

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAYISININ ÇÖZELTİ ORTAMINDA KÜKÜRTLENMESİ
SIRASINDA KÜKÜRT DÜZEYİNE BAĞLI OLARAK VİTAMİN
DEĞERLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Nazlı Gülüm MUTLU

(101118101)

**Anabilim Dalı: Kimya Mühendisliği
Programı: Temel İşlemler ve Termodinamik**

Danışman: Prof. Dr. Fethi KAMIŞLI

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 20 Mayıs 2013

MAYIS-2013

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAYISININ ÇÖZELTİ ORTAMINDA KÜKÜRTLENMESİ
SIRASINDA KÜKÜRT DÜZEYİNE BAĞLI OLARAK
VİTAMİN DEĞERLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ**

Nazlı Gülüm MUTLU

**Yüksek Lisans Tezi
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Fethi KAMIŞLI**

HAZİRAN-2013

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAYISININ ÇÖZELTİ ORTAMINDA KÜKÜRTLENMESİ SIRASINDA KÜKÜRT
DÜZEYİNE BAĞLI OLARAK VİTAMİN DEĞERLERİNDEKİ
DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

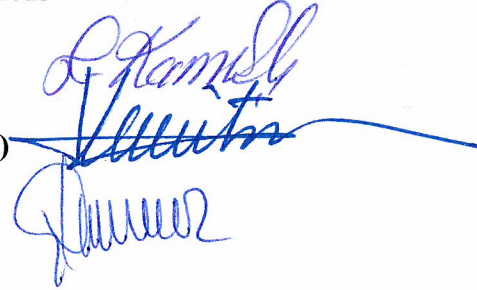
Yük. Müh. Nazlı Gülüm MUTLU

(101118101)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Mayıs 2013

Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Haziran 2013

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Fethi KAMIŞLI (F.Ü)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Gülbeyi DURSUN (F.Ü)
Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ (F.Ü)



HAZİRAN-2013

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın yapılması için gerekli ortamı sağlayan Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümüne, çalışmalarına maddi destek sağlayan Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince bana yol gösteren, her konuda ilgisini ve desteğini esirgemeyip yardımcı olan çok değerli danışmanım, Sayın Hocam Prof. Dr. Fethi KAMIŞLI' ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans çalışmam süresince bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, Sayın Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ (Fırat Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü) ve Doktora Öğrencisi Zehra Gökçe' ye en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Malatya Kayısı Araştırma İstasyonu çalışanlarından Yüksek Gıda Mühendisi Şule Şahin' e, Yüksek Ziraat Mühendisi Kadir Öztürk' e ve Mustafa KAPLAN 'a destek ve katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında yanımda olan ve her konuda desteklerini gördüğüm çok değerli anneme ve babama teşekkürü bir borç bilirim.

HPLC ve GC analizlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ ' a (Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü) teşekkür ederim.

Nazlı Gülüm MUTLU

ELAĞIĞ – 2013

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	i
ÖZET	ii
SUMMARY	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLOLAR LİSTESİ	xi
EKLER LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYISI	3
2.1. Kayısının Besin Değeri ve Kimyasal İçeriği.....	6
2.1.1. Kayısının İnsan Sağlığı Bakımından Önemi.....	8
2.2. Kayısının Tüketim Alanları.....	10
3. MEYVE VE SEBZELERİN BOZULMA NEDENLERİ VE MİKROBİYOLOJİSİ	11
3.1. Enzimatik Esmerleşme.....	11
3.1.1. Sıcaklığın Etkisi.....	13
3.1.2. pH' ın Etkisi.....	13
3.1.3. İnhibitörlerin Etkisi.....	13
3.2. Enzimatik Olmayan Esmerleşme.....	14
4. MEYVE VE SEBZELERİN DAYANDIRILMA YÖNTEMLERİ	17
4.1. Isı Uygulamasıyla Muhafaza.....	17
4.2. Dondurularak Muhafaza.....	17
4.3. Kurutularak Muhafaza.....	17
4.4. Asitlerle Muhafaza.....	18
4.5. Gaz Atmosferinde Muhafaza.....	18
4.6. Işınlarla Muhafaza.....	18
4.7. Koruyucu Maddelerle Muhafaza.....	18
4.7.1. Benzoik Asit.....	19
4.7.2. Sorbik Asit.....	19
4.7.3. Formik Asit.....	19

4.7.4. Salisilik Asit.....	19
4.7.5. Nisin.....	19
4.7.6. Borik Asit.....	20
4.7.7. O-Fenilfenol.....	20
4.7.8. Difenil.....	20
4.7.9. Kükürt Dioksit.....	20
4.7.9.1.Kükürt Dioksitin Sulu Çözeltisi.....	26
4.7.9.2.İyonlaşma Sabiti.....	27
4.7.9.3.Proteinlere Etkisi.....	28
4.7.9.4.Şekerlere Ve Karbonil Bileşiklere Etkisi.....	28
4.7.9.5.Kükürt Dioksitin Enzimatik Esmerleşmeye Etkisi.....	29
4.7.9.6.Gıdalarda Kükürt Dioksitin İnsan Sağlığı İle İlişkisi.....	29
5. KÜKÜRT DİOKSİT ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	32
5.1. Kolorimetrik Kükürt Analiz Yöntemleri.....	32
5.1.1. Baryum Sülfat-Türbidimetrik Metot.....	32
5.1.2. Baryum Kloranilat-Yer Değiştirme Metodu.....	32
5.1.3. Benzidin Metodu.....	32
5.1.4. Metilen Blue Metodu.....	33
5.1.5. Pararosanilin-Formaldehit Metodu.....	33
5.1.6. Demir 1,10-Fenantrolin Metodu.....	33
5.2. Kalıntının Yakılmasıyla Gravimetrik Metod.....	33
5.3. İyon Değiştirme Kromatografisi İle Sülfat Tayini.....	33
5.4. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresiyle İndirekt SO ₂ Tayini.....	34
5.5. İyodometrik Titrasyon Yöntemiyle SO ₂ Tayini.....	34
5.6. Monier William Yöntemiyle SO ₂ Tayini.....	34
6. KAYNAK ÖZETLERİ.....	36
7. MATERYAL METOD.....	45
7.1. Araştırma Materyali.....	45
7.2. Araştırmada Yer Alan Kayısı Çeşitlerinin Özellikleri.....	45
7.3. Kayıların Sodyum Disülfid İle Kükürtlenmesi.....	47
7.4. Kayıların Kurutulması.....	47
7.5. Kayıların Ölçüm Ve Analize Hazırlanması.....	48

7.5.1. Kükürt Analizi.....	49
7.5.2. Ph Ölçümü.....	51
7.6. Kayısı Örneklerinin Vitamin Ve Yağ Asidi Analizine Hazırlanması.....	51
7.6.1. Vitamin Analizi.....	51
7.6.2. Yağ Asidi Analizi.....	52
8. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	54
8.1. Kükürt Düzeyinin Kükürtleme Süresine Bağlılığı.....	54
8.2. Kurutma İşleminin Kükürt Konsantrasyonuna Etkisi	58
8.3. Kükürt Düzeyinin Kayısındaki Fitosterol ve Vitamin İçeriklerine Etkisi.....	62
8.4. Kükürt Düzeyinin Kayısındaki Yağ Asitleri Üzerine Etkisi.....	73
9. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	76
10. ÖNERİLER.....	78
11. ÖZGEÇMİŞ.....	79
KAYNAKLAR.....	80
EKLER.....	86

ÖZET

Malatya yöresine özgü kayısı meyvesinin piyasadaki yerinin korunması, kalite standartlarının yerine getirilmesi bakımından organik tarım ürünlerine olan talebin giderek arttığı günümüz koşullarında alternatif üretim şekillerine gidilmelidir. Bu amaçla çalışmamızda, çözelti ortamında kayısıların daha kısa sürede kükürtlmesi işleminin iyileştirilmesi ile büyük kapasiteli işletmelerde uygulanabilirliği hakkında bilgi elde etmek amaçlanmıştır.

Meyvedeki kükürt düzeyi çözelti ortamında daha rahat kontrol edilebildiğinden, çözelti ortamında kükürtleme işlemi tercih edilmiştir. Kayısıların çözelti ortamında kükürtlmesi ile eş zamanlı kayısıdaki kükürt düzeyinin bir fonksiyonu olarak vitamin değerlerindeki değişiminin belirlenmesi ile ilgili sınırlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır.

Bu çalışmada kayısıların kükürtlmesinde kullanılmak üzere sodyum metabisülfitten farklı konsantrasyonlarında sulu çözeltileri (% 5, % 15, % 20) hazırlandı. Çözelti konsantrasyonunun ve daldırma süreleri değiştirilerek numunelerin absorpladığı kükürt miktarı ölçüldü. Bu bağlamda farklı sodyum metabisülfite konsantrasyonlarında 15, 45, 60 ve 90 dakikalık daldırma sürelerinde kayısı numunelerinin absorpladığı kükürt miktarları ölçüldü. Kayısı numunelerinin kükürt içeriği daldırma süresiyle ve konsantrasyonla doğru orantılı olarak değiştiği gözlemlendi.

Mevcut çalışmada iki farklı cins kayısı türü kullanılarak, kayısı cinsinin kükürt absorplama üzerine etkisi araştırıldı. Hacıhaliloğlu ve kabaaşı kayısı cinsleri araştırmada kullanıldı. Aynı konsantrasyon ve aynı daldırma sürelerinde özellikle yüksek konsantrasyonlarda kabaaşı kayısı türünün daha fazla kükürt absorbe ettiği gözlemlendi.

Ayrıca kayısı numunelerinin kükürt içeriğine bağlı olarak çeşitli vitamin (K1, D2 ve E “ α tokoferol ve σ tokoferol”) ve yağ asitlerinin değerlerindeki değişimleri incelendi. Kayısı numunelerine bağlı olmaksızın numunelerin kükürt içeriği arttıkça vitamin değerlerinde düşme gözlemlendi. Dolayısıyla hem çözelti konsantrasyonu hem de daldırma süresi arttıkça vitamin değerlerinde düşme gözlemlendi.

Ayrıca kayısı numuneleri güneşte kurutulduktan sonra kükürt içerikleri ölçüldü. Kuruma esnasında su kaybına bağlı olarak numunelerin kükürt miktarlarında önemli ölçüde artış olduğu gözlemlendi.

Bu çalışmada elde edilen veriler; literatürdeki verilerle uyum içerisinde olduğu görölmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kayısı, Sodyum metabisülfıt çözelti konsantrasyonu, daldırma süresi, vitaminler

SUMMARY

APRICOT SULFUR LEVELS AS A FUNCTION OF SOLUTION ENVIRONMENT DURING SULFURIZATION DETERMINATION OF CHANGES IN VALUES OF VARIOUS VITAMINS

In order to maintain the value of apricot grown in the Malatya region in the market and meet quality standards, alternative production methods should be searched in today's conditions in which the demand for organic agriculture products increases progressively. With this purpose in this study the sulfurization method for apricots in dilute solution of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ was investigated to obtain data that can be used as a base to develop industrial sulfurization method better and in shorter time.

The dilute solution of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ was preferred to sulfurize apricots since the level of sulfur in the apricot samples can be controlled more easily in the dilute solutions. To our knowledge there are the limited numbers of research about variations of different vitamins in apricots as a function of sulfur contents.

In this study the dilute solution of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ at different concentrations namely 5 %, 15 % and 20 % were prepared and used to sulfurize apricot samples at the same ripeness. In order to determine effect of immersion time and concentration of the dilute solution of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, the absorbed sulfur by apricot samples was measured as functions of the concentrations of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ solutions and immersion times. In this context, the amounts of adsorbed sulfur by apricot samples were measured at the different immersion times namely 15, 45, 60 and 90 minutes at different concentrations of the dilute solution of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$. It was observed that the amounts of sulfur contents of the apricot samples varied proportionally with the immersion times and concentrations of the dilute solution of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$.

In order to determine the effect of apricot species namely hacihaliloğlu and kabaaşı on the sulfurization in the dilute solution of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, the apricots harvested from the two different species of apricot trees were used in this investigation. It was observed that the apricots picked up from kabaaşı apricot tree at especially at high concentrations of the dilute solution of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ absorbed more sulfur than that of hacihaliloğlu at the same immersion time and the same concentration.

In addition to, the variation of different vitamins (K1, D2 and E) and fatty acid values were examined as a function of sulfur content of the samples. It was observed that the amounts of vitamins decrease with increasing sulfur contents of the apricot samples without depending species of apricots. Therefore, it was determined that amounts of vitamins decrease with increasing concentrations of the dilute solution of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ and thus immersion times. Furthermore, the sulfur contents of apricot samples dried in open air were measured and it was observed that sulfur contents per mass of apricot samples increase with losing moisture contents of the apricot samples since weights of apricot samples substantially decrease with drying time.

The results obtained from the present study agree with the data obtained from the previous studies.

Key Words: Apricot, concentrations of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ solutions, immersion times, vitamins

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Dünya kayısı üretim yoğunluğu haritası.....	4
Şekil 3.1. Enzimatik esmerleşme reaksiyon şeması (Isaac ve diğ.,2006).....	12
Şekil 3.2. Glikoz ve Fruktoz şekerin kimyasal yapısı.....	14
Şekil 3.3. Maillard Reaksiyonu.....	15
Şekil 3.4. Maillard Reaksiyon Şeması.....	16
Şekil 4.1. Kükürt dioksitin etkisi ile proteinin kısımlarına ayrılma reaksiyonu.....	28
Şekil 4.2. Sülfüröz asit tuzların aldehitlere bağlanma reaksiyonu.....	28
Şekil 4.3. Kükürt dioksitin aldehite bağlanmasıyla hidroksi sülfonat oluşum reaksiyonu.....	29
Şekil 4.4. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyon şeması ve sülfitin koruyucu etkisi.....	29
Şekil 7.1. <i>Prunus armeniaca</i> L. cv. Hacihaliloğlu kayısı ağacının görünüşü.....	45
Şekil 7.2. <i>Prunus armeniaca</i> L. cv. Hacihaliloğlu kayısı meyvesinin görünüşü.....	46
Şekil 7.3. <i>Prunus armeniaca</i> L. cv. Kabaası kayısı ağacının görünüşü.....	46
Şekil 7.4. <i>Prunus armeniaca</i> L. cv. Kabaası kayısı meyvesinin görünüşü.....	47
Şekil 7.5. Distilasyon cihazı.....	51
Şekil 8.1. Yaş hacihaliloğlu kayısı çeşidinde izlenen kükürt miktarının çözeltiye daldırma süresine bağlılığı (Deney Şartları:% 5, % 15 ve % 20' lik SMBS, 15;45;60;90 dkdaldırma süresi.....	53
Şekil 8.2. Yaş Kabaası kayısı çeşidinde izlenen kükürt miktarının üç farklı derişimli çözeltilere daldırma süresine bağlılığı (Deney Şartları:% 5, % 15 ve % 20' lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi).....	56
Şekil 8.3. Yaş hacihaliloğlu- yaş kabaası kayısılarında izlenen kükürt miktarının (Deney Şartları:% 5'lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi) zamana bağlı olarak değişimi.....	56
Şekil 8.4. Yaş hacihaliloğlu- yaş kabaası kayısılarında izlenen kükürt miktarının (Deney Şartları:% 15'lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi) zaman bağlı olarak değişimi.....	57
Şekil 8.5. Yaş hacihaliloğlu- yaş kabaası kayısılarında izlenen kükürt miktarının zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk daldırma süresi).....	58
Şekil 8.6. Kuru hacihaliloğlu kayısı çeşidinde izlenen kükürt miktarının çözeltiye daldırma süresine bağlılığı (Deney Şartları:% 5, % 15 ve % 20' lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi).....	59
Şekil 8.7. Kuru Kabaası kayısı çeşidi tarafından absorbe edilen kükürt miktarının üç farklı derişimli çözeltilere daldırma süresine bağlılığı (Deney Şartları: % 5, % 15 ve % 20' lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi)	60

Şekil 8.8. Kuru hacihaliloğlu- kuru kabaaşı kayısıları tarafından absorbe edilen kükürt miktarının zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 5' lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk daldırma süresi).....	60
Şekil 8.9. Kuru hacihaliloğlu- kuru kabaaşı kayısıları tarafından absorbe edilen kükürt miktarının zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 15' lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk daldırma süresi).....	61
Şekil 8.10. Kuru hacihaliloğlu- kuru kabaaşı kayısılarında izlenen kükürt miktarının zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 20' lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk daldırma süresi).....	62
Şekil 8.11. Kükürtlenmiş hacihaliloğlu kayısı çeşidinde K1 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonuna ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 5, % 15 ve % 20' lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi).....	63
Şekil 8.12. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde ölçülen K1 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonuna ve zamana bağlı olarak değişimi.....	64
Şekil 8.13. Kükürtlenmiş hacihaliloğlu kayısı çeşidinde σ Tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi.....	65
Şekil 8.15. Kükürtlenmiş hacihaliloğlu kayısı çeşidinde D2 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi.....	67
Şekil 8.16. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde D2 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonuna ve zamana bağlı olarak değişimi.....	68
Şekil 8.17. D vitaminin kimyasal yapısı.....	68
Şekil 8.18. Kükürtlenmiş hacihaliloğlu kayısı çeşidinde α Tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi.....	69
Şekil 8.19. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde α Tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi.....	70
Şekil 8.20. E vitaminin kimyasal yapısı.....	70
Şekil 8.21. Fitosterollerin kimyasal yapısı	73

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1 Dünya kayısı üretimi-önemli kayısı üretici ülkeler (ton) (FAO, 2010).....	5
Tablo 2.2 100 g yaş ve kuru kayısının ana bileşenleri.....	6
Tablo 2.3 100 g yaş ve kuru kayısının mineral değerleri.....	7
Tablo 2.4 100 g yaş ve kuru kayısının vitamin değerleri.....	7
Tablo 2.5 100 g yaş ve kuru kayısının Aminoasit değerleri.....	8
Tablo 3.1 Enzimatik esmerleşmedeki inhibitörler.....	13
Tablo 4.1. SO ₂ ile korumada bazı yararlanılan kükürt tuzları ve bunların teorik verimleri.....	21
Tablo 4.2. Koruyucu amacıyla kullanılan kükürtlü bileşikler ve EEC kodları.....	21
Tablo 4.3. Bazı sebze ve meyve ürünlerinde bulunmasına izin verilen maksimum SO ₂ miktarları.....	23
Tablo 4.4. Farklı konsantrasyon ve farklı sıcaklıklarda H ₂ O ₂ çözeltisine daldırılan kuru kayıların SO ₂ içeriğindeki azalmalar.....	26
Tablo 4.5 1 Atm' de çeşitli sıcaklıklarda SO ₂ 'nin sudaki çözünürlüğü.....	27
Tablo 7.1. Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin örnek numaraları, çözeltiye daldırılma süresi, daldırıldıkları SMBS çözeltisinin derişimi.....	49
Tablo 7.2. Kabaaşı kayısı çeşidinin örnek numaraları, çözeltiye daldırılma süresi, daldırıldıkları SMBS çözeltisinin derişimi.....	49
Tablo 7.3. Kükürtleme ve titrasyonda kullanılan çözeltiler ve özellikleri.....	50
Tablo 7.4. Vitamin ve yağ asidi analizinde kullanılan çözeltiler ve özellikleri.....	53
Tablo 8.1. Yaş hacihaliloğlu kayısı çeşidinde absorplanan kükürt miktarı ve pH değeri.....	54
Tablo 8.2. Yaş kabaaşı kayısı çeşidinde absorplanan kükürt miktarı ve pH değeri.....	54
Tablo 8.3. Kuru hacihaliloğlu kayısı çeşidinde absorplanan kükürt miktarı ve pH değeri.....	59
Tablo 8.4. Kuru kabaaşı kayısı çeşidinde absorplanan kükürt miktarı ve pH değeri.....	59
Tablo 8.5. Kükürtlenmiş hacihaliloğlu kayısı çeşidinde ölçülen K1 vitamini miktarları (mg/kg).....	63
Tablo 8.6. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde ölçülen K1 vitamini miktarları (mg/kg).....	64

Tablo 8.7. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde izlenen σ Tokoferol miktarları (mg/kg).....	65
Tablo 8.8. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde izlenen σ Tokoferol miktarları (mg/kg).....	66
Tablo 8.9. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde ölçülen D2 vitamini miktarları (mg/kg).....	67
Tablo 8.10. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde izlenen D2 vitamini miktarları (mg/kg).....	68
Tablo 8.11. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde izlenen α Tokoferol miktarları (mg/kg).....	69
Tablo 8.12. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde izlenen α Tokoferol miktarları (mg/kg).....	70
Tablo 8.13. Kükürtlenmiş Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde saptanan ergosterol miktarları (mg/kg).....	71
Tablo 8.14. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde ölçülen ergosterol miktarları (mg/kg).....	71
Tablo 8.15. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde saptanan stigmasterol miktarları (mg/kg).....	72
Tablo 8.16. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde ölçülen stigmasterol miktarları (mg/kg).....	72
Tablo 8.17. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde ölçülen β -stosterol miktarları (mg/kg).....	73
Tablo 8.18. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde ölçülen β -sitosterol miktarları (mg/kg).....	73
Tablo 8.19. Kükürt konsantrasyonu ile daldırma süresine bağlı olarak yağ asidi miktarındaki değişim ($\mu\text{g/g}$).....	74

EKLERİN LİSTESİ

Sayfa No

Ek.1. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde α Tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 5'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen).....	84
Ek.2. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde α Tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 15'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)	84
Ek.3. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde α Tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen).....	84
Ek.4. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde D2 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 5'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen).....	85
Ek.5. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde D2 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 15'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen).....	85
Ek.6. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde D2 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen).....	85
Ek.7. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde σ tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 5'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen).....	86
Ek.8. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde σ tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 15'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen).....	86
Ek.9. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde σ tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen).....	86

Ek.10. Kükürtlenmiş Hacıhaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde K1 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen).....	87
Ek.11. Kükürtlenmiş Hacıhaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde K1 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 15'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen).....	87
Ek.12. Kükürtlenmiş Hacıhaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde K1 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen).....	87

KISALTMALAR

SMBS	:SODYUM METABİSÜLFİT
SÇKM	:SUDA ÇÖZÜNEBİLİR KURU MADDE
HPLC	:YÜKSEK BASINÇLI SIVI KROMATOĞRAFİSİ
AAS	:ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROSKOPİSİ
GC	:GAZ KROMOTOGRAFİSİ
lt	:LİTRE
ml	:MİLİLİTRE
IU	:ULUSLARARASI ÜNİTE
gr	:GRAM
TSE	:TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ
FAO	:DÜNYA TARIM ÖRGÜTÜ
µg	:MİKROGRAM
nm	:NANOMETRE

1.GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada üretilen yaş kayısıların büyük bölümü sofralık olarak tüketilmektedir. Ülkemizden İhraç edilen kayısılar ise kükürtleme ve kurutma işlemlerinden geçirildikten sonra tüketiciye sunulmaktadır. Kuru kayısı serbest ihracat kapsamında olup ihracatı zorunlu standartlara tabi ürünlerimiz arasındadır. Kuru kayısıda standartı belirleyen iki kalite özelliği vardır. Bunlar; SO₂ kalıntı miktarı ve nem oranıdır. TSE 485/29 Aralık 1992 kuru kayısı standardına göre “kükürtlenmiş kuru kayısındaki kükürt dioksit azami oranı % 0.25 olarak verilen kuru kayısıların bu orandan fazla kükürt dioksit ihtiva etmeleri halinde alıcı isteğinin belgelendirilmesi kaydıyla ihracatı mümkündür” ifadesi yer almaktadır.

Pazara sunulacak kayısılar, kükürtleme ve kurutma işlemlerinden geçirilir. Kurutma işlemi ile, yapıdaki suyun uzaklaşmasıyla su aktivitesi azalmakta mikrobiyal bozulmaları önlemek ve depolama stabilitesinin azaltılması amaçlanmaktadır. Kükürtleme işlemi ile de kayısıların kuruma süresi kısalmakta, doğal rengi korunmakta mikrobiyal bozulmaların önüne geçilebilmektedir. Kayısılar gerek kurutma işlemi sırasında gerekse depolama sırasında enzimatik ve enzimatik olmayan bozulmalara uğrar. Enzimatik olmayan esmerleşme genel olarak gıdada oluşan bir dizi reaksiyon sonucunda karbonil ara ürünlerin oluşması ve daha sonra bu ürünlerin polimerize olarak istenmeyen kahverengi pigmentleri kapsayan bir süreçtir. Sülfite, indirgen şekerlerle ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları sırasında oluşan karbonil ara ürünleriyle ve genellikle geri dönüşlü olarak reaksiyona girmek suretiyle bunların melanoidinleri oluşturmasını önlemektedir. Bu işlemler sonucunda tüketici açısından tercih edilen, uzun raf ömrüne sahip bir ürün elde edilmiş olmaktadır.

Kayısının piyasadaki yerinin korunması, kalite standartlarının yerine getirilmesi, ürün çeşitlendirilmesi bakımından organik tarım ürünlerine olan talebin giderek arttığı günümüz koşullarında alternatif üretim şekillerine gidilmelidir. Bu amaçla çalışmamızda, çözelti ortamında kayısıların daha kısa sürede kükürtlenmesi işleminin iyileştirilmesi ile büyük üretim kapasiteli işletmelerde uygulanabilirliği hakkında bilgi elde etmek amaçlanmaktadır. Bu çalışmada meyvedeki kükürt düzeyi çözelti ortamında daha rahat kontrol edilebildiğinden, çözelti ortamında kükürtleme işlemi tercih edilmiştir. Ayrıca

kükürtleme işlemine bağlı olarak meyvedeki vitamin ve yağ asidi değişimleri de bu çalışmada incelenmiştir.

Literatürde kayısıların çözelti ortamında kükürtlenmesi ile eş zamanlı kayısındaki kükürt düzeyinin bir fonksiyonu olarak vitamin değerlerindeki değişiminin belirlenmesi ile ilgili sınırlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır. Bu nedenle literatürdeki bu boşluğu gidermek üzere, bu çalışmanın literatüre katkı, kayısı üreticileri ve ihracatçılarının yaşadığı sorunlara yönelik çözüm önerisi olacağı düşünülmektedir.

2.KAYISI

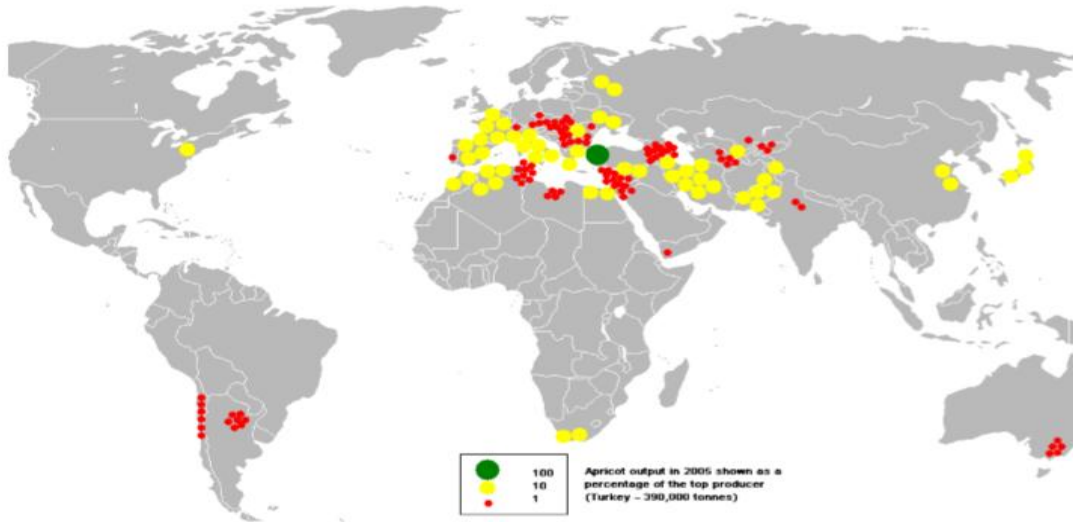
Kayısı dünyanın birçok yerinde yetiştirilebilen önemli meyve türlerinden birisidir. Botanik adı olan *Prunus armeniaca* L. (*Armeniaca vulgaris* Lam.)’a bakılarak başlangıçta anavatanının Ermenistan olduğu zannedilmiş ise de yapılan araştırmalar, bu meyve türünün yayılma alanının Türkistan’dan Batı Çin’e kadar uzandığını ortaya koymuştur. Kayısı, bu bölgeden İran, Kafkasya yoluyla ilk olarak Anadolu’ya, oradan Yunanistan’a ve daha sonraları da takriben İsa’nın doğum yılları sırasında, Romalılar devrinde İtalya’ya götürülmüş Avrupa ülkelerine buradan yayılmıştır. Amerika’ya ise 1700 yıllarında götürülmüştür. Kayısı memleketimizin yerli bitkilerinden olup, eriklerle karıştırılarak buna “sarierik” veya erik adı verilmiştir. Kayısıya Erzincan’da “erik”, Maraş’ta ise “sarı erik” denilmektedir (Özbek, 1978).

Kayısı dünya üzerinde Asya’ da İran, Afganistan ve Türkistan’da, Avrupa’da özellikle Akdeniz kıyılarında, Afrika ve Avustralya’da, Güney Amerika’da, Arjantin ve Şili’de, Amerika Birleşik Devletleri’nde ve burada da özellikle Kaliforniya’da geniş ölçüde yetiştirilmektedir. Ülkemizde kayısı başta Malatya olmak üzere, Elâzığ, Erzincan, Sivas, Kars, Iğdır illeri ile Ege, Akdeniz, İç Anadolu ve Marmara bölgelerinde üretilmektedir. Üretilen kayısının % 50-60’ı kurutulduktan sonra ihraç edilmekte geri kalanı büyük oranda sofralık olarak bir kısmı da meyve suyu sanayisinde kullanılmaktadır. Malatya ilimizin Türkiye’nin en önemli kayısı üretim merkezi olması itibariyle, kuru kayısı ihracatımızda özel bir önemi bulunmaktadır. Türkiye yaş kayısı üretiminin yaklaşık % 50’sinden fazlasını sağlayan bu ilimizde üretim yoğun olarak kuru kayısıcılığa yönelik olup, üretilen kayısının önemli bir bölümü (% 90) kurutulmakta ve kurutulan kayısının yaklaşık % 90-95’i ihraç edilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, gerek ağaç sayısı gerekse yaş ve kuru kayısı üretim miktarları ile Malatya ilimiz sadece ülkemizin değil bütün dünyanın kayısı üretim merkezi konumunda bulunmaktadır (Anonim, 1996). Malatya’nın önemli kurutmalık kayısı çeşitleri Hacıhaliloğlu ve Kabaası olup, kayısının % 73’ünü Hacıhaliloğlu, % 17’sini ise Kabaası oluşturmaktadır (Asma, 2000).

Malatya, kayısı yetiştiriciliği için uygun ekolojik koşullara sahiptir. Deniz seviyesinden 950 m yükseklikte olan bu ilde, ortalama yıllık yağış miktarı 382.613 mm’dir. Ortalama sıcaklık 13.7 °C olup, minimum ortalama sıcaklık 8 °C, maksimum ortalama sıcaklık 18.5 °C’ dir. Bazı yıllar, Nisan ayının ikinci yarısında sıcaklık -7 °C’ ye kadar düşmektedir. Bu

durum, ilkbahar geç don zararına ve ürün kaybına neden olmaktadır. Kayısının kalite üstünlüğü renk, tat, yapı ve nem içeriği gibi özelliklerden kaynaklanmaktadır. Kurutmalık çeşitlerin en önemli özelliği ise suda çözünür kuru madde miktarının yüksek olmasıdır ve bu değer % 24-28 sınırlarında değişmektedir. Sofralık çeşitlerde ise bu değerler daha düşük düzeylerde (Gülcan ve diğ., 2001).

Türkiye, dünya yaş ve kuru kayısı üretiminde birinci sırada yer almaktadır. Ülkemiz, 2003 yılı itibarıyla, 227 bin tonluk yaş kayısı üretimi ve yaklaşık 50 bin tonluk kuru kayısı üretimi ile dünya sıralamasında ilk sıradadır. Kuru kayısı, kuru meyve ihracatımızda, kuru üzümünden sonra ikinci sırada yer alan en önemli geleneksel ihraç ürünlerimizden birisidir. Ülkemiz, gerek kayısı çeşitlerinin kalitesi, gerekse sahip olduğu ekolojik üstünlükler nedeniyle rakip ülkelere kıyasla doğal bir rekabet avantajına sahiptir. Kuru kayısı ihracatçı firmalarımız, 2003 yılında, 97 ülkeye 72.8 bin tonluk ihracat gerçekleştirmiş ve ülkemize 152 milyon dolarlık bir döviz girdisi sağlamışlardır. Bu rakamlar, bir önceki yıla göre, miktar bazında yaklaşık % 4.9'luk bir artışı ifade ederken, değer bazında ise % 26.4'lük bir artışı işaret etmektedir. Tablo 2.1'de Dünya kayısı üretimi ve önemli kayısı üreticileri görülmektedir (Dış Tic. İstatistikleri). Dünya çapında, Türkiye kayısı üretimi ve ihracatı bakımından ilk sırada yer almaktadır. Şekil 2.1'de Dünya Kayısı üretim yoğunluğu haritasından yeşil ile gösterilen bölge Türkiye'yi temsil etmektedir.



Şekil 2.1. Dünya kayısı üretim yoğunluğu haritası

Tablo 2.1. Dünya kayısı üretimi-önemli kayısı üretici ülkeler (ton) (FAO, 2010)

Ülkeler	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Türkiye	378.000	579.000	517.000	352.000	499.000	350.000	860.000	460.182	557.572	716.415
Pakistan	120.500	125.889	124.675	129.700	210.882	214.800	197.239	177.266	240.192	325.779
İran	240.715	262.432	282.890	284.000	285.000	166.373	275.578	280.000	280.000	280.000
Özbekistan	27.500	68.000	85.000	97.000	82.000	162.000	170.000	235.637	230.000	265.000
İtalya	212.168	201.372	187.700	200.110	108.320	213.425	232.882	221.994	214.573	205.493
Cezayir	74.140	56.354	67.724	73.733	106.469	87.991	145.097	167.017	116.438	145.000
Fas	106.400	119.600	104.300	86.200	97.950	85.000	103.600	129.440	105.234	113.216
Suriye	62.914	78.873	66.023	100.902	104.900	75.700	65.513	98.538	112.738	112.738
Mısır	43.042	62.613	71.191	103.070	70.424	72.523	73.000	100.799	101.139	106.165
Fransa	180.880	138.944	103.164	169.418	123.814	166.136	176.950	179.812	126.409	94.526
Ukrayna	57.200	102.100	43.711	68.500	110.500	99.300	94.200	28.000	55.600	88.900
İspanya	148.924	142.498	134.767	127.549	143.840	121.486	137.167	156.872	187.700	87.700
Çin	75.376	88.317	83.956	72.218	81.874	96.509	90.937	83.001	75.834	77.812
Yunanistan	92.336	83.634	70.771	70.272	59.854	89.538	84.135	71.748	79.188	77.400
ABD	82.100	79.650	74.840	81.647	88.541	91.716	74.070	40.530	80.070	74.040
Afganistan	37.500	37.500	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	40.000	40.000	25.000
Diğer	725.537	694.562	624.610	607.978	676.525	739.681	688.497	713.663	661.508	678.526
Dünya toplamı	2.665.232	2.921.338	2.680.322	2.662.297	2.887.893	2.870.178	3.506.865	3.184.499	3.164.195	3.473.710

Türkiye'nin kuru kayısı ihracatı 2002/2003 yılları karşılaştırmasına göre % 30.3 artmış ve toplam 152 milyon dolarlık bir hacimce ulaşmıştır. Dünya kuru kayısı üretimi son 15 yılda hiç değişmediği düşünüldüğünde Türkiye'nin bu sonuçlara göre kayısı pazarında git gide daha büyük bir pazara sahip olduğu söylenebilir. Bu özelliklerinden dolayı kayısı Malatya ve Türkiye için önemli bir değerdir. Dünya kuru kayısı ticaretinde en önemli pazarlar ABD, İngiltere, Fransa, Almanya ve Rusya Federasyonu olmuştur. Bu beş ülke dünya ithalatının % 53'ünü gerçekleştirmişlerdir. Malatya ilinde meyve verebilen kayısı ağaç sayısı 683 bin olduğu ve meyve verme yaşına gelmemiş ağaç sayısı 635 bin olduğu

düşünüldüğünde ileride Malatya’ da yapılacak kayısı üretimi daha da artacaktır (Yakar ve diğ., 2004).

2.1. Kayısının Besin Değeri ve Kimyasal İçeriği

Kayısı insan sağlığı bakımından önemli bir işleve sahiptir. Yaş ve kuru kayısı yüksek düzeyde A vitamini, şeker, diyet lifi, potasyum, kalsiyum ve fosfor içermektedir. (Tablo 2.2, Tablo 2.3, Tablo 2.4, Tablo 2.5). Kuru meyveler içerisindeki en yüksek A vitaminine sahip meyve kayısıdır. 100 g kuru kayısıda yaklaşık 10000-12000 IU A vitamini bulunur (Yücecan 1994, Pala ve diğ. 1994).

Yaş meyvede çağla döneminde yüksek olan C vitamini (10 mg/100 g) meyvenin olgunlaşması ile birlikte azalmaktadır (1 mg/100 g).

Tablo 2.2. 100 g yaş ve kuru kayısının ana bileşenleri

Bileşenler	Birim	Yaş	Kuru
Su	g	86.4	30.9
Enerji	kcal	48	241
Enerji	kj	201	1009
Protein	g	1.4	3.4
Toplam yağ	g	0.4	0.5
Kül	g	0.8	2.6
Karbonhidrat	g	11.1	62.6
Diyet lifi	g	2.0	7.3
Toplam şeker	g	9.24	53.4
Sakkaroz	g	5.9	7.9
Glikoz	g	2.4	33.1
Fruktoz	g	0.9	12.5
Nişasta	g		0.4

Tablo 2.3. 100 g yaş ve kuru kayısının mineral değerleri

Bileşenler	Birim	Yaş	Kuru
Kalsiyum	mg	13	55
Demir	mg	0.4	2.7
Magnezyum	mg	10	32
Fosfor	mg	23	71
Potasyum	mg	259	1162
Sodyum	mg	1	10
Çinko	mg	0.2	0.4
Bakır	mg	0.08	0.3
Manganez	mg	0.08	0.2
Selenyum	mcg	0.1	2.2

Tablo 2.4. 100 g yaş ve kuru kayısının vitamin değerleri

Bileşenler	Birim	Yaş	Kuru
Vitamin C	mg	10	1.0
Tiamin	mg	0.03	0.02
Riboflavin	mg	0.04	0.07
Niasin	mg	0.6	2.6
Pentotenik Asit	mg	0.2	0.5
Vitamin B6	mg	0.05	0.1
Toplam Folat	mcg	9	10
Choline	mg	2.8	13.9
Betain	mg		0.3
B-karoten	mcg	1094	2163
Vitamin A	IU	1926	3604
Vitamin E	mg	0.9	4.3
Vitamin K	mcg	3.3	3.1

Tablo 2.5. 100 g yaş ve kuru kayısının Aminoasit değerleri

Bileşenler	Birim	Yaş	Kuru
Triptofan	g	0.015	0.016
Treonin	g	0.047	0.73
İzolösin	g	0.041	0.063
Lösin	g	0.077	0.105
Lizin	g	0.097	0.083
Metiyonin	g	0.006	0.015
Sistein	g	0.003	0.019
Fenilalenin	g	0.052	0.062
Trozin	g	0.029	0.039
Valin	g	0.047	0.078
Arjinin	g	0.045	0.066
Hisdinin	g	0.027	0.047
Alanin	g	0.068	0.110
Aspartik asit	g	0.314	0.937
Glutamikasit	g	0.157	0.188
Glisin	g	0.040	0.070
Prolin	g	0.101	0.821
Serin	g	0.083	0.087

2.1.1 Kayısının İnsan Sağlığı Bakımından Önemi

Organizmanın normal büyümesi ve yaşaması için karbonhidratlar, proteinler, yağlar, vitaminler ve mineraller gibi birçok besin öğelerine gereksinim duyar. Bitkiler ve çeşitli meyveler türlerine göre değişik konsantrasyonda olmak üzere A vitamini ile bazı mineraller için iyi bir kaynağırlar.

Kayısı, A vitamini (β karoten) bol miktarda içerdığından kalp rahatsızlıklarını engellemekte, göz sağlığına iyi gelmekte, setresi azaltmaktadır. Beynin düzenli çalışmasında, dişlerin daha sağlam ve kuvvetli olmasında, karaciğerin tahrip olan kısımların tamirinde, kemik ve dişlerin düzgün, sağlam ve kuvvetli olmasında, üreme sistemi üzerinde olumlu etkide bulunmaktadır. Böbrek taş oluşumunu azaltmakta, kanser, mide ve on iki parmak bağırsağı ülseri oluşumunun engellenmesinde, oluşan ülserin tedavisinde olumlu rol oynamaktadır (Anonim). A vitamini, vücudu ve organları saran

epitel doku ve gözün sağlığı, kemiklerin ve dişlerin gelişimi ve sağlığı endokrin bezlerinin çalışması için elzemdir. Bu görevlerinden dolayı da üremede ve büyümede enfeksiyonlara karşı direncin sağlanmasında ve görmeye büyük etkinliği olan bir vitamindir. A vitamini kanser etiolojisinde de önemli rol oynamakta olup, organizmanın ve sağlıklı hücrelerin direncini arttırarak kanser hastalıklarına karşı koruyuculuk görevi yaptığı birçok araştırmalarla gösterilmiştir.

Ayrıca göz sağlığı, kemik, diş gelişmesi, endokrin bezlerinin çalışması, böbrek hastalıkları, hepatit, siroz, kabızlık, şişmanlık, üreme ve büyüme, enfeksiyonlara karşı bağırsağın düzenli çalışmasında etkilidir (Anonymous, 1983).

Meyveler ve meyve suları günlük enerji ve protein gereksinmesine çok az katkıda bulunurlar. Yapılarının büyük bir kısmı sudan oluşur. Buna karşın mineraller ve vitaminler yönünden zengindirler. Yalnız içerdikleri vitamin çeşidi ve miktarı bakımından farklılık gösterirler. Genellikle turuncgillerden şeftali, çilek gibi meyve ve meyvelerin suları C vitamini, kayısı gibi meyveler ve meyvelerin suları ise A vitamini için iyi bir kaynaktır (Yücecan, 1994).

Kayısıda yüksek miktarda potasyum ve düşük sodyum oranı olması sebebi ile kan basıncının düzenlenmesi, yüksek tansiyonun kontrolünde önemlidir. Potasyumun bir diğer özeliği ise sinir sisteminin normal gelişmesi, kalp atışlarının düzenli olması vücudun elektrolit dengesi beyin hücrelerinin sağlığı ve kas dokusu için gerekli olduğu söylenmiştir. Ayrıca kayısı kan şekerini regüle edici bir özellik taşır. Vücudun toksik maddelerden korunmasına yardımcı olur. Vücudun direncini arttırarak çeşitli hastalıklara karşı koruyuculuk görevi yapmaktadır (Açkurt, 1998). Bu koruyucu aktivite sigara ve alkol kullananlarda daha da güçlü olmaktadır. Etkisini, özellikle akciğer, ağız, kolon, deri, göğüs ve rahim tümörleri üzerinde göstermektedir. 200-250 gram kayısı diyeti yeterli oranda yağ içeriyorsa günlük A vitamini tüketim standardının 1/3'ünü karşılayabilir. Ayrıca kayısının sodyumca fakir potasyumca zengin oluşu bazı özel diyetlerin düzenlenmesinde yardımcı olabilir. Kayısı, sodyumu kısıtlanmış diyetlerde, örneğin konjestif kalp yetmezliğinde, böbrek hastalıklarında, asit toplanması gösteren hepatit sirozda, hamilelik toksemisinde ve uzun süre kortikosteroit tedavi gören kişilerde kolaylıkla kullanılabilir. Bunun yanında böbrek bozukluğunda, diyabetik asidoziz, yanıklar, diüretikler ve steroit gibi ilaçlarla tedavi sırasında görülen potasyum yetersizliği durumlarında ise diyetle potasyumca zengin olan kayısı arttırılabilir (Anonymous, 1983).

A vitaminince zengin kuru kayısının yaşlanmayı geciktirici, kan yapıcı bir besin olduğu, güzel bir cilt ve saça olumlu etki yaptığı bildirilmektedir.

2.2. Kayısının Tüketim Alanları

Dünyada üretilen kayısının önemli bölümü sofralık olarak tüketilmektedir. Ancak kayısıda hasat döneminin kısa olması ve yaş kayısının çabuk bozulması nedeniyle bu meyve daha çok kurutularak veya işlenerek değerlendirilmektedir. Bu nedenle dünya yaş kayısı üretiminin yaklaşık % 20-25'lik kısmı kurutulmaktadır.

Kayısı meyvesinden çok değişik işlenmiş ürünler elde edilebilmektedir. İşlenmiş kayısı ürünleri arasında kayısı konservesi, kayısı pulpu, kayısı nektarı, kayısılu içecekler, kayısı reçeli, marmeladı, jölesi, kreması, şekerlemesi, pastası, bar ve gofreti, kayısı turşusu ve ekstrüzyon teknolojisi ile üretilen jips, püre ve pellet gibi kayısı ürünleri sayılabilir (Yıldız, 1994).

Kayısı çekirdeklerinin tatlı olanı çerez olarak tüketilmekte, acı olanlar ise kozmetik ve ilaç sanayiinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Ayrıca kayısı çekirdeğinin tohum ve kabuğundan yağ, benzaldehit (aroma esansı), furfural, aktif karbon, amigdalın ve hidrosiyanig asit elde edilmektedir. Doymamış yağ asitleri ve cildi yenileyici E vitamini bakımından son derece zengin olan kayısı tohum yağı vücut kremi ve diğer kozmetik ürünlerin vazgeçilmez hammaddesidir (Asma ve Mısırlı 2007; Kutlu ve diğ. 2009; Durmaz ve diğ. 2010).

3. MEYVE VE SEBZELERİN BOZULMA NEDENLERİ VE MİKROBİYOLOJİSİ

Gıdalar genelde; mikroorganizmalar, enzimler, böcek, parazit ve benzer zararlılar, sıcaklık, nemli veya kuru koşullar, hava oksijeni ve ışık gibi birbiriyle ilişkili veya ilişkisiz değişik faktörlerin etkisiyle bozulmaya uğramaktadır. Gıda muhafaza yöntemleriyle bu bozulma etmenleri ortadan kaldırılmaya çalışılır.

Gıdaların dayandırılmasında uygulanan bütün yöntemlerin amacı mikrobiyolojik ve enzimatik değişimleri önlemek veya sınırlandırmaktır. Gıdaların bozulmaları çoğunlukla “mikrobiyolojik bozulma” ve “mikrobiyolojik olmayan bozulma” olarak iki ana grupta toplanır. Mikrobiyolojik olmayan bozulmalar da “enzimatik bozulmalar” ve “enzimatik olmayan bozulmalar” olarak iki alt gruba ayrılır.

1. Aldehit ve ketonlar, bu arada indirgen şekerlerin amino asitlerin, peptidler ve proteinler gibi aminoasit bileşikleri ile reaksiyonu; buna “Maillard” reaksiyonu veya melanoid kondenzasyonu reaksiyonu denir. Bu reaksiyon oksijen gerektirmez.
2. İndirgen şekerler ve asitleri gibi polihidroksi karbonil bileşiklerinin yüksek sıcaklığa ısıtılmasıyla meydana gelen karamelleşme; buda oksijen varlığına bağlı değildir.
3. Polifenollerin di veya polikarbonil bileşiklerine oksidatif değişmesi ve askorbik asidin mümkün oksidasyonu. Bu tür reaksiyon kısmen veya tamamen enzimatik olabilir.

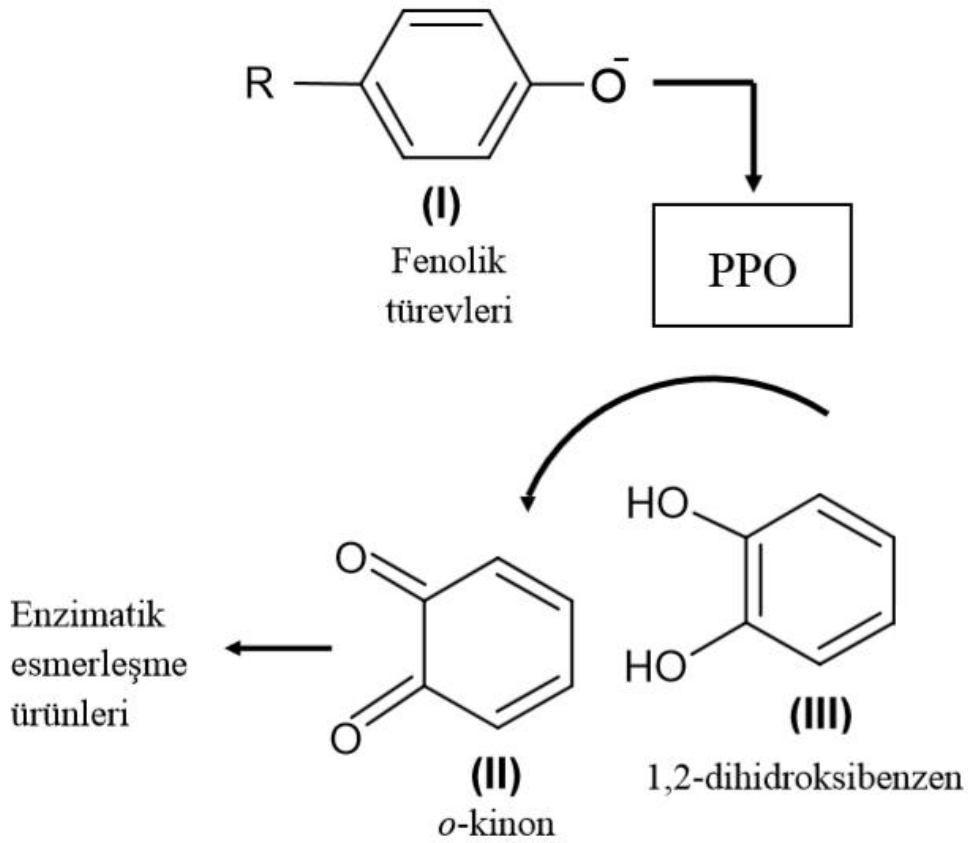
Reaksiyon nasıl olursa olsun sonuçta oluşan pigmentler, melaminler veya melenoidler teşekkül eder ve bunlar doymamış polimerlerdir.

3.1. Enzimatik Esmerleşmeler

Meyve ve sebzelerde genellikle çok az miktarda bulunan fakat bunların işlenmesinde değişik sorunlara neden olabilen önemli maddeler grubundan birisi fenolik maddelerdir. Fenolik maddelerin bir kısmı bu ürünlerin lezzetleri üzerine etkilidir. Diğer taraftan fenolik maddelerin bir kısmı renkli olduklarından, meyve ve sebzelerin renkleri üzerine etkilidir. Birçok fenolik madde fenoloksidaz enzimleriyle enzimatik renk esmerleşmelerine neden olan önemli bir madde grubudur. Enzimler bitkisel ve hayvansal dokuların birleşiminde yer alan, iz miktarda bulunan, fakat çok önemli rollerde olan organik katalizörlerdir.

Meyve ve sebzelerde, çarpma, kesme, kabuk soyma, dilimleme vb. gibi mekanik zedelenmelerle bazı renk değişimleri ortaya çıkmaktadır. Pembeden mavimsi-siyah' a kadar olan farklı tondaki bu renk değişimlerine “esmerleşme” denir. Örneğin parçalanmış elmaların esmerleşmesi, hücre öz suyundaki bazı maddelerin hava oksijeninin etkisiyle, oksidasyonunun bir sonucudur. Bu oksidasyon bazı enzimler tarafından katalize edilmektedir.

Enzimatik esmerleşme reaksiyonlarında fenolik maddeler ve spesifik oksidasyon enzimleri rol oynamaktadır. Buna göre en basit bir fenolik madde olan O-dihidroksifenol, O-kinona dönüşmektedir. Şekil 3.1’de Enzimatik esmerleşme reaksiyon şeması verilmiştir.



Şekil 3.1. Enzimatik esmerleşme reaksiyon şeması (Isaac ve diğ., 2006)

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

ve askorbik asit parçalanmaktadır. Ortamda askorbik asit kalmayınca esmerleşme reaksiyonuna engel kalmamaktadır. Askorbik asit enzimatik esmerleşme reaksiyonunda önemli rolü olan ortamdaki oksijeni de indirgeyerek, esmerleşme reaksiyonlarını ikinci bir yol olarak ihibe etme özelliğine sahiptir.

Enzim aktivitesine etki eden tüm faktörler enzimatik esmerleşme üzerinde de belli bir etkiye sahiptir. Bu faktörler Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Enzimatik esmerleşmedeki inhibitörler

Kategori	İnhibitörlere Örnek	Çalışma Şekli
İndirgeyici ajanlar	Sülfitle ajanlar	Oksijenin uzaklaştırılması
	askorbik asit ve analogları sistein, glutatyon	
Şelat oluşturan ajanlar	fosfotaz	Metallerin uzaklaştırılması (çoğu PPO enzimleri metal atomları içerir)
	EDTA organik asitler	
Asitlendiriciler	Sitrik asit	pH' yı düşürür
	fosforik asit	
Enzim inhibitörleri	Aromatik karboksilik asitler	Enzimle reaksiyona girerler
	peptitler substituted resorcinols	

3.1.1. Sıcaklığın Etkisi

Bütün enzimlerin ortak özelliklerinden birisi sıcaklığa karşı aşırı duyarlı olmalarıdır. Enzimler genellikle 75 °C’ nin üzerindeki sıcaklıklarda kısa sürede inaktif hale gelirler. Enzimlerin ısı etkisiyle inaktif olmaları yapılarındaki azotlu maddelerin denatürasyonuna dayanmaktadır.

3.1.2. pH' ın Etkisi

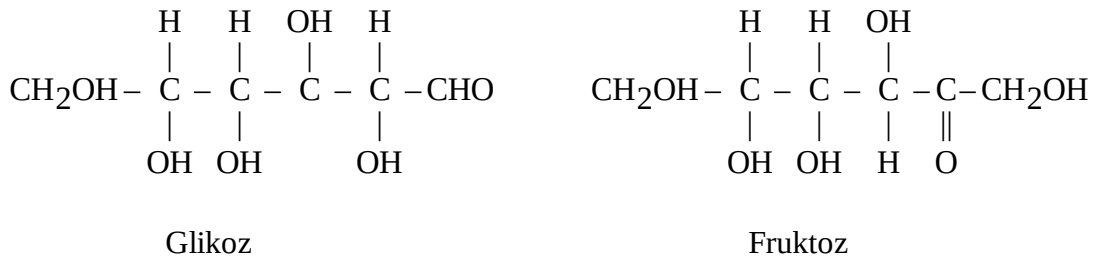
Enzimatik esmerleşmeler ortamın pH değerinin 4.5'in üzerine çıkması ile hızla artar ve 5-7 dolaylarında maksimum hale erişir. Bu bakımdan meyve ve sebzelerin enzimatik esmerleşmelerini önlemek amacıyla bazen haşlama ve yıkama suyuna % 0.1 düzeyinde sitrik asit katılmaktadır.

3.1.3. İnhibitörlerin Etkisi

Genel olarak askorbik asit, sitrik asit, sistin, sistein, glutatyon, sülfüröz asit ve tuzları hidroklorik asit, mutfak tuzu, sodyum sülfid, sodyumtiyosülfat, tiyoamidler, hidrokinon, difenilamin, p-amino fenol, resorsialdehit, aromatik o-hidroksioksim, tiyo-semikarbazit gibi bileşiklerin enzimatik esmerleşmeleri önleme etkileri bulunmaktadır.

3.2. Enzimatik Olmayan Esmerleşmeler

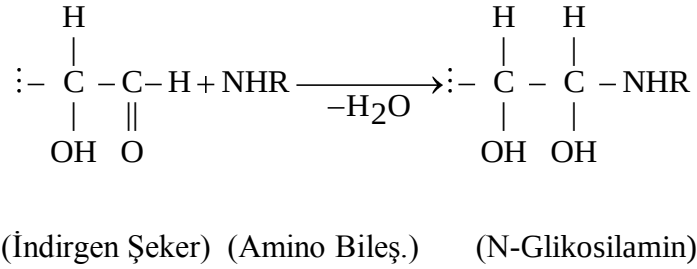
Meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan monosakkaritler, glukoz (dekstroz) ve früktoz (levüloz) Şekil 3.2'de açık kimyasal formülleri verilmiştir. Şekerlerin kimyasal reaktif grupları halka yapı üzerinde yer alan, halkanın açılmasıyla aldehit ve keton grubu oluşturan hidroksil gruplarıdır. Glikozun reaktif grubu bir aldehit iken fruktozun ki bir ketondur. Serbest aldehit ve keton grupları içeren şekerlere “indirgen şeker” denir. Bütün monosakkaritler indirgen özelliktedir



Şekil 3.2. Glikoz ve Fruktoz şekerin kimyasal yapısı

Enzimatik olmayan renk esmerleşmeleri konusunda birçok kuram ileri sürülmektedir. En yaygın olarak benimsenen açıklamaya göre esmerleşme, indirgen şekerlerle aminler arasında gelişen bir reaksiyon zinciridir Şekil 3.3'de Maillard reaksiyonu verilmiştir. Olayın ilk aşamasında, amino grubu, şekerin indirgen hidroksil grubuna bağlanarak N-glikozitler oluşmaktadır. Bunu izleyen karmaşık polikondensasyon olayları sonucu, “melanoidin” denen bileşik oluşmaktadır. “Maillard Reaksiyonu” denen enzimatik

olmayan renk esmerleşmesi olaylarında birçok ara üründe oluşmaktadır. Bunların en önemlilerinden birisi hidroksimetilfurfuraldır.



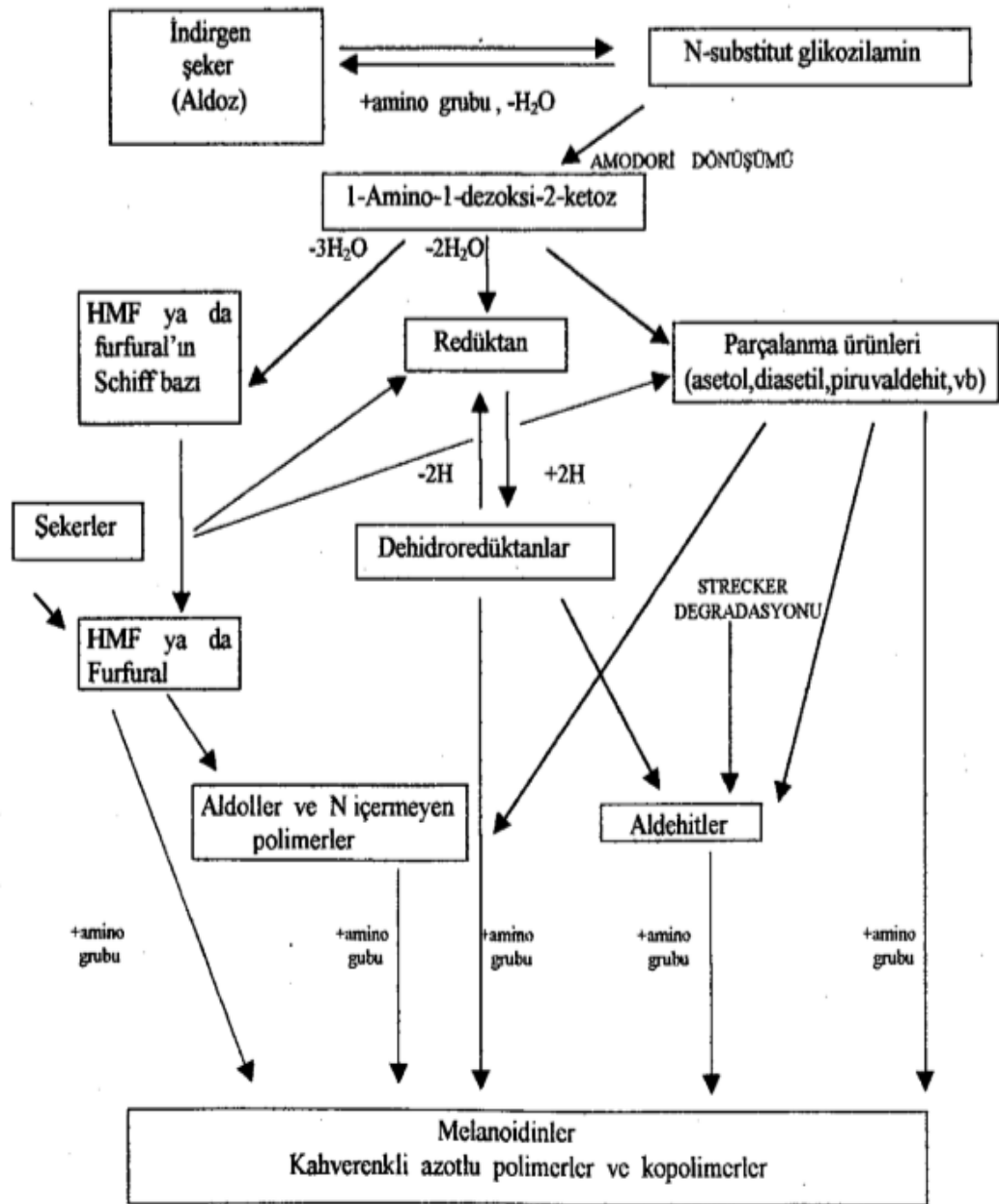
Şekil 3.3. Maillard Reaksiyonu

Enzimatik olmayan esmerleşme maillard reaksiyonları, dehidrasyon, fragmentasyon ve polimerizasyon reaksiyonlarının değişik bir grubudur. Reaksiyonlar azotlu bileşiklerin yokluğunda oluştuğunda karamelizasyon reaksiyonu olarak tanımlanırlar. Azotlu bileşiklerin özellikle primer ve sekonder aminlerin varlığında oluştukları zaman ise karbonil 1-amin veya maillard reaksiyonu olarak adlandırılırlar.

Gıdalara uygulanan ısı işlem, depolama, pişirme sonucu oluşan ve enzimatik olmayan esmerleşme (Maillard) reaksiyonlarının başlangıç safhasında teşekkül eden amadori bileşikleri (1-amino -1- deoksi-2-ketozar) gıdalarda renk, tat, lezzet ve aromanın önemli öncüleridir. Maillard reaksiyonu, indirgen şekerlerin proteinler veya aminoasitler arasındaki reaksiyonlarının bir sonucu olarak gıdaların beslenme değerinin azalmasından da sorumludur.

Maillard reaksiyonun üç temel fazı vardır. Başlangıç reaksiyonu indirgen şekerlerin karbonil grupları ile protein ve aminoasitlerin serbest amino grupları ile kondenzasyondur. Bu esnada bir mol su açığa çıkar ve n-sübsitit glikosil amin oluşur. Bu kararsız bir basamaktır ve amadori yeniden düzenlenmesine maruz kalarak 1-amino-1-deoksi-2-ketoz'ları (ketozaminler) oluşturur. Amadori yeniden düzenleme ürünü olan ketosamin ikinci aşamada üç farklı şekilde reaksiyona girebilir. Bunlar; aslında “karamel” ürünleri ve indirgenmiş güçlü antioksidanlarıdır. İkincisi, diasetil, asetol, pruvallaldehit gibi kısa zincirli hidrolitik ayrışma ürünlerinin oluşumudur. Sonra bunlar amino asitlerle strecker ayrışmasına maruz kalarak aldehitleri ve kondenzasyonla da aldoller veya amino bileşiklerinin yokluğunda yüksek molekül ağırlıklı azotsuz polimerleri oluştururlar, üçüncü yol shiff bazı/furfural oluşumudur. Bu basamakta üç mol su kaybolmakta ve ardından

amino asitlerle su reaksiyona girmektedir. Bütün bu ürünler , üçüncü basamakta daha fazla amino asitlerle reaksiyona girerek “melanoidler” olarak adlandırılan azotlu polimerleri veya kopolimerleri oluşturur. Bütün bunların sonucunda gıda maddelerinin tat ve kokularında bozulmalar meydana gelebilir veya olumlu aroma oluşabilir. N-süstitie glikosil aminin amodori ayrışmaya maruz kalmadan ürünlere dönüşümünü göstermektedir. Şekil 3.4’de Maillard reaksiyon şeması verilmiştir.



Şekil 3.4. Maillard reaksiyon şeması

4. MEYVE VE SEBZELERİN DAYANDIRILMA YÖNTEMLERİ

Çeşitli dayandırılma yöntemlerinde, mikrobiyolojik bozulmalara neden olan mikroorganizmalar ya öldürülmek suretiyle etkisiz hale getirilir veya canlı kalsalar bile, ortamda çoğalma ve faaliyetlerini önleyecek koşullar yaratılır (Cemeroğlu ve diğ., 2001).

Gıdalarda dayanıklı hale getirilmelerinde değişik yöntemler uygulanmaktadır. Her dayandırılma yönteminde elde edilen ürünün nitelikleri birbirinden çok farklılık göstermektedir. Örneğin dondurma, ısı uygulama ve kurutma gibi üç ayrı yolla dayanıklı hale konmuş kayısılardan, sıra ile dondurulmuş kayısı, kayısı konservesi ve kurutulmuş kayısı elde edilmektedir. Aynı maddeden elde edilmiş bu üç ürün nitelik ve kullanım alanı bakımından çok farklıdır. Gıdaların dayanıklı hale konmalarındaki amaç bozulmadan kalmasını sağlamakla birlikte beslenme değeri, renk, aroma ve fiziksel yapısına ait duyu niteliklerin, kısaca kalitesinin en az düzeyde etkilenmesi esastır.

4.1. Isı Uygulamasıyla Muhafaza

Bu yöntemin esası, hava almayacak şekilde kapatılmış kaplarda bulunan gıdalardaki mikroorganizmaların yüksek sıcaklıklarda öldürülmesine dayanır. Bu amaçla kap olarak; cam kavanozlar, şişeler, ve uygun nitelikteki metal kutularda kullanılmaktadır.

4.2. Dondurularak Muhafaza

Bu yöntemin ilkesi, düşük sıcaklık derecelerinde gıdalardaki mikroorganizmaların çoğalma ve faaliyetlerinin kesin olarak durdurulmasına ve kimyasal reaksiyonların olabildiğince yavaşlamasına dayandırılmaktadır (Cemeroğlu ve diğ., 2001).

4.3. Kurutularak Muhafaza

Bütün canlılar gibi mikroorganizmalarda metabolik faaliyetlerini sürdürürken suya gereksinim duyarlar. Ortam mikroorganizmalar için elverişsiz bir duruma getirilirse, diğer tüm faktörler yeterli olsa bile mikroorganizmalar çalışamazlar ve böylece gıdaların mikrobiyolojik yolla bozulması önlenmiş olur. Gıda maddesindeki suyun kurutularak uzaklaştırılması en yaygın uygulama olmakla birlikte bu, tek olanak değildir. Nitekim su, bulunduğu yerden herhangi bir şekilde bağlanmak suretiyle, örneğin; tuz veya şeker ilavesiyle de mikroorganizmalar için yararlanılmaz bir duruma getirilebilmektedir. Su içeriği azaltılarak dayanıklı hale getirilmiş bir ürün daha sonra tekrar su alırsa yeniden

bozulma eğilimi kazanır. Şu halde ürünün dayanıklılığının devamı için su aktivitesinin belli bir düzeyin altında kalması gerekir.

4.4. Asitlerle Muhafaza

Gıdaların bu yöntemle muhafazası gıdaya devamlı ve kesin bir dayanıklılık sağlamamaktadır. Bu yöntem en yaygın örnek, birçok sebze ve meyvelerden üretilen turşulardır. Bu gıdalara ilave edilen mutfak tuzu (% 4-6), bunlarda öncelikle laktik asit fermentasyonuna olanak sağlar. Böylece oluşan laktik asit ortamın pH derecesinin düşmesine ve bu yolla diğer birçok mikroorganizmanın faaliyetine neden olur. Ancak bir süre sonra ürün, oluşmuş asidin harcanması suretiyle bazı mayalar ve küfler tarafında bozulmaya başlar.

4.5. Gaz Atmosferinde Muhafaza

Birçok organizma, faaliyeti için oksijene gereksinim duyduğundan ortamdaki oksijenin uzaklaştırılması mikroorganizmaların yaşamasını engellemektedir. Oksijenin uzaklaştırılması dışında, ortam atmosferinde herhangi bir gazın kullanılması olanağı vardır. Bu amaçla CO₂ ve N₂ kullanılmaktadır.

4.6. Işınlarla Muhafaza

Gıdaların ışınlı muhafazasında, sızma gücü yüksek olan ve böylece sadece yüzeye değil daha derinde bulunan mikroorganizmaların ve enzimlerin aktif hale getirebilen ışınlar kullanılır. Belli dalga boyundaki ultraviyole ışığın kesin bir bakterisit etkisi vardır. Nitekim 200-280 nm dalga boyundaki ultraviyole ışın gıdaların üzerindeki mikroorganizmaları öldürmek amacıyla kullanılmaktadır.

4.7. Koruyucu Maddelerle Muhafaza

Mikroorganizmaların ölmesine neden olan ve onların çoğalması, gelişmesi ve faaliyetini önleyen birçok kimyasal madde vardır. Bu maddeler arasında insan sağlığına zararlı olmayanların belli düzeyde ilavesiyle gıdaların, mikrobiyolojik yolla bozulmasının esasına dayanır. Gıdaların muhafazasında kullanılan başlıca koruyucu maddeler ve kullanım alanları aşağıda verilmiştir.

4.7.1 Benzoik asit

Hemen her ülkede koruyucu madde olarak kullanılan benzoik asit (C_6H_5COOH), beyaz renkli iğne veya yaprakçık görünümünde bir maddedir. Suda % 0.34 düzeyinde, düşük miktarda ve zor çözünmesinden dolayı koruyucu olarak daha çok tuzları kullanılır. Koruyucu olarak benzoik asit genellikle % 0.1-0.2 düzeyinde kullanılmaktadır. Ülkemizde ise en çok % 0.1 oranında kullanılmasına izin verilmektedir. Benzoik asidin mikroorganizmalar üzerindeki etkisi hücredeki bazı enzimleri inaktive etmesinden kaynaklanmakla birlikte ayrıca hücre duvarına da etkisi bulunmaktadır.

4.7.2. Sorbik Asit

Sorbik asit ($CH_3-CH=CH-CH=CH-COOH$), kendine özgü kokusu olan, ekşimsi tatlı beyaz renkli, bir tozdur. Suda az çözünmesi nedeni ile daha çok, kalsiyum, sodyum, potasyum tuzları kullanılmaktadır. Gıdalara sorbik asit en çok % 0.1-0.2 ilave edilmektedir. Sorbik asitin insanlar üzerine etkisi, onun bazı enzimleri inaktive etmesinden kaynaklanmaktadır.

4.7.3. Formik Asit

Formik asit ($HCOOH$), su berraklığında, su ile her oranda karışabilen, iğneleyici kokulu sıvı bir maddedir. Özellikle bakterilere ve mayalara karşı etkisi nedeniyle meyve ürünlerinin muhafazasında birçok ülkede yaygın olarak kullanılmışsa da fareler üzerinde yapılan testlerle akut ve kronik toksik etkileri bulunduğundan birçok ülkede ve Türkiye’de kullanılması yasaklanmıştır. Formik asit ve tuzlarının antimikrobiyal etkisi, dekarboksilaz ve katalaz enzimlerini inaktive etme özeliğine dayanmaktadır.

4.7.4. Salisilik Asit

Salisilik asit ($C_6H_4OHCOOH$), önceleri bira ve etin korunmasında, daha sonra ev konservecilğinde yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak bazı zararlı etkileri saptandığından kullanılması birçok ülkede ve Türkiye’de yasaktır.

4.7.5. Nisin

Nisin polipeptit tipinde bir antibiyotik olup *Streptococcus lactis*’den elde edilmektedir. 1950’ li yıllardan beri koruyucu madde olarak kullanılan nisin, mikroorganizmaları, hücrenin stoplazma membranına etki etmek suretiyle etkilemektedir.

4.7.6. Borik Asit

1950’li yıllardan sonra bazı gıdalarda koruyucu olarak kullanılmış olan bu madde, ya doğrudan borik asit (H_3BO_3) veya boraks olarak ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) uygulanmaktadır. Borik asitin mikroorganizmalara etkisi, onların fosfat metabolizmalarında rol alan enzimlerle engellenmesine dayanmaktadır.

4.7.7. O-Fenilfenol

Turunçgil meyvelerinin küflenmesine karşı yaygın olarak kullanılmaktadır. Turunçgil meyveleri 30-35 °C’ deki, o-fenilfenol çözeltisinde 30-60 saniye suretiyle daldırılır. Sonra meyveler su ile yıkanır. Bu şekilde muamele edilmiş meyvelerde en çok 12 mg/kg düzeyinde o-fenilfenol kalıntısına müsaade edilmektedir.

4.7.8. Difenil

Difenilin tek kullanılma alanı, turunçgil meyvelerini küflenmeye karşı korumasıdır. Bu amaçla, difenil doğrudan meyveye değil ambalajına uygulanmaktadır.

4.7.9. Kükürt Dioksit

Kükürt dioksit antioksidan ve koruyucu özelliği nedeniyle meyvelerden elde edilen çeşitli ürünlerin muhafazasında ilk çağlardan beri tanınan en eski koruyucu madde olup halen de yaygın olarak kullanılmaktadır. Birçok işletmede gerekli SO_2 gazı, kükürt şeritleri veya kükürt tozunun yakılmasıyla elde edilmektedir. Çeşitli kükürt tuzları şarap ve meyve suyu sanayisinde, reçel, marmelat üretiminde, elma, armut, şeftali, üzüm ve kayısı meyvelerinin muhafazasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı lokantalarda salataların bozulmasını önlemek ve yaş meyvelerin pazara sunulmadan önce mevcut mikroorganizmaları yok etmek amacıyla SO_2 gazı kısa süreli fumigasyon yapılmaktadır. Kükürt dioksitin diğer uygulamaları arasında; toz sarımsağın tazeliğinin ve renginin korunması, pamuk tohum yağının beyazlatılmasında ve korunması amacıyla yapılan uygulamalarda gösterilebilir. Koruyucu olarak doğrudan doğruya SO_2 gazı veya parçalandığı zaman SO_2 veren çeşitli kükürt tuzları kullanılmaktadır. Bazı kükürt tuzları ve bunların teorik SO_2 verimleri Tablo 4.1’de, Tablo 4.2’de ise koruyucu amacıyla kullanılan kükürtlü bileşikler ve EEC kodları gösterilmiştir. Kimyasal açıdan kükürt dioksit SO_2 molekülünü ifade etmekle birlikte gıdalarla bağlantılı olarak kükürt dioksit terimi SO_2 , bisülfid HSO_3 , sülfid (SO_3)²⁻ ve disülfid (S_2O_5)²⁻ iyonlarının karışımına isim

olmaktadır. Gıdalara katılan SO_2 dışındaki değişik kükürtlü bileşikler yani potasyum bisülfıt KHSO_3 , potasyum disülfıt $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$, sodyum sülfıt Na_2SO_3 , sodyum bisülfıt NaHSO_3 ve Sodyum metabisülfıt $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ kolayca SO_2 ' ye dönüşebildiğinden kükürtleme maddeleri yasal düzenlemelerde kükürt dioksit SO_2 terimi ile ifade edilmektedir.

Tablo 4.1. SO_2 ile korumada bazı yararlanılan kükürt tuzları ve bunların teorik verimleri

SO_2 Kaynağı Bileşiğin Adı	100 Gr Bileşikten Elde Edilebilecek Teorik SO_2 Miktarları (gr)
Tüp içinde sıvılaştırılmış SO_2	100
Kükürt şeridi (yakılarak SO_2 elde edilir)	200
% 6' lık kükürt dioksit çözeltisi (sülfüröz asit çözeltisi)	6
Sodyum sülfıt (Na_2SO_3) susuz	50.8
Potasyum sülfıt (K_2SO_3)	33
Kalsiyum sülfıt (CaSO_3)	23
Sodyum bisülfıt (NaHSO_3)	61.6
Potasyum bisülfıt (KHSO_3)	53.3
Sodyum metabisülfıt ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)	67.4
Potasyum Metabisülfıt ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$)	57.6

Kükürt dioksit, hücredeki bazı enzimlerin, özellikle oksidasyon enzimlerinin inaktive edilmesi ve ayrıca ortam pH değerinin düşürülmesi yoluyla etki etmektedir. Genel olarak bakteriler üzerine maya ve küf mantarlarından daha etkilidir. Kükürde enzimatik olmayan esmerleşmeyi karbonil grubu ara ürünleriyle reaksiyona girmek ve bunlarla esmer pigmentlere dönüşümünü bloke etmek suretiyle önlemektedir.

Tablo 4.2. Koruyucu amacıyla kullanılan kükürtlü bileşikler ve EEC kodları (Official Journal of the European Communities. No. 172/27, 1994)

Kod	Bileşik
E220	Kükürt dioksit
E221	Sodyum Sülfıt
E222	Sodyum Bisülfıt
E223	Sodyum Meta Bisülfıt
E224	Potasyum Meta Bisülfıt
E226	Kalsiyum Sülfıt
E227	Kalsiyum Bisülfıt
E228	Potasyum Bisülfıt

Kükürt dioksit suda eriyince sülfüröz asit oluşur buna göre sülfüröz asit SO_2 gazının sulu bir formudur kükürt dioksit sulu çözeltilerdeki atabilmiş sıcaklık derecesine bağlıdır. Nitekim sülfüröz asit içeren bir çözelti hafifçe ısıtılınca SO_2 gazı süratle uzaklaşmaktadır. Şu halde gıdalara ilave edilen SO_2 gazı suda çözünerek H_2SO_3 oluşur. Sülfüröz asit hidrojen sülfid (HSO_3^-) ve sülfid (SO_3^{2-}) iyonları oluşturur. Buna göre kükürt dioksit ilave edilmiş bir ortamda H_2SO_3 ve bunun disosiyasyon ürünleri olan (SO_3^{2-}) ve (HSO_3^-) gibi üç ayrı öge denge halinde bulunmaktadır eğer ortamın pH değeri 1.7-5.1 arasında ise ortamda daha çok disosiyasyon olmamış sülfüröz asit H_2SO_3 bulunurken pH değeri 5.1'in üzerine yükselince sülfüröz asitin büyük bir bölümü disosiyasyon olarak ortama (HSO_3^-) iyonları hakim olur. H_2SO_3 , (HSO_3^-), ve (SO_3^{2-}), gibi üç formdan, disosiyasyon olmamış sülfüröz asit H_2SO_3 en fazla antimikrobiyal etkiye sahip olanıdır. Diğer taraftan sülfüröz asit, gıdalardaki aldehytlar ketonlar ve şekerler gibi birçok bileşenler ile birleşikler oluşturmaktadır. Bu bileşiklerin oluşumu özellikle pH 3-5 arasında daha fazla görünmektedir. Kükürt dioksitin gıdalardaki çeşitli maddelerle yaptığı bileşiklerin bazılarının antibakteriyel etkisi varsa da bir kısmının bu hususta herhangi bir etkisi bulunmamaktadır.

Kükürt dioksit ve diğer sülfidler, polifenol oksidaz, askorbat oksidaz, lipoksigenaz, peroksidaz ve kofaktörü tiyamin olan enzimlerin başlattığı reaksiyonların inhibitörüdür. Mekanizma bütünüyle aydınlatılmamış olsa da etki doğrudan enzimleri inhibe etmek, ara ürünlerin esmer pigmentlere dönüşümünü bloke etmek, ya da askorbik asite benzer biçimde bir indirgen olarak ara ürünleri geri başlangıcındaki formlarına indirgemeliyiz şeklinde olmaktadır. Etkinin sürekliliği için kükürt dioksit konsantrasyonu yeterli düzeyde olmalıdır.

Gıdalarda kullanılan SO_2 miktarı % 0.01-0.2 düzeyinde olup bu, uygulandığı ürüne göre değişmektedir. Gerçekte kullanılan miktardan çok, kalıntı SO_2 miktarı daha önemlidir. Çünkü ilave edilmiş SO_2 zamanla uzaklaşarak, geride belli bir miktarda kalıntı bırakır. SO_2 ilave edilmiş gıdaların ısıtılması ile süratle uzaklaşır ve geride ya hiç veya sadece çok düşük düzeyde SO_2 kalır.

Kükürt dioksitin diğer önemli bir etkisi mikrobiyolojik bozulmaya karşı direnci artırmaktadır, hem karotenoidlerin hem de askorbik asitin kaybını sınırlandırmaktadır. Bütün bu özellikleri nedeniyle SO_2 , birçok meyve ve sebze ürünlerinde değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Bütün bu olumlu yönlerine karşın SO_2 'nin, tiyamini (B1 vitamini) süratle

parçalaması en önemli olumsuzluğudur. Hatta bu nedenle tiyamince zengin gıdaların SO₂ ile muhafaza edilmemesi gerekir.

Bazı sebze ve meyve ürünlerinde bulunmasına izin verilen maksimum SO₂ miktarları Tablo 4.3’de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Bazı sebze ve meyve ürünlerinde bulunmasına izin verilen maksimum SO₂ ppm miktarları

Ürün	Kodeks Alimentarius 1989	Türk Gıda Kodeksi 1997
Reçel ,Marmelat	-	50
Reçel ,Marmelat*	100	100
Kuru üzüm	1500	2000
Kuru kayısı	2000	2000
Kuru elma, Armut	-	600
Patates ürünleri	-	100

*sülfite ile muamele edilmiş meyvelerden üretilen reçel ve marmelatlar

Kayısı işletmede en önemli sorunlardan biri bu meyveye özgü rengin zamanla esmerleşip bozulmasıdır. Meyvelerde açık rengin korunabilmesi için enzimatik ve karbonhidratların aminoasitlerle reaksiyonu sonucu oluşan esmerleşmelerin engellenmesi gerekmektedir. Yaygın olarak bu amaçla işlenen kayısılar SO₂ veya bi sülfitle muamele edilmektedir. Son yıllarda sülfidler alternatif olarak sodyum profosfat asidin sitrik asidi askorbik asit ve kalsiyum klorürden oluşan daldırma çözeltisi kullanılmaktadır.

Kurutulmuş meyvelerde esmerleşmenin kontrol edilebilmesi için tek olanak kükürt dioksitin arttırılması değildir ve bu yol doğru da görülemez. Nitekim nem düzeyini azaltmak SO₂ miktarını arttırmaktan daha etkili sonuç vermektedir. Gerçekten kuru meyvelerde nem düzeyi %15'in altına düşünce esmerleşme hızı yavaşlamakta rengin bozulma olasılığı oldukça sınırlı kalmaktadır. Kükürt dioksitin kurutma teknolojisinde olumlu sonuçlarına karşılık SO₂ korozyon etkisi yüzünden her aşamada korozyon çıkarması kurutulmuş üründe yabancı bir koku olarak daima hissedilmesi ve B1 vitamininin kaybına neden olmasının gibi bazı olumsuzlukları vardır. Gerek bu olumsuzluklar gerekse bazı ülkelerde kullanılmasının yasak olması veya limitlerin gittikçe azalması yüzünden SO₂ yerine başka madde ve yöntemlerinin geliştirilmesi üzerine çalışılmaktadır. Nitekim SO₂ yerine askorbik asit, tokoferoller, sistein, glutathion gibi bazı antioksidanların kullanılmasının olumlu sonuçlar verdiği izlenmektedir. Örneğin şeftalilerin % 1 askorbik

asit ve % 0.25 Malik asit içeren çözeltiye üç dakika süreyle daldırılmasından sonra kurtulmasının kükürtlendikten sonra kurutulmasında kazandığı renkten daha üstün olduğu saptanmıştır. Kükürtlənmiş kuru meyvelerdeki kükürt dioksit miktarı, kükürtlənme süresi ve sıcaklığa bağlıdır. Optimum kükürtleme sıcaklığı 40-50 °C meyve renginin korunması sülfid içeriğiyle ilgilidir. Kükürt dioksit tutulmasını arttırmak için çeşitli ön işlemler uygulanmaktadır. Kayıslar kükürtleme işleminden önce % 5'lik sodyum sitrat çözeltisi ile ısıtılırsa ön işlem görmemiş kayıslara oranla daha fazla kükürt dioksit içermektedir.

Kükürtleme işleminden hemen sonra meyvenin absorbe ettiğın kükürdün büyük bölümü serbest, % 10-20'lik bölümü bağlı formdan olup kurutma sırasında bağlı formda kükürt sürekli artış gösterir, diğer taraftan kükürtleme süresi uzadıkça serbest formdaki kükürde nazaran bağlı formdaki kükürt miktarı hızla artmaktadır.

Bolin ve Jackson' un (1985) meyvedeki kükürt formu üzerine kükürtleme yöntemlerinin herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmektedir. Kükürdün meyveye bağlanmasında pH 'ın etkisi meyve türünden ziyade kullanılan çözeltiler üzerinde etkili olmaktadır. Kuru kayısların 21 °C' teki soğutmasının (normal) depo koşullarında 12 ay depolanmasının toplam kükürtte yaklaşık % 30'luk kayba neden olmaktadır. Depolama başlangıcında % 30-40 oranındaki bağlı formdaki kükürt bu süreç sonunda % 75' e yükselmektedir. Kuru kayısların oda koşullarında depolanması serbest formdaki SO₂'nin dolayısıyla toplam kükürdün hızla azalmasına neden olmakta, meyve dokularında oldukça iyi tutulması nedeniyle bağlı formdaki kükürt dioksit oranı başlangıç da pek fazla değişmemektedir. Ancak zamanla serbest SO₂ kaybının devam etmesi bağlı formdaki SO₂'nin bir bölümünün serbest forma dönüşmesinin bağlı kükürt dioksitin azalmasına neden olmaktadır. Kuru kayısıda kararmalar başladığında serbest SO₂'nin yaklaşık % 90'ı kaybolmuş durumdadır. Bu sırada bağlı kükürdün büyük bölümü yaklaşık olarak % 60-70'i meyve dokularında bulunmasına karşılık bağlı kükürdün serbest forma dönüşmesinin çok yavaş cereyan etmesi nedeniyle maillard tipi kararma reaksiyonları engellenememektedir.

Kuru kayısının soğuk hava depolarında en iyi muhafaza koşulları +2 ile +4 °C sıcaklık ve % 55-60 nispi nemdir. Bu koşullarda günlük SO₂ kaybı daha yüksek olup günlük 2.5-3 ppm arasında değişmektedir.

Kayısları üreticileri uzun sürede soğutmasız koşullarda depolanması sırasında meydana gelebilecek kalite kayıplarına engel olmak amacıyla kurutma öncesi aşırı kükürt

kullanılmaktadırlar. Aşırı düzeyde kükürt içeren kayısılar ihracatta ciddi sıkıntılara yol açmakta, ticaret değerini kaybetmiş bu ürünlerin tekrar kazanabilmenin yolu SO_2 içeriklerinin tekrar düşürülmesi ile mümkün olmaktadır. Kuru meyvede SO_2 miktarını azaltmada hidrojen peroksitten (H_2O_2) yararlanılabileceğini ilk öneren araştırmacılar (Joslyn ve Braverman, 1954) olmuş, ancak uzun yıllar böyle bir uygulama yapıldığına ilişkin literatürde hiçbir bilgiye rastlanmamıştır. 1980'li yıllardan Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünün önerisiyle ülkemizde fazla kuru meyve işleyen tesislerin ticarete sunmadan önce bu yolla kayısılardaki SO_2 miktarını azaltmaya yöneldikleri bilinmektedir. (H_2O_2) ile kayısıdaki aşırı kükürdün giderimi konusunda (Gültek, 1993; Özkan, 2001) tarafından ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır.

Aşırı kükürdün gideriminin de bir yükseltgen olarak hidrojen peroksit gibi ozon (O_3) da kullanılabilmektedir. Hidrojen peroksit (H_2O_2) güçlü bir oksidandır. Mikroorganizmalar üzerine bu niteliği ile kuvvetli öldürücü etkiye sahiptir, gıdalarda kullanılan GRAS (Generally Recognized as Safe) statüsüne giren hidrojen peroksit ve peynir üretiminde kullanılacak setler modifiye peynir altı suyu ve nişasta üretiminde antimikrobiyal amaçla kullanımına, FDA (Food and Drug Administration) tarafından onay verilmiştir. Ayrıca bu kimyasalın yaş meyve ve sebzelerde yüzey dezenfeksiyonunu amacıyla kullanımı üzerinde yoğun çalışmalar sürdürülmekte ve oldukça başarılı sonuçlar alındığı bilinmektedir. Meyve ve sebzelerin H_2O_2 uygulanmasıyla dezenfeksiyonunun da dikkat edilecek en önemli husus uygulama sırasında ürün yüzeyindeki H_2O_2 kalıntısının etkili bir durulamayla 0.1 ppm altına düşürülmesidir. Bu husus gıda kalitesinin korunması ve insan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Çeşitli kimyasallar kullanılarak kuru kayısıdaki aşırı kükürdü sonradan düşürmek mümkün olmakla birlikte, bu konuda ortaya çıkacak sorunları önlemek açısından kükürdün başlangıçta kontrol altında tutmanın daha doğru olacağı ileri sürülmektedir. H_2O_2 ile aşırı kükürdün giderimi ile ilgili bilgiler Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Farklı konsantrasyon ve farklı sıcaklıklarda H₂O₂ çözeltisine daldırılan kuru kayısların SO₂ içeriğindeki azalmalar (Cemeroğlu ve diğ., 2003)

H ₂ O ₂ konsantrasyonu (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dakika)	SO ₂ içeriği (mg kg ⁻¹) kuru ağırlık	SO ₂ içeriğindeki azalma (%)
0.5	20	0	4182	0
		5	3661	12
		15	3559	15
		20	282	31
	40	0	4437	0
		5	3349	25
		15	3118	30
		20	2663	40
1.0	20	0	4571	0
		4	3417	25
		8	3233	29
		12	3114	32
	40	0	467	0
		4	2935	34
		8	2793	37
		12	2105	53
	60	0	4184	0
		4	2792	33
		8	1850	56
		12	1422	66
1.5	20	0	4541	0
		4	3818	16
		8	3447	24
		12	3034	33
	40	0	4609	0
		4	3798	18
		8	2759	40
		12	2453	47

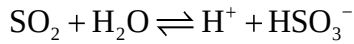
4.7.9.1. Kükürt Dioksitin Sulu Çözeltisi

Farklı sıcaklıklardaki kükürt dioksitin sudaki çözünürlüğü Tablo 4.5’de verilmiştir.

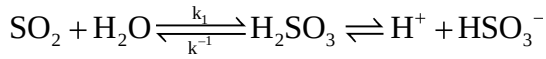
Tablo 4.5. 1 Atm’ de çeşitli sıcaklıklarda SO₂’nin sudaki çözünürlüğü

Sıcaklık (°C)	g SO ₂ /100 g H ₂ O
0	22.8
5	19.3
10	16.2
15	16.5
20	11.3
25	9.4
30	7.8
35	6.5
40	5.4

SO₂’nin suda çözünürlüğü:



SO₂’nin suda çözünme mekanizması aşağıdaki şekilde verilebilir.

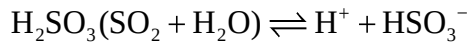


$$k_1 = 3.4 \cdot 10^6 \text{ sn}^{-1}, \quad k^{-1} = 2 \cdot 10^8 \text{ M}^{-1} \text{ sn}^{-1}$$

4.7.9.2. İyonlaşma Sabiti

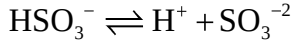
SO₂’nin sudaki çözeltisi (H₂O+SO₂) sülfüröz asit gibi düşünülebilir.

Sülfüröz asitin 25 °C’de birinci iyonlaşması;



$$k_1 = \frac{a\text{H}^+ a\text{HSO}_3^-}{a\text{SO}_2} = 1.72 \cdot 10^{-2}$$

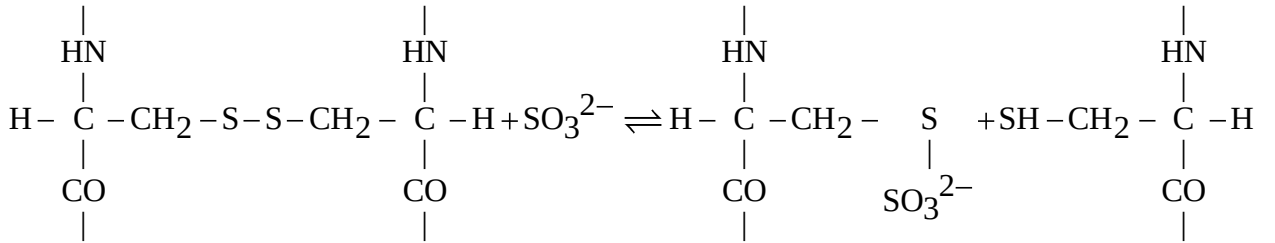
İkinci iyonlaşma sabiti;



$$k_2 = \frac{a\text{H}^+ a\text{SO}_3^{2-}}{a\text{HSO}_3^-} = 6.24 \cdot 10^{-8}$$

4.7.9.3. Kükürt Dioksitin Proteinlere Etkisi

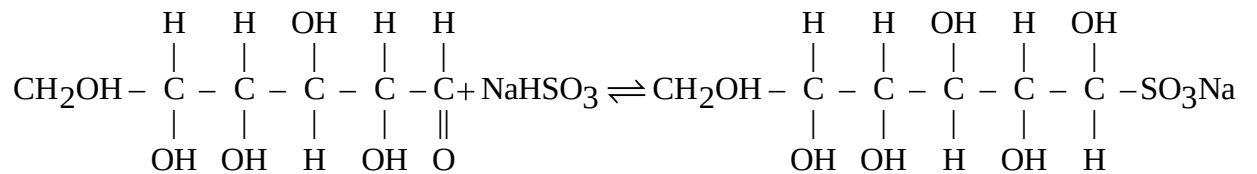
Sülfüröz asit tuzları proteindeki sitein'in disülfid bağlarıyla etkileşerek tersinir bir reaksiyonla orijinal proteinleri kısımlarına ayırır Şekil 4.1 'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Kükürt dioksitin etkisi ile proteinin kısımlarına ayrılma reaksiyonu

4.7.9.4. Şekerlere ve Karbonil Bileşiklere Etkisi

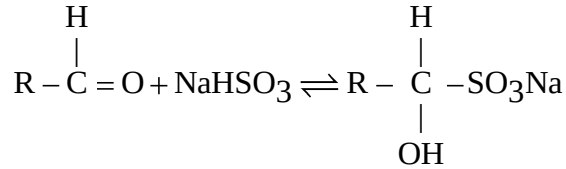
Sülfüröz asit tuzları, şekerlerin aldehit açık zincir şekilleri ile şeker kimyasal bağlı sülfid ürünleri vererek reaksiyona girer Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Sülfüröz asit tuzların aldehitlere bağlanma reaksiyonu

Gıdaların içerdiği glikoz veya diğer şekerlere bağlanan sülfidin koruyucu özelliği kaybolmaktadır. Bu nedenle gıdanın serbest kükürt dioksit veya sülfid miktarı ile toplam kükürt dioksit miktarı çok önemlidir (Karakaplan, 1985).

Kükürt dioksit çeşitli şekerlere bağlanması için denge sabiti sisteminin hidrojen konsantrasyonuna bağlıdır. Örneğin sülfüröz asit ile ilgili glikoz arasındaki reaksiyonun denge sabiti pH 3.0 ile 5.5 arasında en düşüktür. Asitliğin ve bazlığın artmasıyla denge sabiti büyür. Kükürt dioksidin aldehitlere bağlanmasıyla hidroksi sülfonat oluşur Şekil 4.3’de verilmiştir (İkizler, 1985).



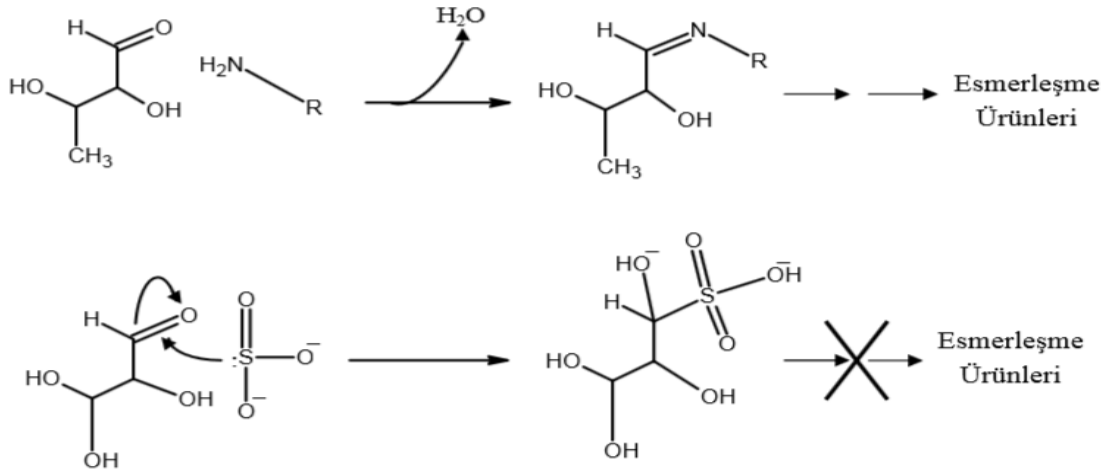
Şekil 4.3. Kükürt dioksitin aldehite bağlanmasıyla hidroksi sülfonat oluşum reaksiyonu

Gıdalardaki bağlı kükürt dioksidin toplam miktarı; eklenen sülfid miktarına, sistemin pH’ına, bisülfitle reaksiyona giren bileşiklerin (şekerler, aldehitler v.b.) konsantrasyonuna ve bileşiklere bağlanma kuvvetlerine bağlıdır.

4.7.9.5. Kükürt Dioksidin Enzimatik Esmerleşmeye Etkisi

Enzimatik kararmaya, kesilmiş bir elmanın hızlı bir şekilde kararması iyi bir örnektir. Aynı olay patates ve muzda görülebilir. Bu oksidatif reaksiyona sebep olan enzimlere fenolaz adı verilir. Bunlar renksiz fenolik bileşiklerin oldukça renkli kinonlara dönüşmelerini kolaylaştırır.

Fenolaz grubu enzimlere katekolaz ile birlikte tirozinaz ve askorbinaz enzimleri dahildir. Fenolazlar genellikle meyve ve sebzelerde bulunmaktadır. Kükürt dioksit fenolazları inaktive ederek enzimatik kararmayı önler Şekil 4.4’de verilmiştir (Karakaplan, 1988).



Şekil 4.4. Enzimatik olmayan esmerleşmenin reaksiyon şeması ve sülfitin koruyucu etkisi

4.7.9.6. Gıdalardaki Kükürt Dioksitin İnsan Sağlığı ile İlişkisi

Gönüllü insanlarla yapılan denemelerde 13-14 mg/kg'dan fazla alınan sülfitin boğaz ve mide yanmaları, baş ağrısı ve hatta kusma gibi toksik belirtiler meydana getirdiğini göstermiştir. Laboratuvar uygulamaları ile birçok çalışma yapılmış ancak çelişkili sonuçlar bulunmuştur. Bu çalışmalardan birinde etkisiz seviyenin 72 mg/kg SO₂/gün olduğu tespit edilmiştir ve buna dayanarak FAO/WHO gıda katkı maddeleri eksper komitesi 100 kat güvenilirlik üst sınırını belirlemiştir (Taylor ve diğ., 1986; Ekşi, 1888).

Altı kükürtleme bileşiğinin (kükürt dioksit, sodyum ve potasyum metabisülfid, sodyum ve potasyum bisülfid, sodyum sülfid) toplumun çoğunluğunda bir tehlike oluşturduğuna dair bir kanıt bulunmamaktadır. FAO/WHO Gıda Katkı Maddeleri Ortak Uzmanlar Komitesinin belirlemelerine göre kükürt dioksit için günlük alınabilir kabul düzeyi (ADI) 0.7 mg/kg/gün' dür. 60 kg ağırlığında bir birey için 42 mg kükürt dioksitin alınabileceği belirtilmektedir. İlk akla gelen 2000 ppm' lik kükürt içerikli 2, 4 ve 6 numaralı kayısılardan sırasıyla 2.5, 3 ve 4 adet alınmasıyla bu değerin doldurulacağıdır. Ancak 2000 ppm' in toplam kükürt dioksiti ifade ettiği ve bunu önemli bir kısmının bağlı duruma gelmiş ve sülfata dönüştüğü düşünüldüğünden 42 mg'ı karşılayacak kayısı miktarının çok daha fazla olduğu görülür. Kükürt dioksit sülfid için belirlenmiş LD50 100 mg/kg'dır. Vücutta serbest sülfid, sülfid oksidaz enzimiyle sülfata yükseltgenip idrar yoluyla kolayca atılmaktadır. Bireylerin kükürt dioksit duyarlılığı 3 mg'a kadar düşebilmektedir. 5-50 mg eşiklerinde olan duyarlı hastalar besinlerdeki sülfidlere karşı risk grubunu oluşturmaktadır (Ural, 1995).

Bazı insanlar 50 mg/kg vücut ağırlığı düzeyinde sülfite hiçbir reaksiyon göstermezlerken bazı insanlarda çok az miktarda alınması halinde baş ağrısı, bulantı gibi semptomlara neden olabilmektedir. Kükürde duyarlılık, insanların mide asidite düzeyi ile ilgili olduğu ve mide asitliği az veya çok olanların konuda daha hassas oldukları belirtilmektedir. Gıda bileşenlerine bağlanmış kükürt bileşikleri de aynı serbest haldeki kükürt bileşikleri kadar bu semptomların görülmesinde etkili olduğu ancak, olumsuz etkilerin biraz daha geç hissedildiği ileri sürülmektedir. Kükürt dioksitin sağlık açısından en önemli etkisi bazı bireylerde, astım nöbetleri oluşmasına neden olmasıdır. Sülfidlerin hayvanlarda kanserojen etkileri olmamakla birlikte mikroorganizmalarda mutajen etkileri bulunmaktadır. Ayrıca organizmalarda depolanamaz, okside olarak sülfata yükseltgenir ve idrar yoluyla atılır (Cemeroğlu ve diğ., 2001).

Vücut ağırlığına göre 3-4 mg/kg'dan fazla alınan sülfidlerin boğaz ve mide yanmaları, baş ağrısı ve hatta kusma gibi toksik belirtiler oluşturabileceği görülmüştür. Ancak sülfite duyarlı bireylerde ters etki en fazla astımlı hastalarda görülmektedir. Simon ve ark. (1982), tüm astımlıların ancak % 8'lik bir grubunun sülfite duyarlı olduğunu savunmuşlardır. (Buckley ve diğ.,1985) ise bu oranın % 4.6 gibi daha düşük düzeyde olduğunu ortaya koymuştur. Ancak steroid içeren ilaç alan astımlıların sülfat duyarlılığı % 8.4 kadardır. Steroid alan astımlıların oranı yaklaşık % 20'dir. Bunların dışındaki astımlıların sülfid duyarlılığı ise ancak % 0.8 olduğu belirtilmektedir (Ural, 1995).

Gıda ve içeceklerdeki kükürdün astım hastalarına etkileri konusunda yapılan bir çalışmada her 9 astım hastasından birinin kükürttten olumsuz yönde etkilendiğinin, kükürttten etkilenen astım hastalarının büyük bölümünün genç ve astım hastalığının ise dış koşullarla ilişkili olduğu ileri sürülmektedir (Freedman, 1980).

5. KÜKÜRT DİOKSİT ANALİZ YÖNTEMLERİ

5.1. Kolorimetrik Kükürt Analiz Yöntemleri

5.1.1. Baryum Sülfat- Türbidimetrik Metod

Türbidimetrik sülfat tayini metodu ana prensibi, kontrollü koşullar altında ortamdaki, $(\text{SO}_4)^{2-}$ 'ı BaCl_2 ile BaSO_4 şeklinde çöktürmek ve oluşturulan BaSO_4 partiküllerinin belli bir büyüklükte kalmasını sağlamak, çökeltinin çözünmesini ve BaCl_2 'ün çökmesini engellemek amacıyla ortama NaCl eklenir. Homojen bir süspansiyon elde etmek amacıyla ortama polarlığı az olan gliserol ve etanol eklenir (Boltz ve diğ.,1977).

5.1.2. Baryum Kloranilat- Yer Değiştirme Metodu

Sülfat içeren bir çözeltiye baryum kloranilat eklendiğinde BaSO_4 çöker ve eşdeğer miktarda hidrojen kloranilat iyonu açığa çıkar. Açığa çıkan mor renkli kloranilat iyonu ultraviyole ve görünür bölgede maksimum absorbands yapar. Ölçüm yapmadan önce baryum kloranilatın aşırısı ve baryum sülfat santrifüjlenerek çözeltiden ayrılmalıdır. Çözelti pH 4'e ayarlanarak spektrumları alınır. $(\text{Ca})^{2+}$, $(\text{Cu})^{2+}$, $(\text{Zn})^{2+}$, $(\text{Pb})^{2+}$, $(\text{Fe})^{2+}$ ve $(\text{Al})^{3+}$ gibi katyonlar kloranilatla çözünmeyen kompleksler oluşturduklarından girişim yaparlar. Bu iyonların güçlü bir katyon değiştiricisiyle ortamdan uzaklaştırılması gerekir (Boltz ve diğ.,1977).

5.1.3. Benzidin Metodu

Bu yöntem kolorimetrik sülfat tayinleri için oldukça uygundur. Bu yöntemin esası, sülfatı benzidin sülfat halinde çöktürme esasında stokiyometrik olarak meydana gelen diazotasyon bileşiklerinin kolorimetrik olarak prensibine dayanır. Bu işlem için n-(1-naftalin) etilendiamin kullanıldığında maksimum % 2 hatayla 0.05-0.15 mg düzeyinde sülfat tayin edilebilmektedir (Boltz ve diğ.,1977).

5.1.4. Metilen Blue Metodu

Metodun esası $(\text{Fe})^{3+}$ ve asitli ortamda sülfitin p-amino-n, n-dimetilamin ile reaksiyona girmesi ve metilen mavisi oluşturması esasına dayanır. Yöntem kolorimetrik metodun en duyarlısıdır. Metilen blue metoduyla 100 mg sülfür tayin edilebilmektedir (Boltz ve diğ.,1977).

5.1.5. Pararosanilin- Formaldehit Metodu

Pararosanilin, formaldehit ve SO₂ asidik ortamda mor renkli reaksiyon verir. Reaksiyon, formaldehitin SO₂ ile verdiği bir ara ürün (CH₂OSO₂) üzerinden yürüyerek pararosanilin ile mor renkli sülfonik asit türevlerini oluşturur ve oluşan renkli türevin 560 nm’de absorbanısı ölçülür. Bu metot yaygın olarak atmosferik SO₂ tayini için kullanılmaktadır (Boltz ve diğ.,1977).

5.1.6. Demir 1.1-Fenantrolin Metodu

SO₂, Fe (III)’ü Fe (II)’ye indirger. Fe (II) 1.10- fenantrolin ile reaksiyona girerek portakal renkli tris (1.10-fenantrolin)-demir (II) kompleksini verir. Oluşan renkli kompleksin 510 nm’de absorbanısı ölçülür. Demir (III)’ün hidrolizini önlemek amacıyla ortama florid eklenir. Bu indirekt metot 75 mikrolitre SO₂’in üzerindeki örnekler için uygulanır (Boltz ve diğ.,1977).

5.1.7. Kalıntının Yakılmasıyla Gravimetrik Metot

Sülfat iyonu zayıf hidrolik asitli ortamda baryum klorür ile baryum sülfat halinde çöktürülür. Çökelek süzülür, klorürle tamamen uzaklaşmaya kadar saf suyla yıkanır, yakılır ve BaSO₄ olarak tartılır (Demir, 1984).

Gravimetrik sülfat tayininde hem pozitif hem de negatif olmak üzere birçok hata vardır. Ortamda bulunan süspanse maddeler pozitif hataya neden olurken alkali metal sülfatları negatif hataya sebep olurlar (Küçükbay, 1990).

5.3. İyon Değiştirme Kromatografisi ile Sülfat Tayini

İyon değiştirme kromatografisinde kolon, bir çözeltideki katyon ve anyonların tersinir olarak değiştirilebilen iyon gruplarını içeren çözünmeyen bir katı faz ile doldurulur. Kolondan geçirilen numune karışımında bulunan iyonlar elektrostatik kuvvetle sabit faz tarafından çekilir ve tampon çözelti içerisindeki aynı yüklü iyonlarla yer değiştirirler. Bu çekilme kuvvetlerindeki farklılıklara bağlı olarak kolon boyunca farklı hızlarda hareket ederek ayrılırlar (Şenlet, 1987).

1-10 gram arasında alınan gıda örneği, bir distilasyon balonuna konularak 10 N fosforik asit çözeltisiyle sıcakta ekstrakte edilir. Açığa çıkan SO₂, azot gazı ile sürüklenerek 0.04 N NaOH ve % 0.1’lik formaldehit içeren çözeltide yükseltgenir. Buradan alınan 50

mikrolitrelik örnek, iyon kromatografisine enjekte edilerek kromatogramı alınır (Sullivan ve diğ., 1985).

İyon Kromatografisi değişik gıda maddelerindeki F^- , $(Cl)^-$, $(SO_4)^{2-}$, $(NO_3)^-$ gibi anyonları; $(Na)^+$, $(NH)^{4+}$, vs gibi katyonları; asitik asit, maleik asit gibi organik asitleri; $(Fe)^{2+}$, $(Fe)^{3+}$, $(Zn)^{2+}$ gibi geçiş metallerini; aminleri, sürfaktanları, şekerleri belirlemek için kullanılan oldukça iyi bir tekniktir.

Monier Williams yöntemi, açığa çıkarılan SO_2 'in hidrojen peroksit çözeltisinden geçirilerek sülfirik asit'e dönüştürülmesi ve oluşan sülfirik asit miktarının da asit-baz titrasyonu ile belirlenmesine dayandığından, yöntemin kendisinden kaynaklanan pozitif ve negatif hatalar mevcuttur. Bunlar sistemden geçirilen sürükleyici gazın çok hızlı geçirilmesi durumunda SO_2 'nin bir kısmının tutulmadan ortamdan uzaklaştırılmış olmasından dolayı deney balonundaki HCl 'nin sürüklenerek hidrojen peroksit içerisinde tutunması veya gıda maddesinde bulunan organik asitlerin sürüklenerek hidrojen peroksit çözeltisine kadar gelip orada tutunması pozitif hatalara neden olacaktır. Oysa iyon kromatografisinde doğrudan $(SO_4)^{2-}$ iyonunun derişimi belirlendiğinden bu tür hatalar meydana gelmeyecektir.

5.4. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresiyle İndirekt SO_2 Tayini

Civa (II) oksit süspansiyonuna $(SO_4)^{2-}$ içeren çözelti eklendiğinde kararlılığı yüksek olan $[Hg(SO_4)_2]^{2-}$ kompleksi oluşur ve bu kompleks çözeltiye geçer. Sitokiyometrik olarak oluşan bu kompleksteki Hg AAS de tayin edilerek SO_2 miktarı indirekt tayin edilebilir (Jugreis ve diğ., 1969).

5.5. İyodometrik Titrasyon Yöntemiyle SO_2 Tayini

$(SO_4)^{2-}$ içeren çözelti standart iyot çözeltisine eklenir ve iyotun aşırısı ayarlı tiyosülfatla titre edilir (Boltz ve diğ., 1977).

5.6. Monier Williams Yöntemiyle SO_2 Tayini

Yöntemin ana prensibi asidik ortamda, gıda maddelerinde bulunan H_2SO_3 'ü parçalayarak SO_2 haline dönüştürmek ve açığa çıkan SO_2 'i H_2O_2 çözeltisinden geçirerek H_2SO_4 'e dönüştürme ve bromfenolblue indikatörlüğünde $NaOH$ ile titre etme prensibine dayandırılmaktadır (T.S.E., 1992).

İyice parçalanmış 5-10 g arasındaki kayısı örneği, üç boyunlu bir kaynatma bolunu konur. Örnek, % 15'lik HCl ile geri soğutucu altında 1 saat düzenli olarak kaynatılır. Açığa çıkarılan SO₂ ,% 3'lük H₂O₂ çözeltisinden geçirilerek H₂SO₄'e dönüştürülür. Oluşan H₂SO₄ miktarı, ayarlı NaOH ile belirlenerek gıda örneğindeki SO₂ miktarı denkelem (5.1) ile hesaplanır;

$$SO_2 = \frac{N * V * Ea}{m(g)} * 100 \quad (5.1)$$

N: kullanılan NaOH' in normalitesi V: Harcanan NaOH' in hacmi (ml)

m:kullanılan örnek miktarı (g) Ea: SO₂'nin eşdeğer ağırlığı (32)

6. KAYNAK ÖZETLERİ

Malatya kayısılarının kükürtlenmesi üzerine yapılan kapsamlı bir araştırma da kuru kayısı da bulunan kükürt dioksit miktarını kayısı çeşidi, olgunluk durumlar, kullanılan kükürt miktarı, kükürtleme süresi, kükürtleme sırasında kayısının bütün veya ikiye ayrılmış olması, kükürt odasının tipi, odada SO₂ gazının yayılışı ve odanın sıcaklığının etkisi incelenmiştir. Hacıhaliloğlu, Çöloğlu, Çataloğlu, Hasanbey, Hacıkız ve İsmailağa çeşitleriyle yapılan denemelerde en çok kükürt Hacıkız çeşidinde (2180 ppm) bulunmuş, bunu İsmailağa (1586 ppm) Hacıhaliloğlu (1568 ppm), Çataloğlu (1467 ppm) ve Çöloğlu (1438 ppm) çeşitleri izlemiş ve en az kükürdün Hasanbey (1154 ppm) çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ham kayısıların olgun kayıslara göre ikiye bölünmüş kayısıların bütün kayıslara göre daha fazla kükürt aldıkları belirlenmiştir (Gökçe, 1966).

Kayısların kurutulmasında uygun yöntemin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada (1) önce haşlama sonra kurutma, (2) önce kükürtleme ve haşlama sonra kurutma, (3) önce haşlama ve kükürtleme sonra kurutma, (4) önce kükürtleme ve kurutma sonra % 50 nemde iken haşlama ve kurutmanın tamamlanması gibi dört farklı yöntem incelenmiştir. Çalışmada yaş kayısılar 0 ve 2000 ppm'nin kükürt içerecek şekilde kükürtlenmiş, 50-80 °C sıcaklıklarda kurtulmuştur. Kuru kayısıların kalite özellikleri meyvenin kararma süresi ve sertleşme durumuna göre değerlendirilmiştir. Kükürtleme ve kurutma kombinasyonları birlikte değerlendirildiğinde 50- 80 °C arasındaki herhangi bir sıcaklığın ve 800-1000 ppm SO₂ dozunun en yaygın kombinasyonları olduğuna karar verilmiştir. Ayrıca kuru kayısı kalitesinin kontrol etme ve meyve sertliğini azaltmada kükürdün en önemli faktör olduğu saptanmıştır. Kuruma süresi 50 °C'ye nazaran 80 °C'lik sıcaklıkta % 50 azalış göstermiş, kurutma öncesi yapılan haşlama işleminin kuruma süresini % 10-20 azalttığı belirtilmiştir. Kurutma öncesi yapılan tüm ön işlemlerde SO₂ kaybı % 50'den fazla olduğu saptanmıştır (Abdelhaq ve Labuza, 1987).

Fas'ın Marakeş bölgesinde yoğun olarak üretilen Canino kayısı çeşidi ile yapılan bir denemede; hem kükürtlemenin kısa sürede yapılması hem de istenilen dozda kükürtlemeye olanak vermesi nedeniyle geleneksel kükürtleme yönteminin yerine sıvı kükürt kullanılmıştır. Yaş kayısılar % 6'lık sodyum metabisülfite çözeltisinde 20 dakika bekletildikten sonra suni kurutma tesisinde kurutulmuştur. Bu yöntemle yaş kayısıların hasattan sonra kükürtleme ve kurutma işlemi için ihtiyaç duyulan süre 43 saat olarak

belirlenmiştir. Canino çeşidine ait 600 kg yaş kayısıdan 1500 ppm kükürt içeriğine sahip yüksek kalitede 120 kg kuru kayısı elde edilmiştir (Hauser ve diğ., 1995).

Kayısının kurutulması sırasında meydana gelen renk değişimleri üzerine sıcaklık uygulaması, bir kimyasal çözeltiye daldırma ve kükürtleme gibi ön işlemlerin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; Charmaghz, Chuli, Kaizha ve Suffaida kayısı çeşitlerine ait yaş meyveler yıkanarak ortadan ikiye bölünmüş ve çekirdekleri çıkartılmak suretiyle kurutma öncesi ön işlemlere hazır hale getirilmiştir. Bir grup kayısı % 1'lik kaynar haldeki küllü su içerisinde 30 saniye bekletilerek meyve kabuğunun soyulması sağlanmıştır. İkinci grup kayısılar 3 dakika su buharında haşlanmıştır. Hem kabuğu soyulmuş hem de haşlanmış kayısıları iki gruba bölünmek suretiyle toz kükürdün yakılması sonucu elde edilen SO₂ gazıyla Fumigasyon ve sıvı kükürt çözeltisine bandırma gibi iki farklı kükürtleme işlemine tabi tutulmuştur. Kurutma sonrası kayısı meyvelerinden en fazla renkte değişimi hiçbir ön işleme tabi tutulmamış kontrol grubu meyvelerde, en az renk değişimi ise kükürtlenmiş meyvelerde saptanmıştır. Enzimatik olmayan kararma bakımından kayısı çeşitleri ve kurutma öncesi ön uygulamalar arasında istatistiksel anlamda farklılıklar belirlenmiştir. En fazla kararma yabani bir kayısı olan Chuli' de en az kararma ise Suffida kayısı çeşidinde saptanmıştır. Diğer ön işlemlere göre en iyi sonuçlar kükürt Fumigasyonu ve meyve kabuğunun soyulması uygulamasından elde edilmiş, kayısı çeşitleri arasında en iyi değerlere Kaisha'nın çeşidinin sahip olduğu saptanmıştır (Sharma ve diğ., 1993).

Sodyum metabisülfite çözeltisine daldırıldıktan sonra kurtulan kayılarda çözelti sıcaklığı çözelti konsantrasyonu ve çözeltiye daldırma süresi gibi faktörlerden nasıl etkilendiğini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Yaş kayısılar farklı çözelti sıcaklığı, konsantrasyonu ve daldırma süresinde kükürtleme işleme tabi tutulduktan sonra kurutulmuş, elde edilen 48 farklı kuru kayısı örneklerine fizikokimyasal ve duyusal analizler yapılmıştır. Kimyasal analiz olarak SO₂ miktarı, pH, toplam asitlik, nem miktarı gibi parametreler incelenmiş, duyusal analizler olarak kayısların aroma, renk, albeni ve yapı kriterlerine bakılmıştır. Çalışmada kuru kayısların fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerine en etkili faktörün çözelti konsantrasyonu, en az etkili faktörün ise çözelti sıcaklığı olduğu saptanmıştır. Ayrıca kimyasal ve duyusal analizler sonucunda en iyi kuru kayısının 15 °C' de % 12 konsantrasyonundaki sodyum metabisülfite çözeltisi içinde 40 dakika süre ile daldırılarak kurutulan kayısılar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, çalışmada çözelti sıcaklığı, çözelti konsantrasyonu ve daldırma süresindeki değişimlerin

kuru kayısının kimyasal ve duyuşal özelliklerine etkisi belirlemeye çalışılmıştır (şahin, 2001).

Kükürt dioksit gaz basıncı ortam sıcaklığı ve kükürt alınımlı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; kayısının kükürtlenmesi için uygun bir model oluşturulmaya çalışılmıştır. Kükürtleme sonrasında SO₂ değişimi, kükürtlenmiş kayısıda serbest, bağlı ve toplam kükürt düzeyleri araştırılmıştır. K k rtlemenin SO₂ gazı ile basınç altında yapıldığında, k k rtlenme süresinin 8-10 saatten 10-15 dakikaya düştüğü, elde edilen örneklerin daha sarı, kükürtlemenin daha homojen olduğu ve klasik kükürtleme yöntemlerinde karşılaşılan sorunların ortaya çıkmadığı saptanmıştır. Ayrıca, çalışmada kükürtleme sonrasında serbest kükürt dioksinin hızla uzaklaştığı ve uzun süre depolama sonunda serbest SO₂ düzeyinin tamamen kaybolduğu saptanmıştır. Kuru kayısının uzun süre bozulmadan muhafaza edilebilmesi için meyve bünyesindeki serbest SO₂ korunması ve nemin düşük tutulmasının gerekli olduğu sonucuna varılmıştır. Kayısıda fazla kükürdün uzaklaştırılmasında vakum uygulamanın etkili olmadığı saptanmıştır (Köseoğlu, 2000).

Kayısı ve şeftali meyvelerinin kükürtleme ve kurutma işlemi sırasında meyvede bağlı ve serbest kükürt miktarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Kükürtleme işlemi sonunda meyve tarafından absorbe edilen kükürdün % 10-20'sinin bağlı kükürt haline dönüştüğü ve kurutma sırasında bağlı kükürt miktarının sürekli artış gösterdiği saptanmıştır. Kükürtleme süresi ve kükürt dozu gibi değişik kombinasyonların kuru kayısındaki toplam kükürt dioksit miktarı üzerine önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Kükürtleme süresi uzadıkça serbest kükürde nazaran bağlı kükürt miktarının biraz daha hızlı arttığı, k k rtlemeden sonra ve kurutma işlemine geçmeden 25  C' de 3.5 saat açık havada bekletilen kayısı meyvelerinin toplam kükürt miktarında % 31 ve serbest kükürt miktarında % 50 azalma meydana gelirken bağlı kükürdün ise % 22'lik artışı saptanmıştır. Kuru meyvedeki SO₂'nin % 80-90 glikoza bağlandığı belirlenmiştir (Mcbean, 1967).

Kuru kayısı ve elmada SO₂ meyve etine bağlanmasını etkileyen faktörlerin araştırıldığı çalışmada, kükürtleme yönteminin kükürdün bağlanması üzerine herhangi bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Kurutma işlemi kükürt dioksinin sülfata dönüşümünü yavaşlatmıştır. Kuru kayısı paketlerine oksijenin azaltılması hem kükürt dioksinin sülfata dönüşüm oranını hem de toplam kükürt dioksit kaybına azaltmış, bu durum kuru meyvenin sahip olduğu açık rengin daha uzun süre muhafaza edilmesini sağlamıştır. Kükürtleme işleminin tekrarlanması meyvede toplam kükürt miktarının artmasına ve dolayısıyla

depolama süresinin uzamasına neden olmuştur. Kükürt dioksitin meyveye bağlanması üzerine pH' ın etkisi meyve türünden ziyade kullanılan çözeltiler üzerinde etkili olmuştur. Yaş kayısıların kurutma sonrası toplam kükürt değerinin yaklaşık % 30-40'ının bağlı formda olduğu, kuru kayısı örneklerinin -10 °C' de depolanmasının kükürdün formu(serbest veya bağlı halde olması) üzerine herhangi bir etki sahip olmadığı belirlenmiştir. Depo sıcaklığını 21 °C' ye yükseltilmesi kuru meyvedeki toplam kükürt kaybını arttırmış 12 aylık depolamadan sonra toplam kükürdün yaklaşık % 30'u kaybolmuş, başlangıçta % 30-40 oranında bulunan bağlı kükürt bu süre sonunda % 75'e yükselmiştir. Kuru kayısıların 32 °C' de yakalanması kükürt dioksit kaybını hızlandırmış ilk değişim kükürt dioksit miktarının hızla azalması şeklinde gerçekleşmiştir. Serbest kükürt miktarının azalması dolaylı olarak toplam kükürt miktarını da azaltmıştır. Meyve dokularında bağlı kükürdün oldukça iyi tutunması nedeniyle önce bağlı kükürt miktarı bir süre sabit kalmış fakat zamanla serbest SO₂ kaybının artması, bağlı kükürt dioksitin bir bölümünün serbest forma dönüşmesine ve bağlı kükürt dioksit miktarında azalmasına yol açmıştır. İlk depolamada yaklaşık 11 hafta sonra üründe kararma başladığından serbest SO₂ % 90 kayboduğu tespit edilmiştir. Her ne kadar bağlı SO₂'nin % 70'inin hala bir bi sülfite olarak meyve dokularında bulunmasına karşılık bağlı kükürdün serbest forma dönüşmesinin çok yavaş cereyan etmesi nedeniyle Maillard tipi kararma reaksiyonunun engellenemediği saptanmıştır (Bolin ve Jackson, 1985).

Kükürtleme ve kurutma işlemlerinin Hacihaliloğlu, Hasanbey ve Çöloğlu kayısı çeşitlerinde B2 ve C vitaminlerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; vitamin içeriğindeki değişimlerin termal bozulma reaksiyonlarının bir sonucu olduğu bildirilmektedir. Suni kurutuculara göre güneşte kurutulan meyvelerde meydana gelen vitamin kayıplarında termal bozulmaların yanı sıra fotokimyasal reaksiyonlarında etkili olabileceği ileri sürülmektedir. Kayısı çeşitlerin kükürt içerikleri Hacihaliloğlu' nda 1910 ppm, Hasanbey' de 1327 ppm ve Çöloğlu 1644 ppm olarak bulunmuş, en yüksek askorbik asit içeriğini suni olarak kurutulan kayısı örneklerinde saptanmıştır. En yüksek riboflavin içeriği kükürtlenmiş kayısılarda (Hacihaliloğlu 0.42, Hasanbey 0.54 ve Çöloğlu 0.49 mg/100 gr), en düşük riboflavin miktarı ise gün kurusu kayısılarda (Hacihaliloğlu 0.16, Hasanbey 0.17 ve Çöloğlu 0.14 mg/100 gr) belirtilmiştir (Karakaplan, 1985).

Kayısıda kurutma öncesi ön işlemlerin kuru kayısı kalitesi ve dayanımına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; kurutma sırasında meydana gelen kalite kaybının güneş

kolektöründe minimuma indiği ve oldukça temiz ürünlerin elde edilmesine olanak sağlandığı saptanmıştır. Kuru kayısının depolanması sırasında meydana gelen SO₂ kaybı soğuk hava deposunda % 25 oranında azalmış günlük SO₂ kaybı 1.1 ppm olarak ölçülmüştür. Soğutmasız (normal) depolarda muhafaza edilen kükürtlenmiş kuru kayıslarda SO₂ kaybı 2.5-3 ppm olarak ölçülmüştür. Ayrıca kükürtlenmiş kuru kayıslarda (gün kurusu) böcek zararı tespit edilmiştir. Kuru kayısların soğuk hava depolarında en iyi muhafaza koşullarının +3 °C ve % 55-60 nispi nem kombinasyonunun olduğuna karar verilmiştir. Depolama periyodu boyunca kayısı örneklerinin pH' ı yükselmiş, asitlik düşmüş su aktiviteleri 0.60'ın altında kalmıştır. Kükürtlenmiş kayısların ortadan ikiye bölündükten sonra kurutulması renk oluşumu üzerinde olumlu etki yapmış, bu şekilde kurutulan kayısların daha açık renkli oldukları saptanmıştır. Ayrıca ikiye bölünmüş kayıslarda kuruma süresinin iki gün kısaldığı belirlenmiştir. Soğuk hava depolarında muhafaza edilen kükürtlenmemiş kuru kayıslarda depolama süresince herhangi bir ambar zararlısına rastlanmamıştır. Yaş kayısların değişik konsantrasyon sıcaklık ve sürelerde organik asitlerle (askorbik asit+ sitrik asit) muamele edilmesinin renk üzerine herhangi bir olumlu etkiye sahip olmadığı saptanmıştır. Yaş kayısların sodyum metabisülfite ile kükürtlenmesi üzerine değişik süre konsantrasyon ve sıcaklık kombinasyonlarının etkisi araştırılmış; sıvı kükürt çözeltisi içerisine bütün olarak daldırılan meyveler maksimum 1705 ppm kükürt absorbe etmesine karşılık ikiye bölünmüş meyvelerde absorbe edilen kükürt miktarı maksimum 6088 ppm olarak ölçülmüştür. Sıvı kükürt çözeltisinde kükürt konsantrasyonu ve çözeltiye daldırma süresinin artırılması meyve kabuğunun parçalanmasına yol açmıştır. Çözeltideki kükürt konsantrasyonunun kükürt alımını etkilediği çözelti sıcaklığı ve çözeltiye daldırma süresinin ise kükürt alımı üzerine fazla etkili olmadığı tespit edilmiştir. Soğuk hava depolarında muhafaza edilen sodyum metabisülfite ile kükürtlenmiş kayısı örneklerinde % 30 oranında SO₂ kaybı meydana gelirken toz kükürdün yakılması suretiyle yapılan kükürtleme yönteminde SO₂ kaybı % 25 olarak ölçülmüştür. Çalışmada; kalite özellikleri bakımından en etkili kükürtleme yönteminin geleneksel toz kükürdün yakılması suretiyle yapılan kükürtleme olduğu, bu yöntemle en yakın sonuçları sodyum metabisülfite daldırma yönteminin verdiği tespit edilmiştir (Öztürk, 2003).

Kayısıda kurutma öncesi ön işlemlerin kükürt alımını ve kuru kayısı kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise; olgun ve yarı olgun hasat edilen meyvelerin

bir bölümüne % 6 potasyum karbonat çözeltisi püskürtülmüş, diğer bir bölümüne herhangi bir uygulama yapılmamış tüm kombinasyonlardaki yaş kayısılar düşük kükürt konsantrasyonunda 8 ve 24 saat süreyle kükürtleme işlemine tabi tutulmuşlardır. Olgun safhada hasat edilmiş ve 8 saat süreyle kükürtlenmiş kayıslarda SO₂ miktarı 458 ppm ile en yüksek bulunmuş, % 6'lık potasyum karbonat çözeltisi püskürtülmüş ve 24 saat süreyle kükürtlenmiş kayıslarda ise SO₂ miktarının 80 ppm ile en düşük seviyede olduğu saptanmıştır. En iyi kalitede kuru kayısılar, olgun olarak hasat edilmiş 24 saat süreyle kükürtlendikten sonra güneşte kurutulmuş kayıslardan elde edilmiştir (Dahlenburg ve diğ., 1991)

Kayısı ve şeftalide dondurulmuş olarak kurutma (Freeze-drying) yöntemiyle kayısının kurutulması üzerine yapılan bir çalışmada; bu yöntemle kurutulmuş kayısı ve şeftali meyvesinde renk, lezzet ve yapısal değişimlerin dondurma, yoğurt ve pasta sektöründe kullanılması üzerine etkisi incelenmiştir (Forni ve diğ., 1986).

Düşük kükürt içeriğine sahip kuru kayısı elde etmek amacıyla farklı olgunlukta hasat edilen iki kayısı çeşidine ait yaş meyveler düşük konsantrasyonda kükürtleme işlemine tabi tutulmuştur. Kükürtleme işleminden hemen sonra yaş meyvelerin üzerine bal-su karışımı püskürtülmüştür. Bal-su karışı püskürtülmüş kayıslarda kuruma hızı biraz azalmış ve 24 hafta depolamadan sonra kayıslarda kararırma ve kükürt kaybı üzerine bal-su karışımı püskürtmenin hiçbir olumlu etkisinin olmadığı saptanmıştır (Dahlenburg ve diğ., 1998).

Kuru kayısların depolama ömrü üzerinde hasat zamanı ve meyve olgunluğunun etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada ham olarak hasat edilenlere nazaran olgun dönemde hasat edilen kayıslarda kurutma sırasında daha az fire verdiği saptanmıştır. Hasat edilip 2-3 gün yumuşamaya bırakıldıktan sonra kükürtlenip kurutulan kayısların bünyesine daha az kükürt aldıkları ve depolama sırasında karardıkları belirlenmiştir (Dahlenburg ve diğ., 1992).

Kükürtleme ortam sıcaklığının kuru kayısı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; Hunter ve Moorpark kayısı çeşitlerine ait meyvelerin bir bölümü oda sıcaklığında, diğer bölümü ise 50 °C'de kükürtlenmiş, sıcaklık artışının yaş meyve ağırlığında kayba neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sıcaklık artışının depolama sırasında meyve kararırmasını artırdığı saptanmıştır (Dahlenburg ve Cecil, 1998).

Kayısıda kükürtleme işleminin geciktirilmesinin kuru kayısı kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; kayısı meyveleri ortadan ikiye bölünüp bir süre (33 saat) bekletildikten sonra kükürtlenmiştir. Kurutma sonrası kayısılar renk, parlaklık ve meyve etinde beyaz damar varlığı gibi dış özellikler gibi görsel olarak değerlendirilmiş, kükürtlemenin geciktirilmesinin meyvenin parlaklığını ve homojen renk oluşumunu olumsuz yönde etkilediği meyve etinde beyaz damar oluşumunu ise hafifçe artırdığı belirlenmiştir (Dahlenburg ve diğ., 1992).

Kayısı kurutulmasında yaygın olarak kullanılan kükürde alternatif olabilecek yeni yöntemler geliştirmeyi amaçlayan bir çalışmada; Peek kayısı çeşidine ait yaş meyveler ortadan ikiye bölündükten sonra çekirdekleri çıkarılmış ve kaynar haldeki % 8 sodyum hidroksit çözeltisinde 30 saniye tutularak meyve kabuğunun soyulması sağlanmıştır. Kabuğu soyulmuş yarım kayısılar kurutulmadan önce 2 dakika süreyle % 2'lik sodyum klorid çözeltisinde bekletilmiş, bu işlemten sonra 95 °C' lik su buharında 1 dakika süreyle haşlanmıştır. Yaş kayısılar nemin kontrol altında tutulduğu suni kurutma tesisinde farklı sıcaklıklarda (izotermal 45 °C, izotermal 60 °C, 74→60 °C ve 48→60 °C) kurutulmuştur. Kuru kayısılar depolama sırasında kalite kayıplarını görebilmek için 8 ay süre içerisinde 30 °C' de muhafaza edilmiştir. Kurutma sonrasında meyvede açık-koyu rengin göstergesi olan CIE L* değerinin 38.47-33.80 arasında değişmiştir. Kurutma süresinde sıcaklık uygulamalarına göre farklılık göstermiş, en kısa zamanda kuruma süresi 280 dakika ile 74→60 °C uygulamasında saptanmıştır. Sodyum klorid ile muamele edildikten sonra kurutulmuş ve 30 °C' de 8 ay depolanmış kuru kayısıların L* değerinde en düşük azalış izotermal 60 °C ve 74→60°C sıcaklık uygulamalarında elde edilmiştir (Hansmann ve Fourier, 1999).

Kayısı meyvesinin kükürt dioksit alınımının modellenmesi amacıyla yapılan bir araştırmada; Canino ve Gelta Vermella kayısı çeşitlerine ait yaş meyveler farklı konsantrasyonlardaki (1, 2 ve 5 g/100 g), pH 2.5 ve 4.5, farklı sıcaklıklarda (Canino 35 °C ve 50 °C, Gelta Vermella 30,40 ve 50 °C), 5, 15, 30 ve 60 dakika süreyle sodyum disülfid çözeltisine batırılmak suretiyle kükürtleme işlemine tabi tutulmuştur. pH 4.5 iken kükürdün çok önemli bölümünün (% 99.6 hidrojen sülfid (HSO_3^-)) formunda pH 2.5' e düşürüldüğünde kükürdün % 18.4'ü kükürt dioksit (SO_2), % 81.6 hidrojen sülfid formunda bulunduğu saptanmıştır. Aynı koşullarda (pH 4.5, 50 °C sıcaklık ve 3g/100g sodyum disülfid) kükürtlenmesine rağmen Canino çeşidinin Gelta Vermella çeşidine göre daha fazla

oranda kükürt absorbe ettiği belirlenmiştir. Ayrıca sıcaklık ve pH' ın toplam kükürt alınımı üzerine etkisi de incelenmiş (diğer tüm koşullar aynı) düşük pH ve yüksek sıcaklık koşullarının absorbe edilen kükürt miktarını artırdığı saptanmıştır (Rossello ve diğ., 1993).

Botris cinerea sporlar ile bulaşık kivi (*Actina deliciosa*) meyvelerin fumigasyonu üzerine yapılan bir çalışmada; 17 °C' de 20 veya 30 dk 1600 ppm SO₂ dozu ve 5 dakika 3200 ppm' lik SO₂ fumigasyonu *botris cinerea*'nın depoda neden olduğu çürümenin kontrol altına alınması sağlanmıştır. SO₂'nin absorbe edilme oranı 1600 ppm' e göre 3200 ppm' de daha fazla olduğu saptanmıştır. Meyvedeki toplam SO₂ kalıntısı kükürtleme süresine ve kullanılan kükürt dozuna göre farklılık göstermiştir. Fumigasyonda 24 saat sonra meyvede 4 ppm olan kükürt miktarı bir süre sonra 1.6 ppm' e, 5 gün sonra ise 1.3 ppm' e düşmüştür. Araştırmada yer alan doz-zaman kombinasyonlarında hiçbirinde herhangi bir zarar meydana gelmediği ve meyve eti sertliğinin kükürtleme uygulamasından etkilenmediği belirlenmiştir (Cheah ve diğ., 1993).

Kayısıda kurutma kinetiklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada; 0.2, 0.5, 1.0 ve 1.5 metre/saniye hızda ve 50, 60, 70 ve 80 °C sıcaklıkta hava akımına sahip bir kurutma odasında kayısı meyvesinin kütle ve iç sıcaklıklarındaki değişim, nem içeriği ve süreye bağlı olarak kuruma hızındaki varyasyonlar saptanmıştır. Geliştirilen yeni kurutma modeli kayısının kurutma kinetiğini % 99.9 doğrulukta açıkladığı bildirmektedir (Toğrul ve Pehlivan, 2003).

Potasyum metabisülfid ve alkaline etil oleat gibi ön işlemlerin kayısının kuruma kinetikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; yaş kayısılar % 2'lik alkaline etil oleat ve % 5 potasyum karbonat çözeltisine daldırıldıktan sonra % 5 ve % 8 konsantrasyonundaki potasyum metabisülfid çözeltisi ile kükürtlenmiş ve suni kurutma kabinde kurutulmuştur. Diğer kombinasyonlara göre en kısa kuruma süresi % 8 potasyum metabisülfid + etil oleat kombinasyonunda 30 saat olarak saptanmış, yine bu kombinasyonda efektif difüzyon değeri 1261 m².s⁻¹ olarak diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur (Doymaz, 2004).

Kükürtlü ve kükürtsüz (natürel) olarak ayrı ayrı olarak kurutulan kayılarda aflatoksin kontaminasyonunun araştırıldığı bir çalışmada; hasat işleme ve depolama aşamalarında alınan kayısı örnekleri incelenmiştir. Analiz tekniği olarak ön denemelerde ince tabaka kromatografisi (HPLC) kullanılmış, bu yöntemler arasında uygulamasının kolay, hassas ve

seçiciliği yüksek olan HPLC tekniği tercih edilerek örnekler analiz edilmiştir. Farklı hasat, kurutma ve depolama yöntemleri uygulanmış kuru kayısı örnekleri ile bazı kayısı işletmeleri ve bölge iftilerinden toplanan kuru kayısı örneklerinden, toprak üzerinde kurutulan kükürtsüz kuru kayısı örneklerinin ortalama (n=6) 1,47 ppb aflatoksin B1 ve 1.11 ppb aflatoksin G1 bulunurken, bez üzerinde kurutulmuş kuru kayısı örneklerinde ortalama (n=6) 0.85 ppb aflatoksin B1 ve 1.27 ppb aflatoksin G1'in varlığı tespit edilmiştir. Bir yıl saklanan kükürtlü kayısı örneğinde ise 0.1 ppb aflatoksin B1 bulunmuş, aflatoksin G1' e ise rastlanmıştır (elik, 2001).

Kayısının kkrtlenmesinde bazı parametrelerin incelenmesi ve kuru kayısıdaki aşır kükürdün giderilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada Hacıhaliloğlu, Hasanbey ve loğlu kayısı çeşidine ait meyvelerin farklı miktarda kükürt aldıkları, kükürdü en kolay loğlu, en zor ise Hacıhaliloğlu eşidinin absorpladığı saptanmıştır. Hidrojen peroksit yöntemiyle aşır kükürdün giderilmesinde, çözelti konsantrasyonunun artması ve işlem süresinin uzatılması kuru kayısıda uzaklaşan kükürt miktarını artırmış, ancak yüksek konsantrasyonundaki hidrojen peroksit ile 10 dakikadan daha fazla muamele edilen kayısıların peroksit tarafından parçalandığı, ekonomik değerinin düştüğü bildirilmektedir (Gültek, 1993).

Çeşitli gıda ve içeceklerinde bulunan kükürt dioksitin astım hastalarına etkileri konusunda yapılan çalışmada; içerisinde değişik oranlarda kükürt bulunan içecekleri tüketen yaklaşık her dokuz astım hastasından birinin kükürtten olumsuz yönde etkilendiği ve hastalık seyrinin kötüleştiği saptanmıştır. Kkrtten etkilenen astım hastalarının büyük bölümü genç ve astım hastalığının dış konularla ilişkili olduğu belirlenmiştir (Freedman, 1980).

7. MATERYAL METOT

7.1 Araştırma Materyali

Çalışmada materyal olarak, Malatya Kayısı Araştırma İstasyonuna ait kayısı koleksiyon bahçesinde bulunan, Hacıhaliloğlu ve Kabaası çeşitlerine ait ağaçlardan hasat edilme olgunluğuna gelmiş kayısılar aynı ağacın aynı bölgesinden 2011 yılı Temmuz ayında toplanmıştır. Araştırmanın bitkisel materyalini oluşturan bu çeşitlerin bazı özellikleri aşağıda verilmiştir.

7.2. Araştırmada Yer Alan Kayısı Çeşitlerinin Özellikleri

Hacıhaliloğlu: Malatya'nın en önemli kurutmalık kayısı çeşididir. Ağaçları yüksek boylu, dik, dalları yayvan, çok kuvvetli ve çabuk büyür. Verimi orta, dona, kurağa ve hastalıklara (monilya ve çil) duyarlıdır. İyi bakılmayan ağaçlar peryodisite gösterme eğilimindedir. Meyveleri orta irilikte, 25-35 g ağırlıkta, meyve şekli oval, simetrik, meyve kabuk ve et rengi sari, kırmızı yanak oluşturma eğilimindedir. şekil 7.1 ve şekil 7.2'de meyve ağaç görünüşü ve meyve görünüşü yer almaktadır. Meyve kabuğu incedir. Meyve eti sert dokuludur. Meyve az sulu çok tatlı, aromalı, SÇKM'si yüksektir (Asma, 2000).



şekil 7.1. *Prunus armeniaca* L. cv. Hacıhaliloğlu kayısı ağacının görünüşü



Şekil 7.2. *Prunus armeniaca* L. cv. Hacihaliloğlu kayısı meyvesinin görünüşü

Kabaaşı kayısı ağacının habütüsü dik-yayvan olup kuvvetli bir ağaçtır. Meyveleri iri olup (30-45 g) oval ve simetriktr. Şekil 7.3 ve Şekil 7.4’de meyve ağaç görünüşü ve meyve görünüşü yer almaktadır. Meyve kabuk ve et rengi sarı, çok tatlı SÇKM’ si % 24, asitliği % 0.45 çekirdeği oval, bademi tatlı kurutmalık bir çeşittir (Asma, 2000).



Şekil 7.3. *Prunus armeniaca* L. cv. Kabaası kayısı ağacının görünüşü



Şekil 7.4. *Prunus armeniaca* L. cv. Kabaası kayısı meyvesinin görünüşü

7.3. Kayısların Sodyum Metabisülfite ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) ile Kükürtlenmesi

Bu amaçla, suda çözününce SO_2 gazı veren, yani suda sülfüröz asit (H_2SO_3) oluşturan, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 'ten (sodyum metabisülfite "SMBS") yararlanılmıştır. Bu amaçla SMBS' ten, %5 (w/v), % 15 (w/v), % 20 (w/v) konsantrasyonda çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltilerde Tablo 7.1 ve Tablo 7.2'de belirtilen hacimlilikli ve kabaası kayısı çeşitleri farklı konsantrasyondaki SMBS çözeltilerine farklı süreler daldırılarak kayısların kükürtlenmesi sağlandı.

7.4. Kayısların Kurutulması

Kurutma, ilk çağlardan beri uygulanan ve gıdaların dayanıklı hale getirilmesi için yapılan en eski muhafaza yöntemidir (Brekkeand ve Nury, 1964). Kurutma işlemi ile gıdaların bileşimindeki su oranı azaltılmakta; yani su aktivitesi (a_w) düşürülerek gıdada meydana gelebilecek mikrobiyolojik bozulmaları en aza indirmek veya bozulmaların önlenmesi sağlanmaktadır (Sabarez ve diğ., 1997). Ülkemizde kayısların tamamı güneşte kurutulmaktadır (Ceberoğlu ve Acar, 1986). Güneşte kurutulan kayıslar parlak, homojen altın sarısı bir renk almaktadır, fakat yapay yolla kurutulan kayıslar açık sarı, mat ve heterojen bir renk almaktadır (Brekkeand ve Nury, 1964; Abdelhaq ve Labuza, 1987).

Kükürtlünen kayısılar sergi yerlerine (kurutma alanı) alınmış ve kerevetler üzerinde güneşte kurutmaya bırakılmıştır. 3 gün sonunda kısmen kurumuş kayısıların çekirdekleri, tek tek elle çıkarılmış (pıtlatma), şekil verilmiş (patikleme) ve şekil verilen kayısılar yeniden 4 gün süreyle güneşte kurutulmuşlardır. Kurutulan kayısıların kükürt değerindeki değişimler belirlenmek üzere analiz yapılana kadar, steril poşetlere konulup derin dondurucuda -60°C ' de bekletilmiştir.

Tablo 7.1. Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin örnek numaraları, çözeltiye daldırılma süresi, daldırıldıkları SMBS çözeltisinin derişimi

Hacıhaliloğlu						
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	Derişim (%)	Örnek no	Derişim (%)	Örnek no
15	5	1	15	5	20	9
45	5	2	15	6	20	10
60	5	3	15	7	20	11
90	5	4	15	8	20	12

Tablo 7.2. Kabaası kayısı çeşidinin örnek numaraları, çözeltiye daldırılma süresi, daldırıldıkları SMBS çözeltisinin derişimi

Kabaası						
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	Derişim (%)	Örnek no	Derişim (%)	Örnek no
15	5	13	15	17	20	21
45	5	14	15	18	20	22
60	5	15	15	19	20	23
90	5	16	15	20	20	24

7.5. Kayısı Örneklerinin Ölçüm ve Analize Hazırlanması

Belli konsantrasyondaki çözelti içerisinde belirli süre bekletilen kayısı numunelerinden 5' şer g tartılarak bir havanda 50 ml su ile bulamaç haline getirildi. Havandaki kalıntıların alınabilmesi için 100 ml saf su kullanıldı. Kükürtleme ve titrasyon işleminde kullanılan kimyasallar ve özellikleri Tablo 7.3'de verilmiştir.

Tablo 7.3. Kükürtleme ve titrasyonda kullanılan çözeltiler ve özellikleri

Kullanılan Çözelti	Özellikleri	Hazırlanması
NaOH çözeltisi	0.1 N	4 g NaOH 1000 ml saf suda çözünerek hazırlandı.
HCl çözeltisi	% 15	% 37' lik yoğunluğu 1.19 kg/ l olan HCl çözeltisinden 370 ml alınıp 1000 ml saf suyla tamamlandı.
Na ₂ S ₂ O ₅ çözeltisi	% 5	5 g Na ₂ S ₂ O ₅ , 95 g saf suda Çözüldü.
	% 15	15 g Na ₂ S ₂ O ₅ , 85 g saf suda Çözüldü.
	% 20	20 g Na ₂ S ₂ O ₅ , 80 g saf suda Çözüldü.
H ₂ O ₂ çözeltisi	% 3	% 35' lik yoğunluğu 1.13 kg/l olan H ₂ O ₂ den 7.58 ml alınıp 100 ml saf suya tamamlandı.
Brom Fenol İndikatörü		0.02 g Brom Fenol mavisi üzerine 0.6 ml 0.05 N NaOH ve 1 ml % 96' lık Etil alkol eklendi. Su banyosunda ısıtılarak çözülmesi sağlandı. Üzerine 10 ml daha etil alkol ilave edildikten sonra saf su ile 50 ml ye tamamlandı. Koyu renkli şişeye konularak saklandı.

7.5.1. Kükürt Analizi

Bulamaç haline getirilen 5 g' lık kayısı numunesi, içerisinde 150 ml saf su bulunan kaynatma balonuna aktarıldı. Yıkama işlemi için 100 ml su kullanılarak havadaki kalıntıların tamamı kaynatma balonuna alındı. Kaynatma balonuna 40 ml % 15'lik HCl ilave edildi. N₂ gazının akış hızı deneyin en kritik faktörüdür. Bu yüzden N₂ gazının akış hızı destilasyon balonunda dakikada 40 kabarcık oluşturacak düzeyde ayarlandı. Bundan hızlı veya yavaş gaz akışı sonuçların güvenilirliği ve tekrar edilebilirliğini ortadan kaldırmaktadır (Özkan 2001). Kaynatma balonuna bağlı geri soğutucudan, soğuk su akışını sağlamak üzere su vanası açıldı. Geri soğutucu çıkışına bağlanan tuzak tüpü içerisine 10 ml % 3' lük H₂O₂ konularak geri soğutucudan çıkan gazların absorplanması sağlandı. Burada kükürt dioksit (SO₂), hidroklorik asit (HCl) ile serbest hale geçirilmiş ve inert bir gaz olan azot (N₂) gazı atmosferinde destile edilerek, destilat balonundaki hidrojen peroksit (H₂O₂) ile sülfürik aside dönüştürülmüştür. Kaynatma işlemine, kaynama başladığı andan itibaren

1 saat boyunca devam edildi. Her bir örnek için bu işlemler 3 deney düzeneği ile eş zamanlı olarak yapıldı. İşlem sonunda tuzak tüpü içerisindeki çözelti 250 ml'lik bir erlene alınarak, tuzak tüpü ve gaz çıkış ucu 200 ml saf su kullanılarak çalkalanıp çözelti kalıntılarının da erlene alınması sağlandı. 1-2 damla Brom Fenol indikatörü damlatılarak 0.1 N NaOH ile çözeltinin rengi sarıdan maviye dönünceye kadar titre edildi. Şekil 7.5'de deney düzeneği görülmektedir. Titrasyon da harcanan NaOH kaydedilerek (7.1)'de verilen denklem yardımıyla S miktarı ppm cinsinden hesaplandı.

Bu deney başlangıcında, destilasyondan önce 1 lt' lik destilasyon balonuna 150 ml damıtık su konulmuş ve sisteme dakikada 40 kabarcık oluşturacak şekilde 15 dk boyunca N₂ gazı verilmiş ve böylece ortamdaki SO₂'in, sülfata (SO₄)²⁻ oksidasyonuna neden olan oksijenin ortamdaki uzaklaştırılması sağlanmıştır.

(7.1.)



Şekil 7.5. Destilasyon cihazı

7.5.2. pH Ölçümü

Kükürtleme işlemi ile kayısı numunelerinin pH değerlerinde meydana gelen değişimin incelendiği bu çalışmada kükürt dioksit ortamdan hızla uzaklaştığı için dinlendirme ve su banyosunda bekletme işlemleri uygulanmamıştır. Kayıların pH' larını ölçmek için kayısı ağırlığının 3 katı saf su ilave edilerek söz konusu numune bulamaç hale getirildi. Elde edilen bulamaçların pH' ları Metler Delta 350 pH metre kullanılarak ölçüldü.

7.6. Kayısı Örneklerinin Vitamin ve Yağ Asidi Analizine Hazırlanması

Bulamaç haline getirilen kayısı örnekleri falkon tüplerine konuldu. Tüm numuneler 6000 rpm’ de ve 10 dk süre ile santrifüj edildi. Santrifüj etkisiyle bulamaç pelet ve suyuna ayrıldı. Peletlerden 2’ şer g falkon tüpüne alındın üzerine 10 ml BHT’ li Hekzanizopropil alkol eklenerek homojenizatör cihazında homojenize edildi. Homojenizasyon işleminden sonra 6000 rpm de 10 dk santrifüj edildi. Santrifüj sonrası oluşan süpernatant (üst faz) vitamin ve yağ asidi analizi için ikiye bölünerek uzun deney tüplerine konuldu. Vitamin ve yağ asidi analizinde kullanılan çözeltiler ve özellikleri Tablo 7.4’de verilmiştir.

7.6.1. Vitamin Analizi

Homojenizasyon sonucu elde edilen süpernatant üzerine 5 ml Metanol- KOH eklendi. Sonra bu çözelti 85 °C de etüvde 20-30 dk bekletildi. Etüvden çıkartıldıktan sonra tüpe 5 ml saf su konuldu hemen ardından 10 ml BHT’ siz hexan izopropil alkol eklendi Oda sıcaklığında 12 saat faz ayrımı için beklendi. Süre sonunda faz ayrımı meydana geldi, süpernatant küçük deney tüpüne alındı alt faz atıldı. Daha sonra süpernatantın olduğu deney tüpü 37 °C etüvde uçmaya bırakıldı. Uçma meydana geldikten sonra örnek kalıntılarının olduğu deney tüplerine 1 ml Asetonitril/Metanol eklenip vortekslendi, sonra örneklerden 1 ml viallere alındı.

Analiz, Shimadzu marka HPLC cihazı ile yapıldı. Cihazda pompa olarak LC-10 ADVP UV-visible detectör olarak SPD-10AVP, kolon fırını olarak CTO-10ASVP, otosampler olarak SIL-10ADVP, degasser ünitesi olarak DGU-14A ve Class VP software (Shimadzu, Kyota Japan). Mobil faz olarak asetonitril/metanol (% v 60+ % v 40, v/v) karışımı kullanıldı. Mobil faz akış hızı 1ml olarak belirlendi. Analiz için UV dedektör kullanıldı. Kolon olarak da Süpelcosil LC 18 (15×4.6 cm, 5 µm; Sigma, USA) kolonu kullanıldı. A vitamini için dedeksiyon dalga boyu 326 nm, E vitamini için 202 nm, D ve K vitaminleri için 265 nm kullanıldı (Özşahin, 2010).

7.6.2.Yağ Asidi Analizi

Homojenizasyon sonucu elde edilen süpernatant üzerine % 2’ lik metanolik H₂SO₄ (v/v) 5 ml konularak vortekslendi ve 12 saat 55 °C’de inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda, soğutulduktan sonra üzerine 5 ml % 5’lik NaCl ilave edildi (Christie, 1990).

Reaksiyon ortamında oluşan yağ asidi metil esterleri 5ml n-hekzan ilave edildi. Tüm örneklerin seviyeleri n-hekzan ile eşitlenerek kapakları kapatılıp örnekler alt-üst edildi. Oda sıcaklığında 5 saat bekletildikten sonra süpernatant kısmı alınıp alt faz atıldı. Süpernatant deney tüpüne alındıktan sonra üstüne 5 ml % 2'lik KHCO_3 çözeltisi ilave edildi. Kapakları kapatılıp örnekler alt- üst edilerek 3 saat bekletildi. Süre sonunda süpernatant küçük deney tüplerine alınıp alt faz döküldü ve örnekler 37 °C etüvde uçmaya bırakıldı. Uçma meydana geldikten sonra örnek kalıntılarının olduğu deney tüplerine 1 ml hekzan ilave edilerek çözülmesi sağlandı. Sonra örneklerden viallere alınıp Shimadzu GC 17 gaz kromatografisi ile analiz edildi. Bu analiz için 25 m uzunluğunda, 0.25 μm iç çapında ve Pernabontd 25 mikron film kalınlığına sahip Machery-Nagel (Germany) kapiller kolon kullanıldı. Analiz sırasında kolon sıcaklığı 120-220 °C, enjeksiyon sıcaklığı 240 °C ve dedektör sıcaklığı 280 °C olarak tutuldu ve kolon sıcaklık programı 120 °C'den 220 °C'ye kadar ayarlandı. Sıcaklık artışı 200 °C'ye kadar 5 °C/dakika ve 200 °C' den 220 °C'ye kadar 4 °C/dakika olarak belirlendi. Taşıyıcı gaz olarak azot gazı kullanıldı. Analiz sırasında, standart yağ asidi metil esterleri enjekte edilerek, her bir yağ asidinin alıkonma süreleri belirlendi. Daha sonra örneklerle ait yağ asidi metil esterlerinin analizi yapıldı. Bu işlemten sonra Class GC 10 programı kullanılarak yağ asitlerinin miktar hesaplaması yapıldı. Sonuçlar $\mu\text{g/g}$ olarak ifade edildi.

Tablo 7.4. Vitamin ve yağ asidi analizinde kullanılan çözeltiler ve özellikleri

Analiz Çeşidi	Kullanılan Çözeltili	Hazırlanışı
Vitamin	Metanol-KOH Çözeltisi	100 ml metanolde 10 g KOH çözüldü.
Vitamin	BHT' siz Hekzanizopropil Alkol Çözeltisi	600 ml Hekzan (n-hekzan) ile 400 ml 2-Propanol ile karıştırılarak hazırlandı.
Vitamin	Asetonitril/ Metanol Çözeltisi	60 ml asetonitril ile 40 ml metanol birbirine karıştırılarak hazırlandı.
Parçalama Sıvısı	BHT li Hekzanizopropil Alkol Çözeltisi	600 ml Hexan (n-hexan) ile 400 ml 2-propanol karıştırılıp 0.03 g BHT bu karışımda çözülmesi sağlandı.
Yağ Asidi	Metanol Sülfirik Asit Çözeltisi	10 ml sülfirik asit üzerine azar azar metanol ilave edilerek çözelti 500 ml'ye tamamlandı.
Yağ Asidi	% 5 lik NaCl Çözeltisi	5 g NaCl 100 ml saf suda çözüldü.
Yağ Asidi	% 2' lik KHCO_3 Çözeltisi	2 g KHCO_3 100 ml saf suda çözünerek hazırlandı.
Yağ Asidi	% 5' lik KHCO_3 Çözeltisi	5 g KHCO_3 100 ml saf suda çözünerek hazırlandı.

8. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

8.1.Kükürt Düzeyinin Kükürtleme Süresine Bağlılığı

Daldırma süresinin kükürt düzeyine etkisini belirlemek amacıyla aynı ağaçtan, aynı büyüklük, olgunluk ve görünüme sahip hacihaliloğlu ve kabaası çeşidi kayısılar % 5 (w/v), % 15 (w/v) ve % 20 (w/v)' lik SMBS çözeltilerine 15, 45, 60 ve 90 dk daldırılarak kükürtlenmesi sağlandı.

Yaş kayısılarda yapılan kükürt analiz sonucunda örneklerin absorpladığı S (kükürt) miktarları Tablo 8.1 ve Tablo 8.2'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; yaş hacihaliloğlu kayısı çeşidinde en yüksek S konsantrasyonu % 20'lik SMBS çözeltisinde 90 dk bekletilen 12 numaralı örnekte 1268 ppm, yaş kabaası kayısı çeşidinde ise en yüksek S konsantrasyonu % 20'lik SMBS çözeltisinde 90 dk süre ile daldırılan 24 numaralı kayısı örneğinde 1793 ppm olarak ölçüldü.

Tablo 8.1. Yaş hacihaliloğlu kayısı çeşidinde absorplanan kükürt miktarı ve pH değeri

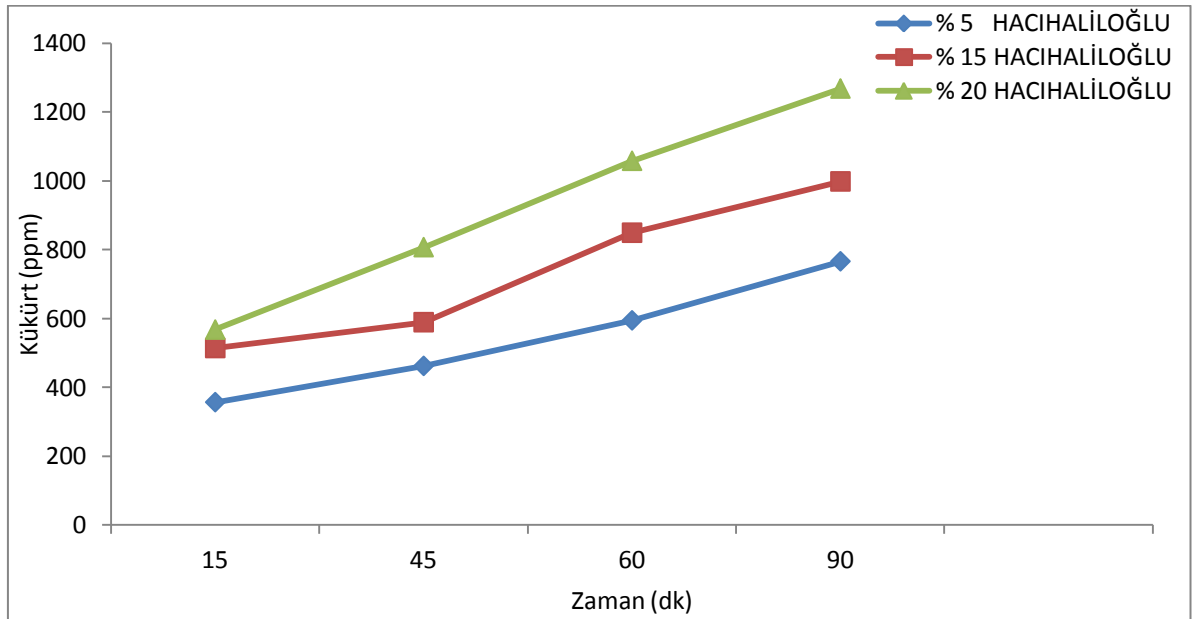
Hacıhaliloğlu												
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	pH	S Miktarı (ppm)	Derişim (%)	Örnek no	pH	S Miktarı (ppm)	Derişim (%)	Örnek no	pH	S Miktarı (ppm)
15	5	1	4,12	356,7	15	5	4,09	514	20	9	4,26	567,6
45	5	2	4,02	462	15	6	4,15	589	20	10	4,27	807,1
60	5	3	4,16	594,32	15	7	4,29	849	20	11	4,57	1058
90	5	4	4,07	766	15	8	4,19	998	20	12	5,56	1268

Tablo 8.2. Yaş kabaası kayısı çeşidinde absorplanan kükürt miktarı ve pH değeri

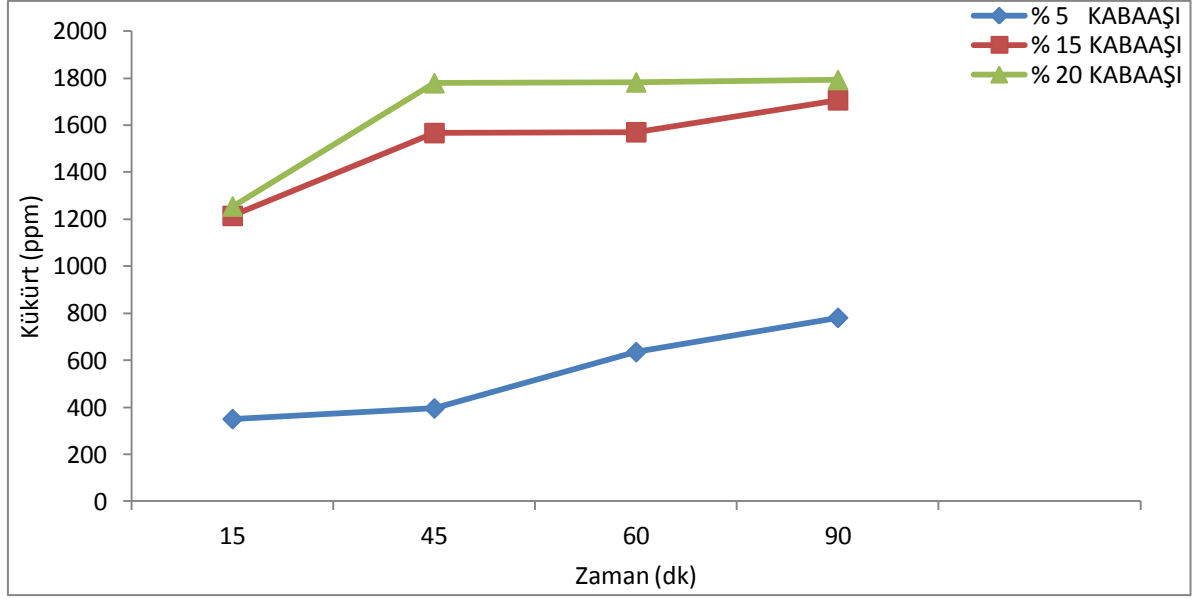
Kabaası												
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	pH	S Miktarı (ppm)	Derişim (%)	Örnek no	pH	S Miktarı (ppm)	Derişim (%)	Örnek no	pH	S Miktarı (ppm)
15	5	13	4,26	350,5	15	17	4,17	1215	20	21	4,18	1255
45	5	14	4,16	396	15	18	4,12	1567,5	20	22	4,25	1779,5
60	5	15	4,31	635,5	15	19	4,19	1571	20	23	4,28	1783
90	5	16	4,17	781,42	15	20	4,16	1707	20	24	4,32	1793

Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin pH değeri 4.6 olarak ölçülmüştür. Kükürtleme işlem süresine bağlı olarak kayısının pH değeri 4.02-4.57 arasında değiştiği görülmektedir. Kabaaşı kayısı çeşidinin pH değeri 4.4 olarak ölçülmüştür. Kükürtleme işlem süresine bağlı olarak kayısının pH değeri 4.12-4.32 arasında değişmektedir. Daldırma çözelti konsantrasyonu ve daldırma süresindeki artışa bağlı olarak pH değerlerinin çoğunlukla düştüğü gözlenmiştir.

SMBS çözeltisinin konsantrasyonu ve daldırma süresinin, yaş hacıhaliloğlu kayısılarının absorpladığı kükürt miktarına etkisi incelendiğinde, SMBS çözelti konsantrasyonu ve daldırma süresi artışına bağlı olarak absorbe edilen kükürt miktarında sürekli artış olduğu Şekil 8.1’de görülmektedir. Bu artış hemen hemen lineer olarak değişmektedir. Burada çözelti konsantrasyonunu ve daldırma süresini artırarak istenilen düzeyde kükürtleme yapılabileceği görülmektedir. Yaş kabaaşı kayısı çeşidinde de çözelti konsantrasyonu ve daldırma süresi artışına bağlı olarak absorbe edilen kükürt miktarı Şekil 8.2’de görülmektedir. Çözelti konsantrasyonu ve daldırma süresindeki artışa bağlı olarak absorbe edilen kükürt miktarında artış görülmüştür. Şekil 8.2’de görüldüğü gibi % 15 ve % 20’lik SMBS çözeltilerinde daldırma süresiyle absorbe edilen kükürt miktarı lineer olarak değişmemektedir. Başka bir ifade ile absorbe edilen kükürt miktarı 45 dakikalık daldırma süresinden sonra önemli oranda değişmemektedir.

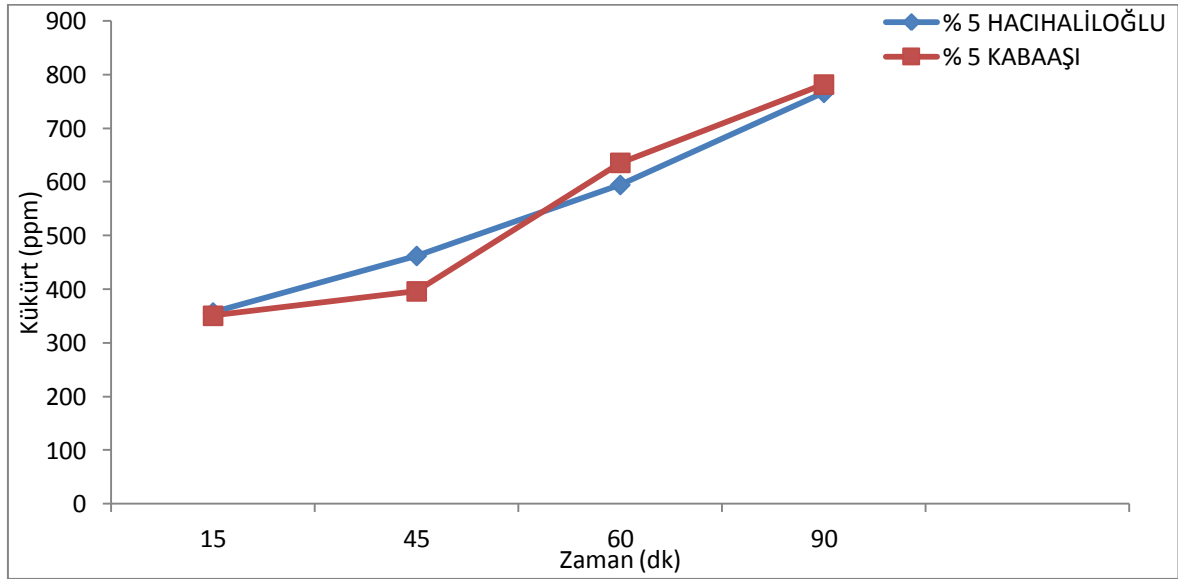


Şekil 8.1. Yaş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde ölçülen kükürt miktarının çözeltiliye daldırma süresine bağlılığı (Deney Şartları: % 5, % 15 ve % 20’lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi)



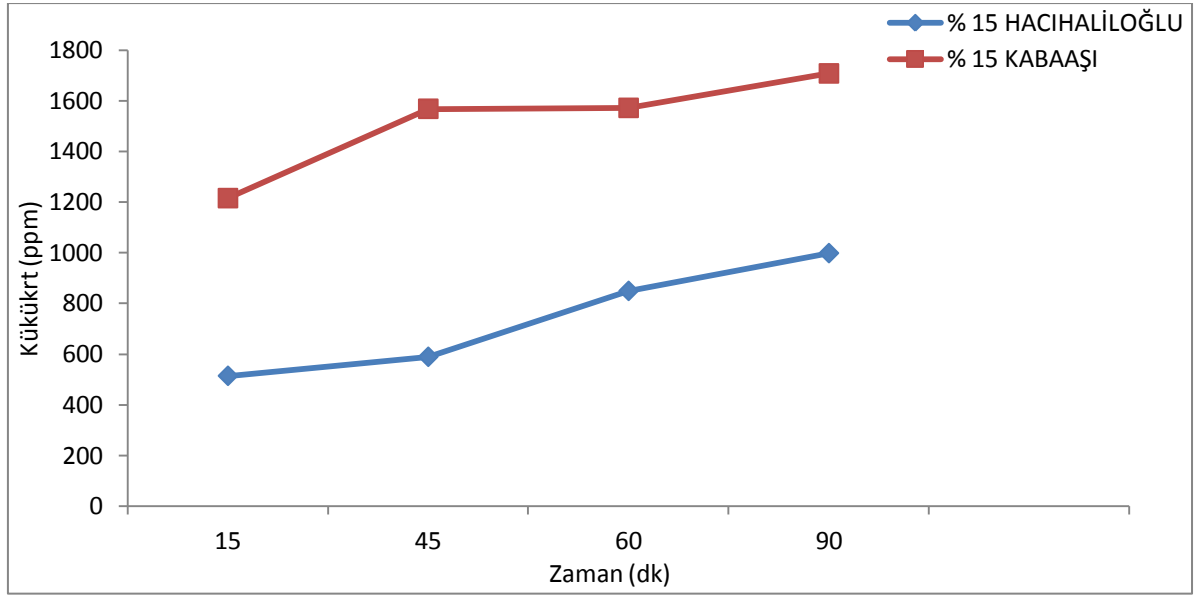
Şekil 8.2. Yaş kabaası kayısı çeşidinde saptanan kükürt miktarının üç farklı derişimli çözeltilere daldırma süresine bağılılığı (Deney Şartları: % 5, % 15 ve % 20'lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi)

% 5'lik SMBS çözeltilisinde kükürtlünen yaş hacıhaliloğlu ve yaş kabaası kayısı çeşidinde izlenen kükürt miktarının zamana bağı olarak değışimi Şekil 8.3'de verilmektedir. Hacıhaliloğlu ve kabaası kayısılarının % 5'lik SMBS çözeltilisinde daldırma süresine bağı olarak absorbe ettikleri kükürt miktarının birbirine çok yakın olduğı görölmektedir. Daldırma süresi uzadıkça absorbe edilen kükürt miktarının arttığı görölmektedir. Bu artış hemen hemen lineer olarak değışmektedir.



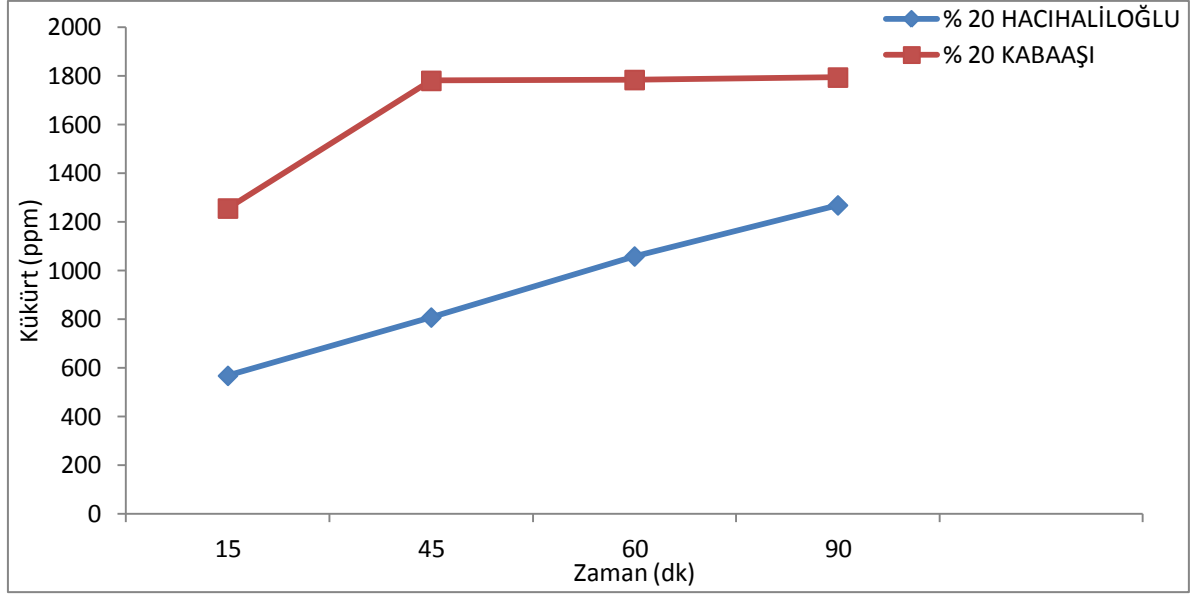
Şekil 8.3. Yaş hacıhaliloğlu-yaş kabaası kayısılarında izlenen kükürt miktarının (Deney Şartları: % 5'lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi) zamana bağı olarak değışimi

% 15' lik SMBS çözeltisinde bekletilen hacihaliloğlu ve kabaası kayısıları tarafından absorbe edilen zamana bağlı kükürt miktarı Şekil 8.4'de görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi her iki çeşit kayısıda' da kükürt miktarı zamanla artmaktadır. Bütün daldırma sürelerinde kabaası kayısı numunelerinin absorpladığı kükürt miktarı daha fazla olmasına rağmen, daldırma süresiyle hacihaliloğlu kayısı çeşidindeki artış daha fazladır. Daha önce ifade edildiği gibi; 45 dakikalık daldırma süresinden sonra kabaası kayısı numunelerindeki kükürt miktarı önemsenmeyecek ölçüdedir.



Şekil 8.4. Yaş hacihaliloğlu-yaş kabaası kayısıları tarafından absorbe edilen kükürt miktarının (Deney Şartları:% 15'lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi) zaman bağlı olarak değişimi

% 20' lik SMBS çözeltisinde bekletilen kayısılarda zamana bağlı olarak izlenen kükürt miktarındaki değişim Şekil 8.5' de verilmiştir. Hacihaliloğlu kayısı numuneleri tarafından absorbe edilen kükürt miktarı daldırma süresiyle sürekli artarken kabaası kayısı numuneleri tarafından absorbe edilen kükürt miktarı 45 dakikalık daldırma süresinden sonra hemen hemen sabit kalmaktadır. Burada da % 15' lik SMBS çözeltisinde olduğu gibi kabaası kayısı çeşidinde hacihaliloğlu kayısı çeşidine göre daha fazla kükürdün absorbe edildiği görülmektedir. Hacihaliloğlu kayısı çeşidinde ise kükürt miktarı zamana bağlı olarak lineer artış göstermiştir. Her iki kayısı çeşidinde de maksimum absorbe edilen kükürt miktarı % 20' lik SMBS çözeltisinde 90 dakikalık daldırma süresinde elde edildi.



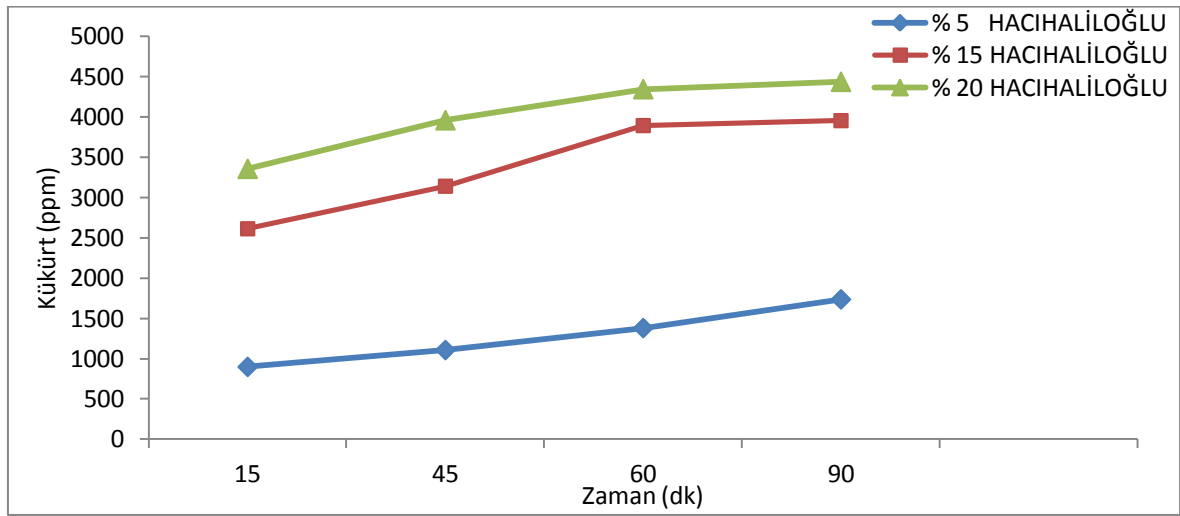
Şekil 8.5. Yaş hacıhaliloğlu-yaş kabaası kayısıları tarafından absorbe edilen kükürt miktarının zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk daldırma süresi)

8.2. Kurutma İşleminin Kükürt Konsantrasyonuna Etkisi

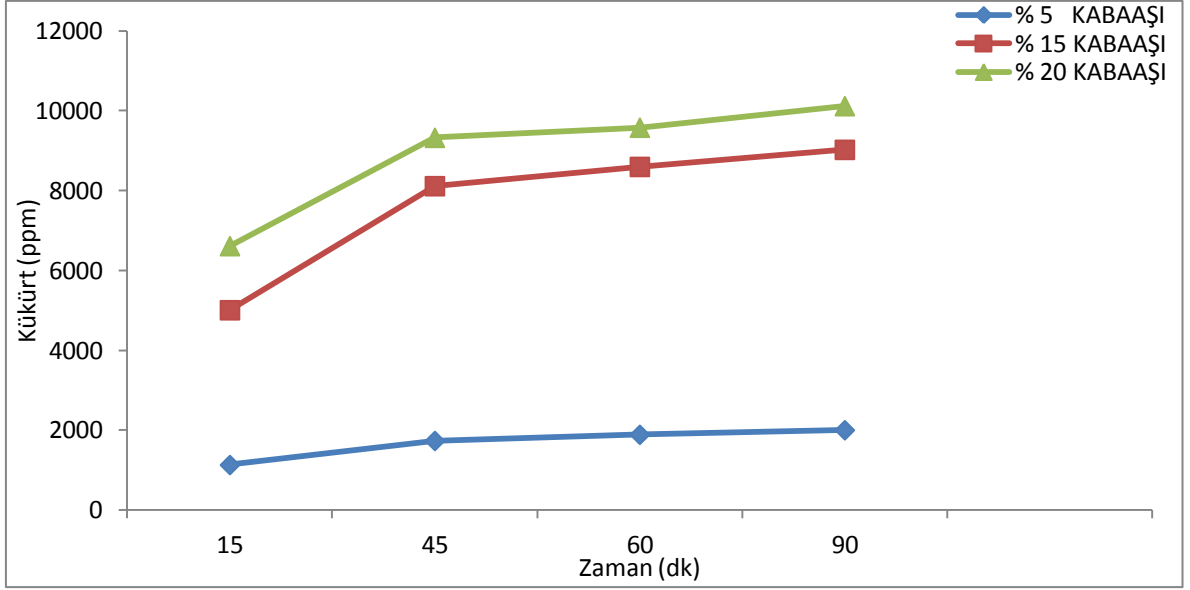
% 5, % 15 ve % 20'lik SMBS çözeltilerinde sırasıyla 15, 45, 60 ve 90 dk bekletilen hacıhaliloğlu ve kabaası kayısı çeşitlerinin, güneş altında 7 gün bekletilerek kurumaları sağlanmıştır. Kurutma işleminin kayısındaki kükürt konsantrasyonuna etkisini belirlemek üzere yapılan analizlerde elde edilen veriler Tablo 8.3 ve Tablo 8.4'de verilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde en yüksek kükürt konsantrasyonu 12 numaralı, % 20'lik SMBS çözeltisinde 90 dk daldırılan hacıhaliloğlu kayısı örneğinde 4434.6 ppm, kabaası kayısı çeşidinde ise en yüksek kükürt konsantrasyonu 24 numaralı kayısı örneğinde 10117.7 ppm olarak belirlenmiştir. En düşük kükürt konsantrasyonu 1 numaralı kayısı örneği olan hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde 898 ppm olarak Kabaası kayısı çeşidinde ise 13 numaralı örnekte 1131.3 ppm kükürt tespit edilmiştir. Çözelti konsantrasyonu ve daldırma süresine bağlı olarak kükürt miktarındaki değişim Şekil 8.6 ve Şekil 8.7'de verilmiştir. Aynı şartlar altında kükürtlünen ve kurutulan hacıhaliloğlu ve kabaası kayısı çeşitlerinde ölçülen kükürt miktarları farklılık göstermiştir. Kuru kayılarda ölçülen kükürt miktarları yaş kayılarda olduğu gibi kabaası kayısı çeşidinde daha fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 8.3. Kuru hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde absorplanan kükürt miktarı ve pH değeri

Hacıhaliloğlu												
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	pH	S Miktarı (ppm)	Derişim (%)	Örnek No	pH	S Miktarı (ppm)	Derişim (%)	Örnek no	pH	S Miktarı (ppm)
15	5	1	4,09	898,0	15	5	4,38	2611,1	20	9	4,25	3354,7
45	5	2	4,10	1106,8	15	6	4,38	3651,7	20	10	4,27	3956,9
60	5	3	4,28	1379,5	15	7	4,5	3890,9	20	11	4,57	4343
90	5	4	4,12	1735,4	15	8	4,42	3952,5	20	12	4,56	4434,6

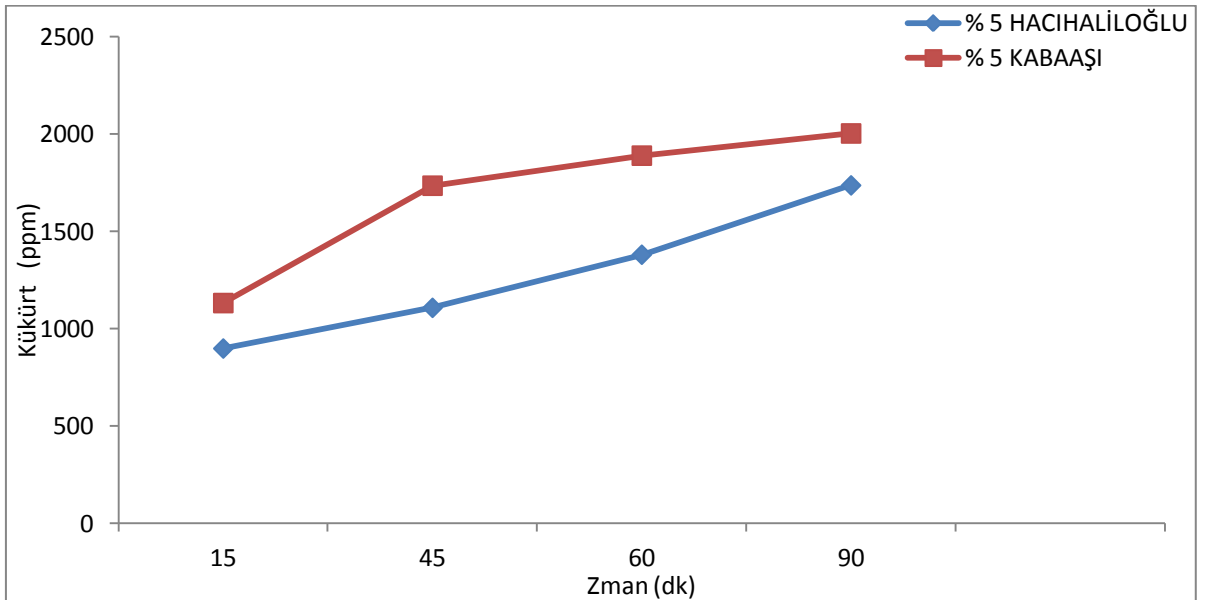
**Şekil 8.6.** Kuru hacıhaliloğlu kayısı çeşidi tarafından absorbe edilen kükürt miktarının çözeltiye daldırma süresine bağlılığı (Deney Şartları: % 5, % 15 ve % 20'lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi)**Tablo 8.4.** Kuru kabaaşı kayısı çeşidinde absorplanan kükürt miktarı ve pH değeri

Kabaaşı												
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	pH	S Miktarı (ppm)	Derişim (%)	Örnek no	pH	S Miktarı (ppm)	Derişim (%)	Örnek no	pH	S Miktarı (ppm)
15	5	13	4,13	1131,3	15	17	4,26	5007,5	20	21	4,29	6613,0
45	15	14	4,16	1733,8	15	18	4,32	8113,8	20	22	4,34	9325,2
60	5	15	4,18	1888,1	15	19	4,28	8596,0	20	23	4,32	9578,1
90	5	16	4,14	2002,0	15	20	4,39	9024,0	20	24	4,27	10117,7



Şekil 8.7. Kuru kabaası kayısı çeşidi tarafından absorbe edilen kükürt miktarının üç farklı derişimli çözeltilere daldırma süresine bağılılığı (Deney Şartları: % 5, % 15 ve % 20’lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi)

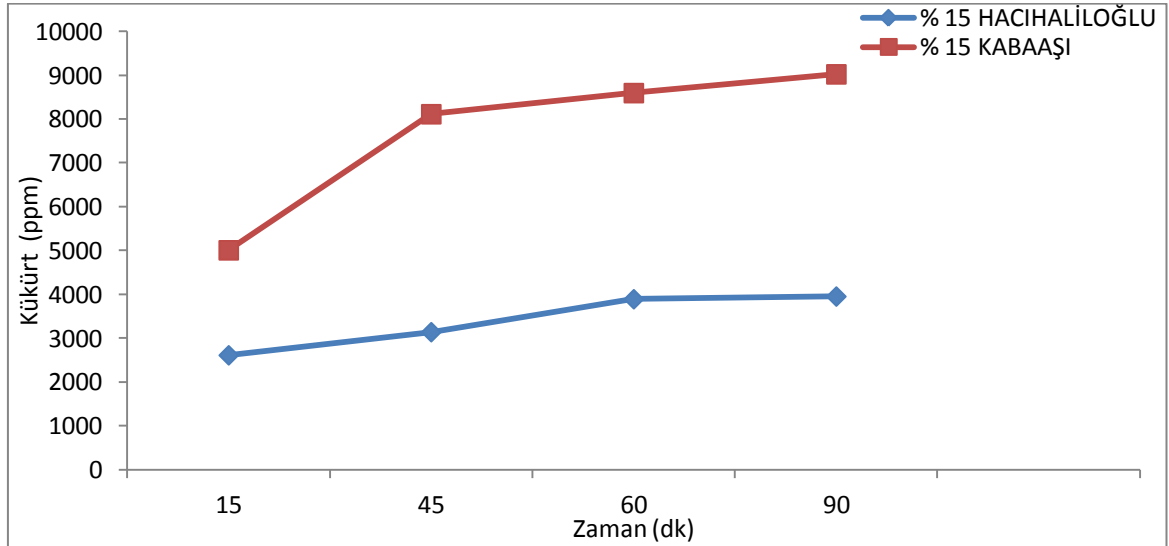
% 5’lik SMBS çözeltilisinde bekletilen kayıslarda belirlenen kükürt miktarları hacıhaliloğlu ve kabaası kayısı çeşitlerinde birbirlerine yakın değerlerdir. Zamana bağılı olarak absorbe edilen kükürt miktarında artış görülmüştür. Şekil 8.7’de kuru hacıhaliloğlu ile kuru kabaası kayıslarında belirlenen kükürt miktarının daldırma süresi ile ilişkisi görülmektedir.



Şekil 8.8. Kuru hacıhaliloğlu-kuru kabaası kayısıları tarafından absorbe edilen kükürt miktarının zamana bağılı olarak değişimi (Deney Şartları:% 5’lik SMBS çözeltilisinde, 15;45;60;90 dk daldırma süresi)

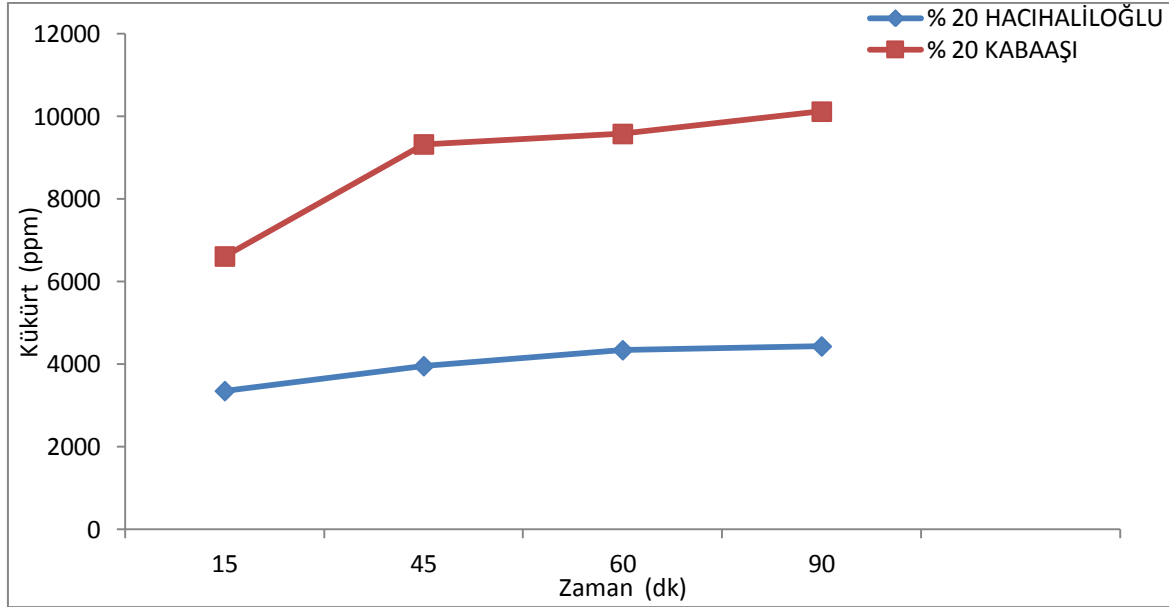
% 15’lik SMBS çözeltisinde bekletilen hacıhaliloğlu ve kabaası kayısı çeşitlerinde, güneşte kurutma sonrası yapıdaki suyun uzaklaşmasına bağlı olarak birim kütle kayısı başına kükürt miktarında zamana bağlı olarak artış görülmüştür. Bu artışın kuru kabaası kayısı çeşidinde daha fazla olduğu görülmektedir. Buna karşın kuru hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde izlenen artış miktarının oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Kurumaya bağlı olarak kükürt miktarındaki değişim Şekil 8.9’da görülmektedir.

Yaş kabaası kayısı numuneler özellikle % 15 ve % 20 çözelti konsantrasyonlarında bütün daldırma sürelerinde hacıhaliloğlu kayısı numunelerine göre daha fazla kükürt absorbe ettiğinden, beklendiği gibi kuruma işlemi sonunda kabaası kayısı numunelerinin kükürt içeriği hacıhaliloğluna göre konsantrasyon aynı kalmak suretiyle bütün daldırma sürelerinde daha büyüktür.



Şekil 8.9. Kuru hacıhaliloğlu-kuru kabaası kayısıları tarafından absorbe edilen kükürt miktarının zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 15’lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk daldırma süresi)

% 20’lik SMBS çözeltisinde kükürtlünen hacıhaliloğlu ve kabaası kayısı numunelerinin kükürt içerikleri daldırma süresiyle arttığı gözlenmiştir. Yaş haldeki kayısı numunelerinin kükürt içeriği ile daldırma süresi arasındaki gözlenen trend kuruma sonrasında da gözlenmektedir. Kurutma işlemi ile yapıdaki suyun uzaklaşmasına bağlı olarak birim kütle başına tespit edilen kükürt miktarı artış göstermiştir. Yaş kayısıda olduğu gibi kabaası kayısı çeşidinde tespit edilen kükürt miktarı hacıhaliloğlu’ na kayısı çeşidine göre daha fazla olduğu Şekil 8.10’da görülmektedir.



Şekil 8.10. Kuru hacihaliloğlu-kuru kabaası kayısılarında izlenen kükürt miktarının zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları: % 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk daldırma süresi)

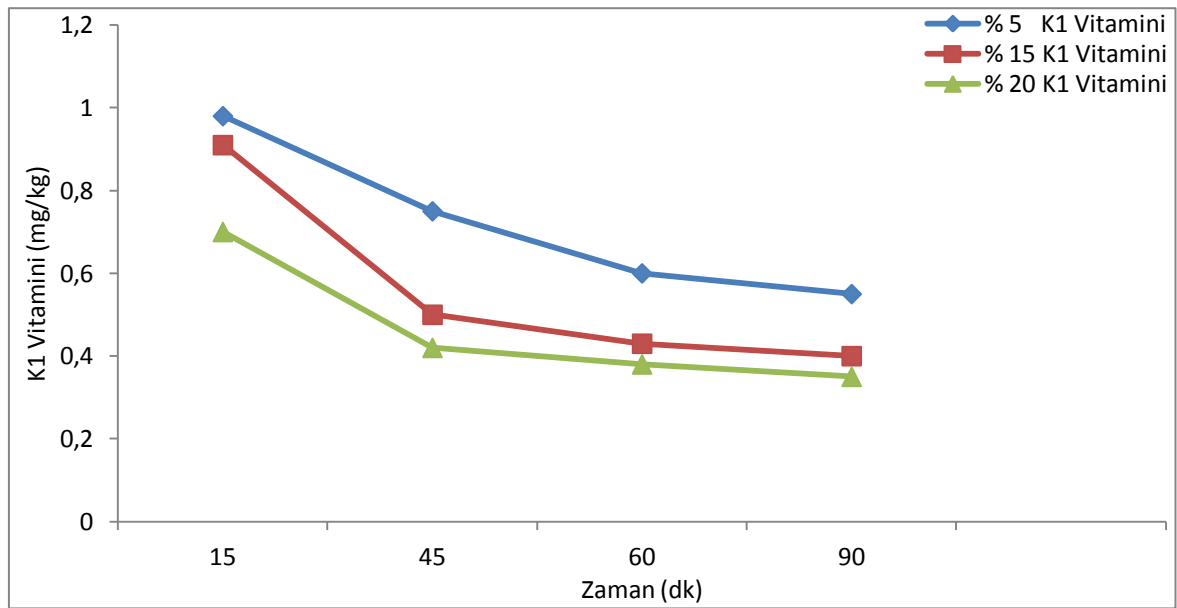
8.3. Kükürt Düzeyinin Kayısındaki Vitamin ve Fitosterol İçeriklerine Etkisi

Vitamin analiz sonuçlarına göre hacihaliloğlu ve kabaası kayısı çeşitlerinde; vitamin K1, vitamin D2, vitamin E (α tokoferol ve σ tokoferol), bulunduğu saptanmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde kükürtlenmiş yaş hacihaliloğlu ve yaş kabaası çeşidi kayısı örneklerinin tamamında α tokoferol miktarının diğer vitaminlere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

% 5, % 15 ve % 20'lik SMBS çözeltisinde kükürtlenmiş hacihaliloğlu kayısı çeşidinde belirlenen K1 vitamini değerleri Tablo 8.5'de verilmiştir. Zamana bağlı olarak K1 vitamini değerlerindeki değişim Şekil 8.11'de görülmektedir. Çözelti konsantrasyonu ve daldırma süresi artışına bağlı olarak K1 vitamini değerinde azalma görülmüştür. Burada SMBS çözelti konsantrasyonunun % 5, daldırma süresinin 15 dk olduğu işlem koşulları altında K1 vitamini değeri en yüksek olduğu saptanmıştır. En düşük K1 vitamini değeri % 20'lik SMBS çözeltisinde 90 dk bekletilen kayısı örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Buradan, absorbe edilen kükürt miktarı arttıkça vitamin değerinin azaldığı görülmektedir.

Tablo 8.5. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde ölçülen K1 vitamini miktarları (mg/kg)

Hacıhaliloğlu									
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	K1 Vitamini (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	K1 Vitamini (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	K1 Vitamini (mg/kg)
15	5	1	0,98	15	5	0,91	20	9	0,7
45	5	2	0,75	15	6	0,5	20	10	0,42
60	5	3	0,6	15	7	0,43	20	11	0,38
90	5	4	0,55	15	8	0,4	20	12	0,35



Şekil 8.11. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde K1 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonuna ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları: % 5, % 15 ve % 20'lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi)

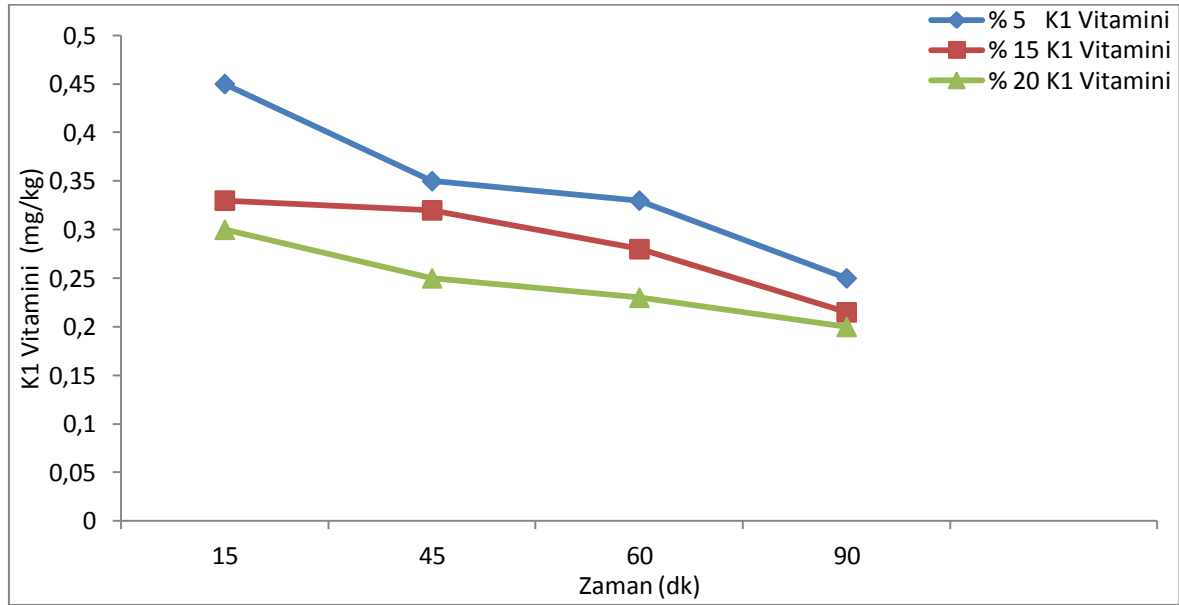
Kabaaşı kayısı çeşidinde, K1 vitamini değerlerine baktığımızda hacıhaliloğlu kayısı çeşidindekine benzer sonuçlar elde edilmiştir. SMBS çözelti konsantrasyonu artışı ve daldırma süresinin artışına bağlı olarak kayısı meyvesindeki K1 vitamini değerinin düştüğü görülmektedir.

Yağda eriyen bir vitamin olan K1 vitamini ısıya dayanıklı olup, alkali, kuvvetli asitler, radyasyon ve okside edici ajanlar tarafından etkisizleşir. Burada kükürt çözeltisinin etkisi ile kayısı asiditesi artarken K1 vitamini bozulmaya uğramış ve çözelti konsantrasyonu, çözeltiye daldırma süresinin artışına bağlı olarak K1 vitamini değerinde azalma meydana gelmiştir.

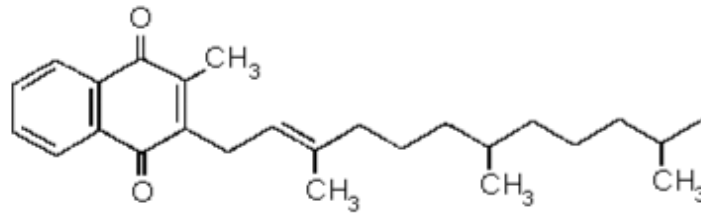
% 20'lik SMBS çözeltisinde bekletilen kayısılardan kükürt içeriği bakımından daha fazla olan kabaş kayısı cinsinde ölçülen K1 vitamini değeri daha düşüktür. Kayısının absorbe ettiği kükürt vitaminin yapısını bozmakta ve K1 vitamini değeri açısında azalma olmasına neden olduğu belirlendi.

Tablo 8.6. Kükürtlendi kabaş kayısı çeşidinde ölçülen K1 vitamini miktarları (mg/kg)

Kabaş									
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	K1 Vitamini (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	K1 Vitamini (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	K1 Vitamini (mg/kg)
15	5	13	0,45	15	17	0,33	20	21	0,3
45	5	14	0,35	15	18	0,32	20	22	0,25
60	5	15	0,33	15	19	0,28	20	23	0,23
90	5	16	0,25	15	20	0,215	20	24	0,2



Şekil 8.12. Kükürtlendi kabaş kayısı çeşidinde ölçülen K1 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonuna ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları: % 5, % 15 ve % 20'lik SMBS, 15;45;60;90 dk daldırma süresi)

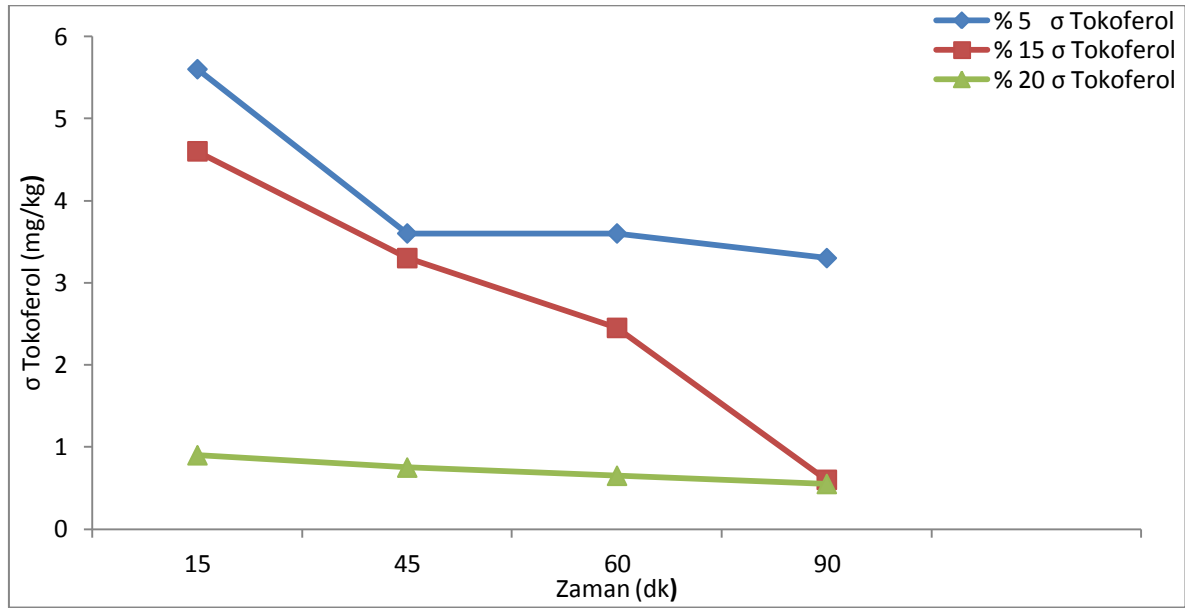


Şekil 8.13. K vitaminin kimyasal yapısı

Kükürtlenmiş yaş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde belirlenen σ tokoferol miktarları Tablo 8.7’de verilmiştir. Sonuçlara göre en yüksek σ tokoferol miktarı % 5’lik SMBS çözeltisinde 15 dk daldırılan kayıslarda 5.6 mg/kg olarak, en düşük değer % 20’lik SMBS çözeltisinde 90 dk bekletilen numunelerde 0.55 mg/ kg olarak ölçüldü. SMBS çözelti konsantrasyonu ve daldırma süresinin artışına bağlı olarak hacıhaliloğlu kayısılarındaki σ tokoferol miktarında azalma görüldü.

Tablo 8.7. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde izlenen σ Tokoferol miktarları (mg/kg)

Hacıhaliloğlu									
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	σ Tokoferol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	σ Tokoferol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	σ Tokoferol (mg/kg)
15	5	1	5,6	15	5	4,6	20	9	0,9
45	5	2	3,6	15	6	3,3	20	10	0,75
60	5	3	3,6	15	7	2,45	20	11	0,65
90	5	4	3,3	15	8	0,6	20	12	0,55



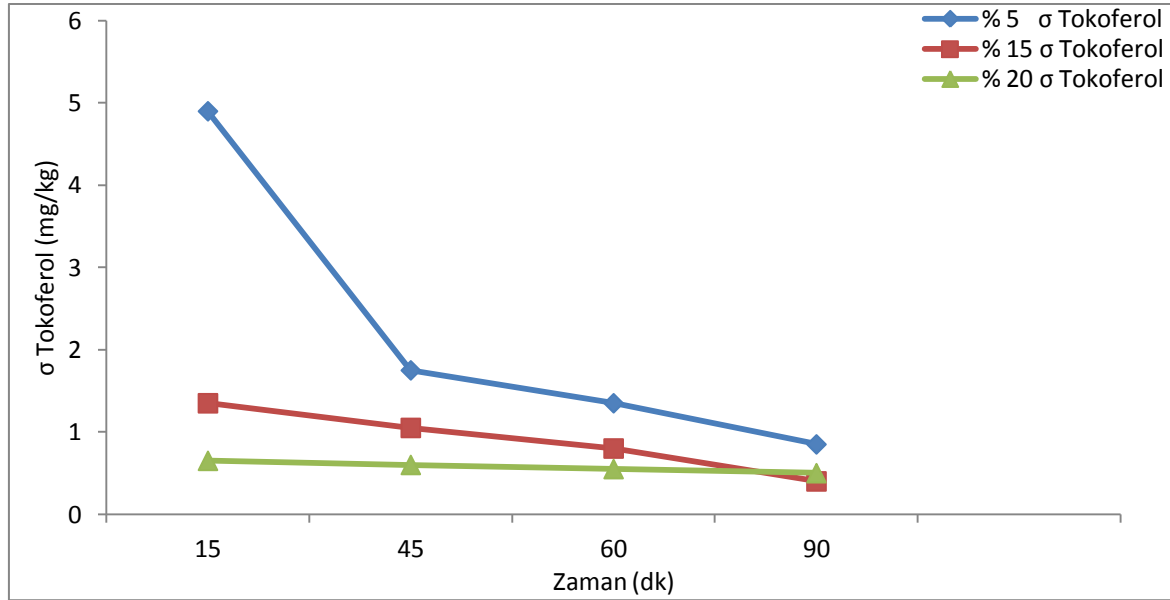
Şekil 8.13. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde σ Tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları: % 15’lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk daldırma süresi)

Kükürtlenmiş yaş kabaaşı kayısı çeşidinde belirlenen σ tokoferol miktarları Tablo 8.8’de verilmiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde bu kayısı numunelerinde de SMBS çözelti konsantrasyonu ve daldırma süresi artışına bağlı olarak σ tokoferol miktarında azalma görüldü. En yüksek miktar % 5’lik SMBS çözeltisinde 15 dk bekletilen

kayısı numunelerinde 4.9 mg/kg olarak ölçülürken, en düşük tokoferol miktarı % 20'lik SMBS çözeltisinde 90 dk bekletilen kayısı numunelerinde 0.5 mg/ kg olarak ölçüldü.

Tablo 8.8. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde izlenen σ Tokoferol miktarları (mg/kg)

Kabaaşı									
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	σ Tokoferol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	σ Tokoferol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	σ Tokoferol (mg/kg)
15	5	13	4,9	15	17	1,35	20	21	0,65
45	5	14	1,75	15	18	1,05	20	22	0,6
60	5	15	1,35	15	19	0,8	20	23	0,55
90	5	16	0,85	15	20	0,4	20	24	0,5

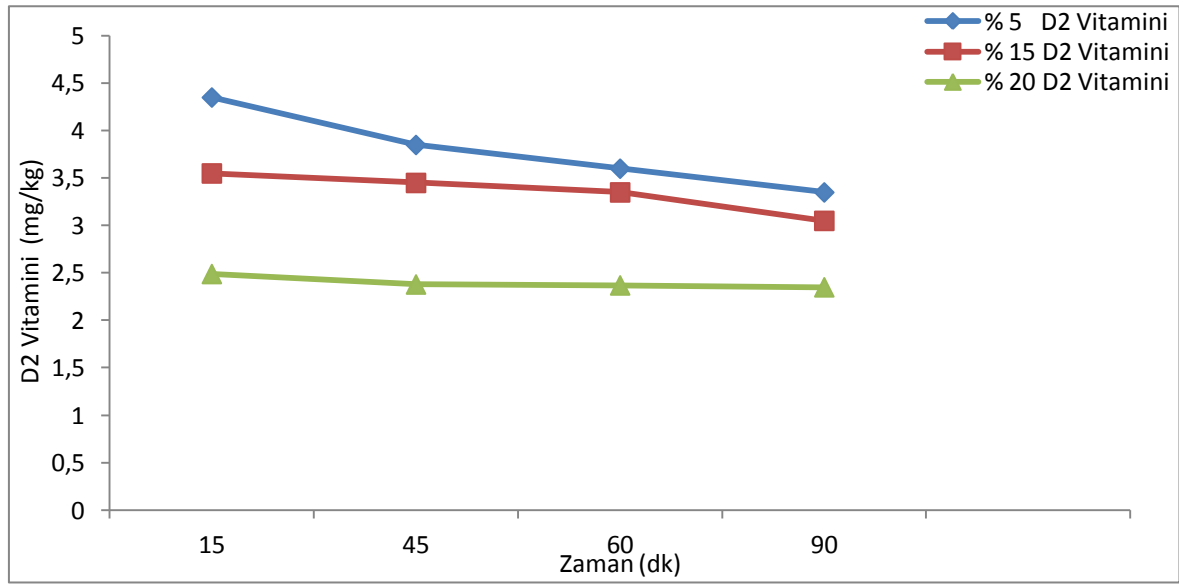


Şekil 8.14. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde σ Tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi

Kükürtlenmiş yaş hacihaliloğlu kayısı çeşidine ait D2 vitamini miktarları Tablo 8.9'da verilmiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde SMBS çözelti konsantrasyonu ve daldırma süresi artışına bağlı olarak D2 vitamini miktarında azalmanın olduğu görülecektir. En yüksek miktar % 5'lik SMBS çözeltisinde 15 dk bekletilen kayısı örneklerinde 4.35 mg/kg olarak ölçülürken, en düşük D2 vitamini miktarı % 20'lik SMBS çözeltisinde 90 dk bekletilen kayısı örneklerinde 2.35 mg/ kg olarak saptandı.

Tablo 8.9. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde ölçülen D2 vitamini miktarları (mg/kg)

Hacıhaliloğlu									
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	Vitamin D2 (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	Vitamin D2 (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	Vitamin D2 (mg/kg)
15	5	1	4,35	15	5	3,55	20	9	2,49
45	5	2	3,85	15	6	3,45	20	10	2,38
60	5	3	3,6	15	7	3,35	20	11	2,37
90	5	4	3,35	15	8	3,05	20	12	2,35



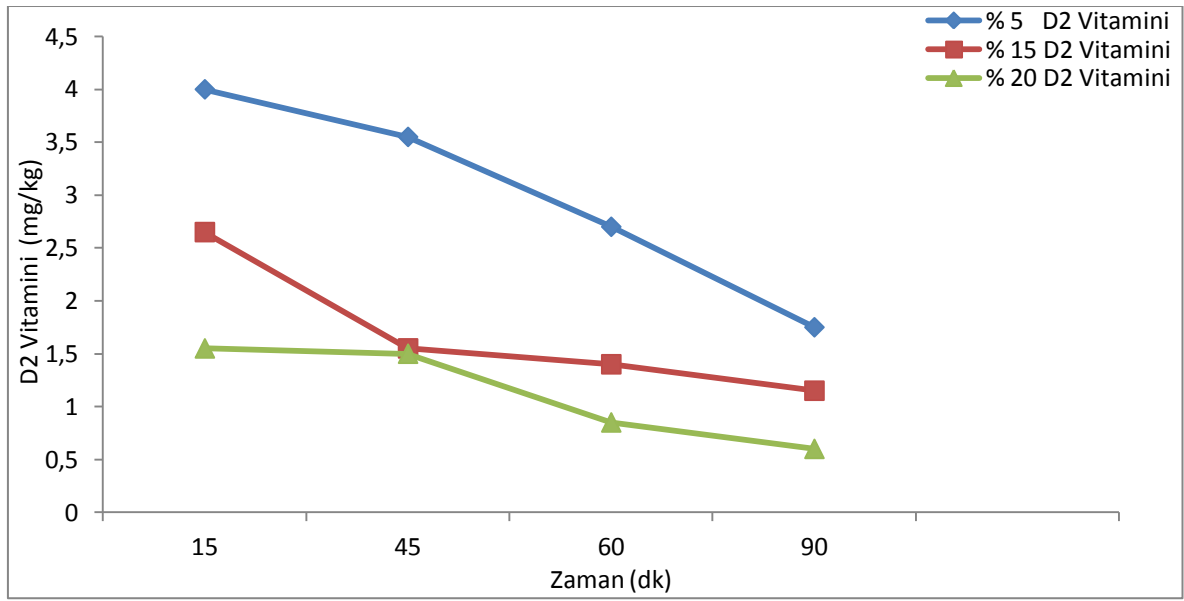
Şekil 8.15. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde D2 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi

Yaş kabaası kayısı çeşidine ait D2 vitamini değerleri Tablo 8.10'da verilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde kabaası kayısı çeşidinde de en yüksek D2 vitamini miktarı % 5'lik SMBS çözeltisinde 15 dk bekletilen kayısı numunelerinde 4 mg/kg olarak ölçülürken, en düşük D2 vitamini değeri % 20'lik çözeltide 90 dk bekletilen kayısı örneklerinde 0.6 mg/kg olarak ölçüldü.

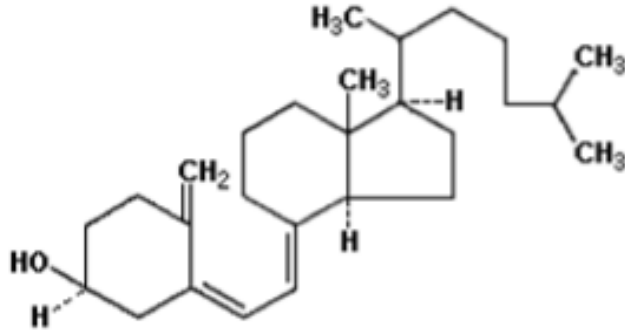
Bu sonuçlara göre % 20'lik SMBS çözeltisinde 90 dk bekletilen kabaası kayısı çeşidinde kükürt içeriği, Hacıhaliloğlu kayısı çeşidine göre daha fazla iken D2 vitamini miktarının daha az olduğu saptandı. Kayısındaki kükürt içeriğinin artışına bağlı olarak D2 vitamini miktarında azalma olduğu tespit edildi.

Tablo 8.10. Kükürtlenmiş kabaşkaı kayısı çeşidinde izlenen D2 vitamini miktarları (mg/kg)

Kabaşkaı									
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	D2 Vitamini (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	D2 Vitamini (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	D2 Vitamini (mg/kg)
15	5	13	4	15	17	2,65	20	21	1,55
45	5	14	3,55	15	18	1,55	20	22	1,5
60	5	15	2,7	15	19	1,4	20	23	0,85
90	5	16	1,75	15	20	1,15	20	24	0,6



Şekil 8.16. Kükürtlenmiş kabaşkaı kayısı çeşidinde D2 vitamini değeriinin çözelti konsantrasyonuna ve zamana bağılı olarak değışimi



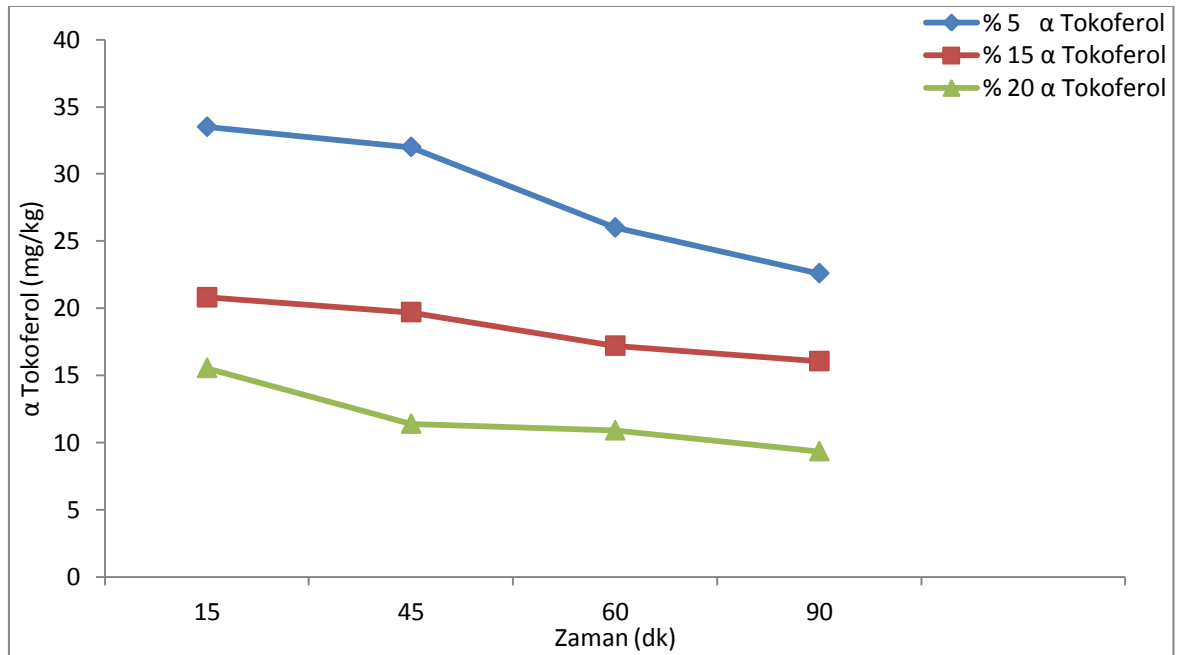
Şekil 8.17. D vitaminin kimyasal yapısı

Çok güçlü bir antioksidan olan α tokoferol (E vitamini) değeri her iki kayısı çeşidinde de SMBS çözelti konsantrasyonu ve çözeltiye daldırma süresine bağılı olarak azalma

görülmektedir. Analiz sonucunda elde edilen değerler Tablo 8.11 ve Tablo 8.12’de verilmiştir. SMBS çözelti konsantrasyonu ve daldırma süresine bağlı olarak α tokoferol miktarındaki değişimler Şekil 8.18 ve Şekil 8.19’da görülmektedir. Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde E vitamini miktarı çözelti konsantrasyonuna bağlı olarak kabaaşı kayısı çeşidine göre daha fazla etkilendiği, her bir çözelti konsantrasyonunda tespit edilen vitamin miktarları arasındaki farkın fazla oluşundan anlaşılmaktadır. E vitaminin kimyasal yapısı Şekil 8.20’de gösterilmektedir.

Tablo 8.11. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde izlenen α Tokoferol miktarları (mg/kg)

Hacıhaliloğlu									
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	α Tokoferol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	α Tokoferol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	α Tokoferol (mg/kg)
15	5	1	33,5	15	5	20,8	20	9	15,55
45	5	2	32	15	6	19,7	20	10	11,4
60	5	3	26	15	7	17,2	20	11	10,9
90	5	4	22,6	15	8	16,05	20	12	9,35



Şekil 8.18. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde α Tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi

verilmiştir. Burada % 5'lik ve % 15'lik SMBS çözeltilerinde bekletilen kabaaşı kayısı çeşidinde ölçülen ergosterol miktarının hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde ölçülen ergosterol miktarından düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 8.13. Kükürtlenmiş Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde saptanan ergosterol miktarları (mg/kg)

Hacıhaliloğlu									
Daldırma süresi(dk)	Derişim (%)	Örnek no	Ergosterol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	Ergosterol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	Ergosterol (mg/kg)
15	5	1	1,7	15	5	6,7	20	9	1,95
45	5	2	1,5	15	6	4,6	20	10	0,95
60	5	3	1,4	15	7	2,25	20	11	1,7
90	5	4	3,51	15	8	1,5	20	12	0,45

Tablo 8.14. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde ölçülen ergosterol miktarları (mg/kg)

Kabaaşı									
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	Ergosterol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	Ergosterol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	Ergosterol (mg/kg)
15	5	13	0,25	15	17	0,05	20	21	2,6
45	5	14	0	15	18	0,075	20	22	3,2
60	5	15	0,1	15	19	0,125	20	23	2,3
90	5	16	0,95	15	20	0,145	20	24	1,2

Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısılarının stigmasterol miktarları Tablo 8.15'de verilmiştir. Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde en yüksek miktar % 5'lik SMBS çözeltisinde 60 dk bekletilen kayısı numunelerinde 157.6 mg/kg olarak ölçüldü. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısılarının stigmasterol içerikleri Tablo 8.16'da verilmiştir. Kabaaşı kayısı çeşidinde en yüksek stigmasterol içeriği % 5'lik SMBS çözeltisinde 90 dk bekletilen kayısı numunelerinde 107 mg/kg olduğu tespit edildi. Her iki kayısı çeşidinde de en yüksek stigmasterol içeriği, % 5'lik SMBS çözeltide bekletilmiş kayılarda olduğu görülmektedir.

Tablo 8.15. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde saptanan stigmasterol miktarları (mg/kg)

Hacıhaliloğlu									
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	Stigmasterol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	Stigmasterol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	Stigmasterol (mg/kg)
15	5	1	88,6	15	5	95,7	20	9	54,2
45	5	2	99,9	15	6	90,6	20	10	0,1
60	5	3	111,05	15	7	92,15	20	11	0
90	5	4	157,6	15	8	90,3	20	12	0,35

Tablo 8.16. Kükürtlenmiş kabaası kayısı çeşidinde ölçülen stigmasterol miktarları (mg/kg)

Kabaası									
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	Stigmasterol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	Stigmasterol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	Stigmasterol (mg/kg)
15	5	13	98,6	15	17	87,2	20	21	89,1
45	5	14	66	15	18	89,8	20	22	98,8
60	5	15	56,8	15	19	88,25	20	23	67,7
90	5	16	107	15	20	84,85	20	24	41,6

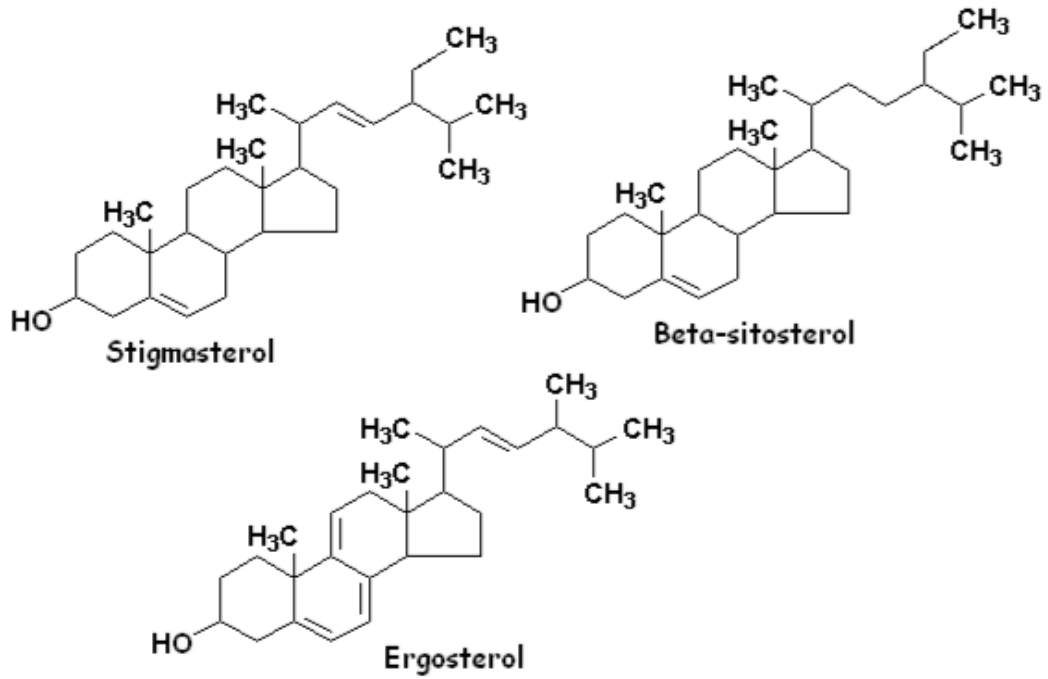
Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısıların β -sitosterol içerikleri Tablo 8.17’de, kükürtlenmiş kabaası kayısıların β -sitosterol içerikleri Tablo 8.18’de verilmiştir. Şekil 8.21’ de ergosterol çeşitlerinin organik yapısı görülmektedir. Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde en yüksek β -sitosterol miktarı % 15’lik SMBS çözeltide 90 dk bekletilen kayılarda 92.15 mg/kg olarak bulunurken, kabaası kayısı çeşidinde en yüksek β -sitosterol miktarı % 5’ lik SMBS çözeltisinde 90 dk bekletilen kayısıda 94.2 mg/ kg olarak bulundu.

Tablo 8.17. Kükürtlenmiş hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde ölçülen β -sitosterol miktarları (mg/kg)

Hacıhaliloğlu									
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	β -Sitosterol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	β -Sitosterol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	β -Sitosterol (mg/kg)
15	5	1	48,75	15	5	77	20	9	42
45	5	2	39,2	15	6	63	20	10	42,5
60	5	3	26,15	15	7	85,05	20	11	85,85
90	5	4	68,6	15	8	92,15	20	12	53,2

Tablo 8.18. Kükürtlenmiş kabaaşı kayısı çeşidinde ölçülen β -sitosterol miktarları (mg/kg)

Kabaaşı									
Daldırma süresi (dk)	Derişim (%)	Örnek no	β -Sitosterol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	β -Sitosterol (mg/kg)	Derişim (%)	Örnek no	β -Sitosterol (mg/kg)
15	5	13	84,8	15	17	35,65	20	21	49,45
45	5	14	75,3	15	18	33,1	20	22	53,05
60	5	15	29,6	15	19	26,2	20	23	39,45
90	5	16	94,2	15	20	39,55	20	24	11,8



Şekil 8.21. Fitosterollerin kimyasal yapısı

8.4. Kükürt Düzeyinin Kayısındaki Yağ Asitleri Üzerine Etkisi

Kükürtleme işleminden sonra yağ kayısılar üzerinde yapılan yağ asidi analizi sonuçları Tablo 8.7’de verilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, kükürtlenmiş kayısılarda, miristik asit (14:0), palmitik asit (16:0), palmitoleik asit (16:1 n7), stearik asit (18:0), oleik asit (18:1 n9c), linoleik asit (18:2 n6t ve 18:2 n6c), linolenik asit (18:3 n3), araşidonik asit (20:4 n6) ve 22:6,n3 DHA yağ asitleri tespit edilmiştir. Kükürtlenmiş kayısıların tamamında palmitik asit (16:0) ve linoleik asit (18:3 n3) içerdiği saptandı.

Tablo 8.19. Kükürt konsantrasyonu ile daldırma süresine bağlı olarak yağ asidi miktarındaki değişim (µg/g)

Örnek No	Yağ Asitleri (µg/g)										
	Miristik asit (14:00)	Palmitik Asit (16:0)	Palmitoleik Asit (16:1 n7)	Stearik Asit (18:0)	Oleik Asit (18:1,n9t)	Oleik Asit (18:1, n9c)	Linoleik Asit (18:2 n6t)	Linoleik Asit (18:2 n6c)	α-Linoleik Asit (18:3,n3)	Araşidonik Asit (20:4,n6)	22:6,n3 DHA
1	288,2	33,4	0	0	0	0	34,2	0	42,5	0	0
2	336	28,6	0	0	64,52	0	98,7	12	129	0	0
3	0	174,6	17,2	39,5	97,4	0	222,4	16,9	157	0	0
4	0	188,6	22,2	47,1	219,3	15,7	315,1	26,3	117,7	0	0
5	578,5	63,1	0	0	16,1	0	70,6	0	60,2	0	29,1
6	0	36	0	0	29,4	0	51,9	0	34,7	0	0
7	170,6	30,5	0	0	0	0	0	24,1	18,1	0	0
8	0	41,3	0	0	0	0	32	0	34	0	0
9	0	30,7	0	0	0	0	31	0	29,9	0	0
10	500,8	410,7	65,3	129,2	422,7	64,7	554,2	73	253,5	56,8	18,3
11	503	54,7	0	0	0	0	47,6	0	51	0	0
12	0	0,0609	0	0	0,0239	0	0,069	0	0,053	0	0
13	210	24,6	0	0	0	0	28,5	0	33,7	0	0
14	0	39,9	0	0	0	0	34,3	0	54,2	0	0
15	117,7	116,1	0	277	0	0	113,5	0	128,8	117,7	0
16	0	379	0	0	0	0	35	0	46,4	0	0
17	219	98,7	0	0	0	0	129	0	982	219	0
18	347,1	29,2	0	0	0	0	25,7	0	32,7	0	0
19	272	36,5	0	0	0	0	0	0	21,6	0	0
20	191	59,4	0	0	0	0	36,5	0	51,4	0	0
21	72,2	59,7	0	0	15,6	0	47,9	0	73,8	0	0
22	24	245	0	0	0	0	0	0	98,4	0	0
23	0	123,3	0	33,8	163	0	306	22,5	115,7	52,3	17,9
24	0	97,2	0	0	0	0	0	0	14,6	0	0

Elde edilen sonuçlara göre, % 20’lik SMBS çözeltisinde 45 dk bekletilen hacihaliloğlu kayısı çeşidinde palmitik asit (16:0), palmitoleik asit (16:1 n7), oleik asit (18:1,n9t), oleik asit (18:1, n9c), linoleik asit (18:2 n6t), linoleik asit (18:2 n6c) miktarları en yüksek içeriğe sahip olduğu % 15’ lik SMBS çözeltisinde 15 dk bekletilen Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde ise miristik asit (14:00) ve 22:6,n3 DHA içeriğinin en yüksek olduğu, % 15’lik SMBS çözeltisinde 15 dk bekletilen kabaş kayısı örneğinde α-linoleik asit (18:3,n3) ve araşidonik asit (20:4,n6) içeriği en yüksek olduğu ve % 5’lik SMBS çözeltisinde 60 dk

bekletilen kabaası kayısı örneğinde ise stearik asit (18:0) içeriğinin en yüksek olduğu saptandı.

9. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada sodyum metabisülfid' in çeşitli konsantrasyonlarda (% 5, % 15 ve % 20) çözeltileri kullanılarak iki farklı kayısı çeşidinin daldırma süresine bağı olarak absorbe ettiğı kükürt miktarları araştırıldı. Ayrıca kayısı numunelerinin kükürt içeriğine bağı olarak çeşitli vitamin (K1, D2, E “ α tokoferol ve σ tokoferol”) ve yağ asitlerinin miktarındaki değışim araştırıldı.

Çözelti konsantrasyonu ve daldırma süresi arttıkça kayısı numunelerinin absorpladığı kükürt miktarlarında artış gözlemlendi. Bu sonuç daha önce yapılmış bir çalışmada (Asma,2005) çeşitli konsantrasyonlarda hazırlanan sodyum metbisülfid çözeltilerinde çeşitli süreler daldırılarak kayısıların kükürtlenmesi ile elde edilen sonuçlar ile uyum içerisinde. Ancak kabaş kayısı türünde 45 dakikalık daldırma süresinden sonra kayısı numunelerinin kükürt içeriklerinde önemli miktarda bir değışikliğin olmadığı gözlemlendi. Bu gözlemden hareketle “kabaş kayısı türü için 45 dakikalık daldırma süresi numunelerin kükürtlenmesi için yeterlidir” denebilir.

Konsantrasyon ve daldırma süresinde artmaya bağı olarak her iki tür kayısı numunelerinin absorpladığı kükürt miktarı arttığından, herhangi bir kayısı numunesinde istenilen kükürt içerik seviyesi çözelti konsantrasyonu veya daldırma süresi değıştirilerek elde edilebilir. Daldırma süresi ve çözelti konsantrasyonu numunelerin absorpladığı kükürt içeriğini aynı yönde etkilediklerinden, bu iki parametreden biri sabit tutularak numunede aynı kükürt içeriğı elde edilebilir. Bir başka ifadeyle yüksek konsantrasyona sahip bir çözeltide daha kısa daldırma süresinde absorplanan kükürt miktarı, düşük konsantrasyona sahip bir çözeltide daha uzun bir daldırma süresinde elde edilebilir. Ancak bu durum sınırlı aralıklarda söz konusudur. Eğer uzun daldırma süresi istenmiyorsa, çözelti konsantrasyonu arttırılarak daha kısa daldırma süresinde istenilen kükürt içeriğine ulaşılabilir.

Birçok durumda kayısı numunelerinin uzun süre çözelti içerisinde bekletilmesi istenmez. Çünkü uzun daldırma süresi kayısının kabuk dokusuna ve kabuk içi yapıya zarar vermekte ve vitaminlerin bazılarının sulu ortama difüze olmasına sebep olmaktadır (Öztürk, 2003). Böyle durumlarda çözelti konsantrasyonu arttırılarak, daldırma süresi kısaltılabilir. Böyle durumlarda, hiç şüphesiz, yüksek konsantrasyona sahip çözeltinin kayısının dış kabuk dokusuna ve kabuk içi yapıya daha fazla zarar vermediğinden emin olunmalıdır.

Vitamin içeriklerine gelince, genel olarak kükürt içeriği ile vitamin değerlerinin ters orantılı olarak değiştiği gözlemlendi. Daldırma süresi arttıkça numunelerin kükürt içeriği de artacağından, numunelerin vitamin değerlerinin daldırma süresiyle azaldığı gözlemlendi. Ancak bu azalmanın ne kadarı kükürt içeriğine bağlı olarak gerçekleştiği ne kadarının kendiliğinden sulu ortama geçerek veya sulu ortam tarafından ekstrakte edilerek azaldığı mevcut araştırmada ayırt edilememektedir. Kurutma ve kükürtleme işlemlerinin çeşitli kayıslardaki vitamin değerleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada (Karakaplan, 1985) benzer sonuçlar elde edilmiştir. Eğer kayısı numunelerinin bir kısmı da kükürt dioksit ile kükürtlenmiş olsaydı ve söz konusu numunelerde de aynı kükürt miktarlarında aynı oranda vitamin kaybı gözlemlenmiş olsaydı, o zaman vitamin değerlerindeki kaybın kükürtlenmeden kaynakladığı rahatlıkla söylenebilirdi. Bir başka husus, kayısı numuneleri saf su içerisine çeşitli sürelerde daldırılarak vitamin içeriklerindeki zamana bağlı değişim incelenmiş olsaydı, vitamin değerlerindeki değişimin kükürtlenmeden mi kaynakladığı yoksa hem kükürtleme hem de çözelti ekstraksiyonundan mı kaynakladığı belirlenebilirdi.

10. ÖNERİLER

Gelecekte yapılacak bir çalışmada kayısı numuneleri çeşitli sürelerde saf su ve çeşitli konsantrasyonlardaki çözelti içerisine daldırılarak vitamin değerlerinde değişim olup olmadığı incelenebilir. Çözelti ortamındaki kükürtleme ile gaz ortamdaki kükürtlemeler birbiriyle karşılaştırılarak daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilir.

% 10, % 20 ve % 30 gibi sodyum metabisülfid çözeltileri hazırlanarak ve kayısı çeşidi de arttırılarak daha sistematik biçimde numunelerin kükürt içerikleri ve bu kükürt içeriklerine bağlı olarak vitamin ve yağ asitlerindeki değişimler incelenebilir.

Numunelerin kükürt içeriğine bağlı olarak kurutulmuş kayısılarda vitamin ve yağ asitleri değerleri incelenebilir.

Kayısı numunelerinde kurumaya bağlı olarak kükürt içeriklerindeki azalma araştırılabilir. Kurumaya bağlı olarak numunelerin ağırlığı azalmakta ve dolayısıyla birim ağırlık (kütle) başına kükürt içeriği artmaktadır. Ancak kurumaya bağlı olarak kükürt miktarları artma numunenin ağırlık kaybındaki azalma ile aynı oranda olup olmadığı mevcut araştırma da ortaya konulmamıştır.

Kükürtlemeye bağlı olarak vitamin değerlerindeki azalmanın mekanizmasını ortaya koyacak araştırmalar yapılabilir.

11.ÖZGEÇMİŞ

Nazlı Gülüm MUTLU 1987 yılında Malatya’ da doğdu. İlk ve Orta öğretimini Malatya ili Merkez ilçesinde Fatih İlk Öğretim okulunda okuduktan sonra lise eğitimimi, 20 Mayıs Vakfı Turgut Özal Lisesinde tamamladı. 2006 yılında Fırat Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümünü kazanarak lisans eğitimine başladı. 2009 yılında çift ana dal yapma hakkı kazanarak Çevre Mühendisliğinde çift ana dal programı ile lisans eğitimine başladı. 2010 yılında lisans bitirme tezi olan, Bakır bağlamış modifiye şeker pancarı küspesinde çeşitli sulu ortamlarda bakırın çözünürlüğünün incelenmesi üzerine bir çalışma ile Dokuzuncu Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresinde 22-25 Haziran 2010’da Gazi Üniversitesi Ankara’ da posterli sunum yaptı. 2010 yılında Kimya Mühendisliği lisans eğitimini bölüm birincisi olarak tamamladı. 2010 yılı Eylül ayında Fırat Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans eğitimini almaya başladı. 2011 yılında Çevre Mühendisliği lisans eğitimini bitirdi ve aynı yılın Aralık ayında Plastik Geri Dönüşüm Tesisinde İşletme Çevre Sorumlu olarak bir yıl görev yaptı. Halen Berktaş Petrolde LPG Sorumlu Müdür olarak görev yapmaktadır.

KAYNAKLAR

Abdelhaq, E.H, Labuza T. P; 1987, Air Drying Charasteristics of Apricots. Journal of Food Science, 52-2 (Asma ve diğ., 2005'den).

Açkurt, F., 1998, Sağlıklı Beslenmede Kayısının Önemi ve Yeni Kayısı Ürünleri. 1. Kayısı Şurası Sonuç Raporu, S:21-29, İnönü Üniversitesi Basımevi, Malatya (Kan, 2005).

Anonim, IGEME, Ürün Profili, **Tarım**, 1, (1996) 1-32 (Kan, 2005'den).

Anonymous, 1983, Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri. T.C. Tarım Orman ve Köy isleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü. Genel Yay Ankara. No: 62-105 (Kan, 2005'den).

Asma, B.M., 2011, Her Yönüyle Kayısı, İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü 44280, Uyum Ajans Ankara, S 65-67.

Asma, B. M., Mısırlı A., 2007, “Kayısı Çekirdeği”, Hasad, 261:55-58 (Asma ve diğ., 2005' den).

Asma, B. M., 2000, Kayısı Yetiştiriciliği, Evin Ofset Malatya, 243-244 (Kan, 2005'den).

Asma, B.M., Gültek A., Kan T., Birhanlı O., 2005, Kayısıda Kükürt Sorunu, İnönü Üniversitesi, Malatya

Bolin, H.R., Jackson R., 1985, Factor Affercting Sulfur Dioxide Binding in Dried Apples and Apricots. Journal of Food Processing and Preservation, 9, 25-34 (Asma ve diğ., 2005'den).

Boltz, D.F., Howell J.A., 1977, *Colorimetric Determination of Nonmetals. A Wiley-Interscience Publication*, Newyork (Asma ve diğ., 2005'den).

Brekkeand, J.E. , Nury F.S., 1964, Fruits. In Food Dehydration, W.B.V. Arsdel and M.J. Copley (Eds.), vol. II, AVI publishing Co., Westport, CT.721 (Kan, 2005'den)

Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu A., Özkan M., 2001, 1 Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları. Gıda teknolojisi Yayınları No: 24 (Asma ve diğ., 2005'den).

Cemeroğlu, B., Acar J. 1986, Meyve ve Sebze İşletme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6 (Asma ve diğ., 2005'den).

Cemeroğlu, B., Karadeniz F., Özkan M., 2003, 3 Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Degisi Yayınları No:28 (Asma ve diğ., 2005'den).

Cheah, L.H., Hunt A.W., Lorentz P., 1993, Effect of Sulphur Dioxide Fumigation on Botrytis Storage Rot and Residues in Kiwifruit. Postharvest Biology and Technology, 3, 1, 11-16 (Asma ve diğ., 2005'den).

Christie, W.W., 1990. Gas chromatography and lipids. The Oil Pres, Glaskow (Özşahin, 2010' dan).

Çelik, B. 2001. Kuru Kayısıda Muhtemel Aflatoksin Oluşumu ve Düzeylerinin Tespiti. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) (Asma ve diğ., 2005'den).

Dahlenburg, A.P., Cecil J.S., Hill J.F.W., 1991, Nil and Low Sulphur Dioxide Dried Apricots. <http://www.sardi.sa.gov.au/> Erişim tarihi: 20.08.2000 (Asma ve diğ., 2005'den).

Dahlenburg, A.P., Retke M.A., Cecil J.S., 1992, Effect of Harvest Time and Fruit and Storage Life. <http://www.sardi.sa.gov.au/> Erişim Tarihi: 20.08.2000 (Asma ve diğ., 2005'den).

Dahlenburg, A.P., Retke M.A., Cecil J.S., 1992, The Implications of Delayed Sulphuring on Dried Apricot Quality. <http://www.sardi.sa.gov.au/> Erişim Tarihi: 20.08.2000 (Asma ve diğ., 2005'den).

Dahlenburg, A.P., Hill J.F.W., Cecil J.S., 1998, Honey Treatment of Low Sulphur Dioxide Content Apricots. <http://www.sardi.sa.gov.au/> Erişim Tarihi: 20.08.2000 (Asma ve diğ., 2005'den).

Dahlenburg, A.P., Retke M.A., Cecil J.S., 1998, Effect of Raised Temperatura During Sulphuring on the Quality of Appricots. <http://www.sardi.sa.gov.au/> Erişim Tarihi: 20.08.2000 (Asma ve diğ., 2005'den).

Demir, M., 1984, Analitik ve Sanayi Kimya Laboratuvarı M.E.B Yayınları S:28-30 (Asma ve diğ., 2005'den).

Doymaz, İ., 2004, Effect of Pre-Ttreatments Using Potassium Metabisulphide and Alkaline Ethyl Oleat an the Drying Kinetics of Apricots. Biosystems Engineering, 89, 3, 281-287 (Asma ve diğ., 2005'den).

Durmaz, G., Karabulut İ., Topçu A., Asiltürk M., Kutlu T., 2010, Roasting related changes in oxidative stability and antioxidant capacity of apricot kernel oil, journal of the american oil chemists' Society, 87:401-409.

Dış Ticaret İstatistikleri, EBİM, *Dış Ticaret Müsteşarlığı*

Ekşi, A., 1888, Gıda Muhafazası için Kimyasal Madde Uyg. Gıda San., 5. 25-31 (Asma ve diğ., 2005'den).

Forni, E., Torreggiani D., Battiston P., Polesello A., 1986, Research into Changes of Pectic Substance in Apricots and Peachs Processed by Osmotic Dehydration Carbonhydrate Polymers, 6, 5, 379-393 (Asma ve diğ., 2005'den)..

Freedman, B.J., 1980, Sulphur Dioxide in Food and Beverages: Its Use as Preservative and Its Effect On Asthma. British Journal of Diseases of the Chest, 74, 128-134 (Asma ve diğ., 2005'den).

Gülcan R., Mısırlı A., Eryüce N., Demir T. ve Sağlam H., 2001, Kayısı Yetiştiriciliği, İzmir, 2-12 (Kan, 2005'den).

Gültek, A., 1993, Kayısının Kükürtlenmesinde Bazı Parametrelerin İncelenmesi ve Kayısıda Aşırı Kükürdün H₂O₂ Yöntemiyle Giderilmesi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) (Asma ve diğ., 2005'den).

Gökçe, K., 1966, Malatya Kayısılarının Kükürtlenmeleri Üzerine Teknik Araştırmalar. Ankara Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 261, Ankara (Asma ve diğ., 2005'den).

Hansmann, C.F., Fourie P.C., 1999, Dehydration of Apricots Without Sulphur Dioxide. Acta Hort. 488:583-590 (Asma ve diğ., 2005'den).

Hauser, M., Oechsle P., Mühlbauer W., 1995, Solar Drying of Apricots in Morocco. Acta Hort. 384 pp 645-649 (Asma ve diğ., 2005'den).

Isaac, A., Livingstone C., Wain, A.J., Compton, R.G. and Davis J., 2006. Electroanalytical methods for the determination of sulfite in food and beverages. Analytical Chemistry, 25(6), 589-598.

İkizler, A., 1985, Organik Kimyaya Giriş, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fak. Yayınları No:4 S:132-234 (Asma ve diğ., 2005'den).

Kan, T., 2005, Yöresel Olarak Yetiştirilen Kayısı Çeşitlerine Ait Meyvelerdeki Yapısal Değişmelerin İncelenmesi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi)

Karakaplan, M., 1988, Doğal ve Yapay Kurutma ile Kükürtleme İşlemleri Sırasında Kayısının Organik İçeriğindeki Değişimlerin Araştırılması. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) (Asma ve diğ., 2005'den).

Kutlu, T., Durmaz G., Ateş B., Erdoğan A., 2009, Protective Effect Of Dietary Apricot Kernel Oil Spplimentation on Cholesterol Levels and Antioxidant Status of Liver in Hypercholesteremic Rats, Journal of Food Agriculture And Environment, (7) 61-65.

Köseoğlu, E., 2000, Kükürtlenmiş Kayısıda Kükürt Dioksit ve Türevlerinin Düzeylerinin Belirlenmesi ve Kükürt Dioksit Düzeyini Belirleyen Parametrelerin Araştırılması. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) (Asma ve diğ., 2005'den).

Küçükbay, Z.F., 1990, Sularda Bazı Anyon Düzeylerinin İyon Seçici Elektrotlar ve İyon Kromatografisi ile Tayinleri. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) (Asma ve diğ., 2005'den).

Mahmutoğlu, T., Saygı Y. B., Borcaklı M., Özyay G., 1996, Effect of Pretreatment Drying Methol Combinations on the Driying Rates, Quality and Storage Stability of Apricots. Lebensm-Wiss. U-Technol,29,418-424 (Asma ve diğ., 2005'den).

Mcbean, D.M., 1967, Levels of Free and Combined Sulfur Dioxide in Fruit During Sulfuring and Drying. Food Technology, 21, 1402 (Asma ve diğ., 2005'den).

Özbek, S., 1978, Özel Meyvecilik. Çukurova Üniv. Zir. Fak. Yayınları, 127-132.

Özşahin, A.D., 2010, Malatya Yöresine Ait Bazı Üzüm Ve Kayısı Çeşitlerinin Fitokimyasal İçeriklerine Bağlı Olarak Antioksidan Aktivitelerinin Araştırılması, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, (Yayınlanmamış Doktora Tezi)

Öztürk, K., 2003, Kayısıda Kurutma Öncesi Ön İşlemlerin Kuru Kayısı Kalitesi ve Dayanımına Etkileri. TARP-2573-5 No' lu Proje (Asma ve diğ., 2005'den).

Rossello, C., Canellas J., Santiestaban I., Mulet A., 1993, Simultion of the Absorption Process of Sulphur Dioxide in Apricots. Lebensm –Wiss. U.-Technol, 26, 322-328 (Asma ve diğ., 2005'den).

Sabarez H., Price W.E., Back P.J., Woolf L.A., 1997, Modelling the kinetics of drying of d' Agen plums (prunus domestica).Food Chem.60; 371-382 (Kan, 2005'den).

Sharma, T.R. Sekhon K.S, Saini S.P., 1993, Colour Changes During Drying Apricot. J. Food Science Technology, 30, 4, 306-308 (Asma ve diğ., 2005'den).

Sullivan, D.M., Smith R.L., 1985, *Determintion of Sulfite in Foods by Ion Chroatography*. Food Tecnology. 39 (1): 45-48, 53 (Asma ve diğ., 2005'den).

Şahin, Ş., 2001, Malatya' da Yetiştirilen Hacıhaliloğlu Kayısı Çeşidinin Sodyum Metabisülfıt ile Kükürtleme İşlem Parametrelerinin Kayısının Kalitesine Etkileri. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) (Asma ve diğ., 2005'den).

Şenlet, S., 1987, Gıda Kalite Kontrolünde Uygulanan Başlıca Kromotografik Yöntemler. Türk Hij. Den. Biyol. Dergisi 45, (2) (Asma ve diğ., 2005'den).

Taylor, S.L., Higley N.A., Bush R.K., 1986, Sulfites in Food: USES, Analytical Methhots, Residues Fate, Exposure Assessment, Metabolisem, Toxicity and Hypersensitivity. Chishester C. O., Mirak E. M.; Schweigert B. S. (Ed.) Advances in Food Research. Academic Pres, Vol: 30 (Asma ve diğ., 2005'den).

Toğrul, İ.T., Pehlivan D., 2003, Modelling of Drying Kinetics of Single Apricot, Journal of Food Engineering 58, 23-32 (Asma ve diğ., 2005'den).

T.S.E., 1992, Kuru Kayısı Standardı /485, Ankara (Asma ve diğ., 2005'den).

Ural, A., 1995, Kayısının Besin Değeri Ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi. Malatya 3. Kayısı Fuarı 5. Kayısı Paneli (Tebliğler) S: 9-27 (Asma ve diğ., 2005'den)..

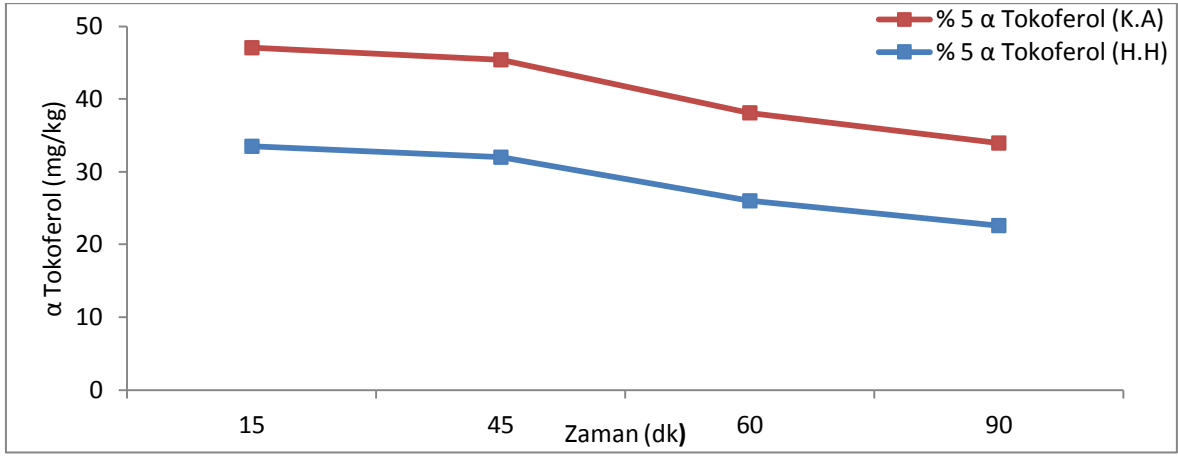
URL-1., ITC Web page 'www.intracen.org' (Kan, 2005'den).

Yakar, F. Fırat, Bozdağ N., Baydogan A. E., 2004, Sosyal ve Ekonomik Yönleri ile Malatya, 170-171 (Kan, 2005'den).

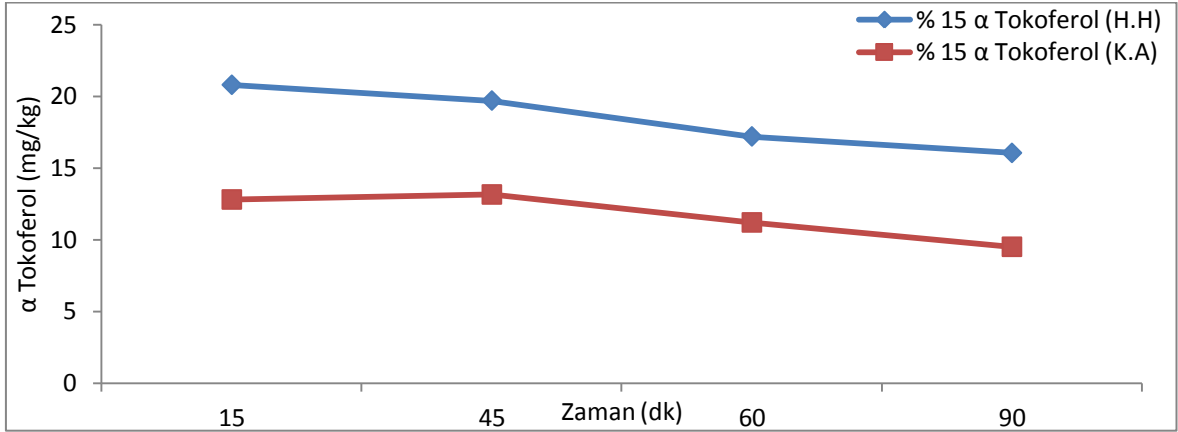
Yıldız, F., 1994, Kayısı İşlemede Yeni Teknolojiler. Standart Dergisi, Kayısı Özel Sayısı, 67-69

Yücecan, S., 1994, Standart dergisi, 33 ,61-63 (Asma, 2011' den).

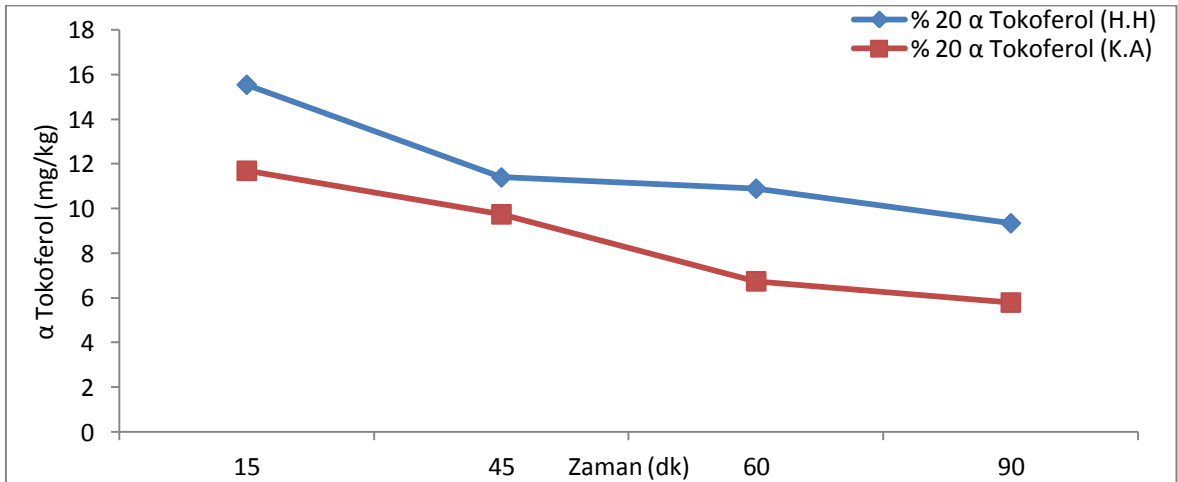
EKLER



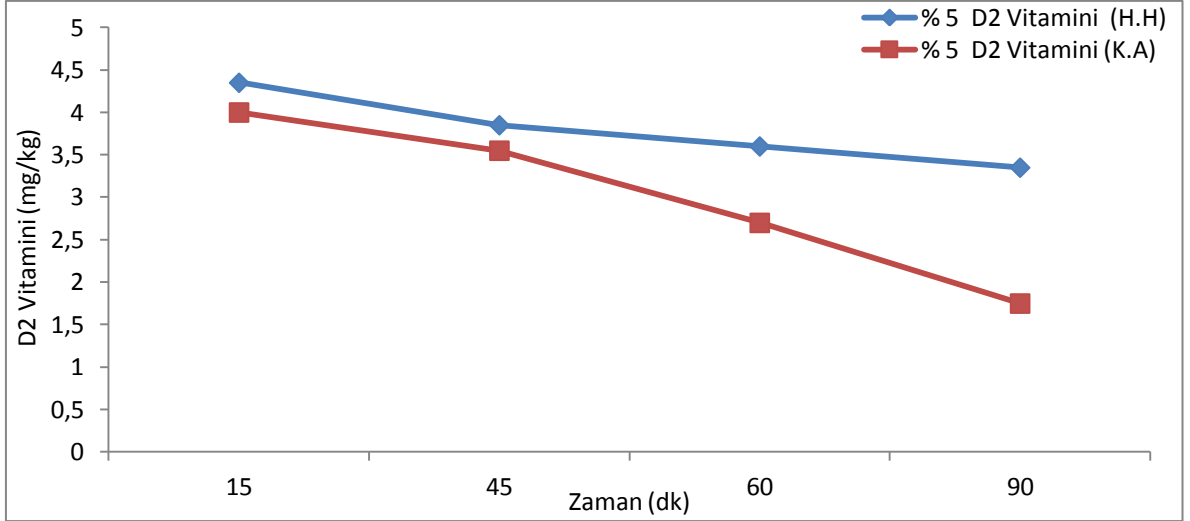
Ek.1. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde α Tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 5'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)



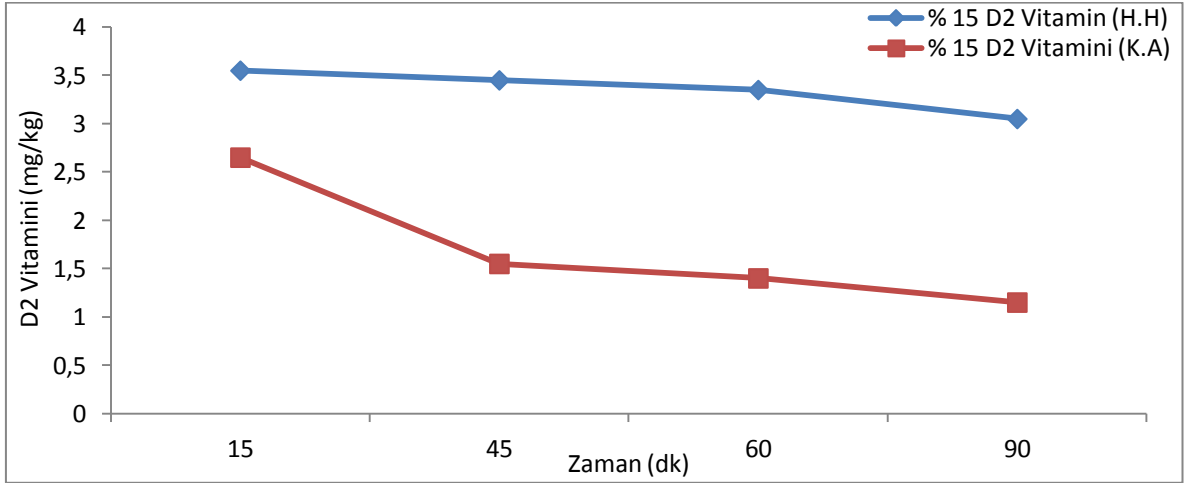
Ek.2. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde α Tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 15'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)



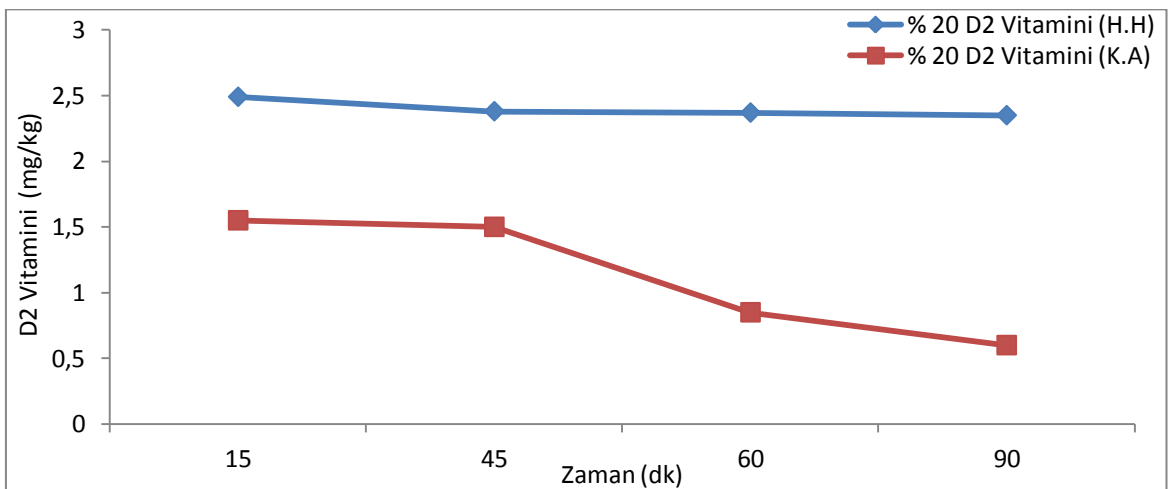
Ek.3. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde α Tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)



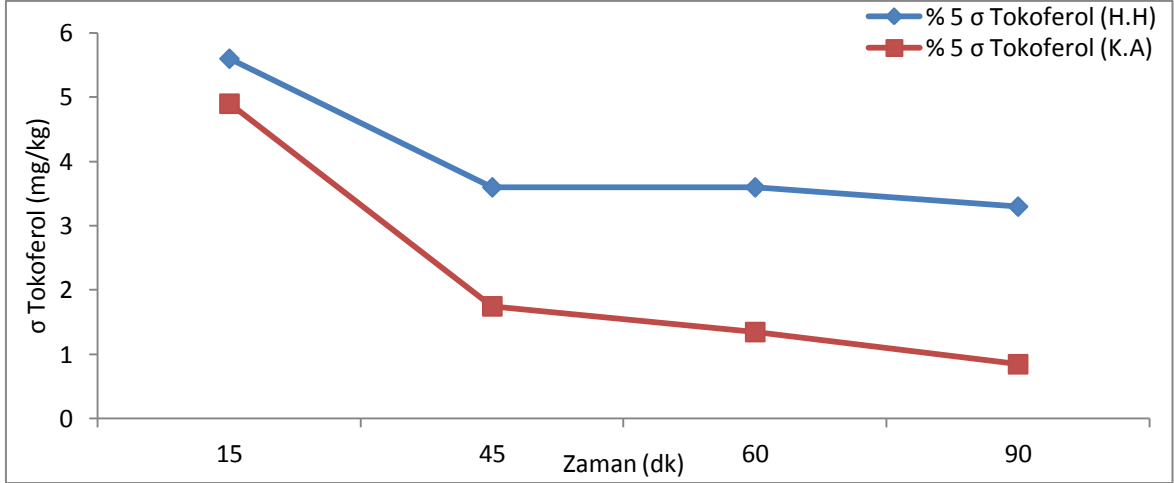
Ek.4. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde D2 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları: % 5'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)



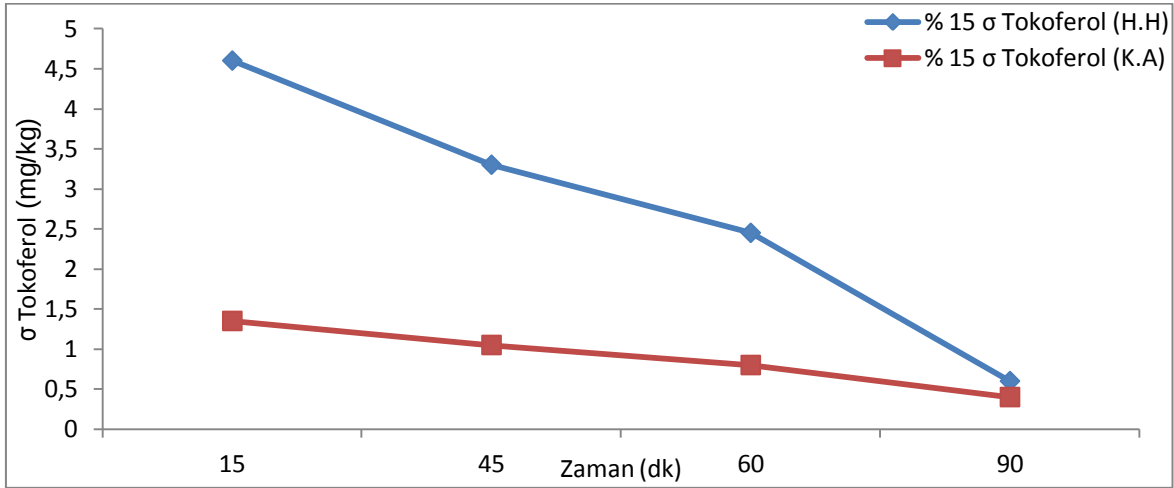
Ek.5. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde D2 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları: % 15'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)



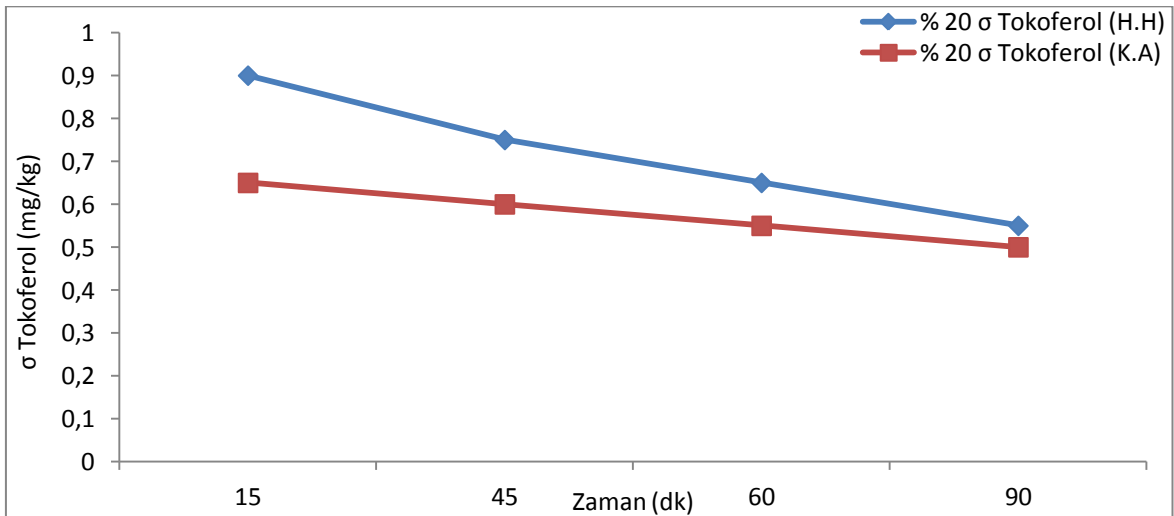
Ek.6. Kükürtlenmiş Hacihaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde D2 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları: % 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)



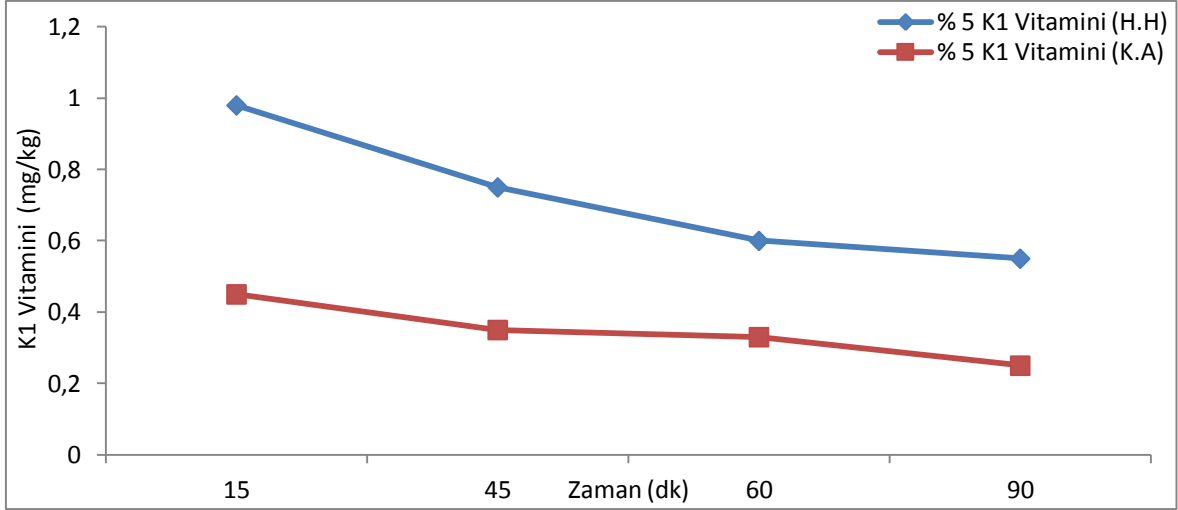
Ek.7. Kükürtlenmiş Hacıhaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde σ tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları: % 5'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)



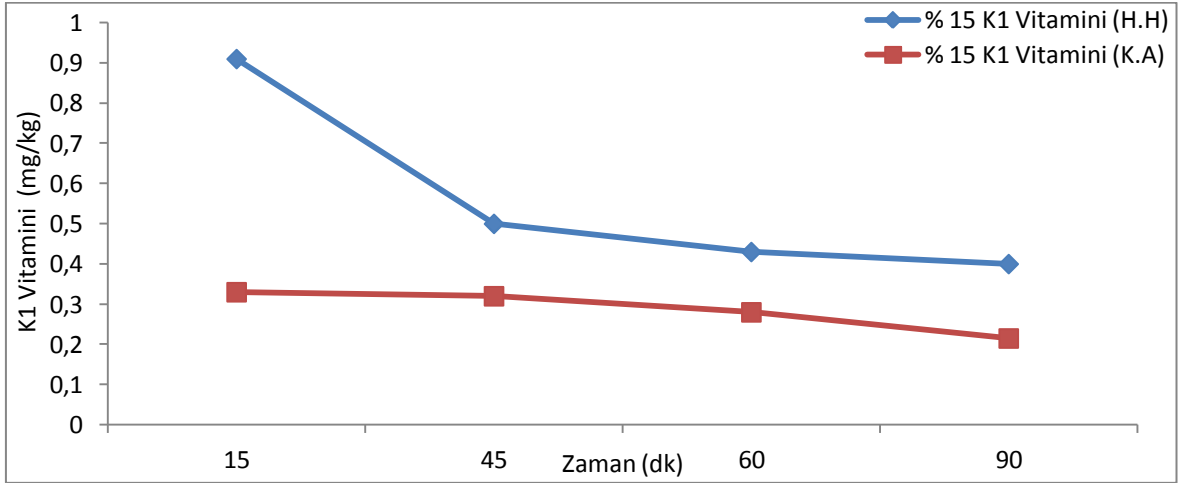
Ek.8. Kükürtlenmiş Hacıhaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde σ tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları: % 15'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)



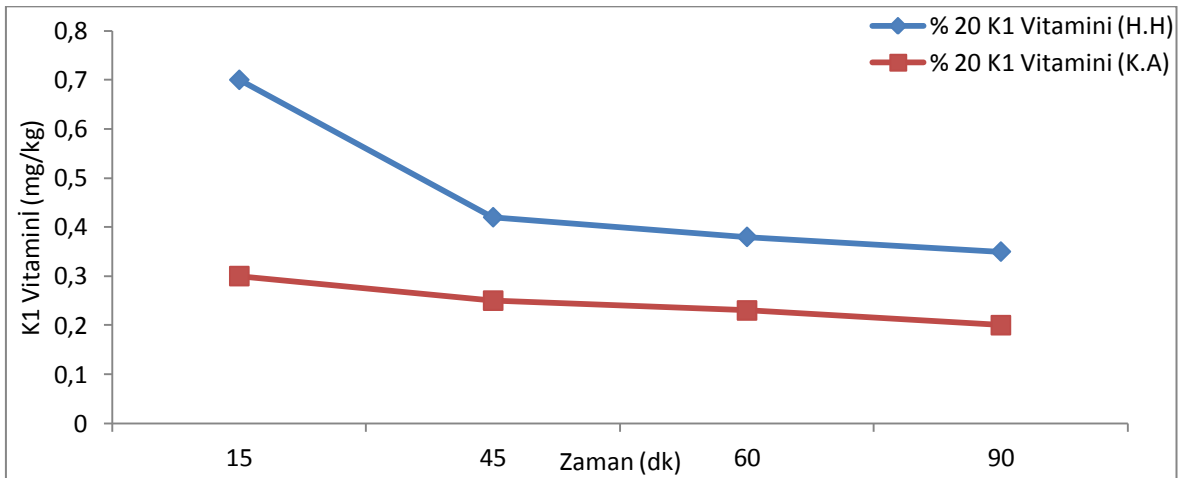
Ek.9. Kükürtlenmiş Hacıhaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde σ tokoferol değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları: % 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)



Ek.10. Kükürtlenmiş Hacıhaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde K1 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)



Ek.11. Kükürtlenmiş Hacıhaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde K1 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 15'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)



Ek.12. Kükürtlenmiş Hacıhaliloğlu-kabaaşı kayısı çeşidinde K1 vitamini değerinin çözelti konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişimi (Deney Şartları:% 20'lik SMBS çözeltisinde, 15;45;60;90 dk bekletilen)