

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI MEYVE ÇEŞİDİ VE İRİLİĞİNE SAHİP
KÜKÜRTLENMİŞ KAYISI KURULARINDA H_2O_2
UYGULAMASININ SO_2 (KÜKÜRT) KALINTISINA ETKİSİ
YASEMİN BİLGİÇ YÜKSEK LİSANS TEZİ GIDA
MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

KONYA-2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
3.MATERYAL VE METOT.....	29
3.1 Materyal.....	29
3.1.1 Örnekleme.....	29
3.1.2 Hasat.....	29
3.1.3 Kükürtleme.....	30
3.1.4. Kurutma.....	30
3.1.5 Depolama.....	31
3.2 Metot.....	32
3.2.1 Denemenin Kuruluşu.....	32
3.2.2 Kayısı kuruları örneklerinin H ₂ O ₂ muamelesi.....	32
3.2.2.1 Daldırma.....	32
3.2.2.2 Durulama.....	33
3.2.3 Kayısı Kurularının Sınıflandırılması.....	33
3.2.4 Laboratuvar Analizleri.....	33
3.2.4.1 Nem Tayini.....	33
3.2.4.2 Kükürt Dioksit Tayini.....	34
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	36
4.1 Kükürtlenmiş Kayısı Kurularındaki SO ₂ Kalıntısının giderilmesinde H ₂ O ₂ Muamelesi Ve Çeşit Faktörünün Etkisi.....	36
4.1.1 SO ₂ ' deki değişim.....	36
4.1.2 Nem düzeyindeki değişim.....	42

4.2. Kükürtlönmüş Kayısı Kurularındaki SO ₂ Kalıntısının giderilmesinde	
H ₂ O ₂ Muamelesi Ve İrilik Faktörünün Etkisi.....	46
4.2.1 Son kurutma öncesi H ₂ O ₂ uygulaması.....	46
4.2.2 Son kurutma sonrası H ₂ O ₂ uygulaması.....	50
4.2.3 Seçme ünitesi sonrası H ₂ O ₂ uygulaması.....	53
4.3. Kükürtlönmüş Farklı Boyutlardaki Kayısı Kurularındaki SO ₂	
Kalıntısının giderilmesinde H ₂ O ₂ Muamelesi Sırasında ve Sonrasında	
Yapılan İşlemlerin Nem Düzeyi Üzerine Etkisi.....	56
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	62
6.KAYNAKLAR.....	64

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI MEYVE ÇEŞİDİ VE İRİLİĞİNE SAHİP KÜKÜRTLENMİŞ KAYISI KURULARINDA H₂O₂ UYGULAMASININ SO₂ (KÜKÜRT) KALINTISINA ETKİSİ

Yasemin BİLGİÇ
Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Dr. Adem ELGÜN
2009, 70 sayfa

Jüri: Prof. Dr. Adem ELGÜN (Danışman)
Prof. Dr. M. Musa ÖZCAN
Yrd. Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Bu araştırmada farklı meyve çeşidi ve iriliğine sahip kükürtlenmiş kayısı kurularında H₂O₂ uygulamasının SO₂ kalıntısına etkisi araştırılmıştır. Meyve çeşidi olarak Hacıhaliloğlu, Kabaası, Soğancı ve Çöloğlu meyve iriliği olarak TSE 485 standardında belirtilen 4 kayısı boyutu tercih edilmiştir. Uygulama 50°C'deki % 1 ve % 2'lik konsantrasyonlardaki H₂O₂ çözeltisine 30, 60, 90 ve 120 sn sürelerde daldırmayla şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kurutulmuş kayısılardaki SO₂ miktarının düşürmek için tüm örnekler aynı uygulama yapılmış olup farklı kayısı çeşitlerindeki ve boyutlardaki azalma düzeyleri önemli ölçüde farklılıklar göstermiştir (P<0.05).

Aynı durum boyutlarına göre sınıflandırılmış kayısılar içinde geçerlidir. Çeşitler arasında en fazla % 40'lık SO₂ azalma düzeyini % 2'lik H₂O₂ in 120 sn'lik uygulaması ile Çöloğlu kayısı kurusu çeşidi göstermiştir. Boyutlarına göre ise yine aynı uygulama dozu ve süresi ile en fazla % 33.63 SO₂ azalması en küçük boyutlu olan 4 numaralı kayısı kurularında elde edilmiştir. H₂O₂ konsantrasyonu ve uygulama süresi arttıkça SO₂ miktarında azalma düzeyi artarken aynı zamanda yanık olarak tabir edilen kayısılardaki kalite kayıpları da arttığı görülmektedir

Anahtar Kelimeler: Kayısı çeşidi, Boyut, Hidrojen peroksit Yanığı, Hidrojen peroksit, Kükürt dioksit

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE EFFECT ON THE RESIDUE OF SO₂ (SULPHUR) OF H₂O₂ APPLIED TO SULPHURED DRIED APRICOTS IN DIFFERENT FRUIT SIZE AND VARIETIES

Yasemin BİLGİÇ

Selçuk University

Institute of the Natural and Applied Sciences

Major Field of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Adem ELGÜN

2009, 70 pages

Jury: Prof. Dr. Adem ELGÜN (Supervisor)

Prof. Dr. M. Musa ÖZCAN

Assist. Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

In this study, the effect on the residue of SO₂ (sulphur) of H₂O₂ applied to sulphured dried apricots in different fruit size and varieties was investigated. Hacihaliloglu, Kabaasi, Soganci and Cologlu as the apricot varieties and four sizes mentioned in the standard of TSE 485 as the fruit size were used in this research. For this aim, sulphured dried apricots were dipped into the solution containing 1% and 2% H₂O₂ at 50°C for 30, 60, 90 and 120 sec periods. To remove the sulphur form dried apricot, although all of samples was applied the same conditions, the decrease of sulphur in the different apricot varieties and sizes differed from each other

($P < 0.05$). The most decrease in the sulphur level was obtained for Cologlu apricot variety to be 40% by means of the concentration of 2% H_2O_2 for 120 sec period. According to apricot size, the best result was obtained from the Number 4 size by similar treatment (33.63% decrease level). This operation must be held carefully to minimize quality losses. Therefore, concentration of H_2O_2 used to reduce SO_2 value, the method and the duration of process are very significant to avoid quality losses. Otherwise, a unrecoverable quality loss, called hydrogen peroxide burn, will occur. For that reason, it is crucial to protect the quality of product, when minimizing the SO_2 value.

Key words: Dried apricot varieties, Size, Hydrogen peroxide, Hydrogen peroxide burn, sulphur dioxide,

ÖNSÖZ

Tez çalışmam da yardımlarını benden esirgemeyen değerli danışmanım Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKBULUT'a ve tez yazım aşamasında her türlü fedakârlığı gösteren Arş. Gör. Hacer ÇOKLAR'a sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Attığım her adımda sana sonsuz destek veren ve güvenen, anneme ve eşime teşekkür ediyorum.

Konya, 2009

Yasemin BİLGİÇ

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. SO ₂ 'nin proteine etki mekanizması	6
Şekil 2.2. SO ₂ nin şekerlere etki mekanizması	6
Şekil 2.3. Serbest kükürdün aldehitlere bağlanması	7
Şekil 2.4. Enzimatik esmerleşme reaksiyonu	8
Şekil 2.5. Kayısı Kurusu İşlenmesinin akım şeması	25
Şekil 3.1. Kükürt dioksit analiz düzeneği	35
Şekil 4.1. %1 'lik H ₂ O ₂ çözeltisine daldırılan numunelerin kükürt değerlerindeki değişim.....	39
Şekil 4.2. %2 'lik H ₂ O ₂ çözeltisine daldırılan numunelerin kükürt değerlerindeki değişim	39
Şekil 4.3. %1 H ₂ O ₂ çözeltisine 30 saniye daldırılan numunelerdeki SO ₂ değişimi	58
Şekil 4.4. %1 H ₂ O ₂ çözeltisine 60 saniye daldırılan numunelerdeki SO ₂ değişimi	58
Şekil 4.5. %1 H ₂ O ₂ çözeltisine 90 saniye daldırılan numunelerdeki SO ₂ değişimi	59
Şekil 4.6. %1 H ₂ O ₂ çözeltisine 120 saniye daldırılan numunelerdeki SO ₂ değişimi	59
Şekil 4.7. %2 H ₂ O ₂ çözeltisine 30 saniye daldırılan numunelerdeki SO ₂ değişimi.....	60
Şekil 4.8. %2 H ₂ O ₂ çözeltisine 60 saniye daldırılan numunelerdeki SO ₂ değişimi.....	60
Şekil 4.9. %2 H ₂ O ₂ çözeltisine 90 saniye daldırılan numunelerdeki SO ₂ değişimi.....	61
Şekil 4.10. %2 H ₂ O ₂ çözeltisine 120 saniye daldırılan numunelerdeki SO ₂ değişimi.....	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Bazı kükürt tuzları ve bunların teorik SO ₂ verimleri	3
Çizelge 2.2. Bazı ürünlerde bulunmasına izin verilen SO ₂ miktarları (ppm).....	4
Çizelge 4.1. Kurutulmuş farklı kayısı çeşitlerine farklı konsantrasyon ve sürelerdeki uygulanan H ₂ O ₂ ile kükürt dioksit miktarındaki değişim.....	38
Çizelge 4.2. Farklı çeşitteki kayıslara uygulanan H ₂ O ₂ sonucundan elde edilen kükürtdioksit miktarındaki değişime ait varyans analiz tablosu.....	40
Çizelge 4.3. Farklı çeşitteki kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara uygulanan H ₂ O ₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi.....	41
Çizelge 4.4: H ₂ O ₂ ile muamele edilen kuru kayıslardaki hidrojen peroksit yanığı.....	42
Çizelge 4.5. Kurutulmuş farklı kayısı çeşitlerine farklı konsantrasyon ve sürelerdeki uygulanan H ₂ O ₂ ile nem düzeyindeki değişim.....	44
Çizelge 4.6. Farklı çeşitteki kayıslara farklı konsantrasyonlarda uygulanan H ₂ O ₂ sonucundan elde edilen Nem düzeyindeki değişime ait varyans analiz tablosu.....	45
Çizelge 4.7. Farklı çeşitteki kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara uygulanan H ₂ O ₂ sonucundan elde edilen nem miktarındaki değişime göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi.....	45
Çizelge 4.8. Kurutulmuş ve boyutlarına göre sınıflandırılmış kayıslarda farklı konsantrasyon ve sürelerde son kurutma öncesi uygulanan H ₂ O ₂ ile kükürt dioksit miktarındaki değişim.....	48

Çizelge 4.9. Farklı boyutlarda sınıflandırılmış kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara son kurutma öncesi uygulanan H ₂ O ₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime ait varyans analiz tablosu.....	49
Çizelge 4.10. Farklı boyutlarda sınıflandırılmış kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara son kurutma öncesi uygulanan H ₂ O ₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi.....	49
Çizelge 4.11. Kurutulmuş ve boyutlarına göre sınıflandırılmış kayıslarda farklı konsantrasyon ve sürelerde son kurutma sonrası uygulanan H ₂ O ₂ ile kükürt dioksit miktarındaki değişim.....	51
Çizelge 4.12. Farklı boyutlarda sınıflandırılmış kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara son kurutma sonrası uygulanan H ₂ O ₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime ait varyans analiz tablosu.....	52
Çizelge 4.13. Farklı boyutlarda sınıflandırılmış kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara son kurutma sonrası uygulanan H ₂ O ₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi.....	52
Çizelge 4.14. Kurutulmuş ve boyutlarına göre sınıflandırılmış kayıslarda farklı konsantrasyon ve sürelerde seçme ünitesi sonrası uygulanan H ₂ O ₂ ile kükürt dioksit miktarındaki değişim.....	54
Çizelge 4.15. Farklı boyutlarda sınıflandırılmış kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara seçme ünitesi sonrası uygulanan H ₂ O ₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime ait varyans analiz tablosu.....	55
Çizelge 4.16. Farklı boyutlarda sınıflandırılmış kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara seçme ünitesi sonrası uygulanan H ₂ O ₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi.....	55
Çizelge 4.17. Boyutlandırılmış kuru kayıslarda nem düzeylerindeki değişim	57

1.GİRİŞ

Bol miktarda A vitamini içeren kayısı kalp rahatsızlığını engellemekte, stresi azaltmakta, göz sağlığına iyi gelmektedir. Dişlerin sağlam ve kuvvetli olmasında, beynin düzenli çalışmasında, üreme sistemi üzerinde olumlu etki bulunmaktadır. Böbrek taşı oluşumunu azaltmada, kanser mide ve on iki parmak ülser oluşumunun engellenmesinde, oluşan ülserin tedavisinde olumlu rol oynamaktadır (Açkurt,1998).

Kayısuları kurutarak dayandırma yönteminde, üründeki mevcut su onun bozulmasına olanak vermeyecek bir düzeye kadar azaltıldığı için kesin bir muhafaza olanağı doğmaktadır. Kurutularak dayandırma yönteminde, kayısısındaki besin öğeleri yoğunlaştırılmış bir nitelik kazanmaktadır. Ayrıca kurutma en ucuz dayandırma yöntemidir. Kurutma yöntemi diğer gıda dayandırma yöntemleri ile karşılaştırıldığında daha az işçilik ve daha az ekipman gibi bunların depolanması ve taşınmasında da daha az masraf yapılmaktadır. Kayısının kurutulması için ön işlem olarak kükürtleme yapılmaktadır (Cemeroğlu,1986).

Kayısılar haşlanmadığından enzimler aktif kalmakta ve kurutma sıcaklığı çoğu kez enzimleri inaktif hale getirememektedir. Bu nedenle kurutma öncesi kayısıda enzimatik değişmeler ve renk esmerleşmesini önlemek amacı ile kükürtleme yapılmaktadır. Enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşmenin önlenmesinde yaygın olarak kullanılan madde kükürt dioksit'tir. Kükürt dioksit hem antioksidant hem de koruyucu (prezervatif) etkisiyle birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Cemeroğlu,1986).

İhraç edilen kayısı kurularının geri iadesinin en büyük nedeni kayısı kuru bünyesindeki SO₂ miktarının 2000 ppm'in üzerinde olması veya kalite bozukluklarıdır. Üründeki kalite bozuklukları TSE 485 standardında belirtilmektedir.

Kuru meyvelerin kükürtlenmesi işleminin büyük titizlik gösterilerek denetim altında yapılması gerekmektedir. Ancak ürüne verilen kükürt dioksitin denetimi değişik nedenlerden dolayı zordur. Ürün tarafından tutulan kükürt dioksit miktarı ürünün cinsi, olgunluk düzeyi, kuru madde içeriği, parça iriliği, SO₂ gazı altında kalma süresi, kükürtleme sıcaklığı ve kükürtleme odasındaki SO₂ konsantrasyonu gibi çok sayıda faktöre bağlı bulunmaktadır. Üstelik ürün tarafından tutulmuş SO₂ miktarı, kurutma sonunda üründe kalması gereken SO₂ miktarının da bir garantisi değildir. Kurutmada uygulanan yöntem ve kurutma koşullarına bağlı olarak değişik miktarda SO₂ kaybolmaktadır. Ayrıca depolama şartlarına ve süresine göre depolama süresince değişik miktarda SO₂ kaybı görünmektedir. Depolama süresi ve sıcaklığı arttıkça SO₂ kaybı da yükselmektedir. Kurutulacak kayısılar, hammaddenin tüm nitelikleri dikkate alınarak başlangıçta yeterli düzeyde kükürtlenmelidir. Böylece kalite en iyi şekilde korunmalı, fakat tüketiciye sunulan üründeki SO₂ düzeyi mevzuatça belirlenen sınırın üzerine çıkmamalıdır. Mevzuatın başlangıçta uygulanan SO₂ miktarı veya depolanan üründeki SO₂ miktarı değil, sadece tüketime sunulan son üründeki SO₂ miktarı ile ilgilendiğine değinilmekte yarar vardır (Cemeroğlu,1986).

Üretici pazar kaygısından dolayı, ürünlerini bir süre depoda istiflemektedir. Ürünün depolama süresince bozulmaması için kayısı kurusu üretim aşamasında kükürtlemeyi yüksek miktarda yapmaktadır. Kayısı kurusu işletme tesislerinde yüksek miktarda kükürtlenmiş kayısı kurularına SO₂'in giderilmesi optimizasyonu yapılmaktadır.

Bu tezin amacı üretim sırasında aşırı kükürtlenen 4 farklı boyut ve 4 farklı çeşide ait kayısı kurularının, kalitesini bozmadan bünyesindeki SO₂'i farklı konsantrasyondaki H₂O₂ çözeltilisine farklı zaman aralıklarında daldırarak düşürmektir ve böylece en uygun doz ve süreyi belirlemektir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Meyve Ve Sebzelerin İşlenmesi Ve Muhafazasında. Kükürt Dioksit Uygulamaları

Kükürt dioksit, ilk çağlardan beri bilinen koruyucu ve antioksidant özelliği nedeniyle meyvelerden elde edilen ürünlerde sıkça kullanılan bir koruyucu maddedir.

Kükürt dioksit koruyucu olarak ya doğrudan SO₂ gazı veya parçalandığında SO₂ veren çeşitli kükürt tuzları (sülfidler) kullanılmaktadır. Çizelge 2.1'de bazı kükürt tuzlar ve bunların teorik SO₂ verileri verilmiştir (Keleş, 1989).

Çizelge 2.1. Bazı kükürt tuzları ve bunların teorik SO₂ verimleri

SO ₂ kaynağı bileşiğin adı	100 g Bileşikten elde edilebilecek teorik SO ₂ miktarı (g)
Tüp içinde sıvılaştırılmış kükürt dioksit *	100
Kükürt şeridi (yakılarak SO ₂ elde edilir)	200
% 6'lık kükürt dioksit çözeltisi (sülfüroz asit çözeltisi)	6
Sodyum sülfid (Na ₂ SO ₃) susuz * (E 221)	50.8
Potasyum sülfid (K ₂ SO ₃)	33
Kalsiyum sülfid (CaSO ₃) (E 226)	23
Sodyum bisülfid (NaHSO ₃) * (E 222)	61.6
Potasyum bisülfid (KHSO ₃) * (E 227)	53.3
Sodyum metabisülfid (Na ₂ S ₂ O ₅) * (E 223)	67.4
Potasyum metabisülfid (K ₂ S ₂ O ₅) * (E 224)	57.6

* GRAS statüsündeki maddeler (Code of Federal Regulations, 2000)

Kükürt dioksit ve diğer sülfidler, askorbat oksidaz, polifenol oksidaz, peroksidaz, lipoksigenaz, kofaktörü tiamin olan enzimlerin başlattığı reaksiyonların inhibitörüdür. Mekanizma tam olarak bilinmemekle birlikte enzimleri doğrudan inhibe etmek ara ürünlerin esmer pigmentlere dönüşümünü bloke etmek veya askorbik aside benzer biçimde bir indirgen olarak ara ürünleri başlangıçtaki formlara indirgemek şeklinde olmaktadır. Etkinin devamlılığı için kükürt dioksit konsantrasyonunun yeterli düzeyde olması gerekir (Taylor ve ark.,1986).

Kükürt dioksit, hücredeki oksidasyon enzimleri gibi bazı enzimleri inaktive eder. Ortam pH değerini düşürerek mikroorganizmalara etki eder. Bakteri üzerine maya ve küf mantarından daha fazla etki etmektedir (Mc Weeny ve ark.,1974).

Ürüne göre değişim gösterse de gıdalarda kullanılan SO₂ miktarı % 0.01-0.2 düzeyindedir. Kalıntı SO₂ miktarı, gerçek SO₂ miktarından daha önemlidir. Çünkü ilave edilmiş SO₂ zamanla uzaklaşarak, geride bir miktar kalıntı bırakır

Aşağıdaki tabloda bazı meyve ve sebze ürünlerinde bulunmasına izin verilen en fazla SO₂ miktarları Çizelge 2.2’de verilmiştir

Çizelge 2.2. Bazı ürünlerde bulunmasına izin verilen SO₂, miktarları (ppm)
(Cemeroğlu ve ark.,2001).

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

* Sülfitle muamele edilmiş meyvelerden üretilen reçel ve marmelatlar

Tarımsal ürünler içerisinde kayısı; muhafaza edilirken rengi en çok değişikliğe uğrayan meyvelerden biridir. Kükürtleme; meyve etinin kayısıya özgü

açık renk alması ve muhafazası esnasında oluşan renk değişiminin önlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Kükürtleme hastalık ve haşerelerin zararını minimuma indirerek kayısının depoda daha uzun muhafaza edilmesini sağlamaktadır (Özkan ve ark.,2001).

Kayısı işletmelerinde, en önemli problemlerin biri de meyvenin doğal sarı renginin zamanla esmerleşip bozulmasıdır. Meyvenin orijinal renginin maksimum düzeyde korunması için enzimatik reaksiyon ve karbonhidratların amino asitlerle reaksiyonu sonucunda oluşan esmerleşmenin engellenmesi gerekmektedir (Yıldız, 1994).

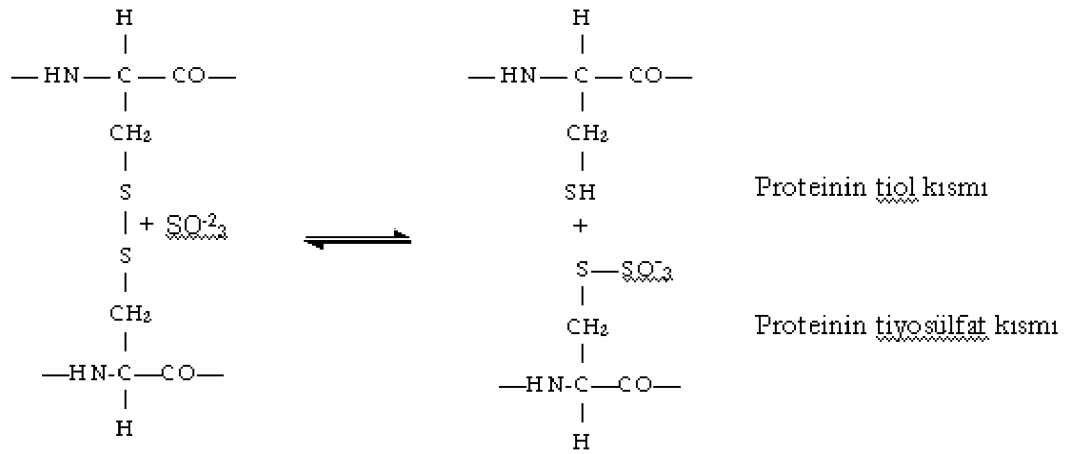
Koruyucu amacıyla kayısı meyvesine genelde SO₂ uygulanır. Kükürtlenmiş meyvelerdeki SO₂ miktarı kükürtlenme süresine ve sıcaklığa bağlıdır. Optimum kükürtlenme sıcaklığı 40–50°C'dir (Karakaplan, 1988).

Aşırı kükürdün giderilmesinde bir yükseltgen olarak genelde H₂O₂ kullanılır. H₂O₂ güçlü bir oksidant'tır (Cemeroğlu ve ark.,2001).

2.1.1. Kükürt dioksitin Gıda Bileşenlerine Etkisi

2.1.1.1. Kükürt dioksitin proteinlere etkisi

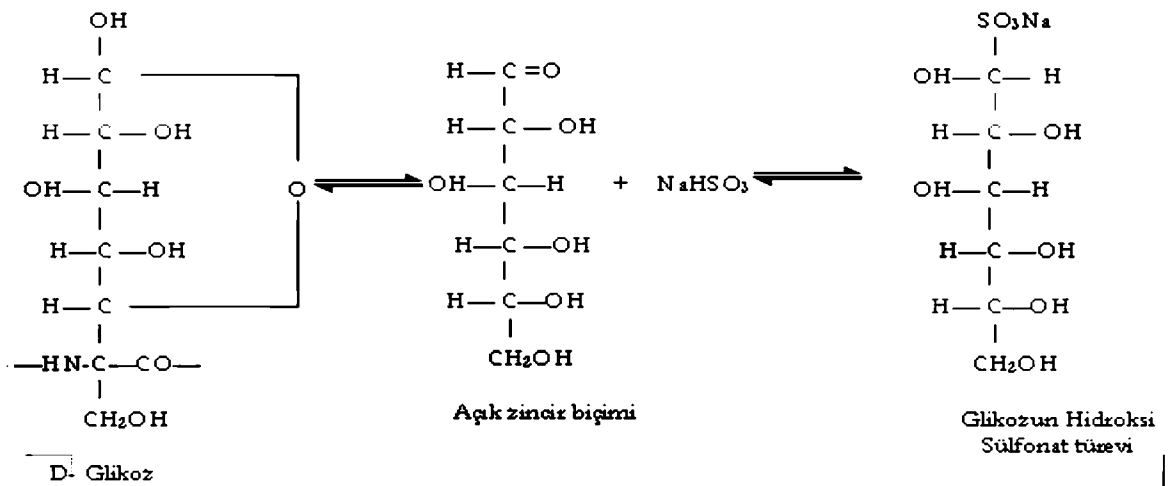
Sülfüroz asit tuzları, proteindeki sistein amino asidinin (cysteine)'in disülfit bağlarıyla etkileşerek tersinir bir reaksiyonla orijinal proteini kısımlara ayırmaktadır (Şekil 2.1) (Karakaplan, 1988).



Şekil 2.1. SO₂'nin proteine etki mekanizması

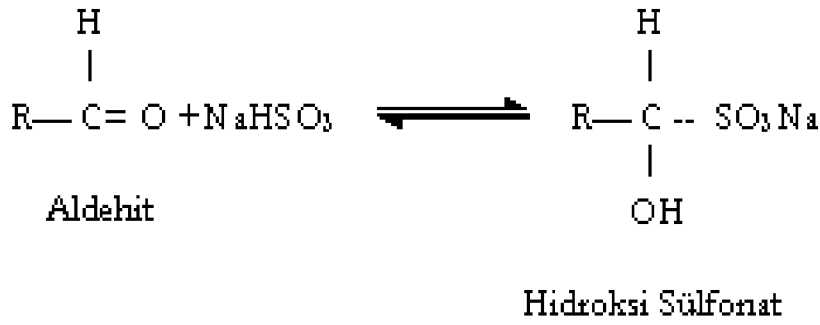
2.1.1.2. Kükürt dioksitin şekerlere ve karbonil gruplara etkisi

Sülfüroz asit tuzları, şekerlerin aldehidik açık zincir şekilleri ile şeker kimyasal bağlı sülfid ürünleri vererek reaksiyona girmektedir. Kükürt dioksitin aldehitlere bağlanması ile hidroksi sülfonat oluşmaktadır (Şekil 2.2) (İkizler, 1985).



Şekil 2.2. SO₂ nin şekerlere etki mekanizması

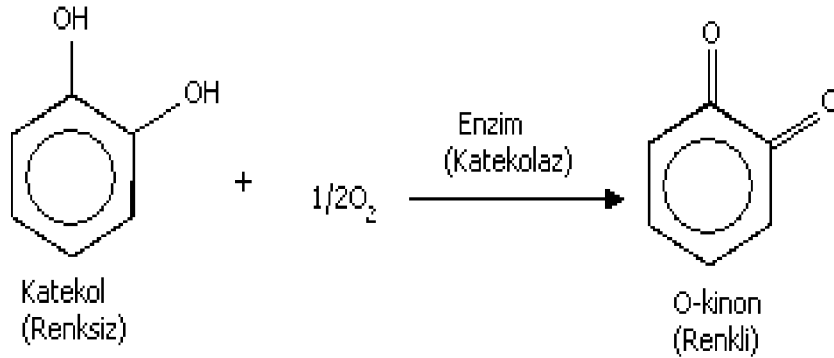
Glikoz veya diğer şekerlere bağlanan sülfitin koruyucu özelliği kaybolmaktadır. Bundan dolayı gıdaların serbest kükürt dioksit veya sülfid miktarı ile toplam kükürt dioksit miktarı önemlidir (Şekil 2.3) (Karakaplan, 1988).



Şekil 2.3. Serbest kükürdün aldehitlere bağlanması

2.1.1.3. Kükürt dioksitin enzimatik esmerleşmeye etkisi

Enzimatik esmerleşmeye, soyulmuş bir patatesin hızlı bir şekilde kararması bir örnektir. Aynı olay muz ve elma gibi birçok gıdada görülmektedir. Bu tip oksidatif reaksiyona neden olan enzimlere fenolaz adı verilir. Fenolazlar renksiz fenolik bileşiklerin renkli kinonlara dönüşmesini kolaylaştırır (Şekil 2.4) (Karakaplan, 1988).



Şekil 2.4. Enzimatik esmerleşme reaksiyonu

Denemeler 13–14 mg/kg'dan fazla alınan sülfitin boğaz ve mide yanmaları, baş ağrısı ve hatta kusma gibi toksik belirtiler meydana getirdiğini göstermektedir. Laboratuvar uygulamaları ile birçok çalışma yapılmış fakat çelişkili sonuçlar bulunmuştur. Bu çalışmalardan birinde etkisiz seviyenin 72 mg/kg SO₂/gün olduğu tespit edilmiş ve buna dayanarak FAO/WHO bağlı Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi 100 kat güvenilirlik üst sınırını belirlemiştir (Ekşi, 1988).

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

Altı kükürtleme bileşiğinin (kükürt dioksit, sodyum ve potasyum bisülfid, sodyum ve potasyum metabisülfid, ve sodyum sülfid) toplumun çoğunluğunda bir tehlike oluşturduğuna ilişkin 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 durum, 2000 ppm'lik kükürt içerikli 2, 4 ve 6 numaralı kayıslardan sırası ile yaklaşık 2.5, 3 ve 4 adet alınması ile bu değerin doldurulacağıdır. Ancak 2000 ppm'in toplam kükürt dioksiti ifade ettiği ve bunun önemli bir kısmının bağlı duruma gelmiş ve sülfata dönüşmüş olduğu düşünüldüğünde 42 mg'ı karşılayacak kayısı miktarının çok daha fazla olduğu görülmektedir. Kükürt dioksit ve sülfid için belirlenmiş LD50 100 mg/kg'dır. Vücutta serbest sülfid, sülfid oksidaz enzimi ile 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).

Gıda ve içeceklerdeki kükürdün astım hastalarına etkileri konusunda yapılan bir çalışmada her dokuz astım hastasından birinin kükürttten olumsuz yönde etkilendiği, kükürttten etkilenen astım hastaların büyük bölümünün genç ve astım hastalığının ise dış koşullarla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Freedman,1980).

2.2. Meyve ve Sebzelerin İşlenmesi ve Muhafazasında Ozon Uygulamaları

Ozon ilk defa 1840 yılında bulunan, üç oksijen atomundan doğal olarak meydana gelen çok yüksek reaksiyon yeteneğine sahip bir oksijen formudur. Yüksek oksidasyon yeteneğine sahip olmasından dolayı organik ve inorganik maddeleri okside etmek amacıyla kullanılmaktadır. Ozonun bakteri, maya, küf, patojen mikroorganizmaları ve sporlarını daha hızlı öldürmektedir (Restaino ve ark,1995).

Termodinamik olarak kararsız olmasından dolayı kendiliğinden oksijene geri döndüğünden gıda üzerinde kalıntı bırakmamaktadır (Graham,1997).

Bazı araştırmacılar ozonun genetik materyal üzerine etki gösterdiğini belirtirken (Moore ve ark,2000), bunun aksi de iddia edilmektedir (Young ve ark.,2004).

Ozon mikroorganizmanın hücre membranında bulunan glikoproteinleri, glikolipidleri, lipoproteinleri okside etmekte ve enzim sistemindeki sülfidril grupları ile reaksiyona girmektedir. Bu etkinin, oluşan serbest radikaller sayesinde gerçekleştiği belirtilmektedir (Young ve ark.,2004).

Ozonun etkinliği sıcaklıkla ters, bağıl nemle doğru orantılı olarak değişir ve ortam asidik oldukça ozonun etkinliği artmaktadır (Kim ve ark.,1999).

Meyve ve sebzelerin muhafazasında ozon uygulaması ürün çeşidine ve ozonun uygulama şekline göre farklılık göstermektedir (Perez ve ark.,1999). Ozon uygulaması ile birçok meyve dokusundaki yumuşamanın geciktiğini, ağırlık kaybının azaldığı, ancak askorbik asit, renk ve aromada geri dönüşümsüz kayıpların meydana geldiği bildirilmektedir (Kim ve ark.,1999).

Kuru veya kurutulmuş ürünlerin işlenmesi ve depolanmasında da ozon uygulaması ile başarılı sonuçlar alınabilmektedir (Öztekin ve ark, 2005). Kuru incirlerde koliform bakterilerin tümünün inaktive edilebilmesi için en az 5 ppm konsantrasyonda 3 saat süreyle ozon gazı uygulamasının gerekli olduğunu belirtilmiştir (Akbas ve ark., 2005).

Ozon gazının plastik kasa ve karton kutulara penetre olmaması nedeniyle paketli ürünlerde kullanımının kısıtlı olmasına rağmen (Palou ve ark, 2005), geri dönüşümlü plastik ambalajlarda etkili olduğu belirtilmiştir (Moore ve ark.,2000).

Kurulum maliyetinin yüksek olmasına karşın meyve ve sebzelerin islenmesi ve muhafazasında ozon kullanımının sektörde karşılaşılan kalite kayıplarının önlenmesinde alternatif bir çözüm yolu olarak düşünülebileceği görülmektedir (Tekik ve ark.,2006)

2.3. Kayısı ve Kayısı Kuru Üretimi

Bugün dünyada 1750'nin üzerinde kayısı çeşidi ve melezi bulunmaktadır. Bunlardan ticari değeri yüksek bazı çeşitleri aşağıda verilmiştir.

2.3.1. Hacıhaliloğlu

Meyve eti sert dokuludur. Meyveleri orta irilikte, 25-35 g ağırlıkta, meyve şekli oval, simetrik, meyve kabuk (L65.59 a+9.54 b+41.4) ve et rengi sarı, kırmızı yanak oluşturma eğilimindedir. Meyve kabuğu incedir. Meyvelerin yola dayanımı iyidir. Meyve az sulu, çok tatlı, aromalı, pH 4.5-4.8, Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) % 24-28 ve toplam asitlik % 0.20-0.40'dır. Malatya'da Temmuz ayının ikinci haftasında olgunlaşır. Soğuklama gereksinimi 850-1000 saattir. Çekirdek şekli oval, 1.7-2.2 g ağırlığında, tatlı ve meyve etine yapışık değildir (Asma, 2000).

2.3.2. Kabaşı

Ağaç verimliliği orta düzeydedir. Meyve orta irilikte, 30-35 g ağırlığında, meyve oval şekilli, meyve kabuk (L66.71 a+12.70 b+43.08). Meyve tatlı, pH 3.8-4.6 ve toplam asitlik % 0.30-0.45, SÇKM miktarı % 24-26'dır. Ağaçları orta büyüklükte, dik ve kuvvetli gelişir. Çekirdek şekli oval, 1.9-2.4 g ağırlığında, tatlı ve meyve etine

yapışık değildir. Malatya'da Temmuz ayı ortasında olgunlaşır. Meyve eti sert dokuludur (Gülcan ve ark., 2001).

2.3.3. Soğancı

Ağaçları iri, dik-yayvan şekilli olup orta derecede verimlidir. Meyveleri 28-38 g ağırlığında, yuvarlak şekilli, meyve kabuk (L59.64 a+12.12 b+35.85) ve et rengi sarıdır. Meyve tatlı, pH 4.5-4.7, SÇKM miktarı % 23-26 ve toplam asitlik % 0.28-0.35'dir. Meyve eti sert dokuludur. Çekirdek yuvarlak şekilli, 1.8-2.2 g ağırlığında ve tatlı olup meyve etine yarı yapışıktır. Malatya'da Temmuz ayının ikinci haftası olgunlaşır (Asma ve ark., 2004).

2.3.4. Çöloğlu

Meyve yuvarlak şekilli, 25-35 g ağırlığında, karın çizgisi belirgin ve asimetric iki parçadan oluşur. Meyve kabuk (L66.9 a+14.81 b+37.9) ve et rengi sarıdır. Meyve çok tatlı ve yumuşak dokuludur. pH 4,7-5,1 ve SÇKM miktarı % 22-25 arasında değişir. Çekirdek şekli yuvarlak, 1,9-2,3 g ağırlığında, tatlı ve meyve etine yapışık değildir (Asma., 2000).

2.4. Kuru Kayısı Üretimi

2.4.1. Meyvenin hasadı

Kayısı meyvesinde olgunlaşma meyvenin uç kısmında başlamaktadır. Meyvenin hasat zamanı, meyvenin daldan kolay kopması, kabuk üzerinin % 75'inin saman sarısı ve meyve etini yarısının sarı renge dönmesiyle anlaşılmaktadır. Kayısı meyvesi ağaç üzerinde kademeli olarak olgunlaşmaktadır. Ağaçtaki kademeli

olgunlaşmadan dolayı hasat 3 kademede gerçekleşmektedir. Önce üst kısımlar sonra orta en son ise alt kısımlar hasat edilmektedir. Meyve hasadı sabahın erken saatlerinde veya akşam serinliğinde yapılmalıdır. Bu saatlerde hem meyvenin daldan kopması kolaydır hem de işgücü daha verimli kullanılır (Asma ve ark., 2005).

2.4.2. Yıkama

Hasat edilmiş meyveler kükürtleme işlemi için kükürt odası yakınında gölge bir yere getirilmektedir. Kayısı meyvelerinin kükürtlenmeden önce yıkanması hasat sırasında meyve sırası, toz veya çamurla kirlenmiş kayıslardan temiz ürün elde etmek için gereklidir. Ayrıca nemli meyvelerin kükürt gazını daha kolay aldığı bilinmektedir (Asma ve ark., 2005).

2.4.3. Kayısı Meyvelerinde Kükürtleme İşlemi

Kayısı kurularına altın sarısı rengi ancak kükürtleyerek verilebilmektedir. Kükürt dioksitin bu etkisi, enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını inhibe etmesinden kaynaklanmaktadır (Joslyn, 1954).

Kayısıda karar ve esmerleşme olayı başlıca iki nedenden meydana gelmektedir:

- a) Kayısının içerdiği çeşitli enzimler, bazı maddelerin oksitlenmesine yardımcı olarak oluşan renk değişimleri, kükürtlemeyle oluşan kükürt dioksitin, enzimlerin sebep olduğu oksitlenmelere karşı önleyici etki yaptığı bilinmektedir. Enzimlerin gelişimi ve etkileri üzerinde yapılan araştırmalar farklı sonuçlar vermektedir. Bazı araştırmacılar kayıslarda peroksidaz ve fenolaz enzimlerini ayırmışlar ve bunların kafeik asit ile benzidin gibi birçok maddenin oksitlenmesini katalize ettikleri bilinmektedir.

b) Kararma ve esmerleşme meyvelerin bünyesinde bulunan çeşitli maddelerin kimyasal reaksiyonu sonucu oluşturdukları renk değişimleridir. Aldehit ve ketonların, bu arada indirgen şekerlerin aminoasitler, peptitler ve proteinler gibi aminoasit bileşikleri ile reaksiyonu; buna Maillard reaksiyonu veya Melanoidin kondenzasyonu denir. Bu reaksiyon oksijen gerektirmez (Gültek, 1993).

Kimyasal olarak meydana gelen renk değişimlerinin daha çok seker-protein reaksiyonlarından ileri geldiği bilinmekle birlikte ayrıca şeker-organik asit, organik asit-protein ve organik asitlerin kendi aralarındaki reaksiyonlarında etkili olduğu yapılan araştırmalar sonucunda bulunmaktadır (Gökçe, 1966).

Kükürtleme işlemi sırasında, kayısı tarafından absorbe edilen SO_2 'nin büyük bir kısmı bir sonraki işlem olan kurutma sırasında dokudan uzaklaşmakta ve geriye kalan SO_2 'in de % 80-90'i gıda bileşenleri ile kompleks oluşturmaktadır (Haisman,1974).

Ayrıca kayısı kurularında bulunan serbest formdaki SO_2 'nin % 13-14'ünün kurutma başlangıcında; % 82-83'ünün 12 saatlik kurutma işlemi sırasında kayısının bileşenlerine, özellikle de glikoza bağlandığını görünmektedir (Wedzicha ve ark., 1987).

Kayısı kurusu ve elmada SO_2 'in, meyve etine bağlanmasını etkileyen faktörler araştırıldığında, kükürtleme yönteminin kükürdün bağlanması üzerine herhangi bir etkiye sahip olmadığı görünmektedir. Kurutma işlemi, kükürt dioksitin sülfata dönüşümünü yavaşlatmaktadır. Kayısı kurusu paketlerine oksijenin azaltılması hem kükürt dioksitin sülfata dönüşüm oranını hem de toplam kükürt dioksit kaybını azaltmakta, bu durum kuru meyvenin sahip olduğu açık rengin daha uzun süre muhafaza edilmesini sağlamaktadır. Kükürtleme işleminin yenilenmesi, meyvede toplam kükürt miktarının artmasına ve dolayısıyla depolama süresinin uzamasını sağlamaktadır. Kükürt dioksitin meyveye bağlanması üzerine pH'ın etkisi, meyve türünden ziyade kullanılan çözeltiler üzerinde etkili olmaktadır. Yaş kayısıların kurutma sonrası toplam kükürdün yaklaşık % 30-40 bağlı formda olduğu,

kayısı kurusu örneklerinin -10 °C'de depolanmasının kükürdün formu (serbest veya bağlı halde olması) üzerine herhangi bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. 21 °C depo sıcaklığında kayısı kurusundaki toplam kükürt kaybını artmış, 12 aylık depolamadan sonra toplam kükürdün yaklaşık %30'u kaybolmuş ve başlangıçta %30–40 oranında bulunan bağlı kükürt depolama sonunda % 75'e yükselmiştir. Kuru kayısıların 32 °C'de depolanması kükürt dioksit kaybını hızlanmaktadır, ilk olarak serbest kükürt dioksit miktarının hızla azaldığı görülmektedir. Serbest kükürt miktarının azalması dolaylı olarak toplam kükürt miktarını da azaltmaktadır. Meyve dokularında bağlı kükürdün oldukça iyi tutulması nedeniyle önce bağlı kükürt miktarı bir süre sabit kalmakta fakat zamanla serbest SO₂, kaybının artması, bağlı kükürt dioksitin bir bölümünün serbest forma dönüşmesine ve bağlı kükürt dioksit miktarında azalmasına neden olmaktadır. Depolama başlangıcından 11 hafta sonra, üründe kararına başladığında serbest SO₂'in % 90 kaybolduğu tespit edilmektedir. Her ne kadar bağlı SO₂ nin % 70'inin hala bisülfid olarak meyve dokularında bulunmasına karşılık, bağlı kükürdün serbest forma dönüşmesinin çok yavaş cereyan etmesi nedeniyle Maillard tipi kararına reaksiyonunun engellenemediği saptanmıştır (Bolin ve ark.,1985).

Kükürtleme yapılırken sıcaklık, genelde, 27-37°C arasındadır. Fakat bazı durumlarda sıcaklık 55°C'ye kadar yükselebilmektedir Böyle yüksek sıcaklıklarda, meyvenin SO₂ absorpsiyon miktarı daha azdır. Ancak, düşük sıcaklıklara göre daha fazla kükürdü bünyelerinde tutmaktadır. 50°C gibi yüksek sıcaklıkta meyvelerde kızarma görülebilir (Gülcan, 2001).

Kayısıda kükürtleme ve kurutma yöntemlerinin kayısı kurularının kalitesi, kuruma hızı ve depolanması üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kükürt gazı ve sodyum metabisülfid ile kükürtlenmiş yaş kayıslarda kurutma işlemi solar kuruma tesisinde gerçekleştirilmektedir. Sodyum metabisülfid ile kükürtlenmiş kayısı örneklerinde SO₂ konsantrasyonu kurutmadan önce 7790 mg/kg, kurutmadan sonra 3000 mg/kg ve depolamadan önce 2391 mg/kg olarak ölçülmekte, kükürt gazı ile kükürtlenmiş kayıslarda SO₂ içeriği ise kurutmadan önce 12.560 mg/kg, kurutmadan sonra 4800 mg/kg ve depolamadan önce 3347 mg/kg olarak belirlenmektedir.

Başlangıçtaki yüksek olan solar kurutma hızı ve SO₂ konsantrasyonu kuruma hızının da artırmıştır. Depolama sırasında kükürt dioksit, pH ve renk değerlerinde önemli kayıplar saptanmıştır. Soğuk hava depolarında 8 ve 12 aylık depolama süresi sonunda; kükürt kaybının (bazı kombinasyonlar hariç) % 50 'nin üzerinde gerçekleştiği, pH'ın % 0.2-1.7 arasında arttığı, yapılan analiz ve sayımlar sonucu *S.aureus*, *Clostridium spp.* gibi mikroorganizmalara rastlanmadığı bildirilmektedir (Mahmutoğlu, 1996).

Çeşitli kimyasallar kullanılarak kayısı kurularındaki aşırı kükürdü sonradan düşürmek mümkün olmakla birlikte, bu konuda ortaya çıkacak sorunları önlemek açısından kükürdün başlangıçta kontrol altında tutmanın daha doğru olacağı bilinmektedir (Cemeroğlu, 2003).

2.4.3.1 Kayısı meyvelerinde kükürtleme işlemi yöntemleri

Yaş kayısı kükürtleme 4 metotla yapılmaktadır.

- Kerevet yöntemi ile kükürtleme
- Kasa yöntemi ile kükürtleme
- Kükürt gazı ile kükürtleme şeklinde olmaktadır.
- Kayısı meyvelerinin sodyum metabisülfid çözeltisine batırılarak kükürtlenmesi

Kerevet yönteminde tek sıra halinde dizilmiş kayısı meyvelerinin toplam yüzey alanı arttığından daha düşük kükürt miktarı ile istenilen ölçüde kükürt verilebilmektedir. Kerevetler 90 x 180 cm veya 90 x 90 cm ölçülerinde plastik veya kavak kerestesinden yapılmaktadır. Kerevetlerde çita aralıkları yarım santimdir. 90 X 180 cm ölçülerindeki bir kerevete tek sıra halinde kayısı meyvesi dizildiğinde 32 kg meyve almaktadır. Kayısılar kerevetlere dizerken aşırı olgun, şekli bozuk, yaralı, patlamış ve ham kayısılar seçilerek ayrılmaktadır (Asma ve ark., 2005).

Kasa yönteminde, kasanın üst kısmında bulunan meyveler yeterli SO₂ gazı almasına karşılık orta veya alt kısımlardaki meyveler yeterli kükürt dioksit gazı alamamaktadır. Bu yüzden kayısı meyveleri kükürtleme odasından çıkarılmadan ikinci bir kükürtlemeye daha tabi tutulmaktadır. İkinci kükürtleme işlemi sonrası kasanın orta ve alt kısmında bulunan meyveleri yeterli miktarda kükürt gazı alırken bu sefer de üst kısımda bulunan meyveler aşırı kükürt gazı almaktadır. Kayısının ikinci kez kükürtlenmesi ile yumuşayan meyvelerin sırası akmakta ve kuru kayısı randımanı düşmektedir (Asma ve ark., 2005).

Kükürt gazı ile kükürtleme yönteminde, yaş kayısı meyvelerine basınca dayanıklı kapalı bir odada gaz halinde kükürt verilmektedir. Bu yöntem ile kükürtleme yapılabilmesi için; boru sistemi, kükürt gazının oda içinde homojen dağılmasını sağlayacak fan sistemi ve kükürt tüplerine ihtiyaç vardır. Diğer kükürtleme şekillerine göre daha az kükürt kullanılması, meyvenin daha yüksek oranda kükürt gazı absorbe etmesi, serpme ve şıra kaybı gibi istenmeyen olaylarının olması bu kükürtleme yönteminin avantajlarıdır (Pala ve ark.,1994).

Kayısı meyvelerinin sodyum metabisülfid çözeltisine batırılarak kükürtlenmesinde toz kükürdün yanı sıra kükürdün suda çözünebilen bileşiklerinden sodyum meta bisülfid, sodyum bisülfid ve sodyum sülfid de kullanılmaktadır. Sodyum meta bisülfidin % 6, 8, 10'luk hazırlanan çözeltilerine 20, 25, 30 dakika süreyle yaş kayısıların bandırılması ile kükürtleme işlemi yapılmaktadır. Kükürtleme işleminin kısa sürede yapılması ve kükürtleme odası gibi tesislere ihtiyaç duyulmaması bu kükürtleme yönteminin çok önemli avantajları bulunmaktadır (Asma ve ark.,2005).

Kükürtleme için yapılan oda 2.5 m en ve boyda, 2.2 m yükseklikte olup duvarları 30 cm kalınlıkta beton veya tuğla, kapısı 110 cm genişlik, 200 cm yükseklikte, contalı ve hava geçirmez olmalıdır. Bu ölçülerde bir kükürtleme odasında kerevette 1.200 kg, kasada 1.500 kg çekirdekli yaş kayısıyı bir defada kükürtlemek mümkündür. Kükürtlemede kullanılan kükürdün saflık derecesi yeterli olmadığı için yanması için bir kapta ısıtılması gerekmektedir. Isıtma işleminde, oda

kapısının tam karşısında duvarın tabanla birleşen orta yerinde bir kükürt ocağının yapılması gerekir. Ocağın tabanla aynı seviyede olması kükürt gazının odaya homojen yayılmasını sağlamaktadır. Toz kükürdün eritildiği madeni kap 25-30 cm çapında ve 5-6 cm derinliğinde olmalıdır. Bu kapta yarım kilo kükürt otuz dakikada, bir kilo kükürt elli dakikada, iki kilo kükürt doksan dakikada yanmaktadır. Kükürt odasının kapısı kapatıldıktan sonra kükürdün yanıp yanıtladığını kontrol etmek için ocağın üzerinde cam bir gözetleme deliği konmalıdır. Ocakta oluşan ısının mümkün olduğunca oda içerisine girmesini engellemek amacıyla ateş dışarıda yakılmalıdır. Kükürt odasında ocaktan dolayı sıcaklığın yükselmesi meyvenin daha fazla kükürt gazı almasına, meyvenin yumuşamasına, şıra akmasına ve meyve renginin kararmasına yol açmaktadır. Kerevetlere dizilen yaş meyveler kükürt odasına yerleştirildikten sonra ocak üzerinde bulunan çinko veya madeni kaba belirli bir miktarda kükürt konularak ocak yakılmalıdır. Ocağın yanması ile birlikte kükürdün erimesi için bir tahta ile kaptaki kükürt karıştırılmalıdır. Kükürt eriyip mavi renk alınca kibrit ile erimiş kükürt tutuşturulmalıdır. Kükürt yanmaya başlayınca dışarı çıkılarak odanın kapısı kapatılmalıdır. Ocağın ateşi çok hafif veya çok kuvvetli yakılmamalıdır. Ateş hafif yakıldığında kaptaki kükürt sönebildiği gibi çok kuvvetli yakıldığında ise aşırı sıcaktan dolayı kükürt yanmayarak buhar haline geçmekte ve meyvelerin üzerini bir tabaka halinde kaplamaktadır. Bu olaya serpme denmektedir. Meyve üzerine oturmuş kükürdün temizlenmesi çok zor olduğundan serpme olayı ile kirlenmiş kayısı kurularının kalitesi düşmektedir. Kükürtleme odasının yaş kayısı meyvesi ile aşırı doldurulması oksijen gazı yetersizliğine ve dolayısıyla serpmeye neden olmaktadır. Oksijen yetersizliği nedeniyle kükürdün yanması durmakta fakat ocak yanmaya devam ettiğinden kükürt yanmadan buhar haline geçmektedir. Ayrıca ocaktaki ateşin kısa sürelide olsa sönmesi kükürdün sönmesine yol açtığından ateş tekrar yakılsa bile yine serpme olayı meydana gelmektedir (Asma ve ark.,2005).

Kayısının kükürtlenmesinde bazı parametrelerin incelenmesi ve kuru kayısıdaki aşırı kükürdün giderilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, Hacıhaliloğlu, Hasanbey ve Çöloğlu kayısı çeşitlerinin farklı miktarda kükürt aldıkları, kükürdü en kolay Çöloğlu kayısı çeşidi, en zor ise Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin absorbe ettiği saptanmıştır (Gültek,1993).

Kayısıda kükürtleme teknolojisinin geliştirilmesi ve kayısıda kurutma teknolojisinin geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmada; kayısının kerevetlerde kükürtlenmesi kasada kükürtlemeye göre daha uygun olduğu belirlenmiştir. Kerevetlerde kükürtlemede meyve yüzey alanının artması nedeni ile kükürtleme odasına daha düşük gaz konsantrasyonları verilerek ürünlerde amaçlanan kükürt düzeyinin sağlanabileceği belirlenmiştir (Pala ve ark., 1993).

2.2.4 Kayısı meyvesinin kurutulması

Kükürtlenen kayısılar güneşte veya suni kurutma tesislerinde sıcak hava ile kurutulmaktadır. Fakat Malatya ve çevresinde kayısuların kurutulduğu Temmuz-Ağustos aylarında hava şartları uygun olmasının yanı sıra daha ekonomik olması gibi nedenlerden dolayı güneşte kurutma tercih edilmektedir.

Kurutma yeri seçiminde direkt güneş ışığı alan yerler tercih edilmektedir. En iyi sergi alanı toprak seviyesinden biraz yukarıda betonla yapılmış olanıdır (Asma ve ark.,2005)

Mikrodalga ve endüstriyel kurutma yöntemlerinin kayısı meyvesinin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisinin araştırdığı bir çalışmada; Kabaş kayısı çeşidine ait meyveler bütün ve püre şeklinde kurutulmaktadır. Mikrodalga ile kurutulmuş kayısı püresinde nem miktarı % 15-23.5, pH 5.02- 5.04, SO₂ miktarı 2200-2550 ppm, renk değerleri L* 40-48, a* +1.7-3.4, b*+22-29 arasında değişmektedir. Bütün haldeki kayısıda nem miktarı % 20.5- 23.5, pH 5.03-5.04, SO₂ miktarı 2050-2550 ppm, renk değerleri L* 42-48, a*+ 2-3.2, b*+22—27 olarak bulunmaktadır. Endüstriyel kurutma metodu de kurutulmuş püre halindeki kayısıda nem miktarı % 20-23.5 pH 5.02-5.03, SO₂ miktarı 2400-2600 ppm, renk değerleri L* 42-48, a*+1.8-3.2, b*+22-28 arasında değişmektedir. Bütün haldeki kayısı örneklerinde ise nem miktarı % 20.5- 23.5, pH 5.03-5.04, SO₂ miktarı 2430-2600 ppm, renk değerleri L 42-48, a+2- 3.2, b+22-27 arasında bulunmaktadır. Kurutma yöntemleri istatistiksel olarak değerlendirilmiş, endüstriyel kurutmaya nazaran

mikrodalga yönteminde kurutulan kayısı meyvelerinde SO₂ ve nem içeriğinin daha fazla azaldığı belirlenmiştir. Örnekler duyuşal olarak da değeriendirilmiştir. Endüstriyel kurutmaya göre mikrodalga yönteminde lezzet kaybının daha az olduğu saptanmıştır. Çalışma sonunda, kayısıda kurutma süresinin kısaltılmasında mikrodalga yönteminin kullanılabilereği ancak kurutmanın kademeli olarak yapılmasının gerekli olduğu ortaya çıkmıştır (Koç, 2001).

Daha temiz ve kaliteli ürün elde edilmesi için son yıllarda kurutmanın daha kısa sürede yapılabilmesi için suni kurutma sistemleri üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Güneş Kolektörleri ve Solar Tünel Kurutucularının çalışma prensibi aynı olmaktadır. Sistemlerin bir bölümünde güneş enerjisi toplanmakta diğer bölümde ise kükürtlenmiş yaş kayısılar kurutulmaktadır. Kolektörler yardımıyla toplanan ısı bir fan sistemi yardımı ile kerevetler içerisindeki kükürtlenmiş kayısılara verilmekte ve kurutma işlemleri gerçekleştirilmektedir (Asma ve ark., 2005).

2.4.4 Meyvede Çekirdeğin Çıkarılması ve Şekil Verme

Belirli oranda su kaybetmiş meyvelerin gölge bir yerde çekirdeği çıkarılmaktadır. Meyve iki el arasına alınmakta, baş ve işaret parmağı de sıkıştırılarak çekirdeğin sap kısmından çıkması sağlanmaktadır. Daha sonra meyveler bastırılıp yassılaştırılarak şekil verilmektedir. Çekirdeği çıkarılmış kayısılar (şekerpare) sergi yerine götürülerek kuruması için tekrar bez üzerine serilmekte, Güneşte 2-3 gün bekletilen çekirdeği çıkarılmış meyvede nem oranı % 20'ye düşünce depoya konmak üzere toplanılmaktadır. Pratik olarak kuruma bir avuç kuru meyvesıkılıp bırakıldığında meyvenin elastiki olması ve birbirinden kolayca ayrılması de anlaşılırsa da en doğrusu nem tayin cihazlarıyla belirlenmesidir (Asma ve ark.,2005).

2.4.5 Depolama

Kayısıların depolama süresi, sıcaklık derecesi, kayısıların nem düzeyi ile kayısının SO₂ içeriğine bağlıdır. Kayısıların istiflendiği deponun sıcaklığının atışı ile oksijen kullanımını artmakta, CO₂ oluşumu yükselmekte ve buna bağlı olarak SO₂ konsantrasyonu azalmakta ve renk esmerleşmektedir. Kükürlenerek kurutulmuş kayıslarda esmerleşme ancak, nem düzeyi %20'nin üzerine çıkınca görülmektedir. Uzun süre depolanacak kayıslarda nem düzeyi %15'in altına indirilmektedir. Kayıslar soğuk depoda 0°C ve +4°C'de, %55-65 bağı nemli ortamda renklerinde en küçük bir değişim olmadan bir yıldan fazla depolanabilmektedir (Cemeroğlu ve ark., 1985).

Depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça SO₂ kaybı da artmaktadır. Örneğin, 32°C'de depolanan kayısı kurularında günde 22ppm SO₂ kaybederken 10°C'de depolanan kayısı kurularında 2,7ppm'e düştüğü görülmektedir.. Kurutulacak kayısları, hammaddenin tüm özelliklerini dikkate alınarak, uygulanacak kurutma yöntemi hesaba katılarak ve nihayet depolama koşul ve süresi göz önünde bulundurularak başlangıçta yeterli düzeyde kükürtlenmelidir (Cemeroğlu ve ark.,1985).

Kayısların depolama ömrü üzerinde hasat zamanı ve meyve olgunluğunun etkilerini araştırıldığı bir çalışmada; ham olarak hasat edilen meyvelere nazaran, olgun dönemde hasat edilen kayıslarda kurutma sırasında daha az fire verdiği görülmektedir. Hasat edilip 2-3 gün yumuşamaya bırakıldıktan sonra, kükürtlenip kurutulan kayısların bünyesine, daha az kükürt aldıkları ve depolama sırasında karardıkları belirlenmektedir (Dahlenburg ve ark., 1992).

2174 ppm lik kükürde sahip kayısının 12 ay sonunda 890 ppm lik SO₂ kaybına uğradığı tespit edilmektedir. Bu kayıp günlük bazda 2,43 ppm olurken, aylık bazda 74 ppm'e denk gelmektedir. Kükürt kaybında aylara göre düzenli bir kayıp görülmemiş, sıcak aylarda kayıp oranı soğuk aylara göre 2 katına kadar çıkmıştır, bu kayıp oranı %30'u bulmaktadır. Üründeki SO₂ kaybı ortam sıcaklığı ile doğru orantılı

bulunmaktadır. Ürün sıcaklığı ile depo sıcaklığı birbirinden fazla bir farklılık göstermemektedir, 2-3 °C lik bir fark meydana gelmektedir. Depo nemi havanın nemine göre değişim göstermekte, ürünün neminin fazla etkilememektedir (Öztürk, 2003).

Absorbe edilen SO₂ miktarı sabit kalmamakta ve materyalin depolanma sırasındaki koşullara bağlı olarak miktarı gittikçe azalmaktadır (Stadman ve ark., 1946). Depolama sırasındaki kuru kayısındaki SO₂ kaybını başlıca nedeni SO₂ oksidasyonu sonucu(SO₄⁻²)sülfata dönüşümü olduğu göstermiştir (Davis ve ark., 1973).

2.5 Kuru Kayısının İşlenmesi

Kuru kayısı işleme tesislerine gelen numuneleri fabrika girişinde SO₂ analizi, nem analizi ve kalite kontrol yapılır. TSE 485 kuru kayısı normlarına uygun numuneler ve işlem gördükten sonra bu normlara ulaşabilecek numuneler fabrika bünyesine alınır.

Kuru kayısıda istenilen maksimum SO₂ miktarı 2000 ppm'dir. Kayısıya uygulanacak işlemler sonucunda SO₂ değeri belirli düzeyde düşeceği için yaklaşık 3000 ppm kükürt seviyesine sahip kayısılar fabrika bünyesine alınır. Kayısı kurusun işleme tesislerinde, tesis bünyesine alınan kayısı kurularına yıkama, kurutma ve satım koşullarına göre depolama yapılacağı için bu işlemler sırasında kayısı kurularının SO₂ düzeyindeki olağan düşme göz önünde bulundurulmalıdır. Kayısıda kurutma öncesi ön işlemlerin kuru kayısı kalitesi ve dayanımına etkilerinin incelendiği bir çalışmada, 12 aylık depolamada kayısı kurularında %30'luk SO₂ kaybı gözlenmiştir (Öztürk,2003).

Kayısı kurularında kükürt dioksiti uzaklaştırma yöntemleri üzerine yapılan araştırmada işlenmiş kayısı kurularının oksijen geçirgenliği az ve çok olan ambalajlarda muhafaza edildiğinde SO₂ kaybının üç yolla gerçekleştiği görünmekte ve bunlarında SO₂ 'ın sülfata oksidasyonu, SO₂'nin gıda bileşenlerine geri

dönüşümsüz olarak bağlanması ve nihayet SO₂'nin buharlaşarak ambalaj materyalinden uzaklaşması olduğu görülmektedir. Bunu dışında, özellikle O₂ ve SO₂ geçirgenliği fazla olan ambalajlarda 1 yıl depolanacak kayısı kurularının kalitesinin korunabilmesi için SO₂ düzeyinin 3000 ppm olması gerektiği belirtilmektedir (Özkan, 2001).

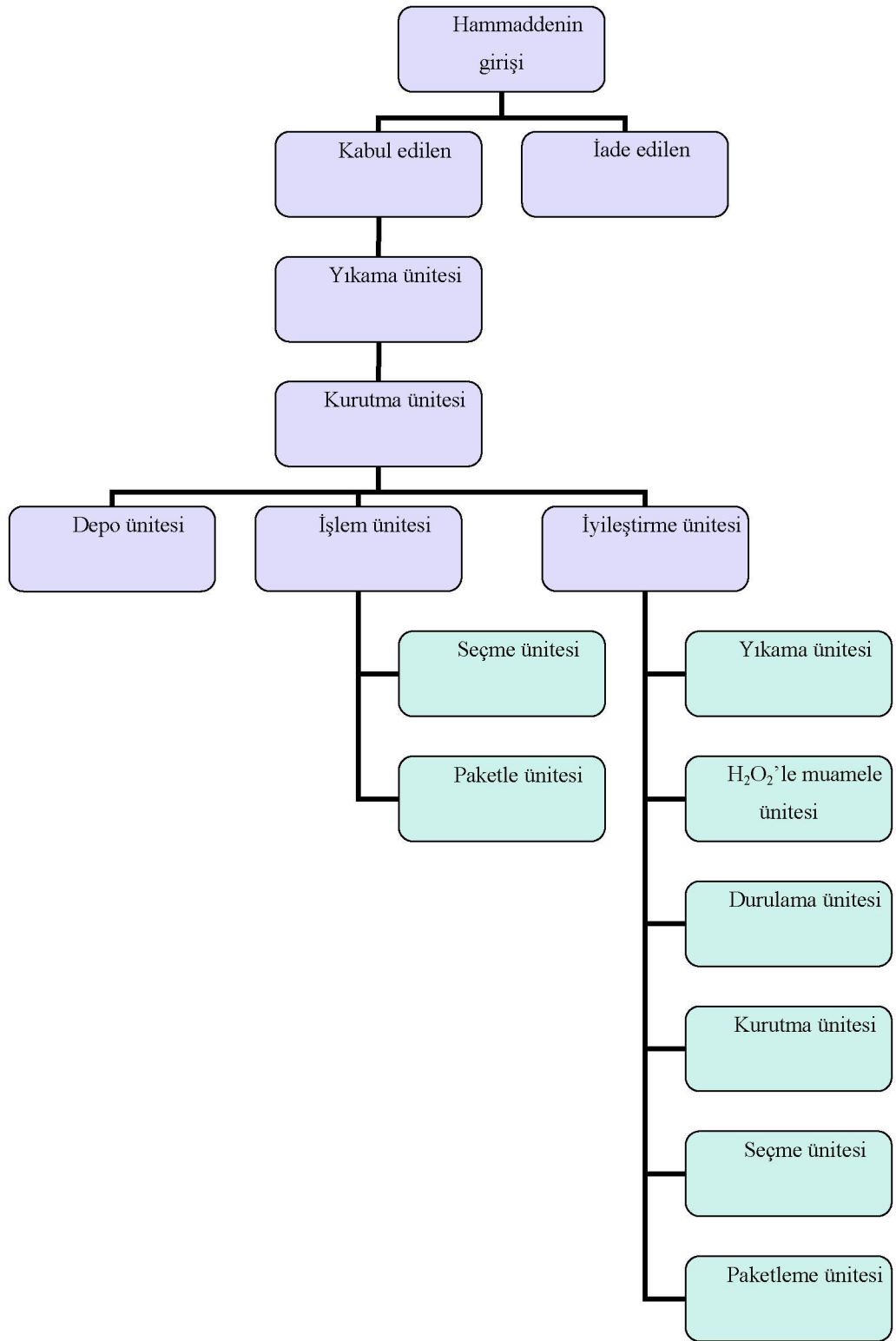
Nem değeri % 22 en makbul olanıdır ama nem konusunda genelde işletmeciler esnek davranır. Gelen numunenin kabuğunda ve et dokusunu düzeltilemez seviyede yumuşaması haricindeki numuneler kabul edilir. Numunelerin nem düzeyleri % 22'nin altında olanlara nemlendirme, % 22'nin üstünde olanlara ise kurutma işlemi yapılarak nem seviyesi % 22'ye getirilmeye çalışılır.

Nem seviyesi yüksek olan kayısı kuruları konveyörlü tipli, aktarmalı, çok katlı yatay kurutma fırınlarında kurutulmaktadır. Gövde; AISI 304 kalite paslanmaz sac, profil ve köşebentten imal olup komple izole edilmiştir. Kurutma bölgeleri birbirinden bağımsız ısı ve nem sensorları ile donatılmış olup, her bölgede ısı ve nem ayrı ayrı kumanda edilmektedir. Kurutma fırınları; ısı transfer yağı veya buhar serpantinleri ile donatılmış olup endirekt ısıtma üç yollu vanalarla kontrol edilmektedir. Her kurutma bölümünde fırının içine havanın düzgün yayılması sağlanmıştır. Fırın girişine ürünü yayan serici vardır. Konveyör bandı birbirlerine AISI 304 kalite firketelerle bağlanmış aynı malzemedan özel olarak imal edilmiş paletlerden meydana gelen özel kurutucularda kurutulmaktadır (Oyman, 2009).

Kalite kontrol yapılırken yığın içindeki istenilmeyen tanelerin oranına bakılır. Eğer bu oran düşük ise ürün girişi yapılır. İstenilmeyen taneler;

1. Bozuk kayısı kurusu; kendisine özgü renk, tat ve kokusunu yitirmiş kayısı kurusudur.
2. Hasarlı kayısı kurusu; böcek, diğer zararlı canlılar tarafından veya fiziksel tesirlerle gözle görünecek kadar yenmiş, delinmiş, yırtılmış kayısı kurusudur.
3. Fermente olmuş kayısı kurusu; tat, koku ve karakteristik görünüşümü fermantasyon etkisi ile belirgin şekilde değişmiş olan kayısı kurusudur.

4. Küflenmiş kayısı kurusu; çıplak gözle görünecek kadar mantar miselleri bulunan kayısı kurusudur.
5. Vuruk kayısı kurusu; herhangi bir sebeple bir veya birkaç yerinde belirli sertlik veya çilden başka leke bulunan kayısı kurusudur.
6. Çilli kayısı kurusu; *Clasterosporium carpophyllum* mantarlarından meydana gelen ve bir yüzünde 15'den fazla kendi renginden koyu renkte çapı 1 mm'den büyük çilleri taşıyan kayısı kurusudur.
7. Kesik kayısı kurusu; 1/10'undan fazlası kesilme sebebi ile bozulmuş olan kayısı kurusudur.. Kirli kayısı kurusu; üzerinde çıplak gözle görünebilir kum,mil veya başka bir kir bulunan kayısı kurusudur.
8. Yabancı madde; kayısı kurusu içinde bulunan kendisinden başka her türlü maddedir (TSE,1992).



Şekil 2.5. Kayısı Kurusu işlenmesinin akım şeması

2.6 Hidrojen Peroksit

Hidrojen peroksit, renksiz ve kokusuz bir sıvı olup, suda bol miktarda çözülür. Alkolde de çözülür. Kolaylıkla su ve oksijen vermek üzere bozulmaktadır. Saf hidrojen peroksit 1 atmosfer basınçta $-0,43^{\circ}\text{C}$ 'de donar ve $150,2^{\circ}\text{C}$ 'de kaynamaktadır. Sıvı halde ve 255°C 'de yoğunluğu $1,44 \text{ g/cm}^3$ tür. % 90'lık hidrojen peroksit çözeltisi patlayıcı olmamakla beraber % 75'ten % 90'lığa kadar H_2O_2 ihtivâ eden çözeltiler patlayabilir. Saf hidrojen peroksit yavaşça bozulmaktadır. Meselâ metal gibi az bir safsızlık bozulmanın hızını artırmaktadır. Burada metal safsızlığı katalitik etki yapmaktadır. Bozunması, saflaştırma ve bazı kararlılık veren meselâ 8-hidroksikinolin, sodyum piro fosfat ve alkali metal silikat gibi maddeler ile durdurulabilir. Bozunmada en güçlü katalizör koloidal plantindir. Hidrojen peroksit ortama bağlı olarak indirgen ve yükseltgen özelliğe sahiptir (Thenard,1818).

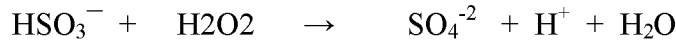
Son yıllarda H_2O_2 gıda teknolojisinde çeşitli amaçlarla yaygın olarak kullanılmaya başlanılmıştır. H_2O_2 , aseptik dolunda kullanılan laminant karton kutuların plastik yüzeyleri (Von Bockelmann ve ark, 1986) ile aseptik dolun ünitelerinin sterilasyonunda (Toledo,1986) kullanılmaktadır. Bunun dışında, meyve ve sebzelerin yüzey sterilizasyonunda kullanılabileceği birçok araştırmacı tarafından önerilmektedir (Forney, 1991). FDA, hidrojen peroksidi 'GRAS' statüde sınıflandırmakta ve gıdalarda ağartma maddesi, oksidant ve redükdant madde olarak ve nihayet antimikrobiyel madde olarak kullanılmasına izin vermektedir (Andres,1881). FDA, kalıntı H_2O_2 'in gıdaların işlenmesi sırasında fiziksel yada kimyasal yöntemlerle uzaklaştırılmasını zorunlu tutmaktadır (Wang ve ark.,1986).

Literatürde H_2O_2 'in antimikrobiyel etkisi üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Patlıcan ve biberlerde (Fallik ve ark,1994); sofralık üzümde(Forney ve ark,1991); kuru eriklerde (Simmons ve ark.,1997); kavun, kuru üzüm, kuru erik ve cevizde (Sapers ve ark,1998); çalışmaları bulunmaktadır. Sofralık üzüm, kuru erik, kavun, kuru üzüm ve cevizlerde H_2O_2 uygulanmasında bu maddenin buharını kullanılmakta ve böylece, H_2O_2 çözeltisiyle oluşan kayıplarda

önlenilmektedir. H₂O₂ buharının sadece yüzeyde absorblandığı ve buna karşın sıvı H₂O₂'ının ise yüzeyde ince bir katman oluşturarak gıdanın derinliklerine kadar sızabildiğini ve bu durumdan daha sonra H₂O₂'nun uzaklaştırılmasının güçleştiği bilinmektedir. Hidrojen peroksit'in antimikrobiyel etkisi için mantarlarda, 45–60 dakikalık uzun süreli H₂O₂ buhar uygulamasına ihtiyaç olduğu ve daha uzun süreli uygulamaların ise esmerleşmeye neden olduğu saptanmıştır (Sapers ve ark. 1998).

Hidrojen peroksidin antimikrobiyel etkisi dışında, aflatoksinleri parçaladığı bilinmektedir. Yer fıstıklarında (Clavero ve ark.,1993); kuru incirde(Altuğ,1990); alfatoksin içeriğinin H₂O₂ile azalttığını göstermişlerdir.

Hidrojen peroksit, sülfitle reaksiyona girerek onları sülfata (SO₄⁻²) okside etmektedir (McFeeters,1998); Bisülfid (HSO₃) anyonlarının H₂O₂ ile reaksiyonlarını aşağıda verilmektedir.



Antosiyanlarının, H₂O₂ eşliğinde degradasyonu çilek sularında (Sondheimer ve ark,1952),ahududu ve çileklerde(Sapers ve ark,1998) ve vişne sularında (Özkan,2000) ortaya konulmuştur. Ancak, literatürde H₂O₂'in karotenoidlere etkisi üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Kayısuların pH'sının 3.5 civarında olduğu düşünülürse, HSO₃'in ortamda baskın olarak bulunacağı düşünülmektedir. Bunun dışında sülfidlerin bir kısmı gıda bileşenlerine geri dönüşümsüz olarak bağlanarak etkilerini kaybetmek (Wedzicha,1987), bir kısmı ise sıcaklığa bağlı olarak buharlaşarak ortamdan uzaklaşmaktadırlar (Stadtman,1946).

Kayısı kurularında SO₂ düzeyini düşürmek amacıyla H₂O₂ uygulaması ülkemizde ilk kez 1980 yıllarda Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü tarafından önerilmiş ve bazı kuru kayısı işletmelerde de uygulanmıştır.

Diğer taraftan, kükürtlenmemiş materyalin ısıtılması ile serbest SO₂ uzaklaştırabilmektedir. Isıtma ile gıda bileşenlerine geri dönüşlü olarak bağlı bulunan sülfidler serbest hale geçirebilmekte, böylece serbest ve bağlı sülfidlerin gıdalardan uzaklaştırılması mümkün olabilmektedir (Joslyn ve ark.,1954). Sülfid çözeltisinde muhafaza Maraschino vişneleri daha sonraki işleme aşamalarından önce su ile yıkanarak ve kaynatılarak SO₂'in uzaklaştırılması sağlanmaktadır (Joslyn ve ark.,1954) kükürtlenmiş üzüm sularında SO₂'in, vakum altında ısıtılmakla uzaklaştırması öteden beri izlenen bir uygulamadır (Schobinger, 1978).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Örnekleme

Bu tez kapsamında tesadüfi olarak 4 kayısı çeşidi kurusu ve TSE 485 standardındaki boyutlanmaya göre 4 kayısı kurusu kullanılmaktadır. Hacıhaliloğlu kayısı çeşidi Darende, Kabaası kayısı çeşidi Melekbaba, Soğancı kayısı çeşidi Battalgazi, Çöloğlu kayısı çeşidi Akçadağ'dan temmuz 2007'de temin edildi. Meyvesi toplanacak ağaçların sağlıklı ve yıllık bakımlarının düzenli olmasına dikkat edildi.

3.1.2 Hasat

Kayıslar, daldan kolay kopması, kabuk yüzeyinin %75'inin saman sarısı ve meyve etinin %50'sinin sarı renge döndüğü Haziran- Temmuz aylarında hasat edildi.

Kayısıda en uygun hasat yöntemi el ile yapılan hasattır. Ancak kayısı bahçesinin büyük, hasat döneminin kısa sürmesi ve yeterli iş gücünün bulunmaması nedeniyle, ağaç dalları silkeleme ve uzun sopalarla dalları çırpma yöntemleri kullanıldı. Bu iki yöntem ile hasat yapılırken meyvelerin kirlenip zarar görmemesi için bir tente tutuldu ve ağaç altına süngerli bez serildi. Bu şekilde hasat edilen kayısılar diğer işlemler için hazırlandı.

3.1.3 Kükürtleme

Hasat edilip yıkanan yaş kayısılar 90×180 cm ölçütlerinde kavak kerestesinden yapılan kerevetlere tek sıra halinde dizildi. Ortalama her kerevet 32 kg yaş kayısı almaktadır.

Bu çalışma için sınıflandırılmış her çeşit ve her boyut kayısından dörder kerevet yaş kayısı hazırlanarak kükürtlendi. Kerevetteki kayısılar 2,5 m en ve boyda 2,2 m yükseklikte olan duvarları 30 cm kalınlıkta beton kükürtleme odasına alındı. Kükürtlene odasının kapısı 110 cm genişlikte, 200 cm yükseklikte, contalı ve hava geçirmez olmalıdır.

Kükürtleme işlemi için kullanılan kükürt yeterli derecede saf olmadığından yanması için büyük bir kapta ısıtılması gerekir. Bu amaçla 25 cm çapında 5 cm derinliğinde madeni bir kap kullanıldı. Isıtma işleminin yapılabilmesi için kükürtleme oda kapısının tam karşısında duvarın tabanla birleştiği orta yere kükürt ocağı yerleştirildi. Bu ocağın üzerine içerisinde kükürt olan madeni kap yerleştirilerek kükürt yakıldı. Bu şekilde kükürt gazının odaya homojen yayılması sağlandı. Kükürtleme işlemi için kerevetlerdeki kayısılar kükürtleme odasına üst üste yerleştirilerek blok haline getirildi. Kükürtleme odasında her biri 20 kerevetlik 4 blok oluşturulup 1.200 kg kayısı tek seferde kükürtlendi. Kükürtleme işlemi için 2 kg kükürt 90 dakika yakıldı.

3.1.4. Kurutma

Malatya ve çevresinde kayısıların kurutulduğu Temmuz-Ağustos aylarında hava şartları uygun olmasının yanı sıra daha ekonomik olması gibi nedenlerden dolayı güneşte kurutma tercih edilmektedir.

Kurutma yeri seçiminde direkt güneş ışığı alan yerler tercih edilir. En iyi sergi alanı toprak seviyesinden biraz yüksekte betondan yapılmış olanıdır. Eğer sergi yerinin betondan yapılması mümkün değilse rüzgârda toz kaldırmayacak çöp, sap, saman taşımayacak yerlerin seçilmesi gerekir. Sergi yerlerinin çok temiz olması, tozlu yollardan, sanayi tesislerinden, demir yollarından, tren istasyonlarından, çöplük ve ahırdan uzak olmasına mutlaka dikkat edilmelidir.

Kükürtleme odasından çıkartılan kayısıların kerevet üzerinde kurutulması en uygun olanıdır, fakat yeterli sayıda kerevet yoksa meyveler 1-1.2 m genişlikte ve istenilen uzunlukta sık dokunmuş bez üzerine tek sıra halinde dizilerek kurumaya bırakılır. Sergi yerinde 2-4 gün güneşte tutulan meyveler suyunu kaybederek kurur. Kuruyan meyveler çekirdekleri çıkarılmak üzere toplanarak gölge bir yere getirilir.

Kurutma sonrası kayısı meyvesindeki kükürt oranı bir miktar artış gösterir. Bu meyvedeki su miktarının buharlaşması sonucu küçülen meyvenin hacmi ile ilişkilidir.

3.1.5 Depolama

Kükürtlünen kayısılar kükürtleme odasından çıkarıldıktan sonra meyve iki el arasına alınarak, baş ve işaret parmağı ile sıkıştırılıp meyve çekirdeği sap kısmından çıkarıldı. Çekirdeği çıkarılan kükürtlünenmiş kayısılar direk güneş ışığının aldığı sergi yerinde nem oranı %20 oluncaya kadar 2-3 gün bekletildi. Kuruyan kayısılar depolama amacıyla depolara götürüldü.

Depolama amacıyla oda sıcaklığında düzenli havalandırılmanın yapıldığı beton zeminli depolar kullanıldı. Kayısı kuruları beton zemin üzerinde 80 cm.yi geçmeyecek şekilde istiflendi.

3.2 Metot

3.2.1 Denemenin Kuruluşu

Bu tez kapsamında ticari değeri yüksek olan, 4 farklı kayısı çeşidi Hacihaliloğlu, Kabaası, Soğancık, Çöloğlu ve TSE 485 standardında belirtilen 4 kayısı boyutu kullanılmıştır. Her kayısı çeşidi, 2'şer tonluk yığınlardan homojen tesadüfi olarak numune alındı. Toplam 100 kg kuru kayısıyla çalışılır. Her kayısı çeşidinden 100 kg alındıktan sonra bu yığınlar her biri 10 kg olacak şekilde 10 eşit parçaya bölündü.

Her çeşitten 10'ar yığın, toplam 40 numune tüm analizlerde birbirinden ve dış ortamdan (oksijen, ışık, su, zarar verecek tüm objeler) etkilenmeyecek şekilde muhafaza edildi.

3.2.2 Kayısı kuruları örneklerinin H₂O₂ muamelesi

3.2.2.1 Daldırma

Daldırma kapları 2×2×1 m ölçülerinde plastik malzemeden yapılmıştır. Herhangi olumsuzluğu önlemek amacıyla tek kullanımlıktır. Toplam 32 tane daldırma kabı kullanıldı. Hacihaliloğlu, Soğancık, Kabaası, Çöloğlu çeşitlerinin ilk numuneleri H₂O₂ çözeltileriyle müdahale edilmeden SO₂ analizine alındı.

1×1 m ebadında plastik malzemeden yapılmış, üzerinde 1cm çapında delikler bulunan levhanın üzerine tek kat olarak serilen numuneler %1'lik ve % 2'lik H₂O₂ çözeltilisine daldırılıp 30, 60, 90 ve 120 saniye süre bekletildi.

3.2.2.2 Durulama

H₂O₂ çözeltilisine daldırılan numuneler, asit yanığı olarak adlandırılan kalite bozukluğuna uğramaması için numunelere durulama işlemi yapıldı. Durulama işlemi üzerinde 1 cm çapında delikleri olan plastik malzemedan yapılmış levha üzerine numuneler tek kat dizildi ve musluk suyu ile iki yüzeyinin yıkanması ile gerçekleştirildi. 30 sn boyunca yıkama işlemi devam ettirildi.

3.2.3 Kayısı Kurularının Sınıflandırılması

TSE 485 standardında belirtildiği gibi 1 kg numunedeki tane sayısına göre sınıflandırıldı. 1 kg'de;

100 tane olduğunda	1 numara,
101-120 tane olduğunda	2 numara,
121-140 tane olduğunda	3 numara,
141-160 tane olduğunda	4 numara

olarak sınıflandırıldı.

3.2.4 Laboratuvar Analizleri

3.2.4.1 Nem Tayini

Kayısı kurularına uygulanan her işlem sonunda SO₂ miktarındaki düzeyi belirlemek amacıyla SO₂ analizinin doğru olması için alınan numunelere nem optimizasyonu yapılmalıdır. Bu amaçla nem analizi yapıldı.

Nem tayinindeki prensip, belirli miktarda numuneyi kurutma dolabında kurularak, kurutmadan önceki ile kurutmadan sonraki farkın belirlenmesidir.

İki defa kıyım makinesinden geçirilen ve iyice karıştırılmış numuneden yaklaşık 5 g hassas terazide tartıldı. Daha önce içerisine 2 g kadar perlit konmuş, kurutulmuş ve tartılarak darası kaydedilmiş alüminyum kaba kondu. Üzerine bir miktar kaynar damıtık su ilave edildi iyice karıştırıldı ve kabın dibine yayıldı. Karıştırmada kullanılan cam çubuk biraz su ile kabın içerisine yıkandı. Kuruyuncaya kadar buhar banyosunda tutuldu. Kurumuş olan numunenin bulunduğu kap kurutma dolabının metal rafına yerleştirildi. 70°C'yi aşmayacak şekilde 6 saat süre ile kurutuldu. Kurutma sırasında, kurutma dolabına sülfürik asitten saniyede iki kabarcık hızla geçen hava verildi. 6 saat sonra kurutma kabı alındı, kapağı kapatıldı, desikatörde soğutuldu, tartıldı, aradaki farktan % su miktarı hesaplamak için aşağıdaki eşitlik kullanıldı (T.S.E.,1992).

$$\text{Rutubet, \%} = \frac{100 (M_1 - M_2)}{M_1 - M_0}$$

M_0 : Perlite birlikte kabın kütlesi, g

M_1 : Kurutmadan önceki numune ile birlikte kabın kütlesi, g

M_2 : Kurutmadan sonraki numune ile birlikte kabın kütlesi, g

3.2.4.2. Kükürt Dioksit Tayini

Gıda maddelerinde bulunan H_2SO_3 'i parçalayarak SO_2 haline dönüştürerek açığa çıkan SO_2 'i H_2O_2 çözeltisinden geçirerek H_2SO_4 'e dönüştürme ve brom fenol blue indikatöründe NaOH ile titre etme prensibine dayanır (T.S.E., 1992).

Bu yöntemle kayısı'da SO₂ tayini için, kıyma makinesinden geçirildi. 5-10 g arasındaki numuneyi, üç boyunlu bir litrelik kaynatma balonuna konuldu (Şekil 3.1). Numune, %15'lik HCl ile geri soğutucu altında 1 saat düzenli olarak kaynatıldı. Açığa çıkan SO₂, %3'lük H₂O₂ çözeltisinden geçirilerek H₂SO₄ 'e dönüştürüldü. Meydana gelen H₂SO₄ miktarı, ayarlı NaOH ile belirlenerek numunedeki SO₂ miktarı aşağıdaki formülle hesaplanır (Sullivan ve ark.,1985) ;

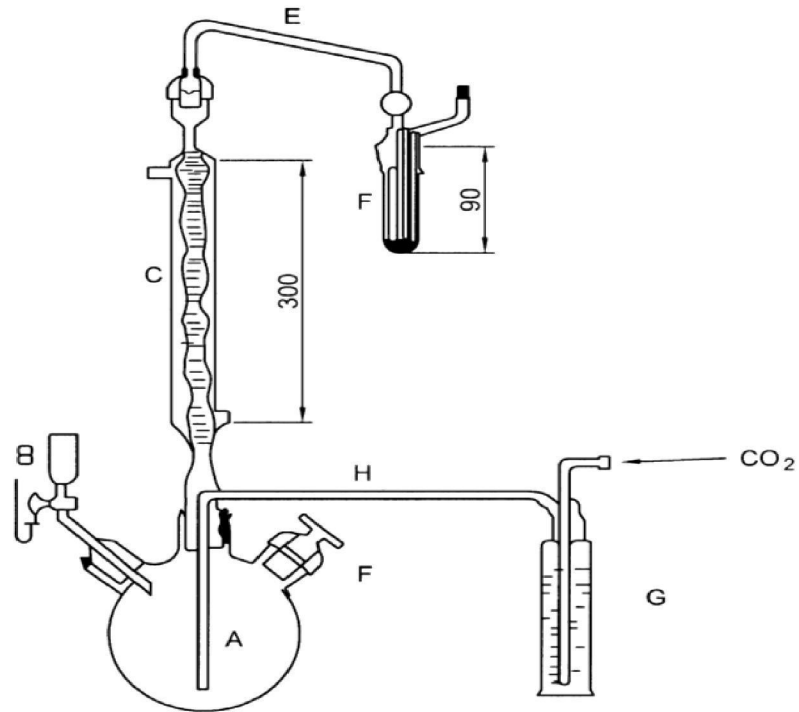
$$\text{SO}_2(\text{ppm}) : \frac{N \times V \times E_a}{M (\text{g})} \times 100$$

N: Kullanılan NaOH'ın normalitesi

V: Harcanan NaOH'ın hacmi

M: Kullanılan örnek miktarı (g)

Ea: SO₂'in eşdeğer ağırlığı



Şekil 3.1. Kükürt dioksit analiz düzeneği

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Türkiye’de yaklaşık 15 yıldır kayısı kurularındaki kükürt dioksit (SO_2) içeriğini düşürmek amacı ile hidrojen peroksit (H_2O_2) daldırma işlemi yapılmaktadır. Bu işlem SO_2 ’nin H_2O_2 ile girdiği tepkime sonucunda sülfat oksidasyonuna dayanmaktadır (McFeeters, 1998).

Kayısı kurularında yapılan bu işlem ilk defa Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünce yapılmış daha sonra kayısı işletmelerinde yaygınlaşmıştır.

Kayısı kurularında SO_2 içeriğini, kalite kriterlerini bozmadan tamamen uzaklaştırmak mümkün değildir. Sınırlı seviyede gerçekleşen bu uzaklaştırma, kayısı çeşidi, uygulanan H_2O_2 konsantrasyonu ve H_2O_2 çözeltisine daldırma süresi gibi faktörlere bağlıdır.

4.1 Kükürtlü Kayısı Kurularındaki SO_2 Kalıntısının giderilmesinde H_2O_2 Muamelesi Ve Çeşit Faktörünün Etkisi

4.1.1 SO_2 ’deki değişim

Kükürtlü kurutulmuş olan farklı kayısı çeşitlerine (Hacıhaliloğlu, Kabaası, Soğancı ve Çöloğlu) farklı konsantrasyonlardaki (% 1 ve % 2) hidrojen peroksidin (H_2O_2) farklı sürelerde (30, 60, 90 ve 120 sn) uygulanmasıyla kükürt miktarındaki değişim Çizelge 4.1’de verilmektedir. Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi H_2O_2 konsantrasyonu arttıkça kükürt dioksit miktarında da azalmalar belirlenmiştir. Bu azalma Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde görülmezken diğer 3 farklı kayısı çeşidinde belirgin şekildedir.

Aynı sıcaklık ve aynı sürede H₂O₂ uygulanmasına tabii tutulmuş kayıslarda H₂O₂ konsantrasyonu arttıkça, kükürt miktarındaki azalmada artmaktadır (Özkan, 2001).

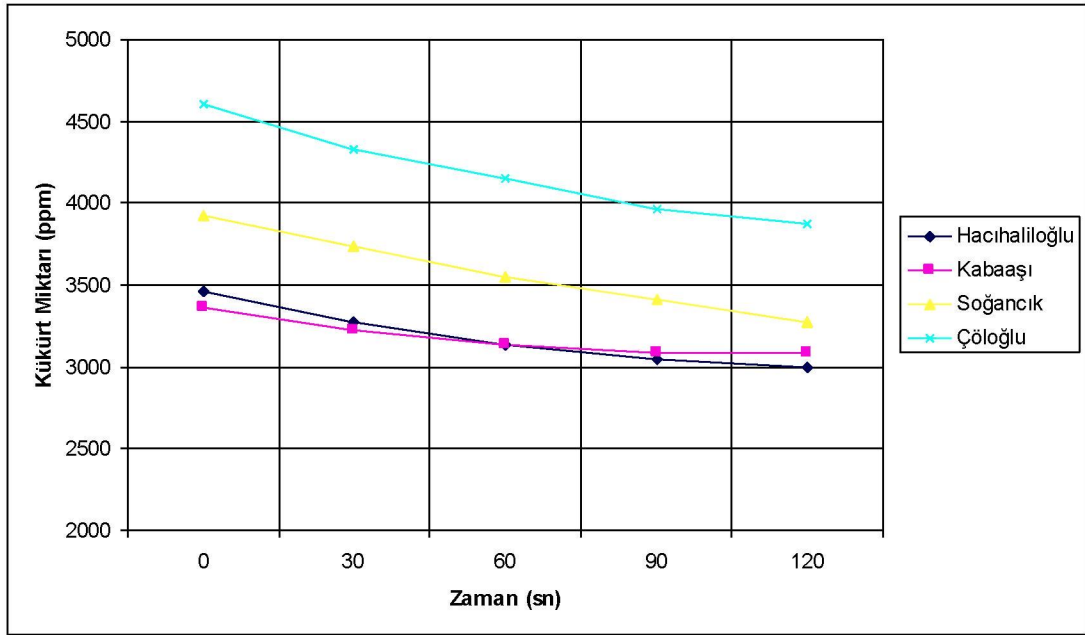
Farklı sürelerde her iki H₂O₂ konsantrasyonuna daldırılan kayısı kurularında bekletme süresinin artışıyla kükürt miktarında da azalmalar olduğu görülmüştür. En belirgin azalma Çöloğlu kayısı çeşidinde görülmüş olup 120 sn sonucunda % 2 lik H₂O₂ uygulaması ile bu azalma % 40'a kadar ulaşmıştır. 120 sn % 2'lik H₂O₂ uygulamasıyla Hacıhaliloğlu, Kabaası, Soğancı ve Çöloğlu kayısı çeşitlerindeki kükürt azalma düzeyi sırasıyla %12.07, 9.71, 22.24 ve 40.18 olarak bulunmuştur. Burada en az azalmaya Kabaası olarak bilinen kayısı çeşidinde rastlanırken, en fazla azalmaya ise Çöloğlu kayısı çeşidinde rastlanmıştır. Kayısı kurularındaki kükürt dioksit miktarının azalması üzerine kayısı çeşitlerinin, konsantrasyonun ve sürenin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p < 0.01) (Çizelge 4.2)

Uygulamalar sonunda meydana gelen azalmalar Şekil 4.1 ve 4.2'de açıkça görülmektedir.

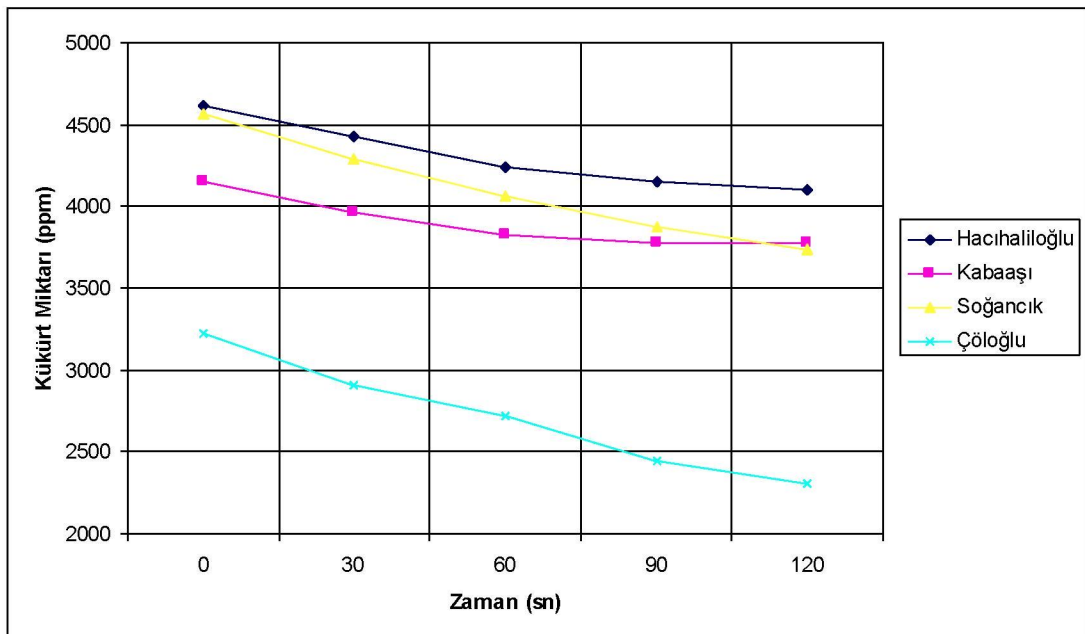
Kuru kayıslardan kükürt dioksitin uzaklaştırılma yöntemleri üzerine yapılan çalışmada kuru kayısların %5, %1.0, %1.5 gibi konsantrasyonlarda 20°C ve 40°C de 5 ve 10 dakika gibi iki farklı sürede daldırma sonucunda sürenin artmasına bağlı kükürt miktarındaki azalma artmıştır (Özkan,2001). Benzer şekilde bu çalışmada çalışılan kayısı çeşitlerinin tamamında konsantrasyon ve sürenin artmasıyla kükürt miktarındaki azalmanın arttığı görülmektedir. Bu çalışmada kayısı kuruları kükürt dioksit miktarının, meyvenin çeşit ve boyutuna göre hidrojen peroksit çözeltisine daldırılarak nasıl düştüğü incelenmiştir. Kayısı kuru çeşidi ve boyutları tesadüf olarak belirlenmiş, meyvesi toplanan ağaçların yıllık bakımlarının periyodik olarak yapılmış olmasına dikkat edilmiştir. Çeşit ve boyutun kükürt dioksit miktarındaki azalma etkisi göz önüne alınarak, kayısı kuru işletme tesislerine kayısı kurularının harman halde değil, çeşit ve boyutlarına göre sınıflandırarak alınması hedeflenmiştir.

Çizelge 4.1. Kurutulmuş farklı kayısı çeşitlerine farklı konsantrasyon ve sürelerdeki uygulanan H₂O₂ ile kükürt dioksit miktarındaki değişim

Çeşit	H ₂ O ₂ Kons. (%)	Süre (sn)	SO ₂ miktarı (ppm)	Kümülatif Azalma (mg/kg)	Azalma (%)
Hacıhaliloğlu	1	0	3457 ± 51,67	0	0,00
		30	3265 ± 12,70	192	5,88
		60	3119 ± 20,50	338,5	10,85
		90	3044 ± 42,95	413,5	13,59
		120	2997 ± 17,20	460,5	15,37
	2	0	4596 ± 18,40	0	0,00
		30	4411 ± 13,40	185	4,19
		60	4210 ± 45,30	386	9,17
		90	4146 ± 8,49	450	10,85
		120	4101 ± 5,66	495	12,07
Kabaası	1	0	3331 ± 47,4	0	0,00
		30	3229 ± 8,49	101,5	3,14
		60	3134 ± 42,4	196,5	6,27
		90	3087 ± 56,6	243,5	7,89
		120	3087 ± 42,4	243,5	7,89
	2	0	4148 ± 56,6	0	0,00
		30	3961 ± 141	187	4,72
		60	3824 ± 141	324	8,47
		90	3781 ± 113,1	367	9,71
		120	3781 ± 58	367	9,71
Soğancı	1	0	3919 ± 45,3	0	0,00
		30	3735 ± 49,5	184	4,93
		60	3647 ± 93,3	272	7,46
		90	3411 ± 143	508	14,89
		120	3274 ± 104,7	645	19,70
	2	0	4566 ± 54,4	0	0,00
		30	4289 ± 154	276,5	6,45
		60	4059 ± 215	506,5	12,48
		90	3877 ± 82,3	688,5	17,76
		120	3735 ± 48,1	830,5	22,24
Çöloğlu	1	0	4609 ± 225	0	0,00
		30	4332 ± 144	277	6,39
		60	4148 ± 67,9	461	11,11
		90	3935 ± 49,5	674	17,13
		120	3875 ± 5,66	734	18,94
	2	0	3227 ± 33,9	0	0,00
		30	2899 ± 96,2	328	11,31
		60	2720 ± 56,6	507	18,64
		90	2449 ± 67,9	778	31,77
		120	2302 ± 55,2	925	40,18



Şekil 4.1. %1 'lik H₂O₂ çözeltisine daldırılan numunelerin kükürt değerlerindeki değişim



Şekil 4.2. %2 'lik H₂O₂ çözeltisine daldırılan numunelerin kükürt değerlerindeki değişim

Varyans analiz sonuçlarına göre farklı çeşitteki kayıslara H₂O₂ muamelesinin kükürt dioksitte meydana gelen değişim üzerine tüm faktörlerin etkili olduğu görülmüştür (p<0.01) (Çizelge 4.2). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çeşit x konsantrasyon ve çeşit x süre toplam kükürt dioksitteki değişim üzerine etkili olduğu fakat konsantrasyon x süre ve çeşit x konsantrasyon x süre interaksiyonlarının etkili olmadığını göstermektedir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.2. Farklı çeşitteki kayıslara uygulanan H₂O₂ sonucundan elde edilen kükürtdiokist miktarındaki değişime ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	SO ₂ (ppm)		
	S.D	K.O	F.
Faktör-A (Çeşit)	3	553635	33.45*
Faktör-B (Konsantrasyon)	1	1224630	73.99*
Faktör-C (Süre)	4	969907	58.60*
A * B (Çeşit*konsantrasyon)	3	6062195	366.28*
A * C (Çeşit*süre)	12	57572	3.48*
B * C (Konsantrasyon*süre)	4	31315	1.89ns
A * B * C (Çeşit*Konst.*süre)	12	14336	0.87ns
Hata	40	16551	

* P< 0.01 seviyesinde önemlidir.

ns: önemsiz.

Çizelge 4.3. Farklı çeşitteki kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara uygulanan H₂O₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Faktör		N	SO ₂ miktarı (ppm)
Çeşit	Hacıhali loğlu	20	3734.5 (ab)
	Kabaası	20	3536.3 (bc)
	Soğancı	20	3851.2 (a)
	Çöloğlu	20	3499.6 (c)
Konsantrasyon	1 %	40	3531.7 (a)
	2 %	40	3779.1 (b)
Süre	0 sn	16	3981.5 (a)
	30 sn	16	3827.7 (a)
	60 sn	16	3607.6 (b)
	90 sn	16	3466.2 (bc)
	120 sn	16	3393.9 (c)

* Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.
N: materyal sayısı

Kayısının kükürtlemesinde bazı parametrelerin incelenmesi ve kayısındaki aşırı kükürdün H₂O₂ yöntemiyle giderilmesi üzerine yapılan bir araştırmada, kayısıda bulunan kükürt dioksitin fazlasının hidrojen peroksitle giderilebileceği görülmektedir. Hidrojen peroksit derişiminin artması ve işlem süresinin uzatılmasıyla, kayısıdan uzaklaşan kükürt miktarı da artmaktadır. Hidrojen peroksit derişimi artığında işlem süresinin kısaldığı görülmektedir. Ancak derişik peroksitle 10 dakikadan daha fazla etkileştirilen kayısılar peroksit tarafından parçalanmakta, gıda değerini kaybetmekte ve ekonomik değerini yitirmektedir (Gültek, 1993).

Araştırma kapsamında kayısı kurularının ekonomik değerini kaybetme olasılığını minimuma indirmek de hedeflenmiştir. H₂O₂ konsantrasyonu %1 ve %2 değeri göz önüne alınarak H₂O₂ çözeltisini kayısı dokusunu parçalamayacak, hatta hidrojen peroksit yanığı olarak adlandırılan kayısı kurularının yüzeyinde renk ağartması yapmayacak şekilde muamele süresi ayarlanmıştır.

Muamele süresini belirlemek için yapılan ön denemeler, kayısı kurusu yüzeyindeki doku ağarması (hidrojen peroksit yanığı) miktarının en aza gelecek şekilde belirlenmiştir. Uygulama sırasında H₂O₂ çözeltisine belirtilen sürelerde daldırılan kayısı kurularından tesadüfî olarak 1 kg numune alınmıştır. Numune içindeki tanelerden hidrojen peroksit yanığına uğrayanlar sayılmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. H₂O₂ ile muamele edilen kuru kayısılardaki hidrojen peroksit yanığı (%)

Konsantrasyon (%)	Süre (dakika)	Hacıhaliloğlu (116 adet/kg)	Kabaası (68 adet/kg)	Soğancı (130 adet/kg)	Çöloğlu (156 adet/kg)
1	30	0	0	0	1
	60	0	0	0	3
	90	1	1	4	8
	120	3	1	5	10
2	30	0	0	0	3
	60	0	1	3	4
	90	3	2	7	6
	120	5	3	10	12

Hidrojen peroksit yanığına uğrayan taneler endüstriyel ürün kapsamına girmekte ve ekonomik değeri düşmektedir.

4.1.2 Nem düzeyindeki değişim

Hacıhaliloğlu, Kabaası, Soğancı ve Çöloğlu kayısı çeşitlerinden alınan kayısı kurusu örnekleri % 1 ve % 2 lik H₂O₂ çözeltisine 30, 60, 90 ve 120 saniye daldırıldıktan sonra nem düzeylerindeki değişim incelenmiş ve Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Nem artışı kayısıların çözeltiyle muamele edilmesinden dolayı süre ile birlikte artış göstermiştir. H₂O₂ konsantrasyonunun artışı, kayısılardaki nem miktarının

değişmesi üzerine etkili olmadığı görülmektedir. En fazla nem artışına Kabaası kayısı çeşidinde, en az nem artışına ise Çöloğlu kayısı çeşidinde rastlanmıştır.

Burada dikkat çeken önemli bir nokta, nem artışının en fazla görüldüğü kayısı olan Kabaası kayısı çeşidinde kükürt miktarı en az düzeyde azaldığı görülmektedir. Aksine nem miktarı en az düzeyde değişen Çöloğlu kayısı çeşidinde ise kükürt dioksit miktarı en fazla düzeyde azaldığı tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda nem içeriği, %1 lik H_2O_2 çözeltisine daldırılan Hacihaliloğlu, Kabaası, Soğancı ve Çöloğlu kayısı çeşitlerinde % 7.5, % 8.4, %6.3, %5.1 oranında arttığı görülmektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre farklı çeşitteki kayıslara H_2O_2 muamelesinin nem düzeyinde meydana gelen değişim üzerine konsantrasyon dışında tüm faktörlerin etkili olduğu görülmüştür ($p < 0.01$) (Çizelge 4.6). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çeşit x konsantrasyon ($P < 0.01$) ve çeşit x süre ($P < 0.05$) toplam nem seviyesindeki değişim üzerine etkili olduğu fakat konsantrasyon x süre ve çeşit x konsantrasyon x süre interaksiyonlarının etkili olmadığını göstermektedir (Çizelge 4.7).

Nem miktarı artan kayısı kuruları kaynak araştırması bölümünde belirtilen kayısı kurutma makinası ile nem içeriği % 22 optimize edilmiştir.

Özkan (2001) tarafında yapılan bir çalışmada nem içeriği % 19.32 olan kuru kayıslar hidrojen peroksit çözeltisine daldırılan kuru kayıslarda nem seviyesinin artarak % 23.76, % 27.36 ve % 30.79 seviyelerine ulaştığı belirtilmiştir. Daha sonra artan bu nem miktarı $65^{\circ}C$ de sıcak hava akımında başlangıç nem düzeyine gelinceye kadar kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Bu kurutma sonucunda SO_2 içeriğinde % 14.8, % 19.6 ve % 19.9 gibi azalmalar saptanmıştır.

Bu çalışmalarda elde ettiğimiz nem düzeyindeki değişim sonuçları Özkan (2001) deki çalışma sonuçları ile örtüşmektedir.

Çizelge 4.5. Kurutulmuş farklı kayısı çeşitlerine farklı konsantrasyon ve sürelerdeki uygulanan H₂O₂ ile nem düzeyindeki değişim

Çeşit	H ₂ O ₂ (%)	Konsantrasyonu	Sür(sn)	Nem (%)
Hacıhaliloğlu	1		0	23,50 ± 0,71
			30	27,50 ± 0,71
			60	29,00 ± 0,71
			90	29,90 ± 0,21
			120	31,00 ± 0,71
	2		0	25,00 ± 1,41
			30	26,00 ± 1,41
			60	27,90 ± 0,29
			90	29,00 ± 0,71
			120	29,80 ± 0,35
Kabaası	1		0	23,10 ± 0,14
			30	26,00 ± 1,41
			60	28,10 ± 0,57
			90	29,10 ± 0,50
			120	31,50 ± 0,71
	2		0	25,00 ± 0,28
			30	28,00 ± 1,41
			60	31,10 ± 0,64
			90	32,20 ± 0,71
			120	32,40 ± 0,57
Soğancı	1		0	22,20 ± 0,28
			30	25,00 ± 1,41
			60	26,20 ± 0,14
			90	26,50 ± 0,71
			120	27,30 ± 0,35
	2		0	23,50 ± 2,12
			30	24,10 ± 0,14
			60	25,60 ± 0,42
			90	26,20 ± 0,28
			120	26,70 ± 0,28
Çöloğlu	1		0	18,00 ± 0,57
			30	23,00 ± 1,41
			60	24,00 ± 0,00
			90	24,50 ± 0,71
			120	24,30 ± 0,35
	2		0	17,00 ± 1,41
			30	19,00 ± 0,00
			60	21,00 ± 0,42
			90	22,00 ± 1,41
			120	22,50 ± 0,71

Çizelge 4.6. Farklı çeşitteki kayıslara farklı konsantrasyonlarda uygulanan H₂O₂ sonucundan elde edilen Nem düzeyindeki değişime ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Nem (%)		
	S.D	K.O	F.
Faktör-A (Çeşit)	3	204.030	287.87*
Faktör-B (Konsantrasyon)	1	1.352	1.91ns
Faktör-C (Süre)	4	91.153	128.61*
A * B (Çeşit*konsantrasyon)	3	18.070	25.50*
A * C (Çeşit*süre)	12	1.789	2.52**
B * C (Konsantrasyon*süre)	4	2.230	3.15**
A * B * C (Çeşit*Konst.*süre)	12	0.692	0.98ns
Hata	40	0.709	

* P< 0.01 seviyesinde önemlidir.

**P<0.05 seviyesinde önemlidir.

ns: önemsiz.

Çizelge 4.7. Farklı çeşitteki kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara uygulanan H₂O₂ sonucundan elde edilen nem miktarındaki değişime göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Faktör	N	Nem (%)	
Çeşit	Hacıhali loğlu	20	27.81 (a)
	Kabaaşı	20	28.64 (a)
	Soğancı	20	25.33 (b)
	Çöloğlu	20	21.53 (c)
Konsantrasyon	1 %	40	25.96 (a)
	2 %	40	25.70 (a)
Süre	0 sn	16	22.16 (d)
	30 sn	16	24.83 (c)
	60 sn	16	26.61 (b)
	90 sn	16	27.43 (ab)
	120 sn	16	28.11 (a)

* Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

N: materyal sayısı

4.2 Kükürtlenmiş Kayısı Kurularındaki SO₂ Kalıntısının giderilmesinde H₂O₂ Muamelesi ve Boyut (irilik) Faktörünün Etkisi

4.2.1. Son kurutma öncesi SO₂ deki değişim

Son kurutma öncesi olarak adlandırılan aşamadan alınan örnekler yapılan analizler sonucunda Çizelge 4.8'de görülen veriler elde edilmiştir. Bu verilere göre, boyut faktörünün kükürt dioksit düzeyindeki azalmaya etkisi olduğu görülmektedir. İncelemeler sonucunda 1 numaralı kayısı kurularında kükürt miktarındaki azalma en az düzeyde kalmıştır. Boyut bakımından en iri boyutlu olan kayısılardaki kükürt dioksit azalması en az gerçekleşmiş, en küçük tanelerden oluşan kayısılarda ise en fazla düzeyde azalma gerçekleştiği belirlenmiştir. 120 sn boyunca % 2'lik H₂O₂ uygulaması ile kükürt dioksit miktarındaki azalma düzeyi 1. boyut için % 9.09, 2. boyut için % 9.99, 3. boyut için % 18.66 ve 4. boyut için ise % 33.63 olarak belirlenmiştir.

H₂O₂ konsantrasyonu artışı ile kükürt miktarında da azalma artmıştır. 1. numaralı kayısı kuruları için % 1'lik H₂O₂ konsantrasyonu ile azalma düzeyi 120 saniye uygulama süresi sonunda % 7,31 iken % 2'lik H₂O₂ konsantrasyonu ile azalma düzeyi % 9,09 olarak tespit edilmiştir. Benzer durum diğer boyutlar içinde geçerli olduğu Çizelge 4.8'de görülmektedir.

Gültek (1993) tarafından yapılan çalışmada % 5'lik H₂O₂ çözeltilisine 2.5, 5, 10, 15, 20 ve 30 dakika daldırılan kuru kayısılarda kükürt dioksit miktarında sırasıyla % 10.11, 15.27, 22.52, 29.66, 37.21, 49.46 ve 56.50'lik bir azalma görülmektedir. Her ne kadar sürenin uzaması ile kayısılardaki kükürt dioksit miktarında daha fazla azalma meydana gelse bile sürenin uzaması ile kayısılarda hidrojen peroksit yanığı olarak ifade edilen ciddi zararlar meydana gelmektedir. Özellikle 10 dakika ve daha fazla süreli uygulamalarda kayısıda gıda değerini bile kaybedecek ölçüde ciddi kalite kayıpları meydana geldiği rapor edilmiştir.

Tüm bunlar dikkate alınarak bu araştırmada süre kaybıda ciddi kalite kayıpları oluşmasını diye kısa tutulmuş olup bunun sonuçları da belirgin bir şekilde görülmüştür.

Farklı sürelerde gerçekleştirilen H₂O₂ uygulaması ile kükürt dioksit miktarındaki azalma, uygulama süresinin artması ile arttığı görülmekle beraber bu durum 90–120 saniye arasında 1. numaralı örnekler için değişmediği saptanmıştır. 90 ve 120 saniyelik her iki konsantrasyondaki uygulama ile 1. boyut kaybı sınıfı için azalma düzeyinin sabit kaldığı belirlenmiştir.

Madde transferinde boyut büyüklüğünün etkisinin olduğu boyut hacimsel olarak büyüdükçe maddenin transfer olacağı yol uzadığından daha uzun sürede ve daha geç transfer olacağı birçok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır (Nicolaos ve ark., 2002; Frederico ve ark., 2005).

Bu çalışma ile elde edilen sonuçlar madde transfer kanunlarında belirtildiği prensiplere uygun olarak gerçekleştiği, boyut arttıkça madde transferinin azaldığı onaylanmaktadır.

Varyans analiz sonuçlarına göre son kurutma öncesi kayıslara H₂O₂ muamelesinin kükürt dioksitte meydana gelen değişim üzerine konsantrasyon hariç tüm faktörlerin etkili olduğu görülmüştür (p<0.01) (Çizelge 4.9). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları boyut x konsantrasyon, boyut x süre, konsantrasyon x süre ve boyut x konsantrasyon x süre interaksiyonlarının toplam kükürt dioksitteki değişim üzerine etkili olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.8. Kurutulmuş ve boyutlarına göre sınıflandırılmış kayısılarda farklı konsantrasyon ve sürelerde **son kurutma öncesi** uygulanan H₂O₂ ile kükürt dioksit miktarındaki değişim

Boyut Kod	H ₂ O ₂ Kons. (%)	Süre (sn)	SO ₂ miktarı (ppm)		Kümülatif Azalma (mg/kg)	Azalma (%)
1	1	0	3208 ±	10,60	0	0,00
		30	3086 ±	5,66	122	3,94
		60	3009 ±	5,66	199	6,60
		90	2989 ±	11,30	219	7,31
		120	2989 ±	0,00	219	7,31
	2	0	3227 ±	5,66	0	0,00
		30	3048 ±	5,66	179	5,87
		60	2974 ±	4,95	254	8,53
		90	2958 ±	5,66	269	9,09
		120	2958 ±	0,00	269	9,09
2	1	0	3336 ±	5,66	0	0,00
		30	3173 ±	5,66	163	5,14
		60	3048 ±	5,66	288	9,45
		90	3005 ±	0,00	331	11,01
		120	2970 ±	6,36	367	12,34
	2	0	4382 ±	5,66	0	0,00
		30	4273 ±	5,66	109	2,55
		60	4098 ±	0,00	284	6,93
		90	4039 ±	5,66	343	8,49
		120	3984 ±	5,66	398	9,99
3	1	0	3602 ±	5,66	0	0,00
		30	3438 ±	5,66	164	4,77
		60	3337 ±	0,00	265	7,94
		90	3212 ±	5,66	390	12,14
		120	3087 ±	5,66	515	16,68
	2	0	4219 ±	4,95	0	0,00
		30	4053 ±	3,54	166	4,10
		60	3828 ±	5,66	391	10,20
		90	3703 ±	5,66	516	13,92
		120	3555 ±	5,66	664	18,66
4	1	0	4281 ±	5,66	0	0,00
		30	4086 ±	4,95	196	4,79
		60	3902 ±	0,00	379	9,71
		90	3719 ±	5,66	562	15,11
		120	3688 ±	5,66	593	16,08
	2	0	2853 ±	5,66	0	0,00
		30	2648 ±	2,83	205	7,74
		60	2486 ±	5,66	367	14,76
		90	2263 ±	0,00	590	26,07
		120	2135 ±	5,66	718	33,63

Çizelge 4.9. Farklı boyutlarda sınıflandırılmış kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara **son kurutma öncesi** uygulanan H₂O₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	SO ₂ (ppm)		
	S.D	K.O	F.
Faktör-A (Boyut)	3	1216218	80.28*
Faktör-B (Konsantrasyon)	1	39117	2.58ns
Faktör-C (Süre)	4	2000788	132.06*
A * B (Boyut*konsantrasyon)	3	5873810	387.70*
A * C (Boyut*süre)	12	62639	4.13*
B * C (Konsantrasyon*süre)	4	19012	1.25ns
A * B * C (Boyut*Konst.*süre)	12	2627	0.17ns
Hata	40	15151	

* P < 0.01 seviyesinde önemlidir.
ns: önemsiz.

Çizelge 4.10. Farklı boyutlarda sınıflandırılmış kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara **son kurutma öncesi** uygulanan H₂O₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Faktör	N	SO ₂ (ppm)
Boyut	1	3207.3 (b)
	2	3665.6 (a)
	3	3666.6 (a)
	4	3276.3 (b)
Konsantrasyon	1 %	3431.8 (a)
	2 %	3476.0 (a)
Süre	0 sn	4052.2 (a)
	30 sn	3475.5 (b)
	60 sn	3335.2 (bc)
	90 sn	3236.0 (c)
	120 sn	3170.7 (c)

* Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.
N: materyal sayısı

4.2.2.2 Son kurutma sonrası SO₂ deki değişim

Boyutlandırılmış olan kayıslara H₂O₂ uygulanmasından sonra uygulanan “son kurutma işlemi” sonrasında alınan örneklerde yapılan analizler sonucunda Çizelge 4.11’de görülen veriler elde edilmiştir. Bu verilere göre, son kurutma sonrası prosesinin de kükürt dioksitin azalmasına H₂O₂ uygulaması ile birlikte önemli bir etkisi olduğu görülmektedir. 1 numaralı kayıslar en iri boyutlu kayısı olduğundan dolayı kükürt miktarındaki azalmada en az düzeyde kalmıştır. Boyut bakımından en iri boyutlu olan kayıslardaki kükürt dioksit azalması en az gerçekleşmiş, en küçük tanelerden oluşan kayıslarda ise en fazla düzeyde azalma gerçekleştiği belirlenmiştir. 120 sn boyunca % 2’lik H₂O₂ uygulaması ile kükürt dioksit miktarındaki azalma düzeyi son kurutma sonrasında 1 boyut için % 16,31, 2. boyut için % 14,11, 3. boyut için % 30,24 ve 4. boyut için ise % 48,44 olarak belirlenmiştir.

H₂O₂ konsantrasyonu artışı ile kükürt miktarında daha fazla azalma görülmüştür. 1 numaralı kayısı kuruları için % 1’lik H₂O₂ konsantrasyonu ile azalma düzeyi 120 saniye uygulama süresi sonunda % 10,79 iken % 2’lik H₂O₂ konsantrasyonu ile azalma düzeyi % 16,31 olarak tespit edilmiştir. Benzer durum diğer boyutlar içinde geçerli olduğu Çizelge 4.11’de görülmektedir.

Farklı sürelerde gerçekleştirilen H₂O₂ uygulaması ile kükürt dioksit miktarındaki azalma, uygulama süresinin artması ile arttığı görülmekle beraber bu durum 90–120 saniye arasında 1. boyut örnekler için değişmediği saptanmıştır. 90 ve 120 saniyelik her iki konsantrasyondaki uygulama ile 1 numaralı kayısı sınıfı için azalma düzeyi sabit kaldığı belirlenmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre son kurutma sonrası kayıslara H₂O₂ muamelesinin kükürt dioksitte meydana gelen değişim üzerine tüm faktörlerin etkili olduğu görülmüştür (p<0.01) (Çizelge 4.12). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları boyut x konsantrasyon, boyut x süre, konsantrasyon x süre ve boyut x konsantrasyon x süre interaksiyonlarının toplam kükürt dioksitteki değişim üzerine etkili olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.11. Kurutulmuş ve boyutlarına göre sınıflandırılmış kayıslarda farklı konsantrasyon ve sürelerde **son kurutma sonrası** uygulanan H₂O₂ ile kükürt dioksit miktarındaki değişim

Boyut Kod	H ₂ O ₂ Kons. (%)	Süre (sn)	SO ₂ (ppm)	miktarı	Kümülatif Azalma (mg/kg)	Azalma (%)
1	1	0	3208 ±	10,60	0	0,00
		30	3024 ±	5,66	184	6,07
		60	2950 ±	5,66	258	8,73
		90	2896 ±	0,00	312	10,76
		120	2895 ±	5,66	313	10,79
	2	0	3227 ±	5,66	0	0,00
		30	2923 ±	4,95	305	10,42
		60	2829 ±	5,66	398	14,07
		90	2798 ±	5,66	429	15,33
		120	2775 ±	4,95	453	16,31
2	1	0	3336 ±	5,66	0	0,00
		30	3017 ±	4,95	320	10,59
		60	2893 ±	4,95	444	15,33
		90	2829 ±	5,66	507	17,92
		120	2774 ±	5,66	562	20,26
	2	0	4382 ±	5,66	0	0,00
		30	4129 ±	6,36	254	6,14
		60	3969 ±	6,36	414	10,42
		90	3875 ±	5,66	507	13,08
		120	3840 ±	5,66	542	14,11
3	1	0	3602 ±	5,66	0	0,00
		30	3252 ±	6,36	351	10,78
		60	3141 ±	0,00	461	14,68
		90	3017 ±	4,95	586	19,41
		120	2876 ±	5,66	726	25,24
	2	0	4219 ±	4,95	0	0,00
		30	3807 ±	2,83	412	10,81
		60	3594 ±	5,66	625	17,38
		90	3420 ±	2,83	799	23,35
		120	3239 ±	0,00	980	30,24
4	1	0	4281 ±	5,66	0	0,00
		30	3863 ±	0,00	418	10,82
		60	3719 ±	5,66	562	15,11
		90	3532 ±	4,95	750	21,22
		120	3493 ±	5,66	788	22,56
	2	0	2853 ±	5,66	0	0,00
		30	2463 ±	4,95	391	15,86
		60	2328 ±	2,83	525	22,55
		90	2088 ±	5,66	765	36,64
		120	1922 ±	2,83	931	48,44

Çizelge 4.12. Farklı boyutlarda sınıflandırılmış kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara **son kurutma sonrası** uygulanan H₂O₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	SO ₂ (ppm)		
	S.D	K.O	F.
Faktör-A (Boyut)	3	1453359	52753,52*
Faktör-B (Konsantrasyon)	1	336	12,20*
Faktör-C (Süre)	4	1079908	39198,13*
A * B (Boyut*konsantrasyon)	3	5787048	210056,20*
A * C (Boyut*süre)	12	33448	1214,08*
B * C (Konsantrasyon*süre)	4	10514	381,63*
A * B * C (Boyut*Konst.*süre)	12	3372	122,39*
Hata	40	28	

* P < 0.01 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.13. Farklı boyutlarda sınıflandırılmış kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara **son kurutma sonrası** uygulanan H₂O₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Faktör	N	SO ₂ (ppm)
Boyut	1	2952.4 (d)
	2	3504.2 (a)
	3	3416.6 (b)
	4	3054.1 (c)
Konsantrasyon	1 %	3229.8 (a)
	2 %	3233.9 (b)
Süre	0 sn	3638.4 (a)
	30 sn	3309.4 (b)
	60 sn	3177.8 (c)
	90 sn	3056.8 (d)
	120 sn	2976.7 (e)

* Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

N: materyal sayısı

4.2.1.3 Seçme ünitesi sonrası SO₂ değişim

Kayısı örnekleri kg başına düşen kayısı adedine göre sınıflandırıldıktan sonra yıkama, kurutma işlemine tabi tutulmuş ve daha sonra farklı konsantrasyonlardaki H₂O₂ çözeltisine daldırılarak 30, 60, 90, 120 saniye süre bu çözeltilerde bekletilerek sırasıyla durulama, son kurutma ve seçme işlemleri uygulanmıştır. Kükürt dioksitin azalma düzeyleri H₂O₂ uygulaması sonrasında bu işlemler öncesi ve sonrasında meydana gelen azalma düzeyleri de belirlenmeye çalışılmıştır. Bu nedenle seçme işlemi sonrasında meydana gelen kükürt dioksitteki değişimleri incelenerek Çizelge 4.14’te verilmektedir.

Boyutlandırılmış olan kayıslara H₂O₂ uygulanmasından sonra uygulanan son kurutma işlemi sonrası seçme işlemine alınan örneklerde yapılan analizler sonucunda Çizelge 4.14’te görülen veriler elde edilmiştir. Çizelge 4.14’teki verilere göre, paketlenme öncesi yapılan seçme prosesinin de kükürt dioksitin azalmasına H₂O₂ uygulaması ile birlikte etkisi olduğu görülmekte fakat bu işlemin azalma düzeyine çok fazla etki etmediği görülmektedir. Bununla birlikte 4. numara için kükürt dioksit düzeyinde meydana gelen azalma bir miktar daha artarak yaklaşık % 50 seviyelerine ulaştığı belirlendi.

Varyans analiz sonuçlarına göre seçme ünitesi sonrası kayıslara H₂O₂ muamelesinin kükürt dioksitte meydana gelen değişim üzerine tüm faktörlerin etkili olmuştur (p<0.01) (Çizelge 4.15). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları boyut x konsantrasyon, boyut x süre, konsantrasyon x süre ve boyut x konsantrasyon x süre interaksyonlarının toplam kükürt dioksitteki değişim üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.16).

Yapılan bu çalışmada % 1 ve % 2 H₂O₂ konsantrasyonu için ayrı ayrı yıkama, kurutma, H₂O₂’e sırasıyla 30, 60, 90 ve 120 sn daldırma, son kurutma ve seçme işlemleri sonrasındaki numunelerdeki SO₂ değişimi teker teker incelendi ve bu değişimler Şekil 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.14. Kurutulmuş ve boyutlarına göre sınıflandırılmış kayıslarda farklı konsantrasyon ve sürelerde seçme ünitesi sonrası uygulanan H₂O₂ ile kükürt dioksit miktarındaki değişim

Boyut Kod	H ₂ O ₂ Kons. (%)	Süre (sn)	SO ₂ miktarı (ppm)		Kümülatif Azalma (mg/kg)	Azalma (%)
1	1	0	3208 ±	10,6	0	0,00
		30	3009 ±	4,95	199	6,61
		60	2935 ±	5,66	273	9,28
		90	2890 ±	2,83	318	10,99
		120	2888 ±	0,00	320	11,06
	2	0	3227 ±	5,66	0	0,00
		30	2860 ±	5,66	367	12,83
		60	2798 ±	4,95	430	15,35
		90	2771 ±	0,00	456	16,46
		120	2759 ±	5,66	468	16,96
2	1	0	3336 ±	5,66	0	0,00
		30	3005 ±	0,00	331	11,01
		60	2876 ±	5,66	460	15,99
		90	2810 ±	0,00	526	18,72
		120	2767 ±	5,66	569	20,56
	2	0	4382 ±	5,66	0	0,00
		30	4092 ±	2,12	291	7,10
		60	3936 ±	3,54	447	11,35
		90	3863 ±	0,00	519	13,44
		120	3822 ±	2,83	560	14,65
3	1	0	3602 ±	5,66	0	0,00
		30	3185 ±	65,1	417	13,09
		60	3126 ±	4,95	477	15,25
		90	3001 ±	5,66	601	20,03
		120	2853 ±	4,95	750	26,28
	2	0	4219 ±	4,95	0	0,00
		30	3758 ±	4,95	461	12,27
		60	3581 ±	2,12	638	17,82
		90	3364 ±	5,66	855	25,40
		120	3213 ±	7,07	1006	31,29
4	1	0	4281 ±	5,66	0	0,00
		30	3457 ±	5,66	824	23,84
		60	3680 ±	5,66	601	16,33
		90	3477 ±	4,95	805	23,14
		120	3454 ±	6,36	828	23,96
	2	0	2853 ±	5,66	0	0,00
		30	2447 ±	5,66	406	16,59
		60	2302 ±	0,00	551	23,94
		90	2057 ±	4,95	797	38,73
		120	1906 ±	2,83	947	49,69

Çizelge 4.15. Farklı boyutlarda sınıflandırılmış kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara **seçme ünitesi sonrası** uygulanan H₂O₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	SO ₂ (ppm)		
	S.D	K.O	F.
Faktör-A (Boyut)	3	1584525	12507,35*
Faktör-B (Konsantrasyon)	1	13442	106,10*
Faktör-C (Süre)	4	323326	2552,16*
A * B (Boyut*konsantrasyon)	3	4899076	38670,55*
A * C (Boyut*süre)	12	15963	126,00*
B * C (Konsantrasyon*süre)	4	27649	218,25*
A * B * C (Boyut*Konst.*süre)	12	19640	155,03*
Hata	40	127	

* P< 0.01 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.16. Farklı boyutlarda sınıflandırılmış kükürt dioksit ile muamele edilerek kurutulmuş kayıslara **seçme ünitesi sonrası** uygulanan H₂O₂ sonucundan elde edilen kükürt dioksit miktarındaki değişime göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Faktör	N	SO ₂ (ppm)
Boyut	1	2906.7 (c)
	2	3438.5 (a)
	3	3309.7 (b)
	4	2884.1 (d)
Konsantrasyon	1 %	3121.8 (a)
	2 %	3147.7 (b)
Süre	0 sn	3306.5 (a)
	30 sn	3226.4 (b)
	60 sn	3154.0 (c)
	90 sn	3029.0 (d)
	120 sn	2957.6 (e)

* Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

N: materyal sayısı

4.3. Kükürtlenmiş Farklı Boyutlardaki Kayısı Kurularındaki SO₂ Kalıntısının giderilmesinde H₂O₂ Muamelesi Sırasında ve Sonrasında Yalpan İşlemlerin Nem Düzeyi Üzerine

Boyutlandırılmış kuru kayıslarda hidrojen peroksit muamelesi öncesi sonrasında yapılan nem analizleri Çizelge 4.17’de görülmektedir. H₂O₂ muamelesi sırasında çözeltiliye daldırılan kayıslarda nem miktarı artmış olup kurutma ve seçme sonrasında nem tekrar düşüşe geçmiştir.

Tüm boyutlarda nem miktarı H₂O₂ çözeltilisinde tutulma süresinin artmasıyla artmıştır. Birinci boyuttaki kuru kayıslar % 1’lik H₂O₂ çözeltilisini daldırmadan önce nem miktarı % 25,0 seviyesinde iken bu miktar 120 sn sonunda % 35,0’e yükselmiştir. Benzer durumlar diğer boyutlar için de geçerlidir. Her iki H₂O₂ konsantrasyonda da bu artış gözlenmiştir.

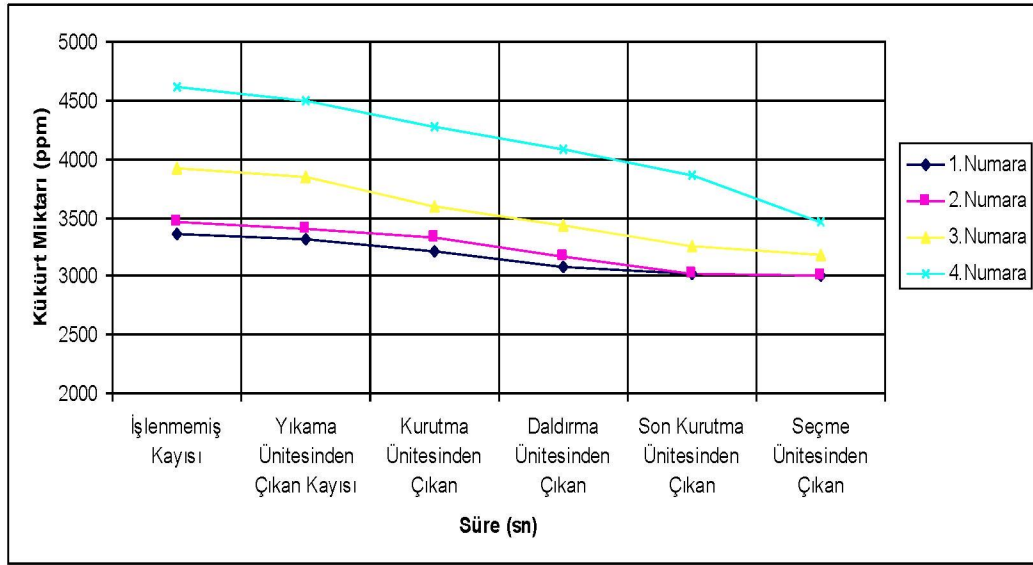
Boyut miktarı küçüldükçe kuru kayısların nem miktarında da daha fazla artışlar olduğu tespit edilmiştir. Birinci boyutta % 1’lik H₂O₂ konsantrasyonda nem artış miktarındaki fark % 10 iken, bu durum aynı koşullarda 4. boyut için % 1.1’de sınırlı kalmıştır. Bu çalışmalarda elde edilen bulgular Özkan’ın (2001) çalışmasındaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Madde transferinde boyut büyüklüğünün etkisinin olduğu boyut hacimsel olarak büyüdükçe maddenin transfer olacağı yol uzadığından daha uzun sürede ve daha geç transfer olacağı birçok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır. Aynı koşullarda kurutmalarda nem miktarındaki düşüş üzerine boyut faktörünün önemli olduğu vurgulanmıştır (Nicolaos ve ark., 2002; Frederico ve ark., 2005).

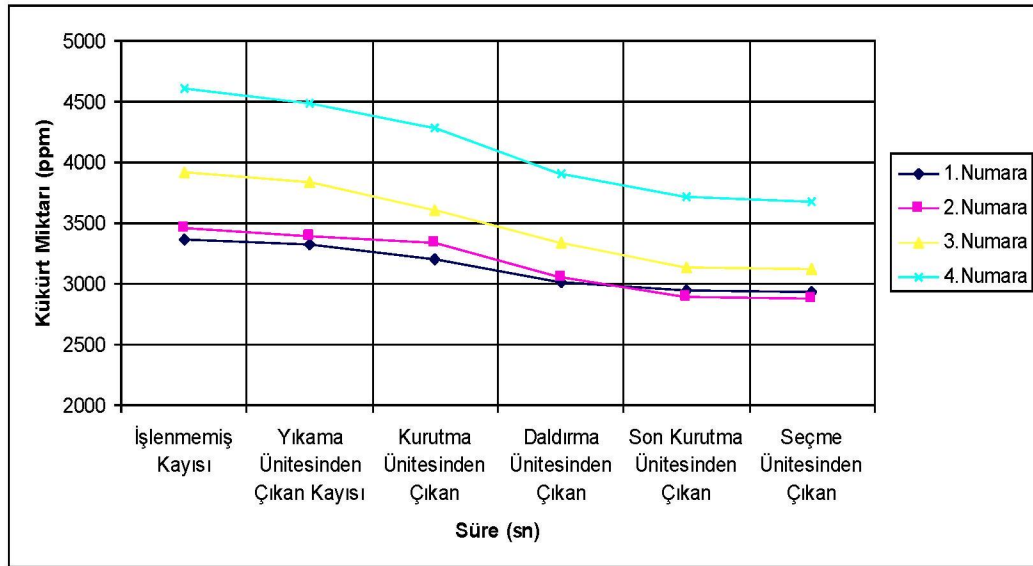
Bu çalışma ile elde edilen sonuçlar madde transfer kanunlarında belirtildiği prensiplere uygun olarak gerçekleştiği, boyut arttıkça madde transferinin azaldığını onaylamaktadır.

Çizelge 4.17. Boyutlandırılmış kuru kayıslarda nem düzeylerindeki değişim

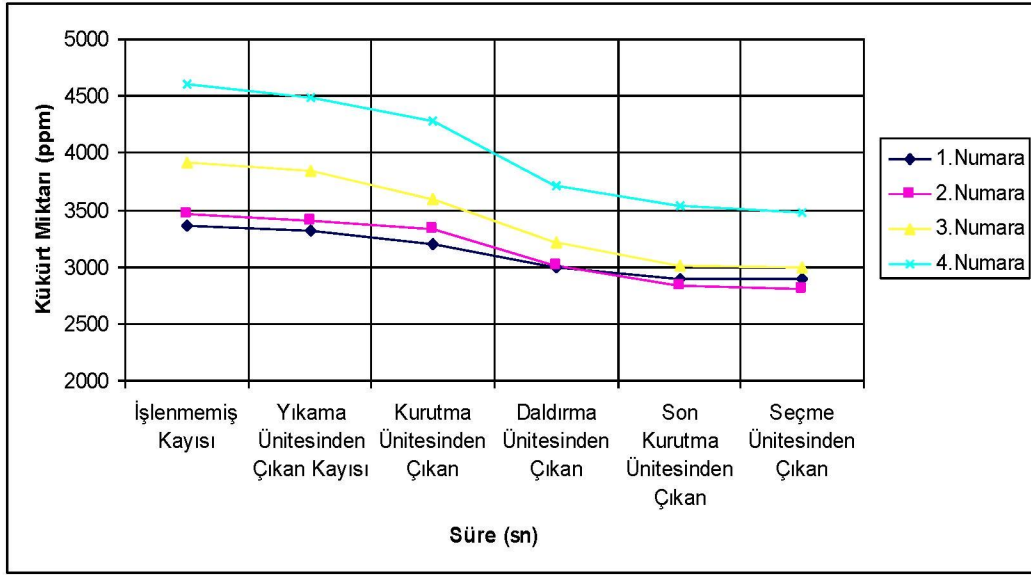
Boyut	H ₂ O ₂ Konsantrasyon	Süre (sn)	Nem (%)		
			Son kurutma öncesi	Son kurutma sonrası	Seçme ünitesi sonrası
1	1	0	25,0	23,6	23,2
		30	27,5	25,9	25,5
		60	29,5	27,1	26,6
		90	32,0	29,9	29,2
		120	35,0	32,9	32,1
	2	0	25,0	23,6	22,9
		30	27,7	25,1	24,8
		60	30,1	28,0	27,6
		90	32,5	28,9	28,0
		120	35,9	32,8	32,1
2	1	0	24,0	21,0	20,6
		30	26,3	22,4	21,8
		60	28,9	24,9	24,6
		90	30,9	26,3	25,8
		120	32,5	28,1	27,9
	2	0	24,1	20,0	19,8
		30	26,9	21,5	21,3
		60	29,1	24,5	23,5
		90	31,2	25,6	24,8
		120	33,1	27,6	27,1
3	1	0	27,0	20,3	19,9
		30	28,5	22,9	22,7
		60	30,2	23,6	23,3
		90	32,5	26,0	25,8
		120	33,3	29,1	28,7
	2	0	26,9	20,1	19,9
		30	28,8	22,3	22,0
		60	30,0	23,1	22,8
		90	33,1	26,8	26,9
		120	34,6	28,6	28,0
4	1	0	26,5	21,0	20,8
		30	27,0	21,1	21,0
		60	27,5	22,5	22,5
		90	28,7	21,6	21,2
		120	29,3	22,1	21,9
	2	0	27,5	20,6	20,2
		30	27,9	20,9	20,7
		60	28,9	21,5	21,2
		90	29,9	22,0	21,8
		120	30,3	22,5	22,1



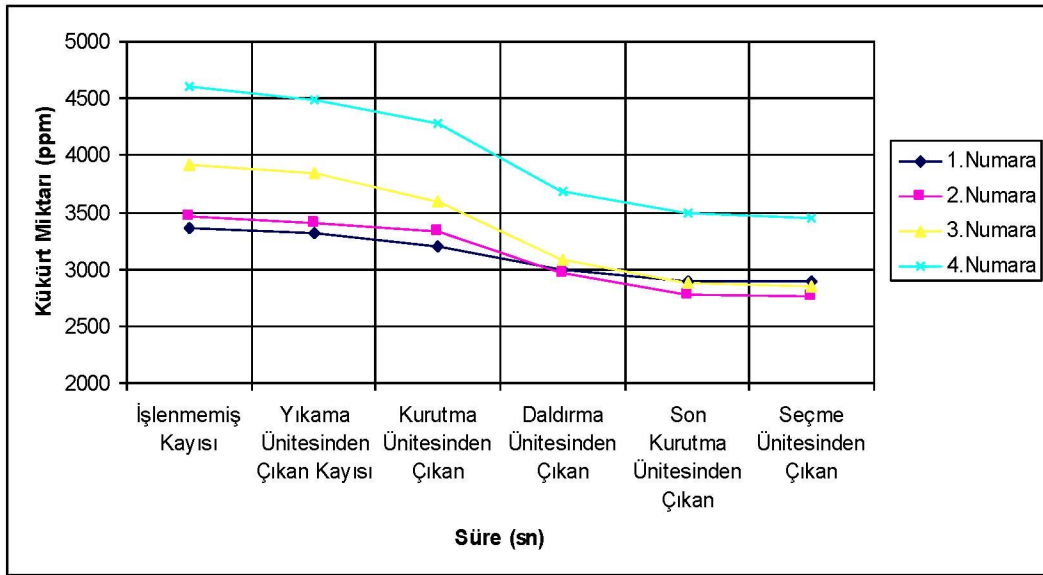
Şekil 4.3. % 1 H₂O₂ çözeltisine 30 saniye daldırılan numunelerdeki SO₂ değişimi



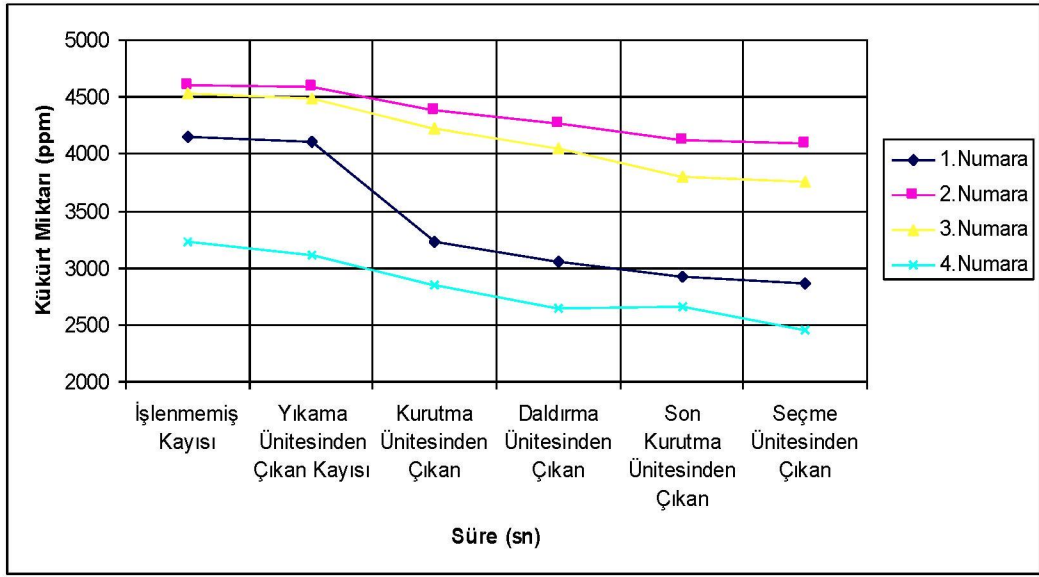
Şekil 4.4. % 1 H₂O₂ çözeltisine 60 saniye daldırılan numunelerdeki SO₂ değişimi



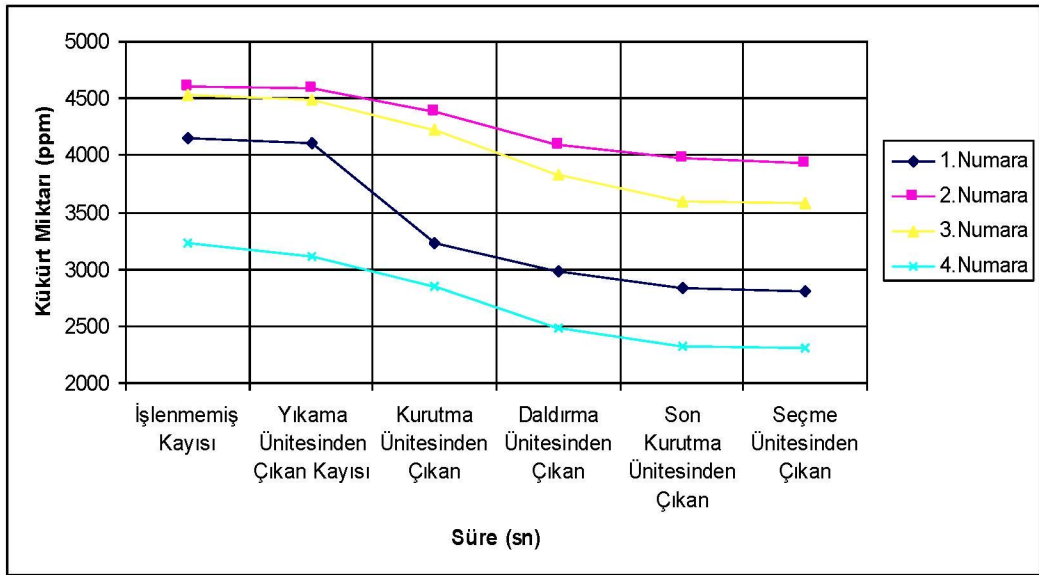
Şekil 4.5. % 1 H₂O₂ çözeltisine 90 saniye daldırılan numunelerdeki SO₂ değişimi



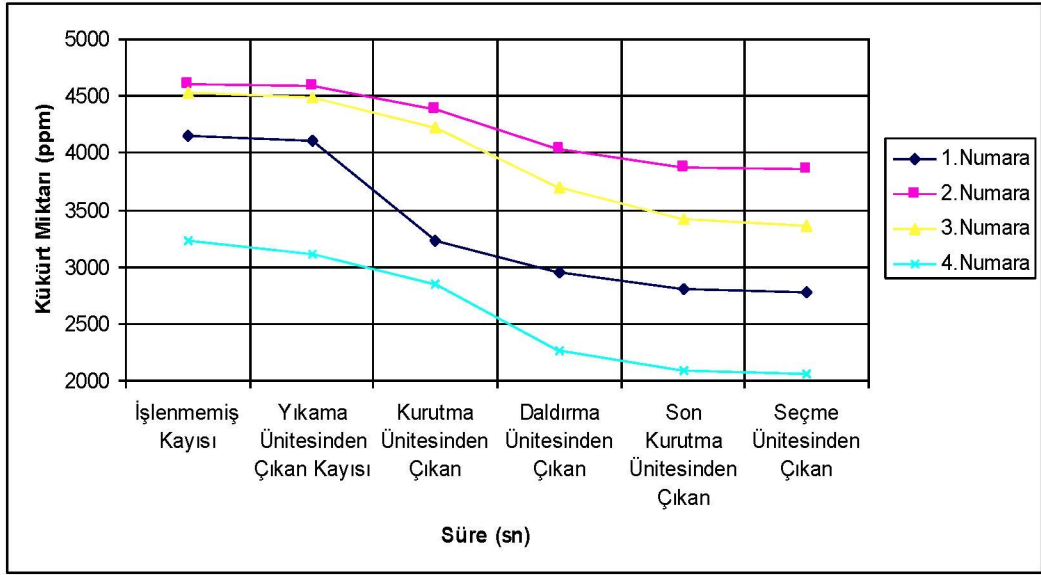
Şekil 4.6. % 1 H₂O₂ çözeltisine 120 saniye daldırılan numunelerdeki SO₂ değişimi



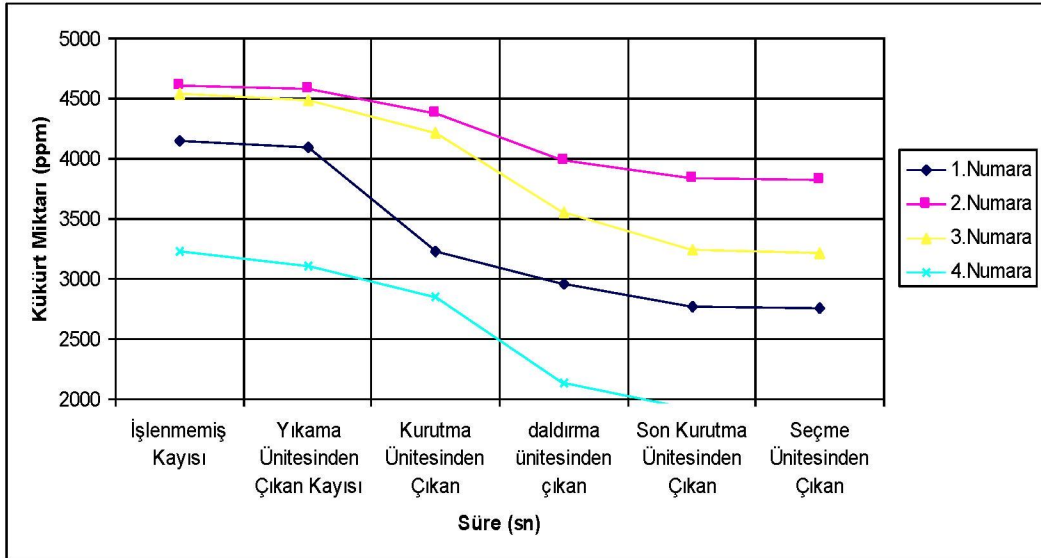
Şekil 4.7. % 2 H₂O₂ çözeltisine 30 saniye daldırılan numunelerdeki SO₂ değişimi



Şekil 4.8. % 2 H₂O₂ çözeltisine 60 saniye daldırılan numunelerdeki SO₂ değişimi



Şekil 4.9. % 2 H₂O₂ çözeltisine 90 saniye daldırılan numunelerdeki SO₂ değişimi



Şekil 4.10. % 2 H₂O₂ çözeltisine 120 saniye daldırılan numunelerdeki SO₂ değişimi

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen veriler ışığında kayısıların uzun süre enzimatik esmerleşme ve mikrobiyel gelişmelerini engellemek amacıyla kükürt dioksit yıllardan beri başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Türkiye’de ihracat potansiyeli yüksek ürünler arasında bulunan kayısılardaki üreticiler tarafından bilinçsizce ve kontrollü olmayan şartlarda kükürt dioksit uygulaması yapılmaktadır. Bunun sonucunda birçok ülke tarafından kayısılarda bulunması limitlenmiş olan kükürt dioksitin yüksek çıkması birçok problemi de beraberinde getirmektedir. Bu yüzden kükürt dioksitin fazla miktarda kurutulmuş kayısılarda bulunması, bu probleminin çözülmesi için birçok çaba sarf edilmesi, farklı yöntemlerle tekrar uzaklaştırma yani azaltma çalışmaları hız kazanmıştır.

Bu çalışma ile kükürt dioksitin H_2O_2 ile azaltılması hedeflenmiş olup uygulamanın daha etkili olabilmesi için kayısılar çeşit ve boyut özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Kayısılardaki kükürt dioksitin uzaklaştırılması çalışmasında çeşit ve boyutlandırmanın ne kadar etkili olduğu elde edilen bulgularla teyit edilmiştir.

Çalışmada görüldüğü üzere tüm çeşitlerde ki kükürt dioksit azalması aynı uygulama ile farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. En fazla azalma Çöloğlu kayısı çeşidinde meydana gelmiştir. Uygulama süresine bakıldığında diğer çeşitlerde 120 saniye sonucunda elde edilen azalma düzeyi Çöloğlu kayısı çeşidinde 60-90 saniye arası elde edildiği belirlenmiştir. Bu durum uygulama ile kükürt dioksit azalmasında uygulama süresinin çeşitlere göre kısaltılıp uzatılabileceğini göstermiştir.

Boyutlandırma ile aynı zamanda optimum koşullar belirlenmeye çalışılmış ve neticede daha küçük boyutlu kayısılarda diğer boyutlara göre daha kısa süre uygulamaları ve daha düşük konsantrasyonda hidrojen peroksit uygulaması ile benzer sonuçlar alındığı görülmektedir.

Sonuç olarak, Çöloğlu kayısı çeşidi için daha düşük konsantrasyonda ve daha kısa süreli hidrojen peroksit uygulaması yeterli uzaklaştırmak için yeterli olurken, Hacıhaliloğlu çeşidi için ise bunun tam tersi daha yüksek konsantrasyon ve daha uzun süre uygulaması etkili olabilmektedir.

Benzer durum boyut özellikleri açısından da tespit edilmiş olup, daha küçük boyutlu kayısıların düşük hidrojen peroksit konsantrasyonu ve daha kısa uygulamalar ile elde edilmiştir. Büyük boyutlu kayısılardaki kükürt dioksit düzeyinin uzaklaştırılmasında daha yüksek konsantrasyon ve daha uzun süre uygulamalar etkili olabilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Açkurt,F. 1998. Sağlıklı Beslenmede Kayısının Önemi ve Yeni Kayısı Ürünleri. 1. Kayısı Şurası Sonuç Raporu, Malatya, İnönü Üniversitesi Basımevi s. 21-29.
- Akbas M.Y., Ozdemir, M. 2005. Effectiveness of ozone for inactivation of *E. coli* and *Bacillus cereus* in pistachios. International Journal of Food Science and Technology 40: 1–7.
- Altuğ,T., Yousef ,A.E and Marth, E.H. 1990.Degradation of aflatoxin B1 in dried figs by sodium bisulfite with or without heat,ultraviolet energy or hydrogen peroxide. Journal of Food Protection. 53:581-582.
- Andres, C.1981. FDA approval opens way for aseptic packaging of shelf-stable milk, juices in U.S. Food Processing. 35(3): 70-71
- Anonymous (2009). Oyman Makine. <http://www.oyman.com.tr/yk.asp>
- Asma, B.M. 2000. Kayısı Yetiştiriciliği. Evin Ofset Malatya, s. 243-244
- Asma, B.M, Birhanlı, O. 2004. Mişmiş. Evin Ofset. Malatya, s.56-59
- Asma B.M., Gültek A., Kan T., Birhanlı, O. 2005. Kayısıda Kükürt Sorunu .Öz Gayret Matbaası, Malatya, s. 60-68
- Asma, B.M. 2009. Kayısı Araştırma ve Uygulama Merkezi. Malatya. <http://kaum.inonu.edu.tr/>

- Bolin, H.R., Jackson, R. 1985. Factors Affecting Sulfur Dioxide Binding in Dried Apples and Apricots. *Journal of Food Processing and Preservation* 9: 25-34.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz F., Özkan M. 2003. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:28*, Ankara.
- Cemeroğlu B., Yemenicioğlu A., Özkan M. 2001. Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları. *Gıda Teknolojisi Yayınları No: 24*.
- Cemeroğlu, B., Acar, J. 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği*, No:6, s. 509, Ankara.
- Clavero, M.R.S., Hung, Y.C., Beuchat, L.R., Nakayama, T. 1993. Separation of aflatoxin-contaminated kernels by hydrogen peroxide treatment. *Journal of Food Protection*. 56:130-133.
- Dahlenburg A. P., Rettke, M. A., Cecil, J. S. 1992. The Implications of Delayed Sulphuring on Dried Apricot Quality. <http://www.sardi.sa.gov.au> (04.06.2009)
- Ekşi A. 1988. Gıda Muhafazası İçin Kimyasal Madde Uygulamaları *Gıda Sanayi* 5: 25-31
- Fallik E., Ahoroni, Y., Gringberg, S., Copel. A, Klein J.D. 1994. Postharvest hydrogen peroxide treatment inhibits decay in eggplant and sweet red pepper. *Crop Protect.* 13;451-545
- Forney C.F., Denis.R.E., Smilanisk, J.L. 1991. Vapor phase hydrogen peroxide inhibits postharvest decay of table grapes. *Horticulture Science* 26: 512-514

Frederico V.P., Richard M.F., Henry P.F., Roger F.M.F., David F.O. (2005).
Dynamic model for mass transfer of solutes in cucumber fermentation.
Journal of Food Engineering, 68: 297–302.

Freedman B.J. 1980. Sulphur Dioxide in Foods and Beverages: Its Use as
Preservative and its Effect on Asthma. British Journal of Diseases of the
Chest. 74: 128-134.

Gökçe, K. 1966. Malatya Kayısılarının Kükürtlenmeleri Üzerine Teknik
Araştırmalar. Ankara Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 261, Ankara

Graham, DM. 1997. Use of ozone for food processing. Food Technology 51: 72-75.

Gülcan, R., Misirli, A., Eryüce, N., Demir, T., Sağlam, H. 2001. Kayısı
Yetiştiriciliği, Tübitak Tarp, Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları:
50-59, İzmir.

Gültek A. 1993. Kayısını Kükürtlenmesinde Bazı Parametrelerin İncelenmesi ve
Kayııda Aşırı Kükürdün H₂O₂ Yöntemiyle Giderilmesi. İnönü
Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).

Haisman D.R. 1974. The effect of sulphur dioxide on oxidizing enzyme systems in
plant tissues. Journal of Food Science 37: 803-810.

İkizler, A. 1985. Organik Kimyaya Giriş. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fak.
Yayınları No:4.

Joslyn, M.A , Breverman. J.B.S. 1954. The chemistry and technology of the
pretreatment and preservation of fruit and vegetable products with sulphur
dioxide and sulfites. Advanced Food Research. 5: 97-160.

Karakaplan, M. 1988. Doğal ve Yapay Kurutma ile Kükürtleme İşlemleri Sırasında

Kayınsının Organik İçeriğindeki Değişimlerin Araştırılması. İnönü Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi)

Keleş, F. 1989. Kükürt Dioksit ve Gıdalarda Kullanılması. Gıda 14(3): 159–164.

Kim, J.G., Yousef, A.E., Dave, S. 1999. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. Journal of Food Protection 62(9): 1071-1087.

Koç, K. 2001. Mikrodalga ve Endüstriyel Kurutma Metotlarının Kayınsının Fizyokimyasal ve Duyusal Özellikleri üzerine Etkisi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).

Mahmutoğlu, T., Saygı, Y. B., Borcaklı, M., Özay, G. 1996. Effects of Pretreatment-Drying Methol Combinations on the Drying Rates, Quality and Storage Stability of Apricots. Lebensm- Wiss. U- Technoloh, 29: 418-424.

McFeeters, R.F. 1998. Use and removal of sulfite by conversion to sulfate in the preservation of salt-free cucumbers. Journal of Food Protection 61: 885-890

Mc Weeny, D. J., Knowles, M. E., Hearne, J. F. 1974. The Chemistry of Non-enzymic Browning in Foods and its Control by Sulphites. Journal of the Science and Agriculture.25: 735-746.

Moore, G., Griffith, C., Peters, A. 2000. Bactericidal properties of ozone and its potential application as a terminal disinfect ant. Journal of Food Protection 63(8): 1100-1106.

Nicolaos, M.P., Vaios T.K., Zacharias B.M. 1998. Mass transfer modelling of the osmotic dehydration of some fruits. International Journal of Food Science & Technology 33(3): 267 – 284.

- Özkan, M. 2001. Kuru Kayıslardan Kükürt Dioksitin Uzaklaştırılma Yöntemleri Üzerine Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayınlanmamış Doktora Tezi): 80-87, Ankara
- Özkan, M., Yeminicioğlu, A., Çıtak, B., Cemeroğlu, B. 2000. Effect of hydrogen peroxide on sour cherry anthocyanins. *Journal Food Quality* 23: 421-428
- Öztekin, S., Zorlugenç, B., Zorlugenç, F.K. 2006. Effects of ozone treatment on microflora of dried figs. *Journal of Food Engineering* 75(39): 396-399.
- Öztürk, K. 2003. Kayıslarda Kurutma Öncesi Ön işlemlerin Kuru Kayısı Kalitesi ve Dayanımına Etkileri. TA RP—2573-5 Nolu proje
- Pala, M., Saygı B. 1994. Kayıslarda Teknolojik Sorunlar ve Çözüm Yolları. Standart. TSE Standard: Kayısı Özel Sayısı 33: 70–74.
- Palou, L., Smilanick, J.L, Mansour, M., Crisosto, C.H., Clark, T.J. 2005. Evaluation of ozone gas penetration through citrus commercial packages and control of green and blue molds sporulation during cold storage. *Central Valley Postharvest Newsletter* 14(1): 1-4.
- Perez, A.G., Sanz, C., Rios, J.J., Olias, R., Olias, J.M. 1999. Effects of ozone treatment on postharvest strawberry quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47(4):1652-1656.
- Restaino, L., Frampton, E.W., Hemphill, J.B., Palnikar, P. 1995. Efficacy of ozonated water against various food-related microorganisms. *Applied Environment Microbiology*. 61 (9): 3471–3475.
- Sapers, G.M., Simmons, G.F. 1998. Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technology* 52(2): 48-52

- Schobinger,U.1978. Hangburch der Getranketechnologie,Frucht-und Gemusesafle Eugen Ulmer GmbH and Co.,504p.Stuttgart.
- Simmons, G.F., Smilanick, J.L., Cohn, S., Margosan, D.A. 1997. Reduction of microbial populations on prunes by vapor-phase hydrogen peroxide. Journal of Food Protection 60: 188-191
- Sondheimer, E., Kertesz, Z.I. 1952. The kinetics of the oxidation of strawberry anthocyanin by hydrogen peroxide. Food Research, 17: 288-298
- Stadman, E.R., Barker, H.A., Haas,V., Mrak, E.M. 1946. Storage of dried fruit:Influence of temperature on deterioration of apricots. Indian Engineering Chemistry. 38: 541-543.
- Taylor, S.L., Higley, N.A., Bush, R.K. 1986. Sulfites in Foods: Uses, Analytical Methods, Residues Fate, Exposure Assessment, Metabolism, Toxicity and Hypersensitivity. Chishester CO, Mrak E. M.; Schweigert B.S. (Ed.) Advances in Food Research. Academic Pres, Vol:30
- Tekik, N., Topuz, A., Turhan, ., Kayhan, M. 2006. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Toledo, R.T. 1986. Postprocessing changes in aseptically packed beverages. Journal of Agriculture and Food Chemistry 34: 405-408
- TSE .485 .2004. Kuru Kayısı Standardı. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara
- Ural A. 1995. Kayısının Besin değeri ve İnsan Sağlığı Aısından nemi. Malatya 3.Kayısı Fuarı 5. Kayısı Paneli (Tebliğler) s: 9-27.

- Von Bockelmann, B.A.H., Von Bockelmann, I.L.I. 1986. Aseptic packaging of liquid food products: A literature review. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 34: 384-392
- Yıldız F. 1994. Kayısı İşlemede Yeni Teknolojiler. TSE Standard (Kayısı) Özel Sayısı, 33: 67-69
- Young, S.B., Setlow, P. 2004. Mechanisms of *Bacillus subtilis* spore resistance to and killing by aqueous ozone. *Journal of Applied Microbiology* 96: 1133–1142.
- Wang, J., Toledo, R.T. 1986. Sporicidal properties of mixtures of hydrogen peroxide vapor and hot air. *Food Agric.*32: 699-704
- Wedzicha, B.L. 1987. Review: Chemistry of sulphur dioxide in vegetable dehydration. *International Journal of Food Science and Technolgh.* 22: 433-450