....	28
2.5.1.2.(2) Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonların Önlenmesi Üzerine Uygulanan Çalışmalar.....	30
2.5.2.Kabuk Bağlama.....	31
2.5.3.Buruşma.....	31
2.5.4.Rehidrasyon Kapasitesi.....	32
2.5.5.Besin Değerinde Kayıplar.....	33
3.MATERYAL VE METOT.....	34
3.1.Materyal.....	34
3.2.Metot.....	36
3.2.1.Teknolojik İşlemler.....	36
3.2.2.Uygulanan Analizler.....	38
3.2.2.1.Meyve Eni Ve Boyu.....	38
3.2.2.2. Meyve Ağırlığı.....	38
3.2.2.3. Sertlik-Kırlıganlık Tayini.....	38
3.2.2.4. Renk Tayini.....	39
3.2.2.5. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini.....	39
3.2.2.6. Toplam Kuru Madde Tayini.....	39
3.2.2.7. Toplam/İnvert Şeker Tayini	40
3.2.2.8. Titrasyon Asitliği Tayini.....	40
3.2.2.9. pH Tayini.....	40
3.2.2.10. L-Askorbik Asit Tayini.....	40
3.2.2.11. Toplam Fenolik Madde Tayini	41
3.2.2.12. Nişasta Tayini	41
3.2.2.13. Esmerleşme İndisi Tayini.....	41
3.2.2.14. Kuru Ürün Randımanı.....	42
3.2.2.15. Rehidrasyon Kapasitesi.....	42
3.2.2.16. Kükürt Dioksit Tayini.....	42
3.2.2.17. Duyusal Değerlendirme.....	43
3.2.2.18. İstatistiksel Değerlendirme.....	43

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	44
4.1. Taze Elmaların Özellikleri.....	44
4.2. Kurutma Sırasında Sıcaklık Ve Oransal Nem Değerlerindeki Değişmeler	46
4.2.1.Amasya Çeşidi Elmanın Kurutulması.....	46
4.2.2.Golden delicious Çeşidi Elmanın Kurutulması.....	48
4.2.3.Starkrimson delicious Çeşidi Elmanın Kurutulması.....	48
4.3. Elmaların Kurutulmaları Sırasında Kuru Madde Değişimleri.....	51
4.4. Kuru Ürün Randımanı.....	53
4.5. Kuru Elma Cipslerinin Nem İçerikleri	53
4.6. Kuru Elma Cipslerinin Kırılganlık Değerleri.....	54
4.7. Depolanan Kuru Elma Cipslerinin Özelliklerinde Meydana Gelen Değişmeler.....	55
4.7.1. Renkte Meydana Gelen Değişmeler.....	55
4.7.1.1. Hunter L Değerlerindeki Değişmeler.....	55
4.7.1.2. Hunter a Değerlerindeki Değişmeler.....	59
4.7.1.3. Hunter b Değerlerindeki Değişmeler.....	61
4.7.2. Esmerleşme Düzeylerindeki Değişmeler.....	64
4.7.3. Toplam Fenolik Madde İçeriğindeki Değişmeler.....	66
4.7.4. Askorbik Asit İçeriğindeki Değişmeler.....	69
4.7.5. Kükürt Dioksit İçeriğindeki Değişmeler.....	72
4.7.6. Toplam Şeker İçeriğindeki Değişmeler.....	72
4.7.7. İnvert Şeker İçeriğindeki Değişmeler.....	73
4.7.8. pH Değerlerindeki Değişmeler.....	74
4.7.9. Toplam Asit İçeriğindeki Değişmeler.....	76
4.7.10.Rehidrasyon Kapasitesindeki Değişmeler.....	77
4.4.14.Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Özellikleri.....	78
5.SONUÇLAR.....	85
KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	101
EKLER.....	102

ÖZ

DOKTORA TEZİ

KURUTULMUŞ ELMA CİPSİ ÜRETİM TEKNİĞİ ÜZERİNE ARAŞTIRMA

Asiye (KIZILASLAN) AKYILDIZ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman :Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU
Yıl: 1999, Sayfa: 129
Jüri :Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU
:Prof. Dr. Ali ALTAN
:Prof. Dr. Nevzat ARTIK

Kurutulmuş elma cipsi üretiminde değişik çözelti kullanımının bazı ürün nitelikleri üzerinde etkileri araştırılmıştır. Materyal olarak Amasya, Golden delicious ve Starkrimson delicious çeşitleri kullanılmıştır. Kalınlığı 1.6 mm olan halkalar şeklinde dilimlenen elmalar kurutma işleminden önce kükürtdioksit (SO₂), sitrik asit (SA), askorbik asit (AA), eritorbik asit (EA) çözeltileri ile “SA+AA” ve “SA+EA” çözelti karışımları içinde bekletilmişlerdir. Kurutma işlemi kesikli çalışan sıcak hava akımlı dehidratörde 75°C’de yapılmıştır. Kurutulan elmalar ambalajlanarak 8 ay süre ile oda sıcaklığında depolanmıştır. Depolama süresince kuru elma cipslerinin; Hunter değerleri, esmerleşme düzeyleri, toplam fenolik madde, L-askorbik asit, toplam ve invert şeker, toplam asit, toplam kuru madde içerikleri, kırılgenlik değerleri, rehidrasyon kapasiteleri ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir.

Kurutulmuş elma cipsi örnekleri içerisinde en açık renge SO₂ çözeltisine daldırılarak kurutulanlar sahip olmuştur (Hunter L değerleri 78.52- 83.43). SA, AA ve EA çözeltilerinin kurutulan örneklerin rengini koruyucu etkisinin olmadığı, bazı çeşitlere ait örneklerde kontrol grubu ile benzer veya daha olumsuz etkisinin olduğu belirlenmiştir. “SA+AA” ve “SA+EA” çözeltilerine daldırılan dilimlerden elde edilen cipsler sadece Golden çeşidinde olumlu sonuç vermiştir. Hunter değerleri ile duyuşal değerlendirme sonuçları benzerlik göstermiştir.

Yapılan analizler sonucunda taze elma rengine en yakın örneğin Golden çeşidine ait olduğu belirlenmiştir. En yüksek kuru elma cipsi veriminin Golden çeşidine ait olduğu bulunmuştur. En gevrek yapılı ve rehidrasyon kapasitesi en yüksek cipslerin Amasya çeşidine ait olduğu belirlenmiştir. Duyuşal değerlendirmede en çok Golden çeşidine ait cipsler beğenilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elma, Elma Kurutma, Esmerleşme, Askorbik Asit, Kükürtdioksit

ABSTRACT

PhD THESIS

A RESEARCH ON THE PRODUCTION TECHNIQUE OF DEHYDRATED APPLE CHIPS

Asiye (KIZILASLAN) AKYILDIZ

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA

Supervisor Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU
Year: 1999, Pages: 129
Jury Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU
Prof. Dr. Ali ALTAN
Prof. Dr. Nevzat ARTIK

This research was undertaken to investigate the effects of use of various solutions on product some attributes in the production of apple chips. The apple varieties which were investigated are Amasya, Golden delicious and Starkrimson delicious. The apples which were sliced in rings with a 1.6 mm thickness had been kept in sulphurdioxide (SO₂), citric acid (CA), ascorbic acid (AA), erythorbic acid (EA), mixture of "CA+AA" and "CA+EA" solutions before they were dehydrated. The dehydration was carried out at 75°C in a batch dehydrator with hot air current. The dehydrated apples were packed and stored at room temperature for 8 months. The following analyses were carried out during storage: Hunter values, browning levels, total phenolic compounds, L-ascorbic acid, total and invert sugars, total acidity, total dry matter, crispness values, rehydration capacity and sensory evaluation.

The samples which were kept in SO₂ solutions and then dehydrated had the lightest color (78.52 –83.43 Hunter L values). It was found that the solutions of CA, AA and EA had no preserving effects on the color of the dehydrated samples. Furthermore the effects of the aforementioned solutions were similar to those of the control groups or even worse. The use of mixtures of "CA+AA" and "CA+EA" produced positive results only with Golden variety. The results of sensory evaluations were in parallel with Hunter values.

The results showed that the color of the chips from Golden variety was the closest to fresh apple color. The highest chips yield was obtained with Golden variety. The chips from Amasya variety had the most crispy texture and the highest rehydration capacity. The sensory evaluations showed that the chips from Golden variety were highly preferred.

Key Words: Apple, Dehydrated Apple, Browning, Ascorbic Acid, Sulphurdioxide.

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim boyunca bana yol gösteren, araştırmamın düzenlenmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım süresince ilgi ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım; Yüksel KAYABAŞI, Yrd. Doç. Dr. Ahmet DERYAOĞLU, Yrd. Doç. Dr. Sertaç ÖZER, Ar. Gör. Mustafa DİDİN, Ar. Gör. Cemal KAYA, Ar. Gör. Serkan SELLİ, Ar. Gör. Bülent ZORLUGENÇ, Ar. Gör. Ahmet Doğan DUMAN, Ar. Gör. Osman KOLA ve Ar. Gör. Hakan BENLİ'ye,

Çalışmalarım süresince ilgi ve yardımlarını esirgemeyen hocalarım Sayın Prof. Dr. Ali ALTAN, Sayın Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ'a

İstatistiksel değerlendirmeler sırasındaki yardımlarından dolayı Sayın Prof. Dr. Yüksel BEK, Sayın Doç. Dr. Murat GÖRGÜLÜ ve Ar. Gör. Fatih ÇELEN'e,

Tezimin değerlendirilmesinde sunduğu değerli katkılarından dolayı ANKARA Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi hocam Sayın Prof. Dr. Nevzat ARTIK'a,

Hammadde temini için ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Ali KÜDEN'e

Analizlerim sırasında bana laboratuvarlarını açan TÜBİTAK'a ve Doç. Dr. Nevin BAŞOĞLU ve Bilal ERDOĞAN'a,

Manevi desteklerini gördüğüm Yasemin ÇELİK, Yrd. Doç. Dr. Ümit ÜNAL, Yrd. Doç. Dr. İbrahim HAYOĞLU ve Buket FENERCİOĞLU'na,

Sabır ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli Aileme ve Eşime,

Maddi ve manevi desteklerinden dolayı Ç.Ü. Araştırma Fonu, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'ne

teşekkürlerimi sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

	SAYFA
Çizelge 2.1. Elmanın Yenilebilen Kısımının Kimyasal Bileşimi	7
Çizelge 2.2.Elmanın Şeker İçeriği.....	8
Çizelge 3.1. Denemede Kullanılan Çözeltiler.....	37
Çizelge 4.1. Elma Çeşitlerine Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Ortalama Analiz Sonuçları.....	45
Çizelge 4.2. Farklı Çeşitlere Ait Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Nem İçerikleri.....	53
Çizelge 4.3. Farklı Çeşitlere Ait Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Kırılgenlik Değerleri (Newton).....	54
Çizelge 4.4. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter L Değerleri.....	56
Çizelge 4.5. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter L Değerleri.....	57
Çizelge 4.6. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter L Değerleri.....	58
Çizelge 4.7. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter a Değerleri.....	60
Çizelge 4.8. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter a Değerleri.....	60
Çizelge 4.9. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter a Değerleri.....	61
Çizelge 4.10. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter b Değerleri.....	62
Çizelge 4.11. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter b Değerleri.....	63
Çizelge 4.12. Starkrimson delicious Çeşidi Elma Kurularının Depolama Süresince Ortalama Hunter b Değerlerindeki Değişmeler.....	63

Çizelge 4.13. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Esmerleşme İndisleri (440 nm Transmittans)	64
Çizelge 4.14. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Esmerleşme İndisleri (440 nm; Transmittans).....	65
Çizelge 4.15. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Esmerleşme İndisleri (440 nm; Transmittans)....	66
Çizelge 4.16. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Fenolik Madde İçerikleri (g/1000g)	67
Çizelge 4.17. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Fenolik Madde İçerikleri (g/1000g)	68
Çizelge 4.18. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Fenolik Madde İçerikleri (g/1000g)	69
Çizelge 4.19. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama L-Askorbik Asit İçerikleri (mg/100 g)	70
Çizelge 4.20. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama L-Askorbik Asit İçerikleri (mg/100 g)	71
Çizelge 4.21. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama L-Askorbik Asit İçerikleri (mg/100 g)	71
Çizelge 4.22. Depolanan Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Şeker İçerikleri (g/100g)	72
Çizelge 4.23. Depolanan Kuru Elma Cipslerinin Ortalama İnvert Şeker İçerikleri (g/100g)	73
Çizelge 4.24. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama pH Değerleri.....	74
Çizelge 4.25. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama pH Değerleri.....	75
Çizelge 4.26. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama pH Değerleri.....	75
Çizelge 4.27. Depolanan Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Asitlik Değerleri (g/100g)	76
Çizelge 4.28. Depolanan Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Rehidrasyon	

Oranları.....	77
Çizelge 4.29. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Renk Puanları (10 tam puan üzerinden).....	78
Çizelge 4.30. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Renk Puanları (10 tam puan üzerinden).....	79
Çizelge 4.31. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Renk Puanları (10 tam puan üzerinden).....	80
Çizelge 4.32. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Tat-Koku Puanları (10 tam puan üzerinden).....	81
Çizelge 4.33. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Tat-Koku Puanları (10 tam puan üzerinden).....	81
Çizelge 4.34. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Tat-Koku Puanları (10 tam puan üzerinden)	82
Çizelge 4.35. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Gevreklik Puanları (10 tam puan üzerinden).....	83
Çizelge 4.36. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Gevreklik Puanları (10 tam puan üzerinden).....	84
Çizelge 4.37. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Gevreklik Puanları (10 tam puan üzerinden)	84

ŞEKİLLERLER DİZİNİ

	SAYFA
Şekil 2.1. Enzimatik Esmerleşme Reaksiyonu.....	17
Şekil 2.2. Askorbik Asit İzomerleri	24
Şekil 2.3. Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonu	29
Şekil 3.1. Amasya.....	34
Şekil 3.2. Golden delicious.....	34
Şekil 3.3. Starkrimson delicious.....	35
Şekil 3.4. Kurutulmuş Elma Cipsi Üretim Aşamaları.....	36
Şekil 4.1. Amasya Çeşidi Elmanın Kurutulması Sırasındaki Sıcaklık Değişimleri.....	47
Şekil 4.2. Amasya Çeşidi Elmanın Kurutulması Sırasındaki Oransal Nem Değişimleri.....	47
Şekil 4.3. Golden delicious Çeşidi Elmanın Kurutulması Sırasındaki Sıcaklık Değişimleri.....	49
Şekil 4.4. Golden delicious Çeşidi Elmanın Kurutulması Sırasındaki Oransal Nem Değişimleri.....	49
Şekil 4.5. Starkrimson delicious Çeşidi Elmanın Kurutulması Sırasındaki Sıcaklık Değişimleri.....	50
Şekil 4.6. Starkrimson delicious Çeşidi Elmanın Kurutulması Sırasındaki Oransal Nem Değişimleri.....	50
Şekil 4.7. Elmaların Kurutulması Sırasındaki Kuru Madde Oranlarındaki Değişmeler.....	52

1.GİRİŞ

Meyve ve sebzelerin içerdikleri yüksek oranda su (%75-85) ve bazı organik maddeler, mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmaların temelini oluşturmaktadır. Hasattan sonra bu ürünlerin korunması sürekli sorun olmuş ve tüketim fazlası ürünlerin bozularak atılmasına engel olunamamıştır.

Ülkemizde meyve üretimi son yıllarda artış göstermeye başlamıştır. Bu artış, meyvelerde hasat sonrası meydana gelen kalite kayıplarını azaltmak ve pazara yeterli miktarda ve yüksek kalitede ürün sunabilmek için muhafaza konusunda çok detaylı çalışmaların yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Ülkemizin 1996 yılında toplam meyve üretimi 13.075.575 ton olmuştur. Toplam meyve üretimi içinde 2.717.900 ton ile yumuşak çekirdekli 2. sırada yer alırken bunun içinde elma 2.100.000 ton ile ilk sırayı almıştır (D.İ.E., 1996).

F.A.O'ya göre 1996 yılına ait 53.672.000 tonluk dünya elma üretiminin 16.009.000 tonu Çin'e, 4.733.000 tonu A.B.D.'ne, 2.455.000 tonu Fransa'ya, 2.100.000 tonu da Türkiye'ye aittir. Bu sıralamaya göre ülkemiz 4. sırada bulunmaktadır (Anon., 1996).

Elma ülkemizde uzun yıllardan beri yetiştiriciliği yapılan, üretim ve alan bakımından diğer meyvelerin başında gelen bir meyvedir. Elmaların uzun süre muhafaza edilebilmeleri, bu meyvenin yılın yaklaşık 10 ayı pazarlarda taze olarak bulunmasına neden olmaktadır. Ülkemiz elma çeşidi bakımından çok büyük zenginliğe sahiptir. Ancak bunların çok azı gerek meyve kalitesi gerek muhafazaya uygunluk açısından önem kazanmıştır. Uzun yıllardan beri ülkemizde elma yetiştiriciliği, Golden delicious, Starking delicious ve Amasya gibi belli bazı çeşitlerle yapılabilmektedir (Kaşka ve Küden, 1992).

Meyve ve sebzelere, üretildikleri mevsim dışında kalan dönemlerde veya hiç üretimi yapılmayan bölgelerde ve/veya ülkelerde tüketilmek veya özel durumlarda kullanılmak amacıyla, farklı muhafaza teknikleri uygulanmaktadır. Meyve ve sebzeleri muhafaza etme yöntemlerinden bir tanesi de kurutmadır. Kurutma, eski çağlardan beri insanlar tarafından bilinen ve uygulanan bir gıda muhafaza yöntemi olup, gıdaların yapısındaki suyun uçurularak mikroorganizmaların çalışmayacağı

bir seviyeye kadar indirilmesi olayıdır. Kurutma işlemi, güneş enerjisinden yararlanarak doğal olarak yapılabileceği gibi, kontrol edilebilir koşullar altında yapay ortamlarda da gerçekleştirilebilmektedir.

Doğal kurutma yönteminde, kuruma tamamen bölgenin iklim şartlarına bağlı olup kuruyan gıda maddesi bölgenin tozuna, dumanına, haşerelerine vb. tüm kirlenici unsurlarına maruz kalmaktadır. Nitekim 1994-1995 döneminde ülkemizde yaşanan Aflatoksinli kırmızı biber olayı da görüşleri doğrulamaktadır. Doğal kurutma, işçiliğin yoğun, yatırımın az, üretim maliyetinin düşük ve ürün kalitesinin zayıf olduğu bir uygulamadır.

Yapay kurutmada, doğal kurutma ile ortaya çıkan birçok sakıncaları ortadan kaldırılmış olup, daha iyi kalitede ürün alınabilmektedir. Ancak kuruluş ve işletme masrafları söz konusu ise de ürünün kaliteli, işlem süresinin kısa ve daha az alana ihtiyaç olması bu yöntemin üstünlükleri arasındadır.

Sahip olduğu ekolojik ve iklim koşullar nedeniyle her çeşit meyve ve sebzenin bol olarak ve geniş bir peryod süresince yetiştirilebildiği ülkemizde ise tarımsal ürünlerimizin kurutulması halen büyük oranda doğal koşullar altında ve geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu yolla kurutulmuş ürünlerimizden üzüm, incir ve kayısının ülke ekonomisine önemli katkısı vardır (Bingöl, 1993). Dünya kurutulmuş meyve ve sebze pazarında, ticari önemi olan vişne, erik, elma ve armut gibi meyveler ve bezelye, fasulye vb. sebzelerin ülkemiz koşullarında kurutma potansiyeli de oldukça fazladır. Ancak ülkemizin dünya kurutulmuş ürün piyasasında söz sahibi olabilmesi için daha hijyenik ve ekonomik koşullarda kurutmaya ve daha kaliteli ürün üretilmesine önem verilmesi gerekmektedir.

Kurutmanın ve depolamanın gıdaların kimyasal bileşenleri üzerine, etkileri ile ilgili çok az bilgi mevcuttur. Kurutma sırasında oluşan değişimlerin bilinmesi kalite kontrol yöntemleri kadar işleme yöntemlerinin de gelişimini sağlamak için önemlidir (Resnik ve Chirefe, 1979).

Sıcaklığa bağlı oluşan kusurlar ve kararmaya bağlı renk değişimi meyve ve sebzelerin kurutulmasında uygulanan yöntemlere bazı limitler getirilmesine neden olmaktadır (Üretir ve ark., 1995).

Meyvelerin taze haldeki doku renginin kurutulduktan sonra da korunması istenmektedir. Bunun için kurutma öncesi ön uygulamalara gereksinim duyulmaktadır. Bu amaçla SO₂ uzun süreden beri güvenilir bir şekilde kullanılmaktadır. Kükürt kurutma işlemleri sırasında oluşan enzimatik esmerleşmeyi engellemekle kalmaz aynı zamanda depolama boyunca enzimatik olmayan kahverengileşmeyi de engellemektedir. Bununla birlikte bazı bireylerin kükürde karşı duyarlı olmasından dolayı alternatif madde arayışı içine girilmiştir. Kurutulmuş ürünlerde esmerleşmenin kontrol altında tutulması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmuştur (Taylor ve ark., 1986).

Kurutulmuş meyve ve sebzeler diğer yöntemlerle muhafaza edilen ürünlere göre kolay ambalajlama, düşük maliyetle taşıma ve depolama gibi bazı avantajlara sahiptir. Ayrıca bu ürünlerin diğer kuru ürünlere karışımı çok kolay olduğu için kullanım alanları da çok geniştir. Kurutulmuş sebzeler genellikle hazır çorba ve sos karışımları ile hazır yemeklerde kullanılırken, kurutulmuş meyveler de keklerde, puding karışımlarında bisküvi ve tartlarda düşük maliyetli katkıları olarak geniş çapta kullanılmaktadır.

Kurutulmuş elmalar, tutti frutti olarak bilinen meyve karışımlarında, unlu mamüllerde, bazı kahvaltılık tahıl ürünlerinde kullanılmaktadır. Bu işletmenin ihracata yönelik üretim yaptığı bilinmektedir. Elma kurutmacılığında önde gelen ülkeler İtalya, Şili, ABD, Çin ve Arjantin'dir (Maas ve Vos, 1994). Ülkemizde de son yıllarda elma kurutmacılığının önemi anlaşılmış ve bu amaçla Isparta'da özel teşebbüse ait bir işletme (Elmataş) üretime başlamıştır.

Gelişmiş ülkelerde, gıda sanayiinde elma, meyve suyu, püre ve cips gibi ürünlere işlenirken, ülkemizde büyük ölçüde taze olarak ve meyve suyuna işlenerek tüketilmektedir.

Kurutulmuş elma cipsi üretim tekniğini araştırmaya yönelik bu çalışmada, kurutma öncesi ürün renginin korunması amacıyla uygulanan işlemlerden kükürtleme yerine, taze ürün rengini koruyacak maddeler ile bunların kullanım koşullarının saptanması ve depolama sırasında oluşan değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Ayrıca ülkemizde yetiştirilen önemli meyve türlerinden biri olan elmanın meyve işleme sanayiinde kullanım olanaklarını artırmak ve ayrıca bölgede adaptasyon denemeleri yapılan yabancı çeşitler ile yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Amasya, Golden delicious ve Starkrimson delicious çeşitlerine ait elmaların kurutmaya uygunluklarının araştırılması amaçlanmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ülkemiz elma bakımından oldukça geniş çeşit zenginliğine sahiptir. Ancak bunların çok azı meyve kalitesi ve muhafazaya uygunluk açısından önem kazanmıştır (Özbek, 1978). Bugün dünyadaki elma çeşitlerinin sayısı 6500'ü aşmakta olup, Türkiye'de ise bu sayı 460'ı bulmaktadır. Bu elma çeşitleri arasında kalite ve verim yönünden yüksek olup ticari anlamda yetiştiriciliği yapılanların sayısı çok azdır (Anon, 1991). Bu çeşitlerden son yıllarda Amasya çeşidi üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Eltez ve Kaşka (1985), periyodisite göstermeyen tipleri elde etmek amacıyla yaptıkları çalışma sonunda 52 tip seçerek bunlara Kaşel adını vermişlerdir.

2.1.Denemede Kullanılan Elma Çeşitlerine Ait Bilgiler

2.1.1.Amasya (Kaşel-38)

Orjini Anadolu olan Amasya çeşidinin ağacı uzun ömürlü olup yayvan taç şeklindedir. Meyve özellikleri ise orta irilikte, karın tarafı genişçe, kabuğu ince, serttir. Güneş gören yüzü koyu, diğer tarafları açık kırmızı ve yer yer yeşil zemin rengi görülmektedir. Meyve eti hafif yeşilimtrak-beyaz, tatlı, sulu, yeme olumunda gevrek ve kokuludur (Şekil 3.1.). Hasadı Eylül'ün ikinci haftasında yapılmaktadır. Tozlayıcıları; Starking Delicious, Golden delicious, Beacon, Granny Smith'dir. Bir yıl çok meyve verirken, bir yıl dinlenmekte ve mutlak periyodisite göstermektedir. Her ne kadar Yalova'da yapılan denemede bu nedenle elenmiş ise de Türkiye'nin hemen bütün bölgelerinde yaygın ve kitle halinde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Meyveler iyi bir depolama ile Mayıs ayına kadar saklanabilmektedir (Anon., 1991).

2.1.2.Golden delicious

Orjini ABD olan Golden delicious çeşidi 1890'da bulunmuştur. Sinonimi; Azany Delicious, Delicious Aurin, Prevuzhodna, Stark Golden delicious, Yellow Delicious, Zlatna, Zolotoe Prevoshodnoe'dır. Ağacı dik-yarı dik ve orta kuvvette

gelişmekte ve çok verimlidir. Meyvesi iri, altın sarısı renkte, silindirik- konik şekilli ve çok iyi kalitelidir (Şekil 3.2.). Hasadı Eylül'ün ikinci haftasıdır. Tozlayıcıları; Starking Delicious, Starkrimson delicious, Jonathan ve Winesap'dır. Mart ayına kadar soğuk depoda saklanabilmektedir (Anon., 1991).

2.1.3.Starkrimson delicious

ABD orjini olup, Starking Delicious'un bir tomurcuk mutasyonu olarak 1952'de bulunmuştur. Sinonimi; Bisbee Delicious'dır. Ağacı orta kuvvette olup yarı dik-dik gelişir, çok verimlidir. Verimli toprak, kuvvetli anaç, dikkatli meyve seyreltmesi, daha çok gübre, su ve kuvvetli budama istemektedir. Meyvesi iri, sıvama koyu morumsu renkte, düzgün şekillidir (Şekil 3.3.). Hasadı Eylül ortasında yapılmaktadır. Tozlayıcıları; Golden delicious, Starkspur Golden delicious, Stark Earliest'dır. Meyveleri soğuk depoda Nisan ayına kadar saklanabilmekte ve elma yetiştirilen bütün bölgelere tavsiye edilmektedir (Anon., 1991).

2.2. Elmanın Pomolojik Özellikleri

Kaşka ve Küden (1993) 1981-1991 yılları arasında Ç.Ü. Pozantı Tarımsal Araştırma Merkezinde yürüttükleri çalışmalarında 3 yazlık, 1 güzlük ve 10 kışlık elma çeşidi üzerinde yaptıkları araştırmalarda meyvenin ağırlığının 79.9g (Jonagold) ile 223.6g (Cooper-900) arasında, meyve eninin 57.7mm (Jonagold) ile 78.4mm (Cooper-900) ve meyve boyunun ise yine aynı çeşitlerde 46.6mm ile 81.1mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Kaşka ve Küden (1992) Spur çeşitlerinin adaptasyonu üzerinde yaptıkları çalışmalarda meyve ağırlığının 129.89 g (Avil spur) ile 194.30 g (Erwin spur) arasında, meyve eninin 57.63 mm (Avil spur) ile 73.74 mm (mor spur) arasında, meyve boyunun ise 59.16 mm (Avil spur) ile 73.22 mm (Erwin spur) arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

2.3.Elmanın Kimyasal Özellikleri

Çeşitli araştırmacıların elmanın yenilebilen kısmının kimyasal bileşimine yönelik bulgular Çizelge 2.1.'de gösterilmiştir. Buna göre tüm bileşim unsurları geniş sınırlar içinde değişim göstermiştir. Elmanın toplam ağırlığının % 80-90.0'ı sudan oluşmaktadır (Schobinger ve ark., 1988; Cemeroğlu, 1982).

Çizelge 2.1. Elmanın Yenilebilen Kısmının Kimyasal Bileşimi (karbonhidrat değerlerinden ham lif çıkartılmıştır)

Bileşenler	Kaynaklar			
	a	b	c	d
Su(%)	85.3(80.4-90.0)	84.8	84.3	-
Ham Protein(%)	0.34 (0.20-0.45)	0.2	0.3	0.4
Karbonhidrat (%)	11.6	13.6	11.9	12.6
Toplam asit(%) (MalikA.)	0.65 (0.37-0.88)	-	-	0.2-1.7
Kül(%)	0.32 (0.26-0.36)	0.3	-	0.3-0.4
K (mg/100g)	144(100-175)	100	120	140
Ca (mg/100g)	7.1 (4-10)	7	4	7
Mg (mg/100g)	6.4 (2.8-9)	8	5	-
P(mg/100g) 1mgP=3.07 PO ₄	12 (7-17)	10	8	12
Askorbik asit (mg/100g)	12 (3-25)	7	3	12
β-Karoten (μg/100g)	47 (28-70)	50	30	-
Tiamin(B ₁) (μg/100g)	35 (15-60)	30	40	35
Riboflavin (B ₂) (μg/100g)	32 (20-50)	20	20	30
Niasin (μg/100g)	300 (100-500)	100	10	300
Enerji kcal/100g	-	-	-	55 (230 joule)

a: Souci ve ark., 1981; Schobinger ve ark., 1988'den

b: Watt ve Merril, 1963 : Schobinger ve ark., 1988'den

c:Paul ve Southgate, 1978: Schobinger ve ark., 1988'den

d: Cemeroğlu, 1982

2.3.1.Karbonhidrat İçeriği

Literatürde belirtilen elmanın şeker içeriği ilgili değerler Çizelge 2.2.'de toplu olarak gösterilmiştir. Toplam şeker içeriği % 6 ile 16.60 arasında değişirken bunun içinde en büyük pay fruktoza aittir. Bunu sırasıyla sakaroz ve glikoz takip etmektedir (Schobinger ve ark., 1988; Cemeroğlu, 1982).

Elmada nişasta, olgunlaşmadan önceki aşamada bulunur, olgunlaşma ile miktarı gittikçe azalır ve tam olgun meyvelerde tamamen kaybolur (Cemeroğlu, 1982; Ekşi, 1988; Schobinger ve ark., 1988).

Erken hasat edilen elmalarda depolama süre ve sıcaklığına bağlı olarak nişasta oranı azalmakta ve belli süre sonra nişastanın tümü parçalanmaktadır. Yerli çeşitlerden Amasya elmasında nişasta oranı, olgunluk düzeyine bağlı olarak % 0.04-0.16 arasında bulunmaktadır (Ekşi, 1988).

Çizelge 2.2. Elmanın Şeker İçeriği

Araştırmacılar	Toplam Şeker(%)	Glikoz(%)	Fruktoz(%)	Sakaroz(%)
a ort (min-mak)	10.22	1.73 (0.14-3.47)	5.91 (3.48-8.56)	2.58 (1.31,4.03)
b ort (min-mak)	11.0 (9.04-13.98)	2.35 (1.17-3.64)	6.00 (5.01-7.04)	2.51 (1.10-3.78)
c (n 39- 5 çeşit)	Ort 9.86 (6.68-15.25)	1.82 (1.08-2.84)	5.93 (3.66-7.9)	2.11 (0.53-5.47)
(min-mak)	7.99-9.03	1.38-1.80	4.83-5.38	2.10-2.73
d (n:64-4 çeşit)	±0.20	±0.08	±0.15	±0.10
e ort (min-mak)	12 (6.00-16.60)	1.72	6.00	3.6
f ort		1.17	6.04	3.78

a: Souci ve ark., 1981; Schobinger ve ark., 1988'den

b: Wrolstad ve Shallenberger, 1981: Schobinger ve ark., 1988'den

c: Dalcuite ve ark., 1970: Schobinger ve ark., 1988'den

d: Trautner ve Somogy, 1978: Schobinger ve ark., 1988'den

e: Cemeroğlu, 1982

f: Cemeroğlu ve Acar, 1986

Elmanın pektin içeriği, çeşit ve olgunlaşma düzeyine bağlı olarak değişmektedir ve genel olarak toplam pektin miktarı, olgunluk ilerledikçe azalmaktadır. Ayrıca olgunlaşmaya paralel olarak toplam pektik madde daha çok çözünür forma dönüştüğü için meyve dokusunda yumuşama izlenmekte ve dolayısıyla sertlik kaybı olmaktadır. Amasya çeşidi elmalarda pektin % 0.14 ile 0.24 arasında değişmektedir (Ekşi, 1988).

Hemiselüloz içeriği de % 0.82 ile 8.64 arasında değişirken olgunlaşma ile miktarı azalmıştır (Ekşi, 1988).

2.3.2. Asit İçeriği

Meyveler solunum enerjilerini sağlamada şekerlerin yanında asitlerden de yararlanmaktadır. Bu yüzden uzun süre depolanan meyvelerde asit azalması görülmektedir. Örneğin, elma ve üzümün depolanmasında meyvenin zamanla aşırı tatlanmış olmasının nedeni budur. Elmanın toplam asitlik değeri % 0.2 ile 1.7 arasında değişirken, pH değeri 3.2 ile 3.5 arasındadır (Cemeroğlu, 1982).

Elmada bulunan toplam asidin (3.7-8.8 g/kg) % 50'sini malik asit (2.7-7.9 g/kg) oluşturmaktadır. Geri kalan kısmın önemli bir bölümü quinic asitten (Tetrahydroxy-hexahydro benzoik asit) ibarettir. Sitrik asit (0.09-0.30 g/kg) eser miktarda bulunmaktadır (Schobinger ve ark., 1988).

2.3.3. Fenolik Madde İçeriği

Elmada bulunan fenolik maddeler miktar bakımından önemli olmasa da meyvenin renk ve lezzetini oluşturması bakımından ve ayrıca esmerleşme reaksiyonlarına katılmaları açısından önemlidir (Cemeroğlu, 1982).

Elmanın ve elma ürünlerinin fenolik madde içerikleri ile ilgili pek çok araştırma yapılmıştır. Elmadaki fenolik madde miktarları, çeşide, olgunluk dönemine ve çevresel faktörlere göre değişmektedir (Nicolas ve ark., 1994).

Fenolik madde miktarı olgunlaşma ile azalmaktadır. Kuru ağırlıkta fenolik madde miktarı ham elmada %8 dolayında iken olgunlaşma döneminde % 2-3'e kadar düşmektedir (Ekşi, 1988).

Nicolas ve ark., (1994), bildirdiğine göre, Yamiki (1984), elma hücrelerinde bulunan toplam fenolik maddenin %97'sinin vokoullerde, diğer %3'nün ise serbest boşluklarda bulunduğunu, sitoplazmada ise fenolik madde bulunmadığını belirtmiştir.

Nicolas ve ark. (1994), kırmızı kabuklu elma ve elma ürünlerinde bulunan başlıca fenolik maddeleri; fenolik asitler, flavan-3-ol'ler, flavonoller, dihidrokalkonlar, antosiyaninler olarak gruplandırmıştır.

Shannon ve Pratt (1967), elmadaki fenolik bileşiklerden klorojenik ve L-epikateşinden başka; quercetin, hyperin, isoquercetin, avicularin, auersitrin-3-xylosid, quercitrin, rutin p-coumarilquinic asit ve kompleks leukoantosiyanidinlerin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Oleszek ve ark. (1988), elma kabuklarında ve meyve etinde fenolik glikozit kompozisyonun çok farklı olduğunu belirtmişlerdir. Meyve eti esas olarak iki adet dihidrokalgon glikozid içerirken elma kabuklarının her iki dihidrokalgonu ve quersitin glikozidi içerdiğini belirtmişlerdir.

Nicolas ve ark. (1994), çoğu çeşitte çekirdek evi kısmındaki 3 çeşit fenolik maddenin toplam fenolikler içerisinde % 90'ını oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bunlar: Caffeoily Quinic asit (klorojenik asit) ve flavan-3-ollar ((-)-epikateşin ve prosiyanidin B2)'dir. Kabukta hidrosinamik asit türevleri bulunur bunlar çekirdek evindeki kadar yüksek değildir. Ancak flavan-3-ol ve flavonol türevlerinin elmadaki fenolik bileşenlerin çoğunu oluşturduğunu ifade etmişlerdir.

Nicolas ve ark. (1994), yine aynı araştırmalarında elmanın kabuğundaki fenolik madde miktarının g/kg taze ağırlık olarak 1.5-19.2 arasında olduğunu ve pulpa göre daha fazla bulunduğunu belirtmişlerdir. Toplam fenolik madde içeriğinin ise g/kg taze ağırlık cinsinden 0.49 ile 17 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Burda ve ark. (1990), üç elma çeşidinde (Golden delicious, Empire, Rhode Island Greening) olgunlaşma ve depolama boyunca meyve eti ve kabuğunda fenolik bileşikleri belirlemişlerdir. Üç elma çeşidinde de esas fenolik maddenin epikateşin ve prosiyanidin B2'in, klorojenik asitten daha fazla bulunduğunu belirtmişlerdir. Elmanın meyve etindeki fenolik madde konsantrasyonunun gelişimin ilk dönemi boyunca kesin bir şekilde azaldığını ve sonra olgunlaşma ve depolama ile sabit kaldığını belirtmişlerdir. Meyve gelişimi ve olgunlaşma periyodu boyunca esmerleşmeye yönelimin azaldığını ifade etmişlerdir.

Osmianski ve ark. (1995), elmanın; klorojenik asit, kateşinler, prosiyanidinler, dihidrokalkonlar gibi fenolikleri ve o-difenol oksidazı içerdiğini ve bu bileşenlerin meyve bütünlüğünün bozulmasından sonra yoğun esmerleşme reaksiyonlarından sorumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Fransada yetiştirilen 12 elma çeşidinde Polifenol Oksidaz (PPO) aktivitesi, göbekte 3.1 ile 0.62 ve kabukta 3 ile 0.3 mka/kg arasında değişim göstermiştir. Her iki kısımda Red Delicious'da en yüksek aktiviteye sahip bulunmuştur. Elstar ise en az aktiviteyi göstermiştir. Red Deliciousta ticari hasat zamanına kadar PPO aktivitesi gittikçe azalmıştır (Janovitz-Klapp ve ark., 1989).

Elma, gelişme sürecinde iken indirgen şeker ve sakkaroz sürekli artış göstermektedir. Buna karşılık fenolik ve klorojenik asit azalmaktadır. Kabuk kısmındaki antosiyanin konsantrasyonu olgunlaşma ilerledikçe artmaktadır. Oksidasyon enzimleri meyvenin etli kısmında bulunmaktadır. Anılan bu enzimler klorojenik asit ve kateşinleri okside ederek renk kararması ve esmerleşmeye neden olmaktadır (Artık, 1988).

2.4.Elmaların Kurutulması İle İlgili Çalışmalar

Son yıllarda, meyve ve sebze işlemede kurutma ilgi çekici bir yöntem haline gelmiştir. Modern kurutma teknolojisi ile enzimatik esmerleşme inhibe edilerek yüksek kalitede ürün eldesi sağlanmaktadır (Barbanti ve ark., 1991).

Holdsworth (1985), bütün halde kurutulmuş meyvelerin, kuru meyve karışımlarının hazırlanmasında, halka veya kübik halde kurutulmuş meyvelerin, kek

ve puding üretiminde, toz halinde kurutulmuş meyvelerin, yoğurt ve pastacılıkta dolgu materyali ve içecek üretiminde kullanılabileceğini belirtmiştir.

Cemeroğlu ve Acar (1986), kurutma amacıyla çekirdek evleri çıkarılıp 1cm kalınlıkta dilimlenen elmaların % 1-2'lik sodyum bisülfid çözeltisine daldırılarak kükürtlendiklerini bildirmişlerdir. Kükürtlenen elmaların zıt akım prensibine göre çalışan, sıcak ucun sıcaklığı 75°C olan tünel kurutucuda kurutulduğunu belirtmişlerdir. Kurutma işlemine elmalardaki su oranı % 18-20'ye düşünce son verildiğini ve 100 kg elmadan, 14-15 kg kurutulmuş ürün alındığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar rengin korunması amacıyla kurutulmuş elmaların sandıklara doldurulup depolandığını ve ambalajlamadan önce kuru üründe son kükürt konsantrasyonu 2500-3000 ppm SO₂ olacak şekilde bir defa daha kükürtlendiğini bildirmişlerdir.

Kim ve arkadaşları (1993), 11 farklı elma çeşidinin, farklı sıcaklık ve sürelerdeki ısıtma işlem uygulamalarına gösterdiği tepkinin belirlenmesi üzerinde yaptıkları çalışmada; ısıtma işlem uygulanan dilimlenmiş elmalarda, sertlik, solunum hızı, çözünür kuru madde ve asitlikteki değişimleri ölçmüşlerdir. Esmerleşmenin çeşide ve sıcaklık derecesine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Liberty, Monroe, RI Greening ve Rome çeşitlerinin ısıya karşı çok hassas iken, McIntosh, NY 674 ve Empire çeşitlerinin daha az hassas olduğunu ve Golden delicious ve Delicious çeşitlerinin ise ısıya karşı dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir. Golden delicious çeşidi elmalar 40°C'de 4 saatlik sürede % 17.5 esmerleşme gösterirken 50°C'de 1 saatte % 12.5 esmerleşme kaydetmişlerdir.

Barbanti ve ark. (1991), kurutulmuş ürünlerde, kükürt dioksit kullanımını azaltmak için kurutma öncesi uygulamalarda farklı ön işlemleri denemişlerdir. Elma ve şeftalilerde kuruma hızı ve kurutulmuş ürün kalitesini (renk ve rehidrasyon kapasitesi) değerlendirmişlerdir. Ön işlemlerde 100°C de iki dakika buharda haşlama, 90°C'de iki dakika suda haşlama, 70° Brikslik glikoz ve fruktoz şurubunda 25°C üç saat doğrudan ozmoz ve 80°C'de üç saat glikoz ve fruktoz (70°Bx) şurubunda ozmotik haşlamayı denemişlerdir. Kuruma sırasında ürünlerin kuruma hızını ve kuruduktan sonra ürün kalitesini değerlendirmişlerdir. Enzimatik esmerleşmeyi engellemek için kükürtlemeye alternatif olarak suda veya buharda haşlamayı ve ozmotik haşlamayı önermelerine rağmen Hunter L değerleri bakımından SO₂'in daha

yüksek değerler aldığını bildirmişlerdir. Aynı zamanda ozmotik haşlamaya tabi tutulan ürünlerin kuruma hızının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Vrac ve Grüner (1994), üç çeşit elmayı (Idared, Golden delicious ve Jonathan) laboratuvar tipi akışkan yataklı kurutucuda kurutmuşlardır. Elmaları temizleyip, göbeğini çıkarıp, kabuğunu soyup 10X10X10 mm'lik küplere ve 5X3 mm kalınlığında 40 mm uzunluğunda dilimlere ayırmışlardır. Örneklerin bir kısmını kurutmadan önce 3 dakika süre ile % 0.1'lik askorbik asit çözeltisine daldırmışlardır. Kurutma sıcaklığını 80°C olarak belirtmişlerdir. Kurutulmuş örneklerde nem içeriğinin %9 ile 12 arasında değiştiğini ve daha yüksek su içerikli olan örneklerin duyusal olarak zayıf özellik gösterdiğini belirtmişlerdir. Kurutma işleminden, en çok malik ve sitrik asit içeriğinin etkilenecek azaldığını bulmuşlardır. En yüksek rehidrasyon oranlarının ise, çubuk şeklinde dilimlenen ve askorbik asit ile muamele edilen örneklerde görüldüğünü belirtmişlerdir. Idared çeşidi elmaların fizikokimyasal ve duyusal değerlendirmede en iyi sonuçları aldığını bildirmişlerdir.

Bhardwaj ve Lal-Kaushal (1990), Red Gold, Golden delicious ve Granny Smith elma çeşitlerini halkalar halinde, SO₂ ile ön işleme tabi tutarak güneşte ve dehidratörde kurutmuşlardır. Güneşte kurutulan ürünlerde nem içeriğinin % 14,5-16,1, titrasyon asitliğinin % 1,17 ile 2,70 arasında (kuru maddede), indirgen şeker içeriğinin % 48,2-53,9 (kuru maddede) arasında, toplam şeker içeriğinin % 65,5-69,9(kuru maddede) ve askorbik asit içeriğinin 2,5-7,5 mg/100g arasında, dehidratörde kurutulanlarda ise bu oranların sırasıyla % 14,2-16,8, % 1,23-2,73, % 47,7-54,8, % 67,9- 75,3 ve 2,5-12,5 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir. Toplam SO₂ miktarını dehidratörde kurutulan örneklerde 96-288 ppm arasında bulmuşlardır. Bu oran güneşte kurutmada daha düşük (48-224 ppm) bulunmuştur. Ayrıca SO₂'in depolama süresince ölçülü bir şekilde azaldığını ve bundan ürünün besin değerinin olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir. SO₂ içeriğinin azalmasıyla esmerleşme indisinin (440 nm) arttığını bildirmişlerdir. Çeşit dikkate alındığında Golden delicious görünüş ve tat olarak en çok beğenilen çeşit olmuştur. Uygulamalar arasında ise 2500 ppm'lik SO₂ çözeltisine daldırılarak güneşte kurutulan elmaların daha üstün özelliklere sahip olduğu ve 180 günlük depolamanın kurutulmuş ürün için ideal olduğunu belirtmişlerdir.

2.5.Kurutma ile Meydana Gelen Değişmeler

Kurutma yöntemi ile gıdaları değerlendirmenin bilinen üstünlüklerine karşın bazı olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Bunlardan bazıları renginde, lezzetinde, tekstürde ve besin değerindeki kayıplardır. Ancak bu olumsuzluklar uygun kurutma koşullarının ve sistemlerinin seçilmesi halinde büyük ölçüde giderilebilmektedir (Cemeroğlu ve Acar, 1986; Saldamlı ve Saldamlı, 1990).

Kurutma sırasında elmadaki toplam asitlik, yüksek moleküllü bileşiklere hidrolize olma nedeni ile azalmaktadır. Suda çözünen kuru madde ile indirgen şeker miktarı da anılan hidroliz nedeni ile yüksektir (Artık,1988).

2.5.1.Renkteki Değişmeler

Her kurutulan üründe daima ortaya çıkan en önemli olumsuzluk rengin esmerleşmesidir. Renk esmerleşmesi kurutmadan önce, kurutma sırasında ve /veya depolama süresinde oluşmaktadır. Esmerleşme enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucu olabilmektedir. Özellikle meyveler başta olmak üzere haşlamadan kurutulan ürünlerde oksidasyon enzimlerinin faaliyetiyle, özellikle polifenoller gibi birçok maddenin oksidasyonuna dayalı renk esmerleşmesi kendini gösterir. Kurutmada uygulanan havanın sıcaklık derecesi, materyaldeki enzimleri inaktif hale getirmeye çoğu kez yeterli gelmez. Bilindiği gibi materyal, kuruma sırasında uygulanan yüksek sıcaklığa rağmen suyun buharlaşması sonucu daima soğuk kalır (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Meyve dokusundaki renk solması ve esmerleşme çeşitli reaksiyonlar sonucu oluşan çok karmaşık oluşumlardır. Bu oluşumlar heksozlar ve amino bileşenlerinin kondensasyonu ile oluşan Maillard reaksiyonlarını (Resnik ve Chirife, 1979), fenollerin polimerizasyonunu ve pigmentlerin yıkımını içermektedir (Lozano ve Ibriz., 1997).

2.5.1.1.Enzimatik Esmerleşme

2.5.1.1. (1) Enzimatik Esmerleşmenin Mekanizması

Enzimatik esmerleşme, 4 esas maddenin oksijen, enzim, bakır ve substratın ortamda bulunmasıyla gerçekleşir. Esmerleşme bu esas maddelerden bir veya daha fazlasının ortamdan uzaklaştırılmasıyla kontrol edilebilir. Bununla birlikte belirli reaksiyonlarda bunu gerçekleştirmek çok kolay değildir (Langdon, 1987).

Enzimatik esmerleşme esas olarak oksijen varlığında fenollerin hafif renkli kinonlara Polifenol oksidaz (PPO) tarafından oksitlenmesidir. Bu kinonlar diğer reaksiyonların enzimatik veya enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucunda kahve renkli pigmentlerin veya melaninlerin oluşumuna neden olurlar (Nicolas ve ark., 1994; Özoğlu ve Bayındırlı, 1997; Langdon, 1987; Amiot ve ark., 1992; Janovitz-Klapp ve ark., 1989; Saper ve Miller, 1992; Tan ve Harris, 1995).

Enzimatik esmerleşme reaksiyonlarında rol alan oksidasyon enzimleri, tirozinaz, o-difenol oksidaz, kateşol oksidaz, kresolaz, fenolaz gibi değişik adlarla tanımlanırsa da tümüne birden polifenoloksidaz (PPO) enzimleri denilmektedir (Mermelstein, 1993). PPO oksido redüktaz grubunun bir üyesi olup meyve ve sebzelerde fenolik maddelerin hidroksilasyonu ve oksidasyonunu sağlamaktadır. Enzimatik esmerleşme bitki dokularının sağlam olanlarında oluşmaz çünkü fenolik maddeler vakoullerdedir ve sitoplazmada bulunan PPO'lardan ayrı olarak bulunmaktadır. Bitki dokusu dilimleme, kesme veya pulp haline getirme gibi işlemlerle zarar gördüğünde hızlı bir şekilde kahve renkli pigmentler oluşmaktadır. Bu pigmentler çoğu üründe istenilmeyen renk ve aromaya neden olmaktadır (Langdon, 1987; Amiot ve ark., 1993; Janovitz-Klapp ve ark., 1989; McEvily ve ark., 1992).

Meyve ve sebzelerde PPO enzimleri üzerinde geniş araştırmalar yapılmaktadır. Bunlar arasında; avakado (Kahn, 1985), elma (Sahnnon ve Prott, 1967; Sartjawatcharaphone ve ark., 1983; Coseteng ve Lee, 1987; Amiot ve ark., 1988; 1992; Yemenicioğlu ve ark., 1997), erik (Siddiq ve ark., 1992); kayısı (Heil ve ark., 1970), kiraz (Benjamin ve Montgomery 1973), mantar (McCord ve Kilara,

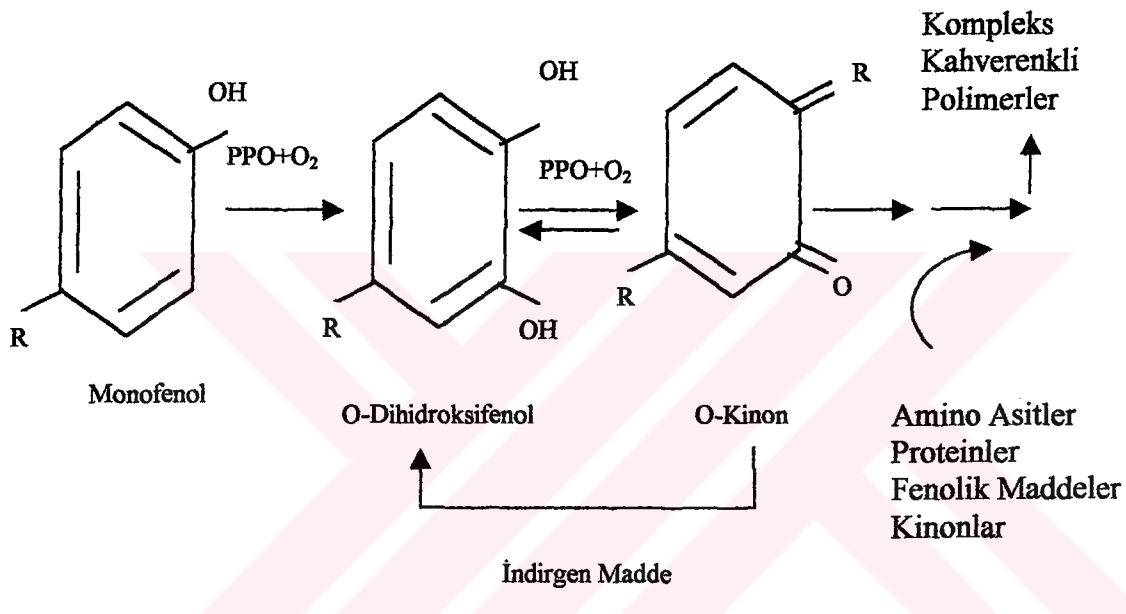
1983; Khan, 1985; Chai ve Sapers, 1994), mango (Park ve ark., 1980), muz (Khan, 1985), şeftali (Harel ve ark., 1970), üzüm (Cash ve ark., 1976) ve zeytin (Ben-shalom ve ark., 1977) üzerine yapılan araştırmalar sayılabilir.

Enzimatik esmerleşmenin ilk aşaması o-kinonların oluşmasıdır. O-kinonlar ise, o-dihidroksifenol ünitesi içeren her çeşit fenolik maddelerden oluşabilmektedir. Nitekim bazı fenolik maddeler, iki aşamada o-kinona okside olabilmektedirler. Birinci aşamada, monohidroksifenollere hidroksil grupları bağlanarak o-dihidroksifenoller (monofenolaz veya kresolaz tarafından) oluşmakta, ikinci aşamada ise o-dihidroksifenoller (difenol oksidaz ve kateşolaz tarafından) o-kinon'lara dönüşmektedir (Şekil 2.1.) (Lozano ve ark., 1994; McEvily ve ark., 1992; Mermelstein, 1993). İkinci aşamadaki kateşolaz sürekli mevcut ise de bazı bitkilerdeki enzim preparatları genellikle kresolaz aktivitesinden yoksundur (Janovitz-Klapp, 1990; Sıddıq ve Cash, 1992; Nicolas ve ark., 1994; Tan ve Harris, 1995). Birinci aşama her zaman oluşmayabilir, her ikisi de mevcut olduğunda kresolaz/kateşolaz aktivitesi 1-10 veya hatta 40 arasında değişmektedir (Nicolas ve ark., 1994).

Enzimatik esmerleşme reaksiyonlarında oluşan ilk kilit madde olan o-kinonlar, renksiz bileşiklerdir ve bizzat herhangi bir renk bozulmasına neden olmazlar. Ancak o-kinon, maruz kaldığı ikincil polimerizasyon reaksiyonları sonucunda oluşan koyu renkli, suda çözünmeyen polimerlerden dolayı kurutulmuş meyvelerde esmerleşmeden sorumludur. Kinonlar, amino asitler veya proteinler ile daha karmaşık büyük molekülü bileşiklere polimerize olmaktadır. Renk bozulmalarının esas nedeni de esmer renkli olan bu polimerlerdir. Kinonlar, aynı zamanda düşük oksidasyon-redüksiyon potansiyeline sahip bileşenleri oksitler, böylece oksidatif enzime taze substrat sağlamış olur. Askorbik asit bu reaksiyonu inhibe ederken diğer yandan PPO tarafından tüketilir. Bu yüzden enzimatik esmerleşme oluşumunda toplam C vitamini kaybı görülür (Wetherilt ve ark., 1992).

Enzimatik esmerleşme reaksiyonlarının olduğu ortamda bulunan bazı maddeler, renk değişimlerinin kilit maddesi olan o-kinonları geriye, yani o-fenolik formlara indirgeme özelliğine sahiptir. Böylece esmerleşme olayı o noktada durmakta ve renk bozulmamaktadır. Bu indirgen maddelerin başında askorbik asit,

oluşan o-kinonları, o-fenolik bileşiklere indirgeyerek renk bozulmasını engellemekte ve bu sırada askorbik asit parçalanmaktadır. Böylece ortamda askorbik asit bitince kuşkusuz esmerleşme reaksiyonuna engel kalmamaktadır. Ek olarak askorbik asit, enzimatik esmerleşme reaksiyonunda önemli rolü olan ortamdaki oksijeni de indirgeyerek, esmerleşme reaksiyonlarını ikinci bir yolla da inhibe etme özelliğine sahiptir (Cemeroğlu ve Acar, 1986).



Şekil 2.1. Enzimatik Esmerleşme Reaksiyonu (McEvily ve ark., 1992)

2.5.1.1. (2) Enzimatik Esmerleşmeyi Engellemek İçin Uygulanan İşlemler

Esmerleşme bazı ürünlerde renk değişmesi ve aroma kayıplarından dolayı istenmeyen bir reaksiyondur. Bu konuda yapılan pek çok çalışmada ısıtma işlem uygulamaları ile indirgen maddeler, asitlendiriciler, şellatlar ve diğer kimyasalların kullanılmasıyla esmerleşmenin önlenmesini hedeflemişlerdir (Oszmianski ve Lee, 1990; Wetherilt ve ark., 1992).

2.5.1.1. (2) (a) Isıl İşlem Uygulamaları

Konserve edilmiş, dondurulmuş ve kurutulmuş meyve ve sebze sanayiinde enzimatik esmerleşmenin kontrolünde prensip fenolaz enziminin etkisiz kılınmasıdır. Bu amaçla etkili bir metot olan buharda haşlamadan yararlanılmaktadır (Lozano,1994).

Enzimatik esmerleşme, hızlı reaksiyonlar sonucunda oluşmaktadır. Buzdolabında 0-4°C’de saklamanın esmerleşmeyi geciktirdiği saptanmıştır. Bununla birlikte pulplarda, pürelerde ve bulanık elma suyunda selülozik dokular parçalanmış olduğundan düşük sıcaklıkta PPO aktivitesini yeterli derecede azaltmamaktadır. Aynı zamanda PPO inaktivasyonu için minimum 90°C’de 10 saniye ısıtma yeterli bulunmaktadır (Lozano,1994).

2.5.1.1. (2) (b) pH Derecesinin Düşürülmesi:

Enzimatik esmerleşmeler, ortamın pH değerinin 4.5’in üzerine çıkmasıyla hızla artmakta ve 5-7 dolaylarında maksimum düzeye erişmektedir. Fenolaz enzimi pH 6-7 arasında optimum çalışma göstermektedir. pH’ın 3’ün altına düşürülmesi ile enzim aktivitesi engellenmektedir. Fenolaz enzimi prostetik grubu (protein olmayan) bakır içerir. Bu bakır prosthetic grup enzimatik reaksiyonların oluşması için mevcut olması gerekir ve meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunur. Sitrik asitin fenolaz üzerine çifte inhibe edici etkisi vardır. Sitrik asit ortam pH’sını düşürür ve fenolik maddelerin bakır kısmı ile şelat oluşturur. Şelatlaştırıcı maddelerin kullanımı ile esmerleşme reaksiyonları yavaşlatılır, ancak oluşum tamamen durdurulamaz. Bu nedenle etkili bir gıda kurutmada pH’nın 3’ün altında olmasına dikkat edilmelidir (Langdon, 1987).

Şelatlaştırıcı maddelerden siyanid, dietil dithicabamate, 2 mercaptonbenzothiazole asit ve EDTA (etilen diamin tetra asetik asit) PPO’ların prostetik grubu bakır ile interaksiyonları sonunda polifenoloksidazları inhibe etmektedirler. EDTA elma dilimleri deki esmerleşmeyi inhibe etmede yeterli bulunmamıştır (Sapers ve ark., 1989). Polivinilprolidon, PPO’ları bağlayarak fenolik maddelerin kinonlara dönüşümünü engelleyebilir. (Loomis, 1968: Sapers ve ark., 1989). Asidik polyfosfat sporix’de bazı sebze ve meyvelerde etkili bir madde olarak

tanımlanmıştır (Friedman, 1986: Sapers ve ark., 1989'dan). Ancak FDA bu maddelerin gıdalarda kullanımına izin vermemiştir (Mermelstein, 1993).

Santerre ve ark. (1988), sitrik asidin elmayı asitlendirmek için iyi bir kaynak olduğunu ve elma aromasını güçlendirdiğini bildirmişlerdir. Sitrik asit aynı zamanda bakır ve demir gibi metal iyonları ile şelat oluşturma özelliğine sahip olduğundan, % 2'den daha az konsantrasyonlarda enzim aktivitesini azaltıcı etki göstermiştir.

2.5.1.1. (2) (c) Oksijenin Uzaklaştırılması

Kesilen meyve yüzeyinden ortam oksijeninin uzaklaştırılması halinde esmerleşme reaksiyonları önemli ölçüde geciktirilebilir. Fakat ortama tekrar oksijen verildiğinde olay hızlanır. Su, şurup, salamura ve vakum ile oksijensiz ortam oluşturabilir. Fenolik substratların oksidasyonunu engellemek için kimyasal uygulamalar gerçekleştirilebilir fakat bunların gıdalarda kullanıma uygun olup olmadığına dikkat edilmelidir (Langdon, 1987).

Amiot ve ark. (1993), oksidatif esmerleşmenin anaerobik depolama ile inhibe edilebileceğini belirtmişlerdir.

2.5.1.1. (2) (d) Olgunluk ve Çeşit Seçimi

Meyve ve sebzelerin enzimatik olarak esmerleşmeleri, yapılarındaki enzim ve substrat (fenolik madde) derişimleri ile fenolik maddelerin ve enzimin meyve içindeki yerine göre değişmektedir. Her iki öge, meyve ve sebzelerin cinslerine ve aynı zamanda olgunluk durumuna göre farklı derişimlerde olabilirler. Tam olgunlaşmamış ürünlerde fenol oksidaz aktivitesi yüksek olduğu gibi, kolay okside olabilen maddelerin miktarı da fazladır (Coseteng ve Lee, 1987).

Çeşitli araştırmacılar (Burda ve ark., 1990; 1994; Luu ve Foo, 1996) elmada en fazla bulunan fenolik maddenin klorojenik asit olduğunu ve gelişim sırasında hızlı bir şekilde azaldığını bildirmişlerdir. Toplam fenolik madde konsantrasyonunun depolama süresince sabit kaldığı belirtilmiştir. Bununla birlikte bazı çalışmalarda

toplam fenolik maddelerden kateşin ve klorojenik asidin depolama boyunca değiştiği bildirilmiştir (Burda ve ark., 1990; Coseteng ve ark., 1987).

Harel ve ark. (1966), gelişme döneminden hasat zamanına kadar elmalarda kateşol oksidaz ve *O*-difenol içeriklerini izlemişlerdir. Gelişimin ilk döneminde *O*-difenol içeriğinin çok yüksek olduğunu ve bu maddelerin miktarının diğer bileşenlere dönüşümü ve sentezinin durması nedeniyle düştüğünü bildirmişlerdir. *O*-difenol içeriğinin oluşumundan sonra kateşol oksidazın en yüksek aktiviteyi gösterdiğini ve meyvenin olgunlaşmasıyla aktivitelerinin hızla azaldığını belirtmişlerdir. Elmalarda esmerleşme hızının enzimlerin meyvedeki yerine ve substrata göre değiştiğini ifade etmişlerdir.

Bhardwaj ve Lal-Kaushal (1990), Hindistan da yetiştirilen elma çeşitlerinden Lal Amri, Golden delicious, France-Kashmir, Red-Pippin ve Yellow-Pippin çeşitlerinin kurutma için uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Amiot ve ark. (1988), elmalarındaki enzimatik esmerleşme derecesinin sadece toplam fenolikler veya PPO aktivitesi ile ilgili olmadığını bunun yanında substrat seviyesi (Fenol ve oksijen), PPO aktivitesi, askorbik asit içeriği ve diğer etkenlerin de rol oynadığını belirtmişlerdir.

Amiot ve ark., (1992), 11 elma çeşidinde zedelenmeden önce ve sonra fenolik madde ve PPO aktivitesi üzerinde çalışmışlar ve esmerleşme hassasiyetleri arasındaki ilişkiyi belirlemişlerdir. Olgunluğun, esmerleşmenin gelişmesi üzerinde önemli etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

2.5.1.1. (2) (e) Esmerleşmeyi Engelleyici Maddelerin Uygulanması

Esmerleşmeyi engelleyici maddeler enzim veya substrat ile etkileşim göstererek pigment oluşumunu engellerler. Enzimatik esmerleşmeyi engelleyici maddeler arasında: SO₂, askorbik asit, izo-sitrik asit, glutamin, sistein gibi indirgeyiciler; aromatik karboksilik asitler, alifatik alkoller, resorkinoller, anyonlar, peptitler gibi enzim inhibitörleri; oksijenazlar, o-metil transferazlar, proteazlar gibi enzimler; fosfatlar, EDTA ve organik asitler gibi şelatlaştırıcılar; sitrik asit ve

fosforik asit gibi asitlendiriciler ve siklodekstrinler gibi kompleksleyiciler sayılabilir (McEvily ve Iyengar, 1992; Özoğlu ve Bayındırlı 1997).

Çeşitli araştırmacılar (Monsalve-Gonzalez ve ark., 1993; Jonovit-Klapp ve ark., 1990) kükürt kullanımının kısıtlanmasından sonra çeşitli bileşenlerin enzimatik esmerleşmeyi ingirgemediye yeterli olabileceğini belirtmişlerdir. Tüketicilerin doğal gıda katkı maddelerine olan talebi nedeni ile enzimatik esmerleşmenin engellenmesinde doğal inhibitörler üzerinde araştırmalar yapılmıştır (Namiki, 1990, Nicolas ve ark., 1994).

Oszmianski ve Lee (1990), %8'lik şeker ve %10'luk bal çözeltisine daldırılan elma dilimlerinde, çözünen oksijen konsantrasyonunun ve oksijenin meyve dokusu içine geçiş hızının yavaşladığını bildirmişlerdir. Bal çözeltisinin esmerleşmeyi % 62 oranında, şeker çözeltisinin ise % 23 oranında önlediğini bulmuşlardır. Aynı zamanda balın düşük molekül ağırlıklı (yaklaşık 600) peptitler içermesinden dolayı PPO üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu etkinin balın yapısındaki amino asitlerin PPO'ın prostetik grubundaki bakır ile birleşerek şelat oluşturması nedeniyle meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Lozano-de-Gonzalez ve arkadaşları (1993), halkalar halinde kesilmiş elmalarındaki, enzimatik esmerleşmeyi engelleme üzere yaptıkları bir çalışmada, su, konserve edilmiş ananas suyu, iyon değiştiriciye tabi tutulmuş ananas suyu, dondurulmuş portakal suyu, askorbik asit çözeltisi, esmerleşmeyi engelleyici ticari çözeltiler ve sodyum bisülfid çözeltileri kullanmışlardır. Bunlardan ananas suyu ve iyon değiştiriciye tabi tutulmuş ananas suyunun esmerleşmeyi katalize eden PPO üzerine etkili olabileceğini ve bunlardan sadece birinin kullanılması halinde bisülfid kadar etkili olmayacağını, ancak bisülfid kullanımının sakıncalı olduğu durumlarda tercih edilebileceğini belirtmişlerdir. Belirtilen tüm çözeltilerin, PPO aktivitesinde en az % 26 azalma sağladığını bildirmişlerdir.

Tan ve Harris (1995), ısıtma süresi, amino asit tipi, pH ve amino asit ve glikoz konsantrasyonunun farklı olduğu koşullar altında sentezlenen Maillard reaksiyonu ürünlerinin, elmanın PPO aktivitesi üzerinde farklı etkiler gösterdiğini belirlemişlerdir. Sistein ve glikozdan oluşan Maillard reaksiyonu ürününün PPO üzerine inhibe edici etkisinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Histidin-glikoz

çözültisinin ısıtma süresinin artmasıyla inhibe edici etkisinin arttığını, bununla birlikte 3 saat'lik bir ısıtma işleminden sonra sistein-glikoz çözültisinin inhibe edici etkisinde hafif azalma olduğunu gözlemişlerdir. Düşük pH'da sentezlenen Maillard reaksiyonu ürünlerinin yüksek pH'da sentezlenenlere göre daha fazla inhibe edici etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Sapers ve ark. (1989), esmerleşmeyi engelleyici maddelerden, indirgeyiciler, asitlendiriciler, şelatlar, polifenol oksidaz inhibitörleri, inorganik tuzlar ve enzimler üzerinde araştırmalar yapılmış olduğunu fakat ticari kullanımlarının yaygın olmadığını bildirmişlerdir. Bilinen PPO inhibitörlerinden sinamik ve benzoik asit elma sularında elma ve patatesta yararlı sonuçları verdiğini belirtmişlerdir.

Monsalve-Gonzalez ve ark. (1993), kombine yöntemlerle muhafaza edilen elma dilimlerinde, enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşmeyi önlemek amacıyla kullanılan 4-hexylresorsinolun etkinliğini dört farklı (25, 30, 35 ve 45°C) sıcaklıkta depolama süresince belirlemişlerdir. Esmerleşmenin önlemek amacıyla yapılan uygulamaları arasındaki farkın depolama sıcaklığının 35°C üzerinde tutulması ile azaldığını bildirmişlerdir. 4-hexylresorcinol'un askorbik asit kombinasyonunun esmerleşme üzerinde etkili bir sonuç verebileceğini ancak sodyum bisüfit kadar etkili olmayacağını bildirmişlerdir. Askorbik asit ile askorbik asit 2-fosfat'ın esmerleşmenin engellenmesinde etkili sonuç vermediğini bildirmişlerdir. Esmerleşme reaksiyonlarının aktivasyon enerjisinin 5-20 kcal/mol olduğunu ve esmerleşmeyi engelleme uygulamalarından etkilenmediğini ve sadece başlama zamanının 4-hexylresorcinol ve sülfite uygulamaları ile uzatılabileceğini bildirmişlerdir.

Sapers ve ark. (1989), esmerleşme inhibitörlerinin ham elma suyundaki ve kesilen elma dilimlerinin yüzeyindeki etkinliğini depolama boyunca ölçmüşlerdir. Askorbik asit-2-fosfat(AAP) ve Askorbik asit trifosfat (AATP) kesilen elma yüzeylerinde umut verici, meyve suyunda ise etkisiz bulunmuştur.

Taze sebze ve meyvelerde enzimatik esmerleşmenin kontrolünde kükürt kullanımına Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından kısıtlama getirilmiştir. Enzimatik esmerleşme kontrolüne yönelik alternatif uygulamalarda genellikle L-

askorbik asit, eritorbik asit ve bunların tuzları sitrik asitle birlikte kullanılmıştır (Langdon, 1987; Sapers ve ark., 1989).

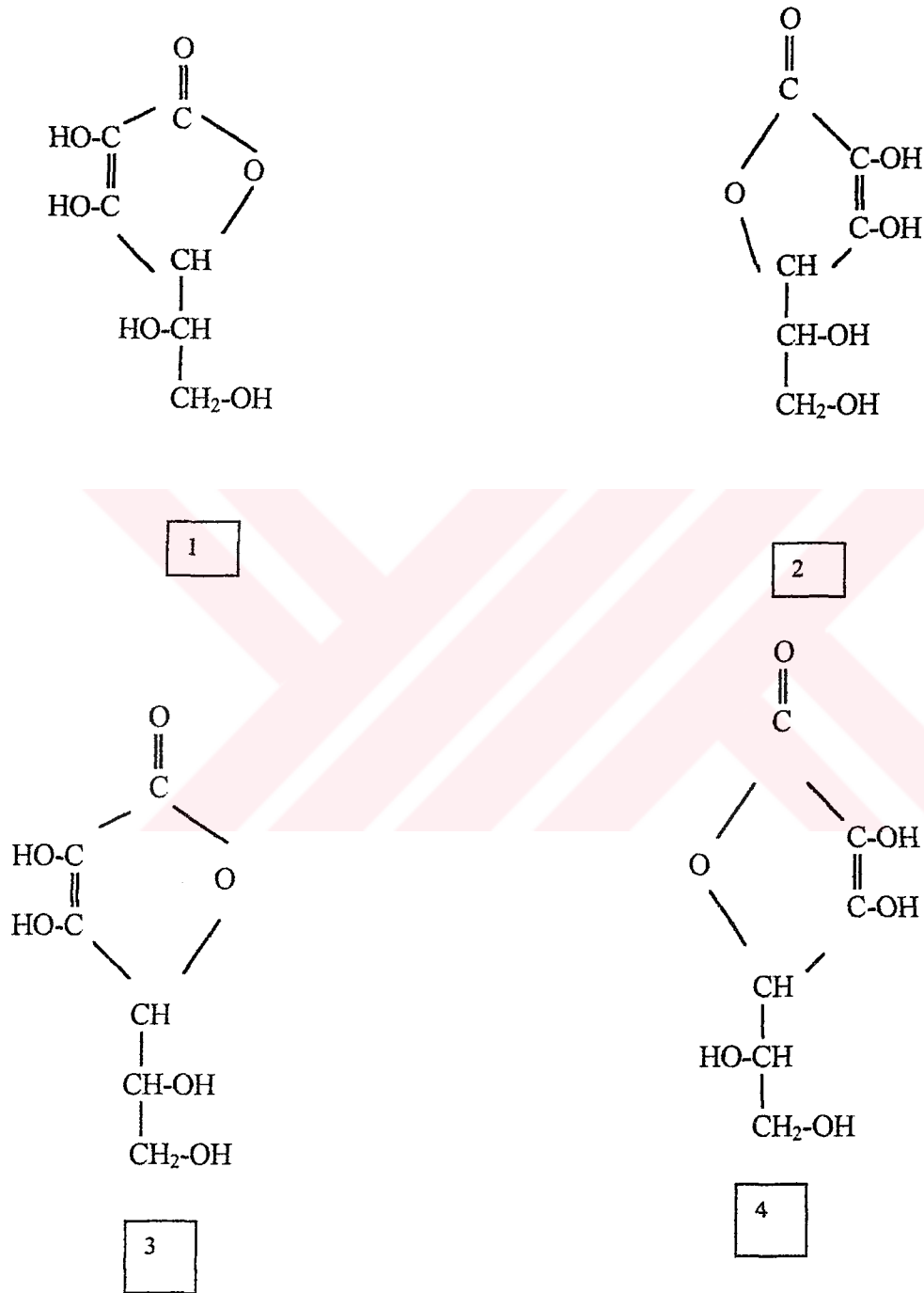
Blashard ve ark (1985), askorbik asidin dört geometrik izomerinin olduğunu belirtmiştir (Şekil 2.2.).

Ancak, eritorbik asit ve askorbik asit selüloz dokunun içine yeterince nüfus edemediğinden kükürtten daha az etkilidirler (Taylor ve ark., 1986; Rocha ve ark., 1996). Diğer yandan, askorbik asit endojen enzimler tarafından kolaylıkla okside olmakta veya demir ve bakır katalizörleri ile otooksidasyona uğramaktadır. Askorbik asit bu reaksiyonlar ile oksitlendiğinde veya esmerleşme inhibitörü olarak istenilen etkiyi gösterdiğinde askorbik asit konsantrasyonu düşmektedir (Rocha ve ark., 1996). Enzimatik esmerleşmeyi engellemede askorbik asidin eritorbik asitten daha etkili olduğu belirtilmiştir (Borenstein, 1965). Buna karşılık bu iki indirgen maddenin önerilen konsantrasyonları benzerdir (Sapers ve ark., 1989).

Eritorbik asidin, gıdalarda vitamin C aktivitesine sahip olmamasına rağmen askorbik asit gibi antioksidan etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte literatürde farklı kimyasal özellikler gösterdiği ve askorbik asidin antioksidan etkisinin daha fazla olduğu belirtilmektedir. Çalışılan model sistemlerde ve gıdalarda, askorbik asidin sulu sistemde daha stabil olduğu ve eritorbik asitten daha etkili olduğu belirtilmiştir (Borenstein, 1965).

Askorbik asit ve eritorbik asitin sulu sistemde pH 3-9 arasında oksidasyon kinetiğinin belirlendiği bir çalışmada, pH 3-7 arasında 1-7ppm bakır içeren sistemde eritorbik asidin askorbik asitten daha hızlı oksitlendiğini belirtilmiştir. Her iki bileşenin pH 3-4.5'de pH 5-7 arasından daha stabil olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte bütün gıda sistemlerinde eritorbik asit ve askorbik asit oksidasyonunun iz miktarda bulunan bakır ile katalizlendiğinde arttığı belirtilmiştir (Borenstein, 1965).

Askorbik asidin ve eritorbik asidin gıda uygulamalarındaki etkinliği redoks potansiyeli, oksidasyon hızı(oranı) ve gıda işleme sırasındaki stabilitesi ile belirlenmektedir (Borenstein, 1965).



Şekil 2.3. Askorbik Asit İzomerleri 1-L-threo- AA(Vitamin C), 2- D-threo-AA, 3- D-erythro-AA, 4-L-erythro-AA. (Blashard ve ark.,1985)

Askorbik asit antioksidant olarak yaygın kullanıma sahip olup işleme ve depolama boyunca enzimler ve oksijen tarafından kolaylıkla okside olmaktadır. Askorbik asidin son parçalanma ürünleri koyu renkli olup sakıncalı bulunmaktadır (Borenstein., 1965).

Sapers ve Ziolkowski (1987), kesilen elma yüzeyinde ve taze sıkılmış elma suyunda meydana gelen enzimatik esmerleşmede askorbik asit ve eritorbik asit etkilerini belirlemişlerdir. Red Delicious ve Winesup çeşidi elmaların parçaları %0.8-1.6'lık askorbik asit ve eritorbik asit çözeltilerine 90 saniye daldırıldığında esmerleşmenin geciktiğini gözlemişlerdir. Askorbik asit ve eritorbik asidin elma suyunda da benzer etkiler gösterdiğini belirtmişlerdir.

Santerre ve ark. (1988), ticari elma dondurma işlemlerinde, kükürt uygulamalarının yerini alabilecek alternatif uygulamaları araştırdıkları çalışmalarında, 'Jonathan' ve 'Spy' elma çeşitlerine vakum altında % 0.5 veya % 1 askorbik asit veya D-araboaskorbik asit (eritorbik asit), % 0.25 veya % 0.5 sitrik asit, % 2 NaCl ve % 0.25 CaCl₂ emdirmişlerdir. D-araboaskorbik asit (eritorbik asit) uygulamalarının askorbik asit ile eşdeğer renk ve duyu özellikler verdiğini ve elma halkalarının renginde % 0.5 ve %1 askorbik asit izomerleri ve % 0.25 veya % 0.5 sitrik asit uygulamalarında önemli bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Jonathan çeşidinin sertlik değerlerinin D-araboaskorbik asit (eritorbik asit) ve sitrik asit konsantrasyonlarından önemli derecede etkilendiğini ve Spy çeşidinin tekstürünün uygulama ve depolamadan etkilenmediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada, eritorbik asidin daha pahalı olan askorbik asit yerine Spy ve Jonathan çeşidi elmalarda dondurma işlemleri öncesi hazırlıklarda kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Kesilen taze meyvelerde kalitenin korunması üzerinde yapılan araştırmalar, genellikle farklı çeşitlere ait elmalar üzerinde yapılmıştır. Ponting ve ark., (1972) kükürt içeren ve kükürt içermeyen uygulamalarda, 'Golden delicious' ve 'Newton Pippin' adlı iki elma çeşidinde, toplam kalitenin ve özellikle rengin korunmasını karşılamışlardır. Rengin uzun süre etkin şekilde korunabilmesi için askorbik asit (% 0.5-1)'in veya SO₂ (% 0.01-0.03) ile kalsiyum klorür (% 0.05-0.10) kombinasyonunun iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Sapers ve ark. (1990), kesilen elma yüzeylerinde farklı esmerleşme inhibitörlerinin, meyve parçaları içine daha etkili bir şekilde nüfuz etmesi için vakum ve basınç tekniklerini uygulamışlardır. Elma dokularına çözeltilerin geçişinin daha iyi olduğu bu yöntem ile daldırma yöntemi kıyaslandığında raf ömrünü uzatmasına rağmen doku içindeki suyun tekrar alınmasının problem oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Pfizer Firması, kendi ürettiği askorbik asit izomeri olan eritorbik asidin, kurutulacak elmalarda kurutma öncesi işlemlerde, elmaların % 1.0-1.5 eritorbik asit çözeltisi veya % 0.15-0.50 eritorbik asit ve % 0.25-2.5'lik sitrik asit çözeltisine 20-30 saniye daldırılıp çıkartıldıktan sonra kurutulduklarında renklerinin korunduğunu belirtmiştir. Ayrıca esmerleşmeyi önlemek için kullanılan SO₂ çözeltisine alternatif olduğunu ve kükürt gibi kötü tat veya aroma oluşturmadığını belirtmişlerdir (Anon, 1993a).

Rocha ve ark., (1996) kesilen elma yüzeylerinde kimyasal uygulamaların kalite üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, Jonagold çeşidi elmalar küp şeklinde boyutu küçültüldükten sonra % 0.75 askorbik asit çözeltisine daldırılmıştır. Bu işlemin elma yüzeyinde, rengin korunmasında yeterli olduğu doku sertliğinin ise % 0.75 askorbik asit ve % 0.75 kalsiyum klorür içeren çözelti kullanımı ile korunduğunu belirtmişlerdir. Çözeltisine sitrik asit eklendiğinde ise renk üzerindeki etkinin kontrol grubuna (su) benzerlik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Enzimatik esmerleşmeyi önlemede SO₂ uygulamaları en yaygın ve ticari uygulanabilirliği olan bir metottur. Eşsiz özelliği ise enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını geciktirmesi ve düşük konsantrasyonlarda dahi antimikrobiyel koruma sağlamasıdır. Kayısılar Türkiye'de geleneksel olarak, bir oda içerisinde oksijen varlığında kükürt yakılarak üretilen kükürt dioksit gazı ile kükürtlenmektedir (Wetherilt ve ark., 1992).

SO₂, düşük depolama sıcaklığında ve düşük nem içeriğinde, kurutulmuş meyvelerde istenmeyen kalite değişimlerini engellemek için kullanılır. İşleme ve depolama sırasında meydana gelen enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşmenin önlenmesinde SO₂ yararlı maddelerden bir tanesidir (Sayavedra-Sato ve Montgomery, 1988). SO₂ konsantrasyonunu azalması ve depolama sıcaklığındaki ve

nem içeriğindeki değişimler kurutulmuş meyvelerde kalitenin bozulmasına neden olmaktadır (Labuza, 1982; Sayavedra-Sato ve Montgomery, 1988'den).

SO₂'in uluslararası kabuledilebilir en yüksek konsantrasyonunun 2000 ppm olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte astım hastalığı olan tüketicilerde küküte karşı duyarlılık olduğundan kükürtlemenin zararlı etkilerinin olabileceğine dair bazı kaygılar vardır. Kimyasal madde katılmaksızın üretilen gıdalara olan talep, üreticileri SO₂ içermeyen veya daha düşük düzeyde SO₂ içeren ürünler üretmeye yöneltmektedir (Wetherilt ve ark., 1992; Taylor ve ark., 1986; Bhardwaj ve ark., 1990).

Bhardwaj ve Lal-Kaushal (1990), farklı çeşit elmalara uygulanan işlemlerin, kurutma davranışları üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, Red Gold, Golden delicious ve Grany Smith elma çeşitlerinde kahverengileşmeyi önleyici madde olarak SO₂ kullanmış ve elmaları güneşte ve yapay olarak kurutmuşlardır. 180 günlük depolama boyunca tüm örneklerde SO₂ içeriğinde azalma görülmüş ancak azalmayla birlikte kahverengileşmenin arttığı ve yüksek SO₂ içerikli olanlarda ise askorbik asidin daha iyi korunduğu belirlenmiştir. Elma çeşitlerinden Golden delicious'un en iyi sonucu verdiği ve 2500 ppm'lik SO₂ çözeltisi içine daldırmanın ürünün kalitesinin korunmasında yeterli olduğu bildirilmiştir.

Sayavedra-Sato ve Montgomery (1988), küp şeklinde kesilmiş Golden delicious elma örneklerini 2500-5000 ve 7500 ppm SO₂ içeren çözeltiye daldırıp % 13, % 18, % 22, % 24 ve % 26 nem içeriğine kadar kurutmuş ve 1, 21 ve 38°C'de depolamışlardır. Kurutulan elmalarda 0, 40, 101, 188, 269 ve 385 gün sonra toplam SO₂, nem içeriği ve renk analizi yapmışlardır. Depolanan kuru elmanın rengindeki kayıplarda depolama sıcaklığının en önemli faktör olduğunu belirtmişlerdir. Depolamanın ilk 100 gününde 1°C'de depolanan örneklerde SO₂ seviyesi % 1 düzeyinde azalırken 21°C'de % 10 ve 38°C'de depolananlarda % 70'e varan azalma olmuştur. 385 günün sonunda 38°C'de saklanan örneklerde % 80'e ulaşan bir kayıp kaydedilmiştir. Bu kaybın muhtemelen plastik torbaların nem geçirgenliği ve depolamanın yapıldığı odanın bağıl nem kontrolünün eksikliğinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

2.5.1.2.Enzimatik Olmayan Esmerleşmeler

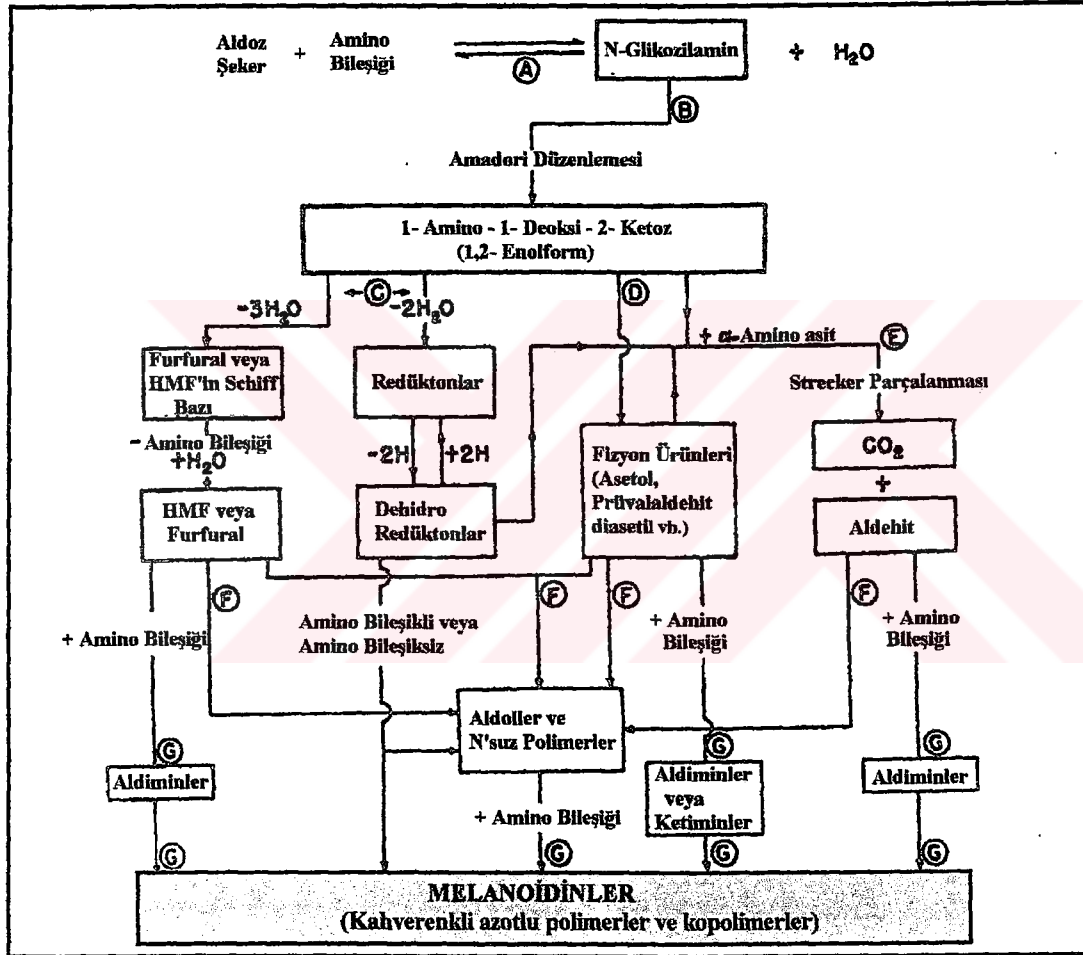
Meyve ve sebzelerden üretilen birçok ürünün enzimlerin rolü olmadan, özellikle ısı etkisiyle hızlanan ve enzimlere bağlı olmayan bir renk esmerleşmesine uğradıkları gözlenmektedir. Kurutulmuş ürünlerde renk esmerleşmesi daha çok enzimatik olmayan yolla meydana gelmektedir. Esmerleşme olayı, üretim sırasında uygulanan ısı işlem sonucu olduğu gibi, depolama sırasında da yavaş bir hızda devam etmektedir. Buna göre bu tip esmerleşme reaksiyonları ısı ile şiddetlenen ve düşük sıcaklıklarda zamana bağlı sürekli artan bir olaydır (Wetherilt ve ark., 1992).

2.5.1.2. (1) Enzimatik Olmayan Esmerleşmenin Mekanizması

Maillard reaksiyonu olarak adlandırılan bu esmerleşme reaksiyonunda şekerlerin aldehit grupları ile proteinlerin amino grupları rol oynamaktadır. Olayın ilk aşamasında, amino grubu, şekerin indirgen hidroksil grubuna bağlanarak N-glikozitler oluşturmaktadır. Bunu izleyerek gelişen karmaşık polikondensasyon olayları sonucunda, esmer renkli "melanoidin" adı verilen bileşikler oluşmaktadır. Bu reaksiyonda ara ürünler oluşmaktadır. Bunların en önemlilerinden bir tanesi hidroksimetilfurfuraldır (Şekil 2.3.). Enzimatik olmayan renk bozulmaları; ısı, ışık, metaller ve oksijen gibi faktörlerin etkisiyle oluşmaktadır (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Diğer kimyasal reaksiyonlarda olduğu gibi, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarında da sıcaklık derecesi ve reaksiyona giren maddelerin ortamdaki konsantrasyonu yükseldikçe tepkime hızlanmaktadır. Kurutmada hem sıcaklık derecesi yüksek bulunmakta ve hem de reaksiyona giren maddeler ortamda gittikçe yoğunlaşmaktadır. Maillard reaksiyonlarının oluşumu için, ortamda belli miktarda su bulunmalıdır. % 2 nemin altında, hiçbir esmerleşme reaksiyonu oluşmamaktadır. Buna karşın nem düzeyi % 15-20 arasındayken, Maillard reaksiyonları en hızlı şekilde oluşmaktadır. Nem düzeyi % 15'in altına inerken reaksiyon hızı azalmaktadır. Bu nedenle gerek kurutucu dizaynında, gerekse kurutma uygulaması

programında, % 15-20 nemli bölgeyi hızla aşacak her türlü önlem alınmalıdır. Esmerleşme reaksiyonu sıcaklık derecesine bağlı olduğundan depolamada sıcaklık olabildiğince düşük olmalıdır. Depolamada her 10°C sıcaklık artışı ile esmerleşme reaksiyon hızında ürünün içerdiği su oranına bağlı olarak 6-8 kat artış olduğu belirlenmiştir (Üretir ve ark., 1995).



Şekil 2.3. Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonu (Namiki, 1988)

A, şeker-amin oluşumu; B, amadori tepkimesi; C, şeker dehidrasyonu D, şeker ayrılması ; E, amino asitlerin strecker parçalanması; F, aldol oluşumu; G, aldehit-amin oluşumu ve heterosiklik azotlu bileşenler.

2.5.1.2.(2) Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonlarının Önlenmesi Üzerine Uygulanan İşlemler

Bolin ve Steele (1987), kurutulmuş elmaların enzimatik olmayan esmerleşmesi üzerinde çeşitli uygulamaların etkilerini araştırdıkları çalışmalarında depolama boyunca sisteinin esmerleşmeyi azaltmadığını ve kalsiyum uygulamalarının kararına hızını azalttığını fakat Ca^{++} konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak bu etkinin azaldığını bildirmişlerdir. Manganez ve metalik bileşiklerin ilavesinin ürün kararında etkili olmadığını bildirmişlerdir. Oksijen yakalayıcısı ile paketlenen kurutulmuş elmalarda depolama boyunca esmerleşmenin belirgin bir şekilde azaldığını tespit etmişlerdir. Depolama boyunca oluşan enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının yaklaşık % 20'sinin oksidatif olmayan veya Maillard olarak, yaklaşık % 70'inin ise oksidatif olarak gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Özilgen ve ark. (1995), kuruma sırasında elma halkalarında ağırlık kaybı ve renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında; elmaları koveyörlü tepsili kurutucularda (halka kalınlığı 3-10 mm kalınlığında, kurutucu sıcaklığı 60-100°C) ve bilgisayar kontrollü tünel kurutucularda (halka kalınlığı 8 mm, hava sıcaklığı 50-100°C hava akış hızı 2.4 m/sn) kurutmuşlardır. Kuruma boyunca kuruma hızının sabit hızda devam etmediğini ve kuru elmaların renginin, tünel kurutucuda sıcaklık derecesi kademeli olarak 100°C'den 70°C'ye azaltılmasıyla önemli ölçüde iyileştiğini belirtmişlerdir. Kalitedeki iyileşmenin, sabit hızda kuruma periyodunda yüzeyi film gibi kaplayan sürekli suyun kısmen uzaklaştırılmasına bağlanabileceğini bildirmişlerdir. Yüzeyin ıslak kalmasının reaksiyonların oluşmasına ve çeşitli kimyasalların taşınmasına yardım ettiğini düşünmüşlerdir.

Üretir ve ark. (1995), azalan sıcaklık değişiminin elmanın kuruma kinetiği ve rengi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, renkteki kararmadan büyük ölçüde enzimatik olmayan reaksiyonların sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. Kurutma sırasında sıcaklığın zamana bağlı olarak düşürülmesiyle başlangıçtaki yüksek sıcaklıkla esmerleşme yapan enzimlerin elemine edildiğini, daha sonra da enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının azaltıldığını belirtmişlerdir. Sürekli yüksek

sıcaklık uygulanmadığı için kapilerde yapışma ve yüzeyde sertleşmeye bağlı düzensiz kuruma olmadığını belirtmişlerdir.

Kuru meyve ve sebzelerde oksijenin etkisiyle oluşacak renk değişimlerinin önlenmesi amacıyla hava almayacak şekilde ambalajlama yanında, ayrıca karbondioksit ve azot gazı gibi, ürün ile reaksiyona girmeyen gazlar kullanılarak oksijenin ambalajdan uzaklaştırılması sağlanabilir. Ayrıca depo sıcaklığının düşük tutulması, reaksiyon hızını azalttığından olumlu sonuçlar vermektedir (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

2.5.2.Kabuk Bağlama

Kabuk bağlama, kurutmanın başlangıcında yüksek sıcaklık uygulamasından kaynaklanmaktadır. Yüzeyde oluşan kuru tabaka dehidrasyon hızını zamansız azalmakta alt tabakadaki su, kuruyup sertleşen tabakayı aşamadığından ürünün içi çoğu kez nemli kalmaktadır (Saldamlı ve Saldamlı, 1990).

Kuruma sırasında su kaybı ve bileşenlerin ayrımı hücre duvarının sertleşmesine neden olmaktadır. Kuruyan materyalin dış kısmı sertleşmekte ve dikkate değer ölçüde mekanik güce karşı direnç göstermektedir. Orta tabakada oluşan çatlaklar genişlemekte ve sonuçta kuru materyalde boşluklar veya merkezde oyuklar açılmaktadır (Lewicki ve ark., 1997).

2.5.3.Buruşma

Gıdalar genellikle elastik özellik gösterirler. Üründen uzaklaştırılan su miktarı ile büzüşme arasında doğrusal bir ilişki yoktur. Çünkü gıdalar kusursuz bir elastikiyete sahip değildirler. Her ürün, kurutmada uygulanan koşullara bağlı olarak bir büzüşme özelliği taşımaktadır. Kurutma koşulları uygun olduğunda tüm kitle kurur ve düzgün bir buruşma olur. Böyle bir ürünün kitle yoğunluğu yüksektir. Ancak yüzeyde aşırı bir dehidrasyon oluşacak şekilde hızlı bir uygulama yapılırsa üst tabakalar, daha sonra dehidre olan alt tabaklar üzerine çökmezler ve içeride boşluk ve çatlaklar oluşmaktadır. Bu ürünlerde kitle yoğunluğu düşüktür. Kitle yoğunluğu

düşük olan ürünler rehidrasyon yeteneklerinin iyi olması ve fazla görünümde olmaları yönünden tüketici tarafından tercih edilmektedir. Ancak ambalajlama ve depolama masraflarının yüksek, depolama stabilitelerinin düşük olması ve rehidrasyon sırasında dağılma, olumsuz yönleridir (Saldamlı ve Saldamlı, 1990).

Gıdalar kuruma sırasında büzülme göstermektedir. Kurumanın ilk safhalarında yüzey tabakası merkezden çok farklı değildir. Materyal viskoelastiktir ve kolaylıkla deforme olabilmektedir. Buharlaştırılan suyun miktarı hacimdeki değişimler ile ilişkilendirilmektedir (Lewicki ve ark., 1997).

2.5.4.Rehidrasyon Kapasitesi

Kurutulmuş ürünlerin rehidrasyon yeteneği fiziksel bir olaysa da, bunun kurutma sırasında değişmesi materyaldeki kimyasal, fiziko-kimyasal ve fiziksel değişimlerle ilgilidir. Kurutma koşullarına bağlı olarak buruşma ve parçalanma sonucu, hücrelerin ve dokunun kapilar yapısının bozulması, rehidrasyonu olumsuz etkileyen fiziksel faktörlerdir. Buna karşın rehidrasyon yeteneği daha çok kimyasal ve fizikokimyasal nedenlerden etkilenmektedir. Kurutmada uygulanan ısı etkisiyle ve kuruma sonucu hücredeki tuzların konsantre olmasına bağlı olarak proteinler denatüre olmaktadır. Denatüre olan proteinler suyu tekrar absorbe etme ve bağlama yeteneğini büyük ölçüde kaybetmektedir. Aynı nedenlerle nişasta ve gam maddeleri de daha az hidrofilik bir nitelik kazanmakta ve hücre duvarı eskisi gibi esnek olmamaktadır. Ayrıca rehidrasyon suyuna hücre içinden şeker ve tuz geçmesi, hücrenin turgor özelliğini yitirmesine neden olmaktadır (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Lewicki ve ark. (1997), küp şeklinde kurutulan elmaların rehidre edilmesi sırasında küpün boyutlarını sürekli ölçmüşlerdir. Rehidrasyonun başlangıç safhasında boyutlarda düşüş gözlemlenmiş ve rehidrasyon kapasitesi minimuma düştükten sonra küplerin şişmeye başladığını belirtmişlerdir.

Pektin, hemiselüloz ve selüloz genellikle bitki dokularında ve özellikle bitkinin hücre duvarlarında su bağlayıcı maddelerdendir. Pektinin parçalanması sertlikte çeşitli değişimlere neden olan tekstürel parçalanmaya ve dokunun dağılmasına neden suyun serbest hale gelmesine veya bağlanmasına sebep

olabilmektedir. Fizikokimyasal özelliklerin, doğal veya zorlama ile farklılaşması hücre duvarını veya hücrelerarası dokuları etkilemekte ve dolayısıyla bu da su tutma kapasitesini etkilemektedir (Parrot ve Thrall, 1978; Levi ve ark., 1988'den).

Levi ve ark. (1988), kükürtlemenin, haşlamanın, kurutmanın ve depolamanın şeftalinin pektik bileşenleri ve diğer özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. 5 dakikalık haşlamadan sonra kurutulan şeftalilerin pektin içeriklerinin stabilleştiğini, rehidrasyon kapasitesinin arttığını gözlemişlerdir. Haşlanmamış veya 15 dakika ısıtma işlemi uygulanmış meyvelerde ise rehidrasyon kapasitesinin düşüşü ile birlikte parçalanma artışı olduğunu gözlemişlerdir. Şeftalilerin, toplam pektin içeriği ile protopektin fraksiyonları ve sertlik ile rehidrasyon kapasitesi arasında önemli bir ilişki olduğunu bulmuşlardır. Böylece pektinin, hücre duvarları ve hücreler arası dokularda önemli bir madde olduğunu ve kurutulmuş meyvelerin tekstürel ve strüktürel özelliklerini belirlemede önemli rol oynadığını belirtmişlerdir.

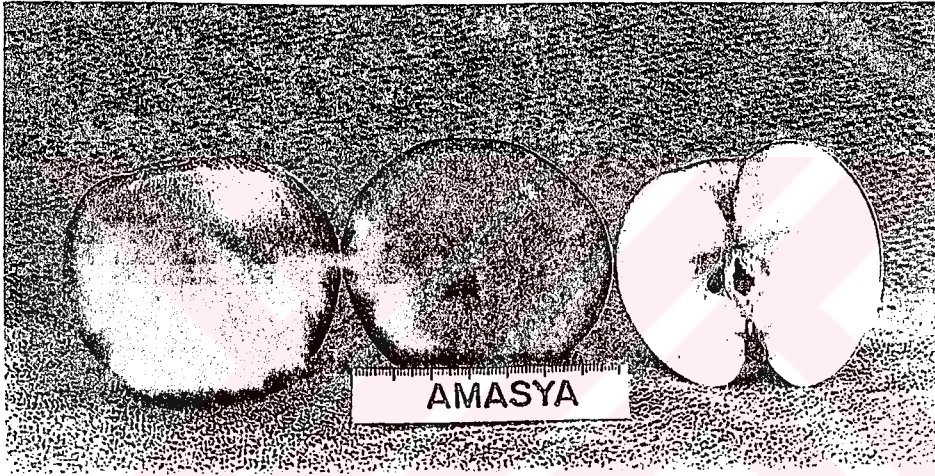
2.5.5.Besin Değerinde Kayıplar

Kurutma işlemleri ve depolama sırasında ürünün besin değerlerinde bazı kayıplar olmaktadır. Kurutulan ürünlerde besin değeri kaybı, kurutma koşullarına ve uygulanan kurutma yöntemine bağlıdır. Bazı ürünlerde suda çözünen mineral madde ve vitaminlerde azalmalar görülmektedir. Enzimler inaktif hale gelmemişse, bazı durumlarda karoten ve C vitamini kaybı %80'in üzerine çıkabilmektedir. Tiamin ısıya ve kükürtdioksit de son derece duyarlı olduğundan önemli oranda kayba uğramaktadır (Saldamlı ve Saldamlı, 1990; Cemeroğlu ve Acar, 1986; Bhardwaj ve Lal-Kaushal, 1990).

3.MATERYAL VE METOT

3.1.Materyal

Bu çalışmada kullanılan elmalar, Çukurova Üniversitesi, Pozantı Araştırma Merkezin (POZMER) de yetiştirilen Amasya (Kaşel-38), Golden delicious ve Starkrimson delicious çeşitlerine aittir. Bu çeşitlere ait meyveler Şekil 3.1., 3.2. ve 3.3. 'te gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Amasya (Kaşel-38)

Amasya çeşidinin meyvesi orta irilikte, karın tarafı genişçe, kabuğu ince ve serttir. Meyve eti hafif yeşilimtrak-beyaz, tatlı ve suludur.



Şekil 3.2. Golden delicious

Golden çeşidi elmanın meyvesi iri, altın sarısı renkte, silindirik-konik şekilli ve meyve eti sarıdır.



Şekil 3.3. Starkrimson delicious

Starkrimson çeşidi elmanın meyvesi iri, sıvama koyu morumsu renkte düzgün şekillidir.

Araştırmada boyut itibarı ile sofralık değeri düşük 5-6 cm çapında olan elmalar tercih edilmiştir. Elmalar Ekim ayında hasat edildikten sonra plastik kasalar içerisinde Gıda Mühendisliği Bölümü soğuk hava deposuna (5°C) konulmuş ve işleninceye kadar burada saklanmıştır.

Üretim sırasında rengin korunması amacıyla kullanılan daldırma çözeltileri aşağıda belirtilen maddelerden hazırlanmıştır.

L-Askorbik Asit: Roche firması tarafından üretilen, % 100 saf L-askorbik asit (AA) kullanılmıştır. Askorbik Asit 500 g'lık ambalajı içerisinde buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Eritorbik Asit: Pfizer firması tarafından üretilen % 100 saflıkta eritorbik asit (EA) kullanılmıştır. Eritorbik asit 200 g'lık plastik kutuları içerisinde buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Sitrik Asit: Analitik saflıkta yerli sitrik asit (SA) kullanılmıştır.

Kükürtdioksit: % 5'lik stok kükürtdioksit (SO₂) çözeltisi kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1.Teknolojik İşlemler

Laboratuara getirilen elmalar yaklaşık 8 kilogramlık partiler halinde üretime alınmıştır. Şekil.3.1.'den de görüldüğü gibi meyveler yıkanmış ve işlemeye uygun olmayanları ayrılmıştır. Ayıklanan elmaların çekirdek evi 15 mm çapında silindir şeklindeki özel bir bıçak yardımı ile çıkartılmış ve eksene dik olarak 1.6 mm kalınlığında halkalar halinde dilimlenmiştir. Dilimleme işlemi Bosh marka mutfak tipi döner bıçaklı dilimleyici bir elektrikli aletle gerçekleştirilmiştir. Dilimlenmiş elmalar bekletilmeden, farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kükürt dioksit, eritorbik asit, askorbik asit ve bunların sitrik asitli katkılı çözeltilerine ve kontrol grubu olarak da suya 2 dakika süreyle daldırılmıştır. Bu çözeltiler Çizelge 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.4. Kurutulmuş Elma Cipsi Üretim Aşamaları

Kurutma işlemi, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Meyve Sebze Ürünleri Analiz Laboratuvarında bulunan dış boyutları 1x1x2 m olan tepsili, hava akımlı laboratuvar tipi kurutucuda gerçekleştirilmiştir (EK 1. Şekil 1.). Kurutma işlemi başlamadan önce laboratuvar ortamına, kurutucunun içerisine ve kurutucu hava çıkış bacasına, nem ve sıcaklık ölçümlerini gerçekleştirmek üzere higrometre ve termometreler yerleştirilmiştir. Kurutma $75\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de yaklaşık 5 saat sürmüştür. Kurutma süresi içerisinde 30 dakika aralıklarla dış ortamın, kurutucunun ve bacanın sıcaklık ve nem ölçümleri kaydedilmiş aynı zamanda örnekler alınmıştır. Bu örneklerde kuru madde içerikleri saptanarak elmaların kuruma eğrileri çıkarılmıştır.

Daldırma işleminden sonra elmalar tek sıra olacak şekilde 8 meşlik tel örgülü tepsilere konulmuştur. Tepsiler kurutucu içine yerleştirilmeden önce kurutucu içi sıcaklığı kurutma sıcaklığına kadar ısıtılmıştır. Kurutucu kapağı açıldığında kurutucu içi sıcaklığı düştüğünden örneklerin kurutucuya yerleştirilmesinden yaklaşık 30 dakika sonra kurutma sıcaklığına ulaşılmıştır.

Çizelge 3.1. Denemede Kullanılan Çözeltiler

Çözelti		Konsantrasyon
Kontrol		Su
SO ₂ (ppm)		1000
		2000
Askorbik Asit (AA) (%)		1
		1.5
Eritorbik Asit (EA) (%)		1
		1.5
Sitrik Asit (SA) (%)		1
Sitrik Asit (SA)%1	Askorbik Asit (AA) (%)	1
		1.5
	Eritorbik Asit (EA) (%)	1
		1.5

Kurutma işleminin tamamlanmasından sonra kurutucudan alınan kuru elma cipsleri yaklaşık 20 gramı çift katlı polietilen torbalara doldurulduktan sonra kapama işlemi vakum uygulanabilen mutfak tipi kapama makinesi ile yapılmıştır. Çalışma 2 tekerrür olarak uygulanmıştır. Örnekler 8 ay süre ile oluklu mukavva kutular içinde ve oda koşullarında saklanmıştır. Örnekler depolama başlangıcında ve depolamanın 4. ve 8. ayında fiziksel, kimyasal ve duyu analizleri uygulanmıştır.

3.2.2.Uygulanan Analizler

Taze elmalara en, boy ve ağırlık belirlemesinden sonra sertlik, renk, suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, toplam/invert şeker, titrasyon asitliği, pH, L-askorbik asit, toplam fenolik madde, nişasta ve esmerleşme indisi analizleri uygulanmıştır.

Kuruma sonunda elde edilen kuru elma cipsi örnekleri üzerinde yukarıda belirtilen analizlere ek olarak kuru ürün randımanı, rehidrasyon kapasitesi, kükürt dioksit analizleri uygulanmış ve örnekler ayrıca duyu değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

3.2.2.1.Meyve Eni ve Boyu:

Tesadüfi olarak alınan 25 adet elmadan, eksene dik olarak en ve eksene paralel olarak boy ölçümleri Inox marka bir kumpas yardımı ile yapılmış ve ortalama değerler “mm” olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.2. Meyve Ağırlığı:

Tesadüfi olarak alınan 25 adet elma 0.01 grama duyarlı Sartorius marka terazide tartılmış ve ortalama sonuçlar “g” olarak verilmiştir.

3.2.2.3. Sertlik-Kırılgenlik Tayini:

Taze ve kuru elma örneklerinde sertlik-kırılganlık, masa tipi Instron universal tekstür ölçüm cihazı (1140)'nın "Kramer Shear" hücresinde yapılmıştır. Cihaz üzerinde "Kramer Shear" hücresine yerleştirilen 5 gram ürüne belirli oranda ezme kuvveti uygulanmıştır. Ürünün bu kuvvete karşı gösterdiği direnç, kaydedici tarafından grafiğe işlenmiş ve sonuçlar hesaplama yoluyla Newton olarak belirlenmiştir. Ölçümlerde 500 kg'lık yük, 50'lik "range" kullanılmıştır. Grafiklerden elde edilen veriler 9.81 ile çarpılarak sonuçlar Newton olarak bulunmuştur (Anon, 1976).

3.2.2.4. Renk Tayini:

Taze ve kuru elmaların doku rengi "D25-D2P model Hunter Colorimeter" ile ölçülmüş, L, a ve b değerleri beyaz plakaya göre kalibrasyon yapılarak belirlenmiştir.

Hunterlab D25-D2P modeli renk ayrımı ve farkı ölçme sistemi ve bu sisteme ait yöntem kullanılmıştır (Gould, 1977). Bu sistemde 4 filtre kullanılarak L, a, b renk değerleri elde edilmektedir. L, a,b değerleri 3 boyutlu koordinat sistemi ile verilmekte ve bu koordinat sistemi L değeri dikey ekseninde parlaklıktan koyuluğa gidişi belirtirken +a kırmızılığa, -a yeşilliğe, +b sarılığa, -b ise maviliğe gidişi göstermektedir.

3.2.2.5. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini:

Taze elma örneklerinde doğrudan elma suyu çıkarılarak suda çözünür kuru madde miktarı masa tipi Abbe refraktometresi ile doğrudan yüzde olarak ölçülmüştür (Cemeroğlu, 1992).

3.2.2.6. Toplam Kuru Madde Tayini:

Taze ve kuru elma örneklerinden 2-6g arasında alınarak vakumlu etüvde 65-70°C'de, 100mg Hg (13.3kPa) basıncı altında, sülfürik asit çözeltisinden saniyede 2

kabarcık geçecek şekilde sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve sonuçlar yüzde olarak hesaplanmıştır (g/100g) (Anon, 1983; AOAC, 1990). Kurutulmuş elmaların nem içerikleri ise;

$\% \text{ Nem} = 100 - \% \text{ Kurumadde}$ olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.7. Toplam/İnvert Şeker Tayini :

Toplam ve indirgen şeker tayininde, taze elmadan 50, kuru elma cipslerinden 5 g örnek alınarak blenderde 250 ml saf su içinde parçalanmıştır. Homojen bir yapı kazandırılan taze ve kuru elma örneklerine, Carrez çözeltileri ile durultmadan sonra Luff-Schoorl yöntemi uygulanmıştır (Cemeroğlu, 1992).

3.2.2.8. Titrasyon Asitliği Tayini:

Taze elma örneklerindeki asitlik doğrudan elma suyu alınarak titrasyon yapılmış ve sonuçlar malik asit cinsinden ifade edilmiştir. Kuru elma cipslerinin titrasyon asitliği için, pH tayininde belirtildiği şekilde homojenize edilen örnek filtre edilmiştir. Filtrattan 25 ml alınarak pH 8.10'a kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Toplam asit miktarı g/100g olarak sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Altan, 1992; Acar ve ark, 1997).

3.2.2.9. pH Tayini:

Taze elma örneklerinden elma suyu çıkarılarak doğrudan cam elektrotlu “NEL” marka pH metre ile ölçülmüştür. Kuru elma cipsi örneklerinden 5 gram alınarak saf su ile 250 ml'ye tamamlanmıştır. 1 dakika süre ile blenderde parçalamadan sonra okuma yapılmıştır (Cemeroğlu, 1992).

3.2.2.10. L-Askorbik Asit Tayini:

Taze elmaların ve kuru elma cipslerinin l-askorbik asit içeriği 2,6-diklorofenolindofenol ile spektrofotometrik olarak belirlenmiş ve sonuçlar mg/100g olarak ifade edilmiştir (Hışıl, 1993).

3.2.2.11. Toplam Fenolik Madde Tayini

Taze elmadan 50 g ve kuru elma cipsinden 5 g alınarak belenderde 200 ml % 70'lik etil alkol ile 1 dakika homojenize edildikten sonra 4000 d/d 'de 10 dakika santrifüjleme işlemine tabi tutulmuştur. Santrifüjlemeden sonra elde edilen berrak kısım ayrılıp, katı olan kısım ise 100ml %60'lık etil alkol ile karıştırılarak 4000 d/d de 10 dakika tekrar santrifüjlenmiştir. Berrak kısımlar karıştırılıp filtre edilmiştir. Filtrasyondan sonra elde edilen filtrattan 500 µl alınarak üzerine 10.5 ml saf su ilave edilmiştir. Bunun üzerine 2ml Folin-Ciocalteu ilave edilerek 5 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 2ml Na₂CO₃ ilave edilerek 1 saat bekletilmiş sepektrofotometrede 640 nm'de absorbans okunmuştur.

Sonuçlar mg/L olarak gallik asit cinsinden ifade edilmiştir. Örneklerin absorbasına karşılık gelen toplam fenol bileşikleri miktarı gallik asit kullanılarak çizilen standart grafikten mg gallik asit/kg olarak bulunmuştur (Bareet ve ark., 1991).

3.2.2.12. Nişasta Tayini:

Taze elmalardan 10 g alınarak parçalara ayrılmış ve 50 ml saf su içinde 5 dakika kaynatılmıştır. Kaynatılan örnek 100 ml balona süzölmüş ve saf su ile 100ml'ye tamamlanmıştır. Filtrattan 10 ml alınarak 0.5 ml iyot çözeltisi eklenmiş ve 5 dakika karanlıkta bekletilerek spektrofotometrede 600 nm'de absorbans okunmuştur. Örneklerin absorbansına karşılık gelen nişasta miktarı saf nişasta kullanılarak çizilen standart grafikten mg nişasta/kg olarak hesaplanmıştır (Dennis ve ark., 1978).

3.2.2.13. Esmerleşme İndisi Tayini:

Taze elmadan 50 gram, kuru elma cipsinden 5 gram alınarak üzerine 250 ml saf su ilave edilmiş ve karışım 1 dakika süre ile blenderden geçirildikten sonra 4000 d/d' da 15 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüjlenen örneklerde berrak olan kısım 1 saat kendi halinde bekletildikten sonra 15 ml % 96'lık Etil Alkol ve 10 ml berraklaştırılmış örnek karıştırılarak 4000 d/d'de 15 dakika tekrar santrifüjlenmiştir. Daha sonra 440 nm dalga boyunda Spektronic 20 D model spektrofotometrede 10 mm çaplı optik tüpler içerisinde absorbans okunmuş ve transmitansa çevrilmiştir (Absorbans = 2-log Transmitans formülü ile) (Coseteng ve Lee, 1987).

3.2.2.14. Kuru Ürün Randımanı:

Kuru ürün ağırlığı belirlendikten sonra, taze elma ağırlığına bölünmesiyle randıman hesabı yapılmış ve sonuçlar yüzde olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.15. Rehidrasyon Kapasitesi:

10 gram ağırlığındaki kuru elma cipsi örneği üzerine 300 ml saf su (24±2°C) ilave edilmiş oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra 8 mesh'lik elekte 3 dakika süzülerek tartılmıştır. Rehidrasyon oranı ıslak ürün ağırlığının kuru ürün ağırlığına bölünmesiyle hesaplanmıştır (Quintero ve ark., 1992).

3.2.2.16. Kükürt Dioksit Tayini:

Kuru elma cipslerinde toplam kükürt dioksit, taşıyıcı olarak kullanılan azot gazı yardımı ile hidrojen peroksit çözeltisinde toplanmış ve N/10'luk NaOH ile titre edilmiştir. Sonuç aşağıdaki formül yardımı ile belirlemiştir (Anon., 1983). Sonucun ifadesi : kuru elmanın 1 kg'ında

$$\text{SO}_2 \text{ mg olarak} = \frac{3200 * A}{P}$$

A: kullanılan ml N/10'luk NaOH

P: tartılan örnek ağırlığı

3200: SO₂ 'in miliekivalent ağırlığı

3.2.2.17. Duyusal Değerlendirme:

Duyusal değerlendirmede kuru elma cipsleri Renk, Tat ve Koku ve Kırılgnalık özellikleri bakımından değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır. Bu işlem 13 kişilik panelist grubu tarafından yapılmış ve her bir özellik 10 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Değerlendirmede kullanılan ölçütler Ek 2.'de verilmiştir (Amerine ve ark, 1965; Altuğ, 1993).

3.2.2.18. İstatistiksel Değerlendirme:

Bulguların değerlendirilmesinde faktöriyel deneme planına göre 'SAS' istatistik enstitüsünce geliştirilen ve aynı adı taşıyan istatistik paket programı ile varyans analizi yapılmıştır. Bulgular 0.01 güven sınırına göre değerlendirilmiştir (Bek ve Efe, 1988).

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Taze Elmaların Özellikleri

Materyal olarak kullanılan Amasya, Golden delicious ve Starkrimson delicious elma çeşitlerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi, kuru elma cipsine işlenecek elmaların ortalama enleri 56-58 mm, boyları 51-58 mm, ağırlıkları 84.89 ile 102.33 g arasında değişmiştir.

İnstron tekstürometresinde ölçülen ortalama sertlik değerlerine göre Golden delicious çeşidi 1619 N değeri ile en sert, Amasya çeşidi ise 2207 N değeri ile en yumuşak dokuya sahip olduğu belirlenmiştir.

Hunter renk ölçerinde ölçülen meyve eti ortalama renk değerlerine göre Amasya çeşidi en yüksek L değeri (80.07) ile meyve eti en beyaz elmayı, Golden delicious en yüksek b değeri (24.18) ile meyve eti en sarı elmayı, Starkrimson delicious çeşidi ise en düşük a değeri (-4.30) ile meyve eti yeşilimtrak elmayı göstermektedir.

Ortalama suda çözünen kuru madde değerleri %11.0 ile %13.0 arasında, toplam kuru madde değerleri ise 11.78 ile 14.34 g/100g arasında değişmiştir

Starkrimson delicious çeşidi en yüksek invert şeker içeriğine sahip bulunmuştur.

Üç elma çeşidi arasında Strarkrimson delicious çeşidinin toplam fenolik madde içeriği bakımından (1.74 g/kg) en zengin çeşit olduğu belirlenmiştir.

Elma çeşitlerinde yapılan nişasta analizleri sonucunda Amasya çeşidinde 0.05, Golden çeşidinde 0.03 ve Starkrimson çeşidinde ise 0.01 g/100g nişasta bulunduğu belirlenmiştir.

440 nm de ölçülen esmerleşme indisi tayininde Amasya çeşidi 48.97 transmitans ile en fazla esmerleşen çeşit olduğu belirlenmiştir.

Elmaların ortalama toplam asit içerikleri (g/100g) 0.17 ile 0.15 arasında değişmiştir. En düşük pH değerine Starkrimson çeşidi sahip bulunmuştur.

Elmaların askorbik asit içeriklerinin Amasya, Golden delicious ve Starkrimson çeşitlerinde sırasıyla 4.57, 3.18 ve 2.98 mg/100g olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Elma Çeşitlerine Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Ortalama Analiz Sonuçları

Özellikler		Çeşitler		
		Amasya (Kaşel-38)	Golden delicious	Starkrimson delicious
En(mm)		56	58	58
Boy (mm)		53	51	58
Ağırlık (g)		84.89	84.71	102.33
Sertlik (N)		2207	1619	2060
Doku rengi (Hunter)	L	80.07	79.00	78.87
	a	-2.54	-3.52	-4.30
	b	13.06	24.18	21.53
Suda Çözünür Kuru Madde(%)		11.00	13.00	13.00
Toplam Kuru Madde (%)		11.78	14.34	13.72
Şeker (g/100g)	Toplam	10.67	12.90	12.86
	İnvert	9.98	10.72	12.26
	Sakaroza	0.65	2.07	0.57
Toplam fenolik madde(g/kg)		1.15	1.42	1.74
Nişasta (g/100g)		0.05	0.03	0.01
Esmerleşme İndisi (440nm)		48.97	66.06	52.36
Toplam asit (g/100g)(Malik A)		0.17	0.16	0.15
pH		4.43	4.61	4.17
L-Askorbik asit (mg/100g)		4.57	3.18	2.98

4.2. Kurutma Sırasında Sıcaklık Ve Oransal Nem Değerlerindeki Değişmeler

Kurutma işlemi sırasında ortamın (laboratuvar), kurutucu içinin ve kurutucu bacasının sıcaklık ve oransal nem değerleri periyodik olarak ölçülmüş ve elde edilen değerler Şekil 4.1, 4.2., 4.3., 4.4., 4.5. ve 4.6.'da gösterilmiştir.

Kurutma sırasında 30 dakika ara ile alınan örnekler üzerinde kuru madde tayini yapılmış elde edilen değerler Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

4.2.1.Amasya Çeşidi Elmanın Kurutulması

Şekil 4.1.'de de görüldüğü gibi Amasya çeşidi elmaların kurutulması sırasında kurutma işleminin gerçekleştirildiği laboratuvar ortamı sıcaklığında değişim olmamış, 16.5°C sabit kalmıştır.

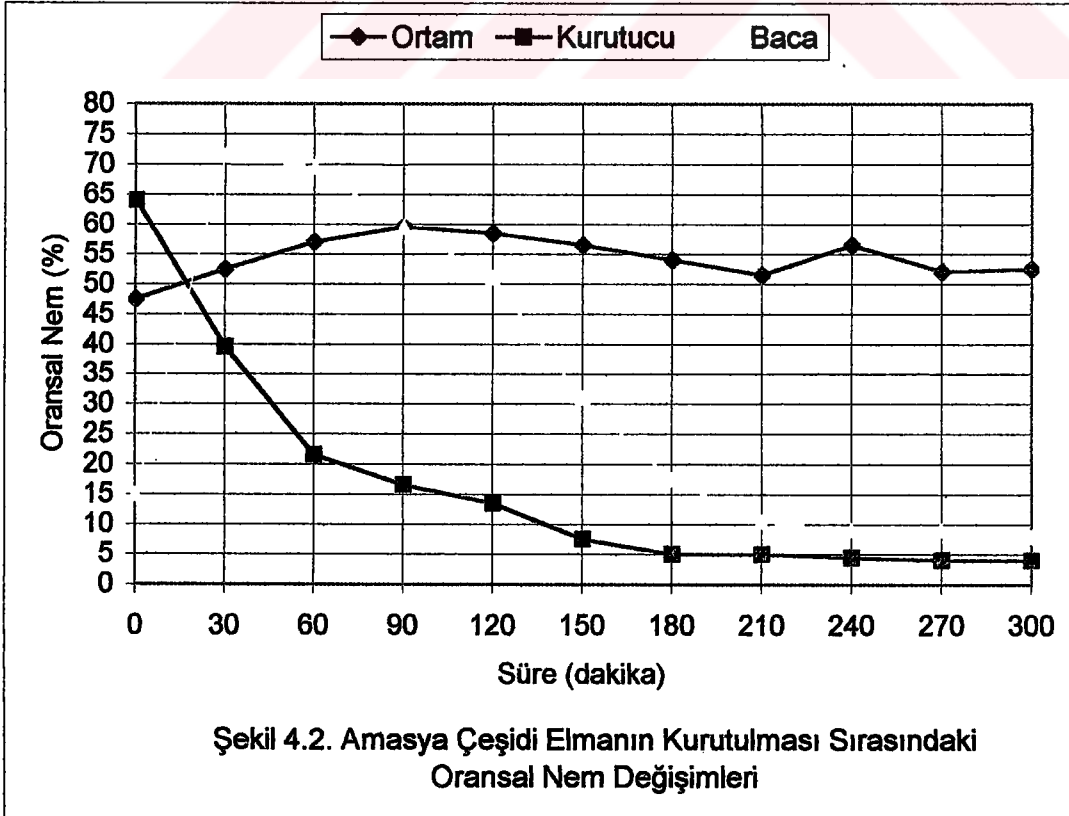
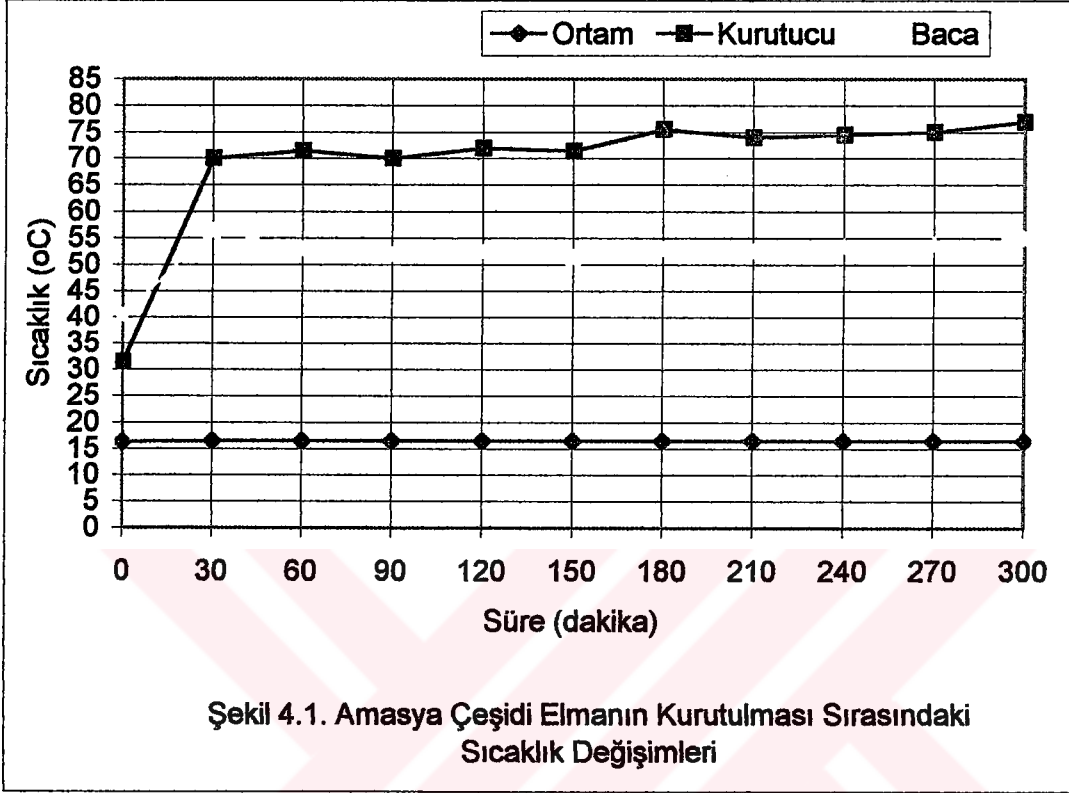
Kurutucu sıcaklığı örneklerin kurutucuya yerleştirilmesinden önce, 75°C'ye çıkartılmıştır. Örnekleri kurutucuya yerleştirilmesi sırasında kapının açılmasıyla kurutucu içi sıcaklığı 31.5°C'ye kadar düşmüştür. Örnekler kurutucuya yerleştirildikten 30 dakika sonra kurutucu içi sıcaklığı 70°C'ye ulaşmış ve sıcaklık işlem süresince 75±2°C sınırı içinde kalmıştır.

Kurutucuyu terk eden havanın sıcaklığı ise başlangıçta 40.5°C iken 30 dakika sonunda 56°C'ye ulaşmış ve 51-56°C arasında değişim göstermiştir.

Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi Amasya çeşidi elmaların kurutulması sırasında ortamının oransal nemi % 47.5-60 arasında değişmiştir.

Örnekler kurutucuya yerleştirildikten sonra kurutucu içerisindeki oransal nem miktarı başlangıçta % 64 iken ilk 180 dakika içinde hızla azalmış ve % 4 nemde sabit kalmıştır.

Bacadan çıkan havanın oransal nemi başlangıçta % 15 iken ilk 30 dakikada % 71'e yükselmiştir. Başlangıçta oransal nemin düşük olması kurutucunun daha önceden kurutma sıcaklığına kadar ısıtılmış olmasına bağlı olarak havadaki nem oranının düşürülmesiyle ilişkilidir. Nem oranı 180 dakikaya kadar hızla azalmış ve % 8 oransal nemde sabit kalmıştır.



4.2.1. Golden delicious Çeşidi Elmanın Kurutulması

Golden delicious çeşidi elmaların kurutulması sırasında ortam sıcaklığı 16°C ile 16.5°C arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.3.).

Kurutmanın başlangıcında kurutucu sıcaklığı 38.5°C iken ilk 30 dakika sonunda 70°C'ye ulaşmış ve sıcaklık kurutma işlemi boyunca 75±2°C sınırı içinde kalmıştır.

Kurutucuya örneğin konulduğu ilk dakikada bacadan çıkan havanın sıcaklığı 42°C iken 30 dakika sonunda 54°C'ye ulaşmış ve kurutma işlemi süresince sıcaklık 46.5 ile 54°C arasında değişmiştir.

Ortamının oransal nemi başlangıçta % 58 iken en yüksek nem değerine (% 74.5) 120 dakika sonunda yükselmiştir (Şekil 4.4.).

Kurutucu içinin oransal nemi ise başlangıçta % 71.5 iken 180. dakikaya kadar hızla azalmış ve daha sonraki sürede % 4 nemde sabit kalmıştır.

Kurutucuyu terk eden havanın nemi başlangıçta % 15 iken ilk 30 dakikada % 69'a yükselmiştir. Bacadaki nem 180. dakikaya kadar hızla azalmış kurutma işleminin sonunda % 10'a düşmüştür.

4.2.1. Starkrimson delicious Çeşidi Elmanın Kurutulması

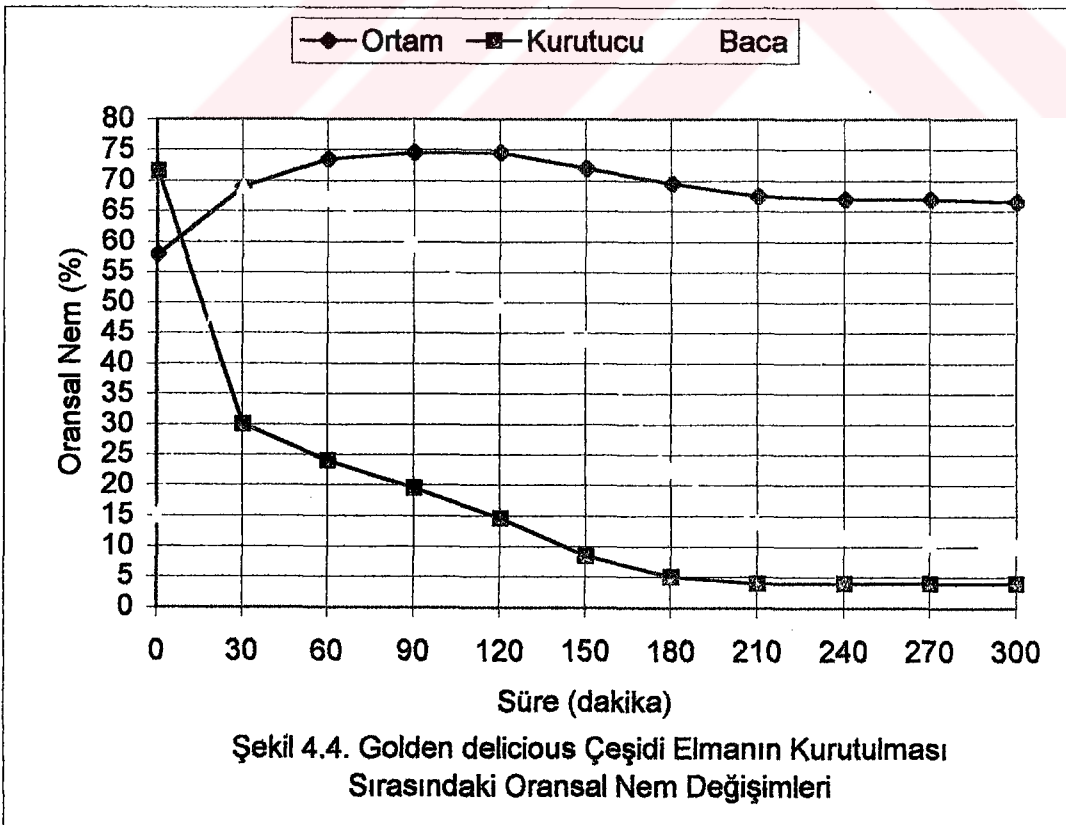
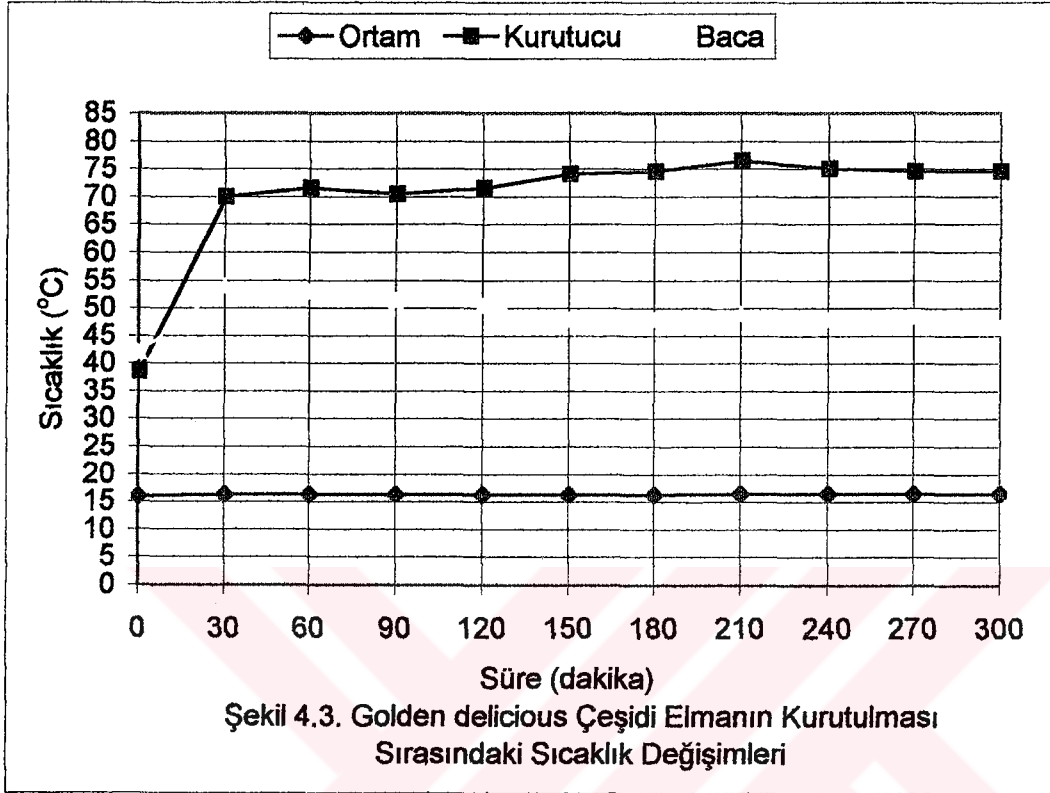
Şekil 4.5.'den de görüleceği üzere elmaların kurutulması sırasında laboratuvar ortamının sıcaklığı 12-13°C arasında değişim göstermiştir.

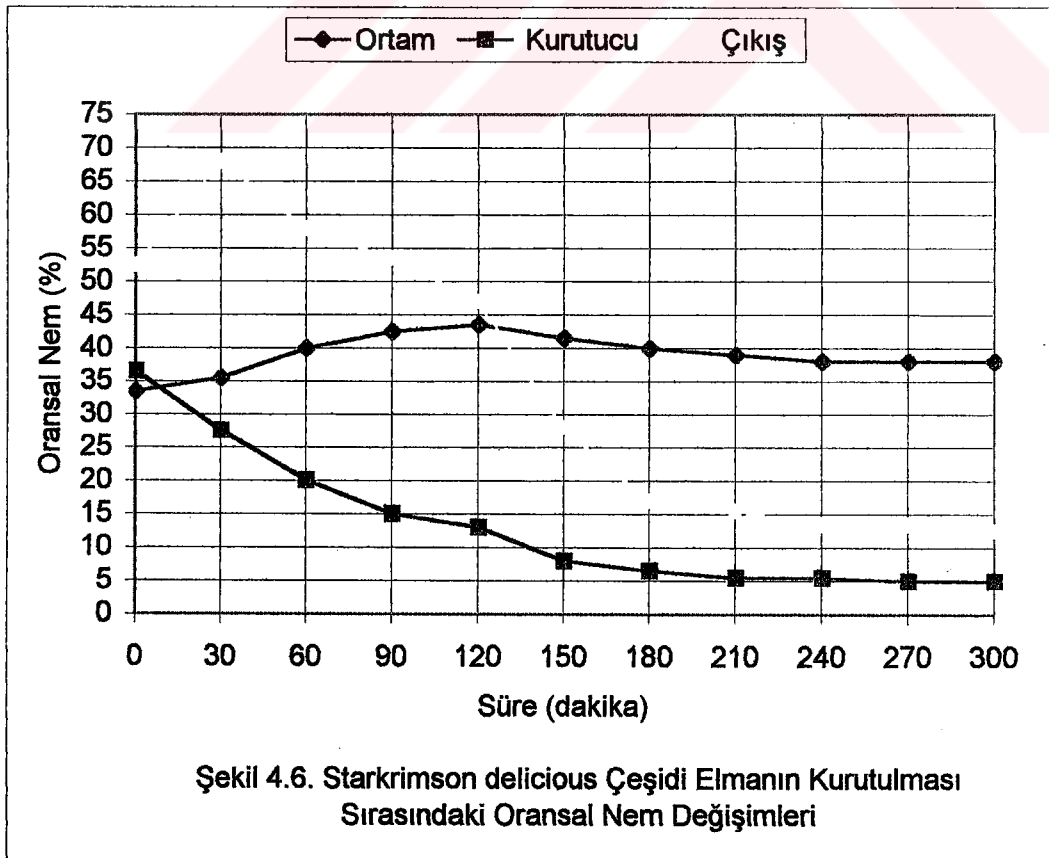
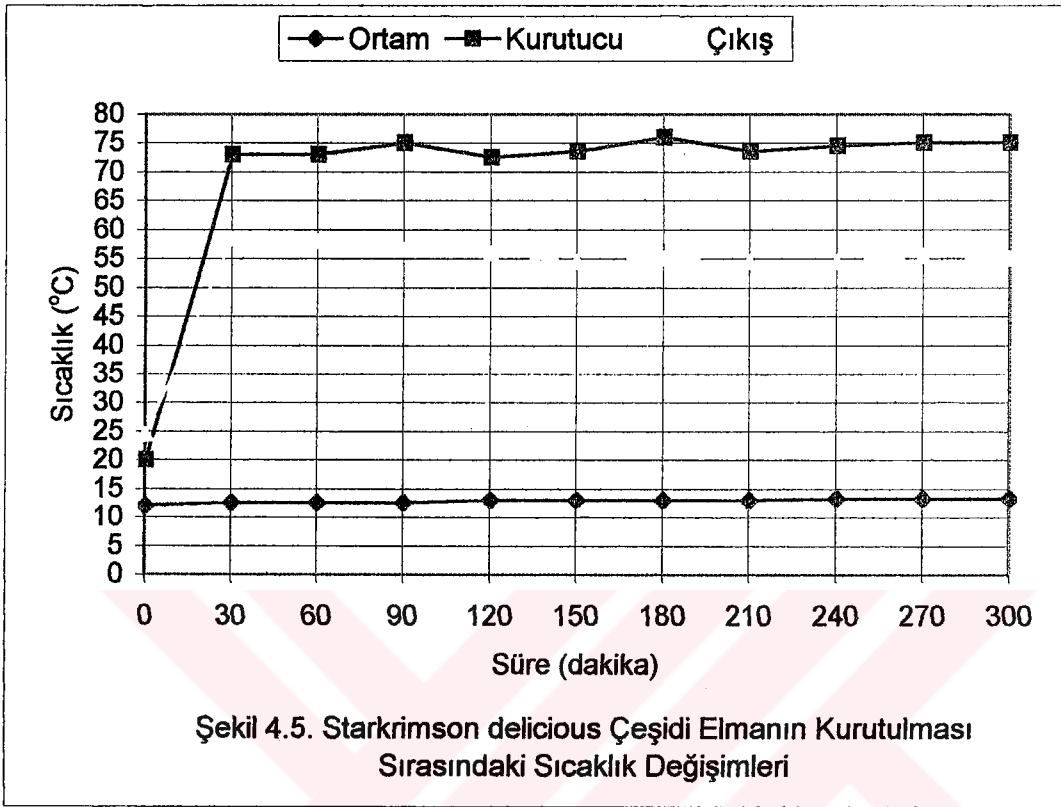
Başlangıç sıcaklığı 20°C iken kurutucu içinde bu değer ilk 30 dakika sonunda 70°C'ye yükselmiş ve kurutma işlemi sonuna kadar 75°C'yi geçmemiştir.

Baca çıkış sıcaklığı ise ilk 30 dakika sonunda 58°C'ye ulaşmış ve 54°C'nin altına düşmemiştir.

Ortam oransal nemi başlangıçta % 33.5 iken 120 dakika sonunda % 43.5'e ulaşmıştır (Şekil 4.6.).

Kurutucu içerisindeki oransal nem başlangıçta % 36.5 iken ilk 180 dakikalık süre içinde hızla azalmış ve % 5 oransal nemde sabit kalmıştır.





Çıkan havanın oransal nemi ilk 30 dakikada % 68'e ulaşmıştır. İşlemin ilk 180 dakikalık süresinde hızla azalmış 300 dakika sonunda oransal nem değeri % 12.5'te sabit kalmıştır.

Farklı çeşitlere ait elmalardan elde edilen dilimlerin kurutulduğu günlerdeki ortam sıcaklık derecesi ve oransal nem değerleri birbirinden farklılık göstermiştir.

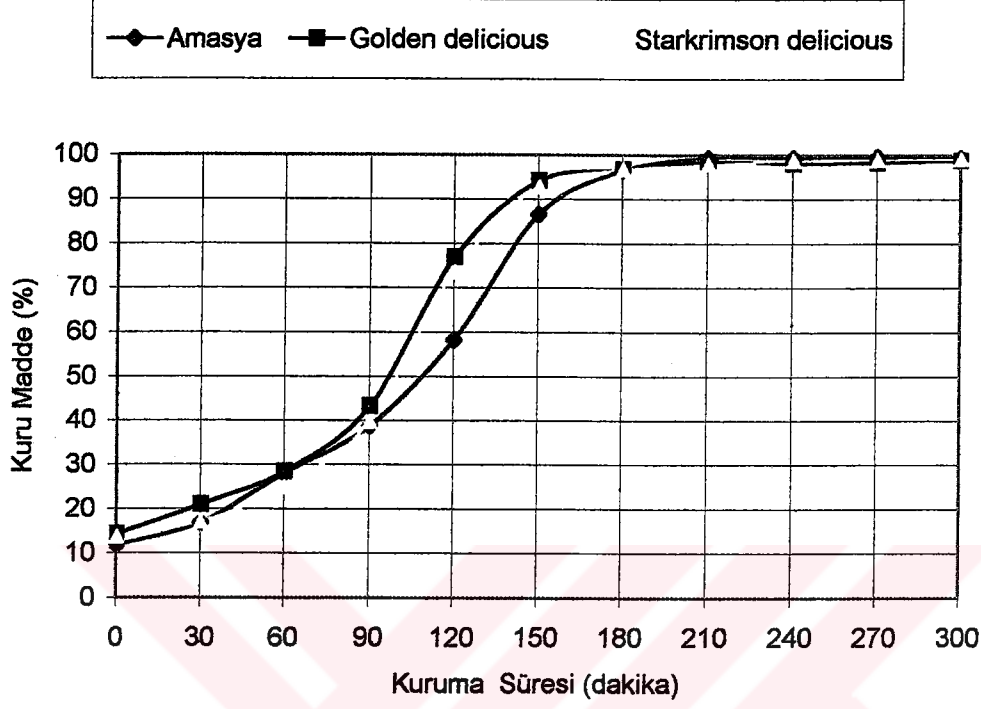
Doğal olarak ortaya çıkan bu farklılığın kurutmanın ilk 30 dakikalık süresi içinde ölçülen diğer sıcaklıklar üzerindeki etkisi önemli bulunmamıştır. Kurutmanın yapıldığı günlerde ortamın oransal nem değerlerinin farklı olması kurutma işlemi üzerinde etkili olmamıştır.

4.3. Elmaların Kurutulmaları Sırasında Kuru Madde Değişimleri

Kurutma sırasında kuru madde içeriğindeki değişimler her üç çeşit için su içinde tutulan kontrol grubu örneklerde belirlenmiştir.

Örneklerin kurutulması sırasında kaydedilen kuru madde içeriğindeki değişimler Şekil 4.7.'de gösterilmiştir. Elmaların çeşide bağlı olarak kuruma öncesi kuru madde oranları diğer ifade ile su içerikleri farklı bulunmuştur. Çeşitlerden % 11.78 oranı ile Amasya çeşidi en düşük, Golden çeşidi ise % 14.34 kuru madde ile en yüksek değere sahiptir. Starkrimson çeşidi bu iki çeşit arasında (% 13.72) kuru madde içermiştir.

Her üç çeşide ait örnekler 90. dakikaya kadar sabit bir kuruma eğilimi göstermiştir. Elmadaki suyun büyük bir kısmını oluşturan serbest su kuruma sırasında bu aşamada kolaylıkla uzaklaştırılabilmektedir. Kuru madde içeriğindeki artışlar 90. dakika ile 150. dakika arasındaki dönemde daha hızlı olmuştur. Su miktarı azaldıkça geride kalan suyu materyale bağlayan güç artmaktadır. Bu nedenle su oranı belli bir düzeye inince sabit kuruma hızı dönemi sona ermekte ve kuruma hızının gittikçe düştüğü azalan kuruma hızı dönemi başlamaktadır. Örneklerde de azalan kuruma hızı dönemi 180.dakikadan sonra başlamış ve kuru madde oranı tüm çeşitlerde % 96'ya çıkmıştır. 300. dakikada kuru madde oranları % 99 olarak belirlenmiştir. Kuruma grafiği bu şekilde belirlendikten sonra diğer uygulamalarda kurutma işlemi 240'ıncı dakika sonunda tamamlanmıştır.



Şekil 4.7.Elmaların Kurutulması Sırasında Kuru Madde Oranlarındaki Değişmeler

4.4. Kuru Ürün Randımanı

Yapılan hesaplamalar sonucunda tüm elma kitlesinden elde edilen kuru elma cipsi veriminin Golden çeşidinde % 12.08, Starkrimson ve Amasya çeşitlerinde ise sırasıyla % 10.80 ve % 10.37 olduğu belirlenmiştir. Göbeği çıkarılmış taze elma dilimlerine göre yapılan hesaplamalarda ise Golden çeşidinde % 15.62, Starkrimson çeşidinde % 14.68, Amasya çeşidinde % 14.51 olarak belirlenmiştir.

4.5. Kuru Elma Cipslerinin Nem İçerikleri

Amasya, Golden ve Starkrimson çeşidi elmalara ait kuru elma cipslerinin ortalama nem içerikleri Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi kuru elma cipslerinin nem içeriği Amasya çeşidine ait cipslerde % 2.86-3.70, Golden çeşidinde % 2.45-3.27 ve Starkrimson çeşidinde % 2.81-4.00 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı Çeşitlere Ait Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Nem İçerikleri (g/100g)

Uygulamalar	Çeşit		
	Amasya	Golden delicious	Starkrimson delicious
Su (Kontrol)	3.59 ^a	2.71 ^a	3.77 ^a
% 1 S.A.	3.10 ^{ab}	2.56 ^a	3.83 ^a
% 1 A.A.	3.70 ^a	3.00 ^a	3.30 ^a
% 1,5 A.A.	3.61 ^a	2.94 ^a	3.65 ^a
% 1 S.A. + % 1 A.A.	2.91 ^{ab}	2.84 ^a	2.81 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	3.04 ^{ab}	3.02 ^a	2.95 ^a
1000 ppm SO ₂	3.41 ^a	2.71 ^a	4.00 ^a
2000 ppm SO ₂	3.10 ^{ab}	2.45 ^a	3.98 ^a
% 1 E. A.	3.30 ^a	3.00 ^a	2.96 ^a
% 1,5 E. A.	3.65 ^a	2.94 ^a	3.45 ^a
% 1 S. A. + % 1 E.A.	2.86 ^{ab}	2.99 ^a	3.63 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	3.33 ^a	3.27 ^a	3.34 ^a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Uygulamaların nem oranı üzerindeki etkisi her üç çeşitte önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur. Cipsin kalınlığının az, yüzeyinin ise geniş olması nedeniyle içinde bulunduğu ortamın neminden kolaylıkla etkilendiği ve kırılganlığını kaybederek elastik bir yapı kazandığı gözlenmiştir. Bu nedenle ambalajın mutlak nem/buhar geçirmez olması ve doğrudan tüketimlerde ambalajından çıkarılan ürünün tüketileceği zamana kadar nem kazandırmayacak koşullarda saklanması önemli bulunmuştur.

4.6. Kuru Elma Cipslerinin Kırılganlık Değerleri

Amasya, Golden ve Starkrimson çeşitlerine ait kuru elma cipslerinin depolamadan önceki dönemde kırılganlığa karşı dirençlerini belirlemede Instron masa tipi 1140 model tekstürometre kullanılmıştır. Elde edilen bulgular Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Cipslerin ortalama kırılganlık değerlerinin karşılaştırılmasında, Amasya çeşidinin (1355 N) en gevrek yapılı olduğu, bunu Golden delicious'un (1492 N) takip ettiği ve kırılganlığa karşı en mukavim cipslerin ise Starkrimson çeşidine ait olduğu görülmüştür.

Tüm çeşitlere uygulanan çözelti uygulamaları arasında istatistiki olarak önemli ve anlamlı bir farklılık belirlenememiştir.

Çizelge 4.3. Farklı Çeşitlere Ait Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Kırılganlık Değerleri (Newton)

Uygulamalar	Çeşit		
	Amasya	Golden delicious	Starkrimson delicious
Ortalama	1355±28.55	1492±26.28	1548±41.55
Standart hata	197.77	135.27	285.09

4.7. Depolanan Kuru Elma Cipslerinin Özelliklerinde Meydana Gelen Değişmeler

Saklamanın kuru elma cipsi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla oda sıcaklığında saklanan örnekler 0, 4 ve 8 aylık dönemler sonunda fiziksel, kimyasal ve duyuşsal analizlere tabi tutulmuşlardır.

4.7.1. Renkte Meydana Gelen Değişmeler

Kurutulan ürünlerde ortaya çıkan en önemli değişim rengin esmerleşmesidir. Renkte esmerleşme kurutmadan önce, kurutma sırasında ve/veya depolama sırasında oluşmaktadır. Bu amaçla her çeşide ait kuru elma cipsi örneklerinin analiz dönemlerinde Hunter L, a ve b değerleri belirlenmiş ve ortalama değerler ilgili çizelgelerde verilmiştir.

4.4.1.1. Hunter L Değerlerindeki Değişmeler

Amasya çeşidi kuru elma cipsilerinin ortalama Hunter L değerleri Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Çizelgeden de görüleceği gibi ortalama Hunter L değerleri depolamanın başlangıcında 83.43-61.57, 4.ay sonunda 82.09-59.84 ve 8.ay sonunda ise 74.62-52.71 arasında değişme göstermiştir. Tüm örnekler içinde en yüksek L değerine ve dolayısıyla en açık renge SO₂ çözeltisine daldırılan dilimlerden elde edilen cipsler sahip olmuştur. Askorbik asit ve eritorbik asit içeren çözeltilerde çözünen madde miktarını %1'den %1.5'a çıkarmanın rengin korunmasında beklenen arttırıcı etkiyi yaratmadığı belirlenmiştir. Benzer durum SO₂ çözeltileri için de geçerlidir. Bu nedenle çözeltilerin hazırlanmasında düşük konsantrasyonların yeterli olabileceği görüşüne varılmıştır.

Çizelge 4.4. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter L Değerleri

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	70.89 ^{bc}	71.77 ^b	69.98 ^b
% 1 S.A.	62.29 ^{fg}	59.84 ^d	58.05 ^{ef}
% 1 A.A.	71.39 ^{bc}	68.88 ^{bc}	65.31 ^c
% 1,5 A.A.	67.04 ^{de}	64.89 ^c	61.28 ^{de}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	63.90 ^{efg}	60.09 ^d	52.71 ^g
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	61.57 ^g	61.34 ^d	55.38 ^{fg}
1000 ppm SO ₂	83.43 ^a	82.09 ^a	73.83 ^a
2000 ppm SO ₂	81.76 ^a	81.19 ^a	74.62 ^a
% 1 E. A.	73.43 ^b	71.87 ^b	67.25 ^{bc}
% 1,5 E. A.	69.02 ^{cd}	69.72 ^{bc}	66.92 ^{bc}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	65.67 ^{def}	62.37 ^d	59.28 ^e
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	73.47 ^b	67.8 ^{bc}	64.46 ^{cd}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Yapılan çalışmalarda askorbik asit ve eritorbik asidin elmalarda enzimatik emerleşmeyi kontrol altında tutmada eşdeğer etki gösterdiği belirtilmiştir (Borenstein, 1965; Sapers ve Ziolkowski, 1987; Sapers ve ark., 1989).

Golden delicious çeşidi elmalardan elde edilen kuru elma cipslerinin Hunter L değerleri (Çizelge 4.5.) depolama başlangıcında 81.83-72.32, 4.ay sonunda 81.54-72.62 ve 8.ayın sonunda ise 77.83-71.80 arasında değişme göstermiştir. Depolamanın başlangıcı ve 4.ayı sonunda tüm örnekler içinde en yüksek L değerine SO₂ çözeltisi ile S.A. ve A.A.'in ve S.A. ile E.A.'in birlikte kullanıldığı çözeltiler içine daldırılan dilimlerin, sekizinci ayın sonunda ise SO₂ ile E.A. uygulamalarına tabi tutulan dilimlerin cipslerinin sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulamaların etkisi ise birbirine yakın bulunmuştur.

Starkrimson delicious çeşidi elmalardan elde edilen kuru elma cipslerinin Hunter L değerleri (Çizelge 4.6.) depolama başlangıcında 80.59-60.09, 4 aylık depolama sonunda 79.00-59.46 ve 8 aylık depolama sonunda 76.92-55.10 arasında değişmiştir. Tüm örneklerde beyaz rengin korunmasında en etkili çözeltinin SO₂ çözeltisi olduğu, ancak koruyuculuğunun konsantrasyona bağlı olmadığı

belirlenmiştir. Su içinde tutulan dilimlerden (kontrol) elde edilen kuru elma cipslerinin renginin diğer çözeltilerin ürünlerine göre daha açık olmasının nedeni bekletme sırasında esmerleşmeye neden olan bazı bileşenlerin suya geçişiyle ve çeşidin özelliği ile ilgili olabilir.

Çizelge 4.5. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter L Değerleri

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	76.32 ^{bcd}	73.92 ^c	72.81 ^d
% 1 S.A.	72.32 ^c	72.62 ^c	72.17 ^e
% 1 A.A.	77.33 ^{bcd}	75.66 ^{bc}	72.32 ^{de}
% 1,5 A.A.	74.43 ^c	72.62 ^c	72.17 ^e
% 1 S.A. + % 1 A.A.	79.50 ^{ab}	78.69 ^{ab}	71.95 ^e
% 1 S.A. + % 1,5 A.A.	78.56 ^{abc}	76.33 ^{bc}	71.80 ^e
1000 ppm SO ₂	81.83 ^a	81.54 ^a	77.80 ^a
2000 ppm SO ₂	81.14 ^a	81.22 ^a	77.83 ^a
% 1 E. A.	77.12 ^{bcd}	76.43 ^{bc}	75.58 ^b
% 1,5 E. A.	75.83 ^{cd}	75.12 ^{bc}	74.66 ^{cd}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	78.93 ^{abc}	76.62 ^{bc}	72.62 ^{de}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	77.52 ^{bcd}	75.03 ^{bc}	74.54 ^{cd}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Kuru elma cipslerinin depolama öncesi sahip olduğu Hunter L değerlerinin taze elmaların Hunter L değerleri ile karşılaştırılmasında, özellikle SO₂ çözeltisine tabi tutulmuş cipslerin daha yüksek L değerine sahip oldukları görülmektedir. Hunter L değerinde birkaç birimlik artışa neden olan etkenin, SO₂'in renk açıcı özelliği ile ilişkili olabileceği görüşüne varılmıştır.

Kurutmada kükürtleme uygulaması esmerleşmelerin önlenmesinde yardımcı olmaktadır. SO₂ bir taraftan enzimleri inaktif hale getirmekte, diğer taraftan enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını engellemektedir. Kükürt dioksit gazı ayrıca daha önce oluşmuş esmer rengin açılıp düzeltilmesini de sağlamaktadır (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Çizelge 4.6. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter L Değerleri

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	71.79 ^b	70.20 ^b	69.33 ^b
% 1 S.A.	66.50 ^{cd}	64.18 ^c	63.15 ^c
% 1 A.A.	65.76 ^{cde}	65.10 ^c	61.56 ^{cd}
% 1,5 A.A.	63.68 ^{def}	62.38 ^{cd}	58.26 ^{ef}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	60.09 ^g	59.46 ^{cd}	58.82 ^{de}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	61.56 ^{fg}	61.15 ^d	57.51 ^{ef}
1000 ppm SO ₂	80.59 ^a	78.31 ^a	76.92 ^a
2000 ppm SO ₂	78.86 ^a	79.00 ^a	75.52 ^a
% 1 E. A.	68.54 ^{bc}	64.80 ^c	62.52 ^c
% 1,5 E. A.	66.58 ^{cd}	63.17 ^{cd}	58.22 ^{ef}
% 1 S. A.+ % 1 E.A.	67.40 ^c	60.95 ^{cd}	55.92 ^{ef}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	62.68 ^{efg}	61.38 ^{cd}	55.10 ^f

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Ön uygulamaların Hunter L değeri üzerindeki etkileri istatistiksel bakımdan önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Depolama başlangıcı ile 4 ve 8 aylık saklama sonunda elde edilen L değerlerinin çeşitlere bağlı olarak genel ortalamaları Golden delicious çeşidinde sırasıyla 77.23, 75.67 ve 74.45; Amasya çeşidinde 70.32, 68.49 ve 64.08, Starkrimson çeşidinde ise 67.83, 65.83 ve 62.73 olmuştur. Çeşitlerin Hunter L değerleri arasındaki farklar istatistiksel bakımdan önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Bu durumun çeşitlerin bileşim farkından ileri gelebileceği düşünülmüştür.

Depolama örneklerin L değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Değişmeler depolamanın ilk 4 aylık döneminde düşük seviyede iken, 8 aylık saklama sonunda daha da belirginleşmiştir (Ek 3.a., 3.b.).

Santerre ve ark. (1988), Spy çeşidi elmaya uygulanan askorbik asit izomerlerinin Hunter L değeri üzerine etkisinin önemli olmadığını belirtirken depolamanın Hunter L değeri üzerine olan etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Tüm çeşitler için depolamanın Hunter L değeri üzerindeki etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Esmerleşme reaksiyonları çeşit ve substrat seviyesi, enzimatik aktivite, inhibitörlerin veya promotörlerin varlığından etkilenmektedir. PPO aktivitesi ve substrat konsantrasyonu en önemli iki faktördür. Her bir madde esmerleşme reaksiyonu ile ilgilidir ve çeşide bağlı olarak değişmektedir (Coseteng ve Lee, 1987).

4.7.1.2. Hunter a Değerlerindeki Değişmeler

Kuru elma cipslerine ait Hunter a değerleri Çizelge 4.7., 4.8. ve 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.7.'den de görüleceği üzere Amasya çeşidine ait elma cipslerinin 0, 4 ve 8 aylık depolama sonundaki a değerleri sırasıyla -4.38 ile 9.64, -3.41 ile 10.14 ve -0.02 ile 11.14 arasında değişme göstermiştir. Hunter a değeri Hunter L ile ters ilişkili olarak renkteki esmerleşmeyi ifade ettiğinden yüksek L değerine sahip örneklerin doğal olarak düşük a değerlerine sahip olmaları beklenmiştir. Bunun sonucu olarak a değerleri en düşük olan örneklerin SO₂ çözeltisinde tutulan dilimlerden elde edilen kuru elma cipsleri olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulamaları temsil eden örnekler için de benzeri durum söz konusudur.

Golden ve Starkrimson çeşitlerinin cipslerinin a değerleri renkteki koyulaşma ile doğru orantılı olarak değişme göstermiştir.

Ön uygulamaların örneklerin Hunter a değeri üzerindeki etkileri istatistiksel bakımdan önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Hunter a değerinin genel ortalamasına bağlı olarak çeşitlerin artan a değerine göre sıralanmalarında: depolamanın başlangıcında sıralamanın Golden (-1.24), Starkrimson (2.44) ve Amasya (3.25); depolamanın 4.ay sonunda Golden (-1.13), Amasya (3.88) ve Starkrimson (3.90) ve 8.ay sonunda ise Golden (2.37), Amasya (5.94) ve Starkrimson (6.01) olduğu görülmüştür. Çeşitler arasındaki fark depolama başlangıcında önemli ($p<0.01$) bulunurken 4. ve 8. aylarda yalnız Golden diğer iki çeşitten farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter a Değerleri

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	2.24 ^c	1.80 ^{cd}	4.14 ^e
% 1 S.A.	8.84 ^a	9.84 ^a	11.14 ^a
% 1 A.A.	2.33 ^c	4.51 ^{bc}	5.67 ^{cde}
% 1,5 A.A.	5.83 ^b	6.62 ^b	7.33 ^{cd}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	9.28 ^a	10.14 ^a	10.59 ^{ab}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	9.64 ^a	7.48 ^{ab}	8.37 ^{bc}
1000 ppm SO ₂	-4.30 ^e	-3.30 ^e	1.18 ^f
2000 ppm SO ₂	-4.38 ^e	-3.41 ^e	-0.02 ^f
% 1 E. A.	0.45 ^c	0.85 ^d	4.91 ^{de}
% 1,5 E. A.	2.29 ^d	1.34 ^{cd}	4.93 ^{de}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	6.38 ^b	7.60 ^{ab}	7.63 ^{cd}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	0.52 ^d	3.20 ^{cd}	5.52 ^{de}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 4.8. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter a Değerleri

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	-0.87 ^{bc}	-0.62 ^{bc}	2.21 ^{bc}
% 1 S.A.	4.03 ^a	5.80 ^a	6.27 ^a
% 1 A.A.	-0.52 ^{bc}	0.32 ^b	2.31 ^{bc}
% 1,5 A.A.	0.55 ^b	0.65 ^b	2.98 ^{bc}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	-1.57 ^c	-2.71 ^{de}	2.40 ^{bc}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	-1.17 ^{bc}	-1.00 ^{bcd}	1.88 ^{bc}
1000 ppm SO ₂	-3.67 ^{de}	-4.09 ^{ef}	-0.84 ^d
2000 ppm SO ₂	-4.00 ^e	-4.44 ^f	-0.87 ^d
% 1 E. A.	-2.33 ^{cde}	-2.08 ^{cd}	2.98 ^{bc}
% 1,5 E. A.	-1.63 ^c	-1.48 ^{cd}	2.90 ^{bc}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	-2.01 ^{cd}	-2.10 ^{cd}	3.67 ^b
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	-1.76 ^c	-1.86 ^{cd}	2.59 ^{bc}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Taze elma dilimleri içinde en düşük Hunter a değerinin Starkrimson çeşidine ait olmasına rağmen, cips örneklerinde en yüksek a değerine yine aynı çeşidin sahip olması, bu çeşidin invert şeker oranının yüksek olması ile ilişkili olabilir.

Depolamanın Hunter a değeri üzerindeki etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Depolanan elma cipslerinin Hunter a değerlerinde artışlar olmuştur (EK 4.a., 4.b.).

Çizelge 4.9. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter a Değerleri

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	1.93 ^a	2.30 ^a	4.45 ^{ab}
% 1 S.A.	2.55 ^a	5.15 ^{bc}	8.05 ^{ab}
% 1 A.A.	3.31 ^{cd}	6.31 ^{bc}	6.51 ^{cd}
% 1,5 A.A.	5.08 ^{abc}	6.03 ^{bc}	7.53 ^{abc}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	6.29 ^a	9.46 ^a	7.53 ^{abc}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	6.03 ^{ab}	5.44 ^{bc}	7.16 ^{bc}
1000 ppm SO ₂	-4.95 ^e	-3.35 ^e	0.38 ^e
2000 ppm SO ₂	-4.95 ^e	-4.34 ^e	0.87 ^{de}
% 1 E. A.	2.35 ^d	4.71 ^{bc}	6.08 ^a
% 1,5 E. A.	3.70 ^{cd}	4.35 ^{cd}	7.74 ^a
% 1 S. A.+ % 1 E.A.	3.56 ^{cd}	6.86 ^b	8.74 ^{bc}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	4.44 ^{bc}	4.00 ^{cd}	7.08 ^{bc}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Rocha ve ark. (1996) askorbik asit çözeltisine (% 0.75) daldırdıkları elmaların Hunter L değerlerinde depolamanın 3. gününde %1.8 azalma, kontrol grubunda ise %5.8 oranında olduğunu belirtirken kontrol grubunun a değerlerinin %57 arttığını bildirmişlerdir.

4.7.1.1. Hunter b Değerlerindeki Değişmeler

Amasya, Golden ve Starkrimson çeşitlerinin kuru elma cipslerine ait Hunter b değerleri sırasıyla Çizelge 4.10., 4.11. ve 4.12.'de verilmiştir.

Depolamanın başlangıcı ile, 4. ve 8. ay sonunda Amasya çeşidine ait elma cipslerinin Hunter b değerleri sırasıyla 15.72-25.26, 16.54-25.87 ve 21.55-25.72 arasında değişmiştir. En düşük b değerleri her üç çeşit içinde SO₂ çözeltisi ile işlem görmüş elma dilimlerinin cipslerine ait bulunmuştur.

Golden ve Starkrimson çeşitlerinde de en düşük “b” değerlerine SO₂ çözeltisine tabi tutulan dilimlerin cipsleri sahip bulunmuştur. Çeşidin Hunter b değeri üzerindeki etkisi önemli (p<0.01) bulunmuştur. Diğer uygulamalara ait Hunter b değerleri birbirine yakın olmasına rağmen istatistiksel değerlendirmede uygulamaların bu değişken üzerindeki etkilerinin önemli seviyede olduğu belirlenmiştir. Ancak yalnız b değerinin dikkate alınması ile kuru elma cipslerinin rengine yönelik bir değerlendirme yapmanın yeterli olmayacağı kanaatine varılmıştır.

Sapers ve ark. (1987), kesilen elma yüzeylerinde enzimatik esmerleşmenin belirlenmesinde L ve a değerlerinin ölçülmesinin yeterli olabileceğini b değerinin L ve a değeri kadar ilgili olmayacağını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.10. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter b Değerleri

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	24.19 ^{ab}	23.76 ^{ab}	25.44 ^{ab}
% 1 S.A.	24.61 ^{ab}	25.53 ^a	25.09 ^{abc}
% 1 A.A.	22.02 ^{bcd}	24.66 ^{ab}	25.72 ^a
% 1,5 A.A.	22.22 ^{bc}	23.44 ^{ab}	24.82 ^{abcd}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	20.28 ^{cd}	24.06 ^{ab}	23.45 ^{bcd}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	20.59 ^{cd}	22.90 ^{ab}	23.32 ^{cde}
1000 ppm SO ₂	15.72 ^d	17.56 ^c	21.55 ^e
2000 ppm SO ₂	19.21 ^e	16.54 ^c	21.72 ^e
% 1 E. A.	25.26 ^a	25.87 ^a	25.11 ^{abc}
% 1,5 E. A.	23.56 ^{ab}	24.00 ^{ab}	25.12 ^{abc}
% 1 S. A.+ % 1 E.A.	21.9 ^{bcd}	22.63 ^{ab}	22.98 ^{de}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	20.62 ^{cd}	21.57 ^b	24.05 ^{abcd}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 4.11. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Hunter b Değerleri

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	22.98 ^{bc}	24.51 ^{abc}	23.82 ^c
% 1 S.A.	23.82 ^{abc}	26.37 ^a	26.01 ^{ab}
% 1 A.A.	24.14 ^{ab}	24.60 ^{abc}	25.75 ^{abc}
% 1,5 A.A.	25.37 ^{ab}	26.42 ^{abc}	26.94 ^{ab}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	22.29 ^{bc}	23.26 ^{bcd}	25.76 ^{abc}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	24.64 ^{ab}	24.05 ^{abc}	26.52 ^{ab}
1000 ppm SO ₂	22.39 ^{bc}	21.91 ^{cd}	21.68 ^d
2000 ppm SO ₂	20.37 ^c	20.61 ^d	21.74 ^d
% 1 E. A.	27.12 ^a	26.80 ^a	27.27 ^a
% 1,5 E. A.	25.42 ^{ab}	26.03 ^{ab}	27.57 ^a
% 1 S. A. + % 1 E.A.	23.67 ^{abc}	24.39 ^{abc}	24.90 ^{bc}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	24.72 ^{ab}	24.49 ^{abc}	25.84 ^{ab}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 4.12. Starkrimson delicious Çeşidi Elma Kurularının Depolama Süresince Ortalama Hunter b Değerlerindeki Değişmeler

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	25.86 ^{ab}	25.51 ^{ab}	26.47 ^a
% 1 S.A.	25.75 ^{ab}	24.84 ^{abc}	25.78 ^{ab}
% 1 A.A.	23.22 ^{cd}	25.94 ^{ab}	25.95 ^{ab}
% 1,5 A.A.	24.62 ^{abc}	25.00 ^{abc}	24.51 ^{abcde}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	23.91 ^{bc}	24.72 ^{abc}	24.85 ^{abcd}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	23.92 ^{bc}	25.00 ^{abc}	23.80 ^{bode}
1000 ppm SO ₂	20.40 ^e	22.25 ^{cd}	22.78 ^{cdef}
2000 ppm SO ₂	21.10 ^{de}	21.31 ^d	20.86 ^f
% 1 E. A.	26.56 ^a	27.44 ^a	25.03 ^{abc}
% 1,5 E. A.	26.78 ^a	26.05 ^{ab}	24.25 ^{abcde}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	23.50 ^{bc}	24.24 ^{bcd}	22.29 ^{ef}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	23.57 ^{bc}	23.93 ^{bcd}	22.63 ^{def}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Depolama ile Hunter b değerlerindeki değişimler Ek 4.a. ve 4.b.'de verilmiştir. Depolamanın Amasya çeşidi dışında diğer çeşitlere ait Hunter b değeri üzerindeki etkisi önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur.

4.7.2.Esmerleşme Düzeylerindeki Değişimler

Amasya, Golden ve Starkrimson çeşitlerinin kuru elma cipslerine ait esmerleşme indisi değerleri sırasıyla Çizelge 4.13., 4.14. ve 4.15'de verilmiştir.

Çizelgedeki değerlerin de ifade ettiği gibi her üç çeşidin cipslerinde en yüksek değerler, SO₂ uygulamalarına tabi tutulan dilimlerden elde edilen cipslere aittir. Bu durum rengin korunmasında kükürt dioksit çözeltisi kullanmanın diğer çözeltilere göre daha önemli olduğunu göstermektedir. En düşük transmitans değerlerine ise AA ve EA çözeltilerinde ve suda tutulan dilimlere ait cipsler sahip olmuştur. Bu çözeltilerin sitrik asit de içermesi durumunda esmerleşmeye karşı koruma özelliğinin arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Esmerleşme İndisleri (440 nm; Transmitans)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	82.6 ^d	83.8 ^{bc}	82.0 ^c
% 1 S.A.	87.5 ^c	85.9 ^b	85.1 ^b
% 1 A.A.	82.2 ^d	80.7 ^c	79.3 ^d
% 1,5 A.A.	80.4 ^d	80.7 ^c	75.3 ^e
% 1 S.A. + % 1 A.A.	91.6 ^b	84.3 ^{bc}	82.4 ^{bc}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	88.7 ^c	83.9 ^{bc}	83.4 ^{bc}
1000 ppm SO ₂	97.1 ^a	92.3 ^a	91.8 ^a
2000 ppm SO ₂	97.3 ^a	94.4 ^a	93.8 ^a
% 1 E. A.	87.1 ^c	86.1 ^b	85.1 ^b
% 1,5 E. A.	87.9 ^c	84.5 ^{bc}	82.0 ^{cd}
% 1 S. A.+ % 1 E.A.	89.5 ^{bc}	85.1 ^b	81.3 ^{cd}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	88.3 ^c	83.8 ^{bc}	81.5 ^{cd}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Esmerleşme indisi değerleri üzerinde çözelti uygulamalarının etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Çeşitlerin esmerleşmeye karşı eğilimleri arasındaki fark da önemli ($p<0.01$) bulunmuş olup esmerleşmeye karşı en dayanıklı cipslerin Golden delicious çeşidine ait olduğu ve bunu Starkrimson ile Amasya çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir. Depolama ile elma cipslerinin transmitans değerlerinde azalma görülmüştür (Ek 6.a., 6.b.). Askorbik asit ve eritorbik asit içeren çözeltilere daldırılan örneklerin transmitans değerleri depolama başlangıcında kontrol grubuna göre daha yüksek iken depolama ile aralarındaki fark azalmıştır. Bu durum, askorbik asit ve eritorbik asidin son parçalanma ürünlerinin kendinin de esmerleşmeye neden olmasından dolayı olumlu etkisinin kalmadığı şeklinde açıklanabilir.

Çizelge 4.14. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Esmerleşme İndisleri (440 nm; Transmitans)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	92.7 ^c	92.9 ^a	87.5 ^{bc}
% 1 S.A.	97.1 ^a	94.6 ^a	92.5 ^c
% 1 A.A.	87.3 ^d	85.9 ^e	85.7 ^{cd}
% 1,5 A.A.	87.5 ^d	86.5 ^{de}	84.7 ^d
% 1 S.A. + % 1 A.A.	97.1 ^a	88.9 ^{bc}	88.9 ^b
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	92.5 ^c	88.1 ^{cd}	88.7 ^b
1000 ppm SO ₂	96.6 ^{ab}	93.3 ^a	91.6 ^a
2000 ppm SO ₂	96.4 ^{ab}	93.8 ^a	91.8 ^a
% 1 E. A.	95.3 ^{ab}	86.3 ^{de}	84.5 ^d
% 1,5 E. A.	95.7 ^{ab}	84.1 ^f	81.5 ^e
% 1 S. A.+ % 1 E.A.	94.4 ^{bc}	90.4 ^b	89.1 ^b
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	96.7 ^{ab}	88.3 ^c	86.1 ^{cd}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 4.15. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Esmerleşme İndisleri (440 nm; Transmittans)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	90.4 ^{bc}	91.0 ^{bc}	90.2 ^b
% 1 S.A.	95.1 ^a	94.6 ^a	95.5 ^a
% 1 A.A.	93.1 ^{bc}	84.9 ^{de}	84.7 ^c
% 1,5 A.A.	88.5 ^d	80.5 ^f	78.5 ^e
% 1 S.A. + % 1 A.A.	91.6 ^{bc}	82.6 ^{ef}	82.0 ^d
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	90.2 ^{cd}	83.8 ^{de}	80.9 ^{de}
1000 ppm SO ₂	94.2 ^a	92.9 ^{ab}	93.3 ^a
2000 ppm SO ₂	95.3 ^a	93.5 ^{de}	94.2 ^a
% 1 E. A.	89.9 ^{cd}	84.5 ^{bc}	84.7 ^c
% 1,5 E. A.	88.1 ^d	85.7 ^d	85.3 ^c
% 1 S. A.+ % 1 E.A.	91.0 ^{bc}	89.9 ^c	88.7 ^b
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	90.2 ^{cd}	82.4 ^{ef}	80.7 ^{de}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Kuru elma cipslerinin transmittans değerlerinin, elde edildikleri çeşitlerin taze dilimlerinin transmittans değerleri (Çizelge 4.1.) ile karşılaştırılmasında taze dilimlerin daha düşük değerlere sahip oldukları görülmektedir. Bu durum, enzimce aktif elma dilimlerinde işlem (tayin) sırasında oluşan tepkimelerden dolayı esmerliğin artmış olduğunu, diğer yandan cips üretimi amacıyla elma dilimlerini çözelti içinde bekletmenin ve ısıtılmasının tepkimelerin hızını azaltıcı yönde etkili olduğunu göstermektedir.

4.7.3. Toplam Fenolik Madde İçeriğindeki Değişmeler

Amasya, Golden ve Starkrimson çeşidi kuru elma cipslerinin depolama süresince toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla Çizelge 4.16, 4.17 ve 4.18.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.16'dan da görüldüğü gibi Amasya çeşidi kuru elma cipslerinin toplam fenolik madde içerikleri depolamanın başlangıcında 18.08-9.21 g/kg, 4.ay sonunda 16.97-6.11 g/kg ve 8. ay sonunda ise 12.98-6.61 g/kg arasında değişme

göstermiştir. Tüm örnekler içinde en düşük toplam fenolik madde içeriğine kontrol, SO₂ ve %1 sitrik asit içeren çözeltilere daldırılan dilimlerden elde edilen cipsler sahip olmuştur. En fazla toplam fenolik madde içeriği ise askorbik asit ve eritorbik asit içeren çözeltilere daldırılan örneklerde bulunmuştur.

Çizelge 4.17 ve 4.18’de de görüleceği üzere Golden ve Starkrimson çeşitlerinin cipsleri için de benzer değerlendirmeler söz konusudur.

Ön uygulamaların toplam fenolik madde içeriği üzerindeki etkileri istatistiksel bakımdan önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Başlangıçtaki farklılık çözeltilerin fenolik maddelerin kurutma sırasında oksidasyonu sınırlandırması sonucu olabileceği düşünülmektedir. Ancak fenolik maddelerin parçalanması devam etmiştir.

Çizelge 4.16. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Fenolik Madde İçerikleri (g/1000g)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	10.03 ^e	8.98 ^{ef}	7.60 ^{efg}
% 1 S.A.	9.21 ^e	6.11 ^f	7.10 ^{fg}
% 1 A.A.	13.57 ^{bcd}	13.38 ^{cd}	10.46 ^{bcd}
% 1,5 A.A.	13.74 ^{ab}	14.46 ^{abc}	12.05 ^{ab}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	15.74 ^{abc}	16.97 ^a	12.16 ^{ab}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	16.15 ^{ab}	14.14 ^{abc}	12.98 ^a
1000 ppm SO ₂	10.96 ^{de}	8.89 ^{ef}	7.65 ^{efg}
2000 ppm SO ₂	9.27 ^e	8.88 ^{ef}	6.61 ^g
% 1 E. A.	13.65 ^{bcd}	10.94 ^{de}	9.11 ^{cde}
% 1,5 E. A.	14.43 ^{bc}	13.85 ^{bc}	10.72 ^{bc}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	11.80 ^{cde}	11.77 ^{cde}	8.73 ^{def}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	18.08 ^a	16.62 ^{ab}	13.25 ^a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 4.17. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Fenolik Madde İçerikleri (g/1000g)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	5.80 ^f	6.47 ^f	5.08 ^f
% 1 S.A.	6.48 ^f	6.49 ^f	4.06 ^f
% 1 A.A.	8.59 ^e	10.48 ^{de}	8.59 ^d
% 1,5 A.A.	11.48 ^d	12.03 ^{bed}	9.46 ^{bed}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	12.83 ^{cd}	13.50 ^{abc}	9.42 ^{bed}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	13.85 ^{bc}	11.22 ^{cd}	11.51 ^a
1000 ppm SO ₂	9.36 ^e	8.13 ^{ef}	6.97 ^e
2000 ppm SO ₂	8.65 ^e	7.52 ^{ef}	4.93 ^f
% 1 E. A.	12.85 ^{cd}	11.65 ^{bed}	9.15 ^{cd}
% 1,5 E. A.	15.60 ^b	13.26 ^{abc}	11.07 ^{ab}
% 1 S. A.+ % 1 E.A.	18.45 ^a	14.69 ^a	11.28 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	17.55 ^a	14.08 ^{ab}	10.43 ^{abc}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Depolama başlangıcı ile 4 ve 8 aylık saklama sonunda elde edilen toplam fenolik madde içeriğinin çeşitlere bağlı olarak genel ortalamaları azalan miktar sırasına göre Starkrimson çeşidinde sırasıyla 14.60, 13.12 ve 10.18 g/1000g; Amasya çeşidinde 13.17, 12.08 ve 9.87 g/1000g; Golden delicious çeşidinde ise 11.79, 10.80 ve 8.50 g/1000g olmuştur. Çeşitlerin fenolik madde içeriği bakımından taze elmalarda aynı sırayı göstermeleri, çeşitler arasındaki farkın kuru elma cipslerinde de korunduğunu göstermektedir. Çeşitlerin toplam fenolik madde içerikleri arasındaki farklar 0. ve 4. ayda istatistiksel bakımdan önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. 8. Ayda ise Starkrimson ve Amasya çeşidi arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır.

Depolama öncesi içeriklerine göre ilk 4 ve 8 aylık dönemler sonunda, Amasya çeşidi cipslerde %8 ve %25, Golden çeşidi cipslerde %8 ve % 27, Starkrimson çeşidi cipslerde %10 ve %30 oranında azalmalar olmuştur (EK 7.a., 7.b.). Depolamanın fenolik madde içeriği üzerindeki etkisi Golden çeşidinde önemli bulunurken diğer çeşitlerde önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.18. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Fenolik Madde İçerikleri (g/1000g)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	11.00 ^f	10.09 ^f	7.81 ^{de}
% 1 S.A.	15.54 ^f	10.84 ^{ef}	6.48 ^e
% 1 A.A.	16.46 ^{abc}	14.19 ^{bc}	10.66 ^{bc}
% 1,5 A.A.	16.72 ^{ab}	18.48 ^a	13.08 ^a
% 1 S.A. + % 1 A.A.	15.38 ^{abcd}	13.98 ^{bcd}	9.90 ^{cd}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	15.00 ^{cd}	14.30 ^{bc}	10.81 ^{abc}
1000 ppm SO ₂	13.34 ^e	11.40 ^{def}	8.98 ^{cd}
2000 ppm SO ₂	13.98 ^{de}	10.82 ^{ef}	9.32 ^{cd}
% 1 E. A.	16.41 ^{abc}	14.04 ^{bcd}	12.60 ^{ab}
% 1,5 E. A.	15.22 ^{bcd}	13.24 ^{bcd}	10.43 ^{bc}
% 1 S. A.+ % 1 E.A.	13.17 ^e	11.58 ^{cdef}	9.61 ^{cd}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	16.69 ^a	14.48 ^b	12.52 ^{ab}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

4.7.4.Askorbik Asit İçeriğindeki Değişmeler

Amasya, Golden ve Starkrimson çeşitlerinden elde edilen kuru elma cipslerinin askorbik asit içerikleri sırasıyla Çizelge 4.19., 4.20., ve 4.21.'de verilmiştir.

Çizelgelerdeki değerlerin de gösterdiği gibi cipslerin depolama başlangıcındaki askorbik asit içerikleri elde edildikleri elma dilimlerinin içinde tutuldukları çözeltilere bağlı olarak değişme göstermiştir. Depolamanın başlangıcında askorbik asit ve eritorbik asit içermeyen çözeltilere daldırılan dilimlere ait cipsler içinde depolamanın başlangıcında Amasya çeşidi 7.71-30.60, Golden çeşidi 8.34-40.80 ve Starkrimson çeşidi 6.84-8.46 mg/100g arasında askorbik asit içeriğine sahip bulunmuştur. Cipslerin askorbik asit içerikleri çözeltinin askorbik asit ve eritorbik asit konsantrasyonuna bağlı olarak artmıştır. Çözeltilerde sitrik asit bulunması, kurutma sırasında pH'ın düşmesine (Çizelge 4.24., 4.25., 4.26.) bağlı olarak cipteki askorbik asidin yıkımını engelleyici yönde etki göstermiştir.

Çizelge 4.19. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama L-Askorbik Asit İçerikleri (mg/100 g)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	8.08 ^d	3.35 ^d	2.46 ^e
% 1 S.A.	7.71 ^d	4.72 ^d	1.63 ^e
% 1 A.A.	165.42 ^c	97.50 ^{bc}	4.05 ^{de}
% 1,5 A.A.	286.07 ^{bc}	124.52 ^b	12.00 ^{bcd}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	266.17 ^{bc}	168.54 ^b	12.92 ^{abcd}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	687.81 ^a	299.26 ^b	21.47 ^a
1000 ppm SO ₂	30.60 ^d	3.69 ^d	1.23 ^e
2000 ppm SO ₂	20.65 ^d	2.49 ^d	0.95 ^e
% 1 E. A.	263.68 ^{bc}	48.44 ^{cd}	6.27 ^{cde}
% 1,5 E. A.	393.03 ^b	144.52 ^b	11.55 ^{cd}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	273.63 ^{bc}	151.28 ^b	13.40 ^{abc}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	671.64 ^a	263.32 ^a	20.87 ^{ab}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Taze elma dilimlerinin kükürt dioksit çözeltisinde tutulmaları, kontrol (su) grubuna göre cipslerde askorbik asit korunumu sağlamıştır (Bhardwaj ve Kaushal, 1990).

Uygulamaların ve çeşidin cipslerin askorbik asit içeriği üzerindeki etkileri önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Golden çeşidine ait cipsler en yüksek, Starkrimson çeşidinin cipsleri ise en düşük askorbik asit içeriğine sahip oldukları görülmüştür.

Depolama ile örneklerin askorbik asit içeriğinde düşüşler kaydedilmiştir. Askorbik asit içeriğindeki kayıplar ilk 4 ve 8 aylık dönemler sonunda sırasıyla Amasya çeşidi cipslerde % 57 ve % 96, Golden çeşidi cipslerde % 46 ve % 95, Starkrimson çeşidi cipslerde ise % 65 ve % 97 oranlarında olmuştur (EK 8.a., 8.b.) Depolamanın askorbik asit üzerindeki etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.20. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama L-Askorbik Asit İçerikleri (mg/100 g)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	13.18 ^g	7.55 ^f	7.23 ^d
% 1 S.A.	8.34 ^g	12.05 ^f	7.13 ^d
% 1 A.A.	206.47 ^f	69.47 ^{ef}	8.25 ^d
% 1,5 A.A.	541.04 ^d	113.09 ^{ef}	12.50 ^d
% 1 S.A. + % 1 A.A.	871.89 ^b	465.53 ^c	75.77 ^a
% 1 S.A. + % 1,5 A.A.	1049.75 ^a	796.36 ^b	44.48 ^b
1000 ppm SO ₂	40.80 ^g	11.19 ^f	5.54 ^d
2000 ppm SO ₂	23.88 ^g	5.73 ^f	8.78 ^d
% 1 E. A.	308.46 ^e	103.74 ^{ef}	9.49 ^d
% 1,5 E. A.	523.63 ^d	166.67 ^{de}	16.36 ^{cd}
% 1 S.A. + % 1 E.A.	726.37 ^c	251.19 ^d	24.59 ^c
% 1 S.A. + % 1,5 E.A.	1054.73 ^a	909.41 ^a	43.92 ^b

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 4.21. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama L-Askorbik Asit İçerikleri (mg/100 g)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	7.84 ^f	2.37 ^d	1.87 ^{bc}
% 1 S.A.	6.84 ^f	1.86 ^d	0.00 ^c
% 1 A.A.	88.31 ^e	73.68 ^b	5.19 ^{abc}
% 1,5 A.A.	145.52 ^{cde}	75.07 ^b	9.07 ^a
% 1 S.A. + % 1 A.A.	131.84 ^{de}	48.32 ^{bc}	6.31 ^{ab}
% 1 S.A. + % 1,5 A.A.	216.42 ^b	145.52 ^a	8.99 ^a
1000 ppm SO ₂	8.46 ^f	2.12 ^d	1.02 ^c
2000 ppm SO ₂	8.33 ^f	2.34 ^d	0.00 ^c
% 1 E. A.	120.65 ^{de}	32.95 ^{bc}	0.82 ^c
% 1,5 E. A.	156.72 ^{cd}	8.80 ^{cd}	1.75 ^{bc}
% 1 S.A. + % 1 E.A.	195.27 ^{bc}	16.98 ^{bcd}	4.45 ^{abc}
% 1 S.A. + % 1,5 E.A.	329.60 ^a	82.93 ^b	8.41 ^a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

4.4.5. Kükürt Dioksit İçeriğindeki Değişmeler

Amasya, Golden ve Starkrimson çeşitlerine ait taze elma dilimlerinin kükürt dioksit çözeltisi içine daldırılan örnekleri kurutulduktan sonra depolama başlangıcında yapılan SO₂ tayinleri sonucunda tüm örneklerde SO₂ bulunamamıştır. Kullanılan yöntemin örneklerde bulunan kükürt dioksiti belirlemeye uygun hassasiyette olmadığı düşünülmektedir.

4.7.6. Toplam Şeker İçeriğindeki Değişmeler

Depolanan Amasya, Golden ve Starkrimson çeşitlerine ait kuru elma cipslerinin ortalama toplam şeker içerikleri Çizelge 4.22.'de verilmiştir.

Depolama süresince Amasya çeşidi kuru elma cipslerinin toplam şeker içeriğinin 63.96 ile 71.68 arasında, Golden çeşidinin 61.36 ile 67.80, Starkrimson çeşidinin ise 69.95 ile 81.32 arasında değiştiği görülmüştür (EK 9.a., 9.b.).

Taze elma cipslerinin tabi tutulduğu uygulamaların kuru elma cipslerinin toplam şeker içeriği üzerindeki etkisi önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur. Cipslerden Starkrimson çeşidine ait olanların en yüksek toplam şeker içeriğine sahip olduğu belirlenmiş ve bu durumun taze elmanın bileşimi ile ilişkili olabileceği (Çizelge 4.1.) görüşüne varılmıştır. Çeşidin toplam şeker üzerindeki etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Saklamanın toplam şeker içeriği üzerine etkisi Starkrimson çeşidi dışında önemli ($p>0.01$) bulunmamıştır.

Çizelge 4.22. Depolanan Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Şeker İçerikleri (g/100g)

Çeşitler	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Amasya	66.99±1.367	66.41±2.220	66.04±3.200
Golden delicious	64.25±2.607	64.55±2.437	67.19±1.027
Starkrimson delicious	74.02±4.526	70.96±1.665	69.24±1.694

4.4.7.İnvert Şeker İçeriğindeki Değişmeler

Depolama süresince Amasya, Golden ve Starkrimson çeşitlerine ait kuru elma cipslerinde ortalama invert şeker içerikleri Çizelge 4.23.'de verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında kuru elma cipslerinin invert şeker içeriği Amasya çeşidinde 56.61-59.07 arasında, Golden çeşidinde 55.97-62.67, Starkrimson çeşidinde ise 64.62-75.04 arasında değişme göstermiştir. Depolamanın 4 ve 8 ay sonunda yapılan ölçümlerde bazı örneklerin invert şeker içeriğinin başlangıca göre düşük (Ek 10.a., 10.b.) bazılarında nispeten yüksek bulunması durumunun bu cipslerin temsil ettiği taze meyvelerin bileşimleri arasındaki fark ile ilişkili olabileceği görüşüne varılmıştır. Uygulamaların invert şeker içeriği üzerindeki etkisi önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur. Çeşidin etkisi önemli bulunurken, Starkrimson çeşidine ait cipslerin diğer iki çeşide ait cipslerden daha yüksek indirgen şeker içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Depolamanın invert şeker içeriği üzerindeki etkisinin Amasya çeşidi cipslerde önemsiz ($p>0.01$) diğer çeşitlere ait cipslerde ise önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir. Bu durum taze meyve olgunluğunun Amasya çeşidinde daha homojen olduğunun bir işareti olarak kabul edilebilir.

Çizelge 4.23. Depolanan Kuru Elma Cipslerinin Ortalama İnvert Şeker İçerikleri (g/100g)

Çeşitler	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Amasya	58.27±1.367	57.37±2.131	57.21±1.566
Golden delicious	59.06±2.276	61.20±3.016	61.02±3.162
Starkrimson delicious	68.33±4.467	68.95±1.380	67.32±1.186

4.4.8. pH Değerlerindeki Değişmeler

Amasya, Golden ve starkrimson çeşitlerine ait kuru elma cipsi örneklerinin pH ölçümlerine ait ortalama veriler sırasıyla Çizelge 4.24., 4.25. ve 4.26.'da verilmiştir.

Kurutma işlemi öncesi taze elma dilimlerinin içinde tutulduğu çözeltilerin elma cipsinin pH derecesi üzerindeki etkisi tüm çeşitler için önemli bulunmuştur. En yüksek pH derecelerinin genel olarak kontrol grubu cipslere ait oldukları, en düşük pH derecelerinin ise sitrik asit ve sitrik asit ile birlikte eritorbik asit kullanılan çözeltilerin cipslerine ait oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.24. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama pH Değerleri

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	4.38 ^{ab}	4.59 ^a	4.55 ^a
% 1 S.A.	3.79 ^{de}	3.89 ^e	4.07 ^c
% 1 A.A.	4.21 ^{bc}	4.42 ^{bc}	4.60 ^a
% 1,5 A.A.	4.15 ^{bc}	4.16 ^d	4.46 ^{ab}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	3.51 ^e	3.77 ^f	4.12 ^c
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	3.58 ^e	3.75 ^f	3.91 ^d
1000 ppm SO ₂	4.20 ^{bc}	4.23 ^d	4.31 ^b
2000 ppm SO ₂	4.24 ^{abc}	4.39 ^{bc}	4.36 ^b
% 1 E. A.	4.54 ^a	4.45 ^b	4.53 ^a
% 1,5 E. A.	4.05 ^{cd}	4.33 ^c	4.34 ^b
% 1 S. A. + % 1 E.A.	3.79 ^{de}	3.82 ^{ef}	3.88 ^d
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	3.64 ^e	3.81 ^{ef}	4.01 ^{cd}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çeşitlerin pH derecesi bakımından Amasya ve Golden çeşitleri birbirine benzer, Starkrimson çeşidi ise farklı ve nispeten daha düşük pH derecesine sahip bulunmuşlardır. Depolamanın pH derecesi üzerindeki etkisi önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Ek 11.a., 11.b.).

Çizelge 4.25. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama pH Değerleri

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	4.45 ^a	4.29 ^a	4.31 ^{bc}
% 1 S.A.	3.86 ^f	3.74 ^d	3.82 ^{fg}
% 1 A.A.	4.45 ^a	4.15 ^{ab}	4.37 ^b
% 1,5 A.A.	4.15 ^{cd}	4.13 ^{ab}	4.17 ^{cd}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	3.70 ^g	3.66 ^{de}	3.72 ^g
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	3.71 ^g	3.79 ^{cd}	3.79 ^{fg}
1000 ppm SO ₂	4.10 ^{de}	3.78 ^{cd}	4.30 ^{bc}
2000 ppm SO ₂	4.02 ^e	4.00 ^{bc}	4.29 ^{bc}
% 1 E. A.	4.29 ^b	4.10 ^{ab}	4.70 ^a
% 1,5 E. A.	4.22 ^{bc}	4.06 ^{ab}	4.39 ^b
% 1 S. A. + % 1 E.A.	3.72 ^g	3.63 ^{de}	4.04 ^{de}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	3.50 ^h	3.46 ^e	3.93 ^{ef}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 4.26. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama pH Değerleri

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	4.23 ^a	4.37 ^a	4.64 ^a
% 1 S.A.	3.77 ^d	3.87 ^c	4.17 ^c
% 1 A.A.	4.11 ^b	4.14 ^b	4.58 ^a
% 1,5 A.A.	3.99 ^c	4.09 ^b	4.45 ^b
% 1 S.A. + % 1 A.A.	3.81 ^d	3.85 ^c	4.26 ^c
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	3.77 ^d	3.79 ^{cd}	4.12 ^c
1000 ppm SO ₂	4.01 ^c	4.20 ^b	4.26 ^c
2000 ppm SO ₂	4.01 ^c	4.09 ^b	4.13 ^c
% 1 E. A.	4.15 ^b	4.19 ^b	4.23 ^c
% 1,5 E. A.	4.16 ^{ab}	4.15 ^b	4.15 ^c
% 1 S. A. + % 1 E.A.	3.80 ^d	3.75 ^d	3.91 ^d
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	3.79 ^d	3.60 ^e	3.74 ^e

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Tüm cips örneklerinin pH dereceleri dikkate alındığında kuru elma cipsinin düşük asit karakterli oldukları görülmektedir.

4.7.9.Toplam Asit İçeriğindeki Değişmeler

Amasya, Golden ve Starkrimson çeşidi elmalardan elde edilen kuru elma cipsi örneklerinin depolama süresince yapılan toplam asitlik ölçümlerine ait ortalama veriler Çizelge 4.27.'de verilmiştir.

En düşük toplam asitlik değerlerine sitrik asit içermeyen çözeltilerle muamele edilen taze elma dilimlerinin cipsleri (Ek 12.a., 12.b.) sahip bulunmuştur. Bunların içinde suda bekletme (kontrol) işlemi cipslerin en düşük, sitrik asidin eritorbik asit ile birlikte kullanıldığı çözeltilerde bekletme işlemi ise cipslerin en yüksek toplam asitlik değerine sahip olmalarına neden olmuştur. Uygulamaların bu değişken üzerindeki etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Starkrimson çeşidinin cipsleri depolamanın başlangıcında diğer iki çeşitten önemli ($p<0.01$) derece farklı bulunurken sonraki dönemde çeşit farkının önemli olmadığı ($p>0.01$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.27. Depolanan Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Asitlik Değerleri (g/100g)

Çeşitler	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Amasya	1.3758±0.710	1.1758±0.505	1.0943±0.458
Golden delicious	1.388±0.732	1.1477±0.458	1.0698±0.455
Starkrimson delicious	1.220±0.453	1.2011±0.376	1.1355±0.376

Depolanan cipslerde saklamanın toplam asitlik bakımından Starkrimson çeşidi üzerindeki etkisi önemsiz ($p>0.01$), Amasya ve Golden çeşidi üzerindeki etkisi ise önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Bu durum taze meyvelerin toplam asitlik bakımından heterojen özellikte olabileceğini, dolayısıyla elma cipslerini de homojen özellikte olmayabileceğini göstermektedir. Nitekim saklanan cipslerin bazılarında

depolama başlangıcına göre daha yüksek asitlik bulunmuş olması bu görüşü doğrulamaktadır.

4.4.10. Rehidrasyon Kapasitesindeki Değişmeler

Depolanan örneklerin rehidrasyon değişmeler ile ilgili bulgular Çizelge 4.28. ve EK 13.a. ve 13.b.'de gösterilmiştir.

Kuru elma cipslerinin depolamadan hemen önceki rehidrasyon oranları Amasya çeşidinde 6.05-7.31, Golden çeşidinde 5.68-7.02 ve Starkrimson çeşidinde 5.34-6.28 arasında olmuştur. Diğer bir ifade ile kuru elma cipslerinin 1 birim, çeşide bağlı kalmaksızın, kontrollü şartlarda su içinde bekletme ile 5.34-7.31 katı ağırlık artışı kazanmıştır. Kurutulmuş ürünlerin önemli bir özelliği hızlı ve tam bir rehidrasyon kapasitesi ne sahip olması ve bu işlem sonunda orijinal hacmine ulaşabilmesidir.

Depolamanın 4. ayında rehidrasyon oranları çeşide bağlı kalmaksızın 5.05 ve 7.31, 8. ayında ise 5.09-7.00 arasında değişme göstermiştir. Uygulanan çözeltilere bağlı olarak örneklerin rehidrasyon kapasiteleri arasında istatistiksel olarak önemli ve anlamlı bir farklılık belirlenememiştir.

Çizelge 4.28. Depolanan Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Rehidrasyon Oranları

Çeşitler	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Amasya	6.62±0.403	6.50±0.419	6.27±0.281
Golden delicious	6.32±0.402	6.12±0.457	6.06±0.465
Starkrimson delicious	5.81±0.279	5.82±0.310	5.67±0.268

Çeşitler arasındaki fark önemli ($p<0.01$) bulunurken en yüksek rehidrasyon kapasitesine Amasya çeşitlerine ait cipslerin sahip olduğu belirlenmiştir. Depolamanın etkisi ise önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur.

4.7.11. Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Özellikleri

Elma cipslerinin her analiz döneminde renk, tat ve koku ve gevreklik özellikleri dikkate alınarak duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır. Elde edilen ortalama değerler ilgili çizelgelerde belirtilmiştir.

Cipslerin kazandığı ortalama renk puanları depolamanın başlangıcında, 4. ve 8. ayları sonucunda Amasya çeşidinde (Çizelge 4.29) sırasıyla 3.57-9.58, 4.42-9.58 ve 3.67-9.00 arasında değişmiştir. Her dönemde de SO₂ çözeltisi içinde tutulmuş olan taze elma dilimlerinin oluşturduğu cipsler, taze elmanın doğal rengine yakın beyaz/krem renk ile en yüksek puanı almışlardır. SO₂ çözeltileri dışında kalan diğer çözeltiler içinde eritorbik asit içeren çözeltiye daldırılan örneklerin renginin daha çok beğenildiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.29. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Renk Puanları (10 tam puan üzerinden)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	5.52 ^{cd}	7.42 ^b	6.56 ^b
% 1 S.A.	4.67 ^f	4.67 ^e	4.86 ^{bed}
% 1 A.A.	4.48 ^{def}	5.92 ^{cd}	6.81 ^b
% 1,5 A.A.	3.73 ^{ef}	5.42 ^{cde}	5.44 ^{bed}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	3.57 ^{ef}	5.33 ^{cde}	3.67 ^d
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	5.10 ^{cde}	5.00 ^{de}	4.03 ^{cd}
1000 ppm SO ₂	9.58 ^a	9.17 ^a	8.89 ^a
2000 ppm SO ₂	9.45 ^a	9.58 ^a	9.00 ^a
% 1 E. A.	6.47 ^{bc}	6.08 ^{cd}	6.69 ^b
% 1,5 E. A.	7.27 ^b	6.50 ^{bc}	6.67 ^b
% 1 S. A. + % 1 E.A.	6.57 ^{bc}	4.42 ^e	5.86 ^{ba}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	7.33 ^b	5.00 ^{de}	5.08 ^{bed}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Golden içerisinde (Çizelge 4.30.) ortalama renk puanları 0, 4 ve 8 aylık depolama sonunda sırasıyla 4.70-9.78, 5.75-9.35 ve 5.25-9.58 arasında değişme

göstermişlerdir. Tüm örnekler içinde en yüksek puanlara, dolayısıyla en açık renge, SO₂ çözültisi içinde tutulan taze elma dilimlerinden elde edilen cipslerin sahip olduğu belirlenmiştir. Uygulamalardan kontrol grubunun yanı sıra sitrik asit, askorbik asit ve eritorbik asit çözültilerinin cipsleri renk bakımından orta derecede iyi bulunurken, bunların kombinasyonunun rengi iyileşmelerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.30. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Renk Puanları (10 tam puan üzerinden)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	5.35 ^{lg}	6.42 ^c	7.67 ^{bc}
% 1 S.A.	4.70 ^g	5.75 ^c	5.67 ^{de}
% 1 A.A.	6.18 ^{ef}	5.75 ^c	7.42 ^{bcd}
% 1,5 A.A.	5.97 ^{ef}	5.97 ^c	5.25 ^e
% 1 S.A. + % 1 A.A.	8.83 ^{ab}	7.45 ^{bc}	7.08 ^{cde}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	7.67 ^{cd}	7.70 ^{abc}	7.50 ^{bcd}
1000 ppm SO ₂	9.50 ^{ab}	9.03 ^{ab}	9.08 ^{ab}
2000 ppm SO ₂	9.78 ^a	9.35 ^a	9.58 ^a
% 1 E. A.	7.02 ^{de}	7.37 ^{bc}	7.08 ^{cde}
% 1,5 E. A.	6.88 ^{de}	6.73 ^c	6.42 ^{cde}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	6.27 ^{ef}	7.28 ^{bc}	5.92 ^{cde}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	8.52 ^{bc}	7.08 ^c	6.58 ^{cde}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Starkrimson çeşidine ait (Çizelge 4.31.) cipslerin 0, 4 ve 8 aylık depolama sonunda aldıkları ortalama renk puanları sırasıyla 4.45-8.95, 6-7.92 ve 6.77-8.95 arasında değişmektedir. Bu çeşide ait cipslerde de en açık renk dolayısıyla en yüksek renk puanları SO₂ çözültisinin cipslerine ait bulunmuştur.

Muamelelerin cipslerin duyusal renk puanları üzerindeki etkisi Amasya ve Golden çeşitlerinde her analiz döneminde önemli ($p < 0.01$), Starkrimson çeşitlerinde ise kurutmadan sonra önemli fakat saklama süresince önemsiz ($p > 0.01$) olduğu belirlenmiştir (Ek 14.a. 14.b.).

Örneklerin tümüne ait puanların ortalamaları dikkate alındığında en açık renkli cipslerin Golden çeşidine (7.16 puan) ait olduğu ve bunu sırasıyla Starkrimson (6.93puan) ve Amasya (6.10 puan) çeşitlerinin izlediği görülmüştür. Çeşidin renk üzerindeki etkisi önemli ($p<0.01$), depolamanın etkisi ise önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.31. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Renk Puanları (10 tam puan üzerinden)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	7.58 ^{ab}	7.38 ^a	6.88 ^a
% 1 S.A.	5.82 ^{bc}	7.50 ^a	7.53 ^a
% 1 A.A.	5.77 ^{bc}	6.77 ^a	7.38 ^a
% 1,5 A.A.	4.45 ^c	7.00 ^a	8.15 ^a
% 1 S.A. + % 1 A.A.	5.43 ^{bc}	7.30 ^a	8.02 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	5.93 ^{bc}	7.13 ^a	7.57 ^a
1000 ppm SO ₂	8.95 ^a	6.97 ^a	8.95 ^a
2000 ppm SO ₂	8.80 ^a	7.92 ^a	8.32 ^a
% 1 E. A.	5.58 ^{bc}	7.15 ^a	6.77 ^a
% 1,5 E. A.	4.57 ^c	6.57 ^a	6.80 ^a
% 1 S. A. + % 1 E.A.	4.38 ^c	7.50 ^a	7.80 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	6.07 ^{bc}	6.10 ^a	6.98 ^a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Amasya, Golden ve Starkrimson çeşitlerinin cipslerinin duyusal değerlendirilmede aldığı tat ve koku özelliğine ait ortalama puanlar sırasıyla Çizelge 4.32., Çizelge 4.33. ve Çizelge 4.34.'de gösterilmiştir. Amasya çeşidine ait cipslerin her analiz döneminde tat ve koku özelliği bakımından en çok beğenilen cipslerin SO₂ çözeltisi uygulanmasına ait olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulamaların örneklerini daha düşük puan kazanmış olmalarına rağmen aralarındaki fark önemli ($p>0.01$) bulunmamıştır.

Golden çeşidine ait cipslerinde de Amasya çeşidine ait cipslerin özellikleri görülmüştür.

Çizelge 4.32. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Tat-Koku Puanları(10 tam puan üzerinden)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	7.56 ^a	8.33 ^{ab}	5.58 ^b
% 1 S.A.	6.58 ^a	8.17 ^{ab}	7.38 ^{ab}
% 1 A.A.	6.97 ^a	8.17 ^{ab}	7.03 ^{ab}
% 1,5 A.A.	6.67 ^a	7.75 ^{ab}	6.03 ^{ab}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	6.61 ^a	7.42 ^b	6.65 ^{ab}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	6.19 ^a	7.75 ^{ab}	7.07 ^{ab}
1000 ppm SO ₂	8.44 ^a	8.58 ^{ab}	7.83 ^a
2000 ppm SO ₂	8.36 ^a	9.33 ^a	8.03 ^a
% 1 E. A.	7.72 ^a	7.67 ^{ab}	7.28 ^{ab}
% 1,5 E. A.	7.03 ^a	7.58 ^b	7.42 ^{ab}
% 1 S. A.+ % 1 E.A.	6.75 ^a	7.50 ^b	7.33 ^{ab}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	6.92 ^a	7.58 ^b	7.20 ^{ab}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 4.33. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Tat-Koku Puanları(10 tam puan üzerinden)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	7.33 ^a	7.83 ^a	6.53 ^c
% 1 S.A.	7.75 ^a	8.30 ^a	8.05 ^{ab}
% 1 A.A.	7.50 ^a	7.50 ^a	7.90 ^{abc}
% 1,5 A.A.	7.17 ^a	7.30 ^a	7.45 ^{abc}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	7.17 ^a	7.98 ^a	8.00 ^{ab}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	7.58 ^a	8.18 ^a	7.65 ^{abc}
1000 ppm SO ₂	8.50 ^a	8.78 ^a	8.33 ^a
2000 ppm SO ₂	8.50 ^a	8.85 ^a	8.37 ^a
% 1 E. A.	7.42 ^a	8.05 ^a	7.12 ^{abc}
% 1,5 E. A.	7.25 ^a	7.55 ^a	6.78 ^{bc}
% 1 S. A.+ % 1 E.A.	6.92 ^a	7.75 ^a	7.68 ^{abc}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	7.00 ^a	8.38 ^a	7.95 ^{abc}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Starkrimson çeşidine ait cipslerde de tat ve koku özelliği bakımından en yüksek puanları alan örnekler SO₂ uygulamasının cipsleri olmuştur. Uygulamaların depolanmadan önceki ve 4. ay sonraki dönemlerde tat ve koku üzerindeki etkisi önemsiz 8. ayın sonundaki etkisi ise önemli bulunmuştur.

Örneklerin tümüne ait puanların ortalamaları dikkate alındığında tat ve koku özelliği bakımından en çok beğenilen Golden çeşidi (7.73 puan) ve bunu sırasıyla Starkrimson (7.52 puan) ve Amasya (7.40 puan) çeşitlerinin izlediği görülmüştür. Ancak çeşitler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p>0.01$). Depolamanın tat ve koku özelliğine etkisi Starkrimson çeşidi dışında önemsiz bulunmuştur (Ek 15.a., 15.b.).

Çizelge 4.34. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Tat-Koku Puanları (10 tam puan üzerinden)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	8.55 ^a	8.15 ^a	7.62 ^b
% 1 S.A.	8.92 ^a	8.27 ^a	6.37 ^c
% 1 A.A.	8.50 ^a	7.88 ^a	5.50 ^{cd}
% 1,5 A.A.	8.45 ^a	7.42 ^a	4.60 ^d
% 1 S.A. + % 1 A.A.	8.88 ^a	7.83 ^a	5.13 ^d
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	8.78 ^a	8.12 ^a	4.90 ^d
1000 ppm SO ₂	9.08 ^a	8.62 ^a	9.00 ^a
2000 ppm SO ₂	9.28 ^a	8.76 ^a	8.32 ^a
% 1 E. A.	8.67 ^a	7.93 ^a	5.45 ^{cd}
% 1,5 E. A.	8.45 ^a	7.33 ^a	5.02 ^d
% 1 S. A. + % 1 E.A.	8.78 ^a	7.45 ^a	4.93 ^d
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	8.35 ^a	8.07 ^a	4.42 ^d

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Cipslerin gevreklik özelliğine ait ortalama puanları ilgili çizelgelerde gösterilmiştir. Amasya çeşidine ait cipslerin (Çizelge 4.35.) gevreklik özelliği üzerinde muamelelerin etkisi 0. ve 4 ayda önemsiz bulunmuştur. Örneklerin kazandığı ortalama puanların yüksek olması cipslerin gevrek ve kırılgan yapıda

olduklarını göstermiştir. Golden çeşidine ait cipsler de (Çizelge 4.36.) her analiz döneminde yüksek puanlar alınmıştır. Starkrimson çeşidi cipsler de (Çizelge 4.37.) depolamanın başlangıcında ve 4. ay sonunda aynı durum görülmüş fakat 8. ayın sonunda SO₂ çözültisine ait cipsler yüksek puan alırken, diğer örnekler düşük puan kazanmışlardır. Bu durumun SO₂ çözültisi uygulamasına ait cipslerin rengin diğerlerine göre daha açık olmasının panelistler üzerindeki etkisinden kaynaklanabileceği görüşüne varılmıştır.

Çizelge 4.35. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Gevreklik Puanları(10 tam puan üzerinden)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	7.53 ^a	8.92 ^a	5.98 ^{bcd}
% 1 S.A.	7.97 ^a	8.58 ^a	7.25 ^{abcd}
% 1 A.A.	8.08 ^a	8.83 ^a	5.68 ^{cd}
% 1,5 A.A.	8.08 ^a	8.58 ^a	5.23 ^d
% 1 S.A. + % 1 A.A.	7.53 ^a	9.00 ^a	7.32 ^{abcd}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	7.97 ^a	9.25 ^a	7.53 ^{abcd}
1000 ppm SO ₂	8.89 ^a	9.33 ^a	8.78 ^a
2000 ppm SO ₂	9.11 ^a	9.50 ^a	7.88 ^{abc}
% 1 E. A.	8.36 ^a	8.92 ^a	8.10 ^{ab}
% 1,5 E. A.	8.22 ^a	9.00 ^a	8.37 ^a
% 1 S. A.+ % 1 E.A.	7.97 ^a	9.25 ^a	9.02 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	7.89 ^a	8.83 ^a	8.62 ^a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Gevreklik özelliklerine göre örneklerin aldığı puanların genel ortalamasının dikkate alınması durumunda Golden çeşidinin (8.57 puan) en çok beğenildiği ve bu sırayla Amasya (8.20 puan) ve Starkrimson çeşitlerinin (7.33 puan) takip ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.36. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Gevreklik Puanları(10 tam puan üzerinden)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	8.00 ^a	8.65 ^{ab}	7.97 ^{ab}
% 1 S.A.	8.08 ^a	8.78 ^{ab}	8.83 ^{ab}
% 1 A.A.	8.00 ^a	8.63 ^{ab}	8.40 ^{ab}
% 1,5 A.A.	7.83 ^a	8.52 ^b	8.48 ^{ab}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	8.08 ^a	8.52 ^b	8.73 ^{ab}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	8.17 ^a	8.75 ^{ab}	9.17 ^{ab}
1000 ppm SO ₂	9.08 ^a	9.45 ^a	8.65 ^{ab}
2000 ppm SO ₂	8.83 ^a	9.13 ^{ab}	9.68 ^a
% 1 E. A.	8.42 ^a	8.57 ^b	7.37 ^b
% 1,5 E. A.	8.50 ^a	8.77 ^{ab}	7.92 ^{ab}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	8.42 ^a	8.85 ^{ab}	9.03 ^{ab}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	8.50 ^a	9.07 ^{ab}	8.92 ^{ab}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 4.37. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Duyusal Değerlendirmede Aldığı Ortalama Gevreklik Puanları (10 tam puan üzerinden)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	8.50 ^a	7.92 ^a	6.83 ^b
% 1 S.A.	8.08 ^a	8.08 ^a	6.17 ^{bc}
% 1 A.A.	8.08 ^a	7.67 ^a	5.92 ^{bcd}
% 1,5 A.A.	8.25 ^a	7.25 ^a	4.42 ^c
% 1 S.A. + % 1 A.A.	8.17 ^a	7.58 ^a	4.48 ^c
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	8.42 ^a	7.33 ^a	4.67 ^{cd}
1000 ppm SO ₂	9.00 ^a	7.92 ^a	8.83 ^a
2000 ppm SO ₂	9.08 ^a	8.33 ^a	9.25 ^a
% 1 E. A.	8.42 ^a	7.58 ^a	5.50 ^{cde}
% 1,5 E. A.	8.33 ^a	7.50 ^a	4.67 ^{cd}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	8.42 ^a	7.58 ^a	5.25 ^{cde}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	8.33 ^a	6.83 ^a	5.42 ^{cde}

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

5.SONUÇLAR

Elde edilen bulgulara göre;

- Bütün haldeki elma ağırlığına göre hesaplanan kurutulmuş elma cipsi verimi Golden çeşidinde %12.08, Starkrimson ve Amasya çeşitlerinde ise sırasıyla, %10.80 ve %10.37 olarak belirlenmiştir. Göbeği çıkarılmış ve dilimlenmiş taze elma miktarı üzerinden hesaplanan kurutulmuş cips verimleri ise Golden çeşidinde %15.62, Starkrimson çeşidinde %14.68, Amasya çeşidinde %14.51'dir.

- Kurutulmuş elma cipslerinin nem içerikleri % 2.5 ile % 4.0 arasında değişmiştir.

- Cipslerin ortalama kırılmalık değerlerinin karşılaştırılmasında, kırılmaya karşı mukavemeti en az olan (en gevrek yapılı) çeşidin Amasya (1355 N) olduğu, bunu Golden delicious'un (1492 N) takip ettiği ve kırılmalığa karşı en mukavim cipslerin ise Starkrimson (1548 N) çeşidine ait olduğu belirlenmiştir.

- Kuru elma cipslerinin depolamadan önce rehidrasyon oranları Amasya çeşidinde 6.05-7.31, Golden çeşidinde 5.68-7.02 ve Starkrimson çeşidinde 5.34-6.28 arasında olmuştur. Diğer bir ifade ile kuru elma cipslerinin 1 birimi, çeşide bağlı kalmaksızın, kontrollü şartlarda su içinde bekletme ile 5.34-7.31 katı ağırlık artışı kazanmıştır. Dilimlenmiş elma verimi dikkate alındığında rehidrasyonun tam olduğu düşünülmektedir. En yüksek rehidrasyon kapasitesine Amasya çeşidine ait cipslerin sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama ile rehidrasyon kapasitesinde önemli bir değişim olmamıştır.

-Kurutulmuş elma cipsi örneklerinin Hunter renk değerlerinin incelenmesiyle;

Depolama süresince tüm çeşitlerde en yüksek L değerlerine SO₂ çözeltilerine daldırılan dilimlerden elde edilen örnekler sahip olmuştur. SO₂ çözeltilisine daldırılan

örneklerin L değeri depolama başlangıcında çeşit gözetmeksizin 78.52 ile 83.43 arasında değişirken, depolama sonunda 75.52 ile 77.83 arasında değişmiştir. Golden çeşidinde diğer çeşitlerden farklı olarak SA+AA ve SA+EA çözeltilerine daldırılan örneklerin L değerleri de SO₂ çözeltisine daldırılan örneklere benzer değerler göstermiştir. Amasya ve Starkrimson çeşitlerine ait SA, “SA+AA” ve “SA+EA” çözeltilerine daldırılan dilimler kontrol grubundan daha düşük veya benzer L değerleri göstermiştir. Çözelti konsantrasyonlarının artırılmasının ürün rengini açıcı yönde etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

En yüksek Hunter L değerlerine Golden çeşidine ait dilimlerden elde edilen kurutulmuş elma örnekleri sahip olmuş ve bunu Amasya ve Starkrimson çeşitleri izlemiştir. Depolama ile Hunter L değerlerinde önemli düşüşler olmuştur.

Hunter a değerleri en düşük olan örneklerin SO₂ çözeltisinde tutulan dilimlerden elde edilen kurutulmuş elma cipsleri olduğu belirlenmiştir.

Depolama başlangıcı ile 4 ve 8 aylık saklama sonunda elde edilen a değerlerinin çeşitlere bağlı olarak genel ortalamaları Golden delicious çeşidinde sırasıyla -1.24, -1.13 ve 2.37; Amasya çeşidinde 3.25, 3.58 ve 5.94, Starkrimson çeşidinde ise 2.44, 3.90 ve 6.01 olmuştur. Depolama ile Hunter a değerlerinde önemli artışlar kaydedilmiştir.

En düşük b değerleri her üç çeşit için de SO₂ çözeltisi ile işlem görmüş elma dilimlerinin cipslerine ait bulunmuştur.

- Her üç çeşidin cipslerinde en yüksek transmitans (440 nm) değerleri, SO₂ çözeltilerine tabi tutulan dilimlerden elde edilen cipslere aittir. Bu durum rengin korunmasında kükürt dioksit çözeltisi kullanmanın diğer çözeltilere göre daha önemli olduğunu göstermiştir. En düşük transmitans değerlerine ise AA ve EA çözeltilerinde tutulan dilimlerin cipsleri sahip olmuştur. Bu çözeltilerin sitrik asit de içermesi durumunda, esmerleşmeye karşı koruma özelliğinin arttığı belirlenmiştir.

Çeşitlerin esmerleşmeye karşı eğilimleri değerlendirildiğinde, esmerleşmeye karşı en dayanıklı cipslerin Golden delicious çeşidine ait olduğu ve bunu Starkrimson ile Amasya çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir. Depolama ile transmitans değerleri düşerken esmerleşmenin arttığı belirlenmiştir.

- Uygulanan çözeltilerin konsantrasyonuna bağlı olarak cipslerde farklı miktarda askorbik asit miktarları belirlenmiştir. Sitrik asit kullanımı ile askorbik asit yıkımı bir ölçüde engellemiştir. Taze elma dilimlerinin kükürt dioksit çözeltisinde tutulmaları, kontrol (su) grubuna göre cipslerde askorbik asit korunumu sağlamıştır.

Golden çeşidine ait cipsler en yüksek, Starkrimson çeşidinin cipsleri ise en düşük askorbik asit içeriğine sahip olmuştur. Depolama ile örneklerin askorbik asit içeriğinde önemli düşüşler kaydedilmiştir.

-Taze elma cipslerinin tabi tutulduğu uygulamaların kuru elma cipslerinin toplam ve invert şeker içeriği üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Cipslerden Starkrimson çeşidine ait olanların en yüksek toplam ve invert şeker içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

- Kurutma işlemi öncesi taze elma dilimlerinin içinde tutulduğu çözeltilerin elma cipsinin pH derecesi üzerindeki etkisi tüm çeşitler için önemli bulunmuştur. En düşük pH derecelerinin sitrik asit içeren çözeltilere daldırılan örneklerle ait oldukları belirlenmiştir. En düşük pH derecesine ise Starkrimson çeşidi sahip olmuştur. Toplam asitlik değerleri ise doğal olarak pH ile ters orantılı olarak değişmiştir.

-Kurutulmuş elma cipslerinin duyusal değerlendirilmesinde;

Tüm çeşitlerde SO₂ çözeltisi içinde tutulmuş olan taze elma dilimlerinin oluşturduğu cipsler, taze elmanın doğal rengine yakın beyaz/krem renk ile en yüksek puanı almışlardır. Golden çeşidinde “SA+AA” ve “SA+EA” çözeltilerine daldırılan örnekler de beğenilmiştir.

Örneklerin tümüne ait puanların ortalamaları dikkate alındığında en açık renkli cipslerin Golden çeşidine ait olduğu ve bunu sırasıyla Starkrimson ve Amasya çeşitlerinin izlediği görülmüştür.

Tüm çeşitlerde her analiz döneminde tat ve koku özelliği bakımından en çok beğenilen örneklerin SO₂ çözeltisine daldırılanlar olduğu ve çeşit tercihinde sırasıyla Golden Starkrimson ve Amasya olduğu belirlenmiştir.

Gevreklik özelliklerine göre örneklerin aldığı puanların genel ortalamasının dikkate alınması durumunda Golden çeşidinin en çok beğenildiği ve bunu sırayla Amasya ve Starkrimson çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak;

- En yüksek kurutulmuş elma cipsi veriminin Golden çeşidine ait olduğu belirlenmiştir.

- Kurutulmuş elma cipsleri arasında en gevrek yapılı çeşidin Amasya olduğu tespit edilmiştir.

-Amasya çeşidinin rehidrasyon kapasitesinin diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

-Kurutulmuş elma cipsi örneklerinde en açık renkli ürün veren çözeltinin SO₂ olduğu belirlenmiştir. Golden çeşidinde diğer çeşitlerden farklı olarak “SA+AA” ve “SA+EA” çözeltilerine daldırılan örneklerin de iyi sonuç verdiği görülmüştür. En açık renge sahip cipslerin Golden çeşidine olduğu ait belirlenmiştir.

-Duyusal değerlendirmede, her üç çeşidin SO₂ çözeltisinde tutulan dilimlerine ait elma cipsleri en çok beğeniyi kazanmıştır. Golden çeşidi diğerlerinden daha çok tercih edilmiştir.

KAYNAKLAR

- ACAR, J., ALPER, N., GÖKMEN, V., 1997. Meyve ve Sebze Teknolojisi Kalite Kontrol Laboratuvar Kılavuzu, Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları Ders Notları, No:32, Ankara, 156s.
- ALTAN, A., 1992. Laboratuvar Tekniği. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No:36, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset ve Teksir Atölyesi, Adana, 172s.
- ALTUĞ, T., 1993. Duyusal Test Teknikleri, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No: 28, İzmir, 55.
- AMERINE, M.A., PANGBORN, M.R., ROESLER, E.B., 1965. Principles of Sensory Evaluation of Food, Academic Press, Newyork, 602s.
- AMIOT, M.J., JANOVITZ-KLAPP, A., AUBERT, S., NICOLAS, J., 1988. Phenolic Compounds and Inhibition of Enzymatic Browning in Apple Fruit, Bulletin De Liaison, 14:266-269.
- AMIOT, M.J., AUBERT, S., NICOLAS, J., 1993. Phenolic Composition and Browning Susceptibility of Various Apple and Pear Cultivars at Maturity, Acta Horticulture 343, Postharvest 92:67-69.
- AMIOT, M.J., TACCINI, M., AUBERT, S., NICOLAS, J., 1992. Phenolic Composition and Browning Susceptibility of Various Apple Cultivars at Maturity, Journal of Food Science, 57(4):958-962.
- ANONYMOUS, 1976. Instron Universal Tekstür Ölçüm Cihazı Kullanım Kılavuzu, İngiltere.

- ANONYMOUS, 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı. Tarım ve Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü, Genel Yayın No:65, Özel Yayın No:62-105, Ankara, 796s.
- ANONYMOUS, 1991. Elma Çeşit Kataloğu, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Genel Yayın No: 354-17, Ankara, 23.
- ANONYMOUS, 1993a. Eritorbic Acid and Sodium Erythorbate in Foods, Data Sheet, App-1, Pfizer Food Science Div., N.Y.
- ANONYMOUS, 1993b. Assay in Beverages and Fruits, Data Sheet, Pfizer Food Science Div., N.Y.
- AOAC., 1990. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist 15.Th. Edition. USA.
- AUBERT, S., AMIOT, M.J., NICOLAS, J., 1992. Browning Criteria of Apples, Sciences Des Aliments,12: 625-647.
- BARBANTI, D., MASTROCOLA, D., PINNAVAIVA, G., SEVERINI, C., DALLA ROSA, M., (Editor MUJUMDAR, A.S., FİLKOVA, I.) 1991. Air Drying of Fruit: Effects of Different Pre-Treatments On Drying Rate and Product Quality. Drying 91. Elsevier Science Publishers. Amsterdam.
- BARRET, D.M., LEE, C.Y., LIU, F.W., 1991. Changes 'Delicious Apple Browning and Softening During Controlled Atmosphere Storage, Journal of Food Quality, 14: 443-453.
- BEK, Y., EFE, E., 1988. Araştırma ve Deneme Metotları-1. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No:71, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset ve Teksir Atölyesi, Adana, 395s.

- BENJAMIN, N.D., MOTGOMERY, M.W., 1973. Polyphenol Oxidase of Royal Ann Cherries: Purification and Characterisation. *Journal of Food Science*. 38:799-806.
- BEN-SHALOM, N., KAHN, V., HAREL E., MEYER, N., 1977. Olive Catechol Oxidase Changes During Fruit Development, *Journal of Food Science and Agriculture* 28:545-550.
- BHARDWAJ, J.C., LAL-KAUSHAL, B.B., 1990. A Study On Drying Behaviour of Rings From Different Apple Cultivators of Himachal Pradesh, *Journal of Food Science Technology*, 27(3): 144-149.
- BİNGÖL, Ş., 1993. Meyve İşleme Sanayiinde Girdi Sorunları ve Verimlilik, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No:485, Ankara, 168s.
- BLANSHARD, J.M.V., FRAZIER, P.J., GALLIARD, T., 1985. Chemistry And Physics of Baking, Special Publication No:56, Bristol, 276s.
- BOLIN, H.R., STEELE, R.J., DAVIS, E.G., 1985. Headspace Sulfur Dioxide and Storage of Dried Apples, *Journal of Food Science*, 50: 1649-1651.
- BOLIN, H. R., STEELE, R.J., 1987. Nonenzymatic Browning in Dried Apples During Storage, *Journal of Food Science*, 52(6):1654-1657.
- BORENSTEIN, B., 1965. The Comparative Properties of Ascorbic Acid and Erythorbic Acid, *Food Technology* ,1720: 115-117.
- BURDA, S., OLESZEK, W., LEE, C. Y., 1990. Phenolic Compounds Their Changes in Apples During Maturation and Cold Storage, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 38:945-948.

CASH, J.N., SISTRUNK, W.A., STUTE, C.A., 1976. Characteristics of Concord Polyphenoloxidase Involve in Juice Colour Loss, 41:1398-1402.

CEMEROĞLU, B., 1982. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi, Teknik Basım San. Ankara, 309s.

CEMEROĞLU, B., ACAR, J., 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:6, Ankara, 512s.

CEMEROĞLU, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, Ankara, 381s.

CHOI, S.W., SAPERS, G.M., 1994. Effect of Washing On Polyphenol Oxidase İn Commercial Mushroom (*Agaricus Bisporus*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42:2286-2290.

COSETENG, M.Y., LEE, C.Y., 1987. Changes in Apple Polyphenoloxidase and Polyphenol Concentrations in Relation To Degree of Browning, Journal of Food Science, 52 (4): 985-989.

DENNIS, V.M., WINFIELD, B.A., 1978. The Determination of Starch and Cellulose in Refuse and Compost, Water Pollution Control, 77:529-531.

DİE, 1996. Tarımsal Yapı ve Üretim, T.C. Başbakanlık Devler İstatistik Enstitüsü Yayınları, No:2097, DİE Matbaası, Ankara, 591s.

EKŞİ, A., 1988. Meyve Suyu Durultma Tekniği, Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 9, 127s.

ELTEZ, M., KAŞKA, N., 1985. Niğde Yöresinde Her Yıl Meyve Veren Üstün Özellikte Kaşel-Amasya Elma Türlerinin Seleksiyonu, Doğa Bilim Dergisi D2(9), Sayı 1.

FAO, 1996. FAO Production Year Book, Rome.

GOULD, A.W., 1977. Food Quality Assurance, The AVI Publishing Company Inc. USA, 314p.

HEIL, J.R., MCCARTHY, M.J., MERSON, R.L., 1988. Influence of Gluconic Acid On Enzyme Inactivation and Colour Retention in Canned Apricots and Peaches, Journal of Food Science, 53:1717-1719.

HAREL, B.E., MAYER, A.M., SHAIN, Y., 1966. Catechol Oxidase, Endogenous Substrates and Browning in Developing Apples, Journal of Food Science and Agriculture, 17:389-392.

HAREL, E., MAYER, A.M., LERNER, H.R., 1970. Changes in The Levels of Catechol Oxidase and Laccase Activity in Developing Peaches, Journal of Food Science and Agriculture, 21:542-544.

HIŞİL, Y., 1993. Enstümental Gıda Analizleri Laboratuvar Kılavuzu, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çoğaltma Yayınları, No: 55, İzmir, 45s.

HOLDSWORTH, S.D., 1985. Advances in Dehydration of Fruits and Vegetables, Concentration and Drying Foods, (Edited By Maccarty, D.) Elsevier Science Publishing Co., Inc., 52 Vanderbilt Ave. Newyork, Ny 1007, USA.

JANOVITZ-KLAPP, A., RICHARD, F., NICALAS, J., 1989. Polyphenoloxidase From Apple, Partial Purification and Some Properties, 28(11):2903-2907.

- JANOVITZ-KLAPP, A.H., RICHARD, F.C., GOURPY, P.M., NICALAS, J.J., 1990. Kinetic Studies on Apple Polyphenol Oxidase, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(7):1438-1441.
- 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.
- KAŞKA, N., KÜDEN, A., 1993. İtalya'dan Getirilen Bazı Yeni Yazlık ve Kışlık Elma Çeşitlerinin Yayla Koşullarına Adaptasyonları, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(2): 189-196.
- KAŞKA, N., KÜDEN, A., 1992. Ülkemiz İçin Yeni Bazı Çeşitlerin Yayla Koşullarına Adaptasyonları Üzerinde Araştırmalar, *Türkiye 1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 519-522.
- KIM, D. M., SMITH, N.L., LEE, C.Y., 1993. Apple Cultivar Variation in Response to Heat Treatment and Minimal Processing, *Journal of Food Science*, 58 (5): 1111-1114.
- KIM, D. M., SMITH, N.L., LEE, C.Y., 1993. Quality of Minimal Processed Apple Slices From Selected Cultivars, *Journal of Food Science*, 58 (5): 1115-1117.
- LANGDON T.T. 1987. Preventing of Browning in Fresh Prepared Potatoes Without The Use of Sulfiting Agents, *Food Technology*, 65-67.
- LEVI, A., BEN-SHALOM, N., PLAT, D. REID, D.S., 1988. Effect of Blanching and Drying on Pectin Constituents and Related Characteristics of Dehydrated Peaches, *Journal of Food Science*, 53(4): 1187-1190.

- LEWICKI, P.P., WITROWA-RAJCHERT, D., MARIAK, J., 1997. Changes of Structure During Rehydration of Dried Apples, *Journal of Food Engineering*, 32: 347-350.
- LOZANO-DE-GONZALEZ, P.G., BARRET, D.M., WROLSTAD, R.E., DURST, R.W., 1993. Enzymatic Browning Inhibited in Fresh and Dried Apple Rings by Pineapple Juice, *Journal of Food Science*, 58(2): 399-404.
- LOZANO, J.E., DRUDIS-BISCARRI, R., IBARZ-RIBAS, A., 1994. Enzymatic Browning in Apple Pulps, *Journal of Food Science*, 59 (3):564-567.
- LOZANO, J. E., IBRAZ, A., 1997. Colour Changes in Concentrated Fruit Pulp During Heating at High Temperatures, *Journal of Food Engineering*, 31:365-373.
- LUU, Y., FOO, Y., 1997. Identification and Quantification of Major Polyphenols in Apple Pomace, *Food Chemistry*, 59(2):187-194.
- MAAS, C.J.H., VOS, M.J.H., 1994. Dried Fruits and Edible Nuts, A Survey Of The Netherlands and Other Major Markets in The European Union, 114 P.
- MASTROCOLA, D., PITTIA, P., LERICI., 1996. Quality of Apple Slices Processed by Combined Techniques, *Journal of Food Quality*, 19: 133-146.
- MASTROCOLA, D., BARBANTI, D., DALLA ROSA, M., PITTIA, P., 1998. Physicochemical Characteristics of Dehydrated Apple Cubes Reconstituted in Sugar Solutions, *Journal of Food Science*, 63(3): 495-498.
- MCCORD, J. D., KILARA, A., 1983. Control of Enzymatic Browning in Processed Mushrooms (*Agaricus Bispos*), *Journal of Food Science*, 48: 1479-1483.

- McEVILY, A.J., IYENGAR, R., OTWELL, S.W., 1992. Inhibition of Enzymatic Browning in Foods and Beverages, , Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 32(3): 253-273.
- MERMELSTEIN, N.H. 1993. Browning of Food Control by Sulfites, Antioksidants and Other Means, Food Technology, 47(10): 75-84.
- MONSALVE-GONZALEZ, A., BARBOSA-CANOVAS, G.V., CAVALIERI, R.P., McEVILY, A.J., IYENGAR, R. 1993. Control of Browning During Storage of Apple Slices Preserved by Combined Methods. 4-Hexylresorcinol As Anti-Browning Agent, Journal of Food Science, 58(4): 797-800.
- MONSALVE-GONZALEZ, A., BARBOSA-CANOVAS, G.V., CAVALIERI, R.P., 1993. Mass Transfer and Textural Changes During Processing of Apples by Combined Methods, Journal of Food Science, 58(5): 1118-1123.
- NAMIKI, M., 1988. Chemistry of Maillard Reaction: Recent Studies on The Browning Reaction Mechanism and The Development of Antioxdants and Mutagens, Advances in Food Research, 32: 115-184.
- NICOLAS, J.J., RICHARD-FORGET, F.C., GOUPY, P.M., AMIOT, M.J., AUBERT, S.Y., 1994. Enzymatic Browning Reaction in Apple and Apple Products, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 34(2): 109-157.
- NURSTEN H.E.,1985. Maillard Browning Reaction in Dried Foods, Concentration and Drying Foods, (Edited By MacCarty, D.) Elsevier Science Publishing Co., Inc., 52 Vanderbilt Ave. Newyork, Ny 1007, USA.
- OLESZEK, W., LEE, C.Y., JAWARSKI, A.W., PRICE K.R., 1988. Identification of Some Phenolic Compounds in Apples, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 36: 430-432.

OSZMIANSKI, J., LEE, C.Y., 1990. Inhibition of Polyphenol Oxidase Activity and Browning By Honey, Journal Agricultural Food Chemistry, 38:1892-1895.

OSZMIANSKI, J., SOTOL-LETOWSKA, A., KUCZYNSKI, A., 1995. Effect of Rhubarb Juice on Phenolics and Colour of Unclarified Apple Juice, Fruit Processing, 6:179-182.

ÖZBEK, H., 1978. Özel Meyvecilik, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 128 Ders Kitabı :11, 486s.

ÖZİLGİN, M., GÜVENÇ, G., MAKARACI, M., TÜMER, İ., 1995. Colour Change and Weight Loss of Apple Slices During Drying, Lebensmittel-Untersuchung Und Forschung, 201:40-45.

ÖZOĞLU, H., BAYANDIRLI, A., 1997. Berrak Olmayan Elma Suyunda Enzimatik Esmerleşmenin İnhibisyonu, Gıda Mühendisliği III. Ulusal Sempozyumu, Ankara, 470s.

PARK, Y.K., SATO, H.H., ALMEDIA, T.D., MORETTI, R.H., 1980. Polyphenol Oxidase of Mango, Journal of Food Science, 45:1619-1621.

PONTING, J.D., JACKSON, R., 1972. Pre-Freezing Processing of Golden Delicious Apple Slices, Journal of Food Science, 37: 812-814.

QUINTERO-RAMOS, A., BOURNE, M.C., ANZALDUA-MORALES, A., 1992. Texture and Rehydration of Dehydrated Carrot As Affected By Low Temperature Blanching, Journal of Food Science, 57(5): 1127-1128.

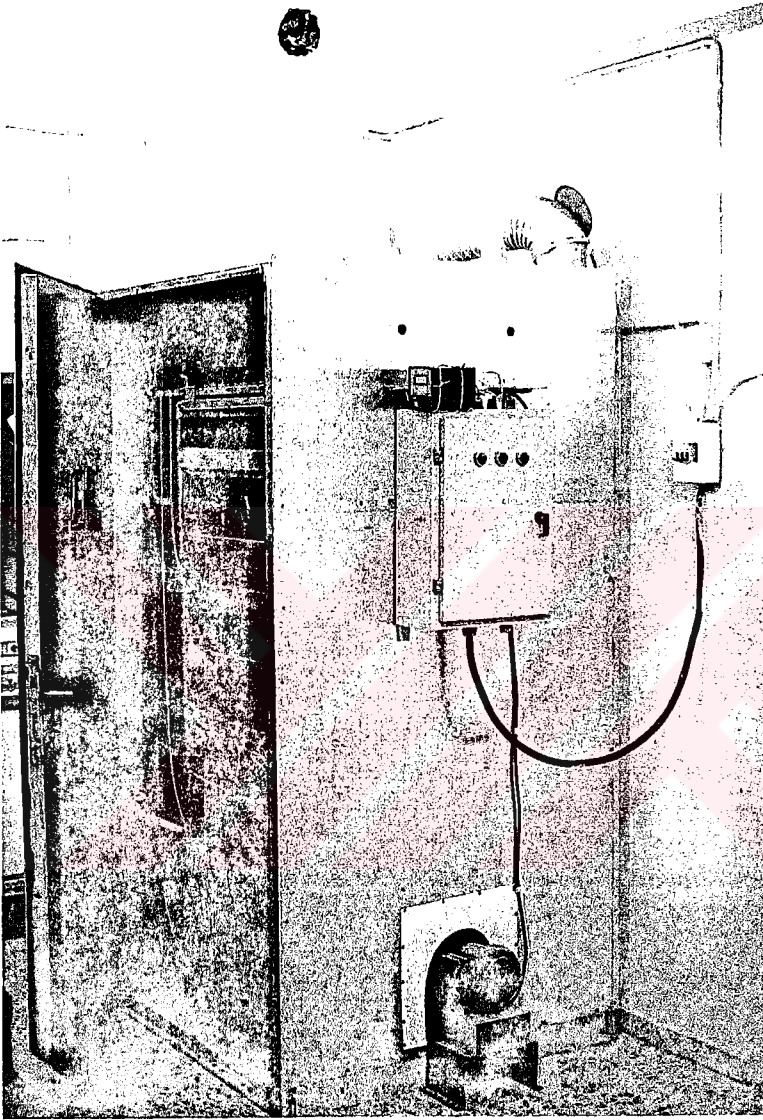
- RESNIK, S., CHIRIFE, J., 1979. Effect of Moisture Content and Temperature on Some Aspect of Nonenzymatic Browning in Dehydrated Apple, *Journal of Food Science*, 44(2): 601-605.
- ROCHA, A.M.C.N., BROCHADO, C.M., MORAIS, A.M.M.B., 1998. Influence of Chemical Treatment on Quality of Cut Apple (cv Jonagored), *Journal of Food Quality*, 21: 13-28.
- SALDAMLI, İ., SALDAMLI, E., 1990. Gıda Endüstrisi Makinaları, Önder Matbaa, Ankara, 454s.
- SANTARRE, C.R., CASH, J.N., VANNORMAN, D.J. 1988. Ascorbic Acid/Citric Acid Combinations in the Processing of Frozen Apple Slices, *Journal of Food Science*, 53(6):1713-1716.
- SAPERS , G. M., FREDERIC, W., DOUGLAS J.R., 1987. Measurement of Enzymatic Browning at Cut Surfaces and in Juice of Raw Apple and Pear Fruits, *Journal of Food Science*, 52(59):1258-1262.
- SAPERS, G.M., ZIOLKOWSKI, M.A., 1987. Comparison of Erytorbic and Ascorbic Acids As Inhibitors of Enzymatic Browning in Apple, *Journal of Food Science*, 52(6): 1732-1733.
- SAPERS, G.M., HICKS, K.B., PHILLIPS, J.G., GARZERELLA, L., PONDISH, D.L., MATULAITIS, R.M., McCORMACK, T.J., SONDEY, S.M., SEIB, P.A., EL-ATAWY, Y.S. 1989. Control of Enzymatic Browning in Apple With Ascorbic Acid Derivaties, Polyphenol Oxidase Inhibitors, and Complexing Agents, *Journal of Food Science*, 54(4): 997-1012.

- SAPERS, G.M., GARZERELLA, L., PILIZOTA, V., 1990. Application of Browning Inhibitors to Apple Cut and Potato by Vacuum and Pressure Infiltration, *Journal of Food Science*, 55(4): 1049-1053.
- SAPERS, G.M., MILLER, R.L., 1992. Enzymatic Browning Control in Potato With Ascorbic Acid-2-Phosphates, *Journal of Food Science*, 57(5): 1132-1135.
- SAPERS, G.M., MILLER, R.L., MILLER, F.C., COOKE, P.H., CHOI, S., 1994. Enzymatic Browning Control in Minimally Processed Mushrooms, *Journal of Food Science*, 59(5): 1042-1046.
- SATJAWATCHARAPHONG, C., RYMAL, K.S., DOZIER, W.A., SMITH, R.C., 1983. Polyphenol Oxidase System in Red Delicious Apples, *Journal of Food Science*, 48:1879-1880.
- SAYAVEDRA-SOTO, S.A., MONTGOMERY, M.W., 1988. Response Contour Diagram to Describe Effects of Moisture, Storage Temperature and Sulfur Dioxide on Color of Dried Apples, *Journal of Food Science*, 53(2): 643-644.
- SCHOBINGER, U., ASKAR, A., BRUNNER, H.R., CRANDALL, P.G., DAEPP, H.U., DITTRICH, H.H., FERIC, M., GLUNK, U., HERRMANN, K., KORTH, A., LUTHI, H.R., SCHUMANN, G., SULC, D., TANNER, H., Weiss, J., 1988. Meyve ve Sebze Suyu Üretim Teknolojisi, (J. ACAR) Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 602s.
- SHANNON, C.T., PRATT, D.E., 1967. Apple Polyphenol Oxidase Activity in Relation to Various Phenolic Compounds, *Journal of Food Science*, 32: 479-483.

- SIDDIQ, M., SINHA, N.K., CASH, J.N., 1992. Characterisation of Polyphenoloxidase From Stanley Plums, *Journal of Food Science*, 57(5):1177-1179.
- TAN, B.K., HARRIS, N.D., 1995. Maillard Reaction Products Inhibit Apple Polyphenoloxidase, *Food Chemistry*, 53: 267-273.
- TAYLOR, S.L., HIGLEY, N.A., BUSH, R.K., 1986. Sulfites in Foods: Uses, Analytical Methods, Residues, Fate, Exposure Assessment, Metabolism, Toxicity and Hypersensitivity, *Advance in Food Research*, 30:1-76.
- ÜRETİR, G., ÖZİLGİN, M., BAYINDIRLI, A., 1995. Azalan Sıcaklık Değişiminin Elmanın Kuruma Kinetiği ve Rengi Üzerine Etkisi. II. Gıda Mühendisliği Sempozyumu, Ankara.
- VRAC, N., GRÜNER, M., 1994. Effect of Fluidized Bed Drying on Properties of Dehydrated Apples, *Die Nahrung*, 38 (2): 149-157.
- WETHERILT, H., PALA, M., BAŞOĞLU, N., 1994. Relationship Between Sulphur Dioxide Level and Inhibition of Browning in Apricots Dried to Different Moisture Levels, *Developments in Food Science-Food Science and Human Nutrition*, (Ed.: G. Charalambous), Elsevier, London, Amsterdam.
- YEMENİCİOĞLU, A., ÖZKAN, M., CEMEROĞLU, B., 1997. Heat Inactivation Kinetics of Apple Polyphenoloxidase and Activation of Its Latent Form. *Journal of Food Science*, 62(3):508-510.

ÖZGEÇMİŞ

1968 yılı doğumluyum. İlk ve Orta öğrenimimi Adana'da tamamladıktan sonra 1986 yılında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümünü kazandım ve 1990 yılında mezun oldum. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimime başladım ve 1991 yılında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandım. 1993 yılında Yüksek Lisans çalışmamı tamamladım. 1993 yılında aynı yerde Doktora çalışmama başladım. Halen Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım.



Şekil 1.Laboratuvar Tipi Hava Akımlı Tepsili Kurutucu

KURUTULMUŞ ELMA CİPSİ DUYUSAL DEĞERLERNDİRME ÖLÇÜTLERİ

RENK

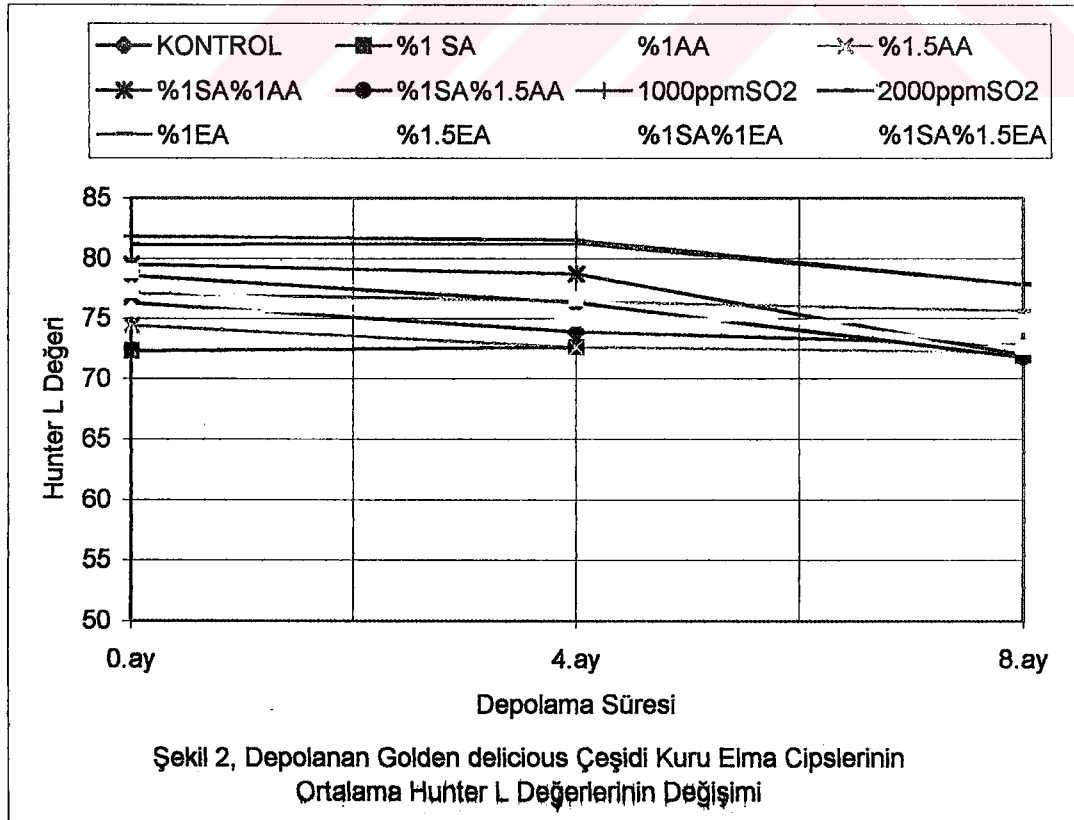
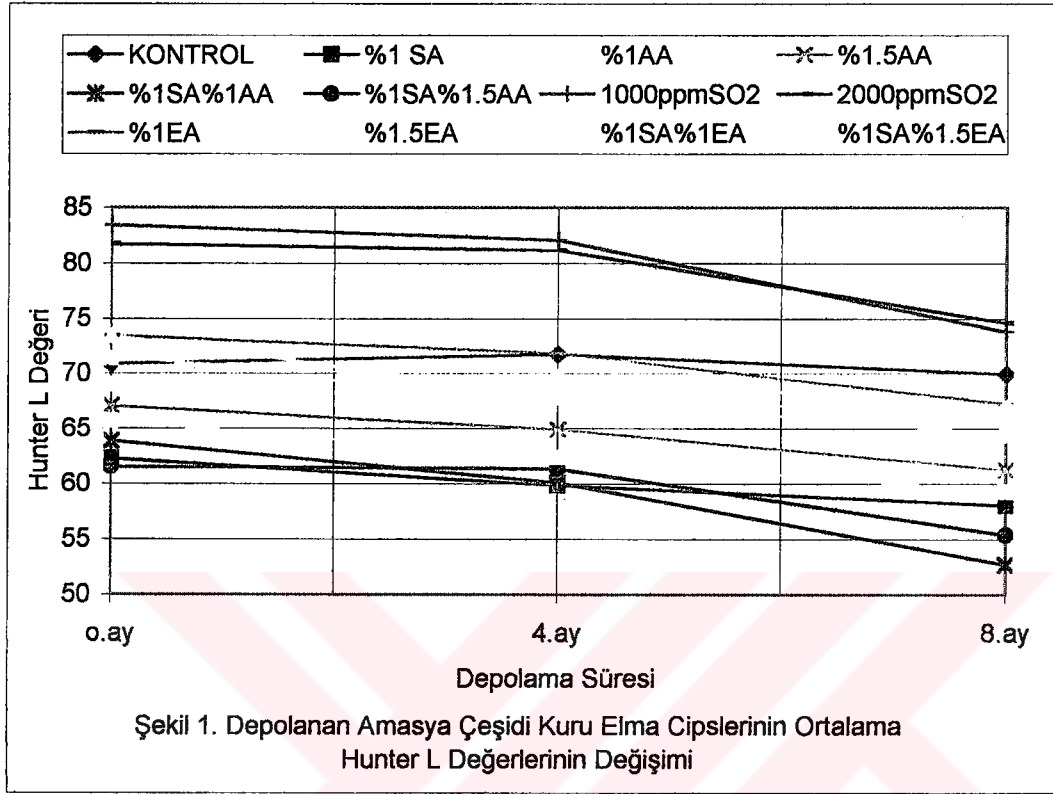
- 10-9 **Çok iyi:** Elmanın doğal rengi, homojen sarı veya beyaza yakın krem renk.
- 8-7 **İyi:** Çekirdek evi civarında çok az kahverengileşme ve hafif kirli renk.
- 6-5 **Orta:** Kısmen sarı, kısmen kahverengi bölgeler var.
- 4-3 **Kötü:** Kahverengileşmiş renk
- 2-1 **Çok kötü:** Kabul edilemez renk.

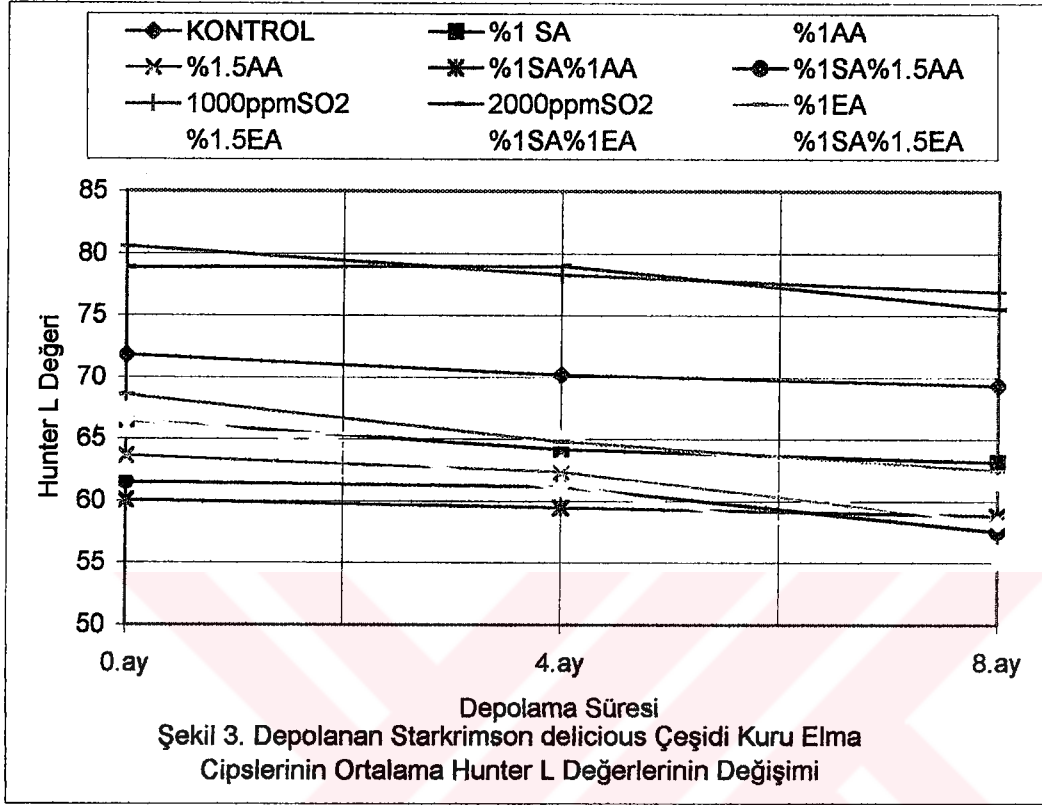
KOKU VE TAT

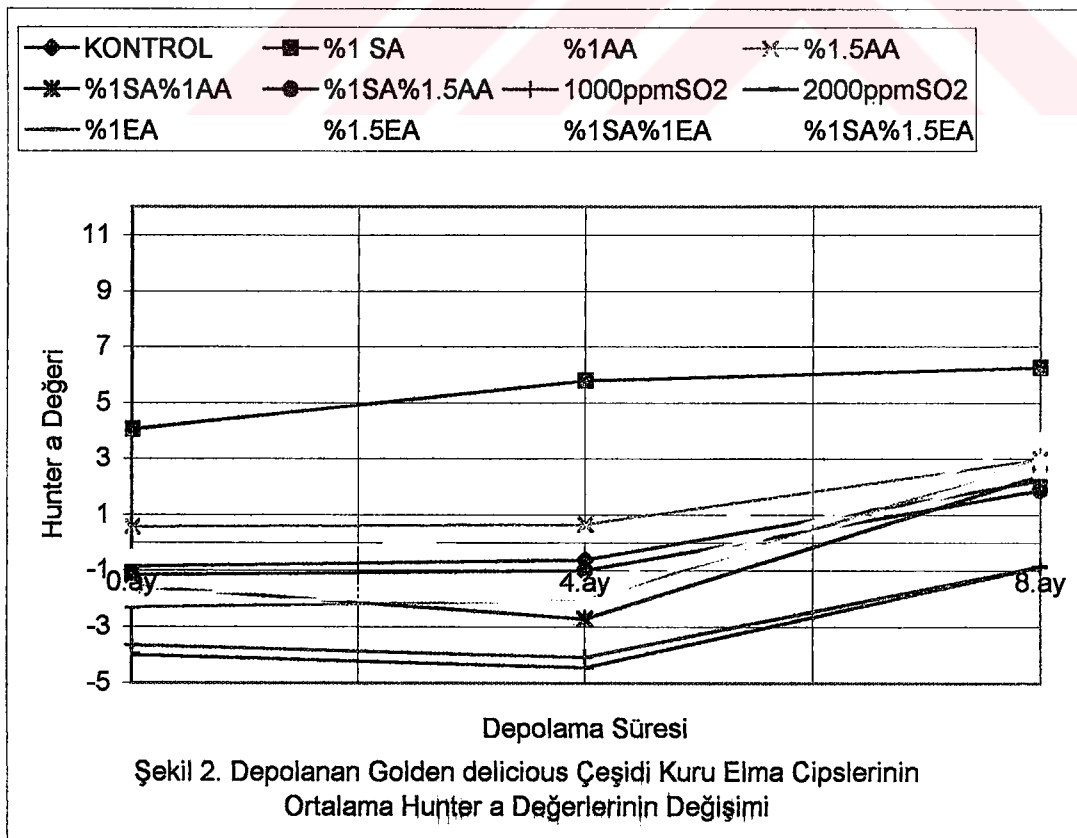
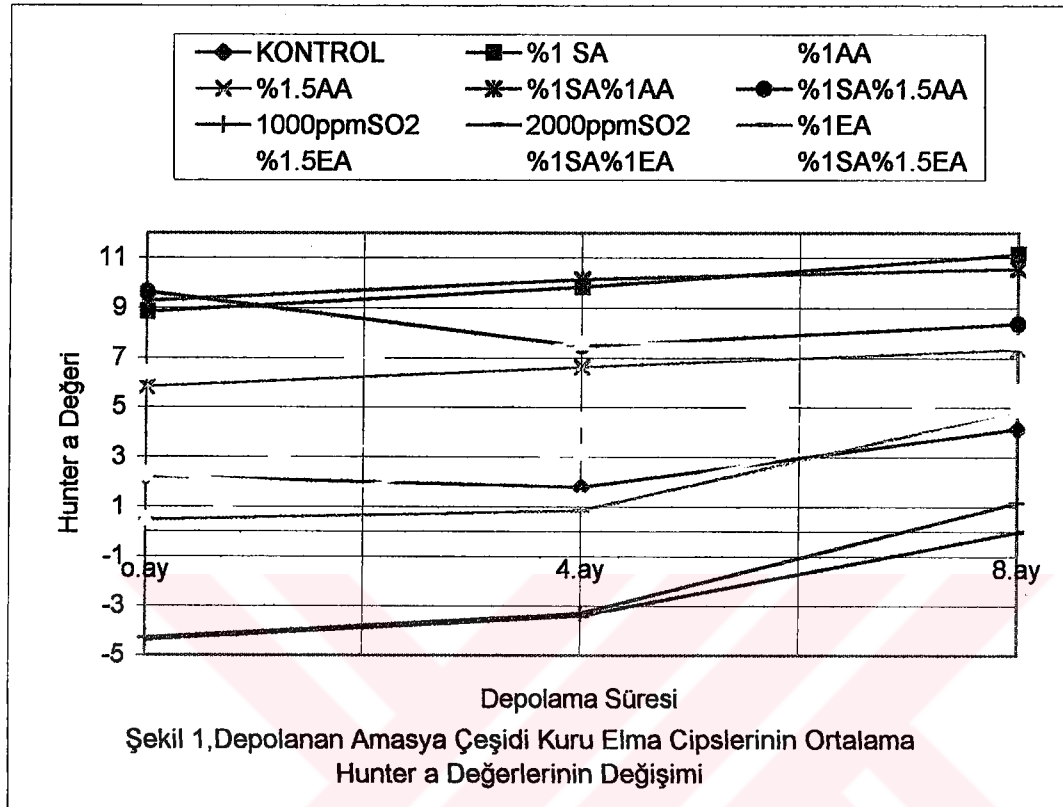
- 10-9 **Çok iyi:** Hoşa giden doğal elma koku ve tadına sahip şeker ve asit oranı dengeli
- 8-7 **İyi:** Ekşi veya şekeri fazla veya beklenenin altında.
- 6-5 **Orta:** Kısmen kabuledilebilir koku ve tada sahip. Buruk bir tadı var.
- 4-3 **Kötü:** Yanık koku ve tat, bayat koku ve tat, kükürtlü koku ve tat.
- 2-1 **Çok kötü:** Acı koku ve tat.

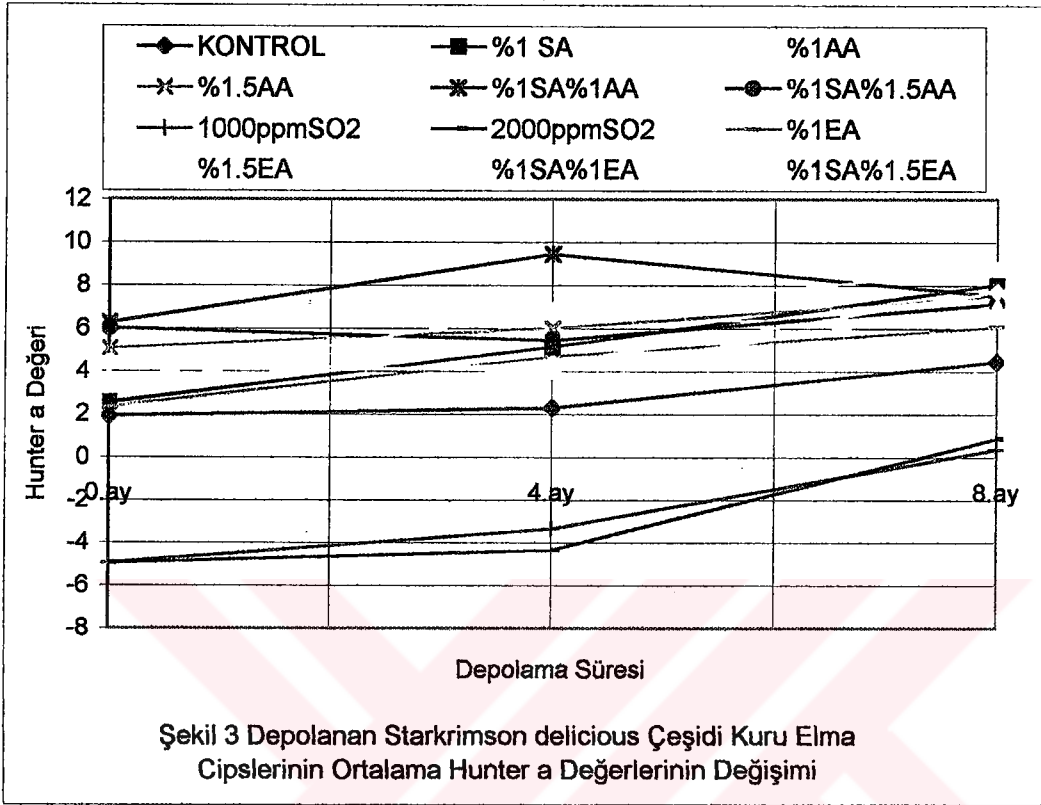
TEKSTÜR

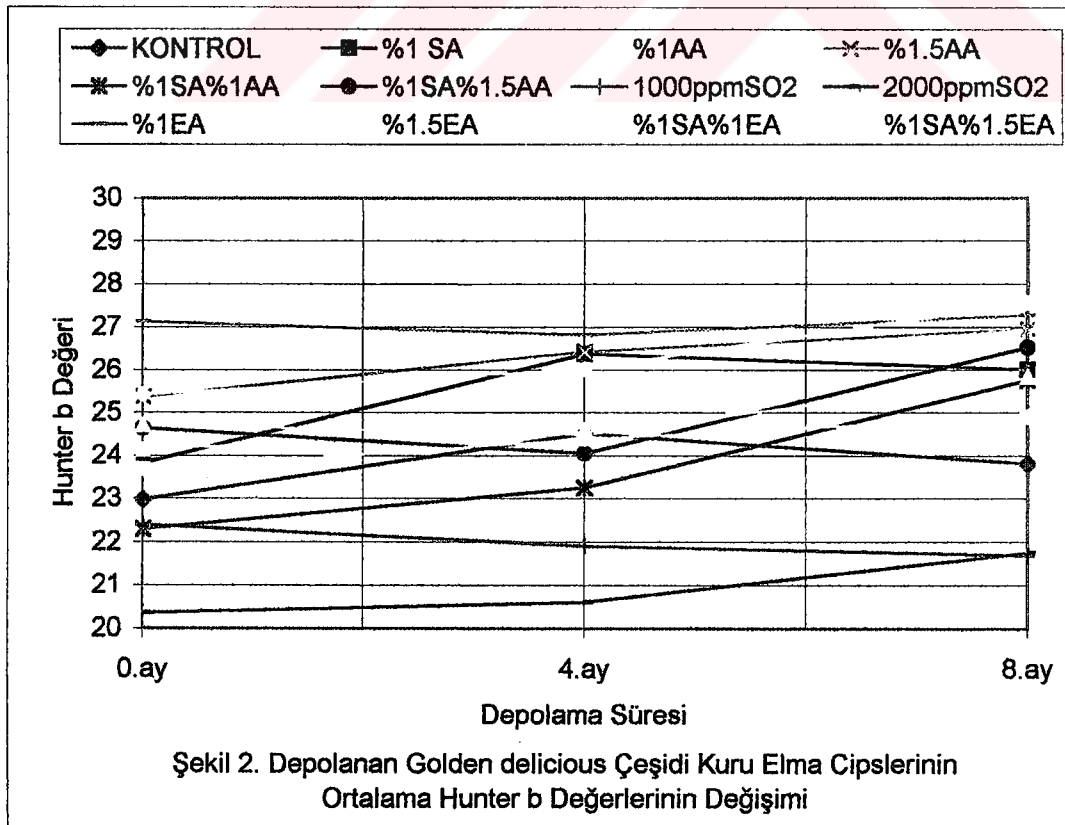
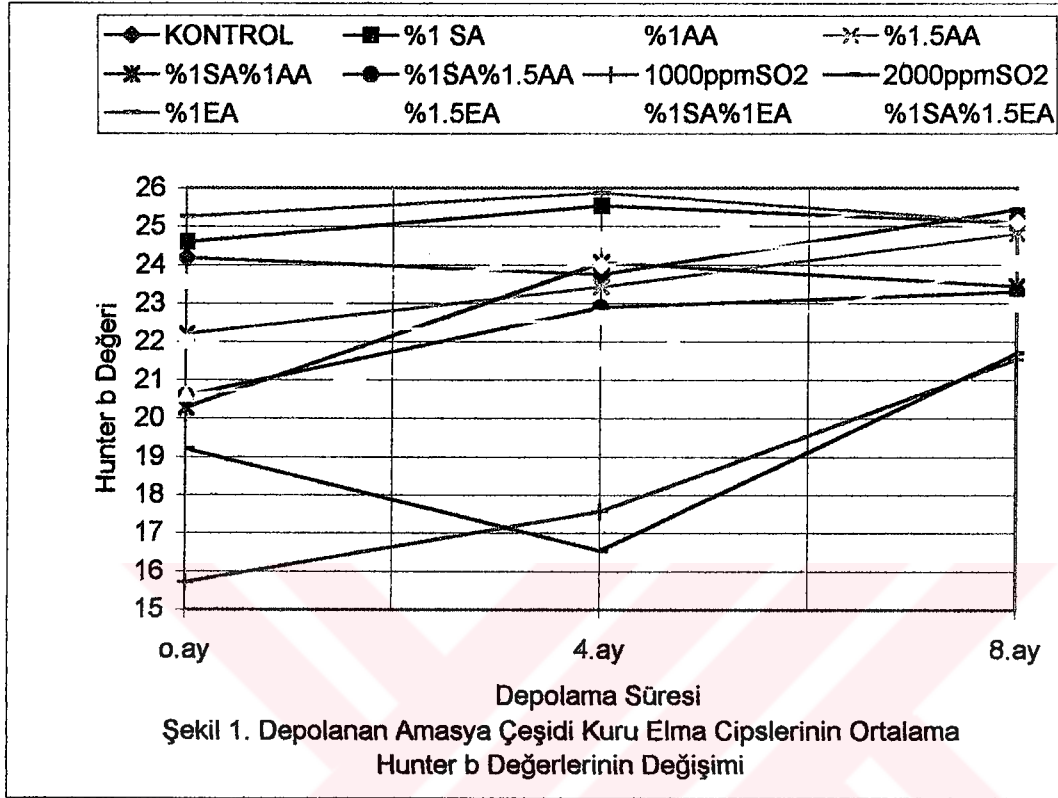
- 10-7 **Çok iyi:** Gevrek -kırılgan
- 6-4 **İyi:** Kısmen gevrek.
- 3-1 **Kötü:** Esnek.

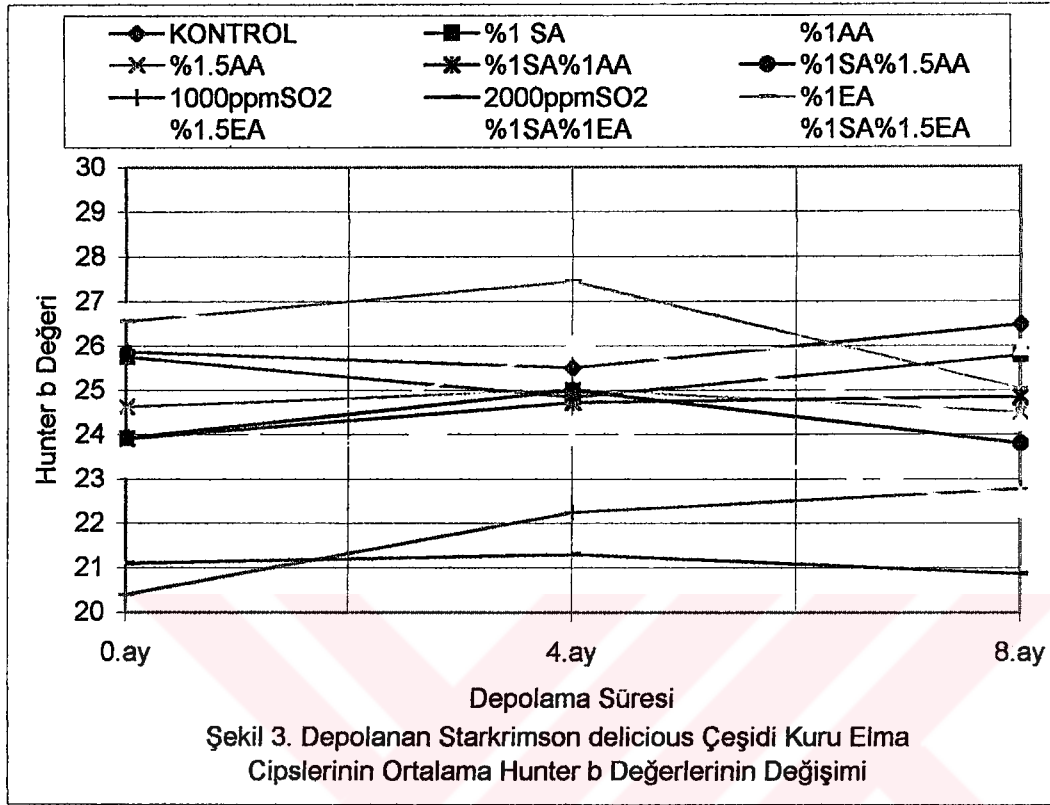


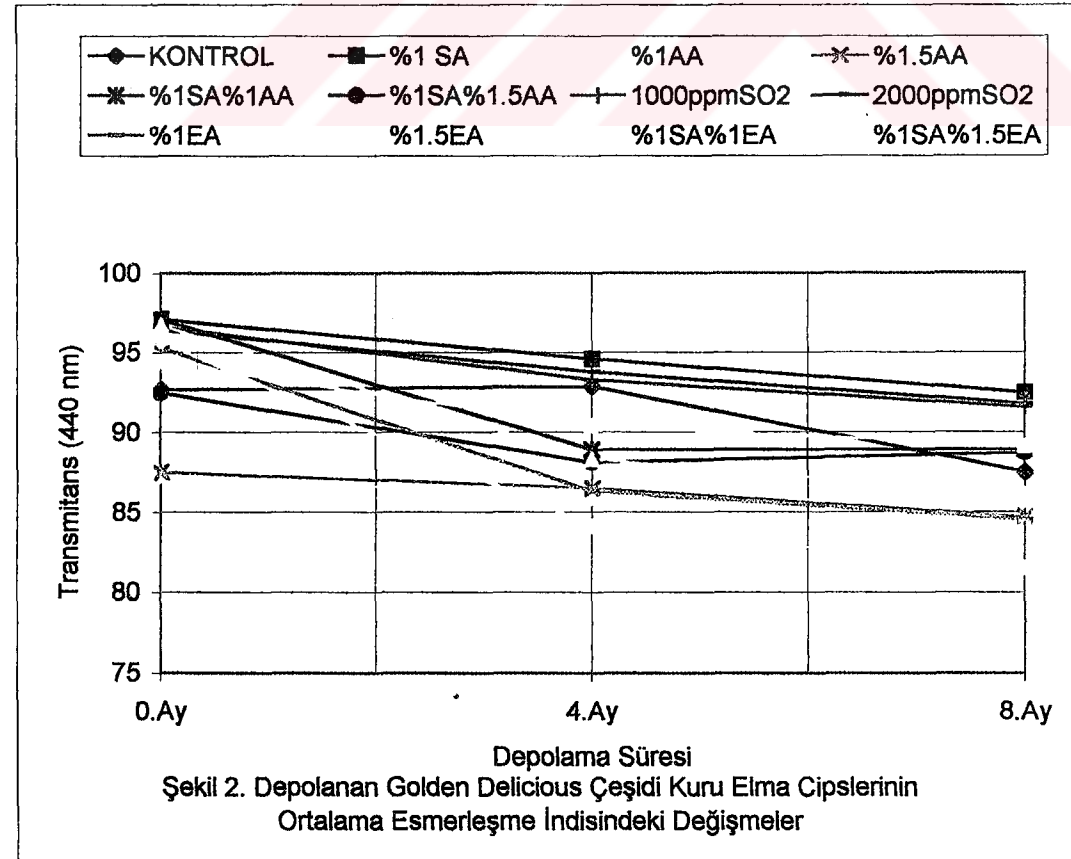
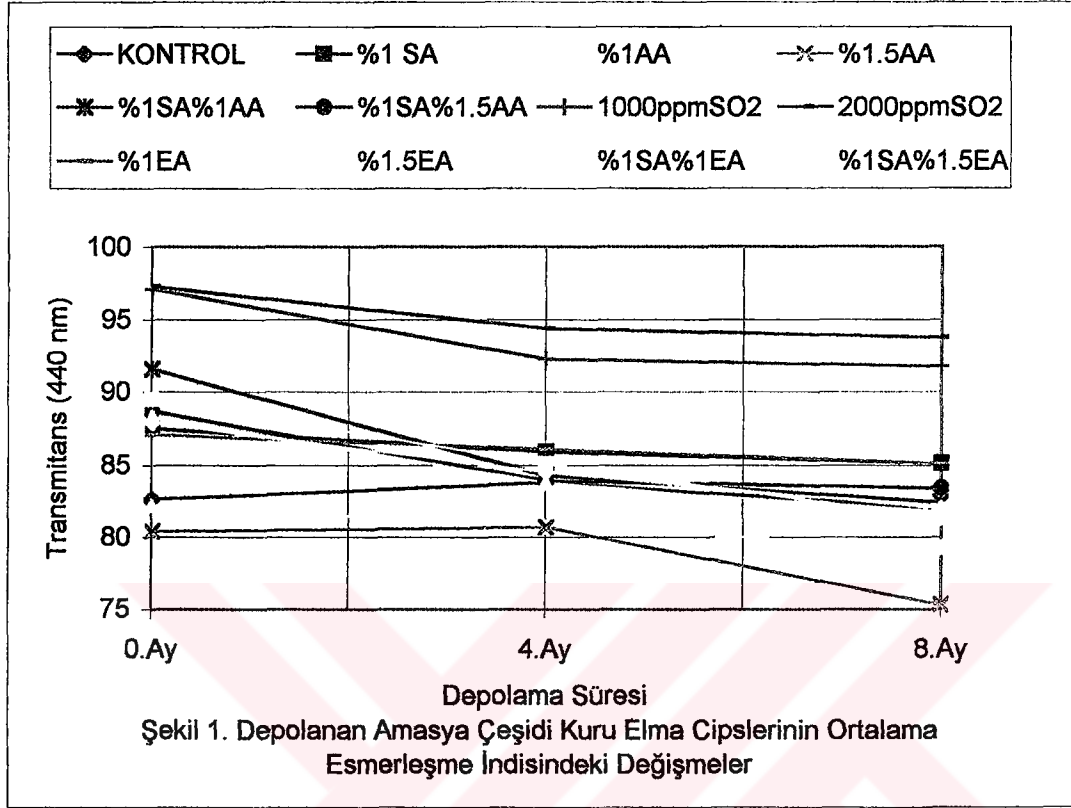


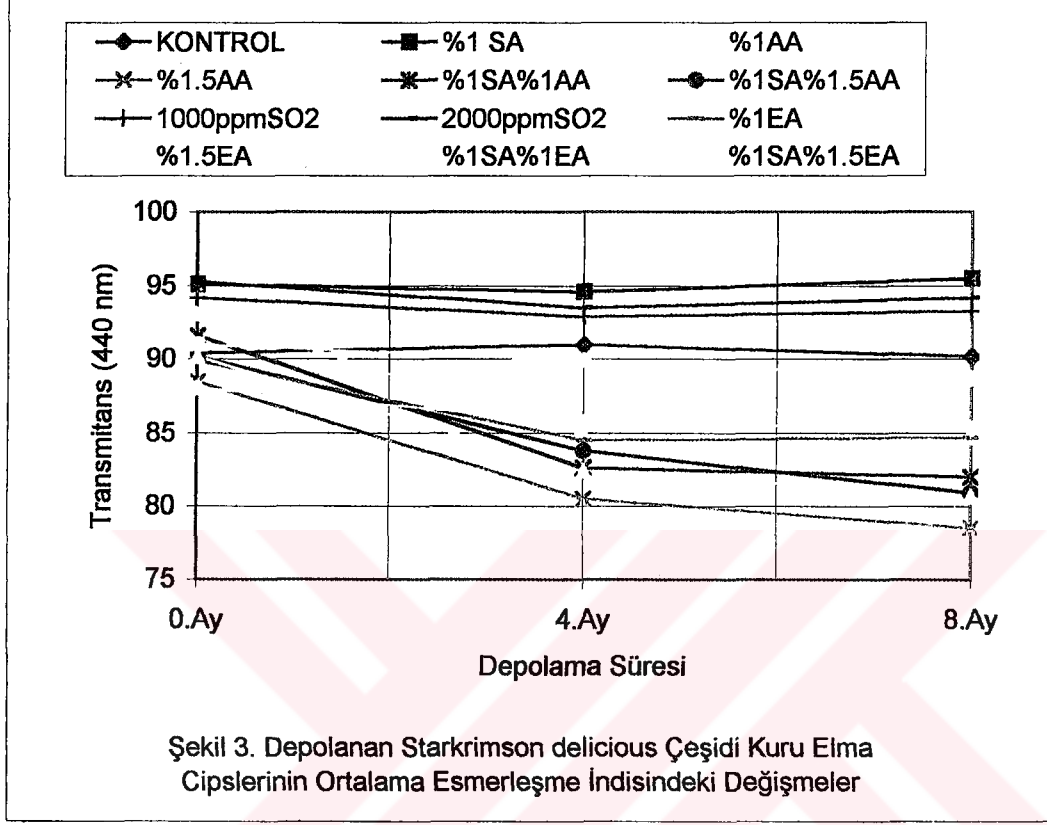


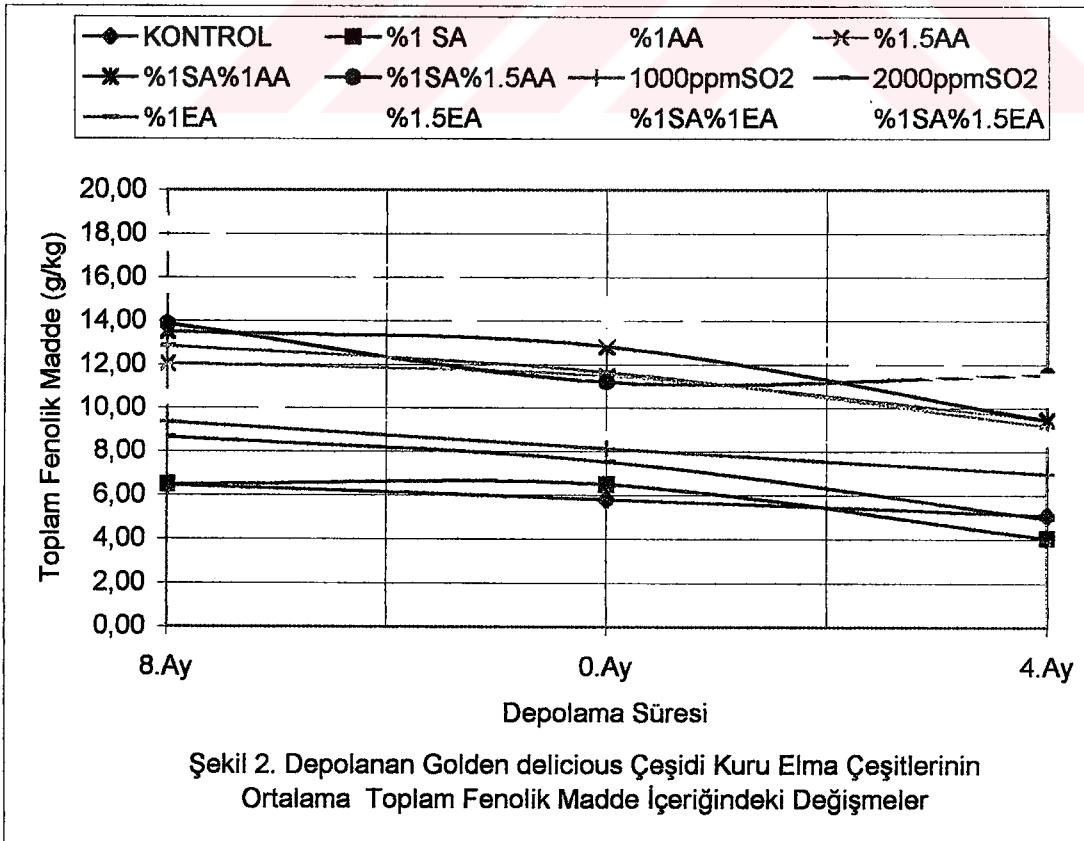
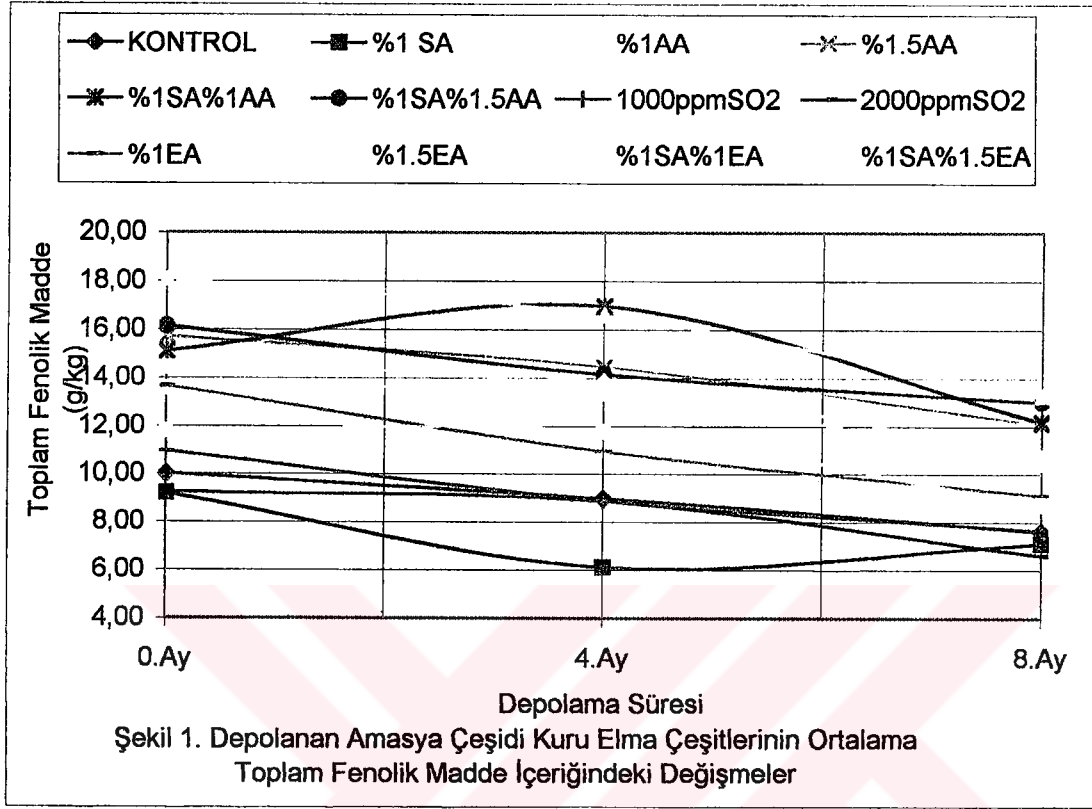


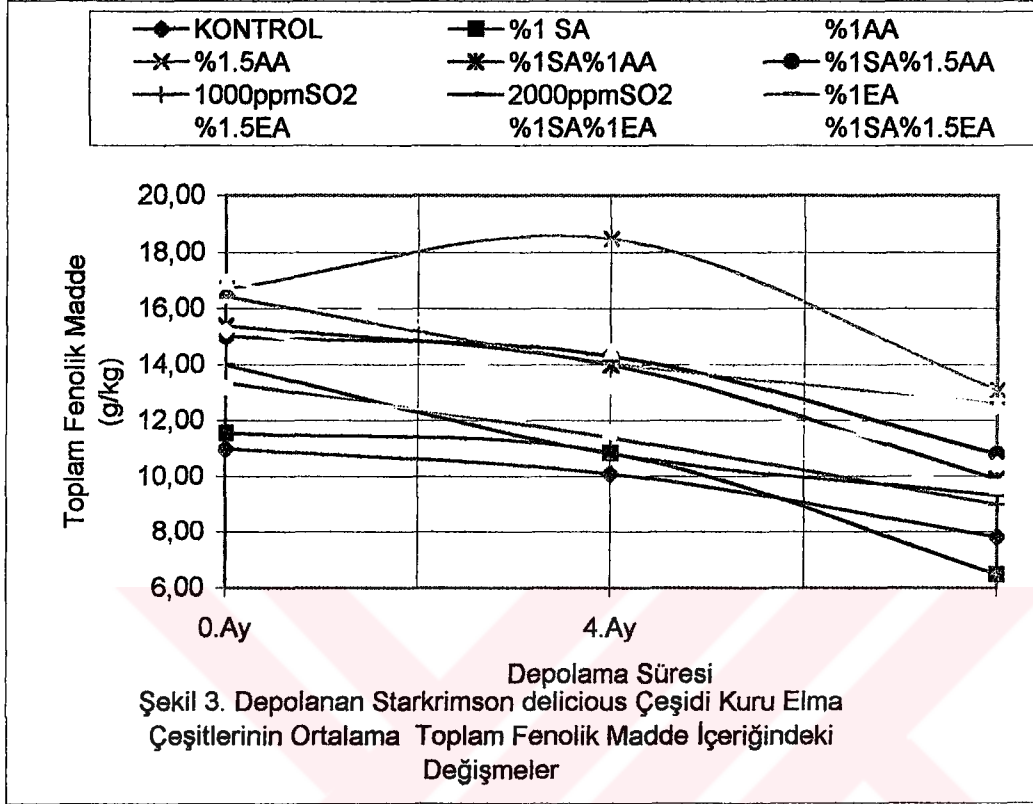


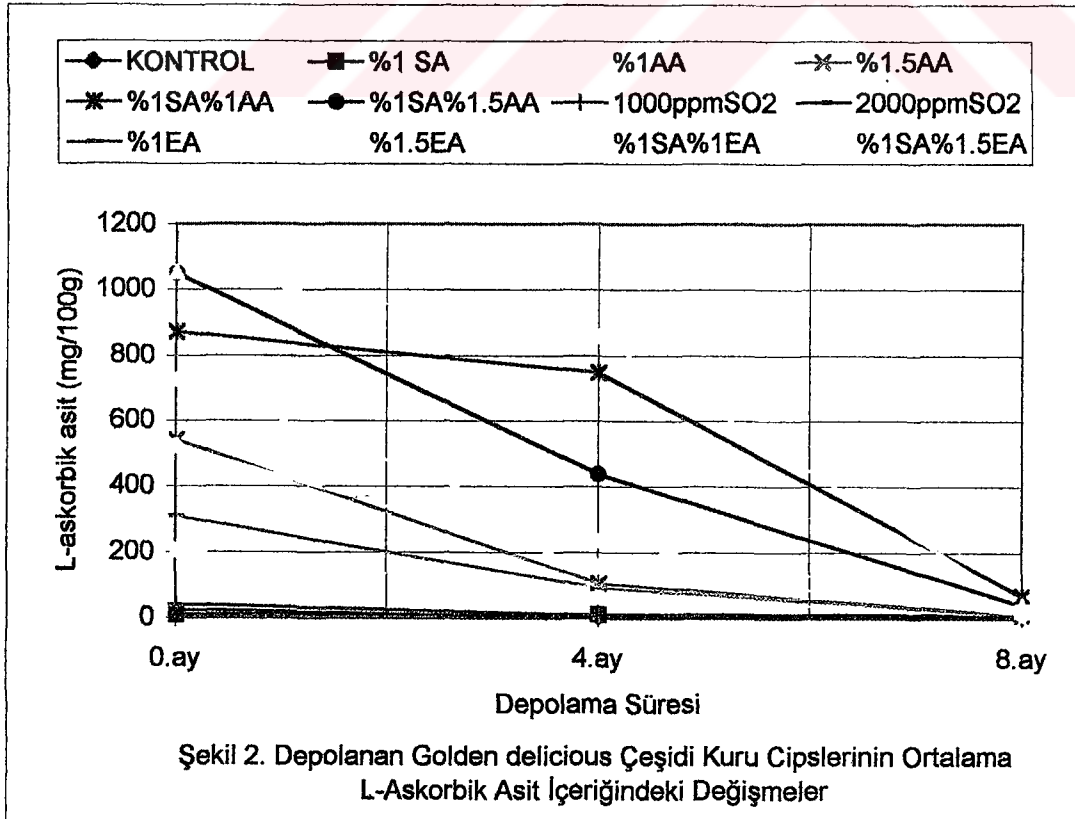
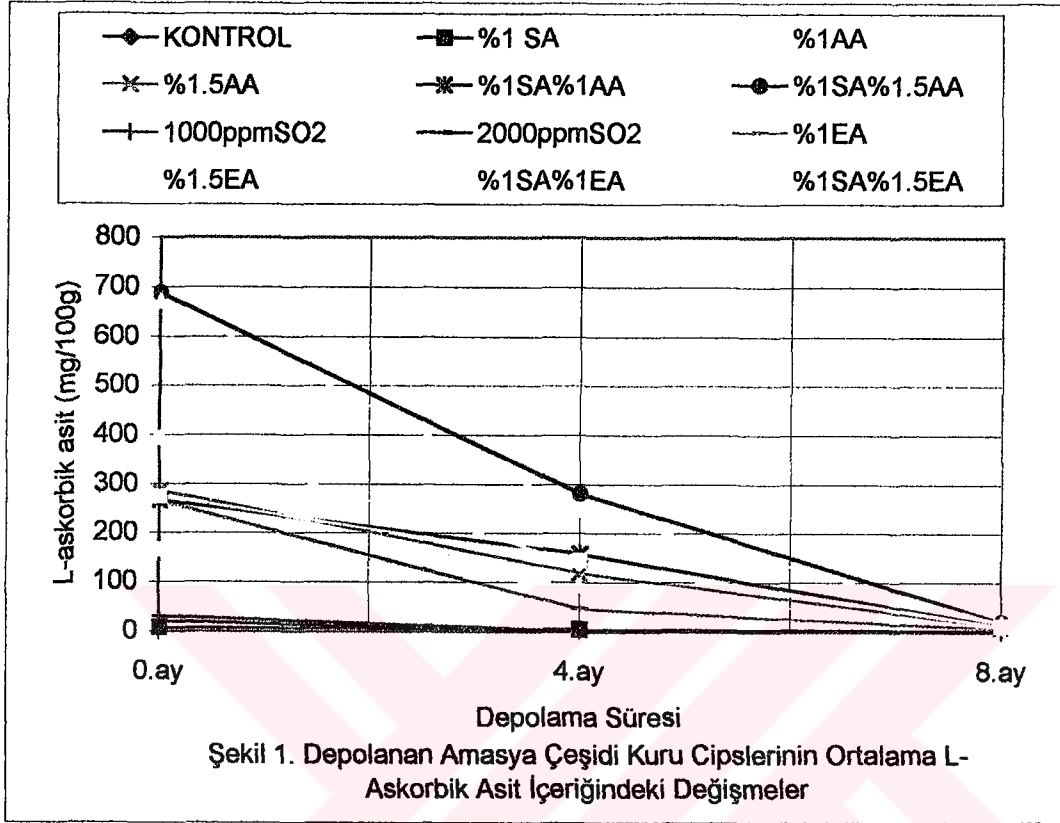


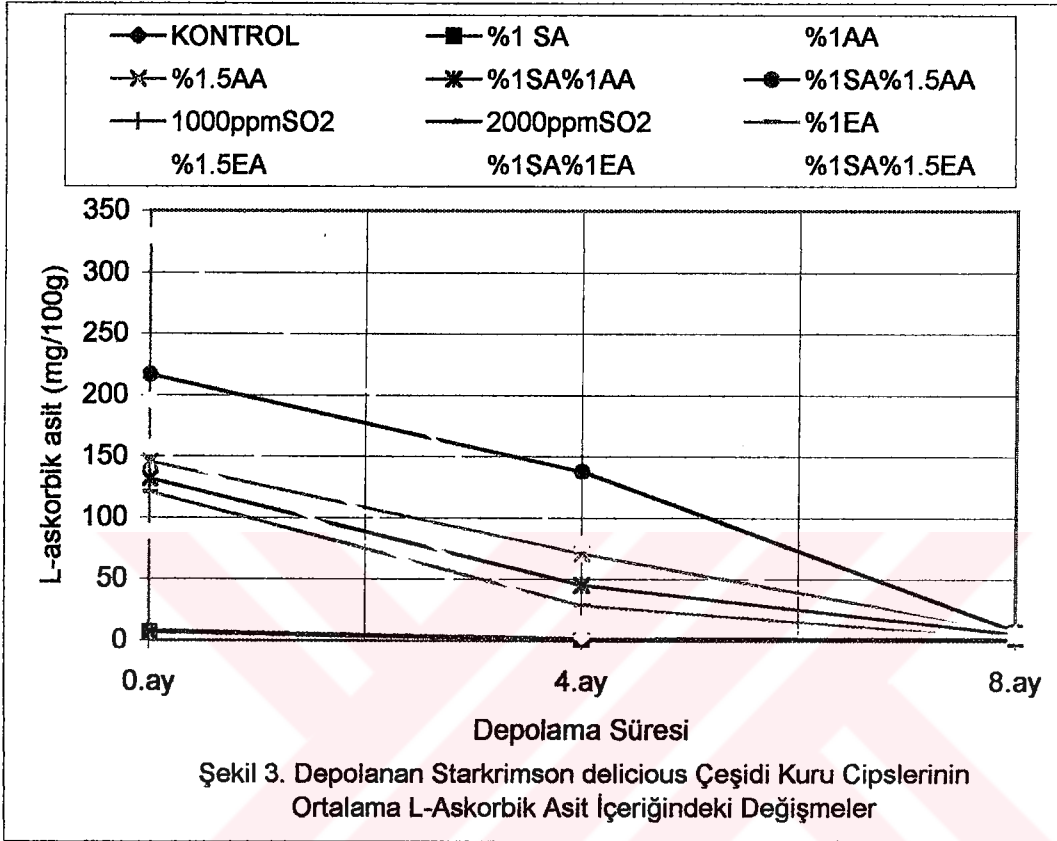












Çizelge 1. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Şeker İçerikleri (g/100g)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	66.10 ^a	67.64 ^a	61.76 ^b
% 1 S.A.	63.10 ^a	68.36 ^a	64.08 ^{ab}
% 1 A.A.	67.84 ^a	68.12 ^a	67.68 ^{ab}
% 1,5 A.A.	67.48 ^a	65.88 ^a	65.04 ^{ab}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	66.80 ^a	68.56 ^a	66.24 ^{ab}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	63.96 ^a	69.12 ^a	66.04 ^{ab}
1000 ppm SO ₂	66.80 ^a	65.56 ^a	67.56 ^{ab}
2000 ppm SO ₂	68.56 ^a	64.60 ^a	64.00 ^{ab}
% 1 E. A.	68.48 ^a	65.56 ^a	62.36 ^b
% 1,5 E. A.	68.28 ^a	64.28 ^a	66.80 ^{ab}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	69.00 ^a	64.60 ^a	71.68 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	67.48 ^a	64.68 ^a	69.20 ^{ab}
Ortalama	66.99±1.367	66.41±2.220	66.04±3.200

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 2. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Şeker İçerikleri (g/100g)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	66.64 ^a	66.12 ^{ab}	68.80 ^a
% 1 S.A.	66.48 ^a	63.96 ^b	67.08 ^a
% 1 A.A.	66.48 ^a	67.60 ^a	66.72 ^a
% 1,5 A.A.	61.36 ^a	65.88 ^{ab}	66.96 ^a
% 1 S.A. + % 1 A.A.	62.16 ^a	63.20 ^{bc}	66.96 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	62.36 ^a	60.56 ^c	67.64 ^a
1000 ppm SO ₂	66.64 ^a	66.12 ^{ab}	67.80 ^a
2000 ppm SO ₂	66.48 ^a	63.96 ^b	67.08 ^a
% 1 E. A.	66.48 ^a	67.60 ^a	66.72 ^a
% 1,5 E. A.	61.36 ^a	65.88 ^{ab}	66.69 ^a
% 1 S. A. + % 1 E.A.	62.16 ^a	63.20 ^{bc}	66.96 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	62.36 ^a	60.59 ^c	67.64 ^a
Ortalama	64.25±2.607	64.55±2.437	67.19±1.027

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 3. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Şeker İçerikleri (g/100g)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	71.95 ^{bc}	71.20 ^a	68.68 ^{bc}
% 1 S.A.	71.65 ^{bc}	69.28 ^a	68.68 ^{bc}
% 1 A.A.	70.65 ^c	69.28 ^a	69.68 ^{abc}
% 1,5 A.A.	69.95 ^c	73.00 ^a	70.64 ^{ab}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	70.40 ^c	72.28 ^a	72.04 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	71.25 ^{bc}	69.28 ^a	67.76 ^{bc}
1000 ppm SO ₂	72.88 ^{abc}	70.92 ^a	69.68 ^{abc}
2000 ppm SO ₂	71.44 ^{bc}	73.04 ^a	66.80 ^c
% 1 E. A.	80.16 ^{ab}	71.36 ^a	69.68 ^{abc}
% 1,5 E. A.	78.24 ^{abc}	71.04 ^a	70.80 ^{ab}
% 1 S. A.+ % 1 E.A.	81.32 ^a	69.48 ^a	66.80 ^c
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	78.36 ^{abc}	71.04 ^a	69.68 ^{abc}
Ortalama	74.02±4.526	70.96±1.665	69.24±1.694

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 1. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama İnvert Şeker İçerikleri (g/100g)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	59.24 ^a	58.00 ^a	55.11 ^e
% 1 S.A.	58.63 ^a	54.48 ^a	55.41 ^e
% 1 A.A.	59.07 ^a	55.16 ^a	57.64 ^{bcd}
% 1,5 A.A.	57.67 ^a	55.78 ^a	55.00 ^e
% 1 S.A. + % 1 A.A.	59.78 ^a	56.54 ^a	56.66 ^{cde}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	57.26 ^a	59.42 ^a	56.09 ^{de}
1000 ppm SO ₂	58.81 ^a	59.42 ^a	58.05 ^{abc}
2000 ppm SO ₂	59.06 ^a	57.97 ^a	58.38 ^{abc}
% 1 E. A.	57.10 ^a	59.32 ^a	57.40 ^{bcd}
% 1,5 E. A.	56.61 ^a	58.19 ^a	59.63 ^a
% 1 S. A. + % 1 E.A.	57.21 ^a	58.45 ^a	58.16 ^{abc}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	58.74 ^a	57.76 ^a	59.02 ^{ab}
Ortalama	58.27±1.367	57.37±2.131	57.21±1.566

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 2. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama İnvert Şeker İçerikleri (g/100g)

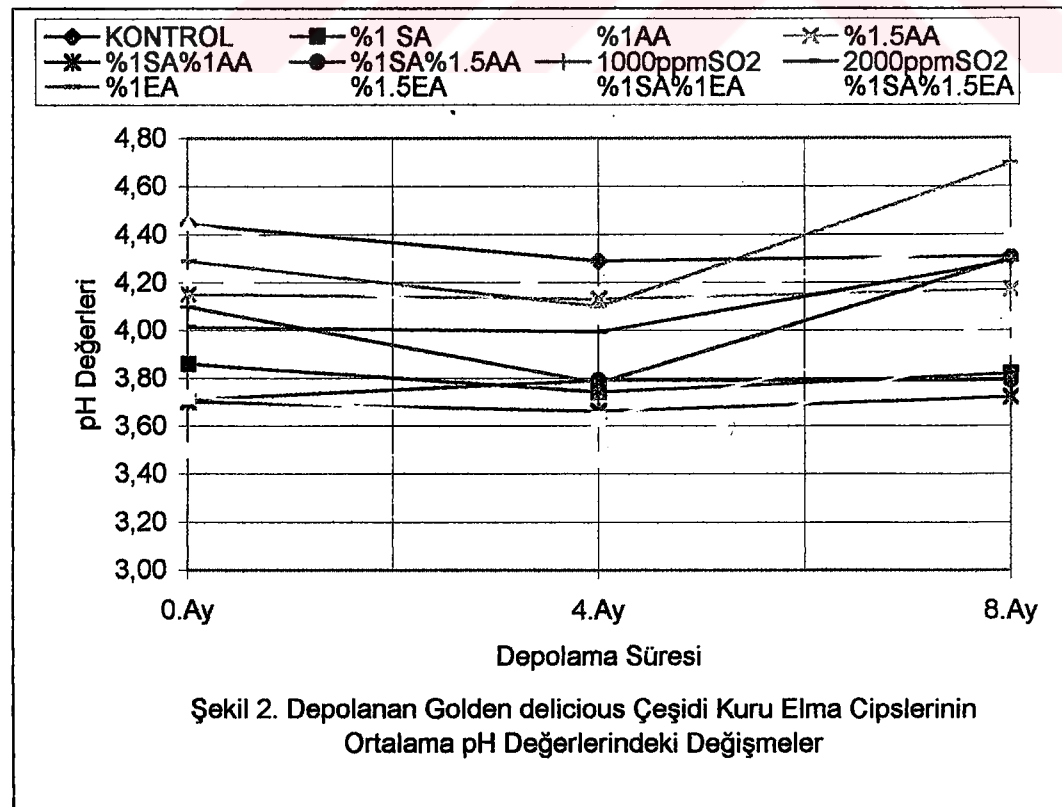
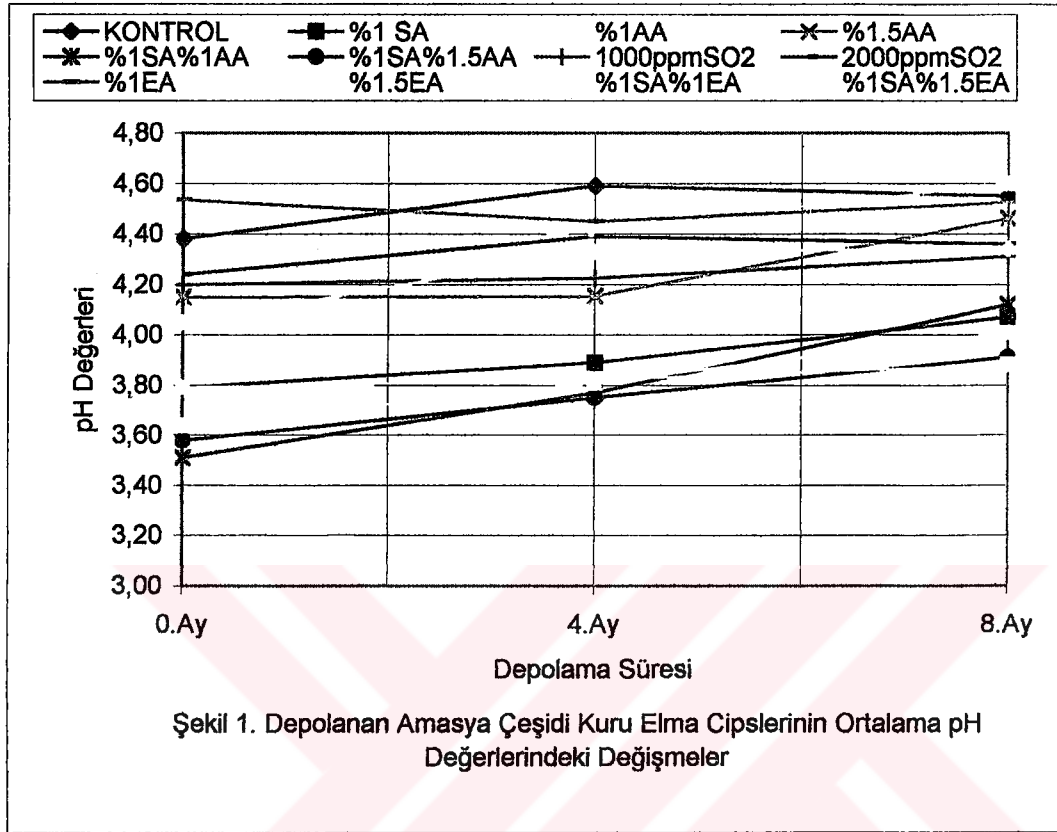
Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	55.97 ^a	63.60 ^{ab}	59.05 ^b
% 1 S.A.	57.13 ^a	62.65 ^a	58.67 ^b
% 1 A.A.	59.95 ^a	62.15 ^a	57.01 ^{bc}
% 1,5 A.A.	58.70 ^a	62.63 ^a	55.82 ^c
% 1 S.A. + % 1 A.A.	62.67 ^a	63.80 ^a	59.22 ^b
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	57.38 ^a	61.49 ^{ab}	59.06 ^b
1000 ppm SO ₂	58.97 ^a	63.81 ^a	63.76 ^a
2000 ppm SO ₂	59.49 ^a	60.67 ^{ab}	63.21 ^a
% 1 E. A.	60.75 ^a	63.05 ^a	64.55 ^a
% 1,5 E. A.	58.73 ^a	58.59 ^{abc}	64.46 ^a
% 1 S. A. + % 1 E.A.	58.57 ^a	55.06 ^c	64.23 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	60.46 ^a	57.00 ^{bc}	63.24 ^a
Ortalama	59.06±2.276	61.20±3.016	61.02±3.162

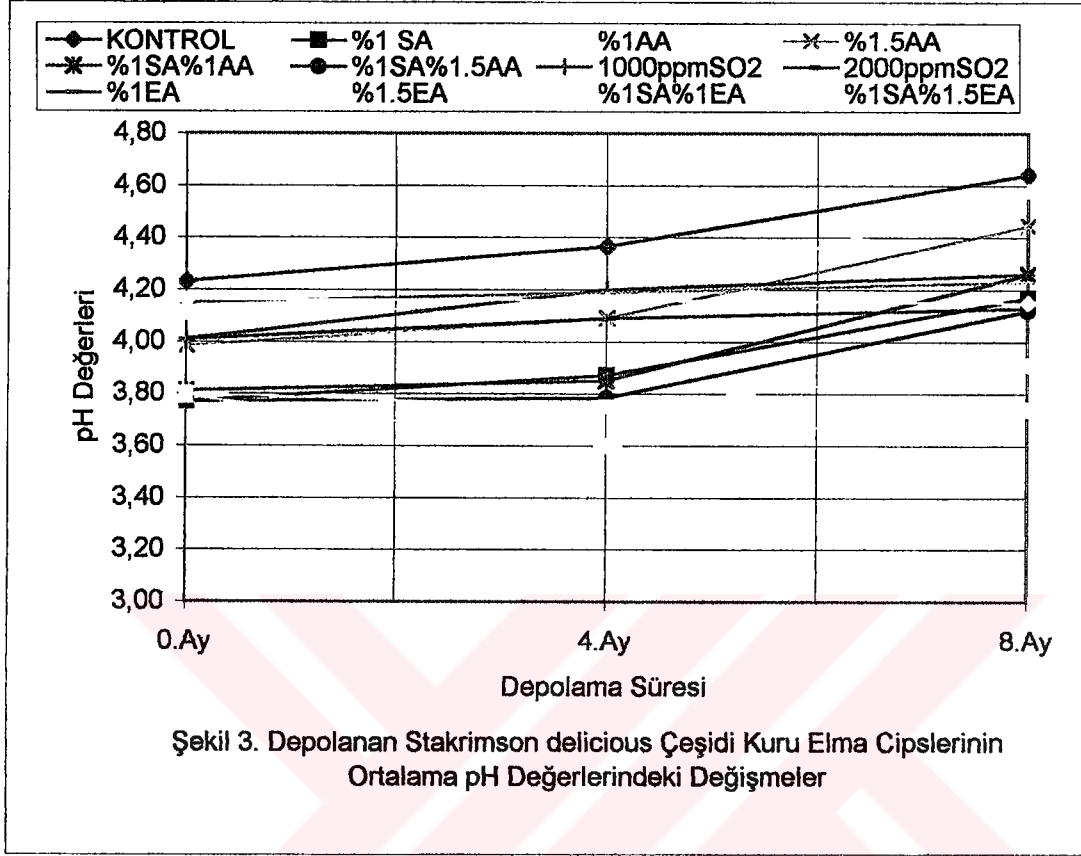
Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Cizelge 3. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama İnvert Şeker İçerikleri (g/100g)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su (Kontrol)	65.31 ^b	69.55 ^a	67.86 ^{ab}
% 1 S.A.	65.99 ^b	68.38 ^a	67.00 ^{abc}
% 1 A.A.	66.55 ^b	68.86 ^a	67.95 ^a
% 1,5 A.A.	65.16 ^b	70.72 ^a	68.07 ^a
% 1 S.A. + % 1 A.A.	64.62 ^b	66.87 ^a	68.16 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	65.73 ^b	68.51 ^a	66.55 ^{abc}
1000 ppm SO ₂	65.31 ^b	68.29 ^a	67.20 ^{abc}
2000 ppm SO ₂	64.86 ^b	69.70 ^a	65.53 ^{bc}
% 1 E. A.	75.04 ^a	70.07 ^a	68.37 ^a
% 1,5 E. A.	74.17 ^a	69.38 ^a	68.62 ^a
% 1 S. A. + % 1 E.A.	73.54 ^a	68.81 ^a	65.18 ^c
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	73.68 ^a	68.26 ^a	67.32 ^{abc}
Ortalama	68.33±4.467	68.95±1.380	67.32±1.186

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.





Çizelge 1. Depolanan Amasya Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Asitlik Değerleri (g/100g)

Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	0.68 ^e	0.76 ^c	0.66 ^{de}
% 1 S.A.	1.99 ^b	1.48 ^b	1.33 ^b
% 1 A.A.	0.79 ^e	0.77 ^c	0.69 ^{de}
% 1,5 A.A.	0.78 ^e	0.76 ^c	0.67 ^{de}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	1.97 ^b	1.42 ^b	1.45 ^b
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	2.43 ^a	1.48 ^b	1.56 ^b
1000 ppm SO ₂	1.27 ^{cd}	1.06 ^c	0.98 ^c
2000 ppm SO ₂	0.65 ^e	0.69 ^c	0.55 ^e
% 1 E. A.	0.93 ^{de}	0.80 ^c	0.87 ^{dc}
% 1,5 E. A.	0.92 ^{de}	0.94 ^c	0.89 ^{dc}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	1.53 ^c	1.65 ^b	1.47 ^b
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	2.58 ^a	2.29 ^a	2.02 ^a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

Çizelge 2. Depolanan Golden delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Asitlik Değerleri (g/100g)

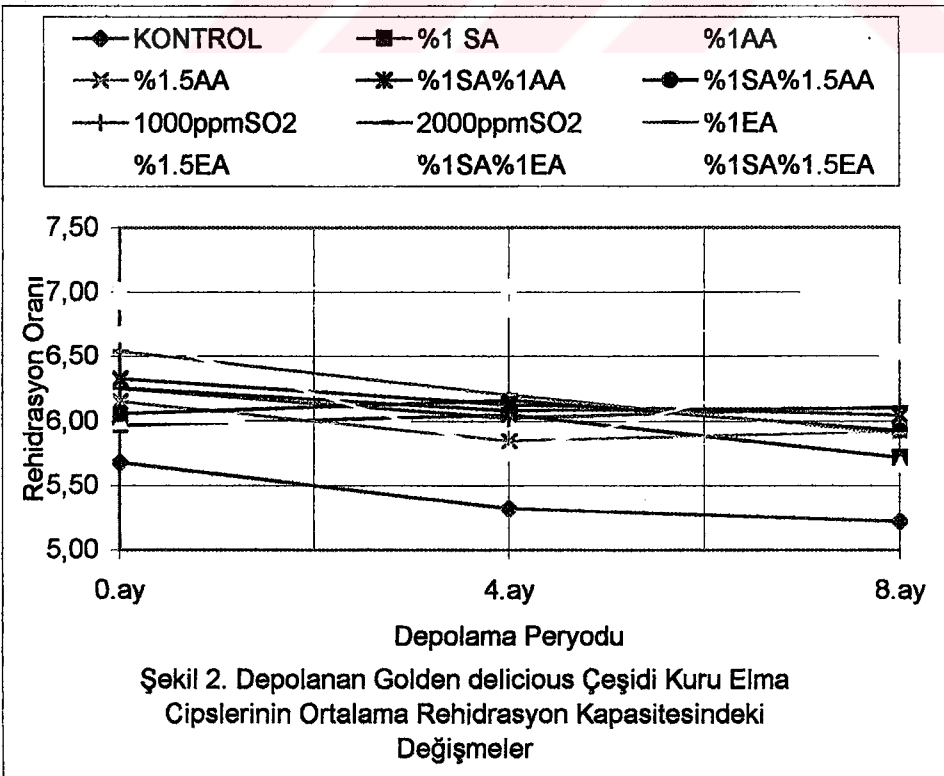
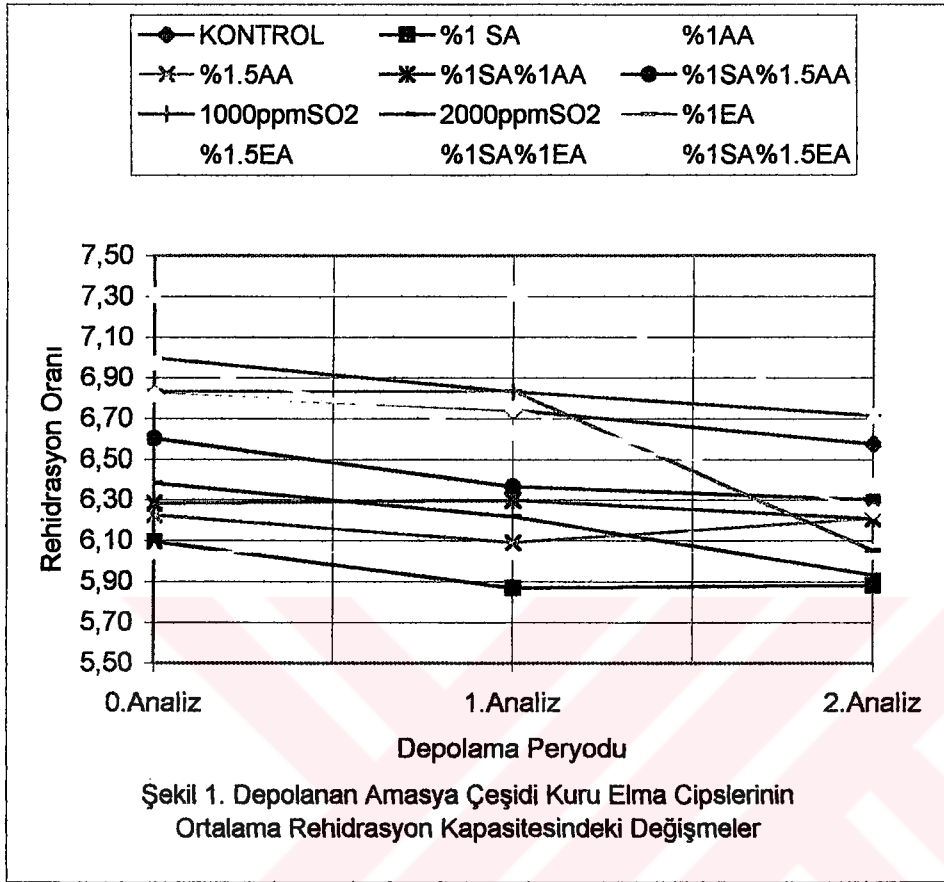
Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	0.58 ⁱ	0.77 ^c	0.72 ^{cd}
% 1 S.A.	1.69 ^c	1.44 ^b	1.23 ^b
% 1 A.A.	0.69 ^{ef}	0.61 ^c	0.59 ^d
% 1,5 A.A.	0.90 ^{de}	0.88 ^c	0.72 ^{cd}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	2.17 ^b	1.73 ^{ab}	1.58 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	2.10 ^b	1.52 ^{ab}	1.57 ^a
1000 ppm SO ₂	0.90 ^{de}	0.89 ^c	0.77 ^{cd}
2000 ppm SO ₂	1.11 ^d	0.92 ^c	0.86 ^c
% 1 E. A.	0.73 ^{ef}	0.72 ^c	0.73 ^{cd}
% 1,5 E. A.	0.83 ^e	0.78 ^c	0.64 ^{cd}
% 1 S. A. + % 1 E.A.	2.28 ^b	1.68 ^{ab}	1.70 ^a
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	2.69 ^a	1.83 ^a	1.74 ^a

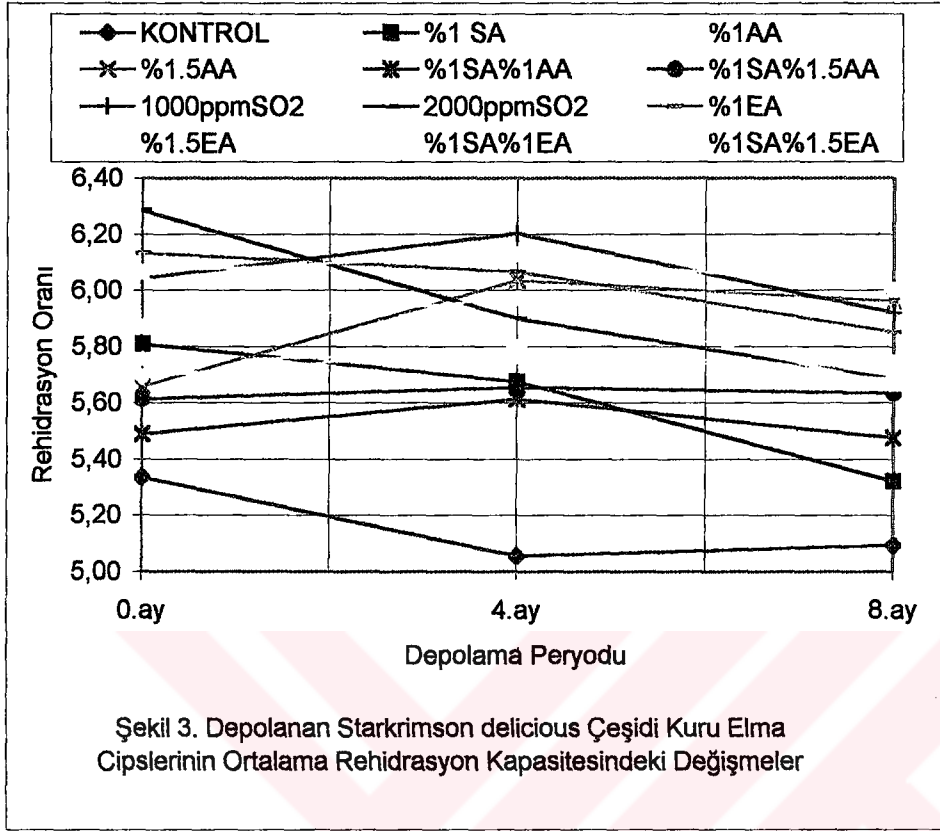
Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

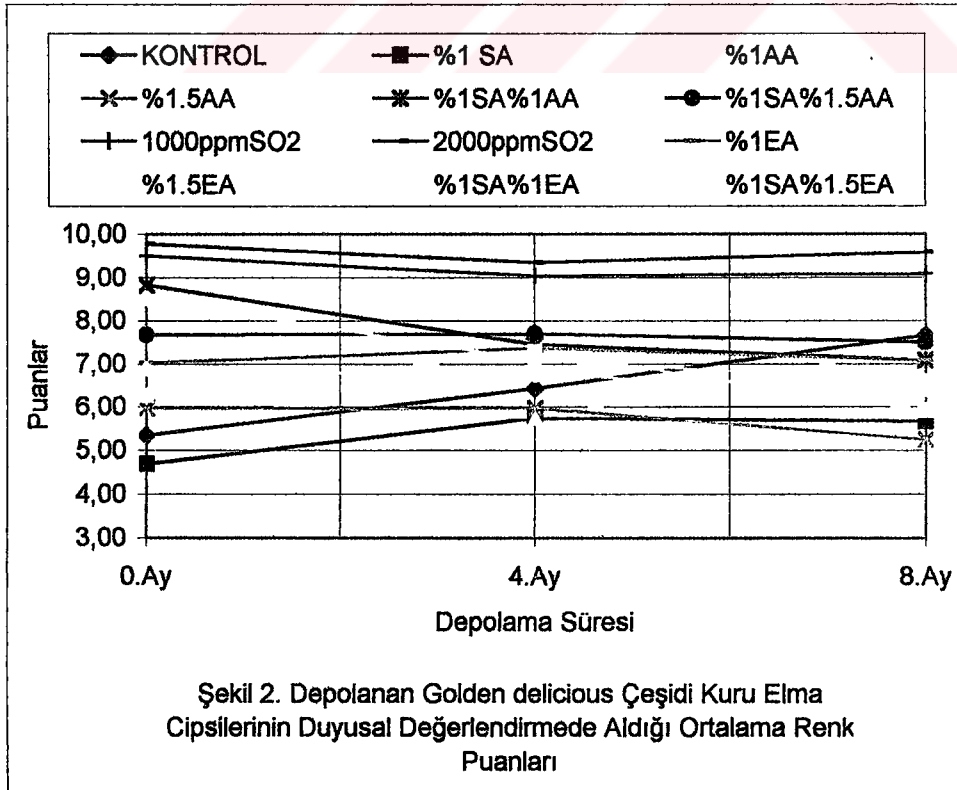
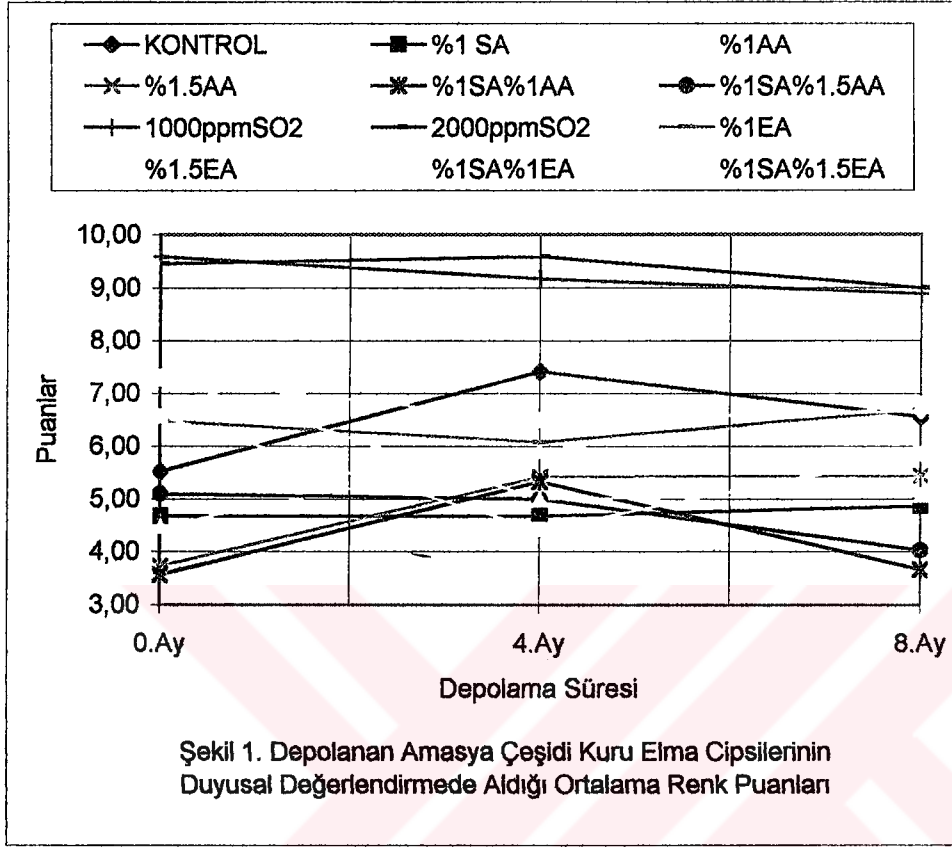
Çizelge 3. Depolanan Starkrimson delicious Çeşidi Kuru Elma Cipslerinin Ortalama Toplam Asitlik Değerleri (g/100g)

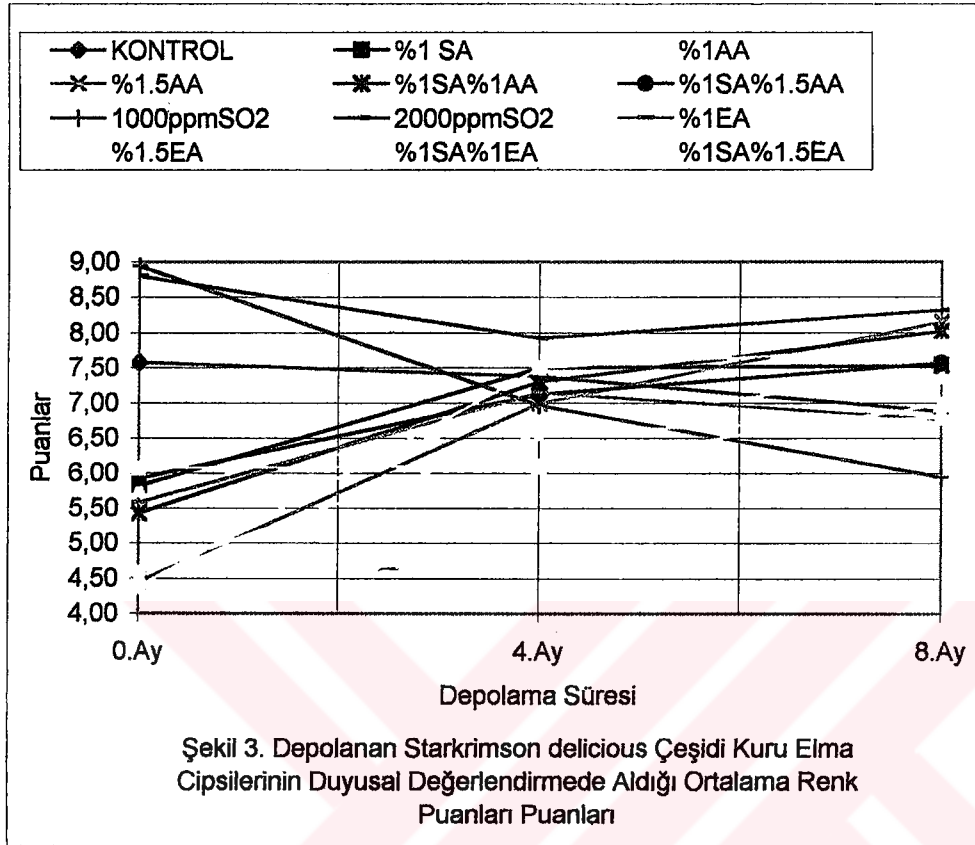
Uygulamalar	Depolama Süresi		
	0.Ay	4.Ay	8.Ay
Su	0.64 ^g	0.73 ^g	0.92 ^{cde}
% 1 S.A.	1.50 ^d	1.52 ^{bc}	1.20 ^{bcde}
% 1 A.A.	0.86 ^f	0.83 ^{efg}	0.95 ^{cde}
% 1,5 A.A.	1.01 ^e	0.98 ^{ef}	1.02 ^{bcde}
% 1 S.A. + % 1 A.A.	1.62 ^e	1.50 ^{bc}	1.43 ^{abc}
% 1 S. A. + % 1,5 A.A.	1.49 ^d	1.38 ^c	1.47 ^{ab}
1000 ppm SO ₂	0.83 ^f	0.85 ^{efg}	0.83 ^e
2000 ppm SO ₂	0.83 ^f	1.14 ^d	0.90 ^{de}
% 1 E. A.	1.00 ^e	1.00 ^{de}	0.84 ^e
% 1,5 E. A.	0.95 ^e	0.91 ^{ef}	0.84 ^e
% 1 S. A. + % 1 E.A.	1.86 ^b	1.60 ^b	1.39 ^{abcd}
% 1 S. A. + % 1,5 E.A.	2.08 ^a	1.95 ^a	1.82 ^a

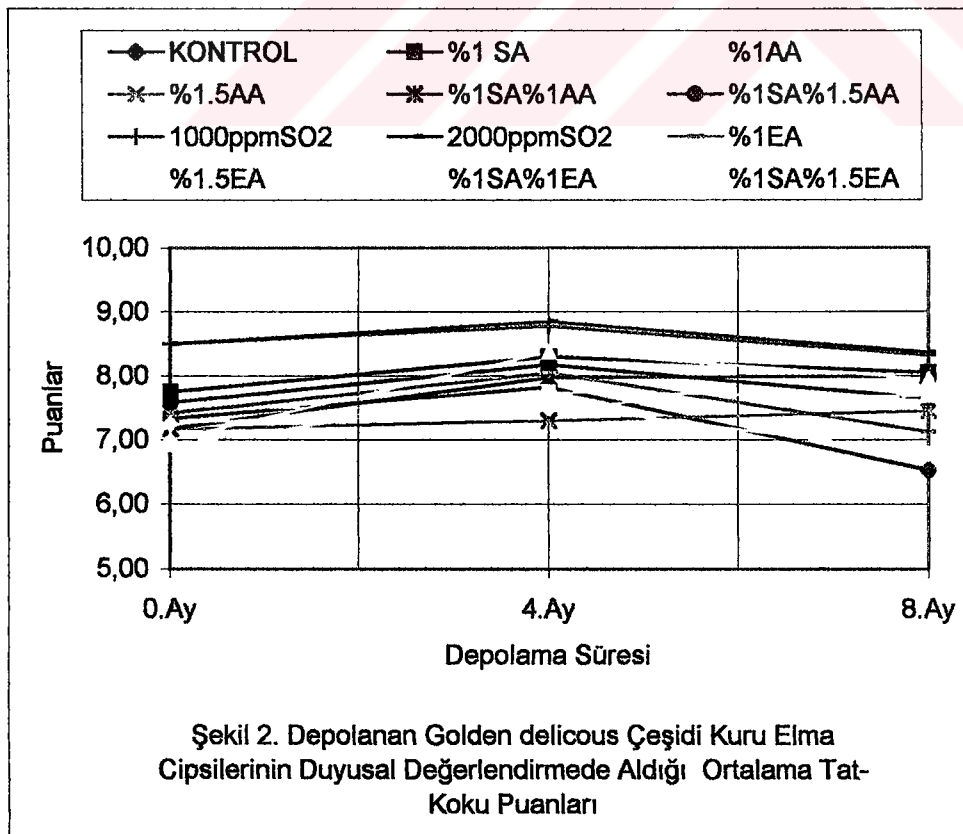
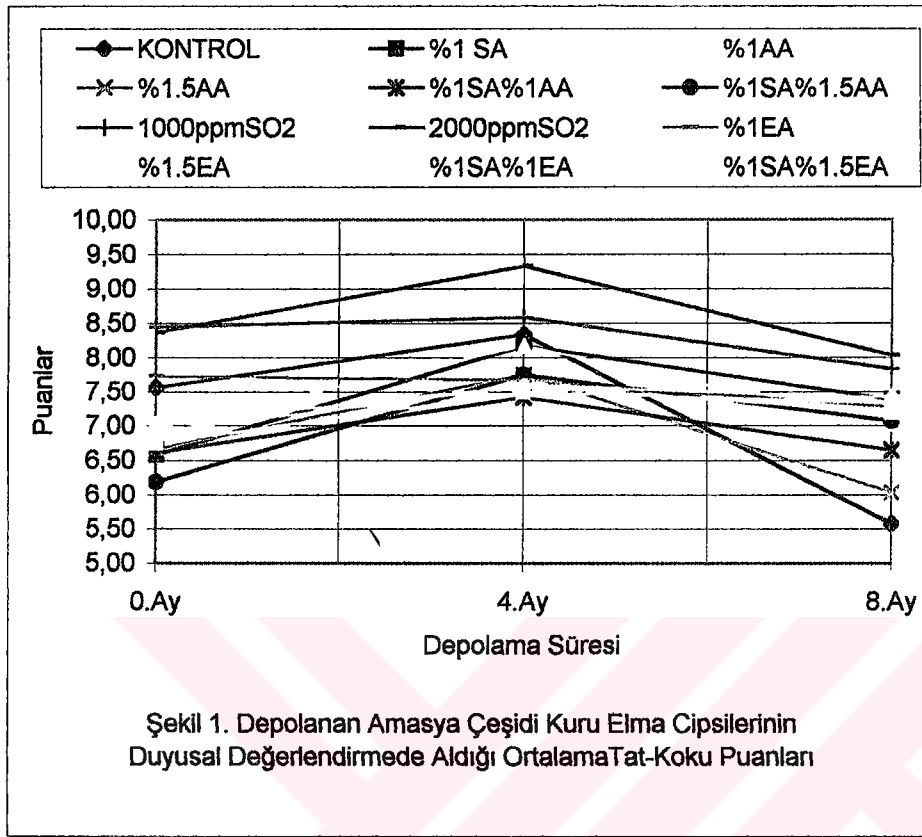
Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.01 güven sınırında önemsizdir.

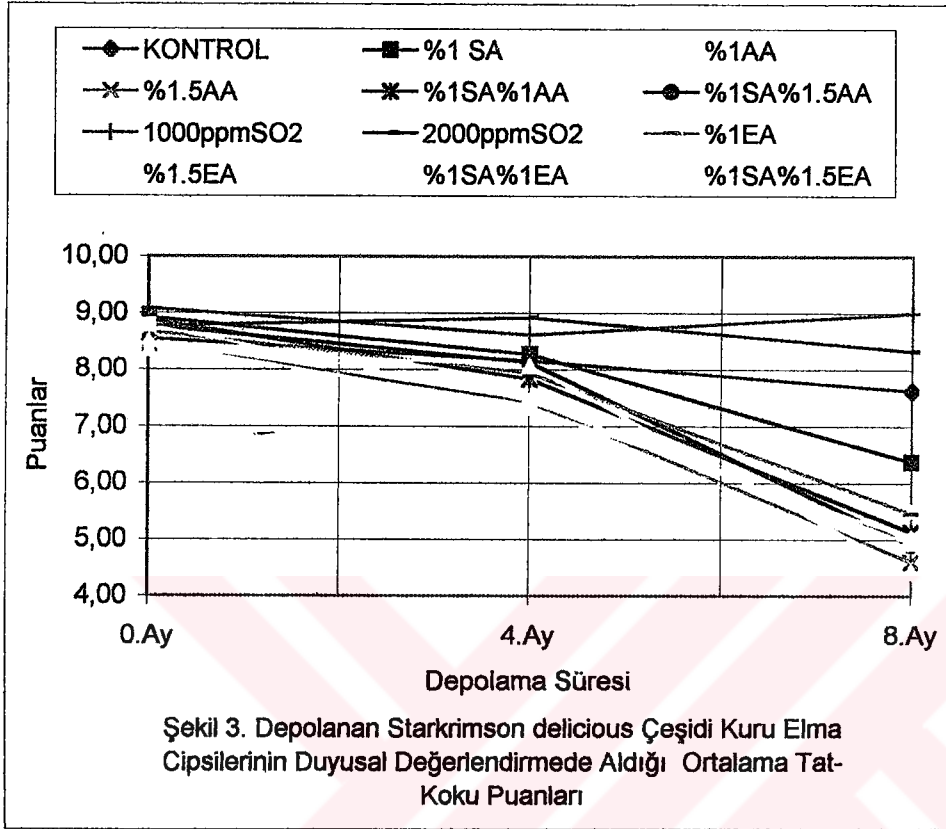












Y. YÜREKÖĞRETİM
TUTKUSANTA