

39224

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKÜMAN YERİ

ELMA SUYU ENZİMATİK KARARMA REAKSİYONUNUN KONTROLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kim. Müh. Banu ÇİFTÇİ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 OCAK 1993

Tezin Savunulduğu Tarih : 10 ŞUBAT 1993

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Nuran DEVECİ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr.Sema TÜLBENTÇİ
Doç.Dr. Selma TÜRKAY

ŞUBAT 1993

ÖNSÖZ

Meyva ve sebzelerin hasat zamanı ve işleme süresince mekanik zedelenmelere maruz kalmaları yapılarında fiziksel ve kimyasal değişimlere yol açmaktadır. Bu durum gıda maddesinde önemli bir kalite düşüşüne ve buna bağlı olarak tüketici tarafından talep edilmemesine neden olmaktadır. Bu nedenle, gerçekleştirilen bu çalışmada Isparta Eğridir yöresinde yetiştirilip 1992 döneminde hasat edilen elmalar kullanılarak elma suyu enzimatik kararına reaksiyonu kontrolü incelenmiştir.

Böylesine ilginç bir konuda çalışma olanağı sağlayan değerli düşünce ve önerileri ile çalışmamın şekillenmesinde büyük emeği geçen, manevi desteğini her an hissettiğim Hocam Sayın Doç.Dr. Nuran DEVECİ'ye en içten teşekkürlerimi sunarım. Tezimin hazırlanması sırasında her aşamada yoğun ilgisini gördüğüm Kim.Yük.Müh. Moiz ELNEKAVE'ye; Öğrenim hayatım süresince eğitimime katkıda bulunan Temel İşlemler A.B.D. Öğretim Üye ve elemanlarına; Tezimin hazırlanması sırasında her türlü yardımlarından dolayı sevgili arkadaşlarım Kim.Müh. Ahmet YILDIRIM, Kim.Yük.Müh.Bilgin HİLMİOĞLU, Kim.Müh. İsmail BÜLBÜL, Kim.Müh.Nalan ERDÖL, Kim.Müh.Mustafa ÖZDEMİR, Kim.Müh.Ediz ERENCEK'e ve manevi desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen bütün arkadaşlarıma; Deneysel ölçümlerimin hassas bir şekilde gerçekleşmesinde büyük katkısı olan teknisyen, Sayın Hanife AKSU'ya, tezimin yazılmasını sabır ve titizlik içersinde gerçekleştiren Sayın Zeynep KILIÇ CERİT'e teşekkür ederim. Tüm yaşamım boyunca, sınırsız özverileri ile her türlü olanağı sağlayan sevgili aileme en içten sevgi ve saygılarımı sunarım.

OCAK, 1993

Banu ÇİFTÇİ

İ Ç İ N D E K İ L E R

ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
BÖLÜM 2. MEYVA VE SEBZELERE GENEL BAKIŞ.....	3
2.1. Bileşimin Değişkenliği ve Nedenleri..	3
2.2. Meyva Bileşenleri.....	4
2.3. Meyvaların Saklanması ve Taşınması...	6
2.4. Meyva Suları.....	7
2.4.1. Meyva Suları Bileşenleri.....	7
BÖLÜM 3. MEYVA VE SEBZELERİN BOZULMA NEDENLERİ VE BOZULMA REAKSİYONLARI.....	9
3.1. Enzimatik Olmayan Kararma Reaksiyonu.	9
3.1.1. Isı Etkisiyle Olan Renk Değişimleri	9
3.1.2. Metal İyonlarının Etkisi İle Bozulmalar.....	11
3.1.3. Oksijenin Etkisi İle Olan Bozulmalar.....	11
3.2. Enzimatik Kararma Reaksiyonu.....	12
3.2.1. Enzimler.....	12
3.2.1.1. Enzimlerin Yapısı, Koenzim, Apoenzim.....	12
3.2.1.2. Enzimlerin Sınıflandırılması ve Adlandırılması.....	13
3.2.2. Enzimatik Kararma Reaksiyon Mekanizması.....	14
3.2.3. Gıda Maddelerindeki Fenolik Bileşikler.....	18
BÖLÜM 4. MEYVALARDA ENZİMATİK KARARMANIN KONTROLÜ.....	23
4.1. İnhibisyon Yöntemleri.....	24
4.1.1. Oksijenin Uzaklaştırılması.....	24

4.2. Enzim Proteinin Denatürasyonu.....	25
4.3. Kimyasal İnhibitörler.....	26
4.3.1. Kükürt ve Bileşikleri.....	26
4.3.2. Sinnamik Asit ve Sodyum Benzoat....	27
4.3.3. Sporiks.....	28
4.3.4. Beta-Siklodekstrin.....	28
4.3.5. Askobik Asit ve Türevleri.....	29
4.3.6. Malik Asit.....	31
4.3.7. Sitrik Asit.....	32
BÖLÜM 5. DENEYSEL ÇALIŞMA.....	33
5.1. Materyal-Yöntem.....	33
5.1.1. Materyal.....	33
5.1.2. Yöntem.....	34
5.1.2.1. Elma Suyunun Berraklaştırılması..	34
5.1.2.2. Spektrofotometrik Ölçüm Yöntemi..	34
5.1.3. Denemeler.....	35
5.1.3.1. Elma Suyu Kararma Reaksiyonunun Kimyasal İnhibitörler İle Kontrolü.....	35
5.1.3.2. Elma Suyunun Kararma Reaksiyonunun Isıl İşlem Uygulanarak Kimyasal İnhibitörlerle Kontrolü.....	44
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	54
KAYNAKLAR.....	59
ÖZGEÇMİŞ.....	62

ÖZET

Gıda maddeleri, mikroorganizmalar, enzimler, böcek, parazit ve benzer zararlılar, sıcaklık, nemli ve ya kuru koşullar, hava oksijeni, ve ışık gibi birbiriyle ilişkili veya ilişkisiz değişik faktörlerin etkisi ile bozulmaya uğramaktadırlar.

Bu değişik faktörlere karşın, gıdaların bozulmaları çoğunlukla "mikrobiyolojik yolla bozulma" ve mikrobiyolojik olmayan bozulma olarak başlıca iki ana grupta toplanmaktadır. Mikrobiyolojik olmayan bozulmalar ise enzimatik bozulmalar ve enzimatik olmayan bozulmalar olarak iki alt gruba ayrılmaktadır. Mikrobiyolojik yolla bozulmalar, gıdaların fiziksel, kimyasal niteliklerinde temelden değişmelere neden olmakta ve hatta gıda, insan sağlığını tehdit edici bir nitelik kazanabilmektedir. Mikrobiyolojik olmayan bozulmalar ise, özellikle enzimlerin faaliyetine ve aynı zamanda çeşitli kimyasal reaksiyonlara bağlı olarak gelişmekte, gıdanın rengi, aroması, besleme değeri, yapısı ve bileşiminin değişmesine ve insanlar tarafından tüketilemeyecek bir niteliğe bürünmesine neden olmaktadır.

Gıda maddelerinin tüketilinceye değin kimyasal ve fiziksel özelliklerini koruyabilmesi için mikrobiyolojik ve enzimatik kaynaklı değişimlerin önlenmesi veya sınırlandırılması gerekmektedir. Bu sebeple gerçekleştirilen bu çalışmada, ülkemizde tüketimi yaygın olan elma suyunun ısıtılma işlem uygulaması yapılarak ve çeşitli kimyasal inhibitörler kullanılarak belli bir süre de enzimatik kararmanın önlenmesine çalışılmıştır.

Deneyssel çalışmalarda, malik asit, sitrik asit, askorbikasit, erithorbik asit, beta-siklodekstrin kimyasal inhibitör olarak kullanılmıştır. Seçilen kimyasal inhibitörlerin ısıtılma işlem uygulamalı ve ısıtılma işlemi olmadan etki profilleri çıkarılıp birbirlerine göre etkinlik dereceleri karşılaştırılmıştır.

CONTROL OF ENZYMATIC BROWNING REACTION IN APPLE JUICE

SUMMARY

Foods usually get spoiled with time, and different factors which may be related or not to each other, such like microorganisms, enzymes, insects, parasites, heat, dryness moistness, oxygen in the air, light etc.

Despite to all factors explained above, the food spoiling processes usually are collected and explained in two main groups as microbiological and non-microbiological spoiling processes.

Non-microbiological spoiling is also classified in two subgroups as enzymatic and non-enzymatic spoiling process, according to the use of enzymes or not.

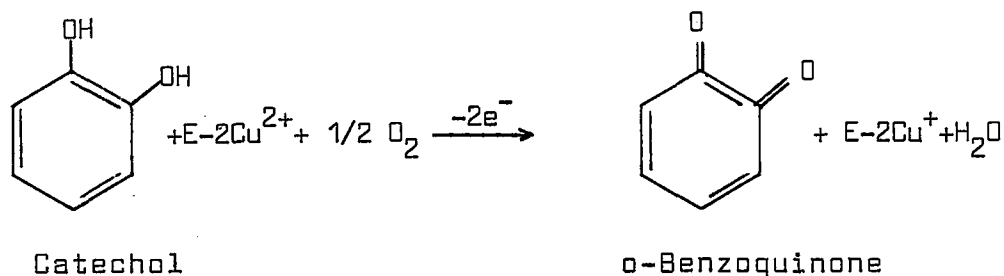
In all fruits and vegetables we may say that there are three kinds of spoiling process as follows; one is microbiologic spoiling process, the second is the enzymatic spoiling process and the last is non-enzymatic process.

After the spoiling process in foods some chemical and physical changes occur and foods come into a position which people can not use them.

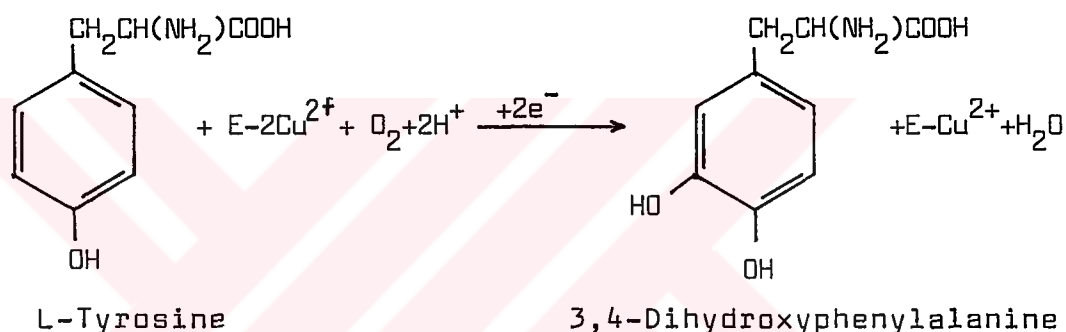
Enzymatic browning occurs in many fruits and vegetables when certain phenolic compounds in cut or bruised tissues undergo oxidation to o-quinones, a reaction catalyzed by the enzyme polyphenol oxidase, or PPO.

PPO catalyzes two types of reaction, the cresolase activity in which monophenols are hydroxylated to o-diphenols and catecholase activity. The catecholase

or diphenolase type of reaction is best illustrated by the oxidation of catechol, an o-diphenol which is commonly used laboratory substrate:



The cresolase or monophenolase activity involves hydroxylation of monophenols to o-diphenols as shown by the oxidation of L-tyrosine to 3,4-dihydroxyphenylalanine, which occurs in potatoes.

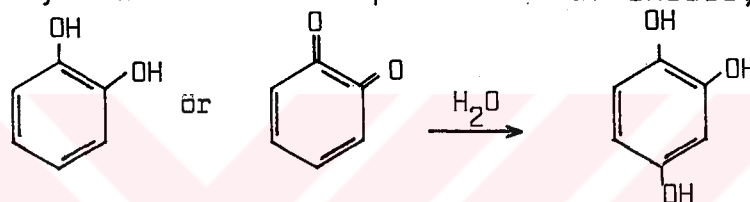


The overall mechanism of plant polyphenol oxidases is still incompletely understood although the mechanism for fungal polyphenol oxidase. A model was proposed in which the site of interaction with the phenolic substrate, whether mono- or diphenol, was based on the binuclear center of copper. The basic functional molecular unit for the fungal enzyme appeared to be single-chain protein with two copper atoms per molecule, liganded in part by histidine. The active site of copper appeared to be binuclear and occurred in different functional states: met, oxy, and deoxy. One of the Cu^{2+} atoms is bound to monophenols while diphenols bind to both of them. As shown in the reaction mechanisms, monophenolase activity is intimately coupled to diphenolase activity and produces two electrons. These are required to incorporate one oxygen atom into the monophenol substrate.

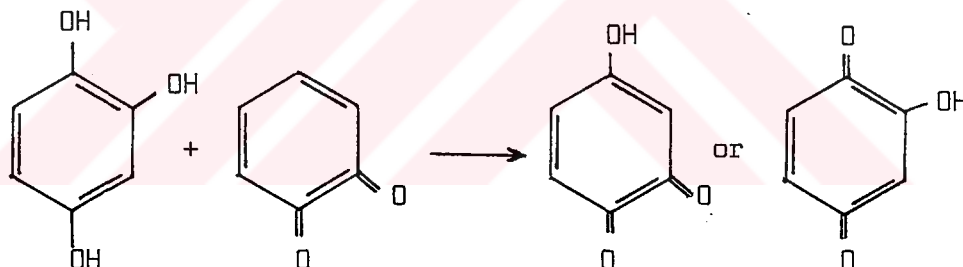
The product of this reaction is subsequently oxidized by the catecholase reaction to form o-quinone phenylalanine. This is followed by the formation of a red compound, dopachrome (5,6-quinone indole-2-carboxylic acid), which contains a heterocyclic ring derived from the closure of the aminocarboxylic acid side chain. Dopachrome then undergoes polymerization to form brown melanins.

Quinone formation is both enzyme and oxygen dependent. Once this has taken place, the subsequent reactions occur spontaneously and no longer depend on the presence of polyphenol oxidase or oxygen. Chemical reactions which may account for the formation of brown melanins can be summarized as shown below:

The first reaction is thought to be a secondary hydroxylation of the o-quinone or of excess,



The resultant compound (triphenolic trihydroxybenzene) interacts with o-quinone to form hydroxyquinones:



Hydroxyquinones undergo polymerization and are progressively converted to red and red-brown polymers, and finally to the brown melanins which appear at the site of plant tissue injury.

The problem of controlling enzymatic browning in fruits and vegetables has been accorded much attention by researchers because of its importance to the food processing industry. A number of methods have been proposed for inhibiting phenolase activity although relatively few can be used in food material. Inhibitors of polyphenol oxidase activity can be categorized into four groups based on their mode of action:

- 1: exclusion of reactants, such as oxygen;
- 2: denaturation of enzyme protein;
- 3: interaction with copper prosthetic group;
- 4: interaction with phenolic substrates or quinones.

EXCLUSION OF OXYGEN: The simplest method of controlling enzymatic browning is by immersing the peeled product such as potato in water prior to cooking. This can be done very easily in the home to limit access of oxygen to the cut potato tissue. The method is limited as the fruit or vegetable will brown on reexposure to air or via the oxygen occurring naturally in the plant tissues.

APPLICATION OF HEAT: The inactivation of polyphenol oxidase as well as other spoilage enzymes can be achieved by subjecting the food article to high temperatures for an adequate length of time to denature the protein. The pretreatment of vegetables for canning, freezing preservation, or dehydration or in the manufacture of fruit juices and purees by blanching and high-temperature short time (HTST) pasteurization essentially achieves this goal. Caution must be exercised when using heat treatment to avoid cooking the fruit or vegetable as this could result in unfavorable texture changes and off flavor development. This could occur particularly with the preprocessing of potatoes, apples, pears and peaches.

Enzymatic browning also can be controlled by using chemical inhibitors:

Historically, enzymatic browning was controlled by the application of sulfites (SO_2 , sulfite, bisulfite, metabisulfite), which inhibit PPO and may combine with quinones or reduce quinones to phenols, thereby preventing pigment formation. Sulfites, can produce acute allergic reactions in some asthmatics, however, with serious if not lethal consequences. Therefore, the Food and Drug Administration has banned the use of sulfites in fruits and vegetables served or sold raw to consumers.

L-ascorbic acid (AA) and its isomer D-erythorbic acid (EA) have been used as inhibitors of enzymatic browning in fruit and vegetable product for at least 50 years. These compounds prevent quinone accumulation

and subsequent pigment formation by reducing the o-quinones generated from the phenolic substrates of PPO back to o-dihydroxyphenolic compounds. AA and EA are used interchangeably although there are indications that AA is more effective in some systems. It was described; that AA-2-phosphate (AAP) and AA-2-triphosphate (AATP), were evaluated as browning inhibitors for apple juice and plugs with the expectation that they would be less subject to oxidation by oxidases or autooxidation than AA and, if hydrolyzed at a suitable rate, would provide extended protection against browning.

Sporix, a commercial polyphosphate product, was the most promising browning inhibitor evaluated in the UDSA study besides the AA-2-phosphate.

Sodium benzoate exhibited anti-browning activity in the juice system, the effect being concentration dependent.

Malic and citric acids are naturally present in foods. These inhibitors can be used in a process to prevent enzymatic browning in apple juice.

It is an inevitable condition that the chemicals should not be harmful to health. While choosing the inhibitors, besides the effectivity degree also this condition must be considered.

Today, ascorbic acid, erythorbic acid, malic acid and citric acid are widely used as chemical inhibitors in the amount that food production process techniques permit. In addition to these; β -cyclodextrin is an effective browning inhibitor in apple juice and because of this it is widely used as a chemical inhibitor.

In this study, malic acid, citric acid, ascorbic acid, erythorbic acid and β -cyclodextrin was used as chemical inhibitors. Effects of the chosen inhibitors are experimented single or in combination with others, either with heat treatment or not.

BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Meyva ve sebzelerin hasat zamanı ve işleme süresince mekanik zedelenmelere maruz kalmaları renk, aroma, besi değeri, yapı ve bileşimlerinin değişmesine yol açan bozulmalarıda beraberinde getirmektedir. Bu durum, gıda maddesinde önemli bir kalite düşüşüne ve buna bağlı olarak tüketici tarafından talep edilmemesine neden olmaktadır.

Meyva ve sebzelerin bozulma şekilleri mikrobiyolojik, enzimatik, veya enzimatik olmayan olmak üzere başlıca üç gruba ayrılabilir.

Elma, patates, elma suyu gibi gıda maddelerinin, yapılarında bulunan belirli fenolik bileşenlerin o-kinonları oluşturmak sureti ile oksidasyona uğramaları ile enzimatik kararma meydana gelir ve reaksiyon polifenoloksidaz enzimi tarafından katalizlenir. Daha sonra kinonlar koyu kahverengi, siyah veya kırmızı polimerler oluşturarak, polimerize olurlar.

Gıda üretim endüstrisindeki öneminden dolayı meyva ve sebzelerde enzimatik kararmanın kontrolü, araştırmacıların dikkatini bu konuda yoğunlaştırmıştır.

Polifenol oksidaz enziminin aktivitesini inhibe etmek için bir takım yöntemler öne sürülmüşse de gıda sanayiinde pek azı kullanım alanı bulmuştur. Enzimatik kararma reaksiyonunun olduğu ortamda bulunan bazı maddeler, renk değişimlerinin kilit maddesi olan o-kinonları, o-fenolik formlara indirgeme niteliğine

sahiptirler. Böylece kararma olayı o noktada durmakta ve renk bozulmamaktadır. Diğer taraftan 81-83°C arasında gıda maddesinin ısı ile işleme maruz kalmasıyla enzim inhibe edilebilmektedir.

Bu durumu göz önüne alarak bu çalışmada, elma suyunun kararması, ısı ile işlem uygulaması yapılarak ve çeşitli kimyasal inhibitörler kullanılarak kontrol edilmeye çalışılmıştır. Kimyasal maddelerin sağlığa zararlı olmaması kaçınılmaz bir koşuldur. İnhibitör seçiminde etkinlik derecelerinin yanında bu koşulda göz önünde bulundurulmalıdır. Günümüzde, askorbik asit, erithorbik asit, malik asit ve sitrik asit kimyasal inhibitör olarak yaygın bir şekilde kullanılmakta ve gıda üretim teknolojisinin gerektirdiği oranda kullanılması için izin verilmektedir. Polifenol oksidaz enzimini inhibe etmek amacıyla yukarıda adı geçen kimyasal inhibitörlerden başka etkin inhibitör olması nedeni ile beta-siklodekstrin de kullanılmaktadır [1].

Bu çalışmada, kimyasal inhibitör olarak malikasit, sitrikasit, askorbik asit, erithorbik asit, beta-siklodekstrin kullanılmıştır. Seçilen inhibitörlerin etkinlikleri saf ve ikili karışımlar halinde, ısı ile işlem uygulaması yapılarak veya yapılmaksızın incelenmiştir.

BÖLÜM 2. MEYVA VE SEBZELERE GENEL BAKIŞ

2.1. Bileşimin Değişkenliği ve Nedenleri

Meyva ve sebzeler ile bunlardan elde edilen ürünlerin bileşimini, nitelik ve nicelik olarak kesin değer ve sınırlarla belirleyip tanımlamak çok zor, ve hatta hemen hemen olanaksızdır. Kuşkusuz meyva ve sebzelerin bileşimi türlere göre çok farklıdır. Bunun dışında aynı çeşit meyva ve sebzelerin bileşimlerinin de belli ölçüler içinde değiştiğide bir gerçektir.

Meyva ve sebzelerin aynı çeşitlerinde dahi görülen bu bileşim farklılığın da ürünün yetiştirildiği yörenin ekolojik koşulları özellikle toprak niteliği, yetiştirme tekniği ve kültürel önlemler, olgunluk düzeyi, taşıma, işleme tarzı, saklama sıcaklığı ve süresi gibi sayısız faktörler etkili olmaktadır.

Meyva ve sebzelerin bileşimi değişik faktörlere bağlı olarak belirli bir değişkenlik gösterdiği gibi bunlardan elde edilen ürünlerin bileşimleri de çok farklıdır. Çünkü meyva ve sebzelerin bileşimi hasatla beraber değişmeye başlar. Bunların çeşitli ürünlerle işlenmeleri sırasında çok önemli değişmeler olur. Genellikle besleyici öğelerin bazıları uygulanan koşullara bağlı olarak az veya çok kaybolmaktadır. Herşeyden önce, meyva ve sebzeler, daha hazırlık aşamasında, kabuk soyma, doğrama, yıkama, vs. gibi ön işlemlerde dahi önemli ağırlık kayıplarına uğramakta ve buna eşdeğer düzeyde besin öğeleri kayıpları ortaya çıkmaktadır. Hammadde ne kadar rafine edilirse, elde edilen

mamülün bileşimi hammaddeninkinden o kadar uzaklaşır. Örneğin elma suyu, elmadaki bazı besleyici öğelerin ayrılması, durutulması ve filtre edilmesiyle elde edildiğinden, özellikle beslenme fizyolojisi açısından elmadan oldukça farklılıklar göstermektedir [1,2].

2.2. Meyva Bileşenleri

Meyvalar besi değerleri bakımından içinde bulundukları vitaminler, enzimler, anorganik maddeler, organik asidler ve kokulu maddelerden ötürü sebzelere yaklaşırlarsada onlardan hoş, ekşimsi tatlı lezzetlerinden ötürü ve pişirilmeden yenmeleri bakımından ayrılırlar.

Ortalama yüzde 85 su içeren meyvalar, kalori veren besin elementlerinden çok az içermelerine karşı 0.3-1.8 protein, 0.1-0.4 yağ, 0.3-5.3 karbonhidrat, 0.3-0.4 tanenli maddeler ve 0.3-0.8 anorganik maddeler içerirler. Ayrıca meyveler elma asidi cinsinden hesaplanmış değer olarak yüzde 0.3-5.3 organik asidleri ve sağlık bakımından önemli kokulu maddeleri, vitaminleri ve enzimleri de içerirler (Tablo 2.1,2.2).

TABLO: 2.1. Meyvaların Vitamin İçeriği(100 g. yenen kısmında) [2].

Meyva.	Askorbik Asid(mg)	A Vitamini(UB)
Ananas	24	180
Çilek	60	60
Elma	5	90
Muz	10	430
Üzüm	8	80

Azotlu maddeler en çok üzümü meyvalarda ve en az kiraz, kayısı gibi sert çekirdeklielerde ve orta derecede de elma, armut gibi küçük çekirdeklielerde bulunur. Azotlu maddelerin yalnız bir kısmı gerçek protein olup diğer kısmı purin bazları ve benzerlerinden ibarettir.

TABLO: 2.2. Meyva İçerikleri [2].

Meyva	Su %	Protein %	İnvent şeker %	Sakkaroz %	Tanen %	Ham Lif %	Kül %	Kcal 100 gr.
Ananas	83.95	1.36	4.51	0.22	0.26	5.65	0.58	67
Armut	82.75	0.36	9.02	1.28	0.03	2.58	0.35	69
Elma	80.68	0.40	8.35	1.60	0.07	1.32	0.41	59
Muz	73.76	1.40	10.78	8.88	-	0.80	0.80	100
Üzüm (siyah)	79.1	0.69	14.96	-	-	1.23	0.48	68

Meyvaların beslenme bakımından en değerli, kalori veren bileşeni karbonhidrattır. Bunun da başlıcasını şekerler teşkil eder. Meyvaların kalori bakımından öz-lü sebzelerden yüksek oluşları bu şekerden ötürüdür. Şekerlerin başında glukoz ve fruktoz gelmektedir. Bun-lar meyvaların çoğunda hemen hemen eşit miktarlarda bu-lunurlar. Elma ve erikde yüzde 5'e kadar sakkaroz var-dır.

Meyvaların tadında etkili olan önemli bir bileşen de elma asidi, limon asidi ve tartarik asid gibi orga-nik asidlerdir. Elma asidi, hemen hemen elmanın tek asidini oluşturur.

Daha önceden de değinildiği gibi cins, iklim, gü-neş ışığı, olgunluk, taşıma, işleme tarzı vitamin mik-tarını % 50 değiştirebilir [2].

Meyvalarda bulunan enzimler meyvaların olgunlaşma ve saklama zamanlarında önemli rol oynarlar, Oksidaz, peroksidaz ve katalazlar birçok meyvaların kesilen kısımlarındaki kararmayı katalizlerler. Bu kararma tanen, antosiyanidin, flavanol, klorojen asid, kafeik asid ve başka maddelerin yükseltgenmesinden ileri gelir. Yük-seltgenmede önce meydana gelen o-kinonlar çok dayanık-sızdırlar, kesin olarak bilinmeyen reaksiyonlarla kah-verengi ve siyah pigmentlere polimerleşirler. Yeni ke-silmiş elma, patates, üzüm suyunun kararması bundan ötü-rüdür.

2.3. Meyvaların Saklanması ve Taşınması

Meyvaların çoğu hassas besinler olduklarından top-lama, depolama ve taşınmada büyük dikkat isterler. Dayanıklılığını arttırmak için herşeyden önce, hasattan hemen sonra uygun sıcaklığa soğutulmaları gerekir.

Özellikle duyarlı meyva cinslerinde taze malların taşımadan önce, soğuk hava veya CO_2 karı ile bir ön soğutmaya tabi tutulması uygun bulunmaktadır. Sonra taşıma sırasında bu soğutma sürdürülür.

Meyva depolanmasında deponun soğuk ve havadar olmasına dikkat edilmeli ve ani sıcaklık değişimlerine engel olunmalıdır. Çok kuru havada depolama, yani düşük hava nemi, kuvvetli su kaybıyla buruşmaya neden olur; öte yandan çok nemli hava ise küflenme ve çürüme gibi mikrobik bozulmaya yardım eder. Genellikle -2 ve $+4^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkları arasında % 80-90 bağıl hava nemi uygun olmaktadır. Bu şekilde metabolizma ürünlerinin toplanması ve büyük sıcaklık farklarının doğması önlenir [2].

2.4. Meyva Suları

2.4.1. Meyva Suları Bileşenleri

Meyvalar oldukları gibi veya sularını içmek sureti ile tüketilirler. Tüm meyvanın besleme değeri yalnız suyununkinden fazladır.

İyi cins meyva sularının 100 ml.'sinde bulunan askorbik asit miktarı portakal suyunda 40 mg greypfrut-da 30 mg domatestte ise 17.5 mg'dan az olmamalıdır. Üreticiler bazı meyva sularına, kısmen vitamin değerini arttırmak için kısmen de görünüş, çeşni ve saklanmasını takviye amacıyla askorbik asit ilave etmektedirler.

Genel olarak meyva suyunu elde etmek için, bozuk olmayan, temizlenmiş olgun meyvalar iyi bir şekilde yıkanıp çekirdekleri ayrıldıktan sonra madeni olmayan tahta değirmenlerde veya hidrolik preslerde ezilir. Çıkan sular ya doğrudan doğruya veyahut önce bir

berraklaşma işlemine tabi tutulduktan sonra gene made-ni olmayan süzgeç preslerden geçirilerek süzülür. Bu şekilde elde edilen meyva suları hızla yüksek sıcaklığa çıkartılıp derhal soğutmak ve tenekelere doldurulduktan sonra yeniden kısa bir zaman 60-65⁰C'de tutmak suretiyle pastörize edilirler. Elma suları bulanık ve berrak olmak üzere iki şekilde piyasaya sevkedilmektedir. Elma suyunu berraklaştırmak için tanen veya agar-agar kullanılır.

Meyva sularının bileşimi çok değişir ve ortalama yüzde olarak 7.9-20.7 kuru madde, 3.4-11.7 invertşeker, 0.2-3.3 asidler, 0.1-0.8 azotlu maddeler, 0.2-0.6 anor-ganik maddeler içerirler. (Tablo 2.3).

TABLO: 2.3. Meyva Suyu Bileşimi [2]

Meyva suyu	Kuru madde %	Protein %	Karbonhidrat %	Yağ %	Kül %	Kcal/100ml
Ananas suyu	15.1	0.4	13.3	0.1	0.4	57.1
Armut suyu	12.4	0.3	11.3	0.5	0.3	52.2
Elma suyu	11.5	0.1	11.2	0.1	0.2	47.3
Erik suyu	20	0.4	19.3	-	0.3	82.4
Greypprut suyu	10.5	0.5	8.8	0.1	0.3	39
Portakal suyu	13.5	1.0	11.4	0.1	0.5	50.8

BÖLÜM 3. MEYVA VE SEBZELERİN BOZULMA NEDENLERİ VE BOZULMA REAKSİYONLARI

Gıdalar genelde; mikroorganizmalar, enzimler, böcek parazit ve benzer zararlılar, sıcaklık, nemli veya kuru koşullar, hava oksijeni, ve ışık gibi birbiriyle ilişkili veya ilişkisiz değişik faktörlerin etkisiyle bozulmaya uğramaktadırlar. Gıda saklama yöntemlerinde bu bozulma etmenlerinin tümü, olabildiğince ortadan kaldırılmaya çalışılır.

Yukarıda verilen değişik faktörlere karşın, gıdaların bozulmaları çoğunlukla "mikrobiyolojik yolla bozulma" ve "mikrobiyolojik olmayan" bozulma olarak başlıca iki ana grupta toplanmaktadır. Mikrobiyolojik olmayan bozulmalar ise "enzimatik bozulmalar" ve "enzimatik olmayan bozulmalar" olarak iki alt gruba ayrılmaktadır. Böylece meyve-sebze ve ürünlerinde, mikrobiyolojik bozulma, enzimatik bozulma, ve enzimatik olmayan bozulmalar olarak üç ayrı şekilde bozulmalar olabileceği görülmektedir.

Bozulma kökeni ne olursa olsun, bozulmuş ürünün rengi, aroması, besleyici değeri, yapısı ve bileşimi değişir. Bazı bozulma şekillerinde gıda, insan sağlığına zararlı bir nitelik dahi kazanabilmektedir [1].

3.1. Enzimatik Olmayan Kararma Reaksiyonu

3.1.1. Isı Etkisiyle Olan Renk Değişimleri

Meyva ve sebzelerden üretilen birçok ürünün enzimlerin rolü olmadan, özellikle ısı etkisiyle hızlanan bir

renk kararmasına uğradıkları gözlenmektedir. Meyva suları, kurutulmuş meyva ve sebzeler gibi birçok üründe bu tip renk değişimleri belirgin bir şekilde görülmektedir. Kararma olayı üretim sırasında uygulanan ısı işlem sonucu olduğu gibi, depolama sırasında da yavaş bir hızla devam eder. Bu durumda, bu tip kararma reaksiyonları düşük sıcaklıklarda zamana bağlı olarak gelişen ancak ısı etkisi ile hızlanan bir olaydır. Olayda enzimlerin rolü olmadığından bu tip renk kararmasına enzimatik olmayan renk kararmaları denir.

Genel olarak ürüne herhangi bir amaçla uygulanan sıcaklığın yüksek, ve sürenin de uzun oluşu, enzimatik olmayan kararmaları arttırmaktadır. Isıl işlem ve kurutma sırasında sıcaklığın 90°C 'nin üzerine çıkması kararmaya yol açmaktadır. Ayrıca depo sıcaklığında enzimatik olmayan kararmayı etkilemektedir. Örneğin 40°C 'de depolanan kuru kayısılarda kararmanın 0°C 'de depolanan örneklerden çok daha fazla olduğu saptanmıştır [1]. Genellikle meyvaların, düşük pH değeri göstermeleri nedeniyle işleme esnasında düşük sıcaklık uygulamaları yeterli olmaktadır. Bununla beraber meyvaların ısıya duyarlı hücreleri, hassas aromaları ve stabil olmayan pigmentleri ısı işlem anında yapı, aroma, renk değişimine uğramaktadırlar. Isıl işlem esnasında hücre membranı geçirgenliğini kaybeder yapı değişir, hücre duvarındaki pektik maddeler parçalanmaya uğrarlar. Aroma maddeleri kendine özgü şeklini yitirir ve istenmeyen aroma bileşikleri oluşur. Bunun gibi pigment maddeleri de doğal özelliklerini kaybeder ve değişik renkler açığa çıkar. Belirtilen bu değişiklikler ısı işlemin süre ve derecesine bağımlı olduğu gibi meyva çeşidi, olgunluk toplam asit, şeker ve su içeriği ile de yakından ilişkilidir [3].

Kısacası, enzimatik olmayan renk kararmasının önlenmesi için, ısı işlem ve kurutma sıcaklıklarının

olabildiğince düşük ve sürenin de kısa tutulması gerekir [1].

3.1.2. Metal İyonlarının Etkisi İle Bozulmalar

Meyva ve sebzelerde enzimatik olmayan bozulmalarda etkili olan metal iyonları arasında demir, kalay, bakır sayılabilir:

Demir: Meyva-sebze ürünlerinde görülen birçok renk bozulmalarının nedeni, alet-ekipman, su ve konserve kaplarından ürüne geçen demirdir. Demirin meyve ve sebzelerde bulunan tanenli maddelerle koyu renkli bir madde olan demirtannat bileşikleri oluşturur. Diğer taraftan, demir, klorofil ile de koyu renkli bileşikler oluşturur.

Konservelerde demir bazen kükürtlü bileşiklerle demirsülfid oluşturarak rengin kararmasına yol açar.

Kalay: Proteince zengin gıdalarda ısıtıl işlem sonucu açığa çıkan H_2S ile kalay birleşerek siyah renkli kalay sülfid oluşur. Kalay sülfid, kutu yüzeyinde harenleme olarak nitelendirilen açık ve koyu renkli dalgalı bir görünüşün ortaya çıkmasına yol açar.

Bakır: Bakır, bir taraftan oksidasyon reaksiyonlarında katalizör olarak rol oynadığı gibi diğer taraftan da klorofille koyu renkli klorofil-bakır kompleksini oluşturur [1].

3.1.3. Oksijenin Etkisi İle Olan Bozulmalar

Oksijen, meyva ve sebzelerden elde edilen çeşitli ürünlerde görülen birçok enzimatik ve enzimatik olmayan renk değişimlerinde rol oynamaktadır. Hermetik olarak kapatılmış kutu ve kavanozlarda bulunan gıdalarda oksijen

etkisiyle oluşan renk değişimleri, özellikle yüzeyde görülür. Tepe boşluğundaki oksijen miktarı arttıkça renk değişimleride hızlanır. Oksijen etkisiyle oluşan bu renk değişimleri, sıcaklık ve ışığın etkisiyle de artar.

Gıdalarda oksijen etkisiyle oluşan renk değişimlerinin önlenebilmesi için, gıdanın hava ile temasının tüm olarak kesilmesi yanında, C vitamini gibi indirgen özellikli bileşiklerden de yararlanılabilir [1].

3.2. Enzimatik Kararma Reaksiyonu

3.2.1. Enzimler

Enzimler bitkisel ve hayvansal dokuların bileşiminde yer alan eser miktarda bulunan, ancak metabolizma reaksiyonlarının pek çoğunu hızlandıran, protein yapısında, biolojik katalizörlerdir [1,4].

Canlı hücrenin tüm fonksiyonları enzimlerle sağlandığından çoğu zaman yaşam, "birbirini izleyen enzimatik tepkimelerdir" şeklinde tanımlanmaktadır. Hücrede her enzimin farklı bir görevi vardır ve birbirinin yerini alamazlar. Başka bir deyişle enzimler katalize ettikleri reaksiyon açısından spesifiktirler [1].

3.2.1.1. Enzimlerin Yapısı, Koenzim, Apoenzim

Enzimlerin bazıları basit proteinlerdir, bunların katalitik etki gösteren kısmı doğrudan doğruya proteinin polipeptid zinciridir. Bazı enzimlerin katalitik etki gösterebilmeleri için proteinden başka metalik iyon, bazıların protein olmayan organik bir bileşiğe, bazıların ise her ikisine de ihtiyaı vardır. Bu iyon veya bileşiğe genel olarak, kofaktör adı verilir. Organik

bileşik enzimin protein kısmı ile oldukça sıkı birleşmiş ve dissosie olmuyorsa prostetik grup, pek sıkı birleşmemiş ve dissosie olabiliyorsa koenzim adını alır. Enzimlerin protein kısmına apoenzim adı verilir. Apenzim ısı ile kolayca denatüre olur.

Enzimin etki ettiği madde veya madde karışımına o enzimin substrat'ı denir. Kofaktör enzimin etki edeceği kimyasal reaksiyonu, yani etki seçiciliğini tayin eder. Apenzim ise hangi substrata etki edeceğini, diğer bir deyimle enzimin substrat seçiciliğini tayin eder [4].

3.2.1.2. Enzimlerin Sınıflandırılması ve Adlandırılması

Uluslararası Biokimya Birliği Enzim Komisyonu enzimleri, katalize ettikleri genel reaksiyon tipinin sonuna "-az" eki getirmek suretiyle,

- 1- Oksidoreduktazlar
- 2- Transferazlar
- 3- Hidrolazlar
- 4- Liyazlar
- 5- Izomerazlar
- 6- Ligazlar

olmak üzere altı sınıfa ayırmıştır.

Bundan başka aynı komisyon enzimleri sistematik olarak numaralandırmıştır. Her enzimin numarası birbirinden nokta ile ayrılmış dört sayı ihtiva eder. Bu sayılardan birincisi enzimin yukarıda verilen bu altı sınıftan hangisine ait olduğunu, ikincisi altsınıfını, üçüncüsü alt-alt sınıfını gösterir [4].

Kararma reaksiyonundaki enzimlerin de uluslararası isimlendirilmesi yukarıda açıklandığı şekilde değişmiştir. İlk enzim olan monofenol monooksijenaz veya

tirozinaz (EC 1.14.18.1) kararma reaksiyonunu başlatır, daha sonraki basamakta difenol oksidaz veya kateşol oksidaz (Polifenoloksidaz) (EC 1.10.3.2) ve lakkaz (EC 1.10.3.1) enzimi rol oynar. PPO, hidrojen akseptörü olarak O_2 kullanan bir oksireduktaz ; aktif olabilmesi için oksijenin yanısıra bakırlı bir prostetik gruba ihtiyaç duyar. Bu enzim, doğada komplike bitkiler, mantarlar ve hayvan dokularında bulunacak şekilde geniş bir alana yayılmıştır [5].

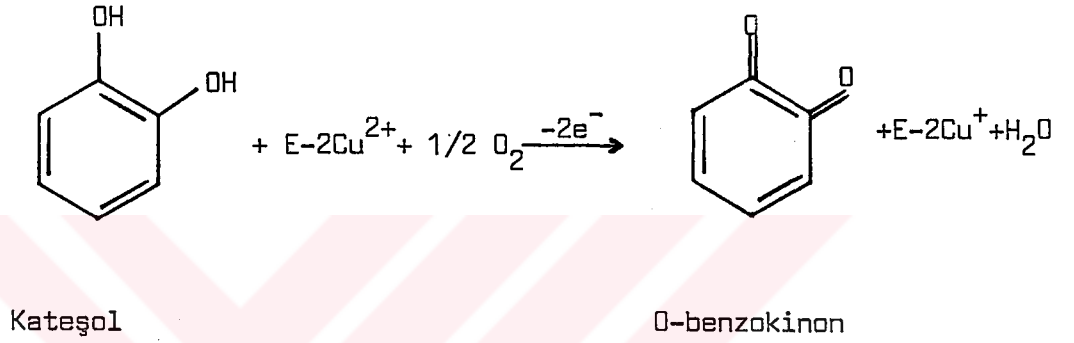
3.2.2. Enzimatik Kararma Reaksiyon Mekanizması

Enzimatik kararma patates, mantar, elma, muz gibi değişik meyva ve sebzelerde görülen bir olaydır. Bir do-ku kesildiği, tahrip edildiği, zedelendiği ve herhangi bir anormal ortama bırakıldığında fenollü bileşiklerin havanın mevcut olduğu ortamda sonuçta polimerizasyon ile siyah, kahverengi kırmızı, polimerleri meydana getirecek olan kinonlara dönüşmesi ile hızla kararır. Bu reaksiyonlar PPO'nun özellikleri, enzimin dağılımı ve enzimin substrat ile farklı bağlanma şekilleri gibi pekçok araştırmaya konu teşkil etmiştir [5,6,7].

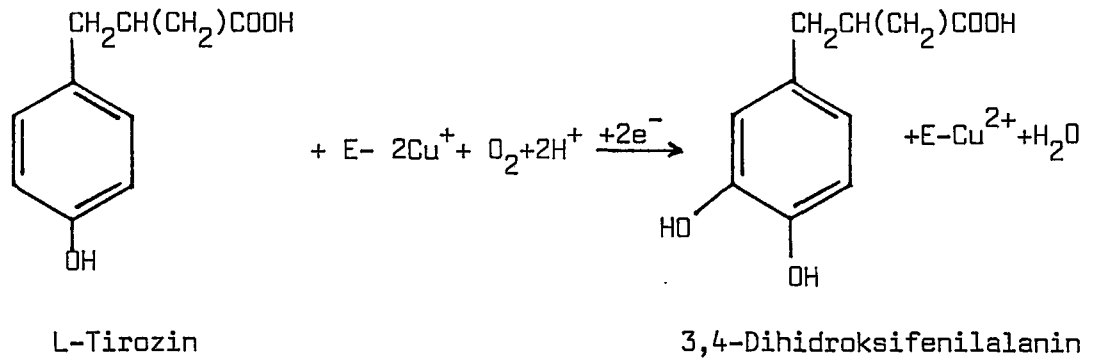
PPO enzimi üzerinde mantarlar ve patateslerde oldukça fazla çalışma yapılmıştır. PPO'nun izoenzimleri ve hücre içi yerleşimi konusunda ardarda çalışmalar yapılmıştır. Yakın zamanda yapılan çalışmalarda 5 değişik ticari tür muzdan elde edilmiş PPO'nun poliakrilamid jel elektroforezi ile 9-13 izoenzimi bulunmuştur. Her biri, fenolik subtratlar kateşol, dopamin, D-L dopa, protokateşulk asit, klorojenik asit, kateşin, kaffeik asit, pyrogol-lol üzerine değişik özellikler göstermiştir. Bazı araştırmacılarca yapılmış bir başka çalışmada kırmızı biber (pepper nigrum)'deki kararmanın sorumlusu olan o- difenolaz oksidaz aktivitesi ortaya çıkarılmıştır. Bu enzim

bitki de bulunan 3-4 dihidroksi fenil etanol glikozidin oksidasyonunu katalizler. Bu reaksiyon yüzey dokusunun zedelenmesini izleyerek siyah okside ürünlerin hızla ortaya çıkmasına bağlıdır.

PPD iki tip reaksiyonu katalizler; kresolaz aktivitesi ki bu yol ile monofenoller o-difenollere hidroksile olur ve kateşolaz aktivitesi; kateşolaz veya difenolaz tipi reaksiyon en iyi kateşolun oksidasyonu ile (o-difenol en çok kullanılan laboratuvar substratıdır) gösterilir.



Kresolaz veya monofenolaz aktivitesi patateslerde olduğu gibi L-tirozinin 3,4 dihidroksi fenil alanına oksidasyonunda görüldüğü gibi monofenollerin hidroksilasyonuna ihtiyaç gösterir.



Mantar PPD'lerinin işleyiş mekanizmasının daha önceki çalışmalar sonucu açıklanmış olmasına rağmen bitki PPD'lerinin işleyişi henüz tam olarak anlaşılamamıştır.

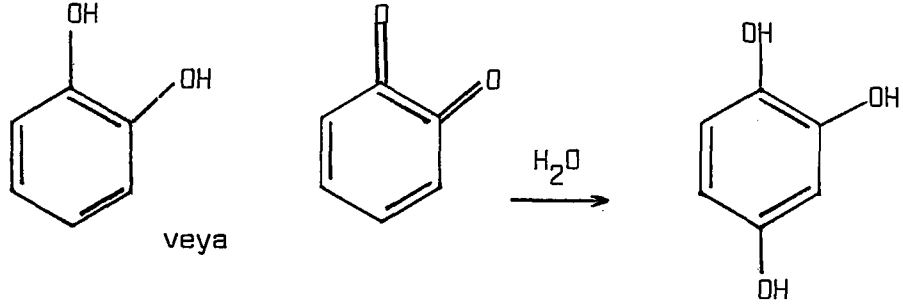
Fenolik substratın ister mono veya difenolu olsun bakırın binükleer merkezinde bulunduğu bir model üzerinde çalışılmıştır. Mantardaki enzimin basit fonksiyonel ünitesinin her moleküle histidin bağı ile bağlanmış 2 bakır atomu içeren tek zincirli bir protein olduğu görülmektedir.

Bakırın aktif kısmının binükleer olduğu ve met, ok-si ve deoksi gibi değişik fonksiyonel durumda olduğu söylenir. Cu^{2+} atomlarından biri monofenollere bağlanırken difenoller her iki bakıra birden bağlanır. Reaksiyon mekanizmasında görüldüğü gibi monofenolaz aktivitesi başlangıçta difenolaz aktivitesi ile bağlantılıdır ve iki elektron üretir. Bu elektronlar bir oksijen atomunu monofenol substratına bağlamak için gereklidir.

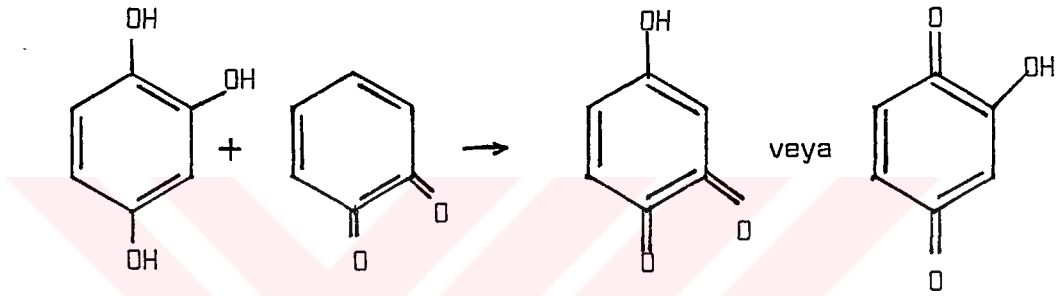
Bu reaksiyonun ürünü sonradan bir o-kinon fenilalanin oluşturmak üzere bir kateşolaz reaksiyonu ile okside olur.

Bunu aminosiklik asit yan zincirinin kapanması ile oluşan bir heterosiklik halka içeren kırmızı renkli dopakrom (5,6, kinon indol-2 karboksilik asit) isimli bir maddenin oluşumu izler. Daha sonra dopakrom kahverengi melaninleri oluşturmak üzere polimerizasyona uğrar. Kinon oluşumu hem enzim hem oksijene bağımlı bir işlemdir. Bir kere bu olursa ardısıra gelen diğer reaksiyonlar kendiliğinden ilerler ve PPO'ya ve oksijene ihtiyaç göstermezler. Joslyn ve Panting [5] kahverengi melaninlerin oluşumu için gerekli kimyasal reaksiyonları şöyle özetlemişlerdir:

İlk reaksiyon o-kinon veya yeterli miktarda o-difenolün sekonder hidroksilasyonudur.



Sonuçta oluşan trifenoliktrihidroksi benzen o-kinon ile reaksiyona girer ve hidroksikinonlar oluşur;



Hidroksikinonlar polimerizasyona uğrar ve ard arda kırmızı ve kahve-kırmızı polimerlere ve sonuçta doku harabı olan yerde görülen kahverengi melâninlere dönüşürler.

Aktivite difenolaz/monofenolaz oranına bağlıdır ve bu oran bitki kaynağına göre 1/10 ile 1/40 arasında değişir. Buna rağmen mango, kiraz, muz ve armutunda arasında bulunduğu bir grup meyve monofenolaz aktivitesinden yoksundur [5].

Coseteng ve Lee tarafından [8], yapılan bir araştırmada 7 ayrı elma çeşidinde PPO ve PPO konsantrasyonunun değişiminin kararına derecesi ile ilişkisini incelemişlerdir. PPO aktivitesi ve konsantrasyonu olgunlaşma süresince azalarak soğuk depolama süresince relatif olarak sabit kalmaktadır. Bununla beraber, soğuk depolama ve

olgunlaşma süresince kararmanın değişim derecesi ile ilgili belirli bir model yoktur. Bütün çeşitler enzim aktivitesi ve kararma derecesi arasında aynı ilişkiyi göstermemektedir. Bazı meyva çeşitlerinde PPO aktivitesi doğrudan kararma derecesi ile ilişkili iken diğerlerinde kararma derecesi daha çok fenolik konsantrasyonu ile ilişkilidir.

3.2.3. Gıda Maddelerindeki Fenolik Bileşikler

Meyva ve sebzelerde genellikle çok az miktarda bulunan ve fakat bunların işlenmelerinde değişik sorunlara neden olabilen önemli maddeler grubundan birisi fenolik maddelerdir. Fenolik maddelerin bir kısmı bu ürünlerin lezzetine, özellikle ağızda buruk bir izlenim bırakma yönünde etkilidir. Diğer taraftan fenolik maddelerin bir kısmı renkli olduklarından, meyva ve sebzelerin renkleri üzerine de etkilidirler. Bütün bunlara ek olarak, birçok fenolik maddeler, fenoloksidaz enzimleriyle enzimatik renk kararmasına neden olan önemli bir madde grubudur. Meyva ve sebze işleme teknolojisi açısından esas önemleri de buradan kaynaklanır.

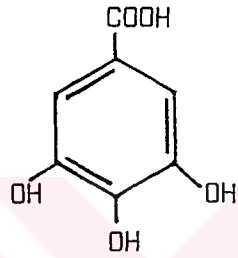
Fenolik maddeler açısından meyvalar, sebzelerden daha zengindirler. Fenolik maddeler ve fenoloksidaz enzimleri ile ilgili ilginç bir gözlem; bazı meyva ve sebzelerin kesildiği zaman bir süre sonra renklerinin değişip kararmalarına karşın bir kısmında herhangi bir renk değişmesinin olmayışıdır. Hatta bu yüzden meyvalar kesildiği zaman kararanlar (elma, muz, ayva vb) ve kararmayanlar (limon, portakal vb.) olarak kabaca ikiye ayrılırlar. Rengi bozulup kararanlarda, ya fenoloksidaz enzimi aktivitesi çok yüksektir ve/veya askorbik asit konsantrasyonu düşüktür.

Gıda maddelerinde bulunan ve kararmaya sebep olan fenolik bileşikler,

- 1- Basit fenoller
- 2- Sinnamik asit türevleri
- 3- Flavonoidler

olmak üzere 3 grupta sınıflandırılırlar.

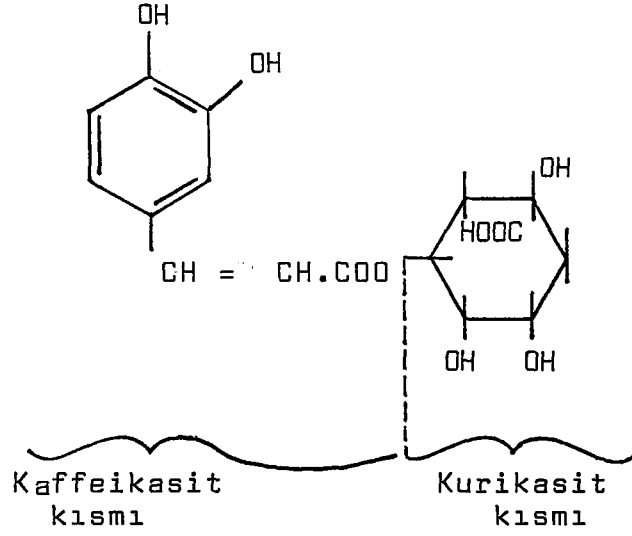
1- Basit Fenoller: L-tirozin gibi monofenolleri ve kateşol gibi o- difenolleri içerir. Gallik asit çay flavonoidlerinde esterifiye haldedir:



GALLİK ASİT

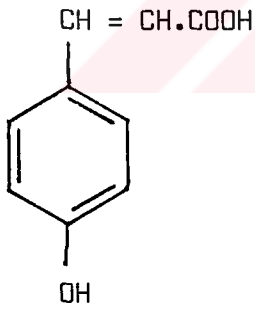
2- Sinnamik Asit Türevleri:

Gıda maddelerinde bulunan bu grup bileşiklerin en önemli üyesi, özellikle, elma ve armutlardaki enzimatik kararmanın anahtar subtratı olan klorojenik asittir. Bazen patateslerde kararmadan sonra görülen olayda (pişirilmiş patatesler beklemekle gri-siyah bir renk alırlar) ana rolü oynar. Bu renk bozulması demir, kaffeik-asit ve klorojenik asit arası oluşan oksidasyona bağlıdır.

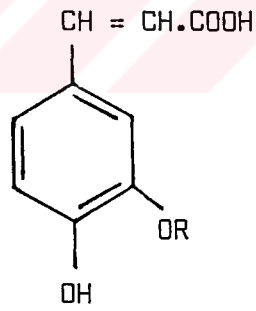


Bu grubun üyeleri
ve sinapik asitlerdir.

p-koumarik, kaffeik, fenulik

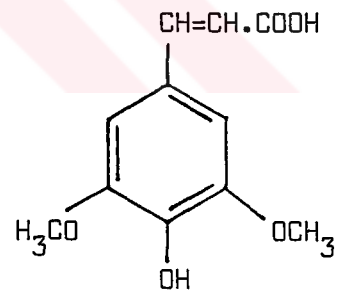


P-koumarikasit



R= H, kaffeikasit

R= CH₃, ferulikasit



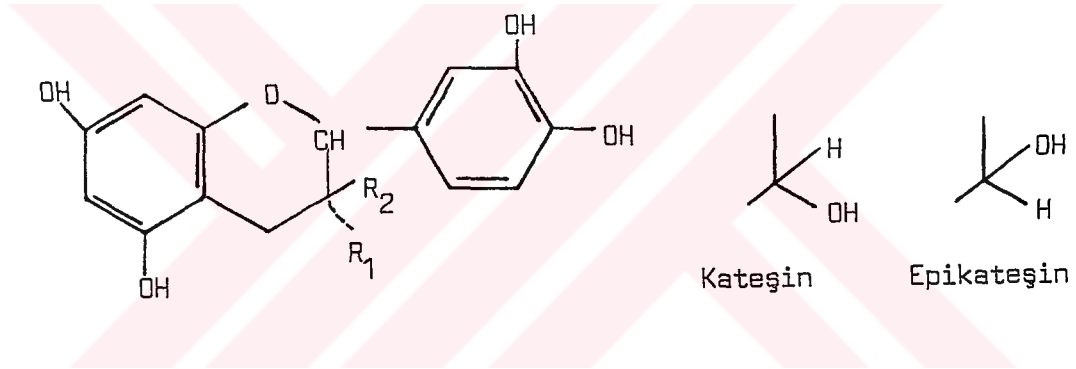
Sinapik asit

3- Flavonoidler:

Bu grup bileşiklerin tüm elemanları yapısal olarak Flavon'a bağıntılıdır. Flavonoller açık sarı bir renk oluşumuna sebep olurlar. Doğal olarak glikosidler şeklinde oluşurlar. Kemferol, kuersetin'i örnek gösterebiliriz.

Mevya ve sebzelerde bulunan başlıca flavonoid maddeler aşağıda verilmiştir.

Kateşinler: Bunlar meyva ve sebzelerde serbest halde bulunup renksiz bileşiklerdir. Kateşinler enzimatik kararmada önemli rol oynarlar. Başlıca kateşinler, (+), (-) epikateşin'dir. Kateşin aşağıdaki yapıya sahiptir.



(+) Kateşin ($R_1=H$, $R_2=OH$)

(-) Epikateşin ($R_1=OH$, $R_2=H$)

Antosiyanidinler: Bu maddeler, şekerle glikozit halinde birleşmiş olarak bulunurlar ve pembe -mavi renkli maddelerdir. Başlıca antosiyanidinler, pelargonidin, siyanidin, peonidin'dir.

Flavononlar: Renksiz olan bu maddeler sadece turuncu-gil meyvalarında bulunurlar. Bunlarda değişik şekerlerle bağlı olarak glikozit halinde bulunurlar. Başlıcaları, naringenin, eriodiktol'dur.

Proantosiyanidinler: Aynı zamanda leukoantosiyanidinler de denen bu polifenolik maddeler renksizdirler. Ortam koşullarına göre, meyva ve sebzelerin işlenmesinde veya daha sonra renkli bileşiklere dönüşebilmektedirler [5,1].

Burda, Oleszel ve Lee tarafından [9] Golden Delicious, Empire, Rhude Island Greening, elma çeşitlerinde yapılan çalışmada sonuçlar göstermiştir ki elmanın etli kısmı ve kabuk kısmındaki başlıca fenolikler epikateşin ve prosiyanidin B_2 'dir. Elmanın etli kısmı 5 ana komponenti içermektedir; phloretin, xylogalaktosid, phloretin glukosid ve klorojenik asit, epikateşin, prosiyanidin B_2 ; kabuk kısmı ise ilaveten 5 adet kuersetin glikosid'i içermektedir (glukosid, galaktosid, xylosid, arabinosid, rhamnosid).

Prosiyanidin B_2 ve epikateşinin daha yüksek karar-
ma hızı gösterdiği gözlenmiştir.

Elmanın başlıca fenoliklerinden olan klorojenik asitin olgunlaşma ve soğuk depolama süresince konsantrasyon değişiminin incelenmesi sonucunda görülmüştür ki klorojenik asit seviyesindeki değişimler çeşitler arasında farklılık göstermektedir ve olgunlaşmanın başlangıç basamaklarında konsantrasyonda bir düşüş söz konusudur.

Araştırmacılar antosiyanın ve flavonol'ün depolama süresince konsantrasyonunun yükseldiğini ve kateşin ile leukoantosiyenin'in azaldığını bulmuşlardır. Bu eş zamanlı yükseliş ve azalış fenollerdeki; toplam fenoliklerin depolama süresince neden sabit kaldığını açıklamaktadır [8].

BÖLÜM 4. MEYVALARDA ENZİMATİK KARARMANIN KONTROLÜ

Oksidatif kararmanın meydana gelmesi enzim, substrat ve oksijenin birarada bulunmasıyla ortaya çıkar. Eğer bunlardan herhangi biri yok ise veya reaksiyona girmesi herhangi bir şekilde engellenirse oksidasyon dolayısıyla kararma söz konusu olmayacaktır. Bu, kararmanın engellenmesine, sentetik veya doğal olarak kontrolüne temel teşkil etmektedir. Domates, kavun gibi meyvalarda ne enzim nede substratın yeterli miktarda bulunmaması gibi nedenlerden doğal kontrol söz konusudur. Bununla beraber, pek çok meyva ve sebze bu üç bileşeni içermekte, çürüme ve kesmeyle hücrel yapılarının bozulmasıyla kararmaya hazır hale gelmektedirler. Proses aşamasında oksidatif kararmanın önlenmesi için bu üç faktörün kontrolü gerekir. Ancak bazı durumlarda istisnalar söz konusudur. Şöyleki; ürünün yıllarca kararmadan korunması zorlaştığından dolayı insanlar kahverengi renkleri ve pekiştirici tatlandırıcıları benimser hale gelmişler ve öncelikle daha doğal renk ve tadı istemişlerdir. Elma suyu bu tip üretime örnektir. Pekçok talepte insanlar kararmış meyveyi istememektedir. Bu yüzden üretici genellikle hammaddenin orijinal renk ve tadını korumaya çalışmaktadır [3].

PPD aktivitesini inhibe etmek için bir takım yöntemler öne sürülmüşse de gıda sanayiinde pek azı kullanılabilmiştir. Bunlar arasında siyanid ve hidrojen sülfür gibi toksik inhibitörler sayılabilir. Dietilditiokarbomat(DIAE) PPD'ı inhibe etmek için istenilen seviyede kullanılabilmesine rağmen kötü kokusu nedeniyle tercih edilmemektedir.

Doğal elde edilmelerine rağmen ATP ve sisteinin inhibitör olarak ekonomik açıdan kullanımları uygun değildir. PPO inhibitörleri etki şekillerine göre aşağıdaki şekilde 4 grupta toplanabilir.

- 1)- Oksijenin uzaklaştırılması
- 2)- Enzim proteinin denaturasyonu
- 3)- Bakır prostetik grubu ile etkileşme
- 4)- Kinonlar veya fenolik substratlar ile etkileşme.

4.1. İnhibisyon Yöntemleri

4.1.1. Oksijenin Uzaklaştırılması

Meyva ürünlerini, özellikle tad ve yapının önemli olduğu durumlarda doğal haline yakın şekilde saklayabilmek için oksijenin uzaklaştırılması en uygun yoldur. Bilinen en basit yöntem, patates gibi soyulmuş ürünlerin pişirmeden önce su içersine daldırılmasıdır. Patates cipslerinin üretimi için bu yol oldukça geniş boyutta kullanılmaktadır. Bu yöntem meyva veya sebzenin hava ile yeniden temasa geçmesi veya bitkinin dokusunda doğal olarak oksijenin meydana gelmesi sonucu oluşan karmaya değin geçerlidir.

Elmalar içerdikleri doku oksijeninden dolayı kolaylıkla konserve edilemezler. İçerdikleri doku oksijeninin uzaklaştırılması, elma dilimlerinin su altında veya tuzlu suda bütün oksijenini tüketinceye değin havalandırılması ile gerçekleştirilir.

Elma dilimlerinin havalandırılması için alternatif bir yöntemde; havanın uzaklaştırılması için su veya şurup banyosunda vakum uygulaması ve vakum ortadan kaldırıldığı zaman sıvının tekrar yerine geçmesine izin verilmesidir.

Meyvalar yumuşatılıp lapa haline getirildiğinde sadece havası giderilirse kararmanın engellenmesi sağlanamaz zira enzimatik reaksiyon oldukça hızlıdır. Eğer meyva oldukça fazla miktarda doğal askorbik asit içeriyorsa oksijenin uzaklaştırılması işlemi kararma başlamadan önce gerçekleştirilebilir ancak genel olarak bir inhibitör ilave edilmeli veya haşlanmalıdır [5,10].

4.2. Enzim Proteinin Denatürasyonu

Enzimlerin esas yapısının protein olması ve proteinin ısı ile kolaylıkla denatüre olmasından dolayı belki de en basit yöntem ısı ile inaktivasyonlarıdır.

Sebzelerin konserveleme, dondurma, dehidratasyonu veya meyva sularının ve pürelerin haşlama ile üretimi ve kısa zamanda yüksek sıcaklığa (HTST)'ye dayanan pastörizasyon işlemlerinde, ön işlem ile amaca ulaşılmaktadır. Isı ile muamelenin kötü yanı, meyveyi pişirmesi ve bazı durumlarda arzu edilmeyen tad bozulması ve doku değişimlerine neden olmasıdır. Bu durum özellikle patates, elma, şeftali ve armut'un üretiminde meydana gelmektedir.

Isıl işlemin en önemli etkisi meyvanın etli kısmında ortaya çıkmaktadır. Meyvanın etli kısmı yapısal özelliğini kaybetmekte ve püre halini almaktadır. Etli kısmın yapısının bozulmasında en önemli etken pH derecesidir. Elma dokusu 4,5-7,0 pH değerleri arasında yumuşamaktadır. Elmanın işlenmesinde en önemli sorun renk kararmasıdır. Isıtma ile bazı elma çeşitlerinde pembe renk oluşmaktadır. Bunun nedeni renksiz leukoantosiyantinlerin ısı etkisi ile kırmızı renkli antosiyaninlere dönüşmesidir. Konserve edilmiş elma ürünlerindeki mavimor renk; metal iyonları (Sn^{2+} ve Fe^{3+}) ile antosiyaninlerin kompleks oluşturması ile meydana gelmektedir.

Elma konserve ürünlerinde renk kararmasının diğer bir nedeni, depolama süresince sıcaklığın periyodik olarak artması ile indirgen şeker ve aminoasitler arasında oluşan Maillard tepkimesidir [11,12].

En iyi sonuçlar için yüksek sıcaklıklarda zaman oldukça hızlı kontrol edilmelidir [3,5,10].

4.3. Kimyasal İnhibitörler

4.3.1. Kükürt ve Bileşikleri

Kükürt ve bileşikleri PPO'nun inhibitörü olarak gıdalarda oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Ancak kükürt dioksit kullanımında bazı sakıncalar söz konusudur. Şöyle ki, proses süresince istenmeyen tad ve kokuya neden olabilmekte, belirli gruplarla temasında sağlığa zararlı olabilmektedir. Bir diğer sorun ise B₁ vitamini ve tiamin üzerindeki yıkıcı etkisidir. Dezavantajlarının yanı sıra antiseptik özelliği olması, C vitamini koruması gibi avantajları gözönünde tutulmalıdır. Düşük maliyeti ve etkinliği nedeniyle gıda endüstrisinde PPO inhibitörü olarak kullanım alanı bulmaktadır.

Kükürt dioksit en basit kimyasal bileşenlerden biri olduğundan kullanım için ideal bir kimyasal maddedir. Buna rağmen pek çok madde ile reaksiyona girmektedir ve gıdalardan çözülerek uzaklaştırılması da oldukça zordur. Meyvalarda PPO'nun inhibisyonu için SO₂'nin kullanılması ile ilgili pek çok görüş mevcuttur. Parça halindeki meyvalarda SO₂ yayılımının hızı ve miktarı son derece önemlidir. SO₂'nin miktarı enzimin inaktivasyonu için yeterli seviyeye ulaşmalıdır. SO₂, aldehytler, ketonlar özellikle glukoz ile reaksiyona girmekte ve kükürt

dioksite çok veya az sıkıca bağlanarak ilave ürünler oluşturmaktadır. Bu ürünler aldehidin, ketonun tipine, pH'e ve diğer faktörlere bağlıdır.

Serbest ve bağlanmış SO_2 'nin PPO inhibisyonunda relatif etkinliği tam olarak saptanmamışsada birtakım araştırmalar sonucunda meyva suyunun fermentasyonunun engellenmesine benzer durumlarda serbest SO_2 'nin etkili olduğunu göstermektedir. Serbest SO_2 miktarı; SO_2 'nin konsantrasyonuna, glikozun konsantrasyonuna ve pek çok bilinmeyen çeşitli faktörlere bağlıdır.

Kükürt dioksitin, meyva içersine nüfuzu kararmanın engellenmesinde önemlidir. Bu özellikle meyva fazla miktarda doku oksijeni içeriyorsa geçerlidir. Örneğin elma parçaları eğer enzim inaktive edilmemiş ise, dokularında iç kararmaya sebebiyet verecek miktarda oksijen içerir [13,14].

Eğer kükürt dioksitin nüfuz etmesi iyi gerçekleşmiş ise çok iyi bir şekilde uzaklaştırmak mümkündür, çünkü enzimin tekrar teşekkülü söz konusu değildir. Ancak Food and Drug Administration(1986), astım hastalarına sulfitlerin olumsuz etkilerinden dolayı meyva ve sebzelerde kullanımını yasaklamış ve belirli patates ürünlerinde ise kullanımını sınırlandırmıştır [5,6,10].

4.3.2. Sinnamik Asit ve Sodyum Benzoat

Patates, elma, armut ve tatlı çilekler üzerine yapılan çalışmalarda, kararmanın kontrolünde o-difenol-oksida inhibitörlerinin etkinlikleri gösterilmiştir[5]. Ayrıca, sinnamik asit($C_6H_5.CH:CH.COOH$) ve p-koumanik-asitin enzimatik kararmanın kuvvetli inhibitörleri olduğu gösterilmiştir.

Sodyum benzoat, meyva sularında kararmayı önlemektedir ve etkinliği konsantrasyona bağlıdır [5,6,15].

4.3.3. Sporiks

Polifosfatın ticari ürün şekli olan Sporiks kuvvetli bir şelat oluşturunucudur. Meyva sularında sporiks yüzde 0.5 konsantrasyonunun üzerinde veya daha düşük konsantrasyonda askorbikasit ile karışımında etkili bir inhibitördür. Bu gibi karışımlar 30 dakika içerisinde kararan veya sadece askorbikasit ile muamele edilip bir kaç saat içerisinde kararan numunelerin 24 saat'ten fazla kararmalarını engellemektedirler. Sporiks ve askorbikasit karışımının çok iyi etkisi, sinerjik bir etki olarak ortaya çıkan gecikme zamanının uzamasının bir sonucudur. Sporiksın meyva suyunda kararmayı engelleme yeterliliği pH'e bağlıdır.

Sporiksın değişik karışımları ile kararmanın engellenmesi iki özellik taşımaktadır; meyva suyunda görüldüğü üzere tek başına kullanılan inhibitörlerle kıyaslandığında daha uzun gecikme zamanın elde edilmesi ve bir kez gecikme zamanı aşıldığında kararma hızının azalmasıdır [6,15].

4.3.4. Beta-Siklodekstrin

Siklodekstrinler, sinnamik asiti içeren çeşitli aromatik komplekslerdir. Siklodekstrinler ile PPO'nun fenolik substratlarının bir araya gelmesi sağlanarak kararma engellenir. Beta-siklodekstrin özellikle askorbikasit, AA-2 fosfat(AAP), askorbilpalmitat(AP), ile birleştirildiğinde elma suyunda oldukça etkili bir kararma inhibitörüdür. Meyva suyundaki kararma oda sıcaklığında beta-siklodekstrinin sporiks ile karışımı veya daha çok çözünen beta-siklodekstrin (maltosil

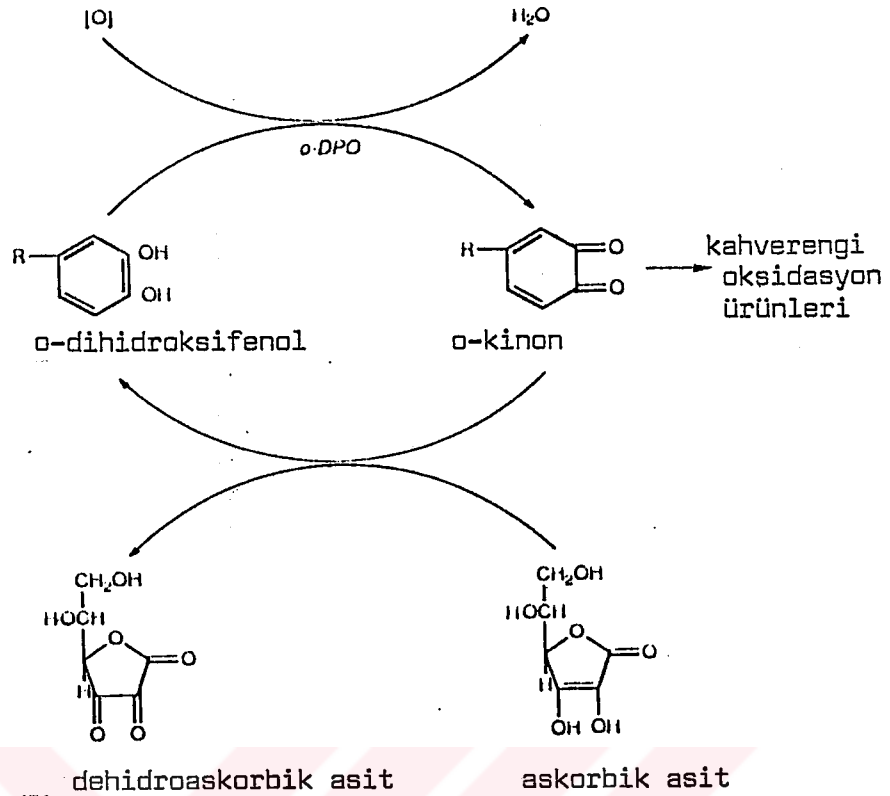
dallı zincirler içeren)'in beta-siklodekstrin ile mümkün olabilecek daha yüksek konsantrasyonlarda kullanımı ile engellenebilir. Elmadaki PPO'nun substratı muhtemelen beta-siklodekstrin ile kompleks oluşturabilmektedir. Kararma inhibitörü olarak beta-siklodekstrinin etkinliği serbest ve kompleks oluşturmuş PPO substratları arasındaki dengeye ve kompleks oluşumunun hızına bağlıdır.

Beta-siklodekstrinin bütün konsantrasyonlarında elmasuyunun kademeli kararması incelenmiş ve kompleks oluşmadığı saptanmıştır. Kompleks oluşturulmamış PPO substratı nedeniyle oluşan kararma, AA,AA türevleri veya diğer inhibitörlerin ilavesi ile kontrol edilmiştir[6,16].

4.3.5. Askorbik Asit ve Türevleri

Askorbik asit(AA), özellikle diğer asitlere göre meyvalarda kararmayı engellemek için oldukça yaygın kullanılmaktadır. Çünkü askorbik asit oldukça iyi bir renk düzeltici maddedir, aynı zamanda önemli bir vitamindir. Çoğu gıdalarda kullanım miktarı gıda katkı maddeleri tüzüğüne sınırlandırılmamıştır [12]. Sıcaklık, konsantrasyon, pH, su aktivitesi, mikroorganizma tipi, gıda bileşenleri, atmosfer ve kullanım şekli gibi faktörler AA'nın etkinliğine büyük ölçüde tesir eder. Bu faktörler göz önüne alındığında arzu edilen sonuç alınabilir. Enzimi inhibe etmek için kullanıldığı seviyede farkedilebilir tadı yoktur ve metaller üzerine korozif etkisi de söz konusu değildir.

AA'nın enzim sistemi üzerindeki etki şekli halen tam açık değildir, ancak elmanın polifenoloksidazını tek başına inaktive edebileceği düşünülmektedir. AA'nın etki ediş şekli aşağıda gösterilmiştir. (Şekil 4.1)



ŞEKİL: 4.1. Enzimatik Kararmasının Kontrolünde Askorbik Asitin Etki Mekanizması [5].

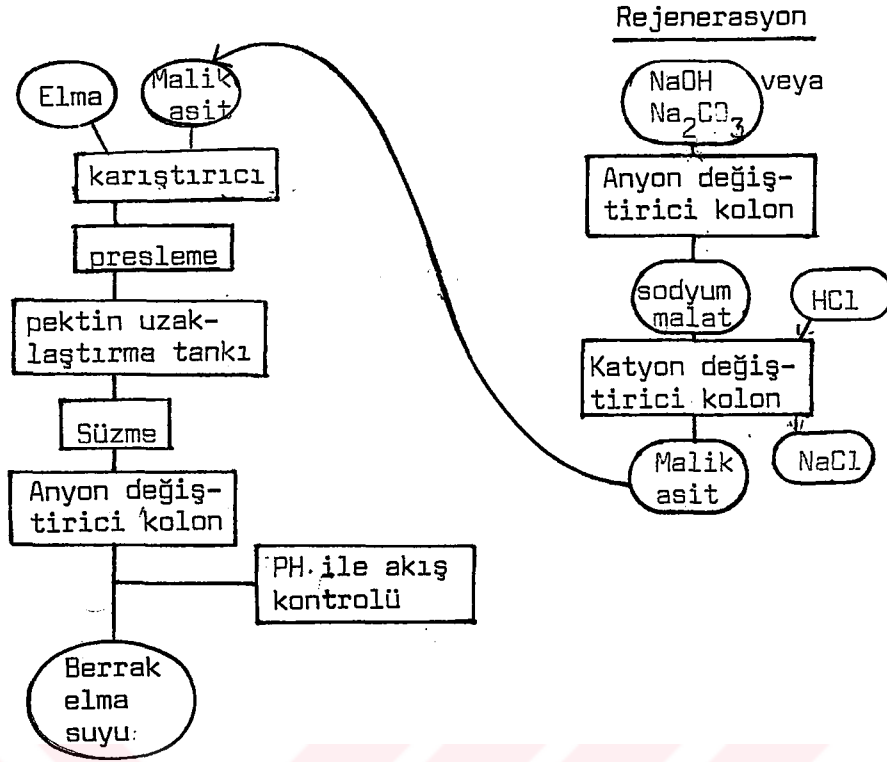
Serb ve Liao [6] tarafından kullanımı incelenmiş olan AA-2-fosfat (AAP) ve AA-2-trifosfat (AATP)'in oksijene karşı kararlı oldukları ancak indirgen olmadıkları görülmüştür. Bu gibi bileşenler gıdalarda, tohumlarda veya farmakolojik uygulamalarda katkı olarak kullanılabilirler. Çünkü tüketilinceye kadar kararlı olduklarından ancak sindirim sırasında AA'a dönüşürler. Bu bileşikler elma suyu ve katı elmalar için kararmayı önleyici olarak kullanılırlar [15]. Uygun şartlar altında dahi AATP, AAP'e nazaran daha yavaş hidroliz olmaktadır. Elmadan başka diğer gıda maddeleri için AAP'nin kararma inhibitörü olarak uygunluğu asitliklerine ve endojen fosfat asidi aktivitesine dayalıdır.

L-askorbil-6-palmitat(AP) ise AA'nın yağda çözölmüş şeklidir. Sebze yağları ve diğör yağlı ürünler için uygun bir antioksidandır, askorbil laurat (AL) ve askorbil dekanolat (AD) da kullanılan inhibitörler arasındadır. AA'nın izomeri D-erithorbikasit (D-isoaskorbik asit) meyva ve sebze ürünlerinde enzimatik kararmayı inhibe edici olarak kullanılmaktadır. Erithorbik asit,kinon birikimini ve bunu izleyen pigment oluşumunu, oluşan bileşenleri o-dihidroksi fenolik bileşenlere indirgemek suretiyle engellemektedir. AA ve erithorbik asit birbirlerinin yerine kullanılabildiği halde AA'in bazı sistemlerde daha etkili olduğı söylenebilir. Erithorbik asitin vücut için günlük gereksinim miktarı 5 mg/kg'dır [16,17,18,19]. Herhangi bir askorbat türevinin varlığında inhibisyon aktivitesi kaçınılmazdır [5,6,10].

4.3.6. Malik Asit

Malik asit elma suyunda bulunan en önemli asittir bu sebeple proseslerde elma suyunun kararmasının engellenmesinde kullanılabılır. Böyle bir, işlem Şekil 4.2' de görölmektedir.

Malik asit işlenmeye hazır hale getirilmiş elmalara ilave edilir. Meyva suyu filtrasyon ile berraklaştırıldıktan sonra; taze elmalarda tekrar kullanılmak üzere malik asidin geri kazanılması için iyon değıştirci kolonlardan geçirilir. Meyvanın pH'sine ve sonuç ürünün istenen pH'sine bağılı olarak malik asit iyi bir şekilde kazanılabılır veya çok az bir kayıp olabilir. İyon değıştirci kolondan geçen meyva suyunun akışı uygun şartlarda malik asit geri kazanmak için ayarlanır. Malik asitin gıdalarda kullanım miktarı gıda katkı maddeleri tüzüğüne sınırlandırılmamıştır [10,17].



ŞEKİL: 4.2. Elma Suyu Prosesinde Malik Asidin Kullanımının Akışı [10].

4.3.7. Sitrik Asit

Enzimatik kararmayı engellemek için kullanılan sitrik asit, malik ve askorbik asit gibi bitki dokusunun doğal yapısında bulunur. Gıda ve ilaç sanayiinde düşük maliyeti, çok düşük toksitesi gibi nedenlerden dolayı oldukça yaygın kullanılmaktadır.

Sitrik asit enzimin bakır kısmını şelat oluşumu ile inhibe eder. Enzimatik kararmaya karşı kimyasal inhibitör olarak askorbik asit, carrageenan gibi inhibitörler ile karışım halinde de kullanılmaktadır. % 0.1 carrageenan ile % 0.5 sitrikasit birleşiminin % 0.1 sodyum benzoat içeren pastörize edilmemiş elma suyunda karar-mayı 3°C'de 3 aya değin inhibe ettiği saptanmıştır. Sitrik asitin gıda maddelerinde kullanımı gıda katkı maddeleri tüzüğüne sınırlandırılmamıştır [5,19,20,21].

BÖLÜM 5. DENEYSEL ÇALIŞMA

5.1. Materyal - Yöntem

5.1.1. Materyal

Bu çalışmada, 1992 döneminde Isparta Eğridir'de yetiştirilip, hasat edilen elmalar kullanılmıştır.

Kullanılan Cihazlar:

- 1)- Arçelik Robo-press, ARK 71RP tipi
- 2)- Santrifüj; Heraeus Christ GMBH
- 3)- UV-Spektrofotometre; Hewlett Packard 8452A
- 4)- PH metre; NEL PH 890
- 5)- Magnetik Karıştırıcı, IKA COMBIMAG MCT

Kullanılan Kimyasal Maddeler:

- 1)- % 97.1 Etanol (Merck)
- 2)- Selit (Sigma)
- 3)- Malik Asit (Sigma)
- 4)- Askorbik asit(Merck)
- 5)- Sitrik Asit (Merck)
- 6)- Erithorbik Asit (Sigma)
- 7)- Beta-Siklodekstrin (Sigma)

5.1.2. Yöntem

5.1.2.1. Elma Suyunun Berraklaştırılması

Elmalar, 8 eşit parçaya kesilmiş, kabukları soyularak zedelenmiş kısımları uzaklaştırılıp robo-press'de suyu elde edilmiştir. Bu şekilde elde edilen elma suyu bulanık görünümde olduğundan berraklaştırma işlemine uğratılmıştır. Bunun için ele geçen elma suyunun 2 kısmına 3 kısım olacak şekilde % 97.1'lik etanol ve selit ilave edilerek, karışım magnetik karıştırıcıda 10 dakika süresince karıştırılıp homojen hale getirilmiştir. Homojenize edilen karışım 10 dakika süresince 4600 d/dk' da santrifüj edilip vakum altında filtre kağıdından (Whatman No:42) süzülerek katı-sıvı ayırımı gerçekleştirilmiş ve berrak elma suyu elde edilmiştir [22].

5.1.2.2. Spektrofotometrik Ölçüm Yöntemi

Elektromagnetik dalgayla(enerjiyle) maddenin etkileşmesini inceleyen bilim dalına spektroskopi denilir.

Bir madde, üzerine düşürülen çeşitli dalga boylarından(ultraviyole ışınlarından radyo dalgalarına kadar) ancak bazılarını absorplar. Bunun için madde üzerine dalga boyu 110nm'den 3000 nm($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$)ye kadar değişen ışınlar düşürülür. Bütün bu dalga boylarını verecek ve hangi dalga boyunda absorplandığını tespit edecek tek bir cihaz yapmak mümkün olmadığından, belirli dalga boyları arasında çalışan cihazlar geliştirilmiştir [23]. Bu esasa göre enzimatik kararmayı engelleme uygulamalarının etkinliğini belirlemek için, kararmanın ölçülümüne dayanan kantitatif yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerde; 3 boyutlu kolorimetre, spektrokolorimetre ve UV-spektrofotometrenin kullanımı söz konusudur. UV-Spektrofotometreleri genellikle

görünür bölgeyi de içine alırlar. Çalışma alanları 200 nm den 10000 nm'ye kadar değişir. Gerçekleştirilen bu çalışmada ölçümler UV-spektrofotometrede yapılmıştır.

5.1.3. Denemeler

5.1.3.1. Elma Suyu Kararma Reaksiyonunun Kimyasal İnhibitörler İle Kontrolü

Berraklaştırılmış elma suyundan üç ayrı balonjeye 100' er ml alınmış; herbirine 25 kısma 1 kısım olacak şekilde belirlenmiş konsantrasyonlarda inhibitörler ilave edilmiştir. Kullanılan inhibitörler sırasıyla; malik asit, askorbik asit, sitrik asit, erithorbik asit, beta-siklodekstrin'dir. İnhibitörlerin konsantrasyonları yüzde 0.1, 0.3, 0.5 şeklinde seçilmiştir. Her bir inhibitör ayrı ayrı denendikten sonra en iyi sonuçların elde edildiği iki inhibitörün eşit miktardaki karışımları hazırlanarak kullanılmıştır.

İnhibitörlerin ilave edildiği örneklerin 1 haftalık zaman periyodunda belli zaman aralıklarında UV-spektrofotometrede 390 nm'de absorbens değerleri ölçülmüş, okunan absorbens değerlerinden yüzde inhibisyona geçilmiştir.

% inhibisyon

$$\% \text{ I.D.} = \left[100 - \left(\frac{t_o - t_u}{t_o} \times 100 \right) \right]$$

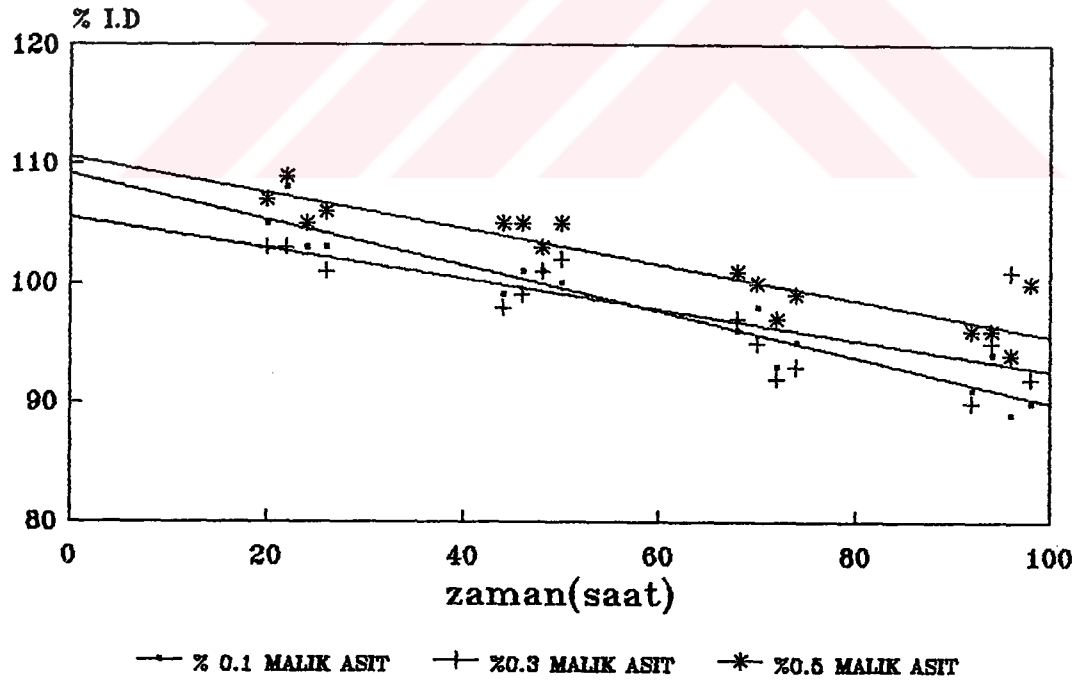
formülünden hesaplanmıştır. Burada;

t_o : Başlangıç zamanında ölçülen absorbens değeri
 t_u : Belirli zaman aralıklarında ölçülen absorbens değeri dir.

UV spektrofotometrede ölçülen absorbens değerleri ve hesaplanan % inhibisyon değerleri Tablo 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6 ve Şekil 5.1, 2, 3, 4, 5, 6'da gösterilmiştir.

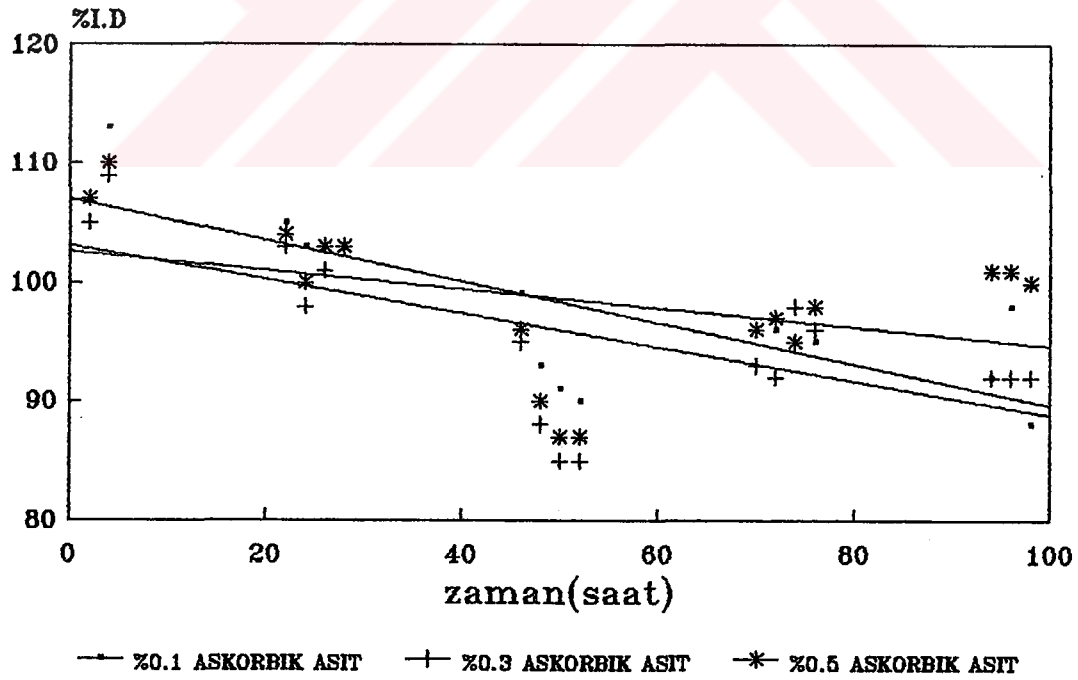
TABLO: 5.1. Elma Suyu Enzimatik Kararma Reaksiyonunun Malik Asit ile İnhibisyonu.

Zaman (saat)	% 0.1 (40 ppm)		%0.3 (120 ppm)		% 0.5 (200 ppm)	
	abs.	% I.D.	abs.	% I.D.	abs.	% I.D.
20	0.62633	105	0.60567	103	0.60599	107
22	0.64529	108	0.60451	103	0.61972	109
24	0.61060	103	0.61502	105	0.59842	105
26	0.60970	103	0.59093	101	0.60294	106
44	0.59019	99	0.57542	98	0.59802	105
46	0.60287	101	0.58113	99	0.59828	105
48	0.59880	101	0.59134	101	0.58571	103
50	0.59415	100	0.59915	102	0.59692	105
68	0.57208	96	0.56531	97	0.57332	101
70	0.58200	98	0.55636	95	0.56686	100
72	0.55440	93	0.53691	92	0.54903	97
74	0.56723	95	0.54462	93	0.56369	99
92	0.54335	91	0.52646	90	0.54305	96
94	0.55739	94	0.55774	95	0.54823	96
96	0.52800	89	0.59227	101	0.53523	94
98	0.53302	90	0.53679	92	0.57034	100



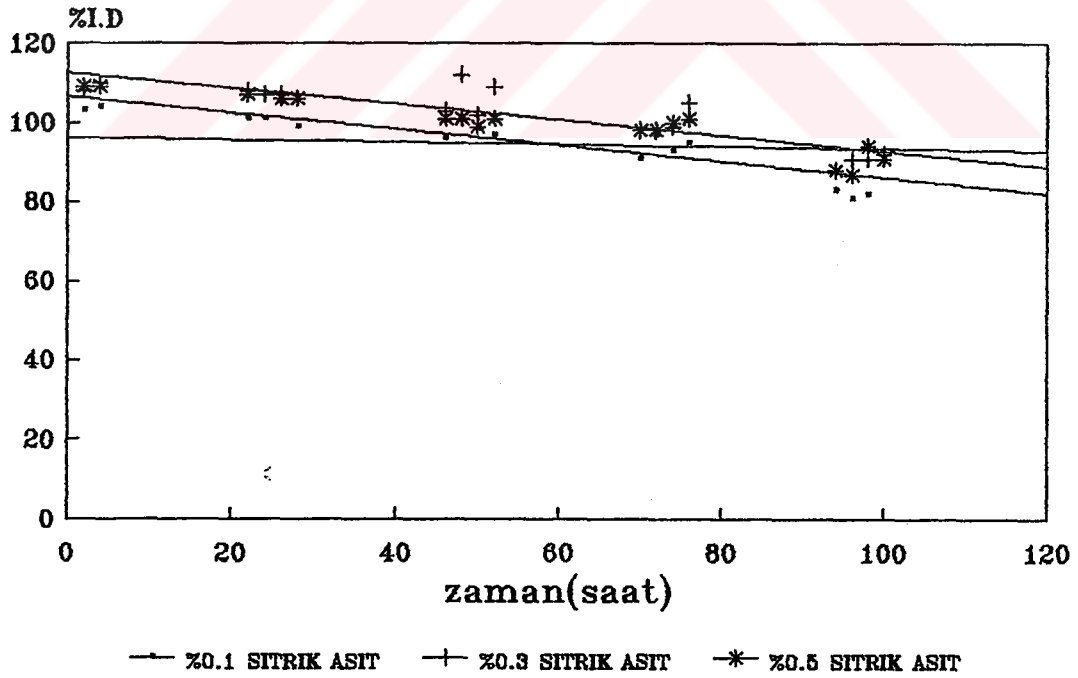
TABLO: 5.2. Elma Suyu Enzimatik Kararma Reaksiyonunun Askorbik Asitle İnhibisyonu

Zaman (saat)	% 0.1 (40 ppm)		% 0.3 (120 ppm)		% 0.5 (200 ppm)	
	abs	% I.D.	abs	% I.D.	abs	% I.D.
2	0.46791	107	0.45598	105	0.45125	107
4	0.49553	113	0.47337	109	0.46509	110
22	0.45740	105	0.44623	103	0.44061	104
24	0.44858	103	0.42606	98	0.42249	100
26	0.45114	103	0.43869	101	0.43752	103
28	0.44917	103	0.44650	103	0.43585	103
46	0.43172	99	0.41179	95	0.45553	96
48	0.40454	93	0.38315	88	0.38168	90
50	0.39699	91	0.36885	85	0.36685	87
52	0.39392	90	0.36494	85	0.36870	87
70	0.42122	96	0.40276	93	0.40678	96
72	0.41920	96	0.40070	92	0.41113	97
74	0.41325	95	0.42450	98	0.40211	95
76	0.41434	95	0.41626	96	0.41583	98
94	0.40157	92	0.39842	92	0.42870	101
96	0.43013	98	0.39856	92	0.42700	101
98	0.38364	88	0.40048	92	0.42307	100



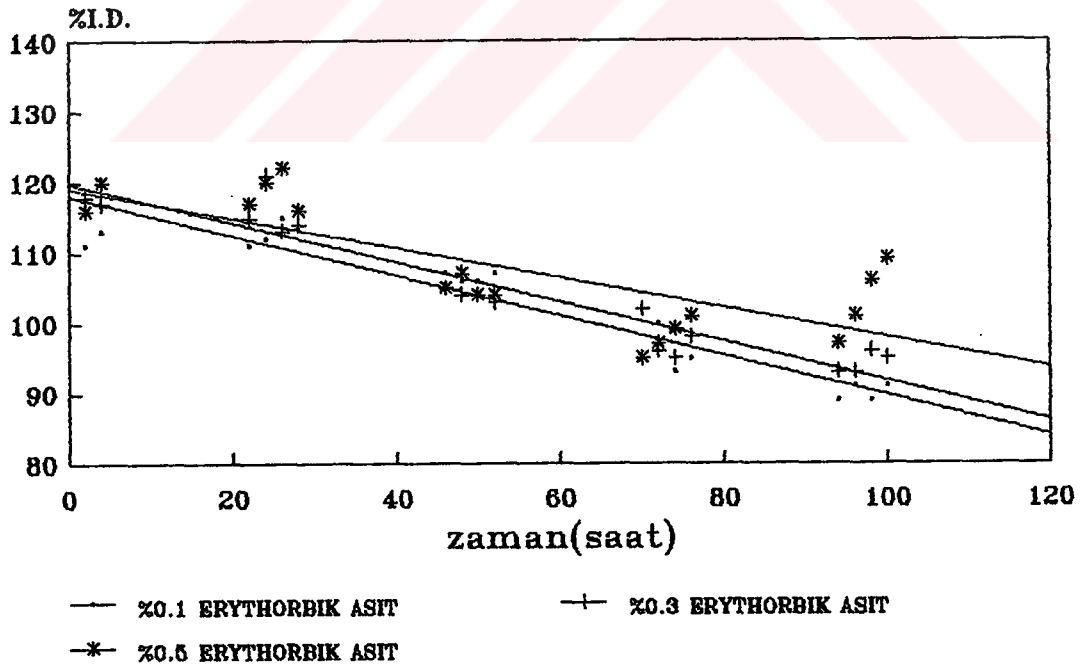
TABLO: 5.3. Elma Suyu Enzimatik Kararma Reaksiyonun Sitrik Asitle İnhibisyonu

Zaman (saat)	% 0.1 (40 ppm)		% 0.3 (120 ppm)		% 0.5 (200 ppm)	
	abs	% I.D.	abs	% I.D.	abs	% I.D.
2	0.53236	103	0.52736	108	0.53432	109
4	0.54024	104	0.53531	110	0.53125	109
22	0.52455	101	0.52672	108	0.52420	107
24	0.52185	101	0.52046	107	0.54189	111
26	0.54549	105	0.52287	107	0.51707	106
28	0.51227	99	0.51648	106	0.51503	106
46	0.49763	96	0.50410	103	0.49484	101
48	0.52457	101	0.54477	112	0.49411	101
50	0.51266	99	0.49846	102	0.48563	99
52	0.50034	97	0.53343	109	0.49429	101
70	0.47243	91	0.47946	98	0.47803	98
72	0.50085	97	0.47871	98	0.48076	98
74	0.48100	93	0.48366	99	0.48634	100
76	0.49359	95	0.51256	105	0.49065	101
94	0.43231	83	0.43050	88	0.42738	88
96	0.41983	81	0.44350	91	0.42561	87
98	0.42683	82	0.44267	91	0.45682	94
100	0.47147	91	0.45189	82	0.44510	91



TABLO: 5.4. Elma Suyu Enzimatik Kararma Reaksiyonunun Erithorbik Asit ile İnhibisyonu

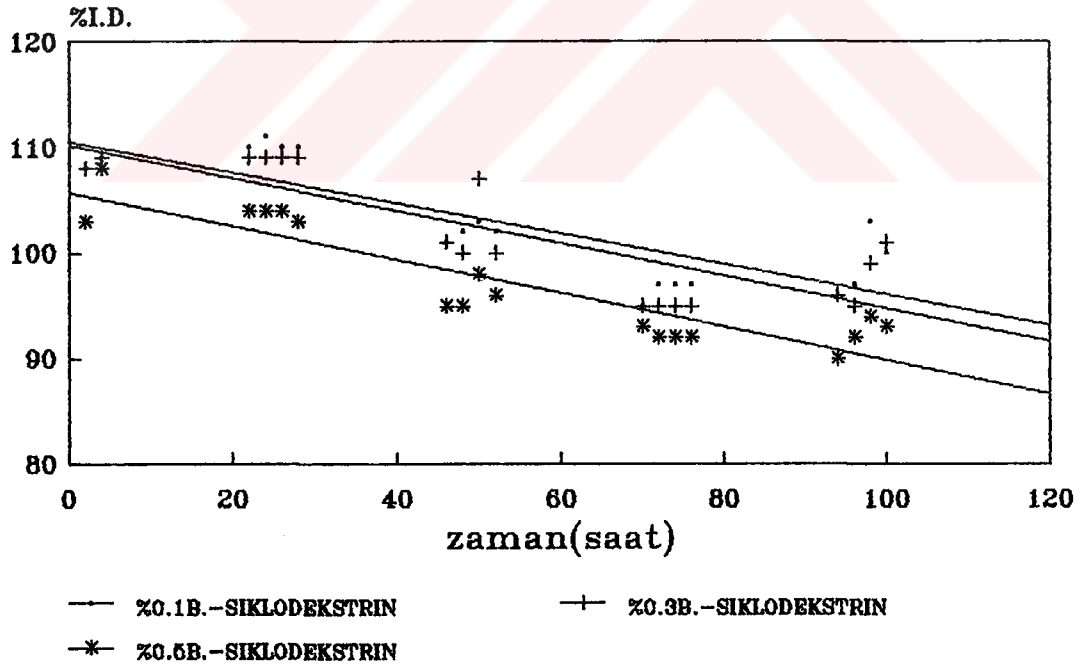
→Zaman (Saat)	% 0.1 (40 ppm)		% 0.3 (120 ppm)		% 0.5 (200 ppm)	
	abs.	% I.D.	abs.	% I.D.	abs.	% I.D.
2	0.50381	111	0.54352	118	0.56903	116
4	0.51630	113	0.53743	117	0.53746	120
22	0.50439	111	0.52908	115	0.52213	117
24	0.50879	112	0.55623	121	0.53835	120
26	0.52539	115	0.52121	113	0.54805	122
28	0.52817	116	0.52446	114	0.52106	116
46	0.48552	107	0.48396	105	0.47099	105
48	0.48419	106	0.47809	104	0.47731	107
50	0.48398	106	0.47887	104	0.46713	104
52	0.48616	107	0.47513	103	0.46490	104
70	0.43201	95	0.47037	102	0.42703	95
72	0.45601	100	0.44426	96	0.43340	97
74	0.42479	93	0.43846	95	0.44519	99
76	0.43045	95	0.45306	98	0.45004	101
94	0.40361	89	0.42722	93	0.43513	97
96	0.41475	91	0.42672	93	0.45222	101
98	0.40614	89	0.44098	96	0.47261	106
100	0.41425	91	0.43945	95	0.48857	109



ŞEKİL: 5.4. Erithorbik Asitin İnhibisyon Etkinliği

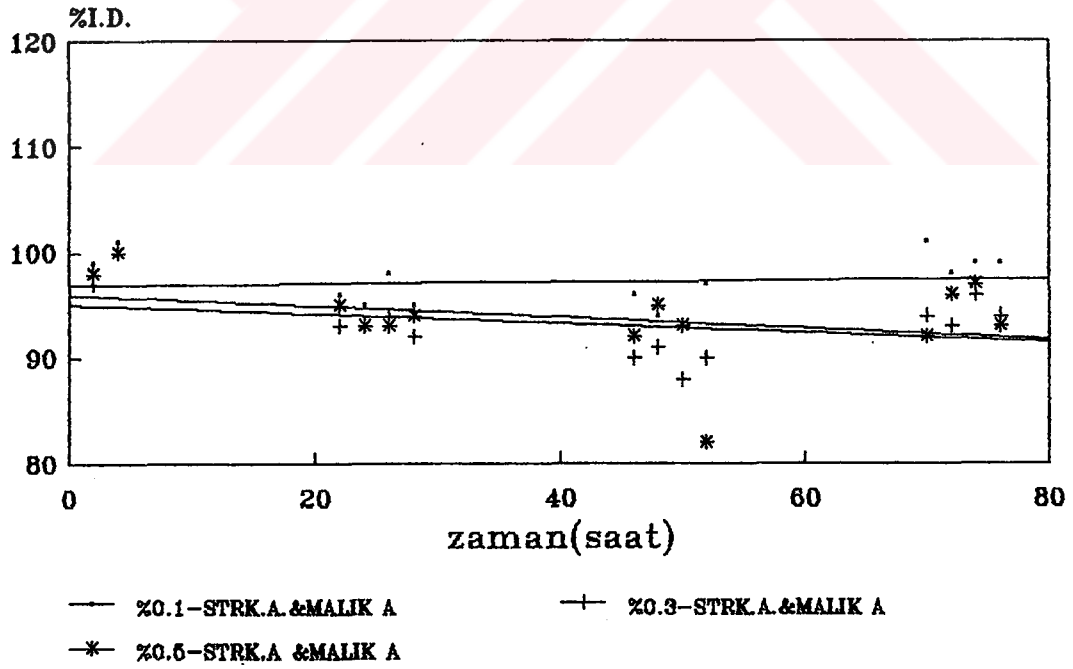
TABLO: 5.5. Elma Suyu Enzimatik Kararma Reaksiyonunun Beta Siklodekstrin İle İnhibisyonu

Zaman (saat)	% 0.1 (40 ppm)		% 0.3 (120 ppm)		% 0.5 (200 ppm)	
	abs	% I.D.	abs	% I.D.	abs	% I.D.
2	0.43710	108	0.44110	108	0.43991	103
4	0.44330	109	0.44559	109	0.46176	108
22	0.44615	110	0.44696	109	0.44353	104
24	0.45061	111	0.44455	109	0.44382	104
26	0.44545	110	0.44591	109	0.44351	104
28	0.44485	110	0.44365	109	0.44191	103
46	0.49038	101	0.41103	101	0.40736	95
48	0.41278	102	0.49113	100	0.40488	95
50	0.41805	103	0.43550	107	0.41734	98
52	0.41258	102	0.40667	100	0.40888	96
70	0.38492	95	0.38885	95	0.39653	93
72	0.39276	97	0.38846	95	0.39241	92
74	0.39521	97	0.38625	95	0.39341	92
76	0.39299	97	0.38686	95	0.39240	92
94	0.39070	96	0.39209	96	0.38496	90
96	0.39523	97	0.38919	95	0.39156	92
98	0.41789	103	0.40401	99	0.40242	94
100	0.40555	100	0.41231	101	0.39784	93



TABLO: 5.6. Elma Suyu Enzimatik Kararma Reaksiyonunun Malik-Sitrik Asit Karışımı İle İnhibisyonu

Zaman (saat)	% 0.1 (40 ppm)		% 0.3 (120 ppm)		% 0.5 (200 ppm)	
	abs	% I.D.	abs	% I.D.	abs	% I.D.
2	0.49577	100	0.49223	99	0.49986	97
4	0.50006	101	0.50200	101	0.51346	100
22	0.47949	97	0.47704	96	0.47542	93
24	0.47073	95	0.47205	95	0.47966	93
26	0.47295	96	0.48332	98	0.48375	94
28	0.47456	96	0.47218	95	0.47124	92
46	0.47003	95	0.47490	96	0.46407	90
48	0.46439	94	0.46785	94	0.46643	91
50	0.46120	93	0.46231	93	0.45210	88
52	0.46658	94	0.47827	97	0.46426	90
70	0.47543	96	0.50128	101	0.48343	94
72	0.48090	97	0.48631	98	0.47531	93
74	0.48977	99	0.49200	94	0.49261	96
76	0.47981	97	0.49264	99	0.48321	94



Örneklerin belli zaman aralıklarında PH ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen değerler Tablo 5.7,5.8.5.9, 5.10,5.11,5.12,verilmiştir. Tablo.değerlerinden görüldüğü gibi PH değerleri pek değişmediğinden deneyler sırasında PH ayarlaması yapılmamıştır.

TABLO: 5.7. Malik Asit Uygulaması

Konsantrasyon Zaman(saatt)	pH		
	0.1	0.3	0.5
Başlangıç	5.05	4.97	4.91
24	5.05	5.01	4.76
48	5.05	4.99	4.94
72	5.05	4.98	4.93
96	5.09	4.98	4.90

TABLO: 5.8. Askorbik Asit Uygulaması

Konsantrasyon Zaman(saatt)	pH		
	0.1	0.3	0.5
Başlangıç	5.17	5.11	5.09
24	5.14	5.13	5.10
48	5.12	5.14	5.10
72	5.17	5.15	5.12
96	5.16	5.14	5.10

TABLO: 5.9. Sitrik Asit Uygulaması

		pH		
Zaman(saatt)	Konsantrasyon	0.1	0.3	0.5
Başlangıç		5.20	5.12	5.05
24		5.20	5.12	5.05
48		5.19	5.13	5.05
72		5.20	5.13	5.06
96		5.18	5.11	5.50

TABLO: 5.10. Erithorbik Asit Uygulaması

		pH		
Zaman(saatt)	Konsantrasyon	0.1	0.3	0.5
Başlangıç		5.09	5.04	5.05
24		5.08	5.04	5.06
48		5.08	5.05	5.05
72		5.08	5.05	5.05
96		5.09	5.04	5.06

TABLO: 5.11. Beta-Siklodestrin Uygulaması

		pH		
Zaman(saatt)	Konsantrasyon	0.1	0.3	0.5
Başlangıç		5.21	5.20	5.20
24		5.20	5.21	5.23
48		5.21	5.20	5.21
72		5.22	5.23	5.23
96		5.21	5.22	5.23

TABLO: 5.12. Malik-Sitrik Asit Karışımı

Konsantrasyon Zaman(saat)	pH		
	0.1	0.3	0.5
Başlangıç	5.24	5.17	5.12
24	5.23	5.18	5.11
48	5.24	5.17	5.12
72	5.22	5.19	5.12
96	5.24	5.17	5.11

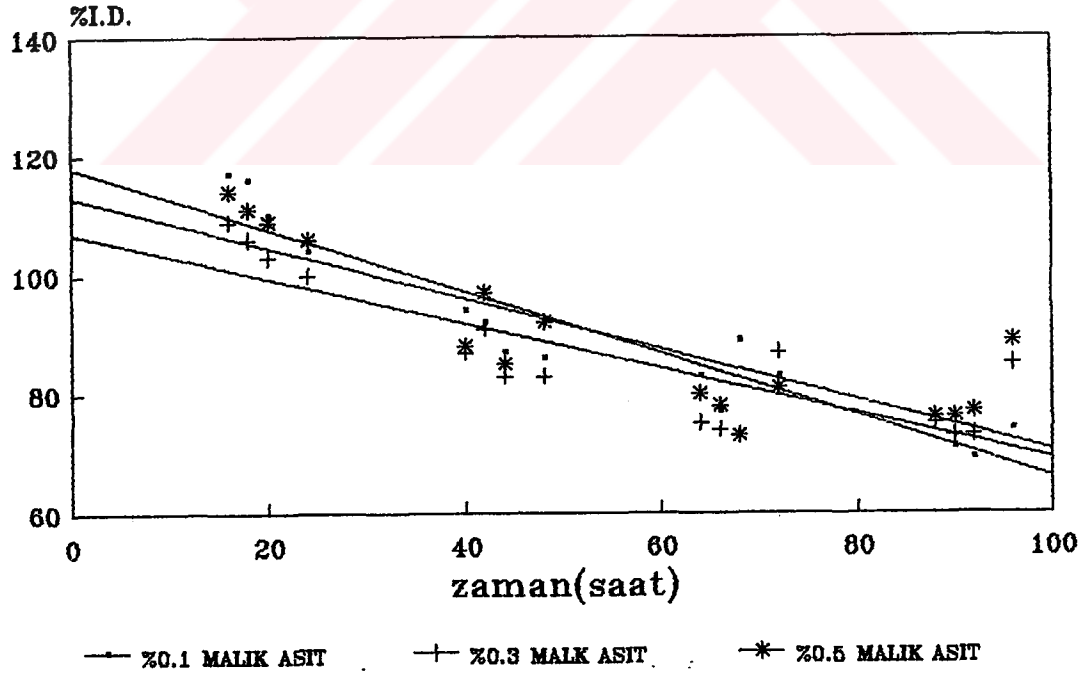
5.1.3.2. Elma Suyunun Kararma Reaksiyonunun Isıl İşlem Uygulanarak Kimyasal İnhibitörlerle Kontrolü

Elma suyu üzerinde yapılan çalışmalarda sıcaklığın polifenolik maddelere etkisi belirlenmiştir. Sıcaklık 85°C üzerinde olduğunda ısı ile bozulma ortaya çıkmaktadır. 75°C'nin altında enzimatik aktivite devam etmektedir [3]. Bu durum gözönüne alınarak PPO enzimi inaktive edilmeye çalışılmıştır. Bunun için, elma 8 eşit parçaya kesilip, kabukları soyularak zedelenmiş kısımları uzaklaştırılmış ve 81-83°C'de su banyosunda 15 saniye bekletmek suretiyle ısıl işleme uğratılmıştır.

Elma suyu elde edilip, berraklaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Berraklaştırılmış elma suyuna inhibitör ilavesi yapılarak UV-spektrofotometrede 390nm'de absorbans değerleri ölçülüp, bu değerlerden % inhibisyon değerleri hesaplanmıştır. Ölçülen absorbans değerleri ve hesaplanan % inhibisyon değerleri Tablo 5.13,5.14,5.15,5.16,5.17,5.18 ve Şekil 5.7,8,9,10,11, 12'de gösterilmiştir.

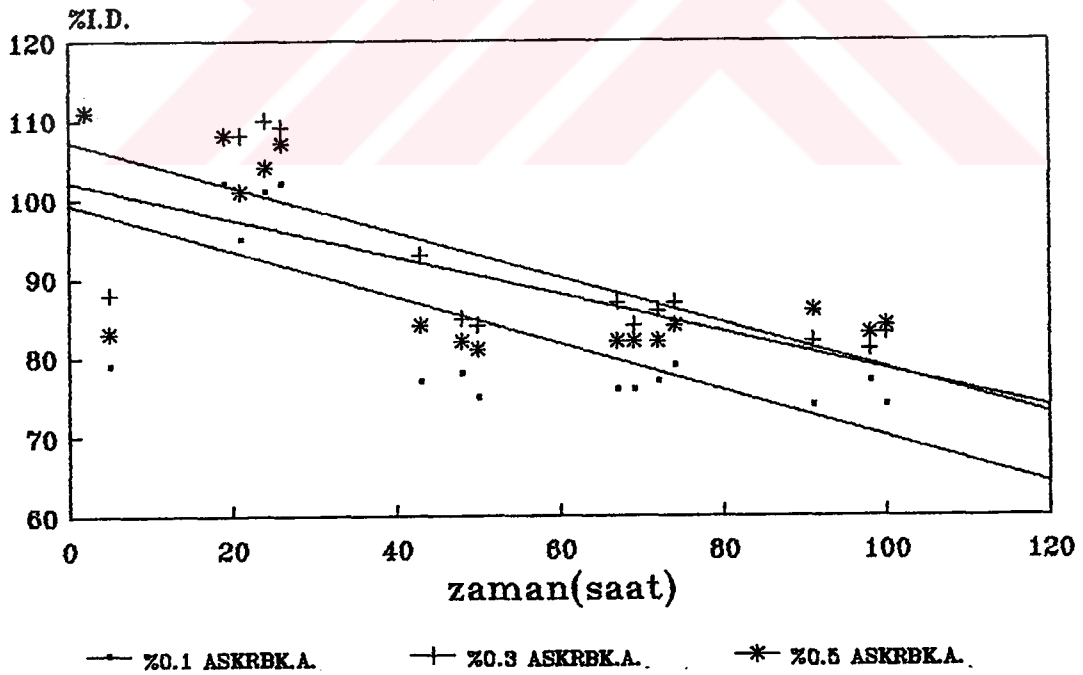
TABLO: 5.13. Elma Suyu Enzimatik Kararma Reaksiyonunun Malik Asit İle İnhibisyonu(Isıl İşlem Uygulamalı)

Zaman (saat)	% 0.1 (40 ppm)		% 0.3 (120 ppm)		% 0.5 (200 ppm)	
	abs	% I.D.	abs	% I.D.	abs	% I.D.
16	0.90382	117	0.86584	109	0.87808	114
18	0.89870	116	0.84294	106	0.85826	111
20	0.85271	110	0.81587	103	0.84038	109
24	0.80922	104	0.79689	100	0.81978	106
40	0.72462	94	0.69063	87	0.68216	88
42	0.71492	92	0.72124	91	0.75024	97
44	0.67020	87	0.66200	83	0.65472	85
48	0.66716	86	0.65736	83	0.70633	92
64	0.64191	83	0.59749	75	0.61885	80
66	0.59465	77	0.59030	74	0.60477	78
68	0.68774	89	0.57988	73	0.56334	73
72	0.64551	83	0.69215	87	0.62267	81
88	0.59064	76	0.59337	75	0.58321	76
90	0.55116	71	0.57988	73	0.58670	76
92	0.53107	69	0.57724	73	0.59419	77
96	0.57388	74	0.67390	85	0.68692	89



TABLO: 5.14. Lima Suyu Enzimatik Kararma Reaksiyonunun Askorbik Asit İle İnhibisyonu(Isıl İşlem Uygulamalı)

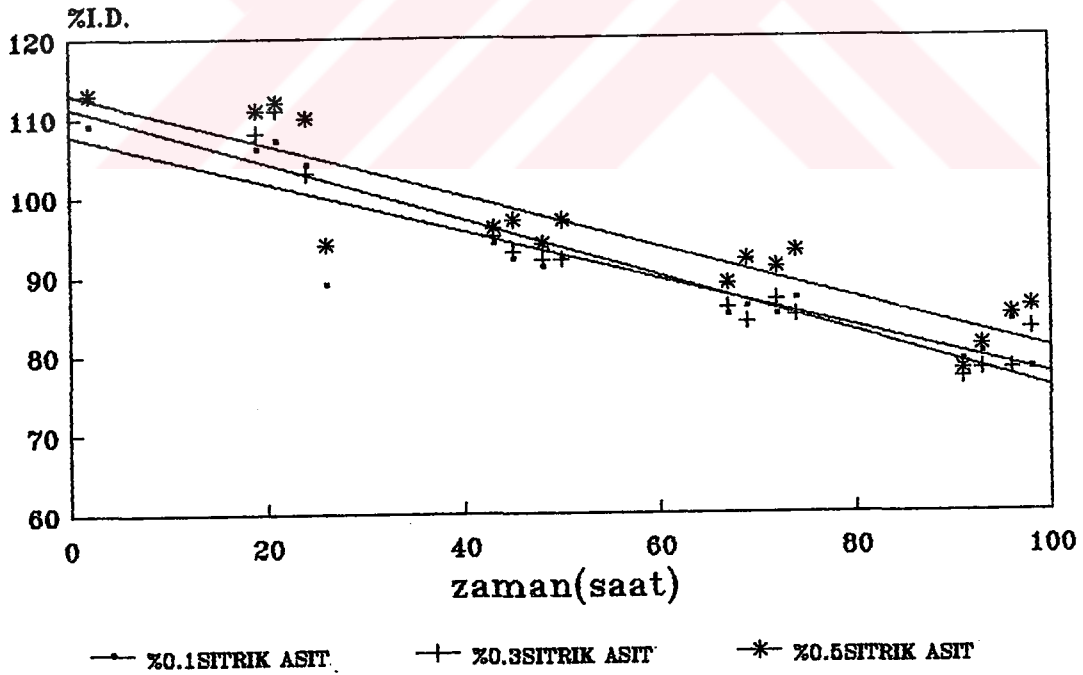
Zaman (saat)	% 0.1 (40 ppm)		% 0.3 (120 ppm)		% 0.5 (200 ppm)	
	abs	% I.D.	abs	% I.D.	abs	% I.D.
2	0.53250	111	0.51707	111	0.53700	111
19	0.48874	102	0.50357	108	0.52057	108
21	0.45752	95	0.50267	108	0.48439	101
24	0.48569	101	0.51024	110	0.50034	104
26	0.49236	102	0.50775	109	0.51627	107
43	0.36919	77	0.43369	93	0.40332	84
45	0.38115	79	0.41002	88	0.39841	83
48	0.37361	78	0.39331	85	0.39404	82
50	0.36069	75	0.38977	84	0.38977	81
67	0.36639	76	0.40598	87	0.39444	82
69	0.36647	76	0.39265	84	0.39722	82
72	0.37123	77	0.40036	86	0.39374	82
74	0.38052	79	0.40390	87	0.40292	84
91	0.35530	74	0.38132	82	0.41499	86
98	0.37086	77	0.37814	81	0.40134	83
100	0.35725	74	0.38741	83	0.40604	84



ŞEKİL: 5.8. Askorbik Asitin İnhibisyon Etkinliği (Isıl İşlem Uygulamalı)

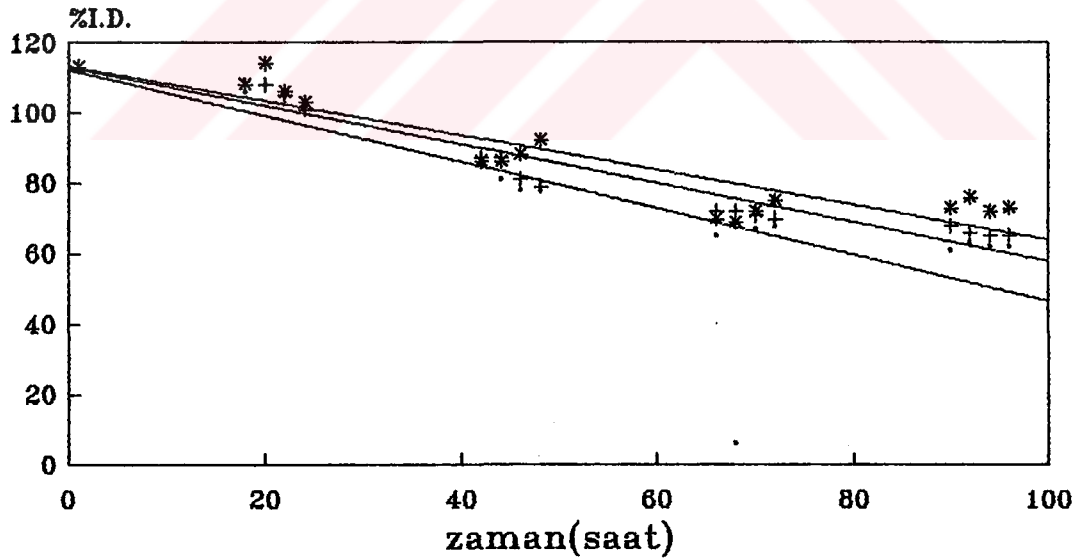
TABLO: 5.15. Elma Suyu Enzimatik Karar Reaksiyonun Sitrik Asit İle İnhibisyonu (Isıl İşlem Uygulamalı)

Zaman (saat)	% 0.1 (40 ppm)		% 0.3 (120 ppm)		% 0.5 (200 ppm)	
	abs.	% I.D.	abs.	% I.D.	abs.	% I.D.
2	0.62411	109	0.64803	113	0.61951	113
19	0.61014	106	0.62248	108	0.60985	111
21	0.61236	107	0.63756	111	0.61302	112
24	0.59747	104	0.59245	103	0.60555	110
26	0.50940	89	0.54158	74	0.51688	74
43	0.53737	94	0.54541	95	0.53029	96
45	0.52675	92	0.53503	93	0.53429	97
48	0.51996	91	0.52753	92	0.51753	94
50	0.52771	92	0.52669	92	0.53563	97
67	0.48643	85	0.49345	86	0.48811	89
69	0.49597	86	0.48483	84	0.50385	92
72	0.48653	85	0.50150	87	0.50072	91
74	0.49727	87	0.49025	85	0.51010	93
91	0.45406	79	0.44434	77	0.43034	78
93	0.45714	80	0.44659	78	0.44397	81
96	0.48242	84	0.44810	78	0.46646	85
98	0.44838	78	0.47765	83	0.47026	86



TABLO: 5.16 . Elma Suyu Enzimatik Kararma Reaksiyonunun Erithorbik Asit İle İnhibisyonu (Isıl İşlem Uygulamalı)

Zaman (saat)	% 0.1 (40 ppm)		% 0.3 (120 ppm)		% 0.5 (200 ppm)	
	abs	% I.D.	abs	% I.D.	abs	% I.D.
1	0.68938	112	0.68152	113	0.67268	113
18	0.65083	106	0.65042	108	0.63942	108
20	0.66313	108	0.65109	108	0.67856	114
22	0.64577	105	0.63496	105	0.62650	106
24	0.63037	102	0.61122	101	0.61151	103
42	0.52242	85	0.52214	87	0.51170	86
44	0.50182	81	0.52621	87	0.51299	86
46	0.47957	78	0.48993	81	0.52307	88
48	0.48050	78	0.47754	79	0.54466	92
66	0.42218	65	0.43704	72	0.41411	70
68	0.40549	66	0.43184	72	0.41180	69
70	0.41302	67	0.42548	71	0.42690	72
72	0.42201	68	0.42322	70	0.44542	75
90	0.37422	61	0.41306	68	0.43236	73
92	0.38768	63	0.39879	66	0.45001	76
94	0.38069	62	0.39247	65	0.48828	72
96	0.38463	62	0.39450	65	0.43518	73



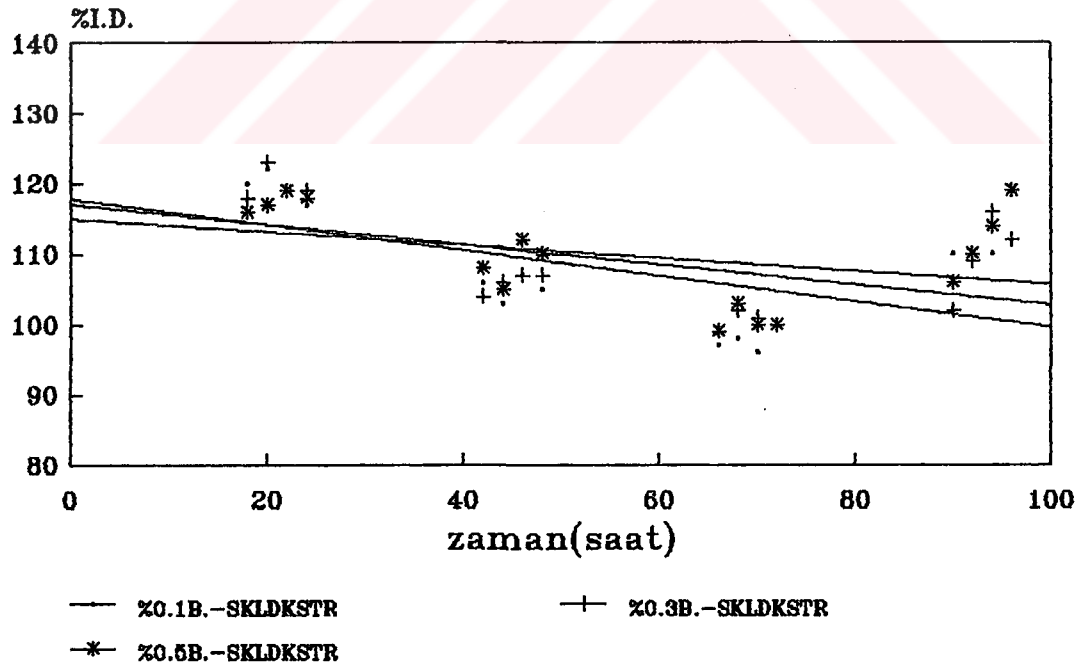
—*— %0.1ERYTHR.B.K.A.
—+— %0.3ERYTHR.B.K.A.

—*— %0.5ERYTHR.B.K.A.

ŞEKİL: 5.10. Erithorbik Asitin İnhibisyon Etkinliği (Isıl İşlem Uygulamalı)

TABLO: 5.17. Elma Suyu Enzimatik Kararma Reaksiyonunun Beta-Siklodekstrin Dekstrin İle İnhibisyonu (Isıl İşlem Uygulamalı)

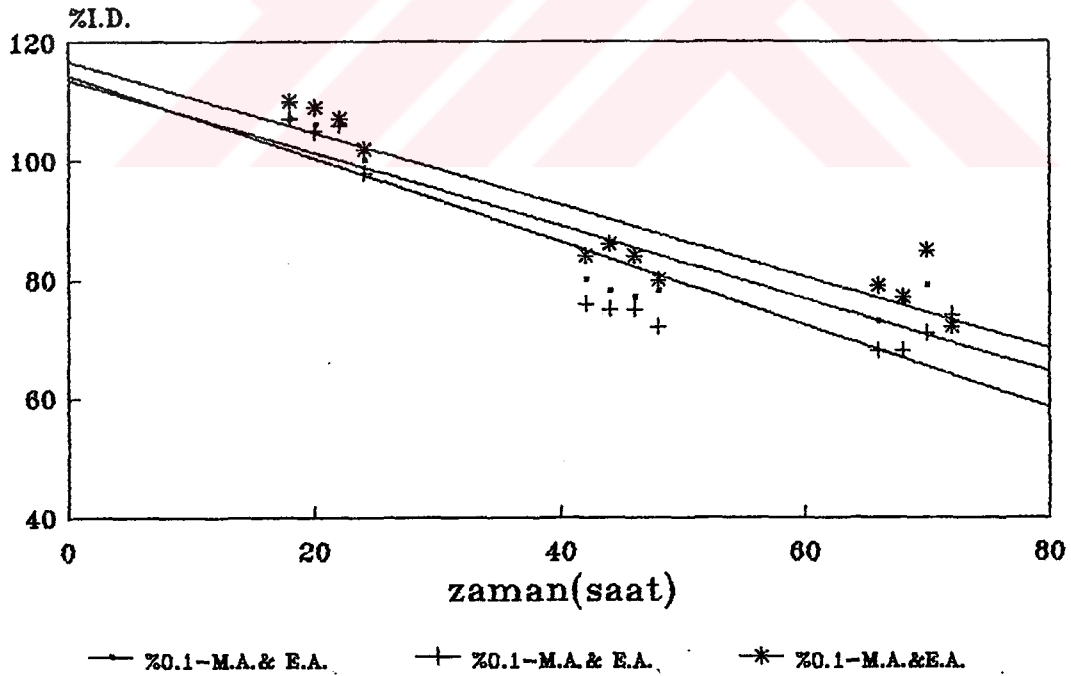
Zaman (saat)	% 0.1 (40 ppm)		% 0.3 (120 ppm)		% 0.5 (200 ppm)	
	abs	% I.D.	abs	% I.D.	abs	% I.D.
18	0.50020	120	0.48695	118	0.48199	116
20	0.50700	122	0.50889	123	0.48755	117
22	0.49400	119	0.49118	119	0.49252	119
24	0.48669	117	0.49036	119	0.49033	118
42	0.44101	106	0.42905	104	0.44994	108
44	0.42940	103	0.43675	106	0.43675	105
46	0.44302	107	0.44391	107	0.46310	112
48	0.43616	105	0.44366	107	0.45753	110
66	0.40208	97	0.40833	99	0.41211	99
68	0.40669	98	0.42247	102	0.42581	103
70	0.40125	97	0.41833	101	0.41429	100
72	0.39850	96	0.41261	100	0.41321	100
90	0.41339	100	0.42111	102	0.44125	106
92	0.45502	110	0.44911	109	0.45828	110
94	0.45647	110	0.47844	116	0.47133	114
96	0.45827	110	0.46394	112	0.49568	119



ŞEKİL: 5.11. Beta-Siklodekstrinin İnhibisyon Etkinliği (Isıl İşlem Uygulamalı)

TABLO: 5.18. Elma Suyu Enzimatik Kararma Reaksiyonunun Malik-Erithorbik Asit Karışımı İle İnhibisyonu (Isıl İşlem Uygulamalı)

Zaman (saat)	% 0.1 (40 ppm)		% 0.3 (120 ppm)		% 0.5 (200 ppm)	
	abs	% I.D.	abs	% I.D.	abs	% I.D.
18	0.54596	107	0.53531	107	0.52470	110
20	0.54099	106	0.52356	105	0.51930	109
22	0.53682	106	0.52989	106	0.50995	107
24	0.50925	100	0.48991	98	0.48701	102
42	0.40714	80	0.37788	76	0.37981	84
44	0.39774	78	0.37590	75	0.41063	86
46	0.38952	77	0.37182	75	0.40003	84
48	0.39400	78	0.35655	72	0.38460	80
66	0.37132	73	0.33792	68	0.37892	79
68	0.38850	76	0.33727	68	0.36845	77
70	0.39948	79	0.35480	71	0.46628	85
72	0.36952	73	0.37068	74	0.34251	72



ŞEKİL: 5.12. Malik-Erithorbik Asit Karışımının İnhibisyon Etkinliği (Isıl İşlem Uygulamalı)

Örneklerin belli zaman aralıklarında PH ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen değerler Tablo 5.19,5.20, 5.21,5.22,5.23,5.24'de verilmiştir. Tablo değerlerinden görüldüğü gibi PH değerleri pek değişmediğinden deneyler sırasında PH ayarlaması yapılmamıştır.

TABLO: 5.19. Malik Asit Uygulaması

Konsantrasyon Zaman(saat)	pH		
	0.1	0.3	0.5
Başlangıç	5.08	5.02	4.95
24	5.11	5.02	5.00
48	5.10	5.05	5.00
72	5.10	5.04	4.99
96	5.10	5.01	5.00

TABLO: 5.20. Askorbik Asit Uygulaması

Konsantrasyon Zaman(saat)	pH		
	0.1	0.3	0.5
Başlangıç	5.21	5.19	5.15
24	5.20	5.19	5.20
48	5.20	5.20	5.21
72	5.23	5.23	5.19
96	5.21	5.23	5.21

TABLO: 5.21. Sitrik Asit Uygulaması

		pH		
Zaman(saat)	Konsantrasyon	0.1	0.3	0.5
Başlangıç		5.23	5.14	5.06
24		5.21	5.14	5.09
48		5.22	5.13	5.07
72		5.23	5.14	5.09
96		5.21	5.12	5.09

TABLO: 5.22. Erithorbik Asit Uygulaması

		pH		
Zaman(saat)	Konsantrasyon	0.1	0.3	0.5
Başlangıç		5.18	5.11	5.06
24		5.17	5.11	5.05
48		5.18	5.10	5.06
72		5.19	5.12	5.05
96		5.17	5.11	5.05

TABLO: 5.23. Beta-Siklodekstrin Uygulaması

		pH		
Zaman(saat)	Konsantrasyon	0.1	0.3	0.5
Başlangıç		5.21	5.20	5.19
24		5.20	5.19	5.18
48		5.21	5.20	5.18
72		5.22	5.19	5.19
96		5.21	5.19	5.19

TABLO: 5.24. Malik-Erithorbik Asit Uygulaması

Konsantrasyon Zaman(saat)	pH		
	0.1	0.3	0.5
Başlangıç	5.24	5.17	5.12
24	5.23	5.18	5.11
48	5.24	5.17	5.12
72	5.22	5.16	5.12
96	5.23	5.17	5.11

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gıda maddeleri, mikrobiyolojik, enzimatik ve enzimatik olmayan nedenlere dayalı olarak fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişim meydana gelmek üzere bozulmaktadırlar. Gıda maddelerinin dayandırılmasında uygulanan bütün yöntemlerin amacı, mikrobiyolojik ve enzimatik değişimleri önlemek ve sınırlamaktır.

Elma suyunun enzimatik kararmasını bir süreç içinde kontrol etmek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada şu sonuçlar elde edilmiştir:

* Çalışmada, kimyasal inhibitör olarak malikasit, askorbik asit, sitrik asit, erithorbik asit, β -siklo-dekstrin kullanılmış ve bu inhibitörlerin ısıtıl işlem uygulanarak ve uygulanmadan inhibisyon etkinlikleri incelenmiştir.

-Malik Asit Denemeleri

* Isıtıl işlemsiz: % 0.1 MA 'de, başlangıç zamanını izleyen ilk 48 saat boyunca belirli aralıklarla gerçekleştirilen ölçümler neticesinde % 100'ün üzerinde bir etkinlik görülmüştür. Bu durumda, % 0.1 MA inhibisyonun yanısıra renk açmaya yönelik bir etki de göstermiştir. Bu etki 50. saate kadar bu şekilde devam ederken bundan sonra okunan absorban değerlerinde başlangıç değerine düşüş görülmüştür. Ancak buna rağmen inhibisyon etkinliği % 89-98 arasındadır.

% 0.3 MA için ölçülen absorbens değerleri ve buna bağlı olarak hesaplanan % inhibisyon değerleri genel görünüm olarak, % 0.1 MA 'da elde edilen değerlerden düşük olmasına karşın 50. saatten sonra % 0.3'lük MA % 0.1'e göre daha etkindir.

% 0.5 MA 'de ölçülen absorbens değerlerinin % 0.1-0.3 MA 'e göre daha düşük olmasına karşın inhibisyon etkinliğinin daha yüksek olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak % 0.5'lik MA 'nın kullanıldığı durumda % inhibisyon değerlerinin daha dar bir aralıkta değişmektedir.

* Isıl İşlem Uygulamalı:

% 0.1'lik ve % 0.3'lük MA 'nın ilk 24 saat süresince belirli aralıklarla yapılan ölçümler sonucu yüksek inhibisyon değerlerinin elde edilmesine karşın genel görünüm olarak :%0.1 MA daha etkindir. % 0.5'lik MA 'den elde edilen % inhibisyon değerleri ile % 0.1 MA 'den elde edilenler arasında bir paralellik söz konusu olmakla beraber ilk 24 saat için % 0.1 MA dan elde edilen % inhibisyon değerlerin daha yüksektir.

Bu değerlere göre, ısıtıl işlemin uygulanmadığı durumda, malik asitin belirlenmiş konsantrasyonlarında inhibisyon etkinlik derecelerinin daha yüksek olduğu söylenebilir.

- Askorbik Asit Denemeleri

* Isıl işlemsiz 94 saati kapsayan ölçümlerden hesaplanan % inhibisyon değerlerine bakacak olursak % 0.1 AA, % 0.3 ve % 0.5'lik AA 'a göre daha etkilidir.

Ancak 94. saatten sonra % 0.5 AA daha iyi sonuç vermektedir.

* Isıl İşlem Uygulamalı:

İlk 26 saatte % 0.5 AA 'nın daha iyi sonuçlar verdiğini söyleyebiliriz. 26. saatten sonra ise % 0.3 ve % 0.5'lik AA.'nın etkinlikleri hemen hemen aynı ancak % 0.1 AA'dan daha yüksektir.

Isıl işlem uygulaması ile gerçekleştirilen deneylerde elde edilen % inhibisyon değerlerinin daha dar bir aralıkta değiştiği görülmektedir.

Sitrik Asit Denemeleri

* Isıl İşlemsiz:

% 0.3 ve % 0.5'lik sitrik asit uygulamalarında birbirine yakın ve % 0.1'lik sitrik asitten daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Her üç konsantrasyonda da ilk 30 saat'de belli aralıklarla yapılan ölçümler neticesinde sitrik asidin inhibisyon etkinliğinin oldukça yüksek düzeyde olduğu gözlenmiştir. 50. saatten sonraki ölçümlerde elde edilen % inhibisyon değerleri geniş aralıkta değişmesine rağmen etkinlik oldukça yüksektir.

* Isıl İşlem Uygulamalı:

% 0.5'lik sitrik asit uygulamasında ilk 24 saat içinde yüksek inhibisyon değerleri elde edilmiştir. Aynı durum % 0.1-0.3'lük sitrik asit için geçerli olmakla beraber bu konsantrasyonlarda elde edilen % inhibisyon değerleri daha düşüktür. 24 saatten sonra

% inhibisyon deęerlerinde dūşūş olmasına raęmen kabul edilebilir sınırlar içindedir.

Bu değerlere göre, ısıı işlem uygulamasının inhi-
bisyon etkinliğini çok fazla etkilemediği sōylenabilir.

- Erithorbik Asit Denemeleri

* Isıl İşlemsiz:

Erithorbik asitin her üç konsantrasyonunda da
etkin sonuçlar elde edilmiştir.

* Isıl İşlem Uygulamalı:

Isıl işlemin uygulandığı durumda, % 0.3'lik erit-
horbik asit konsantrasyonunda ilk 24 saati gözönüne
alırsak diğer konsantrasyonlara göre daha iyi sonuçlar
ele geçmiştir.

-β-Siklodekstrin Denemeleri

* Isıl işlemsiz β-siklodekstrin için % 0.1-0.3
konsantrasyonlarında birbirine yakın sonuçlar elde
edilmiş, % 0.5 konsantrasyonuna göre bu iki konsantras-
yonda β-siklodekstrin, daha uzun süreli inhibisyon
etkinliği göstermiştir.

* Isıl İşlem Uygulamalı:

β-siklodekstrinin uygulanan her üç konsantrasyo-
nundan da tüm ölçüm peryodunda etkin değerler elde
edilmiştir.

* UV-spektrofotometre ölçümlerinde meyve suyu için ölçülen absorbans değerlerinin yüksek olması, meyva suyunun berraklığının ve renk açıklığının bir göstergesidir. Bu sebeple yüksek absorbans değerlerinin elde edildiği malik asit, sitrik asit, ve erithorbik asitin 2'li karışımları hazırlanarak inhibisyon etkinlikleri incelenmiştir. Buna göre;

- Malik Asit-Sitrik Asit Karışımı Denemeleri:

Sitrik ve malik asit, % 0.1, 0.3, 0.5 konsantrasyonlarında eşit miktarda karıştırılarak oluşturulan inhibitörler kullanılarak gerçekleştirilen denemelerde elde edilen % inhibisyon değerlerinin etkin düzeyde olduğu saptanmıştır.

- Malik Asit-Eritnorbik Asit Karışımı Denemeleri:

Belirlenmiş konsantrasyonlarda malik asit ve erithorbik asitin eşit miktarda karıştırılması ile oluşturulan karışımın ısıtma işlem uygulanması sonucu yüksek inhibisyon etkinliği göstermesine karşın sitrik-malik asit karışımı kadar etkin olmadığı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] CEMEROĞLU, B., ACAR, J., "Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi", Gıda Teknolojisi Derneği, Ankara, pp.34-55., 1986.
- [2] KESKİN, H., "Besin Kimyası"; Cilt 1, Fatih Yayın Evi, İstanbul, pp.561-633., 1981.
- [3] ARTIK, N., "Isıl İşlemin Meyvelerde Neden Olduğu Değişiklikler", Gıda, 13(4), pp.245-252, 1988.
- [4] ÖNER, N., TEKMAN,Ş., "Genel Biokimya" Baha Matbaası İstanbul, pp.305-321, 1974.
- [5] "Biochemistry of Food", Ed.by Michale Eskin, Academic Press, London, pp.401-432, 1990.
- [6] SAPERS, G.M., HICKS, K.B., "Inhibiton of Enzymatic Browning in Fruits and Vegetables", in ACS Symposium Series 405 Chemistry and Technology, Washington DC, pp.29-43, 1989.
- [7] MATHEIS, G., "Enzymatic Browning of Foods", Lebensmittel-Untersuchung und-Furschung, Vol.76., pp.452-462, 1983.
- [8] COSETENG, M.Y., LEE,C.Y., "Changes in Apple PPO and Polyphenol Concentrations in Relation to Degree of Browning", Journal of Food Science, Vol.52., pp.985-989, 1987.
- [9] BURDA, S., OLEŚZEK, W., LEE., Y.C., "Phenolic Compounds and Their changes in Apples during Maturation and Cold Storage", Journal of Agriculture Food Chemistry, Vol.38., pp.945-948, 1990.
- [10] PONTING, J.D., "The Control of Enzymatic Browning of Eruits", in Food Enzymes, Ed. by H.W. Schultz, The Avi Publishing Compan, Westport, Connecticut, pp.105-123, 1960.

- [11] RESNIK, S., CHIRIFE, J., "Effect of Moisture Content and Temperature on Some Aspects of nonenzymatic : Browning in Dehydrated Apple", Journal of Food Science, Vol.44, pp.601-605, 1979.
- [12] CHUN, Y.H., KIM, C.K., KIM, W.J., "Effect of Temperature pH and Sugars on Kinetic Property of Maillard Reaction", Korean Journal of Food Science and Technology, Vol.18., pp.55-60., 1986.
- [13] DUNBAR, J., "Use of Sulphur Dioxide in Commercial Drying of Fruits and Vegetables", Food Technology in New Zeland, February, pp.11-15, 1986.
- [14] KELEŞ , F., "Kükürt Dioksit ve Gıdalarda Kullanılması", Gıda 14(3), pp.159-164, 1989.
- [15] SAPERS, G.M., HICKS, K.B., PHILLIPS, J.G., GARZARELLA, L., PONDISH, D.L., HATULAITIS, R.M., MCCORMAC T.J., SONDEY, S.M., SEIB, P.A., EL-ATAWY, Y. S., "Control of Enzymatic Browning in Apple With Ascorbic Acid Derivatives, Polyphenol Oxidase Inhibitors, and Complexing Agents" Journal of Food Science, Vol.54, pp.997-1002. 1989.
- [16] KIVANÇ, M., "Gıda Koruyucusu Olarak Sorbik Asit ve Tuzları I Genel Özellikleri", Gıda 15(5), pp.315-320., 1989.
- [17] ANON, "Food Additives, Codex Alimentarius", FAO-WHO Food Standard Programme, pp.42-45, 50-52, 111-113, Roma, 1983.
- [18] KIAPP-JANOVITZ, A.H., RICHARD, C.F., GOUPY, P.M., NICHOLAS, J.J., "Inhibition Studies on Apple Polyphenol Oxidase", Journal of Agriculture Food Chemistry Vol, 38, pp.926-931, 1990.
- [19] SAPERS, G.M., ZIOLKOWSKI, M.A., "Comparision of Erythorbic and Ascorbic Acids as Inhibitors of Enzymatic Browning in Apple", Journal of Food Science, Vol.52, pp.1732-1733, 1987.
- [20] HICKS, B.K., TONG, B.S.C., "Sulfated Polysaccharides Inhibit Browning of Apple Juice and Diced Apples", Journal of Agriculture Food Chemistry Vol, 39, pp.1719-1722, 1991.
- [21] Kirk Othmer Encyclopadie of Chemical Technology second edition, Interscience Publishers a division of John Wiley and Sons Inc, New York, pp.534-535, 1965.

- [22] DOUGLAS, JR. FREDERIC, W.,SAPERS- G.M., "Measurement of Enzymatic Browning at Cut Surfaces and in Juice of Raw Apple and Pear Fruits", Journal of Food Science, Vol.52,pp.1258-1262,1987.
- [23] GÜNDÜZ, T., "Instrumentel Analiz", Bilge Yayıncılık, Ankara, 1990.



ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Mersin'de doğdu. İlk öğrenimini Mersin Çankaya İlkokulunda, Orta Öğrenimini M.E.V. Özel Toros Lisesi'nde tamamladı. 1987 senesinde İ.T.Ü. Kimya-Metalurji Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümüne girdi ve 1991 Haziran döneminde mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Kimya Mühendisliği Programında Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

İTÜ YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
T.C. İZMİR EKİLEME MERKEZİ