



**FARKLI KESTANE TÜRLERİNDE BAZI ENZİM
AKTİVİTELERİ ÜZERİNE MODİFİYE ATMOSFER VE
KONTROLLÜ ATMOSFER KOŞULLARININ ETKİSİ**

ERMAN YALDIZ



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

**FARKLI KESTANE TÜRLERİNDE BAZI ENZİM AKTİVİTELERİ ÜZERİNE
MODİFİYE ATMOSFER VE KONTROLLÜ ATMOSFER KOŞULLARININ
ETKİSİ**

Erman YALDIZ

**Yrd. Doç. Dr. Egemen DERE
(Danışman)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİMDALİ**

BURSA 2016

HER HAKKI SAKLIDIR

TEZ ONAYI

Erman YALDIZ tarafından hazırlanan “FARKLI KESTANE TÜRLERİNDE BAZI ENZİM AKTİVİTELERİ ÜZERİNE MODİFİYE ATMOSFER VE KONTROLLÜ ATMOSFER KOŞULLARININ ETKİSİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Egemen DERE

Başkan: Yrd. Doç. Dr. Egemen DERE
Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Anabilim Dalı



Üye: Prof. Dr. Nilüfer ÇİNKILIÇ
Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Anabilim Dalı



Üye: Yrd. Doç. Dr. Duygu UDUM KÜÇÜKŞEN
Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Biyokimya Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım


Prof. Dr. Ali Osman DEMİR
Enstitü Müdürü

14/07/2016



U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

27/06/2016

Erman YALDIZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI KESTANE TÜRLERİNDE BAZI ENZİM AKTİVİTELERİ ÜZERİNE
MODİFİYE ATMOSFER VE KONTROLLÜ ATMOSFER KOŞULLARININ ETKİSİ

Erman YALDIZ

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Egemen DERE

Kestane, ülkemiz meyveleri arasında önemli yer tutmaktadır. Kestanenin besin öğeleri; kestane türüne, çeşidine, yetiştiği ekolojik şartlara göre değiştiği gibi uygulanan işleme teknolojilerine göre de değişiklikler gösterir. Tepkimelerin oluşmasından sorumlu enzimler de bu değişikliklerden etkilenmektedir. Farklı modifiye atmosfer ve kontrollü atmosfer koşullarında muhafaza edilmiş Osmanoğlu ve Sariaşlama kestane çeşitlerindeki enzimatik değişimler kestane için önemli olmaktadır. Araştırmamızda, değişik atmosferik koşullar altında bazı enzimlerin aktivitesindeki değişikliklerin ortaya konması amaçlanmıştır.

Kestane örnekleri, Bursa ilinin Cumalıkızık mevkiinden hasat edildi. Elde edilen kestaneler, ağzı kapaklı plastik kasalarda hasat sonrası Fizyoloji Laboratuvarı'na getirildi. Kestaneler 100'er g'lık ambalajlar içerisinde daha önceden 0°C %90 nispi nem olarak ayarlanan soğuk hava deposuna alındı. Depoda bu koşullar altında 5 ay muhafaza edildi. Modifiye atmosfer(MA) koşulları için polietilen poşetler kullanılırken kontrollü atmosfer (KA) koşulları için 20lt'lik sızdırmaz variller kullanıldı. Gerekli homojenizasyon işlemlerinden sonra elde edilen homojenatlar, enzim kaynağı olarak kullanıldı.

Sonuç olarak, katalaz (CAT) enzim aktivitelerinin en düşük seviyelerde Sariaşlama kestane türü için normal atmosfer (NA) koşullarında soğuk su uygulamasında, Osmanoğlu kestane türü için ise NA koşullarında kontrol grubu uygulamasında olduğu gözlemlendi. Bununla birlikte APX enzim aktivitelerinin ise en düşük seviyelerde Sariaşlama kestane türü için modifiye atmosfer (MA) koşullarında 50µ kalınlığında vakumlu torba ile yapılan kontrol grubu uygulamasında, Osmanoğlu kestane türü için MA koşullarında 65µ kalınlığında vakumsuz torba ile yapılan soğuk su uygulamasında olduğu gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: *Castaneasativa* Mill., Katalaz, AskorbatPeroksidaz, Depolama

2016, viii + 40sayfa.

ABSTRACT

MScThesis

THE EFFECT OF MODIFIED ATMOSPHERE AND CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE CONDITIONS ON THE ACTIVITY OF SOME ENZYMES IN DIFFERENT CHESTNUT SPECIES

Erman YALDIZ

Uludağ University

Graduate School of Natural Applied Science

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Egemen DERE

The chestnut occupies a significant position among fruits of Turkey. Nutritional elements of a chestnut may differ not only due to its kind, variety and ecological conditions where it's grown, but also due to processing technologies applied. Enzymes, contributing to reaction-eliciting, are affected by these changes as well. Enzymatic changes play a critical role for the quality of two kinds of chestnuts, *Osmanoğlu* and *Sarıaşlama*, which are stored in different modified and controlled atmospheric conditions. The study aims to examine the changes in enzyme activities under different atmospheric conditions.

The study samples were harvested from the province, *Cumalıkızık*, near the city of Bursa in Turkey. All study chestnuts were kept in reserved plastic containers and carried to physiology laboratory after the harvest. The chestnuts were packed into 100gram bags and placed into cold storage room with 0 °C heat and 90 percent relative humidity, where they were kept for 5 months under these circumstances. For modified atmospheric (MA) conditions, polyethylene bags were preferred whereas seal barrels with 20lt capacity were used for controlled atmospheric (CA) conditions. The resulting homogenates, obtained from required homogenization steps, were used as enzyme sources.

In conclusion, it was observed that the catalase enzyme (CAT) activities were lower in *Sarıaşlama* chestnut in cold water application under normal atmospheric (NA) conditions and in *Osmanoğlu* chestnut in control group application under the same conditions. However, it was also observed that the ascorbate peroxidase (APX) enzyme activities under modified atmospheric conditions (MA) were lower in control group application of *Sarıaşlama* chestnut which was placed into vacuum bags with 50µ thickness and in cold water application of *Osmanoğlu* chestnut placed into non-vacuum bags with 65µ thickness.

KeyWords: *Castanea sativa* Mill., Catalase, Ascorbate Peroxidase, Storage

2016, viii + 40 pages.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım esnasında yardımını, ilgisini ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Egemen DERE' ye (Uludağ Üniversitesi Biyoloji Bölümü), desteklerinden dolayı değerli hocalarım Doç. Dr. Ferda ARI'ya(Uludağ Üniversitesi Biyoloji Bölümü), Doç. Dr. Şaban GÜVENÇ'e(Uludağ Üniversitesi Biyoloji Bölümü), Öğr. Gör. Murat ÇETİN'e (Uludağ Üniversitesi Gemlik Asım Kocabıyık Meslek Yüksekokulu), tezin gerek deney aşamasında gerekse yazım aşamasında yardımını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Duygu TUNÇ ve Pınar ALPER'e, ilgi ve desteği ile her konuda ve her zaman yanımda olan Çiğdem ÖZALP'e (Uludağ Üniversitesi Psikoloji Bölüm Sekreteri), tez yazım aşamasındaki yardımlarından ve sonsuz desteğinden dolayı F. Ece YALDIZ'a (Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Fizikokimya Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi), hayatımın her döneminde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen çok kıymetli AİLEM'e tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Erman YALDIZ

27/06/2016

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde Oranı
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat Derece
>	Büyüktür
<	Küçüktür
ϵ	Molar Soğurma Katsayısı
$\Delta E/\Delta t$	Birim Zamanda (1dk.) Absorbsiyon Farkı
BSA	Bovine Serum Albumin
$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	Askorbik asit
Cr	Krom
Cu	Bakır
CO_2	Karbondioksit
Ca	Kalsiyum
$\text{C}_{\text{protein}}$	Enzimin Derişimi
D	Işık Yolu
Fe	Demir
$\text{Fe}^{(2+)}$	Demir II İyonu
$\text{Fe}^{(3+)}$	Demir III İyonu
H_2O	Su Molekülü
H_2O_2	Hidrojen Peroksit
$\text{H}_3\text{O}^{(+)}$	Hidronyum İyonu
H_3PO_4	Fosforik Asit
K	Potasyum
Kcat	Turnover Sayısı
K_m	Enzim İçin Gerekli Substrat Miktarı
KH_2PO_4	Monopotasyumfosfat
K_2HPO_4	Dipotasyumfosfat
Mg	Magnezyum
Na	Sodyum
N_2	Azot
O_2	Oksijen
P	Fosfor
V	Son hacim
v	Kullanılan enzimin hacmi
Zn	Çinko

Kısaltmalar

APX
CAT
Cm
Dk
G
Kg
KA
Lt
 μ
 μ l
 μ mol
M
Ml
Mm
M
MA
MDHA
MÖ
Nm
NA
pH
Ppm
Rpm
Sn
Vb

Açıklama

AskorbatPeroxidaz
Katalaz
Santimetre
Dakika
Gram
Kilogram
Kontrollü Atmosfer
Litre
Mikron
Mikrolitre
Mikromol
Metre
Mililitre
Milimetre
Molarite
Modifiye Atmosfer
Monodehidroaskorbat
Milattan Önce
Nanometre
Normal Atmosfer
Hidrojenin Gücü
Milyonda Bir
Dakikadaki Devir Sayısı
Saniye
Ve Benzeri

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Kestanenin Kültür Tarihi ve Ekonomik Önemi	3
2.2. Kestanenin Başlıca Çeşitleri	3
2.3. Meyvelerin Depolarda Saklanması	5
2.4. <i>Castaneasativa</i> Mill. Türünün Doğal Bileşimi	7
2.5. Enzimler	7
2.5.1. Enzim Aktivitesini Etkileyen Faktörler	7
2.5.2. Enzimlerin Sınıflandırılması	9
2.5.3. Oksidoredüktazlar	9
2.6. Katalaz Enzimi (CAT)	10
2.7. AskorbatPeroksidaz Enzimi (APX)	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Kullanılan Malzemeler ve Kimyasallar	14
3.1.2. Kullanılan Araç ve Gereçler	14
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Fosfat Tamponunun Hazırlanması	15
3.2.2. <i>Castanea sativa</i> Mill. Örneklerinin Homojenizasyonu	15
3.2.3. Protein Tayini	15
3.2.4. CAT Aktivitesinin Belirlenmesi	17
3.2.5. APX Aktivitesinin Belirlenmesi	18
4. BULGULAR	20
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	32
KAYNAKLAR	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Brillant Blue G-250'nin molekül yapısı

15



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Bovine Serum Albumin (BSA) standart çözeltileri	16
Çizelge 3.2. CAT aktivite tayini için deney karışımı	17
Çizelge 3.3. APX aktivite tayini için deney karışımı	18
Çizelge 4.1. Sarıaşlama kestane türünde CAT enzim aktivitesinin değişimi	20
Çizelge 4.2. Osmanoğlu kestane türünde CAT enzim aktivitesinin değişimi	21
Çizelge 4.3. Normal, modifiye ve kontrollü atmosfer koşullarındaki farklı kestane türlerinin	23
Çizelge 4.4. Sarıaşlama kestane türünde APX enzim aktivitesinin değişimi	26
Çizelge 4.5. Osmanoğlu kestane türünde APX enzim aktivitesinin değişimi	27
Çizelge 4.6. Normal, modifiye ve kontrollü atmosfer koşullarındaki farklı kestane türlerinin APX enzim aktivitelerindeki değişiklikler	29

1.GİRİŞ

Kestaneler, Kuzey Yarım Küre'nin tüm ılıman bölgelerinde görülen bir kestane ağacı olan Kayingiller (Fagaceae) familyasına ait orman ağacı olarak bilinir. Bilimsel adı *Castanea sp.* olan kestane, ülkemizde de doğal şartlar altında yetiştirme olanağı bulunmaktadır. Kestane, yaprak döken meyveler grubu içerisine dahildir. Kestanenin dünya üzerindeki yayılım alanları incelendiğinde Doğu Asya (Japonya, Çin, Kore), Güney Avrupa, Kuzey Amerika ve Akdeniz ülkeleri göze çarpmaktadır. Ülkemizde ise Marmara, Karadeniz ve Ege bölgeleri gibi nemli koşullara sahip orman alanlarında *Castaneasativa* Mill. (Avrupa Kestanesi) türü kestane doğal olarak yetiştiği bilinmektedir. Türkiye, kestane üretimi bakımından oldukça önemli bir konumdadır. Ülkemizde yaklaşık 2,5 milyon kestane ağacı bulunmaktadır. İzmir, Aydın, Bursa, Manisa, Denizli, Muğla, Kütahya, Afyon ve Isparta illeri kestane yetiştiriciliği yapılan yerlerdendir. Kestane, sert kabuklu bir meyve olarak bilinir. Kestanenin deniz seviyesinden 700–800m yüksekliklere kadar yetiştiği bilinse de, bu durum ekolojik şartlara göre bir takım farklılıklar gösterebilir. Örneğin; İspanya'da 915m, Kuzey Afrika'da 1300m, Kafkaslar'da 1800m ye kadar yetişebilen kestane, Anadolu'da ise 1200-1300m yükseltiyeye kadar yetişebilmektedir (Subaşı 2004).

Kestaneler, yılın her ayının özellikle de kış aylarının vazgeçilmez besin öğelerinden birisidir. Ceviz, fındık vb. gibi sert kabuklu meyvelerin su oranlarının oldukça düşük olduğu gözlenirken (%5-10), bunların aksine kestanelerde su oranı oldukça yüksektir (%45-50). Ancak kestanelerin yağ ve protein oranları düşüktür (Dassler ve Heitmann 1991, Holland ve ark. 1992, Öztürk ve ark. 2010).

Kestane, çiğ olarak tüketilebildiği gibi suda haşlanarak ya da pişirilerek de tüketilmektedir. Aynı zamanda kestane konservesi, şekerlemesi, kestane kremi ya da püresi, pastası ve ezmesi yapılarak da tüketimi gerçekleştirilmektedir. Bu konuda, özellikle Bursa kestane ile birlikte anılmaktadır. Hem il içerisinde üretimi gerçekleştirilen hem de il dışından alınan kestaneler, kestane şekeri üretiminde kullanılmaktadır (Karadeniz 2013).

Kestane gibi sert kabuklu meyvelerin hasat işlemi gerçekleştikten sonra kalitelerinin korunması çok önemlidir. Hasat işlemi kış aylarında gerçekleştirilen kestanelerin tüketiciye sağlıklı bir şekilde ulaştırılabilmesi için saklama ve depolama koşullarının çok iyi belirlenmesi gerekmektedir. Kalitenin düşmemesi için depolama koşullarının kontrol edilmesi gerekir (Kibar ve Öztürk 2009).

Depolama koşulların en ideal ortamlar olup olmadığının araştırılması hususunda enzimler ayrı bir öneme sahiptirler. Enzimlerin yapı ve fonksiyonları ile aktivitelerindeki değişiklikler, metabolizmaları hakkında önemli bilgiler vermektedir. Özellikle besinlerin depolanması ve saklanması konusunda enzimlerin özelliklerindeki değişimlerin incelenmesi önem arz etmektedir. Stres altında meydana gelen serbest oksijen radikallerinin etkilerinin azaltılmasında hücreler, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar ile savunma yaparlar. Hücreler; flavanoidleri, karotinoidleri, ksantofilleri, alkaloidleri, sistein, mannitol, hidrokinon ve C vitaminlerini enzimatik olmayan antioksidan moleküller olarak kullandığı gibi, katalaz (CAT), askorbatperoksidaz (APX), süperoksitdismutaz (SOD), glutatyonredüktaz ve peroksidazları da enzimatik antioksidanlar olarak kullanmaktadırlar (Nelson ve Cox 2008).

Biz de bu tez çalışmasında kestanelerin farklı saklanma koşullarında oluşan stresler altında APX ve CAT enzim aktivitelerindeki değişimleri araştırmayı amaçladık.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kestanenin Kültür Tarihi ve Ekonomik Önemi

Avrupa kestanesi veya tatlı kestone (*Castaneasativa*Mill.) olarak tanımlanan grup, kestanelerin genel olarak Akdeniz ülkelerinde görülen yerli bir türüdür. Avrupa kestanesi türünün yetiştirildiği yer net olarak bilinmemektedir. Eski Yunan ve Romalı yazarlardan oluşan bir gruba göre bu kestone türü, MÖ 5. yüzyılda Anadolu'dan alınıp Yunanistan'a, daha sonra da buradan alınıp Güney İtalya ve İspanya'ya götürülmüştür. Bazı yazarlara göre ise bu kestone türünün ilk olarak görüldüğü yer Anadolu'da Kastanis (Kastamonu) şehridir ve ismini de buradan almıştır. Bugünkü doğal yayılış alanı dışında kestanenin Fransa, Batı İsviçre, Batı Almanya, Güney Hollanda, Belçika, Güney İngiltere ve İrlanda'da da yetiştirildiği görülmektedir (Anonim 2014).

2.2. Kestanenin Başlıca Çeşitleri

- ✓ Amerikan Kestanesi (*Castaneadentata*)
- ✓ Çin Kestanesi (*Castaneamollissima*)
- ✓ Japon Kestanesi (*Castaneacrenata*)
- ✓ **Avrupa Kestanesi (*Castaneasativa*)**

CastaneasativaMill. Türünün Özellikleri: Tatlı kestone ya da Avrupa kestanesi olarak bilinen *Castaneasativa*Mill., Avrupa'da *Castanea* cinsinin tek türü olarak bilinmektedir. Bu tür, Batı Avrupa'dan başlayıp doğuya kadar uzanan ve yıllık total yağış miktarının 600mm den daha yüksek olduğu bölgelerdeki pH oranının 4,5-6,5 olduğu asidik topraklarda çok yaygın dağılım göstermektedir (Prospero ve ark. 2013).

Türkçe adı Anadolu kestanesi olan *Castaneasativa*Mill. türü genel olarak sonbahar aylarında hasat edilir. Yetiştigi mevsimden dolayı hüznün meyvesi olarak adlandırılan kestanenin bu türü, bazı bölgelerde ise halk arasında dağların ekmeği olarak da isimlendirilmektedir. İlk zamanlara bakıldığında özellikle Alp yöresinde yaşayan

insanların beslenmelerinin 4-6 aylarını kestane ağırlıklı geçirdiği bilinmektedir. Bu yörelerde kişi başına düşen kestane tüketiminin yılda 150kg civarı olduğu belirtilmektedir (Karadeniz 2013).

Bazı Önemli Kestane Çeşitleri: Kestane yetiştiriciliğinde çeşit seçimi yapılırken; birbirini dölleyen verimli türler olmasına, meyvesinin iri olmasına, özellikle meyve iç zarının tohuma yapışık olmasına ve kolay hasat edilebilir özellikte olmasına dikkat edilmelidir. Bu amaçla yetiştirilen bazı önemli kestane çeşitleri şunlardır;

***Sarıaşlama:** Ağacı yarı dik gelişim göstermekle beraber orta kuvvettedir. Meyveleri genelde oval ve tabanları düz olmakla beraber meyve kabuğu kahverengi ve ince, meyve eti ise krem rengindedir. Kestane hamuru yapımında ve sofrta tüketiminde kullanılır.

***Osmanoğlu (Bursa erkenci):** Erkenci olarak da bilinen bu türün meyveleri genellikle oval şekilli ve meyve içi krem rengindedir. Osmanoğlu kestane çeşidi, sonbaharda eylül ayının üçüncü haftası olgunlaşır. Tozlayıcıları; karamehmet, firdola ve sarıaşlamadır. Kestane şekeri yapımında kullanılır.

***Hacıbiş:** Yayvan şekilde gelişim gösteren ağacı orta kuvvettedir ve meyveleri genellikle çok küçük, geniş ve oval olmakla birlikte meyve kabuğu ise kalındır. Meyve eti oldukça kalitelidir. Eylül ayının üçüncü haftası olgunlaşmaktadır. Tozlayıcıları; karamehmet ve firdoladır. Sofralık tüketim için de kullanılır.

***Mahmutmolla:** Ağaçları orta kuvvettedir ve dik gelişim gösterir. Meyveleri genellikle orta iriliğe sahiptir. Bu tür, taze iken oldukça zor soyulur. Hasat işlemi eylül ayının son haftasında yapılır. Hamur yapımına uygun bir türdür. Tozlayıcısı ise sarıaşlamadır.

***Hacıömer:** Genelde yayvan gelişim gösteren ağaçları orta kuvvettedir. Bu türün meyveleri orta iriliktedir ve verimli bir türdür. Eylül ayının üçüncü haftasında hasat edilir. Hamur yapımı için kullanılır.

Kestaneyi pomolojik olarak sınıflandırdığımızda ise karşımıza iki çeşit çıkar:

***Marrone:** Bilinen en yüksek kaliteye sahip meyvelerdir. Tohum zarı meyveyi bölmemekle birlikte meyve içerisine girmez. Daha iri olarak göze çarpan meyvelerdir.

***Chataigne:** Bu türde ise tohum zarı meyveyi bölüp meyve içerisine girer. Meyveleri daha küçüktür (Anonim 2013).

2.3. Meyvelerin Depolarda Saklanması

Depolama işlemi, meyvenin parlaklık, canlılık ve besin değerinde meydana gelecek değişiklikleri en aza indirmek için yapılır. Sağlıklı bir depolamanın yapılabilmesi için meyvelerin özelliklerinin bilinmesi gerekir. Örneğin; sıcaklık artışı ve fazla su, meyvelerde küflenme ve aflatoksin oluşumuna neden olacaktır. Dolayısıyla bu değerlerin kontrol altında tutulması gerekir. Küf oluşumunun önüne geçilebilmesi için sert kabuklu meyvelerin nemi, depo iç nemi ve depo sıcaklığı kontrol altında tutulmalıdır.

Kestanenin uzun süre depolanabilmesi için düşük sıcaklık (0-0,5°C), %70-75 nem ve delikli ambalaj kaplar içerisinde korunması gerekir. Bu şartlarda kestane 4-5 ay kalitesini koruyabilmektedir. Hasat işlemi gerçekleşen kestane meyvelerinde şeker, organik asit, pektin ve tanen gibi bileşikler parçalanmaya başlar. Meyvelerin içerdiği su miktarı azalır. Suyu azalan meyveleri depoda saklamak oldukça önemlidir.

Bu amaçla kullanılan depolar 4 gruba ayrılır (Kibar ve Öztürk 2009).

1- Dış hava ile soğutulan (geleneksel, basit, adi) depolarda depolama: Basit ya da geleneksel depolama olarak bilinen bu sistem özellikle üretim yapılan bölgelerde hala büyük ölçüde kullanılmaktadır. Nevşehir ve Niğde yörelerinde tuf kayalar içerisine oyulmuş doğal depolar olarak bulunan depolar (elma, patates ve limon) ile Erdemli Hacıalanı ve Silifke Kırobası (limon) bu depolama şeklinin en uygun örneklerini oluşturmaktadır.

2- Termomekanik yolla soğutulan (soğuk hava) depolarda depolama:

Soğuk hava depolarında depolama; hiçbir şekilde dış ortamdan etkilenmeyen, koşulların meyve türlerine göre ayarlanabildiği ve bozulabilir özellikteki meyvelerin korunması için uygulanan bir yöntemdir. Soğukta depolama işleminde en önemli husus, depo sıcaklık derecesidir. Uygulanacak bu sıcaklık derecesi, depolama işlemi

gerçekleştirilecek olan meyve ve sebzenin donma noktasının 1-2°C üstünde bulunur. Yani, soğukta depolama işleminde ürün kesinlikle donmaz.

3- Kontrollü atmosferde depolama (KA):

Bu depolama şeklinde hava nemi ve sıcaklığın yanında depo hava bileşimi de ayarlanabilmektedir. KA koşullarında depolama işleminde amaç; hem meyvenin hem de zararlıların işlevlerini devam ettirebilmeleri için gerekli olan oksijen gazını kısa sürede ortamdaki uzaklaştırmaktır.

Soğuk depolama işleminde uygulanan ve ortam havası bileşiminin içerdiği oksijeni (O₂) azaltıp karbondioksiti (CO₂) artırma işlemi, birçok meyve ve sebzenin olumsuz koşullara dayanabilme süresini normal soğuk depolamaya göre arttırmıştır. KA koşullarında yapılacak işlemlerden biri O₂ oranını azaltmak, diğeri ise CO₂ oranını arttırmaktır. Bu iki işlemden bir tanesi tercih edilir.

Ülkemizde bu yöntem özellikle elma ve armut depolanmasında kullanılmaktadır. Sert kabuklu meyvelerden biri olan kestane de ekonomik bir şekilde kontrollü atmosferde depolanmaktadır. Bunun nedeni ise kestanenin ihtiva ettiği yüksek su oranından kaynaklanan yüksek solunum hızıdır. Kestane için KA koşullarında verimli bir şekilde depolanabilmesi için gereken bazı şartlar vardır. Bunlardan bazıları; depo ortamının içerdiği CO₂ derişiminin >%15 olması ve O₂ derişiminin <%5 olmasıdır.

4- Modifiye atmosferde depolama (MA): Bu depolama yöntemi, farklı gaz geçirgenliği özelliklerini taşıyan plastik film veya torbaların kullanılarak, kapalı şartlar altında ürünlerin solunumu neticesinde ortamdaki O₂'i tüketip CO₂'i artırmaları sonucu oluşan atmosfer bileşiminin, ürünlerin raf ömrünü uzatacak bir biçimde değiştirilmesi esasına dayanan bir işlemdir. Yani, bu kapalı sistem içerisindeki değişen hava bileşimi, plastik madde geçirgenliği ve hava değişimi ile ilişkili olarak değişim gösterir. Nem oranının artması ve plastik örtünün incilmesi gaz geçirgenliğinde bir artış meydana getirir.

MA'nın avantajları şunlardır;

- ✓ Ürünler, yalnızca soğukta muhafaza işlemine göre daha uzun sürede ve daha kaliteli şekilde depolanırlar. Ayrıca ürünlerin raf ömürleri de daha uzundur.
- ✓ Ürünü olumsuz dış etkenlerden (mekanik zarar, kirlilik, böcek zararı) korur. Bu yöntem, ürünü katma değerli bir ürün haline dönüştürür.
- ✓ Süper marketlerde daha rahat bir kullanım sağlar.
- ✓ Ağırlığı daha önceden belirlenmiş olan paketlere barkod numarası ve marka besin değeri ile ilgili bilgiler yazılabilir.
- ✓ Ürünlerdeki su kaybı önlenmiş olur.

MA koşullarında görülen paketleme şekilleri şunlardır:

- ✓ Plastik torba (Box liner)
- ✓ Palletcover: Palet üzerine yerleştirilen kasaların etrafının MA film ile sarılması
- ✓ Tüketici ambalajı

2.4. *Castaneasativa* Mill. Türünün Doğal Bileşimi

Yapılan bir çalışmada *Castaneasativa* Mill. kestane türünün farklı lokasyonlardan toplanan olgunlaşmış meyvelerinin nem, kül, yağ, ham lif, ham protein, toplam karbohidrat, toplam fenol, Ca, Mg, Na, K, P, Zn gibi kimyasal özellikleri belirlenmiştir.

Kestanelerde 2090-2710ppm Ca, 1216-1713ppm Mg, 10719-14867ppm K, 1627-1849ppm P, 297-418ppm Na ve 47-79ppm Zn elementlerinin bulunduğu belirlenmiştir (Er ve ark. 2013).

2.5. Enzimler

Kimyasal tepkimeleri başlatan ve bu tepkimeleri hızlandıran, genellikle protein yapıdaki maddeye enzim adı verilir. Enzimlerin proteinden meydana gelen kısmı apoenzim olarak isimlendirilir. Enzimlerin çalışmalarında görev alan ve yapılarında vitamin bulunan organik moleküllere koenzim denirken inorganik özellikteki yardımcılarına ise kofaktör denir. Aktif haldeki enzim ise holoenzim olarak bilinir. Enzimler hücre içinde aktif oldukları gibi hücre dışında da aktivitelerini sürdürebilen moleküllerdir. Gerek hücre içinde gerekse hücre dışında optimum şartlar altında çalışırlar (Nelson ve Cox 2008).

2.5.1. Enzim Aktivitesini Etkileyen Faktörler

Bir enzimin aktivitesini; enzim ve substrat derişimi, pH, sıcaklık, zaman ve tepkime ürünleri gibi faktörler değiştirmektedir (Nelson ve Cox 2008).

- Enzimderişiminin etkisi

Tepkimenin hızı ile enzim derişimi arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Substrat derişimi sabit tutulup, enzim derişimi artırılırsa, substratın tamamı enzim-substrat kompleksi oluşturana kadar tepkime hızı artar. Substratın tükendiği noktada ise enzim tepkimesi sabitlenir.

- Substratderişiminin etkisi

Enzim derişiminin sabit olduğu noktada, enzim tepkimesinin hızı belirli bir ana kadar substrat derişimi ile artış gösterir. Bir noktadan sonra substratderişiminin artması, tepkime hızını değiştirmez.

- pH'nın etkisi

Bir enzimin tepkime hızı daima ortamın pH'sı ile ilişkilidir. pH değerinin belli olduğu bir ortamda enzimin etkisi maksimum seviyededir. Bu noktadaki pH değerine enzimin optimum pH'sı adı verilir. Optimum pH'nın aşağısını veya yukarısını kapsayan bölgelerde tepkime hızının daha az olduğu ve belirli bir pH değerinden sonra ise enzimin tamamen etkisiz kaldığı görülür.

- Sıcaklığın etkisi

Enzimatik tepkimelerin hızları sıcaklık artışı ile belirli bir dereceye kadar artış gösterir. İn vitro enzim tepkimeleri genelde 37-40°C'de gerçekleştirilir. Her enzim için geçerli olan ve enzimin birim zamanda substratınien fazla sayıda değişikliğe uğrattığı belli bir sıcaklık değeri vardır. Bu sıcaklık değerine o enzimin optimum sıcaklığı denir.

- Zamanın etkisi

Enzimlerin optimum sıcaklık ve pH değerleri zamana bağlı olarak değişebilmektedir. Zaman ilerledikçe ortam şartları değişmektedir.

- Tepkime ürünlerinin etkisi

Tepkime ürünleri metabolik yolun başındaki enzimi inhibe ettikleri için tepkime hızında azalmalar gözlenir. Allosterik yere bağlanan madde, enzimin etkili bölgesinde biçimsel olarak bir farklılık meydana getirebilir. Bu olaya allosterik etki adı verilir.

2.5.2. Enzimlerin Sınıflandırılması

Enzimleri şu şekilde sınıflandırabiliriz;

1. Oksidoredüktazlar: İki substrat arasında oksidasyon-redüksiyon tepkimelerini katalizleyen enzimlere denir. Dehidrogenazlar, peroksidazlar ve redüktazlar bu grubun enzimleridirler.

2. Transferazlar: Fonksiyonel bir grubu bir bileşikten diğer bileşiğe aktaran (amino, karboksil, karbonil, metil, açıl, glikozil, fosforil) enzimlerdir.

3. Hidrolazlar: Bir karbon atomu ile başka bir atom arasında bulunan bağı su ekleme yolu ile kıran yani hidroliz eden enzimlere verilen isimdir. Substratlarına göre gruplandırılırlar; peptidazlar, esterazlar, lipazlar, fosfolipazlar, glikozidazlar, fosfatazlar gibi.

4. Liyazlar: Substratta bulunan bir grubun hidrolitik olmayan bir çift bağ oluşturarak ayrılmasını katalizleyen enzim grubudur. Karbon-karbon, karbon-sülfür ve karbon-azot bağı kırılmasını katalizleyen enzim grupları bu sınıftadır.

5. İzomerazlar: Pozisyonel, geometrik veya optik izomerlerin birbirlerine dönüşümlerini ve molekül içi grup transferini gerçekleştiren enzimlere denir. İzomerazlar, rasemazlar, epimerazlar ve mutazlar bu sınıfta yer alırlar.

6. Ligazlar: ATP'den ortaya çıkan enerjiyle, karbon atomu ve O₂, kükürt, azot gibi atomlar arasında bağ oluşturan enzim grubudur. Ligazlar, sentetazlar olarak da bilinirler (Nelson ve Cox 2008).

2.5.3. Oksidoredüktazlar

Oksidoredüktazlar, iki substrat arasındaki yükseltgenme-indirgenme tepkimelerini katalize eden enzimlerdir. Aerobik koşullar altında yaşayan canlılar hücrelerinde ikinci substrat olarak O₂ molekülünü kullanabilirler. Bitkilerin birçoğu, bazı fenol türevlerini polifenoloksidaz enzimlerinin etkisi ile yükseltgerler. Bu esnada elektron alıcılığı görevini havanın O₂'i yapar. Katekolaz ve tirozinaz gibi enzimler katekol türevlerini yükseltger (Higashi ve ark. 1974, Halliwell ve ark. 1990, Nicholls ve ark. 2001).

Bitkilerde bu tepkimeler sonucu kinon türünde maddeler birikir. Meydana gelen kinon ya da türevleri polimerleşerek renkli ürünler meydana getirir. Bundan dolayı, kesilerek havanın O₂'i ile teması arttırılan elma, patates gibi meyve ve sebzeler bir süre sonra esmerleşirler.

Bunun gibi kimyasal tepkimelerin çay endüstrisinde fermantasyon sırasında renk, koku ve tat ayarlamak yönünden çok büyük önemi vardır. Bu tür tepkimeler hayvan, haşere ve tümörlerde bazı siyah ve kahverengi lekelerin meydana gelmesine de sebep olmaktadır. Aslında, yükseltgenme-indirgenme tepkimelerinin tüm canlı sistemlerdeki önemi büyüktür. Örneğin; bitki, hayvan ve aerobik mikroorganizmaların havadaki O₂'den yararlanmalarında substrat olarak sitokromlar rol oynamaktadır. Bunların etken gruplarında demir bulunmaktadır. Bir hayli karmaşık bir tepkime sonunda demir II iyonundaki (Fe⁽²⁺⁾) bir kısım elektronlar O₂'e aktarılır. Bu esnada çözeltide bulunan hidronyum iyonları (H₃O⁺) ile O₂, su vermek üzere birleşir. Bu işlem sitokromoksidaz enzimi tarafından hızlandırılmaktadır:



Aslında bu tepkime sırasında meydana gelen sitokrom - Fe⁽³⁺⁾ ürününü indirgeyerek yeniden sitokrom - Fe⁽²⁺⁾ substratına dönüştüren bir koenzim de rol oynamaktadır. Oksidazların bazıları ile olan tepkimelerde su yerine hidrojen peroksit (H₂O₂) oluşur. Meydana gelen H₂O₂ kuvvetli bir yükseltgendir ve hücreleri öldürmesi bile söz konusu olabilir. Ancak, metabolizmada bulunan CAT ya da peroksidaz enzimleri H₂O₂'i katalize ederek etkisiz hale getirir (Higashi ve ark. 1974, Halliwell ve ark. 1990, Nicholls ve ark. 2001).

2.6. Katalaz (CAT)

CAT, doğada özellikle bitkilerde oldukça bol miktarda bulur. CAT enzimi, H₂O₂'in indirgenmesinden ve parçalanmasından sorumludur. CAT, peroksizomların yapısal bir bileşeni olan oksidaz enzimlerinden bir tanesidir. Aerobik mikroorganizmaların tamamında, bitkilerde, omurgalı ve omurgasız canlılarda bulunan bu enzim oldukça yüksek bir turnover sayısına sahiptir. CAT aktivitesi özellikle memeli dokularında çok çeşitlilik gösterir, karaciğer ve böbrekte yüksek miktarda iken, bağ dokularında

düşüktür. İnsan eritrositleri ise CAT bakımından oldukça zengindir. CAT'ı en fazla içeren organelperoksizomlardır. Peroksizomlar, hayvan hücrelerinde yağ asitlerinin oksidasyonunu ile kolesterol ve safra asitlerinin sentezini sağlar. H₂O₂, yağ asidi oksidasyonu tepkimesinin bir yan ürünü olarak bilinir. Antikorlar, H₂O₂'i bakterileri öldürmek için üretirler. Her iki durumda da CAT, hücreyi H₂O₂'in zararlı etkilerinden korumaktadır (Higashi ve ark. 1974, Halliwell ve ark. 1990, Nicholls ve ark. 2001).

CAT'ın bilinen en önemli görevi; H₂O₂'in su ve oksijene dönüştürülmesini katalizlemesi ve böylece hücrel bileşiklere zarar vermesini engellemesidir. Şayet H₂O₂, CAT tarafından hidroliz edilmezse vücut için oldukça tehlikeli serbest radikallerden biri olan hidroksil radikalının öncülü gibi davranır. Bu durum ise hücrede kalıcı ve büyük hasarlar meydana getirir. CAT, oldukça fazla sayıda fizyolojik fonksiyona sahiptir. CAT, organellerde H₂O₂ seviyelerinin bir regülatörü gibi davranır. Ayrıca, karaciğer peroksizomlarında amino asit oksidaz ve urikaz gibi birkaç hidrojen peroksit üreten enzimle birleşim göstererek spesifik bir peroksidaz gibi rol oynar. CAT'ın katalitik verimliliğine bakılırsa (k_{cat}/K_m) $4.0 \times 10^8 \text{m}^{-1} \text{s}^{-1}$ 'dir. Bu oran oldukça yüksektir. Bilinen bütün enzim grupları içinde en yüksek dönüştürme sayılarından birine sahiptir (40 000 000 molekül/dk). Bu yüksek hız oranı CAT enziminin, H₂O₂'in detoksifikasyonundaki yeteneğini ortaya koymaktadır (Dhaese 1996).

2.7. ASKORBAT PEROKSİDAZ (APX)

APX, tüm ökaryotik canlılarda görülen peroksidaz ailesinin önemli bir üyesidir. APX, hücrelerde meydana gelen fizyolojik olaylar sonucu ortaya çıkan H₂O₂'in hasarlarını ortadan kaldırır. Bu enzim baskın olarak sitoplazmada, mitokondrilerde ve kloroplastlarda bulunur. APX, yüksek bitkiler, algler ve kamçılılar gibi çok sayıda organizmada reaktif oksijen türevlerine karşı gerçekleştirilen savunma mekanizmasında oldukça önemli bir role sahip olan enzimatik bir antioksidandır (Shigeoka ve ark. 2002). APX, H₂O₂'e karşı CAT'a kıyasla daha yüksek bir afiniteye sahiptir. APX, H₂O₂'i nötralize etmek için askorbatı bir elektron vericisi olarak kullanılır. Bu enzim, askorbat-glutasyon döngüsündeki ilk enzimdir (Halkier ve Gershenzon 2006).

APX, indirgeyici askorbik asit eşliğinde H₂O₂'i suya ve monodehidroaskorbat (MDHA) radikaline katalizleme görevini yerine getirir. ($2 \text{ Askorbat} + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{APX}} 2 \text{ MDHA} + 2$

H₂O) tepkime esnasında enzimin fizyolojik substratı olarak bilinen askorbatı elektron vericisi olarak kullanır. Askorbatın dışında bazı aromatiksubstratların da oksidasyonunu katalizler (Shigeoka ve ark. 2002).

Tepkimenin ara ürünü olan MDHA radikali başka bir enzim tarafından tekrar askorbata indirgenir. Askorbat hücre içerisinde, peroksidaz ise sitozolde, kloroplastlarda, peroksizomlarda bulunur. (Toprak 2007).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak Osmanoğlu ve Sariaşlama kestane çeşitleri (*Castaneasativa* Mill.) kullanıldı. Kestane örnekleri, Bursa ilinin Cumalıkızık mevkiinden dalından silkeleme metodu ile hasat edildi. Hasat edilen kestaneler, ağzı kapaklı plastik kasalarda Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi hasat sonrası Fizyoloji Laboratuvarı'na getirildi. Burada kestanelerin çürük, kurtlu ve ezik olanlarının ayıklama işlemi gerçekleştirildi. Kestaneler 100'er g'lık ambalajlar içerisinde daha önceden 0°C %90 nispi nem olarak ayarlanan soğuk hava deposuna alındı. Depoda bu koşullar altında 5 ay muhafaza edildi. MA'de polietilen poşetler kullanıldı. KA'de ise 20 lt ağırlığında sızdırmaz variller içerisinde gerçekleştirildi. KA'de bu ortamı oluştururken, O₂ miktarı ortam içerisine azot verilerek düşürüldü. Kabin iç hacminin O₂ oranı %2'de sabitlendi. Dışarıdan aynı şekilde CO₂ verilerek CO₂ oranı da %10, %15 ve %20 olarak sabitlendi.

Örnek gruplarımız,

1. Kontrol Grubu (Herhangi bir muamele uygulanmamış kestane örnekleri)
2. 5. Ay Modifiye atmosferik paketlenme (MA) grubu
3. 5. Ay Kontrollü atmosfer (KA) (10:2; CO₂:O₂) grubu
4. 5. Ay Kontrollü atmosfer (KA) (15:2; CO₂:O₂) grubu
5. 5. Ay Kontrollü atmosfer (KA) (20:2; CO₂:O₂) grubu

MA ve KA terimleri; bozulabilir nitelikteki ürünün etrafını saran atmosferik kompozisyonun normal havadan farklı olması anlamını taşımaktadır. Bu ortamlarda CO₂, O₂ ve azot (N₂) gazları seviyelerinin ayarlanması gerekmektedir. Bu gazların dışında bazı zamanlarda karbon monoksit etilen, propilen ve asetilen gibi diğer gazlar da ortamda yer almaktadır. MA'in KA'den tek farklılığı; kısmi gaz basınçlarının nasıl kontrol edildiğidir. KA'de, MA'e göre daha sıkı kontrol gerçekleştirilmekte ve ürünlerdeki biyokimyasal tepkimeler sonucu değişen ortam atmosferi sürekli sabit tutulmaya çalışılmaktadır.

3.1.1 Kullanılan Malzemeler ve Kimyasallar

- Kestane tohumu (*CastaneasativaMill.*)
- Sıvı azot
- 0,059 M H₂O₂(%30)
- Fosfat tamponu (KH₂PO₄, K₂HPO₄)(Merc)(Ph:7)
- Distile su
- Standartaskorbik asit (Merc)
- Coomassiebrillant Blue G 250
- Etanol (%95)
- Bovine serum albumin (BSA)
- 25 ml %85 Fosforik asit (H₃PO₄)
- Sıcak su (45°C)
- Soğuk su (15°C)

3.1.2 Kullanılan Araç ve Gereçler

- Havan
- Spektrofotometre (JENWAY 6105 UV/VisSpectrophotometer)
- Hassas terazi
- Derin dondurucu
- Etüv
- Mikropipetler (10/100/1000µl)
- Ultrasantrifüj (RC-5SuperspeedRefrigeratedCentrifuge)
- Sonikatör (BANDELİN elektronik)
- Homojenizatör (ULTRA-TURRAX)
- 50µ ve 65µ kalınlığında Vakumlu ve vakumsuz paketler (torbalar) (PETRA FS 500)

3.2 YÖNTEM

3.2.1 Fosfat Tamponunun Hazırlanması

0,265g (0,001mol) monopotasyum fosfat (KH_2PO_4) ve 0,695g (0,004mol) dipotasyum fosfat (K_2HPO_4) hassas terazide tartıldı. Ölçülen miktarlardaki iki kimyasal madde saf suda çözülerek 1000ml'ye tamamlandı ve pH'sı 7,0 olacak şekilde tampon çözelti hazırlandı.

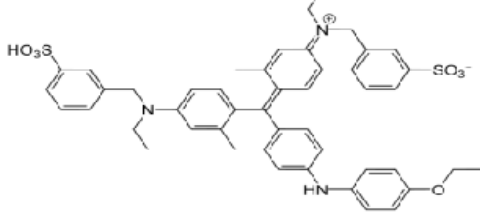
3.2.2. *Castanea sativa* Mill. Örneklerinin Homojenizasyonu

Castaneasativa Mill. (Osmanoğlu, Sariaşlama) türü kestaneler sıvı azot kullanılarak donduruldu ve havanda dövülerek toz hale getirildi. Tüm örnekler ayrı ayrı plastik paketler içerisinde -20°C 'de kullanılıncaya kadar saklandı. Kullanım aşamasında toz halindeki kestane tohumlarının her birinden hassas terazi yardımıyla 3'er g. ölçüldü. Her bir örneğe 10ml fosfat tamponu (pH:7,0) eklendi ve homojenizatörde 21 000 devir/dk'da soğuk ortamda 5dk süreyle homojene edildi. Daha sonra elde edilen homojenatlar elektronik sonikatörde 15sn tutuldu. Homojenatlar 30dk ultra santrifüjde 18 000rpm de $+4^\circ\text{C}$ 'de santrifüj edildi.

Örneklerden süpernatant kısmı pipetleme ile toplanarak enzim aktivite tayini için ayrıldı. Tüm çalışmalar soğuk ortam olması için buz içerisinde yapıldı.

3.2.3. Protein Tayini

Bu çalışmamızda, homojenatların protein tayini için Bradford yöntemi kullanıldı. Bu yöntem, Marion M. Bradford tarafından 1976 yılında geliştirildi. Bradford yöntemi, Coomassie Brilliant Blue boya molekülünün asidik ortamda ve protein varlığında, absorbans kaymasına dayanır. Sözü edilen absorbans kayması işlemi, daha kırmızı formda bulunan boyanın, protein bağlanması ile mavi renge dönüşü işlemine dayanır. Bu işlem esnasında, boya öncelikle eşlenmemiş elektronlarını proteinin iyonlaşabilen gruplarına vererek proteinin hidrofobik bölgelerini ön plana çıkarır. Aynı anda proteinin hidrofobik bölgeleri, van der Waals kuvvetleri ile boyanın apolar olan uç kısımlarına bağlanarak, daha önceden oluşan mavi kompleksi sağlamlaştırır. Artan protein miktarı ile oluşan mavi renkte de artış gözlenir. Mavi renkli kompleksin maksimum boyu 595nm'de verilir.



Şekil 3.1.Brillant Blue G-250'nin molekül yapısı

Bradford protein tayini yöntemi, ortam koşullarında yer alabilecek bir takım kimyasallardan gelen girişimlere karşı daha iyi bir sonuç vermesi ve daha hassas olması ile çok tercih edilen bir yöntemdir. Bu yöntemin en büyük dezavantajı ise lineer bölgesinin dar oluşudur. Bu durum, ölçümden önce çok sayıda seyreltme işlemi yapılması gerektiğinin bir göstergesidir(Kaygusuz 2011).

12.5ml %95 etanol içerisinde 0,025g Coomassie Brilliant Blue G250 çözüldü. Üzerine 25ml %85 fosforik asit (H₃PO₄) ilave edildi. Distile su ile 250ml'ye tamamlandı ve Bradford çözeltisi hazırlanmış oldu.

Çözelti 5 kat sulandırıldı ve süzöldükten sonra kullanıldı. 0,01g Bovine serum albumin 20ml distile su içerisinde çözüldü (500mg/L). Bu çözeltiden farklı derişimlerdealbumin çözeltileri hazırlandı (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Bovine Serum Albumin (BSA) standart çözeltileri

No	Derişim (Mg/L)	Stok (ml)	Distile su(ml)
1	500	5	0
2	300	3	2
3	200	2	3
4	100	1	4
5	70	0,7	4,3
6	50	0,5	4,5
7	30	0,3	4,7

Hazırlanan Bradford çözeltisinden tüplere 3ml konduktan sonra üzerine 0,1ml farklı derişimlerdekialbumin çözeltilerinden ilave edildi. 30dk beklendikten sonra 595nm’de absorbanslar okundu.

3.2.4. CAT Aktivitesinin Belirlenmesi

Deney karışımı Çizelge 3.2’deki gibi hazırlandıktan sonra, her örnek iyice vortekslendi. Kör olarak fosfat tamponu, enzim kaynağı olarak da kestane homojenatları kullanıldı. Tepkime H₂O₂ ilavesi ile başlatıldı.

Çizelge 3.2. CAT aktivite tayini için deney karışımı

Deney Karışımı	
Fosfat tamponu (KH ₂ PO ₄ , K ₂ HPO ₄) (Merc)(PH:7)	2,60ml
0,059M H ₂ O ₂ (%30)	0,30ml
Örnek	0,10ml
TOPLAM	3,0ml

CAT enzim aktivitesi; H₂O₂ $\xrightarrow{\text{Katalaz}}$ ½ O₂ + H₂O tepkimesi sonucunda H₂O₂’in azalan absorpsiyonunun CECIL 5000 marka spektrofotometrede 240nm dalga boyunda, 25⁰C’de 5dk izlenmesi ile tayin edildi.

Spektrofotometrede ilk okuma tepkimenin dengeye ulaşması için 1dk sonra yapıldı ve daha sonra, 1’er dk aralıklarla 5dk boyunca her dakika sonundaki absorbans değeri kaydedildi.

CAT için bir ünite enzim; 240nm’de 1µmol H₂O₂’yi 1dk’da H₂O+½O₂ formuna (molar soğurma katsayısı 43,6 mm⁻¹cm⁻¹) dönüştüren enzim miktarı olarak tanımlandı. Spesifik aktivite ise mg protein başına düşen internasyonel ünite şeklinde tanımlandı.

Bradford yöntemi kullanılarak elde edilen C_{protein} değeri ve okumalarda elde edilen $\Delta E/\Delta t$ değerleri, enzim aktivite tayini için aşağıdaki formülde kullanıldı ve spesifik aktivite aşağıdaki formüle göre hesaplandı (Beers ve Sizer 1952).

$$\text{Spesifik aktivite} = \frac{V \cdot \Delta E / \Delta t}{\epsilon \cdot d \cdot C_{\text{protein}}} \quad (3.1.)$$

V	Son hacim (3ml)
ϵ	Molar Soğurma Katsayısı ($43,6 \text{ mm}^{-1}\text{cm}^{-1}$)
d	Işık yolu (1cm)
v	Kullanılan enzimin hacmi
$\Delta E/\Delta t$	Birim zamanda (1dk.) absorpsiyon farkı ($\Delta E_2 - \Delta E_1 / \Delta t_2 - \Delta t_1$)
C_{protein}	Enzimin derişimi

3.2.5. APX Aktivitesinin Belirlenmesi

Deney karışımı Çizelge 3.3'deki gibi hazırlandıktan sonra, her örnek iyice vortekslendi. Kör olarak fosfat tamponu, enzim kaynağı olarak da kestane homojenatları kullanıldı. Tepkime askorbik asit ($C_6H_8O_6$) ilavesi ile başlatıldı.

Çizelge 3.3. APX aktivite tayini için deney karışımı

Deney Karışımı	
Fosfat tamponu (KH_2PO_4 , K_2HPO_4) (Merc)(PH:7)	2,45ml
0,059M H_2O_2 (%30)	0,30 ml
Askorbik asit ($C_6H_8O_6$) (176,13 g/mol)	0,15ml
Örnek	0,10ml
TOPLAM	3,0ml

APX aktivitesi; $2 \text{ Askorbat} + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{APX}} 2 \text{ MDHA} + 2 \text{ H}_2\text{O}$ tepkimesi sonucunda H_2O_2 'nin azalan absorpsiyonunun CECIL 5000 marka spektrofotometrede 290nm dalga boyunda, 25°C 'de 5dk izlenmesi ile tayin edildi (Nakano ve Asada 1981).

Spektrofotometrede ilk okuma tepkimenin dengeye ulaşması için 1dk sonra yapıldı ve daha sonra, 1'er dk aralıklar ile 5dk boyunca her dakika sonundaki absorbans değeri kaydedildi.

APX için bir ünite enzim; 290nm'de $1\mu\text{mol}$ Askorbat + H_2O_2 bileşimini 1 dk'da $\text{MDHA} + \text{H}_2\text{O}$ formuna dönüştüren enzim miktarı olarak tanımlandı. Molar soğurma katsayısı $2,8 \text{ mm}^{-1}\text{cm}^{-1}$ olarak alındı. Spesifik aktivite ise mg protein başına düşen internasyonal ünite şeklinde tanımlandı. Bradford yöntemi kullanılarak elde edilen C_{protein} değeri ve okumalarda elde edilen $\Delta E/\Delta t$ değerleri, enzim aktivite tayini için aşağıdaki formülde kullanıldı ve spesifik aktivite aşağıdaki formüle göre hesaplandı (Beers ve Sizer 1952).

$$\text{Spesifik aktivite} = \frac{V \cdot \Delta E / \Delta t}{\epsilon \cdot d \cdot C_{\text{protein}}} \quad (3.2.)$$

V : Son hacim (3ml)

ϵ : Molar Soğurma Katsayısı ($2,8 \text{ mm}^{-1}\text{cm}^{-1}$)

d : Işık yolu (1cm)

v : Kullanılan enzimin hacmi

$\Delta E/\Delta t$: Birim zamanda (1dk.) absorpsiyon farkı ($\Delta E_2 - \Delta E_1 / \Delta t_2 - \Delta t_1$)

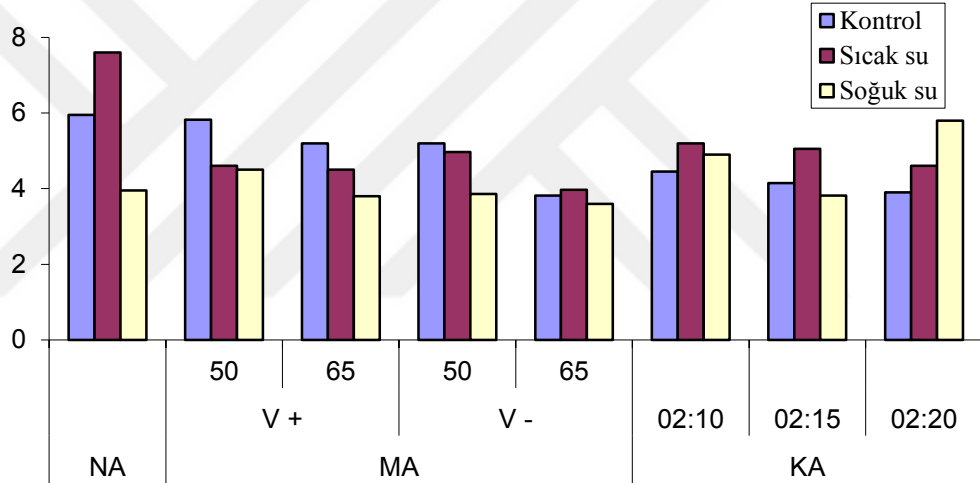
C_{protein} : Enzimin derişimi

4. BULGULAR

4.1. Sariaşlama ve Osmanoğlu Kestane Türlerinde CAT Enzim Aktivitesi Değişimleri

Normal atmosfere karşı modifiye ve kontrollü atmosferdeki CATenzim aktivitelerindeki değişimler, Sariaşlama türü için çizelge 4.1’de, Osmanoğlu türü için çizelge 4.2’de, CAT enzim aktivite verilerinin istatistiksel değerlendirilmeleri ise çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1.Sariaşlama kestane türünde CATenzim aktivitesinin değişimi



Çizelge 4.1 incelendiğinde, sıcak su uygulanmış grupların enzim aktiviteleri ile soğuk su uygulanmış grupların enzim aktivitelerine bakıldığında, sıcak su uygulanmış grupların enzim aktivitelerinin,KA’de%2O₂ ve %20CO₂ uygulanmış grup hariç tutulacak olursa, biraz da olsa fazla olduğu dikkat çekmektedir. Ancak MA koşullarında 50µ, 65µ kalınlığındaki vakum uygulanmış gruplar ile 65µ kalınlığındaki vakum uygulanmamış gruptaCAT enzim aktiviteleri hemen hemen aynıdır. NA’de (0°C %90 nem karanlık ortam) sıcak su uygulanmış grupta CAT enzim aktivitesinin (7,60±0,28), soğuk su uygulanmış gruptaki CAT enzim aktivitesinden (3,95±0,35) %92 daha fazla olduğu görülmektedir.

Sarıaşlama kestane türünde en yüksek CAT enzimaktivitesi $7,60 \pm 0,28$ ile NA'de (0°C %90 nem karanlık ortam) sıcak su uygulamasında saptanırken, en düşük CAT enzim aktivitesi ise $3,60 \pm 0,66$ ile MA koşullarında 65μ kalınlığındaki vakumsuz torba ile yapılan soğuk su uygulamasında gözlenmiştir.

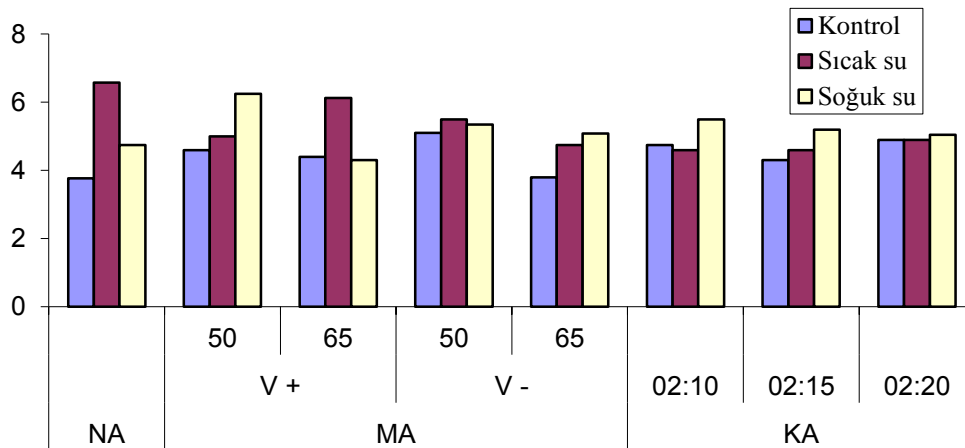
Tüm atmosfer koşullarının kontrol grubu uygulamaları incelendiğinde en yüksek CAT enzim aktivitesinin $5,95 \pm 0,57$ ile NA (0°C %90 nem karanlık ortam) koşullarında olduğu gözlenirken, en düşük CAT enzim aktivitesinin ise $3,82 \pm 1,06$ ile MA koşullarında 65μ kalınlığında vakumsuz torba uygulamasında olduğu gözlenmiştir.

Tüm atmosfer koşullarında soğuk su uygulamalarına bakıldığında en yüksek CAT enzim aktivitesinin $5,80 \pm 0,77$ ile KA koşullarında %2 O_2 ve %20 CO_2 grubunda olduğu gözlenirken, en düşük CAT enzim aktivitesinin ise $3,60 \pm 0,66$ ile MA koşullarında 65μ kalınlığında vakumsuz torba uygulamasında olduğu gözlenmiştir.

Tüm atmosfer koşullarında sıcak su uygulamalarında ise en yüksek CAT enzim aktivitesinin $7,60 \pm 0,28$ ile NA (0°C %90 nem karanlık ortam) koşullarında olduğu gözlenirken, en düşük CAT enzim aktivitesinin ise $3,97 \pm 0,81$ ile MA koşullarında 65μ kalınlığında vakumsuz torba uygulamasında olduğu gözlenmiştir.

Farklı atmosferik koşullarda depolanan Osmanoğlu kestane türünde, CAT enzim aktivitesindeki değişimler çizelge 4.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Osmanoğlu kestane türünde CAT enzim aktivitesinin değişimi



Çizelge 4.2 incelendiğinde Osmanoğlu kestane türünün tüm atmosfer koşullarındaki kontrol grubu uygulamalarının CAT enzim aktivitelerinin, sıcak su ve soğuk su uygulanmış grupların CAT enzim aktiviteleri ile karşılaştırıldığında, KA'de %2O₂ ve %10CO₂ uygulanmış grup, %2O₂ ve %20CO₂ uygulanmış grup ile MA koşullarında 65µ kalınlığında vakum uygulamasındaki CAT enzim aktiviteleri hariç tutulacak olursa, daha az olduğu görülmektedir.

Osmanoğlu kestane türünde en yüksek CAT enzim aktivitesinin 6,58±0,61 ile NA (0°C %90 nem karanlık ortam) koşullarında sıcak su grubunda olduğu gözlenirken, en düşük CAT enzim aktivitesinin ise 3,77±0,57 ile NA (0°C %90 nem karanlık ortam) koşullarında kontrol grubu uygulamasında olduğu gözlenmiştir. En düşük ve en yüksek CAT enzimi aktivite değerlerinin NA koşullarına ait olması dikkat çekicidir.

Tüm atmosfer koşullarındaki kontrol grubu uygulamaları incelendiğinde en yüksek CAT enzim aktivitesinin 5,10±0,30 ile MA koşullarında 50µ kalınlığında vakumsuz torba ile yapılan uygulamada olduğu gözlenirken, en düşük CAT enzim aktivitesinin ise 3,77±0,57 ile NA (0°C %90 nem karanlık ortam) koşullarında yapılan uygulamada olduğu gözlenmiştir.

Tüm atmosfer koşullarında sıcak su uygulamaları incelendiğinde en yüksek CAT enzim aktivitesinin 6,58±0,61 ile NA (0°C %90 nem karanlık ortam) koşullarında olduğu gözlenirken, en düşük CAT enzim aktivitesinin ise 4,60±0,77 ile KA koşullarında eşit olarak hem %2O₂ ve %10CO₂ uygulanmış grupta hem de %2O₂ ve %15CO₂ uygulanmış grupta olduğu gözlenmiştir.

Tüm atmosfer koşullarında soğuk su uygulamaları incelendiğinde en yüksek CAT enzim aktivitesinin 6,25±0,57 ile MA koşullarında 50µ kalınlığındaki vakumlu torba ile yapılan uygulamada olduğu gözlenirken, en düşük CAT enzim aktivitesinin ise 4,30±0,60 ile MA koşullarında 65µ kalınlığındaki vakumlu torba uygulamasında olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.3. Normal, modifiye ve kontrollü atmosfer koşullarındaki farklı kestane türlerinin CAT enzim aktivitelerindeki değişiklikler

Normal Atmosfer			Modifiye Atmosfer					Kontrollü Atmosfer			
Deney grubu		0 °C %90 nem Karanlık ortam	Deney grubu	vakum +		vakum -		Deney grubu	%2 O ₂ %10 CO ₂	%2 O ₂ %15 CO ₂	%2 O ₂ %20 CO ₂
		50 µ		65 µ	50 µ	65 µ					
SARIAŞLAMA	Kontrol 1	5,95±0,57 a	Kontrol 1	5,82±2,25	5,20±0,77 a	5,20±0,77 a	3,82±1,06	Kontrol 1	4,45±0,57	4,15±0,57	3,90±0,34 a
	Sıcak su	7,60±0,28 b	Sıcak su	4,60±0,77	4,50±0,74 ab	4,97±0,51 ab	3,97±0,81	Sıcak su	5,20±0,77	5,05±1,33	4,60±0,77 ab
	Soğuk su	3,95±0,35 c	Soğuk su	4,50±0,91	3,80±0,59 b	3,86±0,96 b	3,60±0,66	Soğuk su	4,90±0,48 x	3,82±0,61 y	5,80±0,77 bx
OSMANOĞLU	Kontrol 1	3,77±0,57 a	Kontrol 1	4,60±0,80 a	4,40±0,50 ac	5,10±0,30	3,80±0,79 a	Kontrol 1	4,75±1,02	4,30±0,84	4,90±1,09
	Sıcak su	6,58±0,61 b	Sıcak su	5,00±0,52 ab	6,13±1,13 b	5,50±1,09	4,75±0,57 b	Sıcak su	4,60±0,77	4,60±0,77	4,90±0,48
	Soğuk su	4,75±0,57 c	Soğuk su	6,25±0,57 b	4,30±0,60 bc	5,35±0,75	5,08±0,30 c	Soğuk su	5,50±0,84	5,20±0,77	5,05±0,57

Yatay sütunda aynı harflerle gösterilen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir (xyzt).

Düşey sütunda aynı harflerle gösterilen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir (abc).

Tablodaki her veri U/mg x10⁻³ protein olarak özgül aktiviteyi göstermektedir.

SH: Standart hata, Ort: Ortalama

Çizelge 4.3. incelendiğinde, Sariaşlama kestane türünde NA’de CAT enziminin sıcak su uygulamasından sonra elde edilen aktivitesinin hem kontrol grubu uygulaması hem de soğuk su uygulamasına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığı gözlenmiştir. Soğuk su ile yapılan uygulamada ise kontrol grubu uygulaması ile karşılaştırıldığında CAT enzim aktivitesinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalış gösterdiği dikkat çekmektedir.

MA koşullarında 65µ kalınlığında vakum içeren grubun soğuk su uygulaması ile kontrol grubu uygulaması karşılaştırıldığında CAT enzim aktivitesinde istatistiksel olarak %26,9’luk anlamlı bir azalmanın olduğu gözlenmiştir.

MA koşullarında benzer bir durum 50µ kalınlığında vakum içermeyen grupta da gözlenmiştir. Bu grupta da soğuk su uygulaması ile kontrol grubu uygulaması karşılaştırıldığında CAT enzim aktivitesinde istatistiksel olarak %25,7’lik anlamlı bir azalma gözlenmiştir.

KA koşullarında %2O₂ ve %20CO₂ uygulanmış gruptaki kestanelerin CAT enzim aktiviteleri soğuk su uygulanmış grupta kontrol grubu uygulamasına göre istatistiksel olarak %32,7’lik anlamlı bir artış göstermiştir.

KA koşullarında %2O₂ ve %15CO₂ içeren grubun soğuk su uygulamasındaki CAT enzim aktivitesinin (3,82±0,61) hem %2O₂ ve %10CO₂ içeren grubun soğuk su uygulamasındaki CAT enzim aktivitesine (4,90±0,48) hem de %2O₂ ve %20CO₂ içeren grubun soğuk su uygulamasındaki CAT enzim aktivitesine (5,80±0,77) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma gösterdiği gözlenmiştir.

Tüm bu verilere rağmen, NA koşullarında soğuk su uygulamasındaki CAT enzim aktivitesi (3,95±0,35) ile KA koşullarındaki %2O₂ ve %15CO₂ içeren grubun soğuk su uygulamasındaki CAT enzim aktivitesinin (3,82±0,61) yakın değerlerde olması dikkat çekicidir.

Çizelge 4.3. incelendiğinde, Osmanoğlu kestane türünde NA’de CAT enziminin sıcak su uygulamasından sonra elde edilen aktivitesinin hem kontrol grubu uygulaması hem de soğuk su uygulamasına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığı gözlenmiştir. Soğuk su uygulaması ile kontrol grubu uygulaması karşılaştırıldığında CAT

enzim aktivitesinin yine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış gösterdiği dikkat çekmektedir.

MA koşullarında 50 μ kalınlığında vakum içeren grubun soğuk su uygulaması ile kontrol grubu uygulaması karşılaştırıldığında CAT enzim aktivitesinde istatistiksel olarak %26,4'lük anlamlı düzeyde bir artış gözlenmiştir.

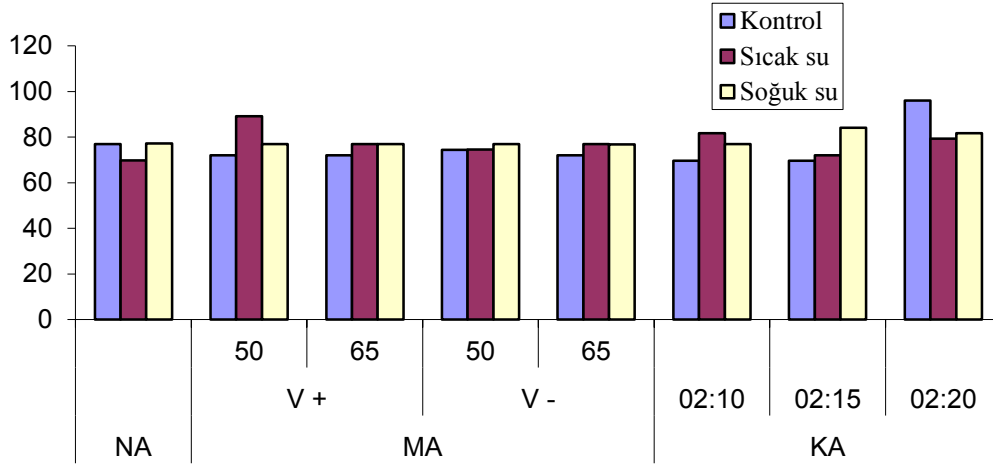
MA koşullarında 65 μ kalınlığında vakum içeren grubun sıcak su uygulaması ile kontrol grubu uygulaması karşılaştırıldığında CAT enzim aktivitesinde istatistiksel olarak %28,2'lik anlamlı düzeyde bir artış gözlenmiştir.

MA koşullarında 65 μ kalınlığında vakum içermeyen grup incelendiğinde ise CAT enziminin sıcak su uygulamasından sonra elde edilen aktivitesinde hem kontrol grubu uygulaması hem de soğuk su uygulaması ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olduğu gözlenmiştir. Aynı grupta soğuk su uygulaması ile kontrol grubu uygulaması karşılaştırıldığında CAT enzim aktivitesinde istatistiksel olarak %25,1'lik anlamlı bir artış gözlenmiştir.

4.2. Sarıaşlama ve Osmanoğlu Kestane Türlerinde APXEnzim Aktivitesi Değişimleri

Normal atmosfere karşı modifiye ve kontrollü atmosferdeki APXenzim aktivitelerindeki değişimler, Sarıaşlama türü için çizelge 4.4'de, Osmanoğlu türü için çizelge 4.5'de, APX enzim aktivite verilerinin istatistiksel değerlendirilmeleri ise çizelge 4.6'de gösterilmiştir

Çizelge 4.4. Sarıaşlamakestane türünde APX enzim aktivitesinin değişimi



Sarıaşlama kestane türünde bütün deney gruplarında (MA koşullarında 50µ kalınlığında vakumlu torba uygulaması veKA'de %2O₂ ve %15CO₂ uygulanmış grup ile %2O₂ ve %20CO₂ uygulanmış gruphariç) kontrol grubu uygulamalarının gerek sıcak su gerekse soğuk su uygulamalarından sonra hesaplanan APX aktivitelerinin hemen hemen aynı olduğu görülmektedir.MA koşullarında 50µ kalınlığında vakumlu torba uygulamasının hem sıcak su uygulamasından hem de soğuk su uygulamasından sonra hesaplanan APX aktivitelerinin kontrol grubu uygulamasınakiyasla artmış olması dikkat çekicidir.Burada hesaplanan APX enzim aktivitesindeki artış, kontrol grubu uygulaması (72,05±5,54) ile sıcak su uygulaması (89,10±4,68) arasında %24 olurken, kontrol grubu uygulaması (72,05±5,54) ile soğuk su uygulaması (76,88±7,83) arasındaki artış ise%7 kadar olmuştur.

KA'de %2O₂ ve %15CO₂ uygulanmış grupta, soğuk su uygulamasının (84,08±12,12) APX enzim aktivitesinin kontrol grubu uygulamasına (69,65±9,24) göre %21 artış gösterdiği gözlenmiştir.KA'de %2O₂ ve %20CO₂ uygulanmış grupta, kontrol grubu uygulamasının (96,10±9,60) APX enzim aktivitesinin sıcak su uygulamasına (79,28±16,44) göre %21; soğuk su uygulamasına (81,68±12,43) göre ise %18 artış gösterdiği gözlenmiştir.

Sarıaşlama kestane türünde en yüksek APX enzim aktivitesine 96,10±9,60ile KA koşullarında %2O₂ ve %20CO₂içeren kontrol grubu uygulamasındarastlanırken, en düşük APX enzim aktivitesine ise 69,65±9,24ile eşit olarak KAKoşullarında hem%2O₂

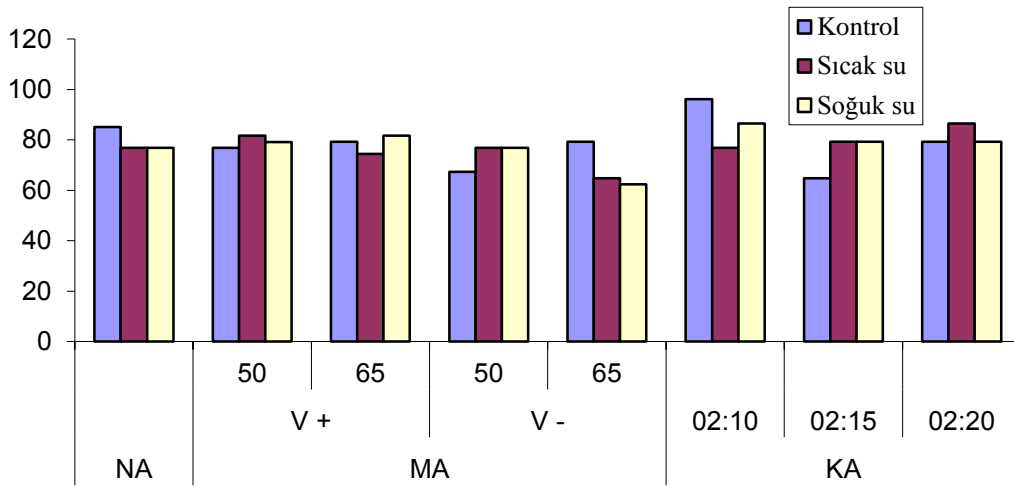
ve %10CO₂ içeren kontrol grubu uygulaması hem de %2O₂ ve %15CO₂ içeren kontrol grubu uygulamasında rastlanmıştır. En düşük ve en yüksek APX enzim aktivite değerlerinin KA koşullarına ait olması dikkat çekicidir.

Tüm atmosfer koşullarında sıcak su uygulamalarına bakıldığında en yüksek APX enzim aktivitesinin 89,10±4,68 ile MA koşullarında 50µ kalınlığında vakumlu torba uygulamasında olduğu gözlenirken, en düşük APX enzim aktivitesinin ise 69,75±4,77 ile NA(0°C %90 nem Karanlık ortam) koşullarında olduğu gözlenmiştir.

Tüm atmosfer koşullarında soğuk su uygulamaları incelendiğinde en yüksek APX enzim aktivitesine 84,08±12,12 ile KA koşullarında %2O₂ ve %15CO₂ uygulanmış grupta rastlanırken, en düşük APX enzim aktivitesine ise 76,85±7,87 ile MA koşullarında 65µ kalınlığında vakumsuz torba uygulamasında rastlanmıştır.

Farklı atmosferik koşullarda depolanan Osmanoğlu kestane türünde, APX enzim aktivitesindeki değişimler çizelge 4.5.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Osmanoğlu kestane türünde APX enzim aktivitesinin değişimi



MA'de 65µ kalınlığında vakumsuz torba uygulaması ile KA'de %2O₂ ve %10CO₂ uygulanmış grup hariç tutulacak olursa bütün deney gruplarında kontrol grubu, sıcak su ve soğuk su uygulamalarının APX enzim aktivitesini çok değiştirmediği hemen hemen aynı değerlerde kaldığı görülmektedir.

Osmanoğlu kestane türünde en yüksek APX enzim aktivitesine 96,10±11,08 ile KA koşullarında %2O₂ ve %10CO₂ içeren kontrol grubu uygulamasında rastlanırken, en düşük APX enzim aktivitesine ise 62,40±5,54 ile MA koşullarında 65µ kalınlığında vakumsuz torbalardaki soğuk su uygulamasında rastlanmıştır.

Tüm atmosfer koşullarındaki kontrol grubu uygulamalarında en yüksek APX enzim aktivitesinin 96,10±11,08 ile KA koşullarında %2O₂ ve %10CO₂ grubunda olduğu gözlenirken, en düşük APX enzim aktivitesinin ise 64,80±9,19 ile KA koşullarında %2O₂ ve %15CO₂ grubunda olduğu gözlenmiştir.

Tüm atmosfer koşullarına bakıldığında sıcak su uygulamalarındaki en yüksek APX enzim aktivitesinin 86,48±13,62 ile KA koşullarında %2O₂ ve %20CO₂ grubunda olduğu gözlenirken, en düşük APX enzim aktivitesinin ise 64,80±9,19 ile MA koşullarında 65µ kalınlığında vakumsuz torba uygulamasında olduğu gözlenmiştir.

Tüm atmosfer koşulları incelendiğinde soğuk su uygulamalarında en yüksek APX enzim aktivitesine 86,50±7,83 ile KA koşullarında %2O₂ ve %10CO₂ grubunda rastlanırken, en düşük APX enzim aktivitesine ise 62,40±5,54 ile MA koşullarında 65µ kalınlığında vakumsuz torba uygulamasında rastlanmıştır.

Çizelge 4.6 Normal, modifiye ve kontrollü atmosfer koşullarındaki farklı kestane türlerinin APX enzim aktivitelerindeki değişiklikler

Normal Atmosfer		Modifiye Atmosfer				Kontrollü Atmosfer						
Deney grubu		0 °C %90 nem Karanlık ortam		Deney grubu	vakum +		vakum -		Deney grubu	%2 O ₂ %10 CO ₂	%2 O ₂ %15 CO ₂	%2 O ₂ %20 CO ₂
		50 µ	65 µ		50 µ	65 µ						
SARIAŞLAMA	Kontrol 1	76,90±7,83	Kontrol 1	72,05±5,54 ac	72,05±5,54	74,43±4,81	72,05±5,54	Kontrol 1	69,65±9,24 x	69,65±9,24 x	96,10±9,60 y	
	Sıcak su	69,75±4,77	Sıcak su	89,10±4,68 bx	76,88±7,84y	74,50±9,19z	76,88±7,84t	Sıcak su	81,68±12,43	72,10±9,60	79,28±16,44	
	Soğuk su	77,23±7,28	Soğuk su	76,88±7,83 bc	76,88±7,83	76,90±8,00	76,85±7,87	Soğuk su	76,88±7,87	84,08±12,12	81,68±12,43	
OSMANOĞLU	Kontrol 1	85,12±5,64	Kontrol 1	76,85±7,79	79,27±4,81	67,37±7,84	79,25±9,13 a	Kontrol 1	96,10±11,08 acx	64,80±9,19 y	79,27±9,23 z	
	Sıcak su	76,88±7,84	Sıcak su	81,65±5,54 x	74,45±8,90 x	76,85±7,88 x	64,80±9,19 by	Sıcak su	76,88±7,88 b	79,25±14,46	86,48±13,62	
	Soğuk su	76,87±7,83	Soğuk su	79,12±4,92 x	81,62±5,57 x	76,80±7,83 x	62,40±5,54 cy	Soğuk su	86,50±7,83 bc	79,25±14,45	79,27±9,23	

Yatay sütunda aynı harflerle gösterilen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir (xyzt).

Düşey sütunda aynı harflerle gösterilen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir (abc).

Tablodaki her veri U/mg x10⁻³ protein olarak özgül aktiviteyi göstermektedir.

SH: Standart hata, Ort: Ortalama

Çizelge 4.6. incelendiğinde, Sariaşlama kestane türünde MA koşullarında 50µ kalınlığında vakum içeren gruptaki sıcak su uygulaması ile kontrol grubu uygulaması karşılaştırılacak olursa, APX enzim aktivitesinde istatistiksel olarak %19,1'lik anlamlı bir artış olduğu gözlenmiştir.

MA koşullarında vakum içeren ve içermeyen tüm grupların sıcak su uygulamalarındaki APX enzim aktiviteleri birbirleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeylerde değişiklik gösterdikleri gözlenmiştir.

KA koşullarında %2O₂ ve %20CO₂içeren grubun kontrol grubu uygulamasındaki APX enzim aktivitesinin (96,10±9,60) hem %2O₂ ve %10CO₂içeren grubun kontrol grubu uygulamasındaki APX enzim aktivitesine (69,65±9,24) göre hem de %2O₂ ve %15CO₂içeren grubun kontrol grubu uygulamasındaki APX enzim aktivitesine (69,65±9,24) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış gösterdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.6. incelendiğinde, Osmanoğlu kestane türünde MA koşullarında 65µ kalınlığında vakum içermeyen grupta APX enziminin sıcak su uygulamasından sonra elde edilen aktivitesinin kontrol grubu uygulamasına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldığı gözlenirken, soğuk su uygulamasına göre ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığı gözlenmiştir.

Aynı grupta soğuk su uygulaması ile kontrol grubu uygulaması karşılaştırıldığında APX enzim aktivitesinde istatistiksel olarak %21,2'lik anlamlı düzeyde bir azalış olduğu gözlenmiştir.

MA koşullarında vakum içeren ve içermeyen tüm grupların sıcak su uygulamalarına bakıldığında 65µ kalınlığında vakum içermeyen grubun sıcak su uygulamasındaki APX enzim aktivitesinin (64,80±9,19) diğer grupların sıcak su uygulamalarındaki APX enzim aktivitelerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldığı gözlenmiştir.

Benzer bir şekilde MA koşullarında vakum içeren ve içermeyen tüm grupların bu kez soğuk su uygulamalarına bakıldığında ise 65µ kalınlığında vakum içermeyen grubun soğuk su uygulamasındaki APX enzim aktivitesinin (62,40±5,54) diğer grupların soğuk su uygulamalarındaki APX enzim aktivitelerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldığı gözlenmiştir.

KA koşullarında %2O₂ ve %10CO₂içeren grubun sıcak su uygulaması ile kontrol grubu uygulaması karşılaştırıldığında APX enzim aktivitesinde istatistiksel olarak %20'lik anlamlı düzeyde bir azalış olduğu gözlenmiştir.

KA koşullarında tüm grupların kontrol grubu uygulamaları birbirleri ile karşılaştırıldığında, APX enzim aktivitelerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değişiklik gösterdikleri gözlenmiştir.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada farklı kestane türlerinde (Osmanoğlu ve Sariaşlama), saklanma koşullarında meydana gelen stres altında CAT ve APX enzimlerinin aktiviteleri üzerine NA, MA ve KA koşullarının etkisi araştırıldı. Yapılan çalışmada, değişik atmosferik koşullar altında CAT ve APX enzimlerinin aktivitesindeki değişikliklerin ortaya konması amaçlandı.

Elde edilen veriler sonucunda Sariaşlama kestane türünde NA koşullarındaki soğuk su uygulamasında CAT enzim aktivite değerinin ($3,95\pm 0,35$) gerek MA koşulları gerekse KA koşullarındaki CAT enzim aktivite değerlerinden çok daha olumlu olduğu görülmektedir. Sariaşlama kestane türünde CAT enzimi ile yapılan uygulamalarda en iyi muhafaza şeklinin NA koşullarında soğuk su uygulaması olduğu söylenebilir. Bu sonuca göre soğuk su uygulamasının stres faktörlerinin gelişimini azalttığı, H_2O_2 miktarında azalmaya sebep olduğu ve buna bağlı olarak gelişen CAT enzim aktivitesinin de azaldığı düşünülebilir. Ayrıca soğuk su için uygulanan sıcaklık değerinin ($15^{\circ}C$), enzimlerin optimum çalışma sıcaklığının altında olmasının CAT enzim aktivitesinin azalmasına sebep olduğu düşünülebilir.

CAT enzim aktivitesi için benzer sonuç, Osmanoğlu kestane türünde NA koşullarındaki kontrol grubu uygulamasında da görülmektedir. Bu grupta CAT enzim aktivitesinin $3,77\pm 0,57$ ile tüm atmosfer koşulları ve uygulama grupları içerisinde en düşük seviyede olduğu görülmektedir. Osmanoğlu kestane türünde NA koşullarında kontrol grubu uygulamasında kestanelerin muhafazasının gerek MA koşulları gerekse KA koşullarına göre daha uygun olduğu söylenebilir. Bu durum Osmanoğlu kestane türüne, özellikle abiyotik çevresel faktörler başta olmak üzere stres oluşturabilecek herhangi bir parametrenin uygulanmamış olmasının kestanelerin muhafazasının maksimum düzeyde sağlanıp raf ömrünün uzatılabileceğini düşündürmektedir.

CAT enzim aktivitesinde hem Sariaşlama hem de Osmanoğlu kestane türleri için en iyi muhafaza şeklinin NA koşullarında olduğu görülmektedir.

Eldeki veriler neticesinde Sariaşlama kestane türünde APX enzim aktivite değerinin MA koşullarında 50µ kalınlığında vakumlu torba ile yapılan kontrol grubu uygulamasında (72,05±5,54) gerek NA koşulları gerekse KA koşullarındaki APX enzim aktivite değerlerinden daha olumlu olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre Sariaşlama kestane türünün en iyi muhafaza şeklinin MA koşullarında 50µ kalınlığında vakumlu torba ile yapılan kontrol grubu uygulaması olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmada vakum uygulamasının amacı ortamdaki nem oranını düşürmektir. Elde edilen verilere bakıldığında da 50µ kalınlığında vakumlu torba uygulanması ortamdaki nemi dolayısıyla sıcaklığı düşürmüştür. Ortam sıcaklığının azalmasının kestanelerde strese neden olabilecek reaktif oksijen türevlerinden olan H₂O₂ miktarını azalttığı ve buna bağlı olarak enzimatik antioksidanlardan olan APX enzim aktivitesini de aşağıya çektiği görüşündeyiz.

Osmanoğlu kestane türü için elde edilen veri sonuçlarına bakıldığında ise APX enzim aktivite değerinin MA koşullarında 65µ kalınlığında vakumsuz torba ile yapılan soğuk su uygulamasında 62,40±5,54 ile diğer atmosfer koşulları ve tüm uygulama grupları içerisinde en düşük seviyede olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu grupta Osmanoğlu kestane türünün muhafaza edilmesinin gerek NA koşulları gerekse KA koşullarına göre daha uygun olduğu söylenebilir. APX enzimi CAT enzimine kıyasla H₂O₂'e karşı daha yüksek bir afiniteye sahip olduğundan bu sonuç, tıpkı güçlü antioksidan enzim olan CAT'ın NA koşullarında soğuk su uygulamasındaki sonucu ile benzerlik göstermekte olup güçlü bir reaktif oksijen türevi ve oksidatif stresin kaynaklarından biri olan H₂O₂ miktarının azalmasına paralel olarak APX enzim aktivitesinin de azaldığını düşündürmektedir. Bununla birlikte yine soğuk su için uygulanan sıcaklık değerinin (15⁰C), enzimlerin optimum çalışma sıcaklığının altında olmasının APX enzim aktivitesinin azalmasına sebep olduğu da düşünülebilir.

APX enzim aktivitesinde hem Sariaşlama hem de Osmanoğlu kestane türleri için en iyi muhafaza şeklinin MA koşullarında olduğu görülmektedir.

Rouves ve Prunet (2002) yaptıkları çalışmada, kestanede değişik depolama ortamlarını karşılaştırmışlardır. Bunlar; -1°C ve +1°C 'de KA koşullarında (%2O₂+%5CO₂)'de depolama, -1°C'de etilenle zenginleştirilmiş KA koşullarında depolama ve +1°C'de NA'de depolamadır. Kestane çeşitlerinde en iyi sonuçlar KA'de -1°C'de yapılan depolamada elde edilmiştir. Bu koşullarda su kaybı olmamış, küf gelişimi çok yavaş olmuştur ve kalite değişmeden korunmuştur. Bizim çalışmamızda ise hem CAT enzim aktivitesinde hem de APX enzim aktivitesinde KA koşullarında olumlu sonuçlar gözlenmemiş; Sariaşlama ve Osmanoğlu kestanе türlerinin muhafazaları ve raf ömürlerinin uzatılabilmeleri için en olumlu sonuçlar CAT enzim aktivitesi için NA koşullarında, APX enzim aktivitesi için ise MA koşullarında gözlenmiştir.

Kınay ve Karaçalı (2001) çalışmalarında, kestanе meyvelerinin taze olarak saklanmasıda ambalaj tipleri ve depo koşullarının kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sonuçta soğuk depolarda saklanan kestanе meyvelerinde daha az su kaybı olduğunu ve şeker miktarında artış ile nişasta miktarında azalış olduğunu göstermişlerdir. Yaptığımız çalışma da bu çalışma ile kestanе meyvelerinin soğuk sularda depolanması konusunda benzerlik göstermektedir. Sariaşlama kestanе türünde CAT enziminin NA koşullarında, Osmanoğlu kestanе türünde ise APX enziminin MA koşullarında 65µ kalınlığında vakumsuz torba ile yapılan soğuk su uygulamalarındaki düşük aktiviteleri ile en verimli sonuçlara ulaştıkları gözlenmiş ve bu sonuçlar bize, belirtilen kestanе türlerinin muhafaza edilebileceği en uygun depolama şeklinin soğuk su uygulamaları olduğunu göstermiştir.

Aslantaş ve ark. (2010) çalışmalarında, bitkilerin soğuğa dayanımları konusunda peroksidaz ve APX enzimlerinin etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda elma kallus kültüründe soğuk aklımasyonu süresince APX ve peroksidaz (POD) aktiviteleri artmaya başlamış ve aklımasyonun 10. gününde maksimum seviyeye ulaştığı gözlenmiştir. Aslantaş ve ark. (2010) nın çalışması ile karşılaştırıldığında yaptığımız çalışmada kestanе meyvelerinin soğuk ile etkileşimi esnasında APX enzim aktivitesi açısından farklı bir sonuç elde edilmiştir. Osmanoğlu kestanе türünde APX enziminin MA koşullarında 65µ kalınlığında vakumsuz torba ile yapılan soğuk su uygulamalarında

aktivitesinin azaldığı ve kestane meyvelerinin muhafaza edilip raf ömrünün uzatılabileceği en iyi depolama şeklinin soğuk su uygulaması olduğu gözlenmiştir.

Büyük ve ark. (2012) çalışmalarında, bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevapları incelemişlerdir. Birçok parametre ile birlikte enzimatik antioksidanlar olarak süperoksitdismutaz (SOD), APX, CAT ve glutatyonperoksidaz (GPX) enzimleri kullanılmıştır. Araştırmalarda *Ceratophyllum demersum* L. (tilki kuyruğu), *Brassica juncea* L. Czern (hardal), *Triticum aestivum* L. (buğday), *Vigna mungo* L. (siyah mercimek) ve *Phaseolus vulgaris* L. (fasulye) gibi birçok organizmada stres koşulları altında CAT ile APX enzim aktivitelerinde ve gen ekspresyonunda artışlar olduğu gözlenmiş ve bu artışların stres savunmasıyla ilişkili olduğu ileri sürülmüştür. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile çalışmamızda elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir. Yüksek sıcaklık, CO₂ miktarındaki artışlar gibi uyguladığımız birçok parametre sonucunda stres koşulları altında enzimatik antioksidanlardan olan CAT ve APX enzim aktivitelerinde artışlar meydana gelmiş ve bu artışların stres savunmasıyla ilişkili olduğu düşünülmüştür.

Ergün ve ark. (2011) çalışmalarında, sıcaklık-ağır metal (Cr ve Cu) etkileşimlerinin buğday fidelerinde büyüme ve CAT aktivitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak, gerek ağır metal ve gerekse yüksek sıcaklık ile birlikte yapılan ağır metal uygulamalarının, konsantrasyon artışına paralel olarak buğday fidelerinin kök ve sürgün büyümesini önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Cr ve Cu metallerinin yüksek konsantrasyonları ve bu ağır metallerle birlikte uygulanan farklı sıcaklık dereceleri (16/24 °C ve 30/40 °C) fidelerin kök, sürgün boyu ve taze ağırlıklarında azalmaya ve CAT aktivitesinde ise artmaya neden olmuştur. Bu çalışma uygulanan yüksek sıcaklık parametresi bakımından ele alınacak olursa yaptığımız çalışma ile benzer sonuçları göstermektedir. Bizim çalışmamızda da abiyotik çevresel faktörlerden olan yüksek sıcaklığa maruz bırakılan kestane meyvelerindeki CAT ve APX enzim aktivitelerinin NA, MA ve KA koşullarındaki birçok grupta artış gösterdiği gözlenmiş, bu artışın da stres savunmasıyla ilişkili olabileceği tartışılmıştır.

Batu (2009) çalışmasında, kayısının MA koşullarında uygun bir ambalaj ile depolanmasını incelemiş ve kayısının meyve etinin korunması ile raf ömrünün uzatılması için uygun bir ambalaj koruması altında MA koşullarının en iyi depolama

şekli olduğunu gözlemiştir. Yaptığımız çalışma da APX enzim aktivitesi açısından benzerlik göstermekte olup, hem Sariaşlama hem de Osmanoğlu kestane türleri için en uygun muhafaza şeklinin MA koşulları olduğu tespit edilmiştir.

Sabır ve ark. (2010) çalışmalarında, pembe olum aşamasında derimi yapılan Mirella F1 domateslerinde sıcak su, MA'de paketlenme ve bunların kombinasyonlarının muhafaza süresine meyve kalitesi ve muhafaza üzerine etkilerini araştırmışlardır. 20 günlük muhafaza sonucunda ağırlık kaybının azaltılması, sertlik ve meyve renginin korunmasında MA'de torbalar sıcak su ile birlikte kullanıldığında oldukça etkili sonuçlar vermiştir. MA'de ve torbalarda muhafaza edilen domateslerde solunum hızının diğer uygulamalara göre daha düşük olduğu ve bu domateslerin depolama süresince kalitesinin daha iyi korunduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, sıcak su uygulaması ve MA'de torbalarda depolamanın domateslerde kalitenin korunması ve muhafaza süresinin uzatılması için önerilebileceği sonucuna varılmıştır. Sabır ve ark. (2010) nın çalışması ile yaptığımız çalışma kestanelerin muhafaza edilmesinde APX enzim aktiviteleri bakımından ele alınırsa benzerlik göstermektedir. Sariaşlama kestane türünde MA koşullarında 50µ kalınlığında vakum uygulanmış kontrol grubu uygulamasında, Osmanoğlu kestane türünde ise yine MA koşullarında 65µ kalınlığında vakum uygulanmamış soğuk su uygulamasında APX enzim aktivitelerinin en uygun değerlerde olduğu gözlenmiş, kestane türlerinin muhafazaları ve raf ömürlerinin uzamaları için en uygun depolama şeklinin MA koşulları olduğu söylenmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2013.** Kestane yetiştiriciliği. Milli Eğitim Bakanlığı, http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/kestane%20yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi. (11.04.2016).
- Anonim, 2014.** Kestanenin kültür tarihi ve ekonomik önemi. Bursa Orman Bölge Müdürlüğü, <http://books.google.com.tr/books?id=aOnAaygv0ewC&pg=PA134&dq=Kestane&hl=tr&sa=X&ei=INi7UuGtD4nQ7Abi7IGAAQ&ved=0CCQQ6AEwAQ#v=onepage&q=Kestane&f=false>. (09.04.2016).
- Aslantaş, R., Karakurt, H., Karakurt, Y. 2010.** Bitkilerin düşük sıcaklıklara dayanımında hücresel ve moleküler mekanizmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (2): 157-167.
- Batu, A. 2009.** Kayısının modifiye atmosferde paketlenerek depolanması önerisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(1): 9-19.
- Beers, R. F., Sizer, I. W. 1952.** A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. *Journal of Biological Chemistry*, 195(1): 133-140.
- Büyük, İ., Soydam-Aydın, S., Aras, S. 2012.** Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69(2): 97-110.
- Dassler, E., Heitmann, G. 1991.** Molecular nutrition food research. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, Germany, 213 pp.
- Dhaese, P. 1996.** Catalase: An enzyme with growth in industrial potential. *Chimica Oggi*, 14(1): 19-21.
- Er, F., Özcan, M. M., Duman, E., Endes, Z. 2013.** Some chemical properties of chestnut (*Castanea sativa* MILL.) fruit collected from different locations in Turkey. *Scientific Science*, 1(1): 9-12.
- Ergün, N., Muşlu, A., Özçubukçu, S. 2011.** Sıcaklık-Ağır metal etkileşimlerinin buğday fidelerinde büyüme ve katalaz aktivitesi üzerine etkileri. *Fen Bilimleri Dergisi*, 32(1): 16-24.
- Halkier B. A., Gershenzon, J. 2006.** Biology and biochemistry of glucosinolates. *Annual Review of Plant Biology*, 57: 303-333.
- Halliwell, B., Gutteridge, J. M. C. 1990.** Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease. *Science Direct*, 186: 1-85.
- Higashi, T., Kawamata, F., Sakamoto, T. 1974.** Studies on rat liver catalase. *The Journal of Biochemistry*, 76(4): 703-708.

Holland, B., Unwin, I. D., Buss, D. H. 1992. Fruit and Nuts: The composition of foods, Ed.: McCance, R., Widdowson, H., Royal Society of Chemistry, Cambridge, England, pp: 33-38.

Karadeniz, V. 2013. Chestnut agriculture in Turkey and its main problems. *The Journal of International Social Research*, 6(27): 280-291.

Kaygusuz, H. 2011. Biyopolimer – Kil nanokompozitlerinden kontrollü protein salımı. *Yüksek lisans tezi*, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.

Kınay, A., Karaçalı, İ. 2001. Kestane meyvelerinin taze olarak saklanması ambalaj tipleri ve depo koşullarının kalite üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1): 25-32.

Kibar, H., Öztürk, T. 2009. Sert kabuklu meyvelerin depolanması (Derleme). *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(48): 77-84.

Nakano, Y., Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Oxford Journals*, 22(5): 867-880.

Nelson, D. L., Cox, M. M. 2008. Lehninger Principles of Biochemistry. W. H. Freeman and Company, New York, USA, 1115.

Nicholls, P., Fita, I., Loewen, P.C. 2001. Enzymology and structure of catalases. *Advances in Inorganic Chemistry*, 51: 51-106.

Öztürk, S., Çetin, M., Çetin, M. 2010. Chemical composition and fatty acid contents of chestnut grown in Bursa province. *Asian Journal of Chemistry*, 22(3): 1845-1852.

Prospero, S., Vannini, A., Vettrano, A. M. 2013. Plant diseases and diagnosis. Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsanstalt für Kulturpflanzen, Quedlinburg, Germany, 81 pp.

Rouves, M., Prunet, J. P. 2002. New technique for chestnut storage : effects of controlled atmosphere. *Infos-Citfl*, 186: 33-35.

Sabır, F. K., Şenel, B. S., Açar, İ. T. 2010. Sıcak su uygulaması ve modifiye atmosferde paketlenen Mirella F1 domates çeşidinin muhafaza süresi ve kalitesi üzerine etkileri. *Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 9(2): 22-29.

Shigeoka, S., Ishikawa, T., Tamoi, M., Miyagawa, Y., Takeda, T., Yabuta, Y., Yoshimura, K. 2002. Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. *Journal of Experimental Botany*, 53(372): 1305-1319.

Subaşı, B. 2004. Kestane Sektör Profili. İstanbul Ticaret Odası Etüt ve Araştırma Şubesi. İstanbul.

Toprak, G. 2007. Cd (II) ve Cu (II) ağır metal stresi uygulanan *Phanerochaete chrysosporium*'da antioksidant enzimlerde değişen miktarların

belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üni, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kayseri.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Erman YALDIZ

Doğum Yeri ve Tarihi: Konya, 07.10.1988

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: Erbil Kuru Anadolu Lisesi (2002-2006)

Lisans: Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü + Haz. (2008-2013)

Yüksek Lisans: Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2013-2016)

İletişim (e-posta): ermanyaldiz@gmail.com