



**İĞDIR EKOLOJİK KOŞULLARINDA YETİŞEN
KARADUTLARIN (*Morus nigra*) POLİFENOL OKSİDAZ
ENZİM AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Zeynebi Kübra AZİTİ

Yüksek Lisans Tezi

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

1. Danışman: Yrd. Doç. Dr. Sadiye Peral EYDURAN

**2. Danışman: Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ
2018**

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
IĞDIR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

IĞDIR EKOLOJİK KOŞULLARINDA YETİŞEN KARADUTLARIN (*Morus nigra*) POLİFENOL OKSİDAZ ENZİM AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

Zeynebi Kübra AZİTİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

IĞDIR

2018

Her Hakkı Saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Sadiye Peral EYDURAN ve Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ danışmanlığında Zeynebi Kübra AZİTİ tarafından hazırlanan bu çalışma 30/01/2018 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafında Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ

İmza:



Üye: Yrd. Doç. Dr. Sadiye Peral EYDURAN

İmza:



Üye: Doç. Dr. Melek EKİNCİ

İmza:



Üye: Yrd. Doç. Dr. Mücahit PEHLUVAN

İmza:



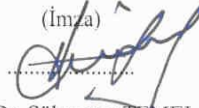
Üye: Yrd. Doç. Dr. Melekşen AKIN

İmza:



Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim kurulunun 09 / 03 /2018 tarih ve 2018/ 56. sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(İmza)



Doç. Dr. Süleyman TEMEL

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİM

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Zeynebi Kübra AZİTİ



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

ÖZET

İĞDIR EKOLOJİK KOŞULLARINDA YETİŞEN KARADUTLARIN (*Morus nigra*) POLİFENOL OKSİDAZ ENZİM AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

AZİTİ, Zeynebi Kübra

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

I. Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Sadiye Peral EYDURAN

II. Tez Danışmanı: Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ

Ocak 2018, 31 sayfa

Bu çalışmada beyaz ve karadut çeşitlerinde polifenol oksidaz (PFO) aktivitelerinin belirlenmesi için İğdir Merkez ve merkeze bağlı Melekli, Karakoyunlu köylerinden dut ağaçlarının yerleri tespit edildi ve 2015-2016 yıllarının Haziran ve Temmuz ayları olmak üzere ikişer dönemde dutlar toplandı. Fakat beyaz dutlarda enzim aktivitesine rastlanmadığı için çalışmaya siyah dutlarla devam edildi. Toplanan dutlar -20 °C donduruldu. Ham enzim özütü hazırlama çözeltisi % 1 Polietilen glikol (PEG) içeren pH 5,0 sodyum-asetat tamponu hazırlandı. Dondurulmuş dutlardan hassas terazi yardımıyla 20'şer gram tartılarak havanlara alındı ve iyice dövüldü. Daha sonra her bir dut çeşidine 40 mL ham enzim özütü hazırlama çözeltisinden eklendi ve iyice karıştırıldı. Elde ettiğimiz karışımlar dört katlı bir tülbentten ayrı ayrı süzüldü ve elde edilen süzüntüler 4 °C'de, 10.000 rpm'de 30 dakika santrifüj edilip, elde edilen süpernatantlar enzim çözeltisi olarak kullanıldı. Enzim çözeltisinde ayrı ayrı enzim aktivitesi spektrofotometrik olarak tayin edildi. Her bir ana etkilere ilişkin tanıtıcı istatistiklere bakıldığında Melekli dutlarının (ME1>ME2> ME3) daha fazla enzim aktivitesine sahip olduğu gözlenmiştir. Buna karşın, en düşük enzim aktivitesi K1 genotipinden elde edilmiştir. 2016 yılına ve Temmuz ayına nazaran 2015 yılında ve Haziran ayında enzim aktivitesinin fazla olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karadut (*Morus nigra*), Polifenol oksidaz enzimi, İğdir

ABSTRACT

DETERMINATION OF POLYPHENOL OXIDASE ENZYME ACTIVITY OF BLACK MULBERRIES (*Morus nigra*) GROWN IN IĞDIR ECOLOGICAL CONDITIONS

AZİTİ, Zeynebi Kübra

Msc Thesis, Department of Horticulture

1st Thesis Adviser: Assist. Prof. Dr. Sadiye Peral EYDURAN

2nd Thesis Adviser: Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ

Ocak 2018, 31 pages

In this study, places of white and black mulberry trees in Iğdır district and the villages (Melekli, Karakoyunlu) nearby were determined and the mulberries were collected twice yearly in June and July months of the years 2015 and 2016 in order to measure polyphenol oxidase enzyme (PFO) activities of these mulberries. However, no enzyme activity was detected in white mulberries. Therefore, the study was conducted with black mulberries. The mulberries collected were frozen at -20 °C. A crude enzyme extract making solution (Sodium acetate buffer containing % 1 polyethylene glycol (PEG) at pH (5,0) was prepared. 20 gr samples of the frozen berries were prepared using a precision scale and smashed in a mortar. 40 ml of the crude enzyme extract making solution was mixed with each mulberry genotype. The obtained mixtures were filtrated separately with four-folded cheesecloth, afterwards centrifuged for 30 minutes at 4 °C and 10.000 rpm. The supernatants were used as enzyme solutions. Enzyme activity of each solution was detected with a spectrophotometer. When descriptive statistics of each main effect were examined, it was observed that Melekli mulberries (ME1>ME2>ME3) had more enzyme activity. Nevertheless, the lowest enzyme activity was obtained from genotype K1. It was determined to be more enzyme activity in June month and the year 2015 compared with those in the year 2016 and July month.

Keywords: Black mulberry (*Morus nigra*), polyphenol oxidase enzyme, Iğdır

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam boyunca; ilgisini, sevgisini ve sonsuz anlayışını benden esirgemeyen her an yanımda olan, engin bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, bütün çalışmama ışık tutan her aşamasında ilgi ve desteğini gördüğüm çok değerli danışman hocalarım Yrd. Doç Dr. Sadiye Peral EYDURAN'a ve Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ'a, istatistik analizlerimi oluşturan Prof. Dr. Ecevit EYDURAN ve Yrd. Doç. Dr. Melekşen AKIN'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Analizlerim esnasında yoğun ilgi ve alakasını gördüğüm Uzman Ayşe TÜRKHAN'a ve Yüksek lisans eğitimime imkan sağlayan Iğdır ve Atatürk Üniversiteleri Fen Bilimleri Enstitüsü çalışanları ile Bahçe Bitkileri Anabilim dalı Öğretim Elemanlarına şükranlarımı sunarım.

Hem bu zorlu ve uzun süreçte hem de hayatım boyunca yanımda olan ve ideallerimi gerçekleştirmemi sağlayan değerli aileme yürekten teşekkür ederim.

Zeynebi Kübra AZİTİ

Ocak, 2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal.....	11
3.2.1. Sodyum-asetat tamponu hazırlama pH=5,0.....	14
3.2.2. Ham enzim özütü hazırlama	15
3.2.3. Substrat ve diğer çözeltilerin hazırlanması.....	16
3.2.4. İstatistiksel analizler	16
4. BULGULAR.....	17
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	23
KAYNAKLAR	25
ÖZGEÇMİŞ	31

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

cm	Santimetre
dk	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
l	Litre
m	Metre
ml	Mililitre
pH	Toprak Reaksiyonu
sn	Saniye
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
rpm	Dakikadaki devir sayısı

Kısaltmalar

IBA	Indol Butirik Asit
NAA	Naftalin Asetik Asit
PFO	Polifenol Oksidaz
POD	Peroksidaz
PEG	Polietilen Glikol

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Tabağa bırakılan karadutlar	11
Şekil 3.2. Öğütülmüş karadutlar	13
Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan santrifüj ve spektrofotometre	14
Şekil 3.4. Numunelerde kullanılan maddeler.....	15
Şekil 3.5. pH metre	15
Şekil 3.6. PEG, karıştırıcı, ham özüt.....	15



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Iğdır yöresi karadutarına ait ana etkilere ilişkin tanıtıcı istatistikler	17
Çizelge 4.2. Yıllara göre karadut genotiplerine ait enzim aktivite ortalamaları	18
Çizelge 4.3. Aylara göre karadut genotiplerine ait enzim aktivite ortalamaları	18
Çizelge 4.4. Yıllara göre aylara ait enzim aktivite ortalamaları	19
Çizelge 4.5. Yıl ve aylara göre karadut genotiplerine ait enzim aktivite ortalamaları ...	19
Çizelge 4.6. MARS modeline ait temel fonksiyonlar ve katsayılar.....	21

1. GİRİŞ

Dut bitkisinin adaptasyonu yüksek olduğundan farklı toprak ve iklim kuşaklarında yetişebilmektedir. Dut *Urticales* takımı içerisinde yer alan *Moraceae* familyasına dahil *Morus* cinsi içerisinde yer almaktadır. Freeman (1978) 12 dut türü belirtirken, Huo (2002) 14, Martin ve ark. (2002) 30'un üzerinde, Datta (2002) ise 68 dut türü olduğunu saptamıştır. Dutun yayılım merkezleri Güney Avrupa, Doğu, Batı ve Güneydoğu Asya, Güney Amerika'nın kuzeybatısı, Kuzey Amerika'nın güneyi ve Afrika'nın bazı bölümleridir (Datta, 2002). *Morus alba*, *Morus nigra* ve *Morus rubra* en çok bilinen dut türleridir. *Morus nigra*'nın anavatanı Türkiye, İran, Arabistan, Rusya ve Suriye iken *Morus alba*'nın Çin, Japonya, Tayland, Malezya ve Birmanya'dır. *Morus rubra*'nın gen merkezi ise Kuzey Amerika'dır (Bellini ve ark., 2000; Roger, 2002). Dutun anavatanı olan ülkemizde 2.401.965 adet meyve veren dut ağacı vardır ve bu ağaçlardan yıllık 71.724 ton ürün elde edilmektedir (Anonim, 2016).

Dut ülkemizde hemen hemen her bölgede yetiştirilmektedir (Erdoğan ve ark., 2005). Ülkemizde Diyarbakır ili 10.147 tonluk üretim ve ağaç başına ortalama verim 21 kg ile dut üretiminde ilk sırada yer alırken bunu, 7.571 ton'luk üretim ve ağaç başına ortalama verim 53 kg ile Malatya ili, 5.251 ton'luk üretim ve ağaç başına ortalama verim 93 kg ile Erzurum ili takip etmektedir (TUİK, 2016). Türkiye dutun anavatanı olması açısından ve ekolojik koşulları dut yetiştiriciliğine uygun olmasına rağmen bu potansiyelini yeterince kullanamamıştır.

Meyve özellikleri açısından oldukça üstün olan dut bitkisinin kerestesinden de faydalanılmaktadır. Dut üretimi dünyada oldukça yüksek olmakla birlikte bazı ülkelerde bilinmemektedir. Dut meyvesinin taze tüketimin yanı sıra farklı kullanım alanlarının ve muhafaza tekniklerinin geliştirilmesi ile ekonomik önemi artırılabilir (Erdoğan ve ark., 2005).

Enzimler çeşitli kimyasal reaksiyonlarda hücre tarafından kullanılan organik katalizörlerdir. Kataliz sözcüğü, Yunanca kökenli olup (kimyasal reaksiyonu) hızlandıran ve kolaylaştıran anlamına gelmektedir. Enzimler yapı ve görev açısından "apoenzim" ve "koenzim/kofaktör" olarak iki gruba ayrılmaktadır. Apoenzimler proteinden oluşmakta ve yüksek ısıda bozulmaktadır. Koenzimler (kofaktör) ise organik

ve inorganik maddeler oluşur ve tek başına işlevi yoktur. Apoenzimlerin yardımcısı görevindedir (MEB, 2007).

Dut ağacı, meyvesinden, yapraklarından ve kerestesinden yararlanılmak amacıyla yetiştirilmesinin yanında, kuzey yarım kürenin subtropik bölgelerinden, güney yarım kürenin tropik bölgelerine kadar farklı sıcaklıklarda ve çok çeşitli iklim, topoğrafik özellikler ve toprak şartlarında olgunlaşıp yetiştirilebilmektedir (Vijayan ve ark., 1997; Ercişli ve Orhan, 2008). Dut; Suriye, Çin, Japonya, Kuzey İran, Suudi Arabistan, Yunanistan, Fransa, İtalya, İspanya, Rusya, Güney Asya bölgelerinde ve Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya, Hindistan, Akdeniz ülkeleri, Orta Avrupa ve kısmen Avrupa'nın kuzey bölgelerinde de bulunmaktadır (Yaltık ve Davis, 1982; Lanska, 1992). Karadut Hindistan, Çin ve Japonya başta olmak üzere bir çok ülkede ekonomik olarak yetiştirilmekte, dut yaprağı ise ipek böceği yetiştiriciliğinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Vijayan ve ark., 1997). Bu ülkeleri, aralarında Türkiye ve Yunanistan'ın bulunduğu pek çok Avrupa ülkesi takip etmekte ve aksine bu ülkelerde ise dut, yaprağından çok meyvesi için yetiştirilmektedir (Gerasopoulos ve Stavroulakis, 1997; Ercişli, 2004). Ayrıca dutun anavatanı olan Anadolu'da ise yüksek kaliteli karadut yetiştirilmektedir (Yaltık ve Davis, 1982). Dutun Çin ve Japonya'daki kültürü M.Ö. 4000 yıllarına dayanmakta, Araştırmacıların çoğu, dutun Japonya'nın doğal bitkisi olduğunu kabul etmektedir (De Condelle, 1967). Geçmişte dutun meyvesinin tohumlarının Çin'in kuzeyinden güneyindeki ovalara ve bitkinin doğal olarak yetişmediği bölgelere kuşlar aracılığıyla taşınması dutların gerçek vatanının belirlenmesini zorlaştırmıştır. Dutun doğal bitkiler arasına girmesindeki en büyük etken bu durum olmuş, dutun Batı Asya ve Güney Afrika'daki varlığını da açıklamıştır (De Condelle, 1967).

Dut, farklı iklim ve toprak şartlarına adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması nedeniyle, ılıman, tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetişebilen bir meyve türüdür. *Morus* cinsi içine giren tür sayısını, Huo (2002) 14, Martin ve ark. (2002) 30'dan fazla, Datta (2002) ise 68 olarak bildirmiştir. Fakat on dört farklı dut türünün mevcut olduğu belirlenmiştir, bunlar beyaz dut (*Morus alba*, MA), karadut (*Morus nigra*, MN), Çin dutu (*Morus australis*), Afrika dutu (*Morus mesozygia*), Teksas dutu (*Morus microphylla*), Himalaya dutu (*Morus serrata*), Moğol dutu (*Morus mongolica*), kırmızı

dut (*Morus rubra*), Ihlamur yapraklı dut (*Morus tiliaefolia*), *Morus trilobata*, *Morus cathayana*, *Morus liboensis* ve *Morus notabilis*'dir (Erdoğan ve Pırlak, 2005).

Morus türü tuzlu toprakların dışında çok iyi bir gelişme göstermesiyle beraber hemen her toprak ve iklim koşullarında yetişir, ama sığ toprakları sevmez. Optimum toprak pH'sı 6.5-7 olmalıdır. Dut yetiştiriciliği için derin, verimli ve kumlu topraklar idealdir (Sernikli, 2015).

Dut, daha çok sıcak ılıman ve bol güneşli bölgelerin bitkisi olduğu için Türkiye'nin hemen her yerinde yetiştirilebilmektedir. Optimum sıcaklık isteği 24–28 °C'dir. Bir çok Bahçe Bitkisinde olduğu gibi dut da hava sıcaklığı 5– 36°C arasında olduğunda gelişimlerini düzenli bir şekilde devam ettirirler. Yıllık yağış isteği 600-2500 mm civarındadır. Yağışı az olan yerlerde sınırlı gelişim gösterir. Ancak çok fazla sulama yapıldığında yapraklardaki protein ve karbonhidrat içeriği düşer. Dut ağaçlarının ihtiyaç duyduğu su miktarı ağaçların bulunduğu bahçenin toprak yapısına göre değişir. Verimli topraklarda 10 gün aralıklarla, killi topraklarda ise 15 gün aralıklarla sulama istemektedir bunun yanında, % 65–80 civarında bir atmosferik nem oranı, dutun yetişmesi için idealdir. Gelişme ve yaprak kalitesi için güneş ışığı da önemli bir etkidir. Tropik alanlarda dut bir günde 9–13 saatlik ışıklandırma ile yetişmektedir. Dut deniz seviyesinden 1400 m yüksekliğe kadar yetiştirilebilmektedir. Ani olarak görülen geç donlarından zarar görmeye beraber, bir yıllık sürgünleri ve gözler -20°C'ye kadar dayanabilmektedir (MEB, 2013).

Dutun çoğaltımı tohum, çelik ve doku kültürü ile yapılmaktadır, ancak en yaygın olarak çelikle üretim yöntemi kullanılmaktadır. Generatif çoğaltma yönteminde tohumlar meyveden çıkarıldıktan sonra hemen ekilmelidir veya tohumlar kurutulmuş 4°C'de buzdolabında birkaç yıl muhafaza edilebilmektedir. Genel olarak çimlenme sorununa rastlanmaz, fakat bazı durumlarda özellikle de karadut tohumlarının çimlenmeleri için gibberelik asit uygulamaları gerekebilir. Tohumla çoğaltma diğer çok yıllık bahçe bitkilerinde de olduğu gibi oluşabilecek açılımlardan dolayı yapılmamaktadır. Ağaç yavaş gelişip, geç meyveye yatmakta ve meyve kalitelerinde farklılıklar görülebilmektedir (MEB, 2013).

Türkiye’de 400 yıldan daha uzun bir süredir dut yetiştiriciliğinin yapıldığı bilinmektedir, fakat bu meyve endüstriyel olarak yeterince değerlendirilmediğinden, dut üretimi sınırlı düzeyde kalmıştır. Ülkemizin birçok yöresinde dut üretimi yapılmakla birlikte, üretimde ilk sırayı Orta Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgeleri almaktadır (Akbulut ve ark., 2006).

Ülkemizde yetiştirilen dutlar taze tüketimin dışında pekmez olarak değerlendirilmekte olup (Hepsağ ve ark., 2012) yakın zamanda da, endüstriyel olarak “karadut suyu” üretimine başlanmıştır. Böylece, raf ömrü çok kısa olan karadutu endüstriyel olarak daha fazla değerlendirilme olanağı bulunmuştur (Güven ve Başaran, 1979). Karadut antosiyanin bakımından en zengin dut çeşidi (Özgen ve ark., 2009) olmasının yanında ışık, sıcaklık gibi etkenlere hassas olduğundan dolayı taze tüketimleri çok azdır ve dut meyvesi çok kolay bozulabilmektedir (Cavalcanti ve ark., 2011). Ülkemizdeki dut üretimi bazı illerde daha yoğun yapılmaktadır. Önemli dut üretimine sahip iller Çizelge 1.1’de gösterilmiştir (Anonim, 2016).

Çizelge 1.1. Türkiye’de dut üretiminin yapıldığı iller (Anonim 2016).

İller	Meyve Veren Yaşta Ağaç Sayısı	Meyve Vermeyen Yaşta Ağaç Sayısı	Ağaç Başına Ortalama Verim (kg)	Üretim (ton)
Diyarbakır	491.125	35.842	21	10.147
Malatya	141.520	8985	53	7.571
Erzurum	56.289	12.049	93	5.251
Elazığ	118.730	8.624	44	5.220
Ankara	75.493	16.573	60	4.566
Erzincan	121.565	24.725	35	4255
Samsun	55.747	13.780	37	2.068

Ülkemizde dutun gerek bitkisi gerek meyvesi değişik alanlarda kullanılarak değerlendirilebilmektedir. Yaprığı ipekböceği besini olarak kullanıldığı ve ülkemiz ekonomisine önemli katkılar sağladığı için, sadece yaprağı için yetiştirilen birçok dut türü bulunmaktadır. Kâğıt sanayi, mobilya, bazı müzik aletlerinin yapımında dut ağacından yararlanılmakta, bazı dut türlerine ise süs bitkisi olarak bahçe mimarisinde ve evlerin etrafında çit bitkisi olarak değerlendirilmektedir. Meyvesi, taze ve kuru

tüketildiği gibi pekmez, reçel, pestil ve sirke üretiminde de kullanılır (Güven ve Başaran, 1979, Cemeroğlu ve ark., 2005). Dut meyveleri dalından toplandığı şekilde hava almayacak bir ortamda soğuk hava koşullarında birkaç gün tazeliğini koruyabilmektedir, fakat genellikle dalından koparıldığı gibi taze olarak tüketilmektedir (Özgen ve ark., 2009).

Kara dut meyvesi, insan vücudunda bulunmayan esansiyel yağ asitlerini de (omega-3, omega-6 gibi) içermekte olup, hücre esnekliğinin sağlıklı bir şekilde oluşmasını, beyin ve sinir sistemlerinin fonksiyonlarının uygun şekilde yürütülebilmesini sağladığı (Simopoulos ve Salem, 1996), bunun yanında ateş ve kan basıncını düşürücü etkiye sahip olduğu ve karaciğeri zararlı etmenlerden koruduğu, boşaltımı kolaylaştırdığı, kalp hastalıklarını önlediği, ağız lezyonlarını iyileştirici fonksiyonlara sahip olduğu için bir ilaç gibi kullanılmaktadır (Yang, 1998; Jia ve ark. 1999; Chen ve ark., 2006). Karadut meyvelerinden yapılan şurup, özellikle küçük çocuklarda boğaz ve diş etleri iltihaplarına karşı gargara olarak da kullanılmakta, iştah arttırıcı özelliği olup, idrar tutamama, baş dönmesi, kulak çınlaması, kansızlık nedeniyle uykusuzluk, sinir zayıflığı, balgam söktürücü, kan şekerini düşürücü, dizanteriyi tedavi edici olarak ve hipertansiyon tedavilerinde de kullanıldığı bilinmektedir (Baytop, 1996, Yaltık ve Davis, 1982).

Bu hayati fonksiyonlarda karadut içindeki enzimlerin rolü büyüktür. Enzimler olmazsa vücut canlılığını sürdüremez (MEB, 2011). Çok eski çağlardan bu yana enzimlerden faydalanılmıştır. Şarap ve ekmek yapımı bunlara örnektir (Buxbaum, 2007). Enzimler çok eski çağlardan bu yana kullanılmakla birlikte enzimler hakkındaki ilk bilimsel bulgu Fransız kimyager Reamur tarafından kaydedilmiştir (Buxbaum, 2007). İlk enzim ekstraksiyonlarından biri etanol kullanılarak arpada yapılmıştır (Buxbaum, 2007). Enzimlerin katalizör olarak tanımlanması ise 19. yüzyılın ilk yarısında olmuştur. İlk zamanlar ferment olarak tanımlanan enzimlerin aslında fermentasyon olayında mayalarla birlikte görev alıp fermentasyon sürecini katalizlediği 19. yüzyılın ortasında Louis Pasteur tarafından ileri sürülmüştür. Enzimlerin ticari olarak üretilmeye başlaması ise 19. yüzyılın sonunda gerçekleşmiştir (Nelson ve Cox, 2004; Whitehurst ve van Oort, 2010). Enzim terimi ilk defa 1878'de kullanılmış olup enzimlerin etki ettikleri maddeyle oluşturdukları anahtar-kilit teorisi ise 19. yüzyılın

sonunda ileri sürülmüştür (Buxboum, 2007).

Enzimler genellikle renksizdir ve suda çözünebilen maddelerdir. Enzimlerin tepkimeye girdikleri maddeye substrat denir. Tepkimenin sonucu oluşan maddeye de ürün denir. Enzim üzerinde substratın bağlandığı aktif bölge bulunmaktadır. Reaksiyon sonunda ürün oluştuğundan sonra enzim tekrar kullanılmak üzere tepkimedenden değişime uğramadan çıkmaktadır (MEB, 2011).

Enzimler katalizledikleri reaksiyonlara göre gruplandırılır (Paulo ve Gübitz, 2003). Enzimler aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

- Oksidoreduktazlar
- Transferazlar
- Hidrolazlar
- Liyazlar
- İzomerazlar
- Ligazlar

Polifenol oksidazlar (PFO), oksidoreduktaz grubu içerisinde yer almakta ve bakır içermekle birlikte substrat kısmı fenolik bileşiklerdir. PFO, genellikle bitkilerde yaygın olmakla birlikte mantarlarda da bulunmaktadır. PFO etki gösterdiği maddenin oksitlenerek kararmasına neden olmaktadır (Godfrey ve West, 1996). Dolayısıyla meyve ve sebzelerin hasat, depolama ve işleme esnasındaki kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Mekanik hasarlar sonucunda oluşan kararma meyve ve sebzelerin kalitesini düşürerek hasara neden olmaktadır. Esmerleşme olarak da isimlendirilen mekanik hasarlar sonucunda oluşan kararma elma, muz, patates gibi meyve ve sebzelerde istenmeyen bir durum iken kahve, çay, siyah üzüm, kakao ve siyah incirlerde bu PFO aktivitesi arzu edilen bir reaksiyondur. Çünkü bu reaksiyon sonucunda ürün istenen son karakteristiğini kavuşmuş olur (Memişoğlu ve ark., 2005). PFO miktarı bitki çeşidi, yaşı ve yapılan kültürel uygulamalara göre değişmektedir. En yüksek PFO aktivitesi üzüm kabuklarında, bazı elma çeşitlerinde ve salatalık çeşitlerinde bildirilmiştir. Bunların birlikte, mantar sap ve epidermisinde de yüksek PFO bulunmuştur (Memişoğlu ve ark., 2005). PFO, monofenol monooksijenaz ve kateşol

oksidaz sınıfına girmektedir (Hammer, 1993). PFO hücrelerde inaktif olarak sentezlenmekte ancak proteaz ve etilen gibi uyarıcılar sonucunda aktif hale gelmektedir (Yemeniciođlu ve ark., 1997).

PFO genellikle hücrenin tilakoid ve kloroplastında membrana bağlı olarak bulunmakta iken bir kısmı da sitoplazmada serbest haldedir. Meyve ve sebzelede mekanik hasarın meydana gelmesiyle PFO hücre vakuollerinde bulunan fenolik bileşiklerle ve oksijenle tepkimeye girerek dokuların esmerleşmesine neden olmaktadır (Muchuweti ve ark., 2006). PFO aktivitesini azaltmak için yapılan uygulamalar: ışık işlem ve askorbik asit, tiyol ve sülfid uygulamasıdır (Yemeniciođlu ve ark., 1997). Meyve ve sebzelerin kabukları oksijen geçişine izin vermeyecek şekilde sağlam olduğu sürece esmerleşme görülmemektedir. Meyve ve sebzelerin muhafazasında; oksijenin geçmesine engel olan kaplama ve filmler, azot gazı ve kontrollü atmosfer uygulamaları yapılmaktadır (Aehle, 2004). PFO aktivitesi sonucu görsel kararmanın yanı sıra diğer organoleptik özelliklerde de bozulmalar olmaktadır (Godfrey ve West, 1996).

Çalışmamızın yapıldığı Iğdır ilinde geniş alanlarda doğal olarak yetişen karadut, beyaz dut ve kırmızı dut popülasyonları mevcuttur. Ilıman iklim meyve türlerinin hemen tamamının yetiştirildiği Iğdır ekolojisinde karadut yetiştiriciliği kültürün bir parçası olarak önemlidir. Foksiyonel gıda olarak önemi gün geçtikçe artan ve tercih edilen karadutun insan sağlığı açısından tüketimi önemlidir. Küreselleşen dünyada lokal değerlerin öneminin arttığı bir dönemde, ekolojik faktörlerin kümülatif etkisi ile meyvelerin makro ve mikro ölçekli fitokimyasal içerikleri farklılık arz ettiği için lokal çalışmaların gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda Iğdır ekolojisinde yetiştirilen karadutların fitokimyasal içeriklerinin tespitine yönelik olarak referans çalışmalarının yetersizliği söz konusudur. Bilimsel bilgi birikimine katkı sunmak ve yöre insanları için farkındalık oluşturabilmek amacıyla bu araştırma planlanmış ve yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

PFO'nun hızı, genellikle enzim konsantrasyonu ile doğrusal ilişki göstermektedir. Substrat konsantrasyonu sabit tutulup enzim konsantrasyonu yükseltildiğinde substratın tamamı enzim-substrat bileşimi oluşturana kadar reaksiyon hızı artmaktadır. Substrat tükendiğinde PFO reaksiyonu sabitlenir ve sabit PFO konsantrasyonunda, reaksiyonunun hızı belirli bir noktaya kadar substrat konsantrasyonu ile artmaktadır. Substrat konsantrasyonunun artması ile reaksiyon hızı değişmemekte, PFO reaksiyonlarının hızı sıcaklık ile arttığı ve sıcaklığın her 10°C artması ile reaksiyon hızının ortalama iki kat arttığı bildirilmiştir. Enzimatik aktivitenin 37 – 40°C'de en yüksek olduğu saptanmış, ancak bu sıcaklık aralığının üzerinde enzimlerin bozulduğu saptanmıştır. Optimum enzim sıcaklığı birim zamanda substratın en fazla değişime uğradığı aralıktır. Enzim reaksiyon hızı pH'ya göre değişmektedir. Enzim aktivitesini azaltan inhibitörler bulunmaktadır. Bu bileşikler substrata benzediklerinden, enzime substrattan daha fazla bağlanarak enzim aktivitesini inhibe etmektedir (Seriner, 2010).

Anamur muzunda PFO saflaştırılarak karakteristik özellikleri saptanmıştır. Buna göre PFO için en iyi sıcaklık ve pH sırasıyla 30°C ve 7.0 olarak tanımlanmıştır. 60-75°C arasındaki termal inaktivasyon esnasında PFO'nun yarı ömür değerleri 7.3-85.6 dakika olarak saptanmıştır. E_a ve Z değerleri sırasıyla, 155 kJ.mol⁻¹ ve 14.2°C olarak bulunurken, K_m ve V_{max} değerleri sırasıyla 8.5 mM ve 0.754 OD410 dk.⁻¹ olmuştur. Askorbik asit ve sodyum metasülfat en etkili inhibitörler olarak bildirilmiştir (Ünal, 2007).

Emir üzüm çeşidinde PFO aktivitesi incelendiğinde optimum sıcaklık ve pH sırasıyla 25°C ve 4.2 ve olarak bulunmuştur. K_m ve V_{max} değerleri sırasıyla 25.1±2.72mmol L⁻¹ ve 0.925±0.04 OD410 dk⁻¹ olmuştur. Sodyum metabisülfid ve askorbik asit en etkin inhibitörler olup, E_a ve Z değeri sırasıyla 251.4 kJmol⁻¹ ($r^2=0.996$) ve 8.92°C ($r^2=0.993$) olarak saptanmıştır (Ünal ve Şener, 2006).

Mantarda PFO, % 8'lik TX-114 kullanıldığında yaklaşık 5 kat saflaştırma elde edilirken, pH 7.0'de polivinilpolipirrolidon (PVPP) kullanıldığında saflaştırma 10 kat artmış ve %72 enzim geri kazanımı sağlanmıştır. Bununla beraber, pH 6.0'ya

düşürüldüğünde saflaştırma 15.5 kata ve geri kazanım %100'e çıkmıştır (Beşel, 2003).

Patlıcanda kurutma işlemleri için en iyi çeşit seçilmiş, birçok patlıcan çeşitlerinde bulunan PFO enziminin biyokimyasal özelliklerine bakmışlardır. PFO ısıl ietkisizleştirme çalışmalarına göre 40°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda enzim aktivitesinde düşüşler meydana gelmiştir. Kateşol ve 4-metil kateşol substratları için en iyi aktivite elde etmek için kateşol kullanılan ve en uygun sıcaklık 20°C bulunan çeşit 1 dışında, diğer patlıcanlarda 30°C olarak bulunmuştur (Doğan ve ark., 2002).

Yemencioğlu ve ark. (1997) altı elma çeşidinin PFO'larının ısıl inaktivasyon kinetiklerini üç farklı sıcaklıklarda çalışmışlardır (73° C, 78°C,68 °C). PFO aktivitesi ilk başta artmış ve daha sonra sıcaklıkla birlikte yavaş yavaş azalmaya başlamıştır. Aktivitedeki artış PFO'nun olduğunu göstermektedir. 78°C'de Amasya cinsindeki PFO'nun en az Starking Delicious' takinin ise en yüksek dayanıklığa sahip olduğu bulunmaktadır.

Bir başka çalışmada, Güney Afrika'da yetişen Viktorya üzümünden ekstrakte edilen PFO enziminin biyokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Mellvaine tamponu içindeki 10 mM kateşol substratı ile enzim aktivitesi için en iyi pH 5 ve sıcaklık 25°C olarak bulunmuştur. K_m ve V_{maks} değerleri sırasıyla 52.6±0.00436 mM ve 653±24.0 OD⁴⁰⁰ nm.dak.⁻¹'dir. Çalışmada sekiz inhibitör araştırılmış ve en iyi inhibitörle olarak askorbik asit, L-sistein ve sodyum metabisüfit bulunmuştur. Viktorya üzümünün PFO'sunun iyi bir dereceden kinetiğe etki ettiği gözlenmiştir (Repeanu ve ark., 2006).

Espin ve ark. (1997) enginarında bulunan PFO enziminin monofenolaz aktivitesini araştırmışlardır. Enginar PFO'su aseton tozu yöntemini kullanarak geçirgenliği engellenmiştir. Enzim ekstraktı hem monofenolaz hem de difenolaz aktivite göstermiştir. Enzim monofenolaz aktivitesi, substrat olarak çiftli bir nükleofil olarak 3-metil-2-benzothiazolinon ile birlikte 4-hidroksianisol, kullanılarak yapılmıştır. Bu metotla tekrarlanabilirlik ve yüksek hassasiyet göstermiştir.

Çay yapraklarından (*Camellia sinensis*) aseton tozu yöntemiyle PFO'yu ekstrakte sonra saflaştırıp birkaç özelliklerini araştırmışlardır. PFO'nun izozimlerini DEAE selüloz kolonunda ayırmışlardır. İki kısım absorbe edilirken diğeri edilmemiştir. Edilmeyen kısım farklı kromatografik yöntemlerle saflaştırılmıştır. Yüksek miktarda

saflaştırılmış enzim, monofenolleri, *p*-kinolleleri okside edemezken kateşolü okside etmiş ve bunun için kateşolün oksidaz olabileceği tahmin edilmiştir. Kateşin 0.49 mM'lık bir K_m ile en iyi substrat olarak bulunmuştur. Enzim 2 mM'lık tropolone ile komple inaktive olmuştur (Halder ve ark., 1998).

Fermente (siyah) çayda, iki temel enzimin PFO ve peroksidaz (POD) bu türe özgü aktivitelerinde kahverengi bileşiklerin oluşumu araştırılmıştır. PFO ve POD aktiviteleri spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. PFO ve POD'un maksimum aktiviteleri çay işlenmesi sırasındaki kıvrırma işlemi sırasında olduğu görülmüştür. Enzim aktivitesinde görülen düşüş ve sonraki artışın nedeni fermente siyah çayda oksidatif fermantasyona (enzimatik esmerleşme) etki eden mekanik zararlanmalardan kaynaklandığı araştırılmıştır (Mahanta ve ark., 1993).

Bir başka çalışmada ise, çay bitkisi PFO'su sürgünlerden 5000 kat saflaştırılmıştır. Saflaştırmanın ara aşamalarında dört tane çözünür özellikte sarı kısmı elde edilmiştir. Bunların asidik fenolik oksidasyon ürünleri ile birlikte temel nükleik asitler ve enzim proteinleri oldukları tahmin etmişlerdir. Kompleks oluşturucu materyallerin birbirinden ayrılmasından sonra bazı kısımları mavi renkli ve birbirlerine benzer hale geldiği gözlenmiştir. Bakır içeriği % 0.32 olarak bulunmuştur. Pirogallol'e karşı bu türe özgü aktivite, 30° C'de, 373 ünite/mg olarak bulunmuştur. En ideal substrat *o*-dihidrik fenollerdir. Kuinol ve *p*-fenilenediamin yavaş yavaş okside olmuşlardır (Gregory ve ark., 1966).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmamızda dutlarda polifenol oksidaz enzim aktivitesine bakıldığı için tez içinde enzim denildiğinde polifenol oksidaza atıf yapılmıştır. Dut çeşitlerinin enzim aktivitelerinin belirlenmesi için daha önce tespit edilen Iğdır Merkez (M1, M2, M3) ve merkeze bağlı Melekli (ME1, ME2, ME3) ve Karakoyunlu (K1, K2, K3) köylerinden bulunan karadut genotiplerinde 2015-2016 yıllarının Haziran ve Temmuz ayları olmak üzere ikişer dönemde dutlardan örnekler yapılmıştır. Karadutların enzim aktivitelerinin incelenmesi için dutlar Iğdır Üniversitesinin Ziraat Fakültesi laboratuvarına getirilerek buzdolabına bırakılmıştır. Örneklenen ve muhafaza edilen dutlar çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Dondurulmuş dutlar buzdolabından çıkarıldıktan sonra hepsi hassas terazi yardımıyla 20 gr olacak şekilde tartıldıktan sonra üstü açık bir tabağa hepsinin cinsini teker teker yazarak tekrar buzdolabına bırakılmıştır. (Şekil 3.1)'de çalışmaya ait bir görünüm sunulmuştur.



Şekil 3.1. Tabağa bırakılan karadutlar

Iğdır ilinin 2015-2016 yılları arası iklim verileri Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Iğdır ilinin 2015 yılı iklim verileri (MGM, 2018)

Aylar	Maksimum sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık(°C)	Ortalama maksimum sıcaklık(°C)	Ortalama minimum sıcaklık(°C)	Ortalama sıcaklık(°C)
Ocak	15.6	-9.8	6.8	-3.7	1.0
Şubat	15.6	-4.1	10.6	-1.1	4.2
Mart	20.4	-4.7	14.8	2.8	8.4
Nisan	29.9	3.5	20.3	7.6	13.8
Mayıs	32.2	7.0	25.0	12.8	18.7
Haziran	37.8	12.5	32.3	17.5	24.9
Temmuz	38.8	16.2	35.9	21.7	28.4
Ağustos	41.4	13.6	34.5	19.7	26.9
Eylül	35.6	10.7	31.5	15.9	23.4
Eki	27.3	4.8	20.0	10.4	14.6
Kasım	18.3	-3.6	13.5	1.1	6.5
Aralık	11.3	-7.8	4.7	-4.2	-0.3

Çizelge 3.2. Iğdır ilinin 2016 yılı iklim verileri (MGM, 2018)

Aylar	Maksimum sıcaklık(°C)	Minimum sıcaklık(°C)	Ortalama maksimum sıcaklık(°C)	Ortalama minimum sıcaklık(°C)	Ortalama sıcaklık(°C)
Ocak	10.4	-19.2	2.9	-4.8	-1.3
Şubat	18.9	-7.0	10.3	0.0	4.6
Mart	21.3	-3.1	15.8	3.0	9.2
Nisan	30.3	-0.3	21.9	7.7	14.5
Mayıs	30.6	8.7	25.6	12.3	18.5
Haziran	36.6	11.1	30.0	16.0	22.6
Temmuz	38.2	13.6	33.0	19.7	26.0
Ağustos	36.9	16.3	35.0	19.7	27.2
Eylül	33.3	6.1	27.5	13.8	20.4
Ekim	28.9	3.2	19.2	7.1	12.5
Kasım	19.0	-8.0	11.2	-1.6	3.7
Aralık	12.3	-19.3	0.8	-7.8	-3.8

3.2. Metot

Laboratuvara getirilen ve örneklenen karadut meyvelerinin dondurulma işlemi yapıldıktan sonra dondurup çözme yöntemi uygulanarak iyice öğütüldü. İyice öğütülen dutlara % 1 polietilen glikol (PEG) içeren 50 mM asetat (pH 5,0) tamponundan, 40 mL ilave edildi (Aydemir, 2004) ve iyice karıştırıldı (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Öğütülmüş karadutlar

Hazırlanmış olan karışımı öğütülmüş olan dutların içerisine dökerek tekrar dutları iyice öğütüp karışımı sağlandı. Bu aşamalardan sonra elimizde bulunan karışımı bir tülbent yardımıyla ağzı kapalı plastik şişeye süzüldü. Süzölmüş olan karışımı hassas terazide tartarak aynı ağırlıkta olması sağlandı, santrifüj içerisine ağırlıkları aynı olacak şekilde karşı karşıya bırakıldı. 30 dakika +4°C 10000 rpm’de santrifüj edildi. Santrifüjden çıkarılan karışımı tülbent yardımıyla süzdükten sonra saf sudan geçirilmiş bir diğer ağzı kapalı plastik şişelerin üstüne dutların etiketi yazılarak teker teker alındı. Elde edilen süpernatant enzim çözeltisi olarak kullanıldı. Kullanılan santrifüj ve Spektrofotometre Şekil 3.3’de görölmektedir. Şekil 3.4’de Enzim aktivitesi bakılmasında kullanılan kimyasal maddeler görölmektedir.



Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan santrifüj ve spektrofotometre

PFO aktivitesi, spektrofotometrik olarak 4-metil katekol için 496 nm’de ve diğer tüm substratlar için 500 nm’de, absorbanstaki artışın ölçülmesiyle belirlendi (Espin ve ark., 1995). Reaksiyon karışımı, substratla eşit hacimde 3-metil-2-benzotiyozolinon (MBTH, stok 10 mM) ve 20 µL Dimetilformamid (DMF) içeren karışıma, enzim çözeltisi ile birlikte son hacmi 1000 µL olacak şekilde tampon çözelti ilave edilerek hazırlandı. Enzim çözeltisinin konulmadığı reaksiyon karışımında kör olarak kullanıldı. Bir ünite PFO aktivitesi; 1 mL reaksiyon karışımında bir dakikadaki 0,001 absorbans artışına neden olan enzim miktarı olarak belirlendi (Kolcuoğlu, 2012).

KÖR NUMUNE

100µl substrat

100µl MBTH

20µl DMF

730µl tampon pH=5

ASIL NUMUNE

100µl substrat

100µl MTBH

20µl DMF

730µl tampon pH=5

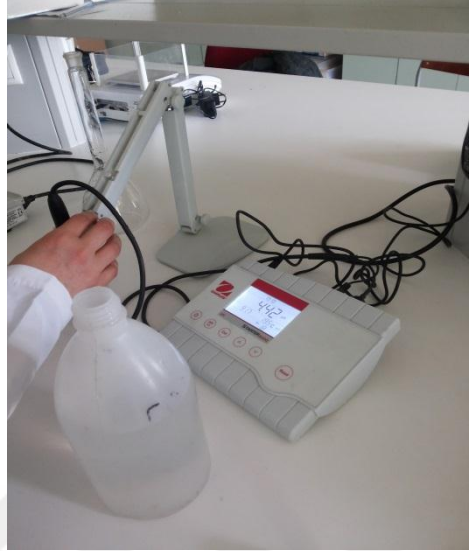
50µl enzim



Şekil 3.4. Numunelerde kullanılan maddeler

3.2.1. Sodyum-asetat tamponu hazırlama pH=5,0

Sodyum-Asetat Tamponu (Na-Ac) (50 mM, pH 5,0): 3.402 g sodyum asetat 450 mL saf suda çözülüp 1 M asetik asit ile pH'sı 5,0'a ayarlanıp hacmi saf su ile 500 mL'ye tamamlandı (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. pH metre

3.2.2. Ham enzim özütü hazırlama

Ham enzim özütü hazırlama çözeltisi, 3.402 g sodyum asetat (50 mM), 5 g Polietilen glikol (PEG) saf suda çözülüp 1 M asetik asitle pH'sı 5,0'a ayarlanıp hacmi saf su ile 500 mL'ye tamamlanarak hazırlandı. Dutları hassas terazide 20 gr tartıktan sonra 1-2 oranında olacak şekilde dutların ağırlığının iki katı olan (40 mL) ham enzim özütü hazırlama çözeltisi eklendi. Çalışmada kullanılan PEG, karıştırıcı ve ham enzim özütü hazırlama çözeltisi son hali Şekil 3.6.'da görülmektedir.



Şekil 3.6. PEG, karıştırıcı, ham özüt

3.2.3. Substrat ve diğer çözeltilerin hazırlanması

100 mM Katekol: 0,11 g katekol az saf suda çözülüp hacmi 10 mL'ye tamamlandı.

10 mM MBTH (3-metil-2-benzotiyazolinon hidrazon): 0,022 g MBTH az saf suda çözülüp hacmi 10 mL'ye tamamlandı.

Dimetilformamid (DMF): Orijinal şişeden kullanıldı

3.2.4. İstatistiksel analizler

DeneySEL olarak yürütülen çalışmada her örnekten alınan numunelerin analizi 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Polifenol oksidaz enzim aktivitesi bakımından elde edilen verilerin tanıtıcı istatistikleri ortalama ve standart hata şeklinde ifade edilmiştir. Söz konusu enzim aktivitesi bakımından genotip (K1, K2, K3, M1, M2, M3, ME1, ME2, ME3), yıl (2015 ve 2016), mevsim (Haziran ve Temmuz) ana etkileri ile genotip x yıl, çgenotip x mevsim, yıl x mevsim ve genotip x yıl x mevsim interaksiyon etkilerine ait hipotezlerin test edilmesi için tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme deseninde varyans analizi tekniğinden yararlanılmıştır. Önemli farklılıkların belirlenmesinde genotip için Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Polifenol oksidaz enzim aktivitesi bakımından tahmin denklemi geliştirmek amacıyla genotip, yıl ve mevsim değişkenlerini kullanarak MARS veri madenciliği algoritması ile tahmin modeli geliştirilmiştir. Ayrıca, mevcut veri setinden yola çıkarak regresyon ağacı elde etmek için CART veri madenciliği algoritması kullanılmıştır (Kovalchuk ve ark., 2017). Verilerin istatistiksel analizi R yazılımı ile yapılmıştır.

4. BULGULAR

Enzim aktivitesi bakımından 9 adet karadut genotipi (K1, K2, K3, M1, M2, M3, ME1, ME2, ME3), yıl (2015 ve 2016), mevsim (Haziran ve Temmuz) ana etkileri ile genotip x yıl, genotip x mevsim, yıl x mevsim ve genotip x yıl x mevsim interaksiyon etkiler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Enzim aktivitesine ilişkin toplam varyasyonun yaklaşık %100'ü model dahil edilen bu etkiler tarafından açıklanmıştır. Ana etkilere ilişkin tanıtıcı istatistiklere bakıldığında Melekli dutlarının (ME1>ME2>ME3) daha fazla enzim aktivitesine sahip olduğu gözlenmiştir. Buna karşın, en düşük enzim aktivitesi K1 genotipinde elde edilmiştir. 2016 yılına ve Temmuz ayına nazaran 2015 yılında ve Haziran ayında enzim aktivitesinin fazla olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Iğdır yöresi karadutarına ait ana etkilere ilişkin tanıtıcı istatistikler

Genotip	Ortalama enzim aktivite (Ünite)
K1	293.3 ± 61.3h
K2	314.1 ± 60.1g
K3	338.9 ± 65.4d
M1	283.3 ± 56.0i
M2	323.8 ± 64.7f
M3	337.9 ± 60.1e
ME1	554.9 ± 19.7a
ME2	551.8 ± 35.1b
ME3	465.8 ± 16.4c
YIL	
2015	475.8 ± 18.5a
2016	293.9 ± 29.6b
AY	
Haziran	477.4 ± 24.1a
Temmuz	292.2 ± 24.9b
Genel	384.8 ± 19.4

Dipnot: Sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar %5 seviyesinde önemli farklılığı göstermektedir.

Yıllara göre çeşitlere ait enzim aktivite ortalamalarına bakıldığında; 2015 yılında enzim aktivitesinin 2016 yılından daha fazla olduğu, Karakoyunlu 3 ve Melekli 3 genotipinin 2015 yılı için diğerlerinden daha fazla olduğu, Melekli 2'nin ise 2016 yılında daha fazla enzim aktivitesine sahip olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Yıllara göre karadut genotiplerine ait enzim aktivite ortalamaları (Ünite)

Genotip	2015	2016
K1	438.4 ± 88.0h	148.3 ± 19.7h
K2	470.9 ± 75.9f	157.2 ± 16.5f
K3	536.6 ± 55.6a	141.1 ± 9.64i
M1	390.0 ± 69.3i	176.4 ± 66.5e
M2	499.0 ± 55.8c	148.4 ± 54.9g
M3	481.5 ± 51.7e	194.3 ± 70.5d
ME1	497.1 ± 19.4d	612.4 ± 2.10b
ME2	462.9 ± 38.8g	640.6 ± 27.2a
ME3	505.7 ± 23.5b	426.2 ± 0.64c

Dipnot: Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalamalar %5 seviyesinde önemli farklılığı göstermektedir.

Birden fazla hasat edilen karadut meyvelerinin genotip bazında aylara göre enzim aktivitesi ortalamalarına bakıldığında; Haziran ayında Melekli 2'de en fazla bulunurken, Karakoyunlu 3'te en az bulunmuştur. Temmuz ayında ise Melekli 1 genotipinde en fazla enzim aktivitesi saptanırken, Merkez 1'de en düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Aylara göre karadut genotiplerine ait enzim aktivite ortalamaları (Ünite)

Genotip	Haziran	Temmuz
K1	413.8 ± 99.0h	172.9 ± 30.7h
K2	417.4 ± 99.0g	210.8 ± 40.4e
K3	412.0 ± 111.0i	265.9 ± 65.5d
M1	435.1 ± 49.2f	131.4 ± 46.4i
M2	447.5 ± 78.9e	200.0 ± 77.9g
M3	474.6 ± 54.8d	201.2 ± 73.6f
ME1	578.8 ± 17.1b	530.7 ± 34.4a
ME2	625.6 ± 34.0a	478.0 ± 45.5b
ME3	492.7 ± 29.4c	439.2 ± 6.22c

Dipnot: Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalamalar %5 seviyesinde önemli farklılığı göstermektedir.

Yıllara göre karadut genotiplerine ait enzim aktivite ortalamalarına bakıldığında; 2015 yılının Haziran ayının en fazla olduğu, 2016 yılının Temmuz ayının ise en az olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Yıllara göre aylara ait enzim aktivite ortalamaları (Ünite)

Yıl	Haziran	Temmuz
2015	594.6 ± 8.71a	357.0 ± 15.2a
2016	360.3 ± 35.3b	227.4 ± 44.5b

Dipnot: Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalamalar %5 seviyesinde önemli farklılığı göstermektedir.

Yıl ve aylara göre karadut genotipi enzim ortalamaları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Sonuçlara göre; 2015 yılında Haziran ayı ortalamaları içinde en fazla enzim aktivitesi Karakoyunlu 3, Temmuz ayı ortalamaları içinde ise en fazla enzim aktivite değeri Melekli 1'de gözlenmiştir. 2016 yılında Haziran ayında en fazla enzim aktivitesi Melekli 2'de gözlenirken Temmuz ayında Melekli 1'de saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Yıl ve aylara göre karadut genotiplerine ait enzim aktivite ortalamaları (Ünite)

Genotip	2015		2016	
	Haziran	Temmuz	Haziran	Temmuz
K1	635.2 ± 0.115c	241.5 ± 0.115h	192.3 ± 0.115h	104.2 ± 0.115g
K2	640.7 ± 0.058b	301.1 ± 0.058g	194.0 ± 1.150g	120.4 ± 0.058e
K3	660.9 ± 0.058a	412.3 ± 0.058c	162.6 ± 0.058ı	119.5 ± 0.115f
M1	545.2 ± 0.115h	235.1 ± 0.115ı	325.0 ± 0.580e	27.70 ± 0.115h
M2	623.8 ± 0.058d	374.2 ± 0.115e	271.0 ± 0.580f	25.70 ± 0.058ı
M3	597.2 ± 0.115e	365.8 ± 0.0058f	352.0 ± 0.580d	365.0 ± 0.115d
ME1	540.5 ± 0.058ı	453.7 ± 0.115a	617.1 ± 0.058b	607.7 ± 0.058a
ME2	549.6 ± 0.115g	376.2 ± 0.058d	701.5 ± 0.115a	579.7 ± 0.115b
ME3	558.3 ± 0.058f	453.1 ± 0.058b	427.0 ± 1.150c	425.3 ± 0.058c

Dipnot: Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalamalar %5 seviyesinde önemli farklılığı göstermektedir.

Enzim aktivitesini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla MARS veri madenciliği algoritması kullanılmış, elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6. da özetlenmiştir. Söz konusu algoritma ile elde edilen tahmin denkleminde ait katsayılar aşağıda

verilmiştir. Enzim aktivitesi için tahmin denklemi ile hesaplanan tahmin değerleri ile gerçek değer arasında korelasyon katsayısı ($r=0.99$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($t=126$, $sd= 106$, $P<2.2e-16$, %95 güven aralığı; 0.9951523-0.9977415). Enzim aktivitesinde meydana gelen toplam varyasyonun hemen hemen tamamı modele dâhil edilen unsurlar tarafından açıklanmıştır.

K1 genotipi için enzim aktivitesi ortalaması 2015 yılı Temmuz ayında 241.5 ünite olarak tahmin edilmiştir. K1 genotipi için 2016 yılı Temmuz ayında enzim aktivitesi ortalaması 104.2 ünite olarak tahmin edilmiştir. K1 genotipi için 2015 yılı Haziran 635.2 ünite olarak tahmin edilirken, 2016 Haziran enzim aktivitesi 192.3 ünite olarak tahmin edilmiştir.

K3 genotipi için enzim aktivitesi ortalaması 2015 yılı temmuz ayında 412.3 ünite olarak tahmin edilmiştir. K3 genotipi için 2016 yılı temmuz ayında enzim aktivitesi 119.5 ünite olarak tahmin edilmiştir. K3 genotipi için 2015 yılı haziran ayındaki enzim aktivitesi ortalaması 660.9 ünite, 2016 haziran ayında 162.6 ünite olarak tahmin edilmiştir.

M2 genotipi için enzim aktivitesi ortalaması 2015 yılı Temmuz ayında 374.2 ünite olarak tahmin edilmiştir. M2 genotipi için 2016 yılı Temmuz ayında enzim aktivitesi ortalaması 25.70 ünite olarak tahmin edilmiştir. M2 genotipi için 2015 yılı Haziran ayındaki enzim aktivitesi ortalaması 623.8 ünite, 2016 Haziran ayında 271.0 ünite bulunmuştur.

M3 genotipi için enzim aktivitesi ortalaması 2015 yılı Temmuz ayında 365.8 ünite olarak tahmin edilmiştir. M3 genotipi için 2016 yılı Temmuz ayında enzim aktivitesi ortalaması 365.0 ünite olarak tahmin edilmiştir. M3 genotipi için 2015 yılı Haziran ayındaki enzim aktivitesi ortalaması 597.2 ünite, 2016 Haziran ayında 352.0 ünite tahmin edilmiştir.

ME1 genotipi için enzim aktivitesi ortalaması 2015 yılı Temmuz ayında 453.7 ünite olarak tahmin edilmiştir. ME1 genotipi için 2016 yılı Temmuz ayında enzim aktivitesi 607.7 ünite olarak tahmin edilmiştir. ME1 genotipi için 2015 yılı Haziran ayındaki enzim aktivitesi ortalaması 540.5 ünite, 2016 Haziran ayında 617.1 ünite tahmin edilmiştir.

ME2 genotipi için enzim aktivitesi ortalaması 2015 yılı Temmuz ayında 376.2 ünite olarak tahmin edilmiştir. ME2 genotipi için 2016 yılı Temmuz ayında enzim aktivitesi ortalaması 579.7 ünite olarak tahmin edilmiştir. ME2 genotipi için 2015 yılı Haziran ayındaki enzim aktivitesi ortalaması 549.6 ünite, 2016 Haziran ayında 701.5 ünite tahmin edilmiştir.

ME3 genotipi için enzim aktivitesi ortalaması 2015 yılı Temmuz ayında 453.1 ünite olarak tahmin edilmiştir. ME3 genotipi için 2016 yılı Temmuz ayında enzim aktivitesi 425.3 ünite olarak tahmin edilmiştir. ME3 genotipi için 2015 yılı Haziran ayındaki enzim aktivitesi ortalaması 558.3 ünite, 2016 Haziran ayında 427.0 ünite olarak tahmin edilmiştir.

Çizelge 4.6. MARS modeline ait temel fonksiyonlar ve katsayılar

Temel fonksiyon	Katsayılar
(Sabit)	572
Genotip K2	36
Genotip K3	92
Genotip M2	83
Genotip M3	26
Genotip ME1	-31
Yıl 2016	-391
Ay Temmuz	-305
Genotip K3 * Yıl 2016	-113
Genotip K3 * Ay Temmuz	50
Genotip M1 * Yıl 2016	145
Genotip M1 * Ay Temmuz	-32
Genotip M3 * Yıl 2016	146
Genotip M3 * Ay Temmuz	74
Genotip ME1 * Yıl 2016	468
Genotip ME1 * Ay Temmuz	218
Genotip ME2 * Yıl 2016	521
Genotip ME2 * Ay Temmuz	110
Genotip ME3 * Yıl 2016	247
Genotip ME3 * Ay Temmuz	186
Yıl 2016 * Ay Temmuz	217
Genotip M1 * Yıl 2016 * Ay Temmuz	-178
Genotip M2 * Yıl 2016 * Ay Temmuz	-150
Genotip M3 * Yıl 2016 * Ay Temmuz	-302
Genotip ME1 * Yıl 2016 * Ay Temmuz	-140
Genotip ME2 * Yıl 2016 * Ay Temmuz	-144
Genotip ME3 * Yıl 2016 * Ay Temmuz	-101

GCV 267 GR2 0.99 R² 0.99 CVR² 0.98

K2 genotipi için enzim aktivitesi ortalaması 2015 yılı Temmuz ayında 301.1 ünite olarak tahmin edilmiştir. K2 genotipi için 2016 yılı Temmuz ayında enzim aktivitesi ortalaması 120.4 ünite olarak tahmin edilmiştir. K2 genotipi için 2015 yılı Haziran ayındaki enzim aktivitesi ortalaması 640.7 ünite, 2016 Haziran ayında 194.0 ünite olarak tahmin edilmiştir.

M1 genotipi için enzim aktivitesi ortalaması 2015 yılı Temmuz ayında 235.1 ünite olarak tahmin edilmiştir. M1 genotipi için 2016 yılı Temmuz ayında enzim aktivitesi 27.70 ünite olarak tahmin edilmiştir. M1 genotipi için 2015 yılı Haziran ayındaki enzim aktivitesi 545.2 ünite, 2016 Haziran ayında 325.0 ünite olarak tahmin edilmiştir. MARS very madenciliği ile oluşturulan tahmin denklemi incelendiğinde, çeşit faktörünün enzim aktivitesi üzerindeki etkisinin yıl ve ay faktörlerine bağlı olduğu dikkat çekmektedir.

Enzim aktivitesini etkileyen bağımsız değişkenleri belirlemek amacıyla CART algoritması kullanılmıştır. Söz konusu bu algoritma ile oluşturulan regresyon ağacı diyagramı Şekil 4.1'de verilmiştir. CART algoritması ile tahmin edilen enzim değerleri ile ölçülen enzim değerleri arasındaki korelasyon katsayısı (0.944) önemli bulunmuştur ($t=29.323$, $sd= 106$, $P<2.2e-16$, %95 güven aralığı; 0.9182926-0.9611332). Bununla birlikte CART algoritmasından elde edilen regresyon analizi sonuçlarına göre söz konusu enzimde oluşan toplam varyasyonun %89'u modele dahil edilen bağımsız değişkenler (genotip, yıl ve ay) tarafından açıklanmıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmamızda 2015 yılı Haziran ayı için enzim aktivitesi en fazladan en aza doğru sıralanırsa K3 genotipi 660.9 ünite, K2 genotipi 640.7 ünite, K1 genotipi 635.2 ünite, M2 genotipi 623.8 ünite, M3 genotipi 597.2 ünite, ME3 genotipi 558.3 ünite, ME2 genotipi 549.6 ünite, M1 genotipi 545.2 ünite, ME1 540.5 ünite olarak belirlenmiştir. 2015 yılı Temmuz ayı için ise enzim aktivitesi en fazladan en aza doğru ME1 genotipi 453.7 ünite, ME3 genotipi 453.1 ünite, K3 genotipi 412.3 ünite, ME2 genotipi 376.2 ünite, M2 genotipi 37.2 ünite, M3 genotipi 365.8 ünite, K2 genotipi 301.1 ünite, K1 genotipi 241.5 ünite, M1 genotipi 235.1 ünite olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda 2016 yılı Haziran ayı için enzim aktivitesi en fazladan en aza doğru sıralanırsa ME2 genotipi 701.5 ünite, ME1 genotipi 617.1 ünite, ME3 genotipi 427.0 ünite, M3 genotipi 352.0 ünite, M1 genotipi 325.0 ünite, M2 genotipi 271.0 ünite, K2 genotipi 194.0 ünite, K1 genotipi 192.3 ünite, K3 genotipi 162.6 ünite olarak saptanmıştır. 2016 yılı Temmuz ayı için enzim aktivitesi en fazladan en aza doğru sıralanırsa ME1 genotipi 607.7 ünite, ME2 genotipi 579.7 ünite, ME3 genotipi 425.3 ünite, M3 genotipi 365.0 ünite, K2 genotipi 120.4 ünite, K3 genotipi 119.5 ünite, K1 genotipi 104.2 ünite, M1 genotipi 27.70 ünite, M2 genotipi 25.70 ünite olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada Iğdır ekolojik koşullarında yetişen dutların enzim aktivitesi belirlenmiştir. K1, K2, K3, M1, M2, M3, ME1, ME2, ME3 karadut genotiplerinde 2015 ve 2016 yıllarının Haziran ve Temmuz aylarında polifenol oksidaz enzim aktivitesi tespit edilmiştir.

Türkiye’de ve dünyada dut enzim aktivitesi ile ilgili yapılan çalışmalar az olmakla beraber Ünal 2007 yılında, Türkiye’de yetişen Anamur muzundan polifenol oksidaz enzimini saflaştırıp, enzimin karakteristik özelliklerini çalışmış, Muz PFO’sunun optimum sıcaklığı 30°C ve optimum pH’sı 7.0 olarak bulmuştur. Beşel 2003 yılında, Mantardan (*Agaricus bisporus*) elde edilen polifenoloksidaz (PFO) enzimini araştırmış. %8’lik TX-114 kullanıldığı zaman hemen hemen 5 kat saflaştırma elde edildiğini görmüş, pH 7.0’de polivinilpolipirrolidon (PVPP) kullanılarak saflaştırmanın 10 kat arttığı gözlemlenmiş ve %72 enzimin geri kazanıldığı gözlenmiştir. Bununla

birlikte , pH 6.0'da çalışıldığında saflaştırmanın 15.5 kata çıktığı ve elde ettiği geri kazanım %100'e yaklaştığı görünmüştür. Bizim araştırmamızda saflaştırılma yapılmamıştır bu açıdan bir benzerlik görülmemektedir. Bir başka çalışmada, Repeanu ve arkadaşları tarafından 2006 yılında, Güney Afrika'da yetişen Viktorya üzümünden ekstrakte edilen PFO enziminin biyokimyasal özellikleri araştırılmıştır. McIlvaine tamponu içindeki 10 mM kateşol substratı ile enzim aktivitesi için optimum pH 5 ve optimum sıcaklık 25°C olarak bulmuşlardır. Yapılan birçok araştırmada enzimin en iyi aktivitesi için sıcaklık değeri 25°C-30°C aralığında olduğu tahmin edilmektedir. Bizim çalışmamızda ise 2015 ve 2016 yılları arasında en iyi enzim aktivitesi haziran ayında gözlemlenmiş haziran ayının ortalama sıcaklıkları ise sırasıyla 24,9°C ve 22,6 °C'de en iyi enzim aktivitesi olduğu gözlemlenmiştir. Mahanta ve ark., 1993 yılındaki fermente (siyah) çayda, iki temel enzimin PFO ve peroksidaz (POD) spesifik aktivitelerinde kahverengi bileşiklerin oluşumu araştırmışlardır. PFO ve POD aktiviteleri spektrofotometrik yöntemle yapılmış, PFO ve POD'un maksimum aktiviteleri çay işlenmesi sırasındaki kıvrırma işlemi sırasında olduğu görülmüş. Enzim aktivitesinde görülen düşüş ve sonraki artışın nedeni fermente siyah çayda oksidatif fermantasyona (enzimatik esmerleşme) etki eden mekanik zararlanmalardan dolayı olduğu gözlenilmiştir. Bizim çalışmamızda ise karaduta ait PFO enzim aktivitesi spektrofotometrik yöntemle bakılmış. Yıllar ve aylara göre enzim aktivitesindeki yükseliş ve düşüş ekolojik koşullardan dolayı olduğu tahmin edilmektedir.

Araştırmamızda ve yapılan çalışmalar analiz edildiğinde polifenol oksidaz enziminin minimum ve maksimum değerlerine sıcaklığın ve meyvenin türü etki etmektedir. Koyu renkli meyvelerde polifenol oksidaz enzimi istenilen durumken rengi açık meyvelerde istenilen bir durum olmadığı tahmin edilmiştir. Çalışmamızda karadutta polifenol oksidaz enzim aktivitesi yıllar ve aylara göre değişiklik göstermektedir. Ekolojik koşulların belirlenmesi ve yıllar içindeki enzim aktivitesi değişikliklerin saptanması, Iğdır ilinde karadut yetiştiriciliği yapanlar için önem taşımaktadır. Çalışmamızın ileride yapılacak olan çalışmalara karşılaştırma ve karadutta polifenol enzim aktivitesi belirlenmesi açısından ışık tutacağına inanmaktayız.

KAYNAKLAR

- Aehle, W., 2004. *Enzymes in Industry*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGa, Germany.
- Akbulut, M., Çekiç, Ç., Çoklar, H., 2006. Farklı Dut Çeşitlerinin Bazı Kimyasal Özellikleri ve Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. *Gıda Teknolojisi*, Detay Yayıncılık, Ankara, s. 20-24.
- Anonim, 2016. TC. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, (17 Mayıs 2016) <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>.
- Aydemir, T., 2004. Partial Purification and Characterization of Polyphenol Oxidase from Artichoke (*Cynara scolymus L.*) Heads. *Food Chemistry*, 87: 59–67
- Baytop, A., *Farmasötik Botanik*, İstanbul Üniv. Yay. No:3637, Eczacılık Fak. Yay. No:58, İstanbul, 315 s, (1996).
- Bellini, E., Gordani E. ve Roger J.P., 2000. *The mulberry for fruit*. II gelso da frutto. L"informatore Agrario, Verona, LVI, 7, 89-93.
- Beşel, E., 2003. *Use of Triton X-114 Aqueous Two Phase System for Recovery of Mushroom(Agaricus Bisporus) Polyphenoloxidase*. Yüksek Lisans Tezi. ODTÜ, Ankara.
- Buxbaum, E. 2007. Fundamentals of Protein Structure and Function. *Springer*, pp. 59-63, West Indies.
- Cavalcanti, R.N., Santos, D.T. ve Meireles, M.A.A., 2011. Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems-An overview, *Food Research International*, 44, 499–509, ()
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M., 2005. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, 3. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 28, 690 s, Ankara.
- Chen, P.N., Chu. S.C., Chipu, H.L., Kuo, W.H., Chiang, C.L., Hsieh, Y.S., 2006. Mulberry anthocynins, cynidin-3-rutinoside, cynidin-3-glucoside, exhibited an inhibitory effect on the migration and invasion of a human lung cancer cell

- line. *Cancer Letters*, 235(2), 248-59.
- Datta, R.K., 2002. Mulberry Cultivation and Utilization in India. *Mulberry for Animal Production*. FAO Animal Production and Health Paper, 147, 45-62.
- Davis, P.H., 1982. *Flora of Turkey and the east aegean island*. Edinburgh, volume 7.
- De Candolle, A., 1967. *Origin of Cultivated Plants*, New York and London, p.149-153.
- Doğan, M., Arslan, O. ve Doğan, S., 2002. Substrate specificity, heat inactivation and inhibition of polyphenol oxidase from different aubergine cultivars, *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 415-423.
- Ercişli, S., 2004. A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evaluation*, 51 419–435.
- Ercişli, E. and Orhan, E., 2008. Some physico–chemical characteristic of black mulberry (*Morus nigra L.*) genotypes from Northeast Anatolia region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 116 41–46, ().
- Erdoğan, Ü.V. ve Pırlak, L., 2005. Ükümüzde Dut (*Morus Spp.*) Üretimi ve Değerlendirilmesi. *Alatarım*, 4 (2): 38-43.
- Espin, J. C., Morales. M., Varon, R., Tudela, J., and Garciacanovas, F., 1995. A *Continuous Spectrophotometric Method for Determining the Monophenolase and Diphenolase Activities of Apple Polyphenol Oxidase*, *Analytical Biochemistry*, 231, 237–246
- Espin, J.C., Tudela, J. ve Garcia-Canovas, F., 1997. Monophenolase Activity of Polyphenol Oxidase from Artichoke Heads (*Cynara scolymus L.*). *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 30: 819-825
- Freeman, W.H., 1978. *Temperate-Zone Pomology*. W.H. Freeman and Company, San Fransisco. 428
- Gerasopoulos, D. and Stavroulakis G., 1997. Quality Characteristics of Four Mulberry (*Morus sp*) Cultivars in the Area of Chania, Greece. *J Sci Food Agric.*, 73, 261–264,).

- Godfery, T. ve West, S., 1996. *Industrial Enzmology*. Stockton Pres, New York.
- Gregory, R. P. F. ve Bendall, D. S., 1966. The Purification and some Properties of the Polyphenol Oxidase from Tea (*Camellia sinensis L.*). *Biochemichal Journal*, 101: 569-581.
- Güven, S. ve Başaran, M., Çanakkale Yöresinde Üretilen Karadut (*Morus nigra L.*) Meyvesinin Besin Teknolojisi Yönünden Değerlendirilmesi. *Tarımsal Araştırma Dergisi*, 1 (2): 108-117, (1979).
- Halder, J., Tamuli, P. ve Bhaduri, A.N., 1998. Isolation and Caracterization of Polyphenol Oxidase from Tea (*Camellia sinensis L.*). *Biochemichal Journal*, 101: 569-581.
- Hammer, F.E., 1993. *Oxidoreductases. In Enzymes in Food Processing*, T.Nagodawithana and G. Reed (ed.s). Academic Pres, San Diego, pp 221- 222.
- Hepsağ, F., Hayoğlu, İ. ve Hepsağ, B., 2012. Karadut meyvesinin antosiyanin içeriği ve antosiyaninlerin gıda sanayinde renk maddesi olarak kullanım olanakları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1), 9-19, ().
- Huo, Y., 2002. *Mulberry Cultivation and Utilization in China*. Mulberry for Animal Production, FAO Animal Production and Health Paper, 147:11-44
- Jia, Z.S., Tang, M.C., Wu, J.M., 1999. *The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals*, Food Chemistry, 64, 555–9.
- Kolcuoğlu, Y., 2012. Purification and comparative characterization of monophenolase and diphenolase activities from a wild edible mushroom (*Macrolepiota gracilentia*). *Process Biochemistry*, 47, 2449–2454.
- Kovalchuk, I.Y., Mukhitdinova, Z., Turdiyev, T., Madiyeva, G., Akin, M., Eyduran, E. and Reed, B.M. 2017. Modeling Some Mineral Nutrient Requirements for Micropropagated Wild Apricot Shoot Cultures. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 129(2): 325-335.

- Lanska, D., 1992. *Jadalne rosliny dzika rosname*, Polska Oficyna Wydawnictwa Delta W-Z, Warszawa, p. 126-127, (1992).
- Mahanta, P. K., Boruah, S.K., Boruah, H.K., ve Kalita, N.J., 1993. Changes of Poliphenol Oxidase and Peroxidase Activites and Pigment Composition of Some Manufactured Black Teas (*Camellia sinensis* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 41: 272-276.
- Martin, G., Reyes, F., Hernandez, I. ve Milera, M., 2002. *Agronomic studies with mulberry in Cuba. Mulberry for Animal Production*, FAO Animal Production and Healt Paper, 147, 103-114.
- MEB, 2007. Gıda Teknolojisi, *Enzimlerin Özellikleri*, Ankara.
- MEB, 2011. Gıda Teknolojisi, *Enzimlerin Özellikleri*, Ankara.
- MEB, 2013. Bahçecilik, *Dut Yetiştiriciliği*, Ankara.
- Memişoğlu, N., Yağlıca, M., Doğan, N. ve Yabancı, S.N., 2005. *Anamur Muzu Polifenol Oksidaz Enziminin Özellikleri*, Çukurova Üniv. Lisans Tezi.
- MGM, 2018. Meteroloji Genel Müdürlüğü, İğdır.
- Muchuweti, M., Mupure, C.H., Ndhlala, A.R. ve Kasiyamhuru, A. 2006. Characterization of Polyphenoloxidase from Uapaca kirkiana Fruit. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 86: 328-332.
- Nelson, D.L., Cox, M.M. 2004. *Enzymes. Lehninger Principles of Biochemistry* (Nelson, D.L., Cox, M.M). W. H. Freeman, p. 190-249, Madison.
- Özgen, M., Serçe, S. and Kaya, C., 2009. *Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich Morus nigra and Morus rubra fruits*, Scien. Horticul., 119, 275–279.
- Paulo, A. C., and Gubitz, G. M., 2003. *Textile processing with enzymes*. CRC press, Cornwall, England. ISBN 1 85573 610 1.
- Rapeanu, G., Loey , A. V., Smouth, C. Ve Hendrickx, M., 2006. Biochemical Characterization and Process Stability of Poliphenoloxidase Extacted from

- Victoria Grape (*Vitis vinifera* spp. *Sativa*). *Food Chemistry*, 94: 253-261.
- Seriner, R. 2010. *Katalaz Enziminin Hıyardan (Cucumis sativus) Safılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Sernikli, 2015. *Karadut (Morus nigra) Suyunda Toplam Fenolik Madde ve Suda Çözünen Vitaminlerin Isıl Parçalanma Kinetiği*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli..
- Simopoulos, A.P. and Salem, N., 1996. *Fatty Acids and Lipids From Cell Biology to Human Disease*, Lipids, 31 (suppl), SI.
- TUİK, 2014. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Ünal, M. Ü. ve Şener, A., 2006. Determination of Some Biochemical Properties of Polyphenol Oxidase from Emir Grape (*Vitis vinifera* L. cv. *Emir*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 2374-2379.
- Ünal, M. Ü., 2007. Properties of Polyphenol Oxidase from Anamur Banana (*Musa cavendishii*). *Food Chemistry*, 100(3):909-913.
- Vijayan, K., Chauhan, S., Das, K.N., Chakrakarti, P.S., Ray, N.B., 1997. Leaf yield component combining abilities in mulberry. *Central Sericultural Research*, 98 47–52, ()
- Whitehurst, R.J., van Oort, M. 2010. *Enzymes in Food Technology*. Wiley - Blackwell, pp. 388, USA.
- Yaltık, F., Davis, P.H., (Ed), 1982. *Morus flora of Turkey*, UK.Edinburgh: Edinburgh University Pres, Vol 7 641–642, ()
- Yang, X.L., 1998. Anti-senescence activity of mulberry fruit. *Harold Corke Proceedings of the 1st International Conference*, Asian food product development, Beijing, Science Press, New York, p 388-392.

Yemeniciođlu A, Özkan M. , Cemeroğlu B, 1997. Inactivation Kinetics of Apple Polyphenoloxidase and Activation of Its Latent Form. *Journal of Food Science*, Volume 62, No.3, 508-510



ÖZGEÇMİŞ

08.07.1991 tarihinde Iğdır ilinde doğdu, ilk, orta ve lise öğrenimi Iğdır Merkez’de tamamladı. 2010 yılında Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde Yüksek Öğrenimine başladı ve 2014 yılında mezun oldu. Aynı yıl Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı.

