

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

BALIKESİR YÖRESİNDE YETİŞEN BAZI *Origanum* L.
(*Lamiaceae*) TAKSONLARININ (*Origanum onites* L. ve *Origanum*
vulgare L. ssp. *hirtum* (Link.) Ietswaart) ÇEVRE
FAKTÖRLERİYLE OLAN İLİŞKİLERİNİN VE
POLİFENOLOKSİDAZ AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

123502

DOKTORA TEZİ

Serap DOĞAN

TEC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

123502

Balıkesir, Haziran-2002

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

BALIKESİR YÖRESİNDE YETİŞEN BAZI *Origanum* L.
(*Lamiaceae*) TAKSONLARININ (*Origanum onites* L. ve *Origanum*
vulgare L. ssp. *hirtum* (Link.) Ietswaart) ÇEVRE
FAKTÖRLERİYLE OLAN İLİŞKİLERİNİN VE
POLİFENOLOKSİDAZ AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

DOKTORA TEZİ

Serap DOĞAN

Tez Danışmanları : Prof. Dr. Fazıl ÖZEN

Doç.Dr. Oktay ARSLAN

Sınav Tarihi : 21/06/2002

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Fazıl ÖZEN (Danışman)

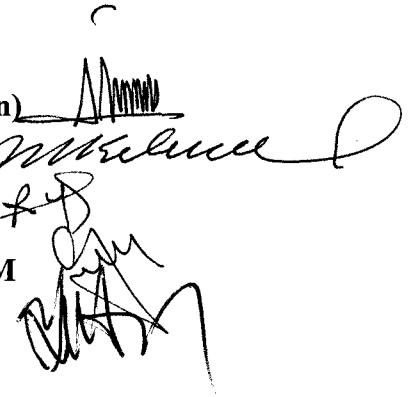
Prof. Dr. Mahmut KILINÇ

Prof. Dr. Refiye YANARDAĞ

Yrd. Doç. Dr. Osman YILDIRIM

Yrd. Doç. Dr. Yusuf TURAN

Balıkesir, Haziran-2002



ÖZ

**BALIKESİR YÖRESİNDE YETİŞEN BAZI *Origanum L.*
(*Lamiaceae*) TAKSONLARININ (*Origanum onites L.* ve *Origanum
vulgare L. ssp. hirtum (Link.) Ietswaart*) ÇEVRE
FAKTÖRLERİYLE OLAN İLİŞKİLERİNİN VE
POLİFENOLOKSİDAZ AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Serap DOĞAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı

(Doktora Tezi / Tez Danışmanları: Prof. Dr. Fazıl ÖZEN-Doç. Dr. Oktay ARSLAN)

Balıkesir, 2002

Bu çalışmada *Origanum onites* ve *Origanum vulgare ssp. hirtum* taksonlarının ekolojik istekleri ve polifenoloksidaz enziminin kinetik özellikleri belirlenmiştir. *O. onites* ve *O. vulgare ssp. hirtum* taksonlarının yetiştiği toprakların azot, fosfor ve potasyum içerikleri bakımından yeterli olduğu, bitkilerin de topraktaki yeterli seviyede bulunan N, P ve K'dan maksimum seviyede yararlandığı tespit edilmiştir. *Origanum* taksonları topraklarının N, P ve K içeriklerinin vejetatif dönemden generatif döneme geçildiğinde önemli bir şekilde azaldığı belirlenmiştir. Farklı lokalitelerden toplanan *O. onites* ve *O. vulgare ssp. hirtum* taksonlarının en yüksek N, P ve K içeriğine sahip organların vejetatif dönemde sırasıyla yaprak, gövde ve kök, generatif dönemde ise çiçek, yaprak, gövde ve kök olduğu tespit edilmiştir. Taksonların, araştırma bölgesinde Yarı Kurak Akdeniz ikliminde ve alüvyon topraklarda yetiştikleri belirlenmiştir.

Büyüme dönemleri arasında topraktaki azot bakımından anlamlı bir ilişkinin olduğu, fosfor ve potasyum için ise böyle anlamlı bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir. *O. onites* taksonunun yapraklarındaki azot içeriğinin vejetatif ve generatif dönemlerde istatistik açıdan önemli bir şekilde değiştiği tespit edilmiştir. Her iki dönemde *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının içerdikleri fosfor ve potasyum değerleri arasında korelasyon olduğu bulunmuştur. Elde edilen istatistik sonuçlar, bitkideki ve topraktaki besin elementleri arasında önemli bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Araştırma bölgesinden toplanan *O. onites*'den elde edilen PPO enziminin optimum pH'sının 7.5, *O. vulgare* ssp. *hirtum* için ise 7.3 olduğu bulunmuştur. PPO'nun katekolaz aktivitesinin optimum sıcaklığının her iki dönemde de değişmediği, bütün lokalitelerden toplanan taksonlarda 30 ± 2 °C olduğu bulunmuştur. Araştırma materyali olan taksonların V_{max}/K_M değerleri belirlenmiş ve *O. onites*'in *O. vulgare* ssp. *hirtum*'dan daha fazla PPO aktivitesine sahip olduğu saptanmıştır. Bu sonuca dayanılarak *O. onites*'in çay olarak daha çok tercih edilebileceği düşünülmektedir. Değişik lokalitelerden toplanan *O. onites* örnekleri içerisinde en yüksek aktiviteye sahip lokalitenin Ömerköy, *O. vulgare* ssp. *hirtum* için ise Hisaralan olduğu bulunmuştur.

Polifenoloksidaz enziminin kinetik sabitlerinin türden türe yada aynı türdeki organlar arasında ve farklı lokalitelerde gösterdiği değişimler tespit edilmiştir. *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının kök, gövde, yaprak ve çiçeklerinden kısmen saflaştırılan PPO'nun kinetik sabitlerinin, temel besin elementleri ile korelasyonu belirlenmiştir. Çalışma materyali olan *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının içerdikleri besin elementleri ile PPO aktiviteleri arasında istatistik açıdan önemli bir ilişkinin olduğu da tespit edilmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: *Origanum onites*; *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*; Ekoloji; Polifenoloksidaz; Korelasyon.

ABSTRACT

**DETERMINATION OF THE RELATIONSHIP OF
ENVIROMENTAL FACTORS OF SOME *Origanum* L.
(*Lamiaceae*) TAXA (*Origanum onites* L. and *Origanum vulgare*
L. ssp. *hirtum* (Link.) Ietswaart) IN BALIKESİR REGION
AND OF POLYPHENOLOXIDASE ACTIVITY ON THESE
TAXA**

Serap DOĞAN

Balıkesir University, Institute of Science, Department of Biology
(Ph. D. Thesis / Supervisor: Prof. Dr. Fazıl ÖZEN-Doç. Dr. Oktay ARSLAN)

Balıkesir, 2002

In this work, the kinetics of polyphenoloxidase and ecological properties of *Origanum onites* and *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* were characterized. It was determined that the soils of *O. onites* and *O. vulgare* ssp. *hirtum*. *O. onites*, *O. vulgare* ssp. *hirtum* is sufficient in terms of the N, P and K elements, and the corresponding plants use of these elements in maximum level. The amount of N, P and K elements of soils of *Origanum* taxa were decreased when vegetative term of plant ends and the generative term starts. In *O. onites* and *O. vulgare* ssp. *hirtum* taxa collected from different localities, the parts of plant that have the highest amount of N, P, K were sequentially leaves, stem and roots in vegetative term and flower, leaves, stem and roots in generative term. In the research region, it is determined that *O. onites* and *O. vulgare* ssp. *hirtum* are grown on alluvion soil and semi drought mediterranean climate.

In general, the N element present in soils was significantly decreased between vegetative and generative term. In contrast, the change of P and K element, between these term was not important. The element of leaves of *O. onites* significantly change between vegetative and generative term. It was found that there is a great corelation of the amount of P and K elements in *O. onites* and *O. vulgare* ssp. *hirtum* in the related terms. Moreover, there is an important corelation between the essential nutrient elements of soils and plants.

The optimum pH and temperature values of *O. onites* PPO by using catechol as a substrate were found pH 7.5 and 30 ± 2 °C respectively. In the case of *O. vulgare* ssp. *hirtum* pH 7.3 and 30 ± 2 °C values were obtained. As for PPO activity, V_{max}/K_M values of the related taxa *O. onites* has higher PPO activity than *O. vulgare* ssp. *hirtum*. According to this result, *O. onites* could be more preferred to be used as tea with respect to *O. vulgare* ssp. *hirtum*. Amongst *O. onites* samples collected from different localities. *O. onites* samples indicating the highest activity was from Ömerköy and Hisaralan is for *O. vulgare* ssp. *hirtum*.

The kinetics constant of PPO enzyme were determined in different species of *Origanum*, different part of the plant and different localities. The kinetics constants of PPO purified from roots, stems, leaves and flowers of *O. onites* and *O. vulgare* ssp. *hirtum* were compared with essential nutrient elements of these species. It was also determined that there is an significant relationship between essential nutrient elements and the activity of PPO activity of *O. onites* and *O. vulgare* ssp. *hirtum* taxa.

KEY WORDS: *Origanum onites*; *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*; Ecology, Polyphenoloxidase; Corelation.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZ, ANAHTAR SÖZCÜKLER	i
ABSTRACT, KEY WORDS	iii
İÇİNDEKİLER	v
SEMBOL LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xix
ÖNSÖZ	xxvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırma Alanının Genel Özellikleri	3
1.1.1 Araştırma Alanının Coğrafi Yeri	3
1.1.2 Araştırma Alanının Jeolojik, Jeomorfolojik Özellikleri	3
1.1.3 Araştırma Alanında Bulunan Büyük Toprak Grupları	9
1.1.4 Araştırma Alanının İklim Özellikleri	11
1.2 Araştırma Materyali Olarak Kullanılan Bitki Taksonları Hakkında Genel Bilgiler	16
1.2.1 <i>Lamiaceae (Labiatae)</i> Familyasının Genel Özellikleri	16
1.2.2 <i>Origanum L.</i> nin Kısa Taksonomik Tarihi ve Yayılışı	17
1.2.3 <i>Origanum L.</i> Cinsinin Genel Özellikleri	17
1.2.3.1 <i>Origanum onites L.</i> 'in Özellikleri	18
1.2.3.2 <i>Origanum vulgare L. subsp. hirtum (Link.) Ietswaart</i> 'in Özellikleri	19
1.2.4 <i>Origanum L.</i> Türlerinin Kullanımı	20
1.2.5 Türkiye'nin <i>Origanum L.</i> İhracatı	21
1.2.6 <i>Origanum</i> 'larla Yapılan Çalışmaların Özeti	23

1.3 Bitki Besin Elementleri ve Bunların Önemi	26
1.3.1 Azot	27
1.3.2 Fosfor	28
1.3.3 Potasyum	29
1.3.4 Toprak ve Bitkiler Üzerinde Yapılan Ekolojik Araştırmaların Özeti	30
1.4 Polifenoloksidaz Enzimi	33
1.4.1 Polifenoloksidaz Enziminin Bulunduğu Organizmalar	35
1.4.2 Polifenoloksidaz Enziminin Substratları	35
1.4.2.1 Katekinler	36
1.4.2.2 Lökoantosiyandinler	37
1.4.2.3 Antosiyandinler	38
1.4.2.4 Flavonoller	38
1.4.2.5 Sinamik Asit Türevleri	39
1.4.2.6 Basit Fenoller	40
1.4.3 Enzimatik Kararma	41
1.4.4 Polifenoloksidaz İle İlgili Yapılan Çalışmaların Özeti	43
2. MATERYAL VE METOT	48
2.1 Materyal	48
2.1.1 Çalışmada Kullanılan Bitki Örneklerinin Toplanması ve Analize Hazırlanmaları	48
2.1.2 Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanmaları	48
2.1.3 Çalışmada Kullanılan Kimyasal Maddeler	49
2.1.4 Çalışmada Kullanılan Cihazlar	49
2.1.5 Çalışmalarda Kullanılan Çözeltiler ve Hazırlanmaları	50
2.2 Metotlar	51
2.2.1 Araştırma Alanının Jeolojisi, Jeomorfolojisi, Büyük toprak Grupları, İklimi ve Topoğrafyası ile İlgili Bilgilerin Elde Edilmesi	51
2.2.2 Toprak ve Bitkideki Makro Elementlerin Analizleri	51
2.2.2.1 Azot Analizi	51
2.2.2.2 Fosfor Analizi	52
2.2.2.3 Potasyum Analizi	52
2.2.3 Ham Ekstraktların Hazırlanması	53

2.2.4 Amonyum Sülfatla Çöktürme	53
2.2.4.1 Diyaliz	54
2.2.5 Enzim Aktivitesinin Ölçülmesi	54
2.2.6 V_{max} ve K_M 'nin Tayini	54
2.2.7 Enzim Aktivitesine pH'nın Etkisi	56
2.2.8 Enzim Aktivitesine Sıcaklığın Etkisi	56
2.2.9 İstatistiksel Analiz	56
3. BULGULAR	57
3.1 Toprak Analizleri Sonuçları	57
3.2 Bitki Analizleri Sonuçları	62
3.2.1 Azot Analizi	62
3.2.2 Fosfor Analizi	66
3.2.3 Potasyum analizi	70
3.3. Polifenoloksidaz Aktivitesi	74
3.3.1 Kinetik Sabitlerin (V_{max} ve K_M) Tayini	74
3.3.2 pH'nın PPO Aktivitesine Etkisi	95
3.3.3 Sıcaklığın PPO Aktivitesine Etkisi	116
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	137
4.1 <i>Origanum onites</i> ve <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un Yetiştği Topraklardaki Makro Besin Elementlerinin (N, P ve K) Değerlendirilmesi	137
4.1.1 Topraktaki Azotun Değerlendirilmesi	137
4.1.2 Topraktaki Fosforun Değerlendirilmesi	140
4.1.3 Topraktaki Potasyumun Değerlendirilmesi	142
4.2 <i>Origanum onites</i> ve <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un Yetiştği Topraklardaki Makro Besin Elementlerinin (N, P ve K) İstatistiksel Açından Değerlendirilmesi	143
4.3 <i>Origanum onites</i> ve <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> Taksonlarının İçerdikleri Makro elementler (N, P ve K) Açısından Değerlendirilmesi	144
4.3.1 <i>Origanum onites</i> ve <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> Taksonlarının İçerdikleri Azotun Değerlendirilmesi	144
4.4 <i>Origanum onites</i> ve <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un İçerdikleri Makro	1

Elementler (N, P ve K) Açısından İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	
4.4.1 <i>Origanum onites</i> ve <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un İçerdiği Azotun İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	149
4.3.2 <i>Origanum onites</i> ve <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un İçerdikleri Fosforun Değerlendirilmesi	150
4.4.2 <i>O. onites</i> ve <i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> Taksonlarının İçerdikleri Fosfor Miktarlarının İstatistiksel Açından Değerlendirilmesi	155
4.3.3 <i>Origanum onites</i> ve <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un İçerdiği Potasyumun Değerlendirilmesi	156
4.4.3 <i>Origanum onites</i> ve <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un İçerdiği Potasyumun İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	159
4.5 Vejetatif ve Generatif Dönemlerde Bitki ve Toprak Besin Elementlerinin İstatistiksel Açından Değerlendirilmesi	159
4.6 Kinetik Çalışmalarda Kullanılan Metotların Değerlendirilmesi	160
4.7 Optimum pH	161
4.8 Sıcaklığın Etkisi	164
4.9 Kinetik Sabitlerin Bulunması	167
4.10 Araştırma Materyali olan <i>Origanum</i> Taksonlarının Farklı Organları Arasındaki PPO Aktivitelerinin İstatistiksel Açından Değerlendirilmeleri	177
4.11 <i>O. onites</i> ve <i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> Taksonlarının Vejetatif ve Generatif Dönemlerde PPO (Polifenoloksidaz) Aktivitelerinin Karşılaştırılması	179
4.12 Araştırma Materyali olan <i>Origanum</i> Taksonlarının Farklı Organlarındaki Besin Elementleri (N, P ve K) ile Polifenoloksidaz (PPO) Aktivitesi Arasındaki İlişkilerin İstatistiksel Açından Değerlendirilmeleri	180
4.13 Aktivasyon Enerjisi	181
5. KAYNAKLAR	206

SEMBOL LİSTESİ

Simge	Adı	Birimi
S	Yaz yağışı ortalamaların toplamı/En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması	---
M	En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması	$^{\circ}\text{C}$
m	En soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması	$^{\circ}\text{C}$
PPO	Polifenoloksidaz enzimi	---
E.C	Enzim kod numarası	---
E.Ü ya da Ü	Enzim ünitesi	E.Ü
Ea	Aktivasyon enerjisi	cal/mol
Vmax	Enzimin substrata doyduğu andaki hızı	Eü dk/mL
Km	Maksimum hızın yarısına erişildiği andaki substrat konsantrasyonu	mol/L
P	Önem derecesi	---

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil Numarası	Adı	Sayfa
Şekil 1.1	Çalışma alanının coğrafik haritası	4
Şekil 1.2 a	Ömerköy ve çevresinin jeoloji haritası	7
Şekil 1.2 b	Karapürçek ve çevresinin jeoloji haritası	7
Şekil 1.2 c	Tahtakuşlar ve çevresinin jeoloji haritası	7
Şekil 1.2 d	Hasanboğuldu ve çevresinin jeoloji haritası	7
Şekil 1.2.e	Kertil ve çevresinin jeoloji haritası	8
Şekil 1.2 f	Zeytinli ve çevresinin jeoloji haritası	8
Şekil 1.2 g	Ocaklar ve çevresinin jeoloji haritası	8
Şekil 1.2.h	Hisaralan ve çevresinin jeoloji haritası	8
Şekil 1.3 a	Ömerköy ve çevresindeki büyük toprak grupları	9
Şekil 1.3 b	Karapürçek ve çevresindeki büyük toprak grupları	9
Şekil 1.3 c	Tahtakuşlar, Hasanboğuldu ve Zeytinli istasyonlarının ve çevrelerinin büyük toprak grupları	9
Şekil 1.3 d	Kertil ve çevresindeki büyük toprak grupları	9
Şekil 1.3 e	Hisaralan ve çevresindeki büyük toprak grupları	10
Şekil 1.3 f	Ocaklar ve çevresindeki büyük toprak grupları	10
Şekil 1.4 a	Ömerköy'ün topoğrafik haritası	10

Şekil 1.4 b	Karapürçek'in topoğrafik haritası	10
Şekil 1.4 c	Tahtakuşlar'ın topoğrafik haritası	11
Şekil 1.4 d	Kertil'in topoğrafik haritası	11
Şekil 1.4 e	Ocaklar'ın topoğrafik haritası	11
Şekil 1.4 f	Hisaralan'ın topoğrafik haritası	11
Şekil 1.5	Susurluk meteoroloji istasyonuna ait iklim diyagramı	12
Şekil 1.6	Sındırgı meteoroloji istasyonuna ait iklim diyagramı	13
Şekil 1.7	Edremit meteoroloji istasyonuna ait iklim diyagramı	14
Şekil 1.8	Erdek meteoroloji istasyonuna ait iklim diyagramı	15
Şekil 1.9	1999 yılında Türkiye'nin kekik ihraç ettiği ülkeler ve ihracat miktarları	22
Şekil 1.10	Polifenoloksidaz enziminin, difonelleri oksijen varlığında uygun kinonlara yükseltgeme reaksiyonu	34
Şekil 2.1	Lineweaver-Burk grafiği	55
Şekil 3.1	Vejetatif ve generatif dönemlerde toplanmış <i>Origanum onites</i> topraklarının yüzde azot miktarlarının lokalitelere göre değişimi	59
Şekil 3.2	Vejetatif ve generatif dönemlerde toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> topraklarının yüzde azot miktarlarının lokalitelere göre değişimi	59
Şekil 3.3	Vejetatif ve generatif dönemlerde toplanmış <i>Origanum onites</i> topraklarının yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere göre değişimi	60
Şekil 3.4	Vejetatif ve generatif dönemlerde toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> topraklarının yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere göre değişimi	60

vulgare ssp. *hirtum* topraklarının yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere göre değişimi

- şekil 3.5 Vejetatif ve generatif dđnemlerde toplanmış *Origanum onites* topraklarının yüzde potasyum miktarlarının lokalitelere gđre değişimi 61
- şekil 3.6 Vejetatif ve generatif dđnemlerde toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* topraklarının yüzde potasyum miktarlarının lokalitelere gđre değişimi 61
- şekil 3.7 Vejetatif dđnemde toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki yüzde azot miktarlarının lokalitelere gđre değişimi 64
- şekil 3.8 Generatif dđnemde toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki yüzde azot miktarlarının lokalitelere gđre değişimi 64
- şekil 3.9 Vejetatif dđnemde toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organlarındaki yüzde azot miktarlarının lokalitelere gđre değişimi 65
- şekil 3.10 Generatif dđnemde toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organlarındaki yüzde azot miktarlarının lokalitelere gđre değişimi 65
- şekil 3.11 Vejetatif dđnemde toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere gđre değişimi 68
- şekil 3.12 Generatif dđnemde toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere gđre değişimi 68

Şekil 3.13	Vejetatif dönemde toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un farklı organlarındaki yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere göre değişimi	69
Şekil 3.14	Generatif dönemde toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un farklı organlarındaki yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere göre değişimi	69
Şekil 3.15	Vejetatif dönemde toplanmış <i>Origanum onites</i> 'in farklı organlarındaki yüzde potasyum miktarlarının lokalitelere göre değişimi	72
Şekil 3.16	Generatif dönemde toplanmış <i>Origanum onites</i> 'in farklı organlarındaki yüzde potasyum miktarlarının lokalitelere göre değişimi	72
Şekil 3.17	Vejetatif dönemde toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un farklı organlarındaki yüzde potasyum miktarlarının lokalitelere göre değişimi	73
Şekil 3.18	Generatif dönemde toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un farklı organlarındaki yüzde potasyum miktarlarının lokalitelere göre değişimi	73
Şekil 3.19	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği	76
Şekil 3.20	Susurluk-Karapürçek beldesinden toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği	78
Şekil 3.21	Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği	80

Şekil 3.22	Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver- Burk grafiği	82
Şekil 3.23	Sındırgı-Kertil'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği	84
Şekil 3.24	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği	86
Şekil 3.25	Susurluk-Karapürçek'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği	88
Şekil 3.26	Edremit-Zeytinli'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver- Burk grafiği	90
Şekil 3.27	Erdek-Ocaklar'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver- Burk grafiği	92
Şekil 3.28	Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği	94
Şekil 3.29	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği	97
Şekil 3.30	Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği	99

Şekil 3.31	Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği	101
Şekil 3.32	Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği	103
Şekil 3.33	Sındırgı-Kertil'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği	105
Şekil 3.34	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği	107
Şekil 3.35	Susurluk-Karapürçek'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği	109
Şekil 3.36	Edremit-Zeytinli'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği	111
Şekil 3.37	Erdek-Ocaklar'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği	113
Şekil 3.38	Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği	115
Şekil 3.39	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafiği	118
Şekil 3.40	Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite	120

grafığı

- Şekil 3.41 Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafığı 122
- Şekil 3.42 Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafığı 124
- Şekil 3.43 Sındırgı-Kertil'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafığı 126
- Şekil 3.44 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafığı 128
- Şekil 3.45 Susurluk-Karapürçek'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafığı 130
- Şekil 3.46 Edremit-Zeytinli'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafığı 132
- Şekil 3.47 Erdek-Ocaklar'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafığı 134
- Şekil 3.48 Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafığı 136

Şekil 4.1	Farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum onites</i> kökü PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri	169
Şekil 4.2	Farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum onites</i> gövde PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri	171
Şekil 4.3	Farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum onites</i> yaprak PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri	173
Şekil 4.4	Farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum onites</i> çiçek PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri	174
Şekil 4.5	Farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> kökü PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri	175
Şekil 4.6	Farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> gövde PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri	177
Şekil 4.7	Farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> yaprak PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri	179
Şekil 4.8	Farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> çiçek PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri	180
Şekil 4.9	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği	188

Şekil 4.10	Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği	190
Şekil 4.11	Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği	192
Şekil 4.12	Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği	194
Şekil 4.13	Sındırgı-Kertil'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği	196
Şekil 4.14	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği	198
Şekil 4.15	Susurluk-Karapürçek'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği	200
Şekil 4.16	Edremit-Zeytinli'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği	202
Şekil 4.17	Erdek-Ocaklar'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği	204
Şekil 4.18	Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği	206

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge Numarası	Adı	Sayfa
Çizelge 1.1	Türkiye'nin yıllara göre kekik ihraç değerleri	22
Çizelge 2.1	Enzim aktivitesi tayininde kullanılan PPO, tampon ve substrat miktarları	55
Çizelge 3.1	Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum onites</i> topraklarının azot, fosfor ve potasyum miktarları	58
Çizelge 3.2	Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> topraklarının azot, fosfor ve potasyum miktarları	58
Çizelge 3.3	Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum onites</i> 'in farklı organlarındaki azot miktarları	63
Çizelge 3.4	Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un farklı organlarındaki azot miktarları	63
Çizelge 3.5	Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum onites</i> 'in farklı organlarındaki fosfor miktarları	67
Çizelge 3.6	Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden	67

	toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un farklı organlarındaki fosfor miktarları	
Çizelge 3.7	Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum onites</i> 'in farklı organlarındaki potasyum miktarları	71
Çizelge 3.8	Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un farklı organlarındaki potasyum miktarları	71
Çizelge 3.9	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler	75
Çizelge 3.10	Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan <i>Origanum onites</i> türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler	77
Çizelge 3.11	Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler	79
Çizelge 3.12	Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler	81
Çizelge 3.13	Sındırgı-Kertil'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler	83
Çizelge 3.14	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için Lineweaver- Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler	85
Çizelge 3.15	Susurluk-Karapürçek'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde	87

	edilen kinetik sabitler	
Çizelge 3.16	Edremit-Zeytinli'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler	89
Çizelge 3.17	Erdek-Ocaklar'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler	91
Çizelge 3.18	Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için Lineweaver- Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler	93
Çizelge 3.19	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri	96
Çizelge 3.20	Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri	98
Çizelge 3.21	Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri	100
Çizelge 3.22	Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri	102
Çizelge 3.23	Sındırgı-Kertil'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri	104
Çizelge 3.24	Susurluk- Ömerköy' den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri	106
Çizelge 3.25	Susurluk-Karapürçek'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> taksonu için katekol substratı ile elde edilen	108

pH-aktivite değerleri

Çizelge 3.26	Edremit-Zeytinli'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> taksonu için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri	110
Çizelge 3.27	Erdek-Ocaklar'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri	112
Çizelge 3.28	Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri	114
Çizelge 3.29	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri	117
Çizelge 3.30	Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri	119
Çizelge 3.31	Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri	121
Çizelge 3.32	Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri	123
Çizelge 3.33	Sındırgı-Kertil'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri	125
Çizelge 3.34	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri	127

Çizelge 3.35	Susurluk-Karapürçek'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri	129
Çizelge 3.36	Edremit-Zeytinli'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri	131
Çizelge 3.37	Erdek-Ocaklar'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri	133
Çizelge 3.38	Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri	135
Çizelge 4.1	<i>Origanum</i> taksonlarına ait toprakların yüzde azot, fosfor ve potasyum içeriklerinin ortalama ve standart sapma değerleri	137
Çizelge 4.2	Farklı bitki türlerinin yetiştiği toprakların yüzde azot, fosfor ve potasyum içerikleri	139
Çizelge 4.3	<i>Origanum onites</i> ve <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un yetiştikleri toprakların besin elementi(N, P veK) içeriklerinin vejetatif ve generatif dönemlere göre karşılaştırılması	144
Çizelge 4.4	<i>Origanum</i> taksonlarının farklı organları arasındaki azot dağılımına ait ortalama ve standart sapma değerleri	145
Çizelge 4.5	Literatürde mevcut olan bazı bitki türlerine ait yüzde azot miktarları	148
Çizelge 4.6	Besin elementleri açısından <i>Origanum</i> taksonlarının farklı organları arasındaki ilişkileri gösteren P-değerleri	149

Çizelge 4.7	<i>Origanum</i> taksonlarının farklı kısımlarındaki besin elementleri içeriklerinin büyüme dönemlerine göre karşılaştırılmasına ait P-değerleri	150
Çizelge 4.8	<i>Origanum</i> taksonlarının farklı organları arasındaki fosfor dağılımına ait ortalama ve standart sapma değerleri	151
Çizelge 4.9	Literatürde mevcut olan bazı bitki türlerine ait yüzde fosfor miktarları	154
Çizelge 4.10	<i>Origanum</i> taksonlarının farklı organları arasındaki potasyum dağılımına ait ortalama ve standart sapma değerleri	156
Çizelge 4.11	Literatürde mevcut olan bazı bitki türlerine ait yüzde potasyum miktarları	158
Çizelge 4.12	Bitki ve toprak besin elementleri arasındaki ilişkileri gösteren P-değerleri	159
Çizelge 4.13	Araştırma alanından toplanan <i>Origanum onites</i> 'in farklı organları için hesaplanan optimum pH'ya ait ortalama ve standart sapma değerleri	162
Çizelge 4.14	Araştırma alanından toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un farklı organları için hesaplanan optimum pH'ya ait ortalama ve standart sapma değerleri.	163
Çizelge 4.15	Araştırma alanından toplanan <i>Origanum onites</i> 'in farklı organları için hesaplanan optimum sıcaklığa ait ortalama ve standart sapma değerleri	165
Çizelge 4.16	Araştırma alanından toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> 'un farklı organları için hesaplanan optimum sıcaklığa ait ortalama ve standart sapma değerleri	166
Çizelge 4.17	PPO enzimi açısından <i>Origanum</i> türlerinin farklı	182

	organları arasındaki ilişkileri gösteren P-değerleri	
Çizelge 4.18	<i>Origanum</i> taksonlarının farklı kısımlarındaki PPO enzimi içeriklerinin büyüme dönemlerine göre karşılaştırılmasına ait P-değerleri	183
Çizelge 4.19	<i>O. onites</i> ve <i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> taksonlarının vejetatif ve generatif dönemlerde PPO aktivitelerinin karşılaştırılması	184
Çizelge 4.20	Her iki <i>Origanum</i> taksonunun farklı organlarında bulunan besin elementleri ile enzim ilişkisine ait P-değerleri	184
Çizelge 4.21	<i>Origanum</i> taksonlarının besin elementleri ile PPO enzimi arasındaki ilişkilere P-değerleri	185
Çizelge 4.22	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T değerleri	187
Çizelge 4.23	Susurluk- Karapürçek köyü nden toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T değerleri	189
Çizelge 4.24	Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T değerleri	191
Çizelge 4.25	Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T değerleri	193
Çizelge 4.26	Sındırgı-Kertil'den toplanan <i>Origanum onites</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T değerleri	195
Çizelge 4.27	Susurluk-Ömerköy'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T	197

	değerleri	
Çizelge 4.28	Susurluk-Karapürçek'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T değerleri	199
Çizelge 4.29	Edremit-Zeytinli'den toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T değerleri	201
Çizelge 4.30	Erdek-Ocaklar'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T değerleri	203
Çizelge 4.31	Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T değerleri	205

ÖNSÖZ

Tez konumun belirlenmesinde ve çalışmalarım sırasında yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen çok kıymetli danışmanlarım Prof. Dr. Fazıl ÖZEN ve Doç. Dr. Oktay ARSLAN'a sonsuz minnet ve teşekkürlerimi öncelikle belirtmek isterim.

Çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Biyoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Gülendamar TÜMEN hocama, tezimin istatistiksel hesaplamalar kısmında büyük yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Feray KÖÇKAR hocama, literatür ve harita çizimleri konusunda yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Abdullah SOYKAN hocama, azot analizlerimin yapılması konusunda yardımlarını esirgemeyen Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Doç. Dr. Mustafa TIRIS ve Dr. Ahmet Ceyhan GÖREN'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Sağladığı maddi destekten dolayı Üniversitemiz Araştırma Fonu'na (Proje No: 2001/10) ve doktora süresi boyunca verdiği burstan dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Ayrıca tezimin her aşamasında destek olan eşim Mehmet DOĞAN'a ve bu günlere gelmemde her zaman maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi belirtmek isterim.

Balıkesir, 2002

Serap DOĞAN



**RAHMETLİ AĞABEYİM GÜRCAN VANLI ve OĞLUM
ENES EMRE'ye**

1. GİRİŞ

Ülkemiz üç floristik bölgenin kesiştiği alanda bulunmaktadır. Buna bağlı olarak bu üç bölgenin de bitki türlerini birarada bulunduran ve jeolojik çağlar boyunca gerek Avrupa, gerekse Asya'dan bitki göçlerine imkan sağlayan özel bir geçiş bölgesi niteliğindedir. Bu özelliklerinin yanı sıra çeşitli iklim ve toprak tiplerini bulundurması, topografik ve jeolojik yapısı ve bitki yaşamını kesintiye uğratan buzul çağlarından olumsuz etkilenmemiş olması nedeniyle son derece zengin bir floristik yapıya sahiptir.

Ülkemizin floristik zenginliği yerli ve yabancı birçok botanikçinin ilgisini çekmiş ve Türkiye bitkileri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır[1]. Bu çalışmaların önemli bir bölümü taksonomik araştırmalar olup, bitkilerin ekolojik ve biyokimyasal özellikleri ile ilgili araştırmalar ise son yirmi yılda oldukça önem kazanmıştır.

Dünyada ve Türkiye'de ekonomik özelliklerinden yararlanılan familyalar arasında ilk sıralarda bulunan *Lamiaceae*, üzerinde en çok araştırma yapılan bitki familyalarından birisidir[2]. Bu familyaya dahil olan ve halk arasında kekik olarak bilinen *Origanum*, *Thymus*, *Thymbra*, *Coridothymus*, *Satureja* cinslerine dahil bazı türlerin kültürü yapılmaksızın iç ve dış pazarlarda yaygın bir şekilde tüketildiği de bilinmektedir. Biyolojik zenginliklerimizi koruyabilmek için bu bitkilerin kültürünün yapılarak tüketime sunulabilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu bitkiler arasında yer alan ve araştırma materyali olarak seçilen *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un ekolojik isteklerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bilindiği gibi bitki taksonları üzerinde yapılan ekolojik araştırmalar, onların doğal habitatlarındaki toprak ve bitki elementer özelliklerini ortaya çıkarmak ve daha sonra yapılacak olan bilimsel araştırmalara kaynak hazırlamak amacıyla yapılabilir. Ayrıca bu tip araştırmalar, eğer takson ekonomik bir öneme sahip ise kültürünün en başarılı bir şekilde yapılabilmesine olanak sağlamak amacıyla gerçekleştirilebilir.

Araştırma materyali olarak seçilen *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının ekolojik özellikleri üzerine bu güne kadar kapsamlı bir araştırmaya rastlanmamıştır[3-5]. Buna karşılık bu iki takson, ülkemizde kekik adıyla yoğun bir şekilde doğadan sökülen bitkiler arasındadır. Kültürü yapılmadan bu şekilde tüketilmelerinin devam etmesi durumunda, yakın bir gelecekte bu bitkileri tamamen kaybetme tehlikesi ile karşı karşıya kalacağımız kaçınılmaz bir son olarak görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın birinci bölümünde, Balıkesir yöresinde yayılış gösteren *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının ekolojik özelliklerinin araştırılması hedeflenmiştir. Elde edilen ekolojik bulguların *Origanum* taksonlarının azot, fosfor ve potasyum içerikleri üzerine bir veri bankası hazırlanmasına da yardımcı olacağı düşünülmüştür.

Araştırmanın ikinci bölümünde ise, söz konusu bitkilerin farklı organlarındaki polifenoloksidaz (PPO) enziminin kinetik özelliklerinin araştırılması planlanmıştır. PPO, monofenolleri hidroksilediği gibi polifenolleri ise kinonlara yükseltgeyen Cu^{+2} ihtiva eden bir metaloenzimdir[6]. Bu enzim bitkiler aleminde yaygın olarak bulunmaktadır. Enzimin en önemli fonksiyonu, fenolik maddeleri kinonlara yükseltgenmesini katalizleyerek bitkinin hastalıklara karşı direncini artırmaktır[7]. Bu önemli enzimin kinetik sabitlerinin türden türe ya da aynı türdeki organlar arasında ve farklı lokalitele:de gösterdiği değişimlerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçların ekonomik öneme sahip *Origanum* türlerinin tercihinde önemli bir kriter olacağı kanısındayız.

PPO'nun aktivitesi sonucu oluşan kararsız yapıdaki kinonlar, enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucu renkli pigmentlere dönüşmektedir. Enzimatik kararma adıyla bilinen bu reaksiyon gıda endüstrisinde çoğunlukla istenmez. Meydana gelen kararma, tüketici için itici olmaktadır ve dolayısıyla ürünün kalitesini düşürmektedir. Fakat, enzimatik kararma çaylarda kesinlikle istenilen bir durumdur. Bilindiği gibi *Origanum* taksonları halk arasında bazı yörelerde çay olarak da tüketilmektedir. PPO aktivitesi yüksek olan taksonların ve bu taksonlara ait organların PPO aktivitesinin belirlenmesi, ileride endüstriyel amaçlı *Origanum* çaylarının seçiminde önemli bir kriter olacaktır.

Araştırmanın diğerk bir bölümünde ise, elde edilen ekolojik ve biyokimyasal verilerin karşılaştırılması amaçlanmış ve değışik lokalitelerden toplanan *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının kök, gövde, yaprak ve çiçeklerinden kısmen saflaştırılan PPO'nın kinetik sabitlerinin, temel besin elementleri ile korelasyonu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu sonuçların topraktaki temel besin elementlerinin dengelenmesinde önemli olacağını düşünmekteyiz.

Ayrıca elde edilen biyokimyasal verilerin, *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un morfolojik farklılıklara bağılı olarak yapılan taksonomik ayrımlara ilaveten kemotaksonomik olarak da sınıflandırılmalarına yardımcı olacağı kanısındayız.

1.1 Araştırma Alanının Genel Özellikleri

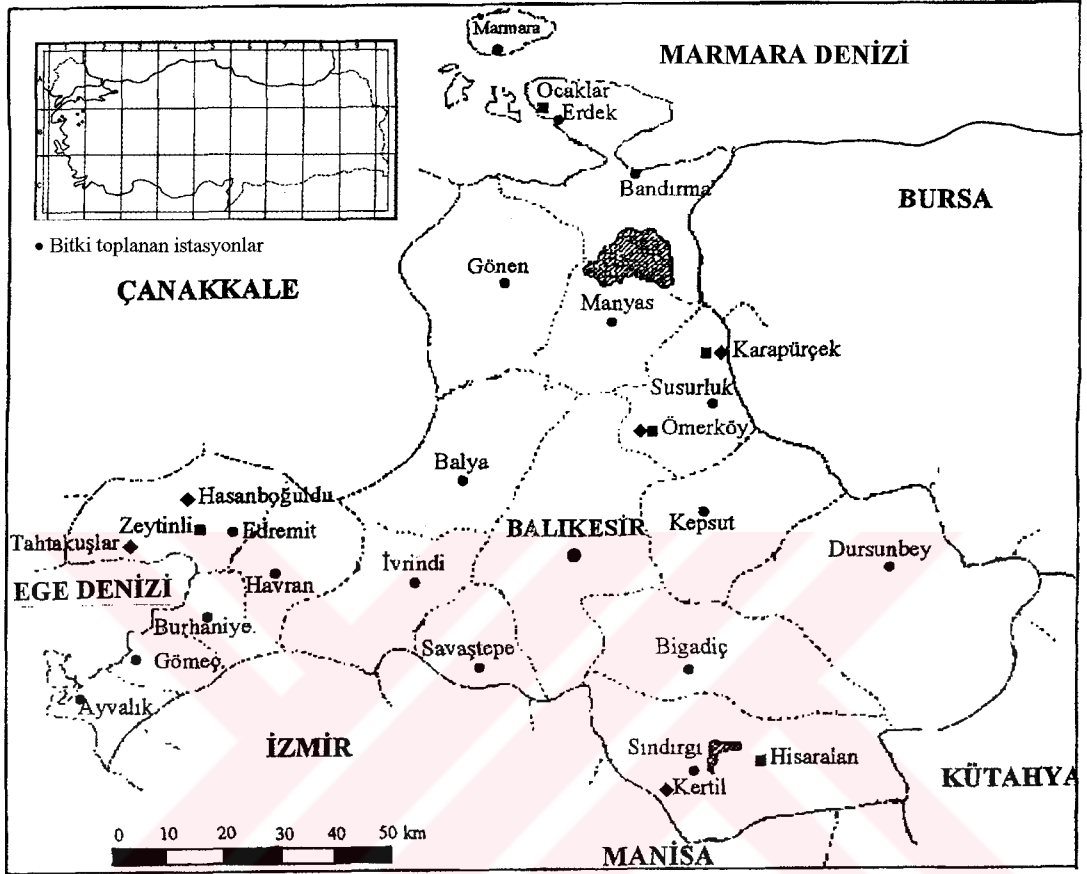
1.1.1 Araştırma Alanının Coğrafi Yeri

Araştırma alanı Balıkesir'in Erdek ilçesinin Ocaklar Köyü; Susurluk ilçesinin Ömerköy ve Karapürçek beldeleri; Sındırgı ilçesinin Kertil ve Hisaralan beldeleri; Akçay ilçesinin Tahtakuşlar mevkiisi; Edremit ilçesinin Hasanboğuldu mesire yerini ve Zeytinli beldelerini kapsamaktadır. Bitki coğrafyası bakımından Avrupa-Sibirya [Erdek (Ocaklar)] ve Akdeniz [Susurluk (Ömerköy, Karapürçek), Sındırgı (Kertil, Hisaralan), Akçay (Tahtakuşlar), Edremit (Zeytinli, Hasanboğuldu)] floristik bölgelerinde yer almakta[8] ve Davis[9]'in kareleme sistemine göre ise A1 ve B1 karelerinde bulunmaktadır (Şekil 1.1).

1.1.2 Araştırma Alanının Jeolojik, Jeomorfolojik Özellikleri

Ömerköy ve yakın çevresinin jeolojik özellikleri incelendiğinde, en eski birimler olarak Üst Kretase'ye ait melanjlı serileri güney batı kısımda görmek mümkündür. Ömerköy'ün bulunduğu yer ile kuzey batı ve kuzey doğusunda yer

alan Neojen'e ait örtü depoları yer alır. Ömerköy'ün içerisinde geçen Hatap Dere vadisinde ise alüvyonlar bulunmaktadır (Şekil 1.2 a).



(♦) *Origanum onites* (■) *Origanum vulgare ssp. hirtum*

Şekil 1.1 Çalışma alanının coğrafik haritası

Jeomorfolojik özellikler itibariyle Ömerköy ve yakın çevresi plato karakteri gösterir. Söz konusu plato Hatap Dere ve kolları tarafından parçalanmıştır. Hatap Deresi vadisi kenarlarında da taraça seviyeleri görülür.

Karapürçek Kasabası ve yakın çevresinde görülebilen en yaşlı formasyonlar Neojen'e ait kireçtaşı, kumtaşı, kil ve marnlardır. Bu formasyonlar sahanın doğusunda, güneyinde ve batısında izlenebilmektedir. Karadere Vadisi boyunca ve sahanın kuzeyinde ise Kuvaternere ait alüvyonlara rastlanmaktadır (Şekil 1.2 b).

Karapürçek Kasabası ve yakın çevresi 100-150m'lerde gelişmiş olan bir platoluk sahanın, Karadere ve kolları tarafından parçalanmasıyla oluşan ve kısmen genişleyen vadi tabanı olmak üzere iki farklı jeomorfolojik birimden oluşmaktadır.

Kazdağlarının güneyinde bulunan Tahtakuşlar Köyü ve yakın çevresi jeolojik özellikleri bakımından bütünüyle Tersiyer yaşlı granit ve granodiyoritlerden oluşan bir yapıdadır (Şekil 1.2 c).

Jeomorfolojik özellikleri itibariyle Tahtakuşlar Köyü ve yakın çevresi gerisindeki dağlık alanlarla kıyı ovaları arasında bir geçiş zonu olan tepelik sahanın akarsular tarafından yarılması ile oluşan kısmen bir plato özelliği göstermektedir.

Kazdağlarının güney eteklerindeki Beyoba Köyünün yaklaşık 750-1000 metre batısında bulunan Hasanboğuldu mevki ve yakın çevresi jeolojik özellikleri bakımından tamamıyla Paleozoik yaşlı şist, mermer, gnays ve serpantinden oluşan metamorfik serilerden meydana gelen bir yapıdadır (Şekil 1.2 d).

Hasanboğuldu mevki ve yakın çevresi, gerisindeki dağlık alanlardan ayrılan tepelik sahanın Kızılkeçili deresi ve kolları tarafından yarılması ile ortaya çıkan bir plato ve akarsuyun açmış olduğu vadiler olmak üzere iki çeşit jeomorfolojik birimden oluşmaktadır.

Kertil ve yakın çevresinin jeolojik özellikleri incelendiğinde; lokalitenin güney ve güney doğusunda Üst Kretase'ye ait melanjlı seriler görülmektedir. Kertil Köyü'nün hemen kuzeyinde Alt Miyosen'e ait volkanik tüfler bulunmaktadır. Sahanın doğusu, batısı ve Kertil Köyü'nü içine alan kısımlarda Alt Miyosen'e ait andezit ve dasitler yer almaktadır (Şekil 1.2 e).

Kertil ve yakın çevresi dağlık bir alan özelliği gösterir. Bu dağlık alan kuzeyden sokulan Cüneyt Çayı ile, güneyden sokulan Güngörmez Deresi'nin su bölümü sahasına karşılık gelen yüksek bir alan durumundadır.

Zeytinli kasabası ve yakın çevresinin jeolojik özelliklerine gelindiğinde kuzeyinde Alt Triyas'a ait konglomera, metagrovak ve silttaşından oluşan seriler yer almaktadır. Kasabanın bulunduğu yer ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan meydana gelmektedir (Şekil 1.2 f).

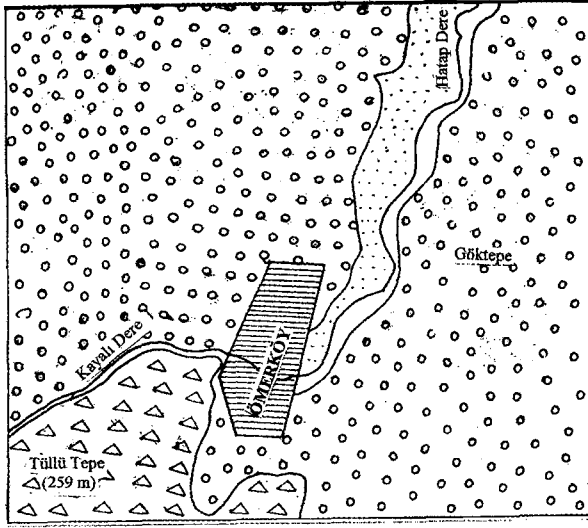
Jeomorfolojik özellikler itibariyle Zeytinli kasabası kaynaklarını Kazdağı'ndan alıp gelen Zeytinli Çayı'nın oluşturduğu birikinti yelpazesi üzerinde yer almaktadır.

Ocaklar Köyü'nün güney doğusundaki lokalitenin jeolojik özelliklerine baktığımızda kuzey ve güneyinde Paleozoik'e ait yeşilist ve mikaşist fasiyesindeki kayaların temeli meydana getirdiği görülür. Bu temel kuzeyde Kapıdağ batoliti tarafından kesilir. Paleozoik formasyonları kuzey batı ve güney doğuda Kuvaternere ait alüvyonlar tarafından örtülmektedir (Şekil 1.2 g).

Jeomorfolojik özellikler itibariyle bu lokalitenin kuzeyinde dağlık bir alan (Kapıdağ) bulunur. Güneyinde ise Fatya Tepeleri (177m) yer alır. Çifteçınarlar mevki ise sözkonusu dağlık ve tepelik alan arasında bir boyun noktasına karşılık gelir. Bu lokalite aynı zamanda Erdek Körfezi kıyısında bir kıyı ovası oluşturur.

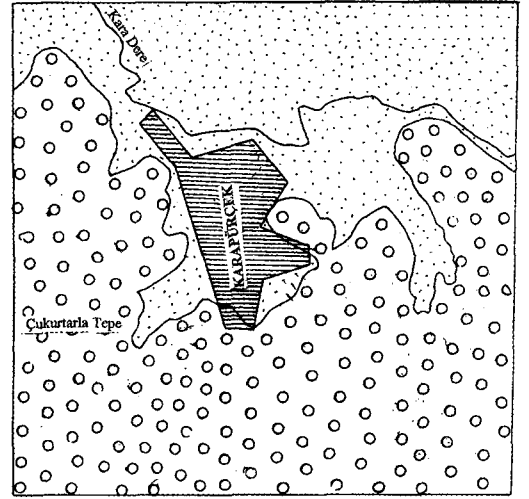
Hisaralan ve yakın çevresinin jeolojik özellikleri incelendiğinde sahanın tamamında Alt Miyosen'e ait volkanik tüfler görülmektedir (Şekil 1.2 h).

Bu lokalitenin kuzeyinde dağlık bir alan (Ulus Dağı) bulunur. Hisaralan ve Serin Dereleri ile kolları tarafından yarılmış olan bu alan dalgalı bir plato yüzeyi halindedir[10,11].



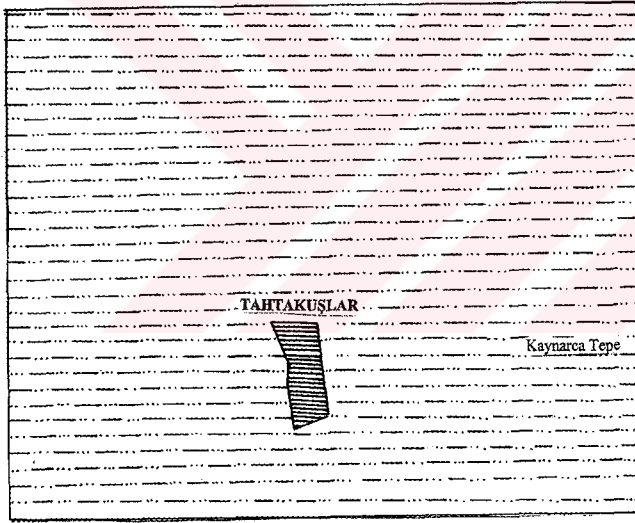
0 25 50 75 100 km

Şekil 1.2 a Ömerköy ve çevresinin jeoloji haritası



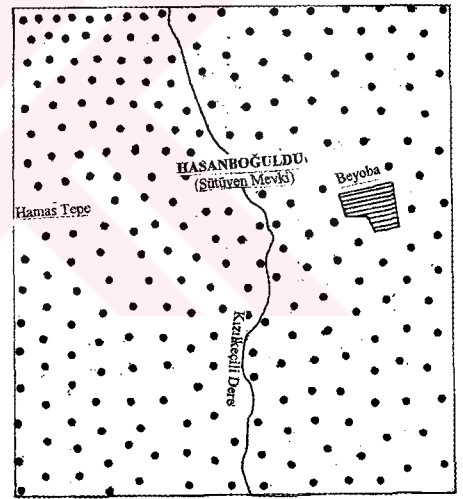
0 25 50 75 100 km

Şekil 1.2 b Karapürçek ve çevresinin jeoloji haritası



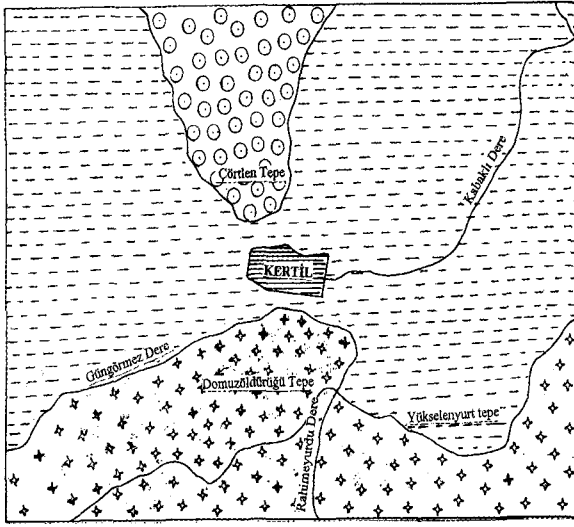
0 25 50 75 100 km

Şekil 1.2 c Tahtakuşlar ve çevresinin jeoloji haritası



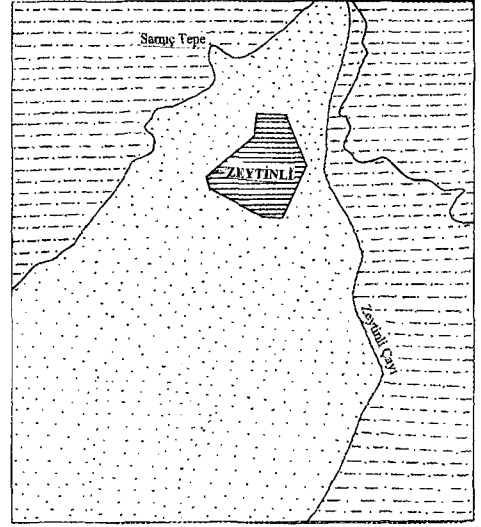
0 25 50 75 100 km

Şekil 1.2 d Hasanboğuldu ve çevresinin jeoloji haritası



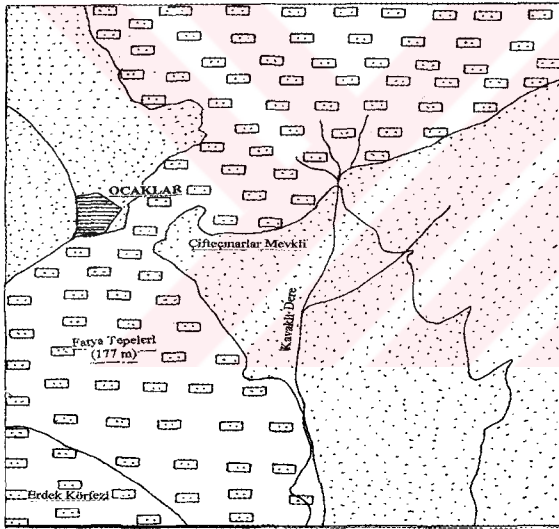
0 25 50 75 100 km

Şekil 1.2 e Kertil ve çevresinin jeoloji haritası



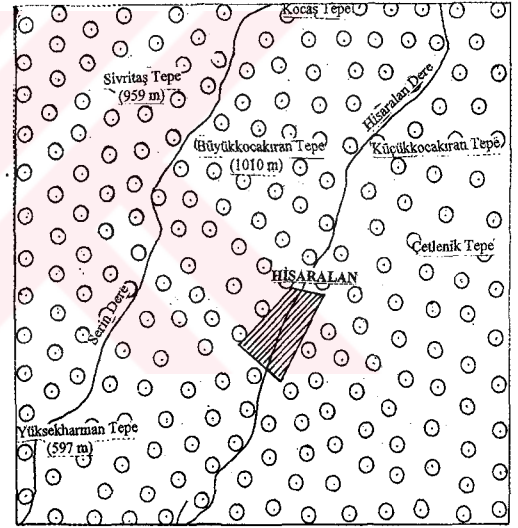
0 25 50 75 100 km

Şekil 1.2 f Zeytinli ve çevresinin jeoloji haritası



0 25 50 75 100 km

Şekil 1.2 g Ocaklar ve çevresinin jeoloji haritası



0 25 50 75 100 km

Şekil 1.2.h Hisaralan ve çevresinin jeoloji haritası

YAŞ

Kuaterner	••••••••
Neojen	○○○○○○
Üst Kretase	△△△△△△
Paleozoik	●●●●●●
Tersiyer	—••—••
Alt Triyas	—•—•—•
Paleozoik	—•—•—•
Üst Kretase	+++++
Alt Miyosen	-----
Alt Miyosen	○○○○○

KAYAC CİNSİ

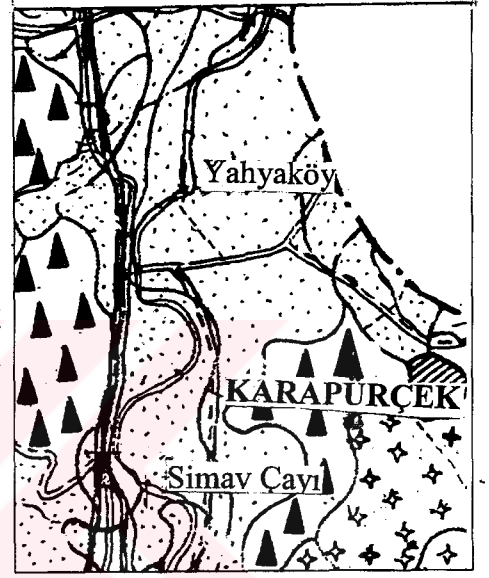
Alüvyon
Kireçtaşı, kumtaşı, kil ve marn
Melanjlî seri
Metamorfik seri (şist, mermer, gnays ve serpantin)
Granit, granodiyarit
Konglomera, metagrovak, silttaşı
Yeşilşist, mikaşist
Melanjlî seri
Andezit, dasit
Volkanik tüf

1.1.3 Araştırma Alanında Bulunan Büyük Toprak Grupları

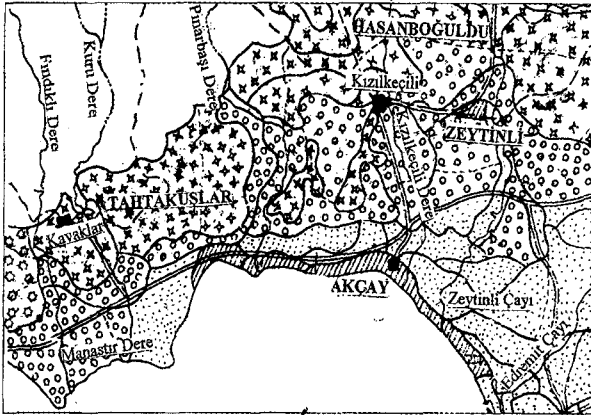
Araştırma alanında bulunan büyük toprak grupları kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi topraklar, rendzina topraklar, alüvyal topraklar, kolüvyal topraklar ve vertisoller'dir[12] (Şekil 1.3 a-f).



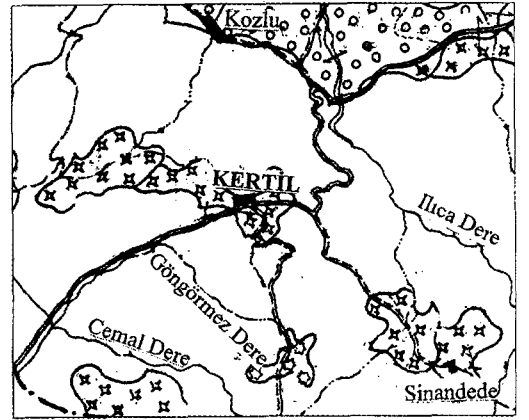
Şekil 1.3 a Ömerköy ve çevresindeki büyük toprak grupları



Şekil 1.3 b Karapürçek ve çevresindeki büyük toprak grupları



Şekil 1.3 c Tahtakuşlar, Hasanboğuldu ve Zeytinli istasyonlarının ve çevrelerinin büyük toprak grupları

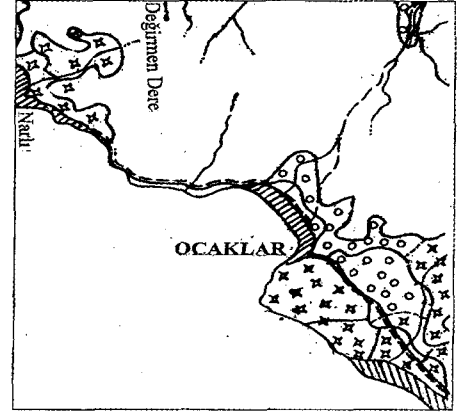


Şekil 1.3 d Kertil ve çevresindeki büyük toprak grupları



0 100 200 300 400 km

Şekil 1.3 e Hisaralan ve çevresindeki büyük toprak grupları

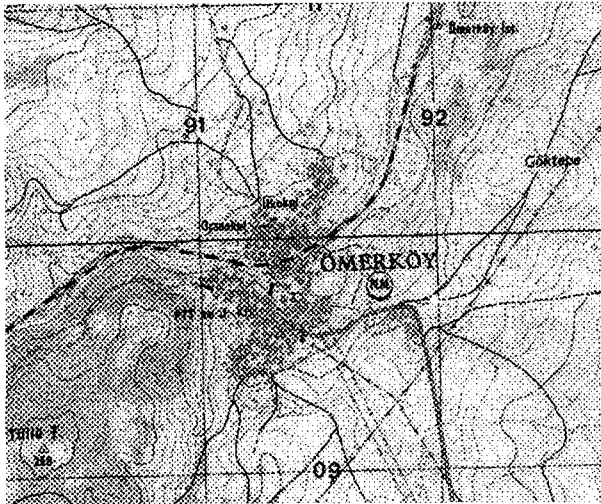


0 100 200 300 400 km

Şekil 1.3 f Ocaklar ve çevresindeki büyük toprak grupları

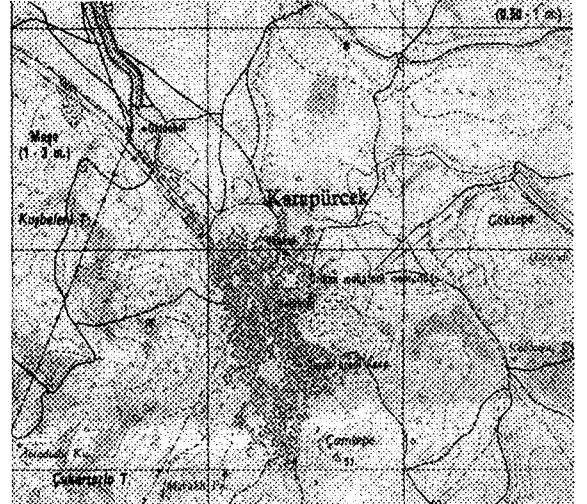
●●●●●●	Alüvyal topraklar
▲▲▲▲▲	Rendzina Topraklar
+++++	Kireçsiz kahverengi orman toprakları
SSSSS	Kireçsiz kahverengi toprakları
○○○○○	Kolüvyal topraklar
○●○●○●	Kahverengi orman toprakları
-----	Vertisoller
□□□□□	İşlenmeyen araziler
=====	Araba yolu

Araştırma alanını oluşturan lokalitelerin topoğrafya haritaları Şekil 1.4a-f'de verilmiştir[13].



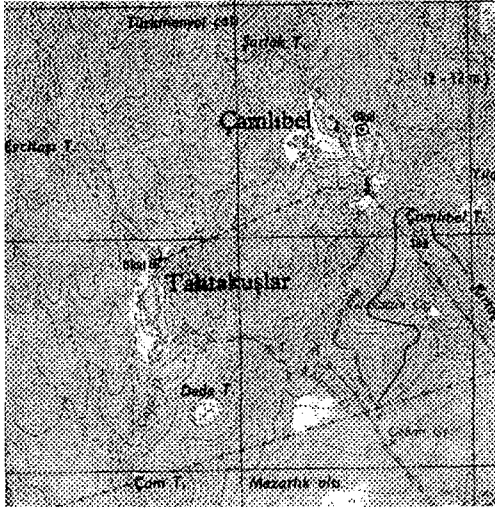
0 25 50 75 100 km

Şekil 1.4 a Ömerköy'ün topoğrafik haritası



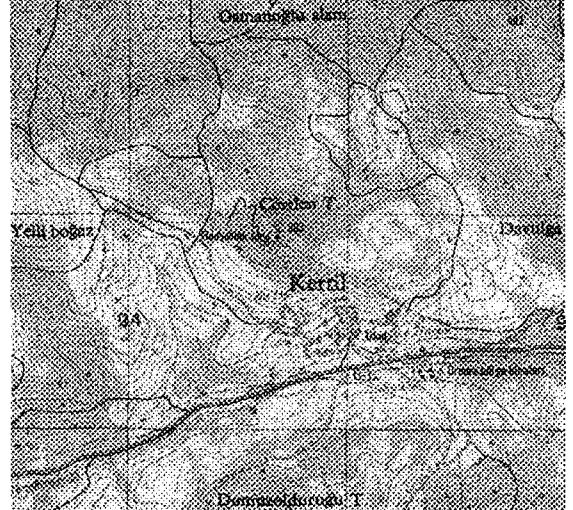
0 25 50 75 100 km

Şekil 1.4 b Karapürçek'in topoğrafik haritası



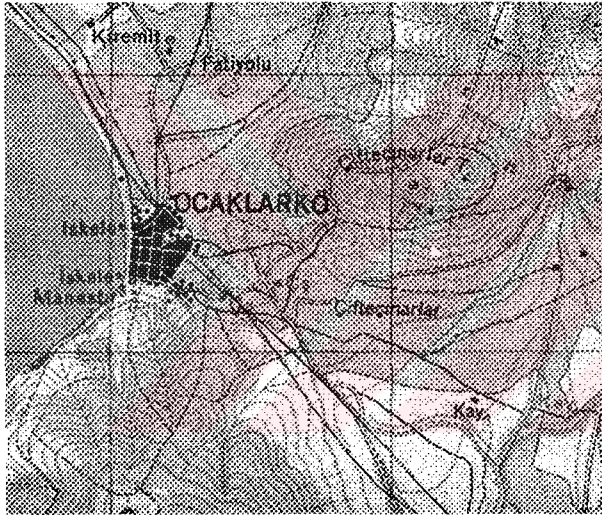
0 25 50 75 100 km

Şekil 1.4 c Tahtakuşlar'ın topoğrafik haritası



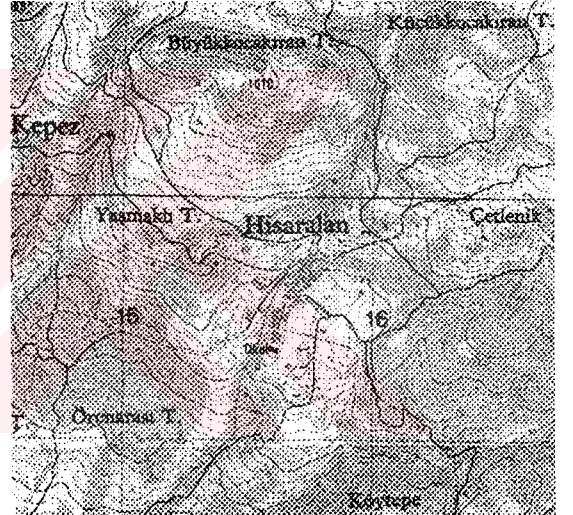
0 25 50 75 100 km

Şekil 1.4 d Kertil'in topoğrafik haritası



0 25 50 75 100 km

Şekil 1.4 e Ocaklar'ın topoğrafik haritası



0 25 50 75 100 km

Şekil 1.4 f Hisaralan'ın topoğrafik haritası

1.1.4 Araştırma Alanının İklim Özellikleri

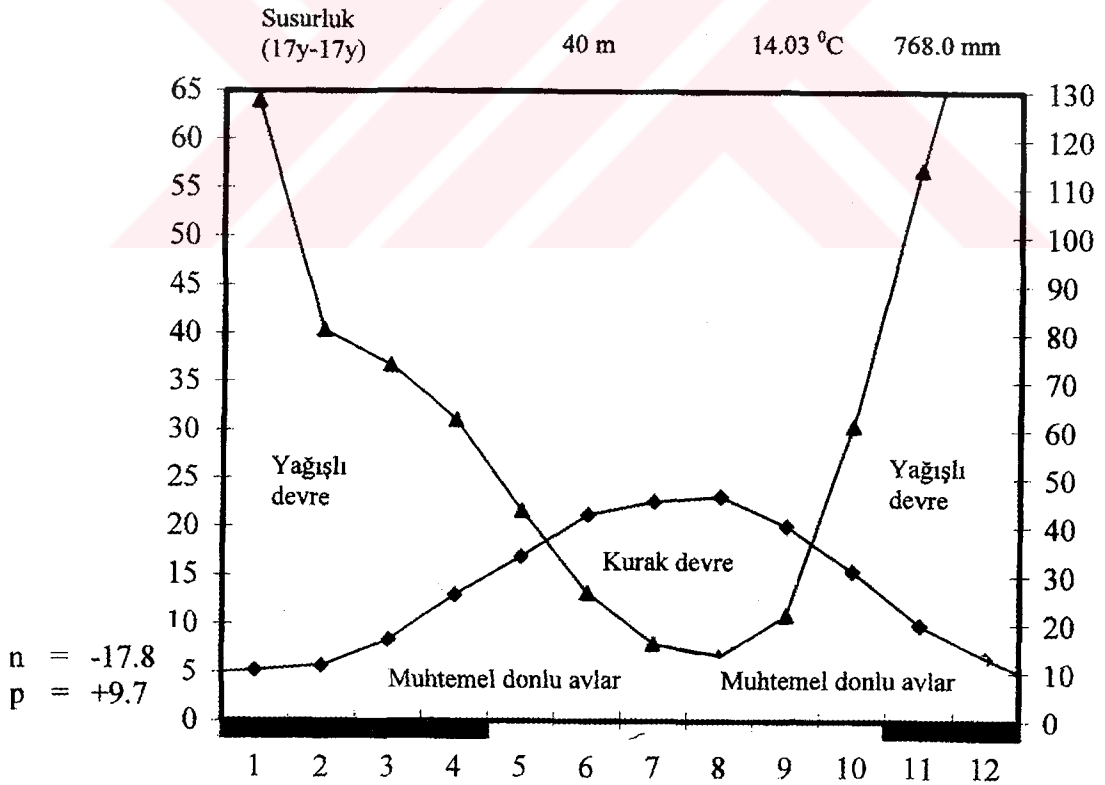
Araştırma bölgesinde $S < 5$ olduğu için Akdeniz ikliminin hakim olduğu görülmektedir[14]. Emberger[15], Akdeniz ikliminin katlarını tayin etmek için aşağıdaki formülü geliştirmiştir:

$$Q = \frac{2000.P}{(M + m + 546.4)(M - m)} \quad (1.1)$$

Bu formüle göre Susurluk, Yarı-Kurak Akdeniz biyoiklim katına dahildir. “m” değeri dikkate alındığında Susurluk, Kışı buzlu Akdeniz alt bölümüne girmektedir.

Lokalite	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık	Yağış rejimi	Yağış rejimi tipi	Biyoiklim tipi	Biyoiklim tipi alt bölümü
Susurluk	178.9	55.9	196.9	336.4	768	KSİY	Merkezi Akdeniz Yağış rejimi Tipi	Yarı Kurak Akdeniz	Kışı buzlu Akdeniz

Walter[16] yöntemine göre çizilen Şekil 1.5’deki Susurluk’a ait iklim diyagramı incelenirse, bölgede 5. ayın ortalarından 9. ayın ortalarına kadar devam eden bir kurak devrenin olduğu görülmektedir. Yağışlı devre ise 1. aydan başlayıp 5. ayın ortalarına ve 9. ayın ortalarından 12. ayın sonlarına kadar devam etmektedir. Yine iklim diyagramından görüleceği gibi, Susurluk’ta sürekli bir don olayı görülmez. Ancak Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Kasım ve Aralık aylarında muhtemelen don olayı görülebilmektedir.

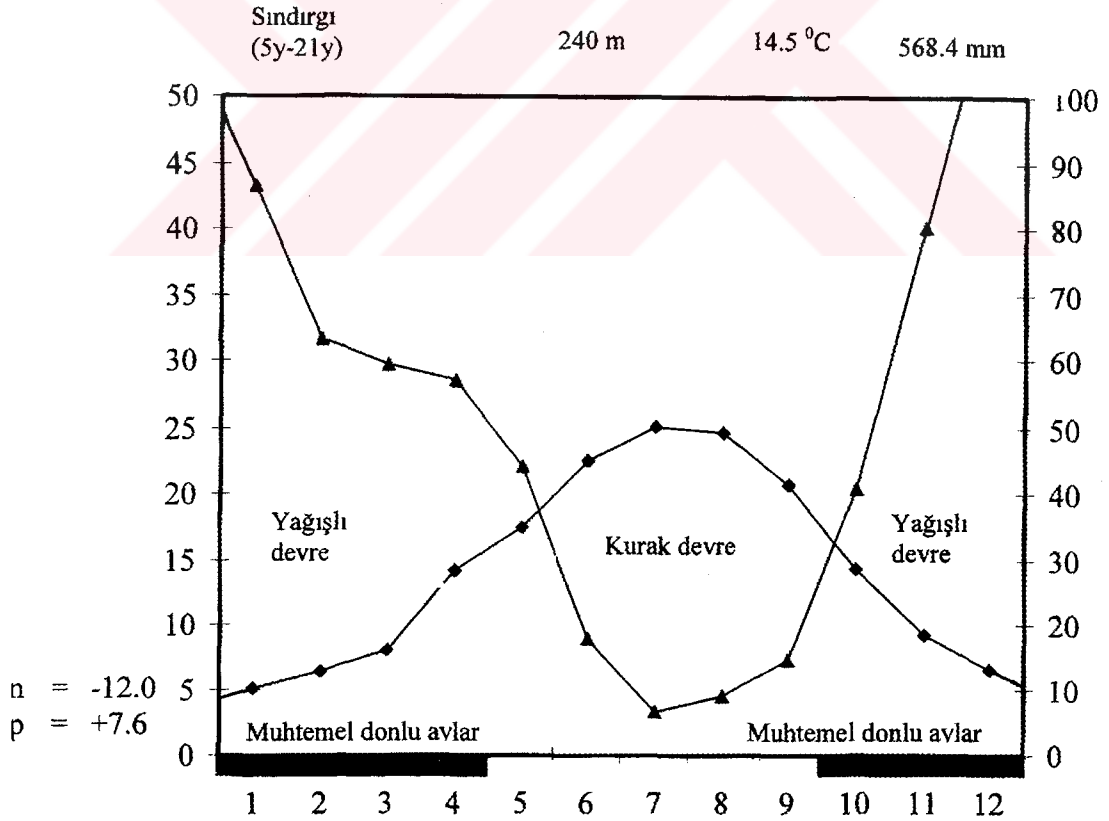


Şekil 1.5 Susurluk meteoroloji istasyonuna ait iklim diyagramı

Aynı formüle göre Sındırgı, Yarı-Kurak Akdeniz biyoiklim katına dahildir. “m” değeri dikkate alındığında Sındırgı, Kışı Buzlu Akdeniz alt bölümüne girmektedir.

Lokalite	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Fış	Yıllık	Yağış rejimi	Yağış rejimi tipi	Biyoiklim tipi	Biyoiklim tipi alt bölümü
Sındırgı	160.9	33.5	135.9	242	568.4	KİSY	Doğu Akdeniz Yağış Rejimi Tipi 1. Değişken	Yarı Kurak Akdeniz	Kışı buzlu Akdeniz

Sındırgı istasyonunun Şekil 1.6'daki iklim diyagramı incelendiğinde, bölgede 5. ayın ortalarından 10. ayın ortalarına kadar devam eden bir kurak devrenin olduğu görülmektedir. Yağışlı devre ise 1. aydan başlayıp 5. ayın ortalarına ve 10. ayın ortalarından 12. ayın sonlarına kadar devam etmektedir. Yine iklim diyagramından görüleceği gibi, Sındırgı'da sürekli bir don olayı görülmez. Ancak Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında muhtemelen don olayı görülebilmektedir.

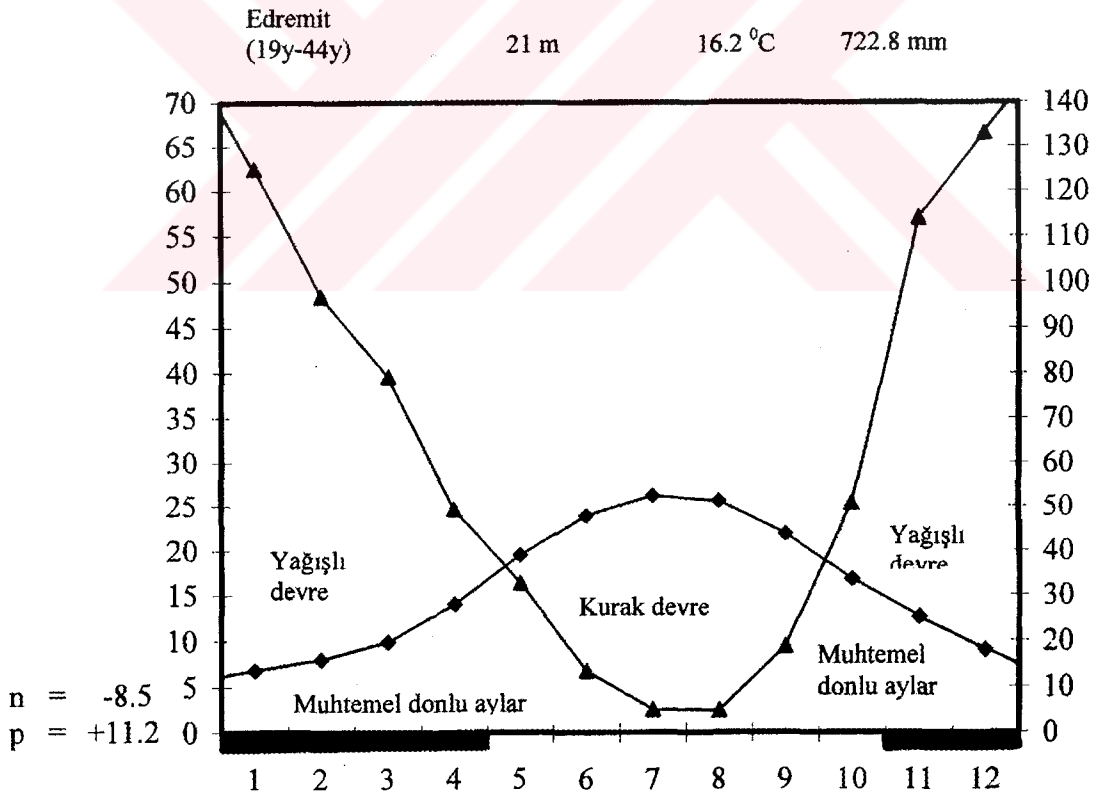


Şekil 1.6 Sındırgı meteoroloji istasyonuna ait iklim diyagramı

Emberger formülüne göre, Yarı-Kurak Akdeniz biyoiklim katına dahildir. “m” değeri dikkate alındığında Edremit, Kışı Son Derece Soğuk Akdeniz alt bölümüne girmektedir.

Lokalite	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık	Yağış rejimi	Yağış rejimi tipi	Biyoiklim tipi	Biyoiklim tipi alt bölümü
Edremit	156.6	23.2	184.5	349.9	714.2	KSİY	Merkezi Akdeniz Yağış rejimi Tipi	Yarı Kurak Akdeniz	Kışı son derece soğuk Akdeniz

Edremit araştırma istasyonunun Şekil 1.7’deki iklim diyagramı incelendiğinde ise bölgede 5. ayın başlarından 10. ayın başlarına kadar devam eden bir kurak devrenin olduğu görülmektedir. Yağışlı devre ise 1. aydan başlayıp 5. ayın başlarına ve 10. ayın başlarından 12. ayın sonlarına kadar devam etmektedir. Yine iklim diyagramından görüleceği gibi, Edremit’de sürekli bir don olayı görülmez. Ancak Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Kasım, Aralık aylarında muhtemelen don olayı görülebilmektedir.

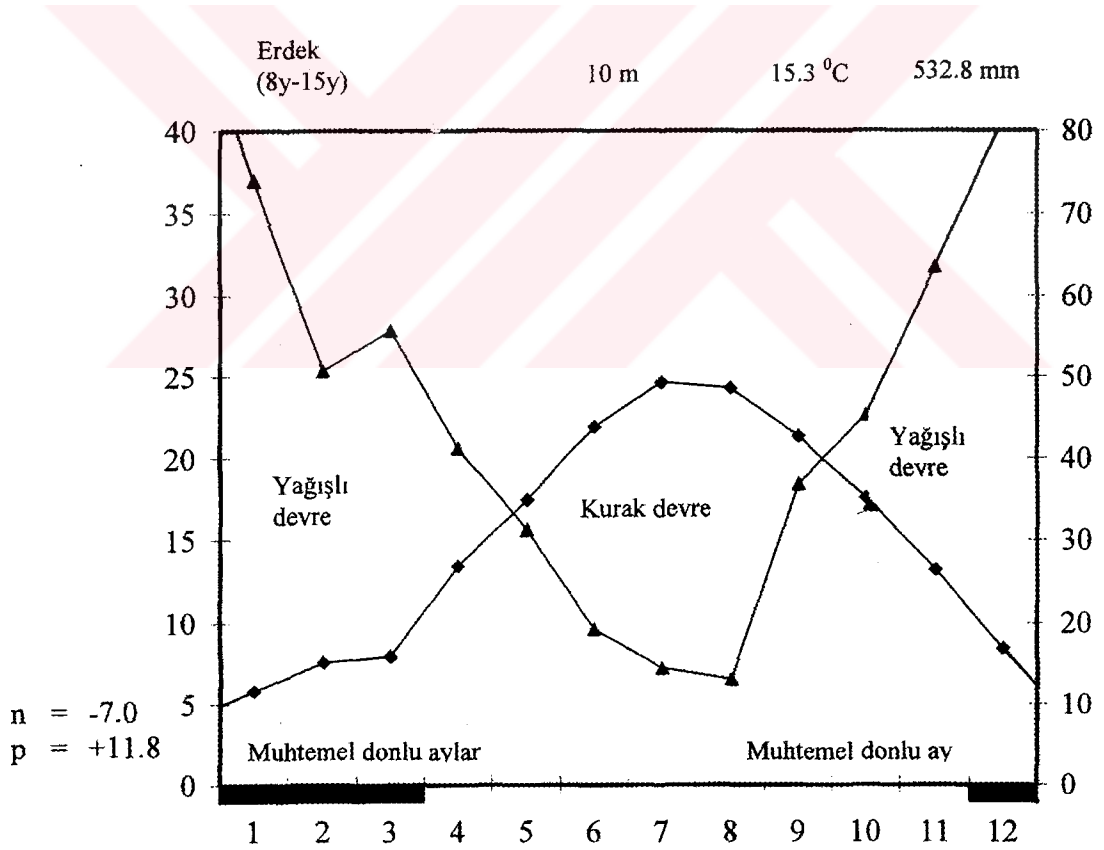


Şekil 1.7 Edremit meteoroloji istasyonuna ait iklim diyagramı

Bu formüle göre Erdek, Yarı-Kurak Akdeniz biyoiklim katına dahildir. “m” değeri dikkate alındığında Erdek, Kışı Son Derece Soğuk Akdeniz alt bölümüne girmektedir.

Lokalite	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık	Yağış rejimi	Yağış rejimi tipi	Biyoiklim tipi	Biyoiklim tipi alt bölümü
Erdek	128	46.5	145.5	212.3	532.8	KSİY	Merkezi Akdeniz Yağış Rejimi Tipi	Yarı Kurak Akdeniz	Kışı son derece soğuk

Erdek'e ait Şekil 1.8'deki iklim diyagramı incelendiğinde, bölgede 5. ayın başlarından 9. ayın sonlarına kadar devam eden bir kurak devrenin olduğu görülmektedir. Yağışlı devre ise 1. aydan başlayıp 5. ayın başlarına ve 9. ayın sonlarından 12. ayın sonlarına kadar devam etmektedir. Yine iklim diyagramından görüleceği gibi, Erdek'te sürekli bir don olayı görülmez. Ancak Ocak, Şubat, Mart, ve Aralık aylarında muhtemelen don olayı görülebilmektedir.



Şekil 1.8 Erdek meteoroloji istasyonuna ait iklim diyagramı

1.2 Araştırma Materyali Olarak Kullanılan Bitki Taksonları Hakkında Genel Bilgiler

Origanum L. cinsinin dahil olduğu *Lamiaceae* familyası dünyada 200 cins ve 3500 türle temsil edilmektedir. Yurdumuzda ise 45 cins ve 546 türe sahiptir. Bu familya üyeleri, başta Akdeniz havzası ülkeleri olmak üzere Avustralya, Güney Batı Asya ve Güney Amerika'ya kadar yayılış göstermektedir[9,17,18].

1.2.1 *Lamiaceae* (*Labiatae*) Familyasının Genel Özellikleri

Başlıca Akdeniz havzasına yayılmış olan, uçucu yağ taşıyan bir yada çok yıllık otsu bitkiler veya çalılardır. Salgı tüyleri taşır ve uçucu yağ içerirler. Gövde 4 köşeli, yapraklar çoğu zaman basit, bazen parçalı ve dekuzat dizilişlidir. Çiçekler vertisillat durumundadır; zigomorf ve bilabiattır. Uçucu yağ, başı tek, sapı çok hücreli olan salgı tüyleri ile başı 8-16 hücreli ve pul şeklindeki Labiatae tipi salgı tüyelerindedir. Hermafrodit olan çiçeklerde kaliks 5 loplulu kalıcı, bazen bilabiattır; korolla bilabiattır, üst dudak bazen eksiktir. Stamen 4 tane, çoğu zaman didinamdır. Bazen 2 stamen bulunur. Ovaryum 2 karpelden meydana gelmiş 4 odacıklı ve üst durumludur, her odacıkta 1 ovül bulunur; stilus ginobaziktir. Meyve 4 nuksa ayrılan bir şizokarptır.

Tıp ve parfümeri sanayiinde uçucu yağından yararlanılmasından dolayı önemli bir familyadır. *Lamiaceae* familyasının türleri fenolik bileşik içeriklerinden dolayı antioksidant özellik gösterirler[19]. Bu familya üyelerinin çoğu uçucu ve aromatik yağlar ve benzeri sekonder metabolitler nedeniyle çeşitli alanlarda ekonomik öneme sahip bitkilerdir[20-26].

Türkiye'de yapılan çalışmalarda fenolik monoterpenlerce zengin uçucu yağların *Lamiaceae* familyasında bulunduğu görülmektedir[23]. Kekik olarak adlandırılan *Origanum*, *Coridothymus*, *Thymbra*, *Thymus*, *Satureja* cinsine ait türlerde ana bileşikler olarak karvakrol yada timol belirlenmiştir[26].

1.2.2 *Origanum L'* nin Kısa Taksonomik Tarihi ve Yayılışı

Origanum L. cinsi ilk olarak Linnaeus tarafından 1754 yılında Tournefort'a atıf yapılarak, *Genera Plantarum*'un 5. baskısında betimlenmiştir. Daha sonra çeşitli araştırmacılar *Majorana* ve *Amaracus* cinslerini de ilgili cinsler olarak yayınlamışlar ve *Origanum* cinsinin oluşumuna ve seksiyonlarına yönelik çeşitli hipotezler öne sürmüşlerdir[27]. Son olarak Ietswaart 1980 yılında yaptığı revizyon çalışmasında *Origanum* için Linnaeus'un kapsamlı araştırmasını benimsemiştir. Cins 10 seksiyona bölünerek incelenmiş, hibritler de dahil olmak üzere o güne kadar bilinen tüm *Origanum* taksonları çalışmaya konu olmuştur[27]. 1980'de Ietswaart taksonomik bir revizyon yapmış olmasına rağmen, maalesef halen *Origanum*'ların doğru taksonomik sınıflandırılmasında birçok karışıklık vardır[28]. Çünkü *Origanum* cinsinde bütün karakterlerde geniş bir varyasyon bulunmaktadır[26].

Dağların süsü (Ornament of the mountains) olarak adlandırılan *Origanum* türlerinin yaklaşık % 75'i Akdeniz havzasında, özellikle yurdumuzun da içinde bulunduğu Doğu Akdeniz Bölgesinde yayılış göstermektedir[29,30]. Akdeniz fitocoğrafik bölgesinde çok lokal dağılım gösteren *Origanum* cinsine ait 49 takson vardır. *Origanum* dünyada 41 tür ile, Türkiye florasında ise 23 tür ve 5 tür altı takson ile temsil edilmektedir. Bunlardan 15'i yurdumuz için endemiktir. Ayrıca *Origanum*'un çok sayıda hibrit formu da bulunmaktadır. Yurdumuz, birçok türde olduğu gibi *Origanum* cinsine ait çok sayıda türün dünyadaki en önemli gen merkezi konumundadır[3,31,32].

1.2.3 *Origanum L.* Cinsinin Genel Özellikleri

Yarı çalimsı yada çok yıllık otsu, tüylü ya da çıplak bitkiler. Gövde birkaç tane, dik veya yükselici, genellikle dallanmış, yapraklar hemen hemen sapsız yada az çok saplı, lamina eliptik, ovat, kordat veya küremsi, kenarı tam ya da az çok dişli, tepesi obtus veya akuminat. Yalancı vertisillat 2 veya birkaç çiçekli olup spikulalar halinde toplanmış, spikulalar da genellikle panikula veya yalancı korimbus şeklinde. Brakteler şekil ve büyüklük bakımından yapraklardan daima farklı ve genellikle

imbrikat. Çiçekler hermafrodit veya ginodioik. Kaliks değişken, az çok aktinomorf ve 5 dişli veya zigomorf ve 1-2 dudaklı, 13 ya da yaklaşık 10 damarlı, boğazı genellikle halka şeklinde tüylü. Korolla mor, pembe veya beyaz, az çok eşit 2 dudaklı. Stamen 4, alttaki çift daha uzun. Nüksler küçük, ovoid ve kahverengi [9].

Origanum ekstraktlarında rosmarinik asit, karvakrol gibi fenolik bileşikler bulunmaktadır. Bu fenolik bileşiklerden rosmarinik asit serbest radikallerin etkisiz hale getirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır[19].

Origanum türlerinin boş ve dağlık bölgelerde, 0-4000 metreler arasındaki yüksekliklerde, çoğunlukla 1200-1500 metreler arasında, kozalaklı bitkilerin altlarında yetiştikleri belirtilmiştir[3]. Buna karşın *O. onites* türü sıklıkla deniz seviyesine yakın yerlerde yayılış göstermektedir. *O. vulgare*'nin deniz seviyesinden 4000 m yüksekliğe kadar kalkerli-kalkersiz, taşlı bayırlar, kayalık yerler, hatta dik yamaçlarda yayılış gösterdikleri belirtilmektedir[33,29].

1.2.3.1 *Origanum onites* L.'in Özellikleri

65 cm'ye kadar yükselen çalimsı bitkiler. Dallar gövdede 10 çifte kadar ulaşabilmekte ve en çok 13 cm uzunlukta. Yapraklar hemen hemen sapsız veya saplı (sap 6 mm'ye kadar), kordat, ovat veya eliptik, 3-22x2-19 mm, ±sivri uçlu veya uzamış sivri uçlu, kenarlar tam veya çok hafif dişli, damarlar alt yüzde belli belirsiz, spiküller korimbos çiçek durumunda, yaklaşık 3-17x4 mm uzunlukta. Brakteler obovat veya eliptik, 2-5x1.5-4 mm, ucu kütten, uzamış sivriye kadar, kenarları tam veya dişli. Kaliks 2-3 mm. Korolla beyaz, 3-7 mm. Çiçeklenme zamanı; Nisan-Ağustos[9,29].

Origanum onites, kekik, izmir kekiği, bilyalı kekik veya beyaz kekik olarak bilinmektedir. Uçucu yağlarının % 2-3'ü toprak üstü organlarından elde edilir. Bu yağ karvakrol ve timol gibi fenolik maddeleri içerir. Timol en eski antibiyotiklerden birisidir. Tıbbi tedavilerde antiseptik, antibakteriyel, antispazmodik, antiastimatik, ekspektoran olarak, uçucu yağları ve terpenik bileşiklerinden dolayı fungusit olarak

kullanılır. Timol diş dolguları için bazı farmakolojik aktif maddelerin sentezinde, antiseptik banyo sabunlarının hazırlanmasında ve bazı yiyeceklerin korunmasında da kullanılır. Aynı zamanda baharat olarak da geniş bir kullanıma sahip olup bundan dolayı çok yoğun bir şekilde ihraç edilmektedir[4].

1.2.3.2 *Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum* (Link.) Ietswaart'in Özellikleri

Bitki odunsu, çok yıllık, gövde dik, 100 cm'ye kadar yükselir. Genellikle yumuşak tüylü, tüyler yaklaşık 1 mm. Dallar gövdede 10 çiftte kadar, 1,5 cm uzunlukta. Yapraklar gövdede 35 çiftte kadar, yoğun yumuşak kılsı (tüyler yaklaşık 0,5 mm) sapsız salgı tüyleri belirgin, cm² de 2000 kadar, kenarlar tam veya hafif dişli, yaprak sapı 12 cm'ye kadar. Spika ovoid bazan silindirik, 6(3-35) mm uzunlukta, 4(3-6) mm eninde, brakte, spika başına 5(2-25) çift, obovat veya oval, 3(1,5-5) mm uzunlukta, 1,5(1-3) mm eninde, ±otsu, genellikle yumuşak kılsı, bazen tüsüz yeşil, bazen hafif mor. Kaliks 2,5(2-3,5) mm uzunlukta, koralla 6(3-7,5) mm uzunlukta, beyaz nadiren hafifçe pembe, stamen sapı en çok 4-5 mm uzunlukta. Çiçeklenme zamanı; Mayıs-Ekim[9,29].

Origanum vulgare ssp. *hirtum* aromatik ve tıbbi bir bitki olup yüksek bir esansiyal yağ içeriğine sahiptir. Bu türün ana bileşenleri fenoller, p-simen ve γ -terpinen'dir[28]. *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* yüksek miktarda içerdiği esansiyel yağlardan (timol ve karvakrol) dolayı yiyecek endüstrisinde ve farmakolojide ilgi çeken bir üründür[34]. Yapılan çalışmalar sonucunda, *O. vulgare* subsp. *hirtum* ve *O. onites* için karvakrolün ana bileşik olduğu gösterilmiştir[35].

Origanum vulgare ssp. *hirtum*'u sadece morfolojik olarak diğer türlerden ayırdetmek oldukça güçtür. Araştırma bitkisinin sabit olan özelliği onun esansiyal yağ bileşimidir. *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un yağ bileşimi üzerine bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardaki veriler *Origanum*'un toplandığı farklı büyüme şartları ve coğrafik alanlara bağlı olarak geniş bir aralıkta değişim göstermektedir[36].

Genel olarak *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* Yunan *Origanum*'u olarak, *Origanum onites* ise Türk *Origanum*'u olarak bilinir[28]. *Origanum* cinsinin üyeleri çoğu zaman hem esansiyal yağ içeriklerine ve hem de bileşimlerine göre kimyasal farklılıklar vasıtasıyla karakterize edilirler. *Origanum*'ların esansiyal yağlarının toplam fenol içeriği % 0-95 aralığında değişir[35].

1.2.4 *Origanum* L. Türlerinin Kullanımı

Origanum türleri özellikle içerdikleri uçucu yağların zengin olması bakımından büyük bir ekonomik öneme sahip bitkilerdir. *Origanum* türlerinin birçoğu yukarıda belirtilen özelliği nedeni ile baharat bitkisi olarak, halk sağlığında gastrointestinal hastalıklara karşı profilaktik olarak, bitkisel drogların yapımında, sabun, deterjan, esans, kozmetik ve parfümeri endüstrisinde, taze sürgünleri salata olarak, bitkilerin kurutulmuş çiçekli dal ve yaprakları ciğer salamı, sucuk ve peynir üretiminde kullanılmaktadır[24,37-39]. Ayrıca içerdikleri uçucu yağlar soslara, konservele, etlere ve diğer yiyecek maddelerine aroma vermek için de kullanılmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle de araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Buna bağlı olarak solunum sistemi uyarıcısı, yara ve gastrik ülser tedavisi, karın ağrısı, soğuk algınlığı, antiromatizmal etki, baş ağrısı, kanser ve tümör tedavisi gibi birçok tıbbi özellikleri üzerinde çok çalışılmış bitkilerdir[40-42].

Origanum'lar dünya ticaretinde mutfakta kullanılan baharatlar arasında önemli bir yere sahiptir. Günümüzde Akdeniz Bölgesindeki ticari *Origanum*'ların çoğu Türkiye ve Yunanistan'da yabani popülasyonlardan ve İsrail'de ise kültürü yapılarak elde edilmektedir[43].

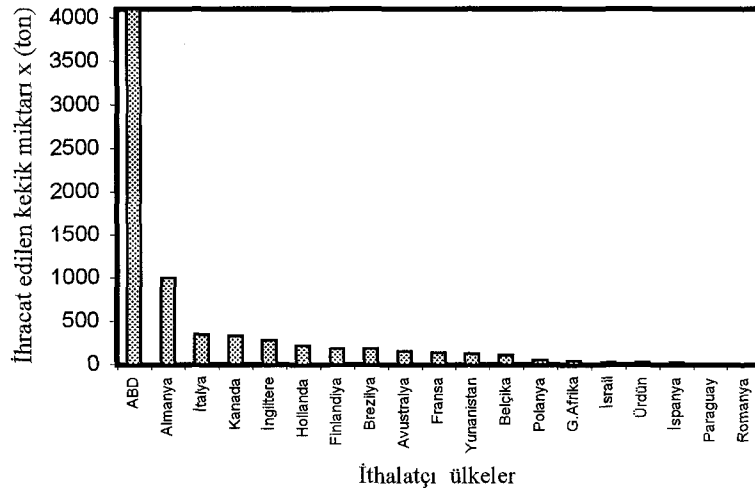
Origanum türleri Türkiye'nin çeşitli yörelerinde de farklı amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır. Genel olarak halk ilacı, baharat ve çay olarak tüketilmektedir[27,44]. *O. vulgare* ssp. *hirtum* özellikle Marmara Bölgesi'nde ve komşu bölgelerde yemeklere tat vermek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır[42]. Halk arasında bitkinin ekstraktları birçok rahatsızlığı tedavi edici olarak kullanılır.

Aynı zamanda bu takson Akdeniz ve Latin Amerika ülkelerinin mutfaklarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır[34].

1.2.5 Türkiye'nin *Origanum* L. İhracatı

Ülkemizde ticareti yapılan ve yaygın olarak kullanılan, Ballıbabagiller (*Lamiaceae=Labiatae*) familyasına bağlı ve kekik olarak adlandırılan türlerin dahil olduğu cinsler şunlardır: *Origanum*, *Thymbra*, *Coridothymus*, *Satureja* ve *Thymus*. İhracatı en çok yapılan uçucu yağ üretiminde kullanılan türler ise *Origanum onites* (bilyalı kekik, İzmir kekiği), *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (İstanbul kekiği, kara kekik), *Origanum minutiflorum* (Sütçüler kekiği, yayla kekiği, toka kekiği), *Origanum majorana* (beyaz kekik, alanya kekiği), *Origanum syriacum* var. *bevanii* (dağ kekiği, suriye kekiği)'dir. Tüm bu taksonların ortak özelliği yüksek miktarda uçucu yağ içermeleri ve uçucu yağın ana bileşiğinin karvakrol ve/veya timol olmasıdır. Bunlar kekiğe kendine özgü kokusunu veren maddelerdir[45,46].

Kekik, Avrupa ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri tarafından önemli miktarlarda tüketilen bir ürün durumundadır. Kekik ihracatının % 90'ını *Origanum* türleri oluşturur. Dünyada en büyük kekik ihracatını ise Türkiye yapmaktadır. 1989 yılında Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Almanya, İsrail ve Kanada ile sınırlı olan kekik ihracatı son yıllarda büyük artış kaydetmiştir. İthalatçı ülkeler arasında 1999 yılı itibarı ile, başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere, Avustralya, Kanada, Almanya, Fransa, İngiltere, Hollanda, Yunanistan, İsrail, Güney Afrika, İtalya, Belçika bulunmaktadır. Şekil 1.9' dan da görüldüğü gibi 1999 yılı itibarı ile yurdumuzdan kekik ithal eden ülkelerin sayısı ve ithal ettikleri kekik miktarı hızlı bir şekilde artış göstermiştir[27].



Şekil 1.9 1999 yılında Türkiye'nin kekik ihraç ettiği ülkeler ve ihracat miktarları

1999 yılında ülkemizden 16.6 milyon dolar karşılığında 7500 ton kuru kekik ihraç edilmiştir. Bu rakamlar son yıllarda Türkiye'nin dünyada en büyük kekik üreticisi durumuna geldiğini göstermektedir. Çünkü dünyadaki yıllık kekik ihracatı yaklaşık 10000 ton civarındadır. Bunun 1000 ton kadarının çesni veya tıbbi çay olarak yurt içinde tüketildiği, 1000-1500 ton kekiğin ise uçucu yağ üretiminde kullanıldığı ve geri kalanının da ihraç edildiği bilinmektedir[27,45]. Çizelge 1.1'e göre son on yılda kekiğin Türkiye'den yıllara göre artan bir şekilde ihraç edildiği görülmektedir.

Çizelge 1.1 Türkiye'nin yıllara göre kekik ihraç değerleri

Yıl	Kg	\$	\$/Kg
1989	3.348.471	4.888.366	1.46
1990	3.315.395	5.365.071	1.62
1991	3.947.014	8.025.500	2.00
1992	4.744.120	10.786.478	2.27
1993	5.457.622	13.272.399	2.43
1994	6.435.386	16.103.655	2.50
1995	5.600.731	13.686.109	2.44
1996	6.475.032	15.151.640	2.34
1997	6.039.440	13.237.372	2.19
1998	7.050.968	15.492.109	2.20
1999	7.606.679	16.556.474	2.18

Türk kekiği kalitesini dünyaya kabul ettirmiştir. Ülkemizdeki işleme tesislerinde üretilen kekik; temiz olması, yağ veriminin yüksek olması, karvakrol içeriğince zengin olması ve yüksek oranda yabancı madde taşımaması nedeniyle kabul görmektedir[47]. Bu nedenle yılda 650 ton kadar başka ülkelerin ürünü olan kekik Türkiye’de işlenerek ihraç edilmektedir. Ayrıca Türkiye’de yılda yaklaşık 30 ton kekik yağı üretilmektedir. Bu üretim her yıl artış göstermektedir[27].

Ülkemiz ekonomisine önemli katkı sağlayan, gıdalarımızı çeşnilendiren ve sağlığımız için önemli özelliklere sahip olan kekik, sadece hoş bir koku ve tattan ibaret değildir. Ülkemizin zengin florasının ve zengin biyoçeşitliliğinin yalnızca bir örneğini oluşturan kekiğin daha pek çok yararlı özelliğinin, önümüzdeki yıllarda ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir[45].

1.2.6 *Origanum*'larla Yapılan Çalışmaların Özeti

Origanum türleri ve bunun yanında familyaya dahil türlerin farmokolojik, ekolojik, sistematik, morfolojik, anatomik, fizyolojik ve palinolojik özelliklerinin ortaya konulduğu çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır[20,3,4,48]. Yerli ve yabancı araştırmacıların yapmış oldukları bu çalışmalarla *Origanum* L. türlerinin yayılış alanları, endemizm durumları, bazı ekolojik ve sitotaksonomik özellikleri ortaya konulmuş, bazı türlerin tayin anahtarı ile deskripsiyonları verilmiştir[49-51].

Tıbbi ve Aromatik Bitki Araştırma Merkezi (TBAM) tarafından yapılan çalışmalarda *Origanum onites*'in uçucu yağ oranının % 1-5 arasında değiştiği ve ana bileşenin ise karvakrol (% 50-82) olduğu tespit edilmiş[45]; Oflaz *Origanum onites*'in uçucu yağ oranının % 3.2-5.4 ve karvakrolün ise % 56-80 aralığında değiştiğini bulmuş[27]; Aligiannis ve arkadaşları Yunanistan için endemik olan *Origanum scabrum* ve *Origanum microphyllum* türlerinin esansiyal yağ bileşimlerini ve antimikrobiyal aktivitelerini belirlemişler ve esansiyal yağların ana bileşenlerinin karvakrol, terpinen-4-ol, linalool, sabinen, α -terpinen ve γ -terpinen olduğunu ve bazı bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiklerini bulmuşlar[30]; Vichi ve arkadaşları Photochemiluminescence Metodu'nu kullanarak adaçayı (*Salvia*

officinale L.) ve *Origanum (Origanum vulgare L.)* ekstraktlarının antioksidant kapasitelerini belirlemişler[19]; Panou-Filothou ve arkadaşları *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un yaprakları üzerine bakırın toksik etkisini araştırmışlar[52]; Jerković ve arkadaşları Hırvatistan'da mevsimsel olarak toplanmış *Origanum*'ların uçucu yağ bileşimleri üzerine kuru havanın etkisini incelemişler ve kuru havanın uçucu yağ bileşiminin oranını etkilediğini bulmuşlar[53]; Glikozidal bağlı uçucu bileşenler, Merck ve Svendsen tarafından kısmen incelenmiş ve bu araştırmacılar ana aglikonlar olarak metoksivinilfenol'ün bir izomeri olan eugenol'ü belirlemişler[34]; D'antuono ve arkadaşları Kuzey Akdeniz alanlarından toplanan *Origanum vulgare L.* türlerinin esansiyal yağ içeriği ve bileşiminin değişimini incelemişler[43]; Mastelić ve arkadaşları *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un uçucu yağ bileşiminin aglikon ve şeker bileşimini belirlemeyi amaçlamışlar[34]; Gönüz ve Özörgücü *Origanum onites L.*'nin yükseklik değişikliklerine bağlı olarak morfolojik, anatomik, ekolojik ve fenolik özelliklerindeki değişiklikler ile eterik yağ miktarlarındaki farklılıkları araştırmışlar[4]; Ceylan Bornova'da (İzmir) yetişen *Origanum onites*'in verimliliği ve ontogenetik çeşitliliği üzerine bir çalışma yapmış[4]; Balım ve Kesercioğlu sitotaksonomik amaçlı yaptıkları çalışmalarda tohum çimlenmesinin kolay olmadığını belirtmişler[54]; Çeşitli araştırmacılar *Origanum* türlerinin temel kromozom sayısının $x=15$ ve diploid bitkiler ($2n=30$) olduğunu belirtmişler[54,55]; Zheng ve arkadaşları *Origanum*'larda toplam fenolik maddeler ile peroksidaz aktivitesi arasında bir ilişkinin olup olmadığı üzerine bir araştırma yapmışlar ve *Origanum*'lardaki toplam fenolik maddelerin miktarındaki değişimin peroksidaz aktivitesindeki değişimle ters yönlü olduğunu bulmuşlar[56]; Russo ve arkadaşları İtalya'da baharat olarak kullanılan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un esansiyal yağ bileşimini belirlemişler ve elde ettikleri verileri literatürde daha önce yapılmış olan çalışmalar ile karşılaştırmışlar[28]; Yang ve Shetty *Origanum vulgare L.*'nin genetik olarak değişmez sürgün kültüründe RA (rosmarinik asit) sentezi üzerine toplam prolin içeriğinin etkisini araştırmışlar[57]; Adam ve arkadaşları *Malassezia furfur*, *Trichophyton rubrum* ve *Trichosporon beigeli* gibi insan patojenlerine karşı *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia* ve *Salvia fruticosa*'nın esansiyal yağlarının antifungal özelliklerini belirlemeye çalışmışlar ve en yüksek antifungal aktiviteye *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un sahip olduğunu bulmuşlar[58]; Yücel ve Öztürk *Origanum*'ların tohum çimlenme özellikleri üzerine

çalışmalar yapmışlar[59]; Bocchini ve arkadaşları *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı kısımlarındaki farklı türden bileşikleri belirlemek için bir mikro analitik yöntem olan Piroiliz-Gaz kromatografisi/Kütle spektrofotometresini kullanmışlar[36]; Dapkevicius ve arkadaşları doğal bir antioksidant kaynağı olarak Litvanya'da yetişen bazı aromatik bitkilerden farklı izolasyon metodlarıyla elde edilen ekstraktların antioksidant aktivitelerini belirlemeye çalışmışlar[60]; Özhatay ve Atay Türkiye'de ticareti yapılan kekikler üzerine bir araştırma yapmış ve Türkiye'deki tehlike altında bulunan endemik kekik türlerini belirtmişler[46]; Kıtık ve arkadaşları Batı Anadolu'da yayılış gösteren *Origanum* türlerinin morfolojik, anatomik ve sitolojik özelliklerini inceleyerek sınıflandırılmasını yapmışlar, içerdikleri varyasyonları saptamışlar ve doğada tehlike altında olan tür ve popülasyonların tohumlarını toplayarak kontrol altına almaya çalışmışlar[5]; Sivropoulou ve arkadaşları *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* ve *Origanum dictamnus* türlerinin antimikrobiyal ve sitotoksik aktivitelerini belirlemeye çalışmışlar ve Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere karşı bu türlerin ana bileşenleri olan karvakrol ve timolün yüksek bir antimikrobiyal aktivite gösterdiklerini bulmuşlar[35]; Aydın ve arkadaşları kekik (*Origanum onites* L.) uçucu yağının kardiyovasküler etkilerini incelemişler ve fareler üzerindeki yaptıkları deneyler sonucunda kekiğin uçucu yağının kan basıncını düşürdüğünü bulmuşlar[61]; Aydın ve arkadaşları kekik (*Origanum onites* L.) yağ altı suyunun karaciğer safra salgılanması üzerine etkisini araştırmışlar ve fareler üzerinde yaptıkları çalışmalar sonucunda kekik yağı altı suyunun koleretik etkiye sahip olduğunu bulmuşlar[2]; Tümen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada farklı coğrafik lokalitelerden toplanan *Origanum*'ların esansiyal yağlarının farklı bileşimler gösterdiği bulunmuş[26]; Başer Türkiye'deki aromatik bitkiler ve esansiyal yağ üretimi üzerine bir çalışma yapmış[62]; Başer Türkiye'de bitkisel çay olarak kullanılan aromatik bitkilerin esansiyal yağları üzerine bir çalışma yapmış[63]; Başer ve arkadaşları kekiklerdeki esansiyal yağları belirlemeye çalışmışlar[64]; Sezik ve arkadaşları *Origanum vulgare*'nin Anadolu'da yetişen dört alt türünün (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*, *Origanum vulgare* ssp. *gracile*, *Origanum vulgare* ssp. *viride*, *Origanum vulgare* ssp. *vulgare*) esansiyal yağ bileşimlerini belirlemeye çalışmışlar, *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un yağ bileşimi bakımından diğer üç alt türden farklı olduğunu, karvakrolün *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un esansiyal yağının başlıca bileşeni olduğunu, *O. vulgare* ssp. *gracile*, *O. vulgare* ssp. *vulgare*, *O. vulgare* ssp. *viride*

sesquiterpenler içerirken, *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un ise monoterpenler ihtiva ettiğini bulmuşlar[42]; Cingi ve arkadaşları halk arasında çeşitli amaçlarla kullanılan *Origanum onites* ve *Origanum minutiflorum* türlerinin farmakolojik ve toksikolojik etkilerini araştırmışlar ve *Origanum* türlerinin analjezik ve düz kaslar üzerine gevşetici etkisinin olduğunu bulmuşlar[65]; Tümen ve Sekendiz Balıkesir ve merkez köylerinde halk ilacı olarak kullanılan bitkileri belirlemeye çalışmışlar ve ilaç olarak kullanılan bitkilerin büyük bir çoğunluğunun *Lamiaceae* familyasına ait olduğunu bulmuşlar[66]; Zohary ve, Özdemir ve arkadaşları bazı *Origanum* türlerinin habitat özelliklerini üzerine araştırmalar yapmışlar[33,67]; Janssen ve arkadaşları ve Deans ve Ritchie *Origanum* türlerinden elde edilen esansiyal yağların yüksek derecede antimikrobiyal aktivite gösterdiğini tarafından belirtmiş[68,69]; Hegnauer bir çok *Origanum* türünde uçucu yağ dışında triterpenik asitler, fenoller, şekerler ve yağ asitlerinin olduğunu tespit etmiş, *O. syriacum* ve *O. onites* uçucu yağlarında yüksek miktarda karvakrol olduğunu bulmuş ve *O. vulgare* subsp. *hirtum* uçucu yağında karvakrol ve timol dışında ursolik asit ve oleonik asit tespit etmişlerdir[29].

1.3 Bitki Besin Elementleri ve Bunların Önemi

Bitkilerde meydana gelen olayların iyi bir şekilde anlaşılabilmesi için bitkilerin içerdiği maddelerle bunların birbirleriyle olan ilişkilerinin iyi bir şekilde bilinmesi gerekir. Bitkilerde bulunan mineral elementlerin miktarları ve çeşitleri, toprakta bulunan elementlerin miktarları ve çeşitleri ile bir dereceye kadar ilgilidir. Bitkilerde bulunan elementlerin miktarları bitkinin türü, yaşı, kök gelişmesi, toprağın kimyasal ve biyolojik yapısı, toprakta yarayışlı halde bulunan elementlerin miktar ve çeşitlerine bağlı olarak değişir. Bitkilerin değişik organlarında çok sayıda elementin bulunmasına karşın, bu elementlerin hepsi bitki gelişmesi için mutlak gerekli değildir. Bitkiler büyüebilmek için su, hava, ışık, uygun sıcaklık ve onaltı besin elementine ihtiyaç duyarlar. Bitkiler karbonu, hidrojeni ve oksijeni havadan ve sudan, diğer onüç besin elementini ise topraktan alırlar. Mineral maddeleri de toprak çözeltisinde çözülmüş halde bulunan ya da toprağın katı fazında adsorbe edilmiş durumda tutulan mineral maddelerden alırlar. Bu besin elementleri bitki büyümesi için esas olup bunlardan en önemlileri sırasıyla azot, fosfor ve potasyumdur[70]. Bu

bölümde bu üç makroelementin bitki beslenmesindeki önemine değinilmiştir.

1.3.1 Azot

Azot insan, hayvan ve bitkilerin sağlıklı gelişebilmesi için gerekli bir makroelementtir. Bitki ve topraktaki azot konsantrasyonları bölgeden bölgeye, bitkiden bitkiye ve bitkinin farklı organlarında değişiklik gösterebilir[71]. Ama yine de en fazla azot bitki bünyesinde yaşlı kısımlardan çok, genç ve büyüyen kısımlarda bulunur. Tohum ve yapraklarda boldur[72]. Bitki yapısında amino asitlerin, proteinlerin, nükleik asitlerin, klorofillerin, alkaloidlerin ve diğer selüler bileşenlerin yapılması yeterli azot miktarına bağlıdır[70,72,73]. Atmosferik azot, çoğu organizmalar için kimyasal olarak faydalı değildir. Azot biyosfere girmesi için NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- ya da azotun organik bileşikleri olarak fikse edilmelidir. Biyosferdeki azot daha çok organizmalar tarafından fikse edilir. Atmosferik azot sucul ekosistemlerde *Cyanophyceae* familyasına ait bakteriler tarafından, karasal ekosistemlerde ise baklagillerin kökleriyle ilişkili olan simbiyotik *Rhizobium* grubu bakterileri tarafından fikse edilir. Nitrat ve amonyak nispeten suda çözünür ve sucul ekosistemlerde ve yer altı sularında kısmen taşınır[74]. Bitkilerin çoğu, inorganik azotu genellikle topraktan NO_3^- ve NH_4^+ iyonları şeklinde elde ederler. Azot bitkiler tarafından gerek NO_3^- ve gerekse NH_4^+ şeklinde absorbe edilmiş olsun, bitki bünyesinde azota indirgenmekte ve $-\text{NH}_2$ şekline dönüşmektedir. Bitki kökleri inorganik azotu toprak çözeltisinden absorbe ederler. Azot, bitki köklerine başlıca difüzyon ve kütle akışıyla taşınır[75]. Fotosentez ve azot arasındaki yakın ilişkiden dolayı azot miktarı ve bitki büyümesi arasında pozitif bir ilişkinin olduğu bulunmuştur[76]. Yeterince azotun sağlanması ile bitkiler koyu yeşil renkli, kuvvetli bir vejetatif gelişme gösterirler. Ortamda gereğinden fazla azotun bulunması halinde ise bitkinin gelişme evresi normalden daha uzun olacağı gibi, olgunlaşma da geriler. Öte yandan azotun fazla olması bitkinin gevşek ve kuvvetsiz bir büyümeye sahip olmasına yol açar ki bu da bitkilerin hastalıklara karşı direncini azaltır. Özdeş şekilde gereğinden fazla azot, bitkilerin yatmalarına neden olur[70].

Geniş çayır alanları düşük azot girdilerine sahiptir[76]. Bunun sonucu olarak da çayır türleri azot sınırlaması ve eksiklikleriyle karşı karşıya gelirler. Bitkilerin sarı renk almaları ve bodur bir gelişme göstermeleri azot noksanlığı ile yakından ilgilidir. Azot noksanlığından dolayı bitkilerin önce alttaki yaşlı yapraklarında sararma kendini gösterir. Üstteki genç yapraklar bu durumda yeşil renklerini koruyabilir. Aşırı azot noksanlığı halinde ise yapraklar kahverengi olur ve sonunda ölür. Azot noksanlığında önce alttaki yeşil yaprakların sararıp sonunda ölmeleri ve üstteki genç yaprakların yeşil renkli kalmaları, bitki bünyesinde azotun mobil durumda olduğunu göstermektedir[70]. Kök, gövde, yaprak ve çiçek gibi tüm bitki organlarında azot dinamiğindeki değişiklikleri değerlendirmek gereklidir.

1.3.2 Fosfor

Bitki ve hayvan hücrelerinin büyümesi ve üremesi için fosfor çok gerekli bir makroelementtir. Bitkilerin erken olgunluğa erişebilmeleri yeteri kadar fosforun bulunmasıyla sağlanabilir. Bitkilerde fosfor nükleik asitlerin, fitinin ve fosfolipidlerin yapı maddesidir[70]. Genel olarak, topraklarda toplam fosfor miktarı az olduğu gibi, bitkilere faydalı şekilleri de azdır. Bu yüzden gübrelerde en çok kullanılan elementlerden biri de fosfordur[72]. Bitkiler gereksinme duydukları fosforun çok büyük bir bölümünü toprak çözeltisinden ve çok küçük de olsa bir bölümünü doğrudan toprağın katı fazından alırlar. Toprak çözeltisinde azalan fosfor toprağın katı fazı tarafından hemen ilk düzeyine getirilir. Bu duruma göre toprak çözeltisi ile toprağın katı fazı arasındaki diğer bitki besin maddeleri için olduğu gibi fosfor için de sürekli bir denge vardır. Herhangi bir fosfor yetersizliğinde bitki büyümesi geriler, meyve olgunlaşması gecikir ve verim oldukça düşer. Ayrıca fosfor tohumların çimlenme ve büyümesinde, çiçek ve meyvelerin olgunlaşmasında ve köklerin büyümesinde büyük önem taşımaktadır[70]. Fosfor, protein ve yağların meydana gelmesine de hizmet eder; karbonhidratların şekil değiştirmesi (mesela nişastanın şekere çevrilmesinde olduğu gibi) için gereklidir ve potasyumun bitkiler tarafından alınmasına yardım eder. Fosfor toprakta seyreltiktir ve diğer makro elementlere göre nispeten daha az hareketlidir[70,72,77].

Fosfor bitkinin hücre ve dokularında fikse edilemediğinden gerektiğinde bir organdan diğerine taşınır. Metabolik etkinliğin fazla olması nedeniyle genç hücrelerde fosfora gereksinme en yüksek düzeydedir. Bitkiler yeteri kadar fosforu dışarıdan alamadıkları zaman, daha önce çeşitli organlarında biriktirdikleri fosforu gereksinme duyulan organa taşıyarak kullanırlar. Bunun bir sonucu olarak bitkide fosfor metabolik etkinliğin az olduğu yaşlı bitki hücrelerinden metabolik etkinliğin fazla olduğu genç bitki hücrelerine taşınır. Bitkiler gereksinme duydukları fosforun tamamına yakın bir bölümünü gelişmelerinin ilk dönemlerinde alır ve bunu çeşitli organlarında biriktirirler. Gelişmenin sonlarına doğru fosfor tohumu veya meyveye aktarılmakta ve orada birikmektedir[70]. Bu nedenle de fosfor bitkilerde en fazla tohumlarda bulunur[72]. Bitkilerde fosfor, azot ve potasyuma göre daha az oranda bulunur. Fosforun noksanlığında meydana gelen en önemli belirtiler ise kök sisteminin ve bitkinin hacimce küçük kalması ve ürünün azalmasıdır. Fosfor bitkiler tarafından monohidrojen fosfat (HPO_4^{-2}) ve dihidrojen fosfat ($\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$) şeklinde alınır. Toprakta apatit şeklinde sekonder kalsiyum, demir ve alüminyum fosfatlar halinde bulunabilir. Ayrıca çözünebilir organik bileşikler ve fitin, nükleik asit ve diğer organik bileşikler şeklinde de bulunabilir. Ancak bitkilerin bu fosfat bileşiklerinden faydalanabilmeleri için bunların ayrışarak fosfat iyonlarına çevrilmesi gerekir[70,72].

1.3.3 Potasyum

Bitki gelişmesinde, bitkilerde cereyan eden metabolik olaylarda potasyumun çeşitli ve önemli etkileri saptanmıştır. Potasyum makro elementler içerisinde azot ve fosfordan sonra bitkiler tarafından en çok ihtiyaç duyulan üçüncü elementtir[70]. Topraklarda toplam potasyum miktarı genellikle yüksektir. Fakat, bunun bitkilere faydalı şekilleri fazla olmayabilir[72]. Bitkiler potasyumu toprak çözeltisinden K^+ halinde ve toprak komplekslerinde değişebilir halde tutulmuş potasyumu da “kontakt değişim” yoluyla absorbe ederler. Ayrıca toprakta feldispat ve mika gibi primer mineraller ile sekonder alüminyum silikat kelleri ve özellikle illitin yapısında bulunur. Fakat bunlardan doğrudan doğruya faydalanılmaz. Bunların ayrışarak bitkiye faydalı duruma geçmesi gerekir. Potasyum genellikle bitki dokularında

çözülebilir inorganik tuzlar şeklinde ve bazı hallerde de dokularda organik asitlerin anyonlarına bağlı olarak bulunur. Potasyum bitkilerin hastalıklara karşı direnme gücünü artırır; sağlıklı gelişmelerini teşvik eder ve bitkilerin canlı görünmelerini sağlar. Potasyumun yerini bitkide başka bir element alamaz ve potasyumun görevini sodyum ve lityum gibi özdeş kimyasal özellik gösteren başka bir element yapamaz. Potasyum karbohidratların oluşması ve bir yerden başka bir yere taşınması için gereklidir. Potasyum yetersizliğinde bitkilerde gelişme yetersizliği görülür, yaprakların uçları ve kenarları koyu kahverengi bir renk alır ve yaprak uçları kıvrılır. Potasyum noksanlığı halinde başlangıçta geçici bir zaman için karbohidratların bitkide çoğaldığı görülür. Fakat bu kısa geçiş döneminden sonra karbohidrat miktarı hızla azalır. Ancak potasyum noksanlığında bitkilerin indirgeyici şeker kapsamalarının yüksek olduğu görülmüştür. Aşırı potasyum ise kalsiyum ve magnezyum yetersizliğine neden olur. Potasyum ve fosfor toprakta hemen hemen hiç hareket etmezler. Bitkilerde potasyum proteinlerin üretilmesine, fotosenteze, meyve kalitesine ve hastalıkların azaltılmasına yardım eder[70,72].

1.3.4 Toprak ve Bitkiler Üzerinde Yapılan Ekolojik Araştırmaların Özeti

Farklı bitki ve topraklardaki azot, fosfor ve potasyum miktarları arasındaki ilişkileri inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Doğan ve Özen Değirmenboğazı (Balıkesir) ve çevresinin vejetasyonu üzerinde ekolojik araştırmalar yapmışlar[78]; Yıldırım ve arkadaşları, yukarı Çoruh havzasında sebze olarak kullanılan sekiz yabani bitkinin besin değerlerini incelemişler[79]; Yücel ve Altınöz *Salvia wiedemanni*'nin ekolojik özellikleri ile ilgili çalışma yapmışlar[80]; Tank ve arkadaşları *Medicago trunculata*'da azot fiksasyonunda fosforun rolünü açıklamışlar[81]; Jungk besin elementlerinin topraktan alınmasında kök tüylerinin önemini vurgulamış[82]; Engels ve Kirkby, potasyum ve azot döngüsü üzerine bir takım çalışmalar yaparak, bu döngünün daha iyi anlaşılmasını sağlamışlar[83]; Thangadurai ve arkadaşları *Galactia longifolia* Benth. (*Fabaceae*)'deki biyokimyasal bileşenlerin besin içeriği potansiyellerini incelemişler[84]; Torrent ve Delgado sudaki fosfor desorpsiyonunu belirlemek için toprak çözeltisindeki fosfor konsantrasyonunun kullanılması konusunda bir çalışma yapmışlar[85]; Bucher ve

arkadaşları fosforun bitkiler tarafından alınmasının moleküler ve biyokimyasal mekanizmalarını incelemişler[86]; Høgh-Jensen ve arkadaşları potasyum ve fosfor mevcudiyetinden etkilenen çayır yoncasının farklı bitki organlarındaki besin dağılımını ve tekrar büyümeyi incelemişler[76]; Glimskar normal şartlarda büyüyen beş bitki türünün kök sistemi topolojisini çalışmış[87]; Kage ve Stützel karnabahar (*Brassica oleracea* L.) bitkisinde azot miktarını ve dağılımını araştırmışlar[88]; Gerke ve arkadaşları fosfor için toprak parametrelerini tanımlayan matematiksel modelleri ve deneyleri tanımlamışlar[89]; Mercik ve arkadaşları uzun dönemli bir periyot süresince toprağa uygulanan azot, fosfor ve potasyumun bitkiler üzerindeki etkisini araştırmışlar[90]; Olsson ve Falkengren-Grerup bir meşe koruluğundaki bitkiler tarafından amonyak ve nitratın tercihli salıverilmesinin bir işareti olarak nitrifikasyon potansiyelini incelemişler[91]; Devienne-Barret ve arkadaşları arazi şartlarında mahsül büyüme hızı ve toprak nitrat mevcudiyeti ile azot gideriminin kontrolü üzerine bir çalışma yapmışlar[92]; Steingrobe ve arkadaşları toprakta besin maddelerinin giderimi ve köklere iyonların taşınmasını yürüten etkiler üzerine bir araştırma yapmışlar[93]; Kuzyakov ve Domanski bitkiler tarafından toprağa karbon girdisi üzerine bir derleme yapmışlar[94]; Díaz ve Roldán yarı kurak şartlarda *Pinus halepensis* köklerinin besin içeriği, fotosentez hızı, boy ve bazal çapı ve su kullanım yüzdeleri üzerine Reafforestation tekniğinin etkisini araştırmışlar[95]; Ellmer ve arkadaşları kumlu toprak üzerine gübrelemenin etkisini araştırmışlar[96]; Cannel ve Thornley bitki ekosistemlerindeki azot durumlarını incelemişler[97]; Başlar ve Mert Batı Anadolu'da yayılış gösteren *Chrozophora tinctoria* L. (*Euphorbiaceae*) ve *Rubia tinctorum* L. (*Rubiaceae*)'un otoekolojik ve ekonomik önemini ortaya koyan bir çalışma yapmışlar[98]; Glimskär ve Ericsson çalışmalarında bir plastisite belirleyicisi olarak normal şartlarda büyüyen beş çayır türü için nispi azot sınırlarını belirlemişler[99]; Vouillot ve Devienne-Baret kış buğday bitkilerinde çiçek açma öncesi dönemde azot hareketleri üzerine azot yetersizliğinin etkisini belirlemeyi amaçlamışlar[100]; Zubillage ve Gluffré farklı taksonomik kategorilerde toprak fosfor mobilizasyonunu araştırmışlar[101]; Fink ve arkadaşları bitki ve toprak örneklerinin fosfor içerikleri üzerine bir araştırma yapmışlar[102]; Merbach ve arkadaşları bitki kökleriyle karbon ve azot bileşiklerinin salıverilmesi ve olası ekolojik önemleri üzerine bir çalışma yapmışlar[103]; Angelova ve arkadaşları toprak-asma-üzüm sistemindeki ağır metallerin belirlenmesi üzerine bir araştırma

yapmışlar[104]; Ruppel ve Makswitat toprak mikrobiyal aktivitesi ve populasyon dinamiği üzerine gübreleme ve sulamanın etkisini araştırmışlar[105]; Lim ve arkadaşları durian yaprağı ve toprak mineral besin elementi içeriğindeki mevsimsel değişimleri incelemişler[106]; Schwarz ve arkadaşları Krizna Dağındaki kirlilik kaynaklarının belirteci olarak toprak ağır metal konsantrasyonlarının dağılımını incelemişler[107]; Kutbay ve arkadaşları Orta Karadeniz Bölgesindeki *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* ormanlarının fitososyolojik ve ekolojik yapısını çalışmışlar[108]; Engin ve arkadaşları bir bataklık formu olan *Iris pzedacorus* L. (*Iridaceae*)'yi ekolojik yönden incelemişler ve türün toprak üstü ve toprak altı kısımlarında N, P ve K analizleri yapmışlar[109]; Gülyüz Uludağ Alpin bölgesinde bazı otlak topluluklarının toprağındaki mineral azot oluşumlarını incelemiş [110]; Serraj ve Sinclair baklada azot fiksasyonunun kuraklık stresi ile olan ilişkisini incelemeyi ve yaygın olarak bulunan baklalarda kuraklığa duyarlı azot fiksasyonunun bitkilerdeki üre seviyesiyle ilişkisini test etmeyi amaçlamışlar[111]; Chen ve arkadaşları toprak verimliliği üzerine fosforun sınırlayıcı etkisini incelemişler[112]; Rosecance ve arkadaşları bitki gelişiminin değişik evrelerinde besin elementlerinin dağılımını ve miktarını belirlemeyi amaçlamışlar[113]; Greenwood ve Stone kuru madde içeriklerine göre 16 farklı bitki türündeki maksimum ve kritik potasyum miktarlarındaki azalmayı incelemişler[114]; Szentmihályi ve arkadaşları ham gradların potasyum ve sodyum içeriklerini belirlemişler ve K/Na oranlarını değerlendirmişler[115]; Hodson ve Sangster, sağlıklı, zarar görmemiş beyaz ladinin köklerindeki mineral bileşimini incelemişler[116]; Claassen ve Zasoski bitkilerde mevcut besin maddelerinin karşılaştırılması üzerine bir çalışma yapmışlar[117]; Dürr ve Mary buğday (*Triticum aestivum* L.) ve şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.)'nin büyümesi ve besin maddesi absorpsiyonunu üzerine besin maddelerinin etkilerini araştırmışlar[118]; Özen ve arkadaşları tuberleri doğadan sürekli sökülerek tahrip edilen *Anacamptis pyramidalis* (L.) L.C.M. Richard (*Orchidaceae*)'nin beslenme ihtiyaçlarının belirlenmesi üzerine ekolojik bir çalışma yapmışlar[119]; Sheehy ve arkadaşları otsu bir bitkinin çeşitli organlarının büyüme hızlarının hesaplanmasında azotun nasıl hesaplanacağı üzerine bir model geliştirmişler[120]; Kılınç ve Yüksel *Pancreatium maritimum* L. (*Amaryllidaceae*) üzerinde morfolojik, anatomik ve ekolojik bir araştırma yapmışlar[121]; Kutbay ve Kılınç Karadeniz Provensine ait bir tür olan *Galanthus*

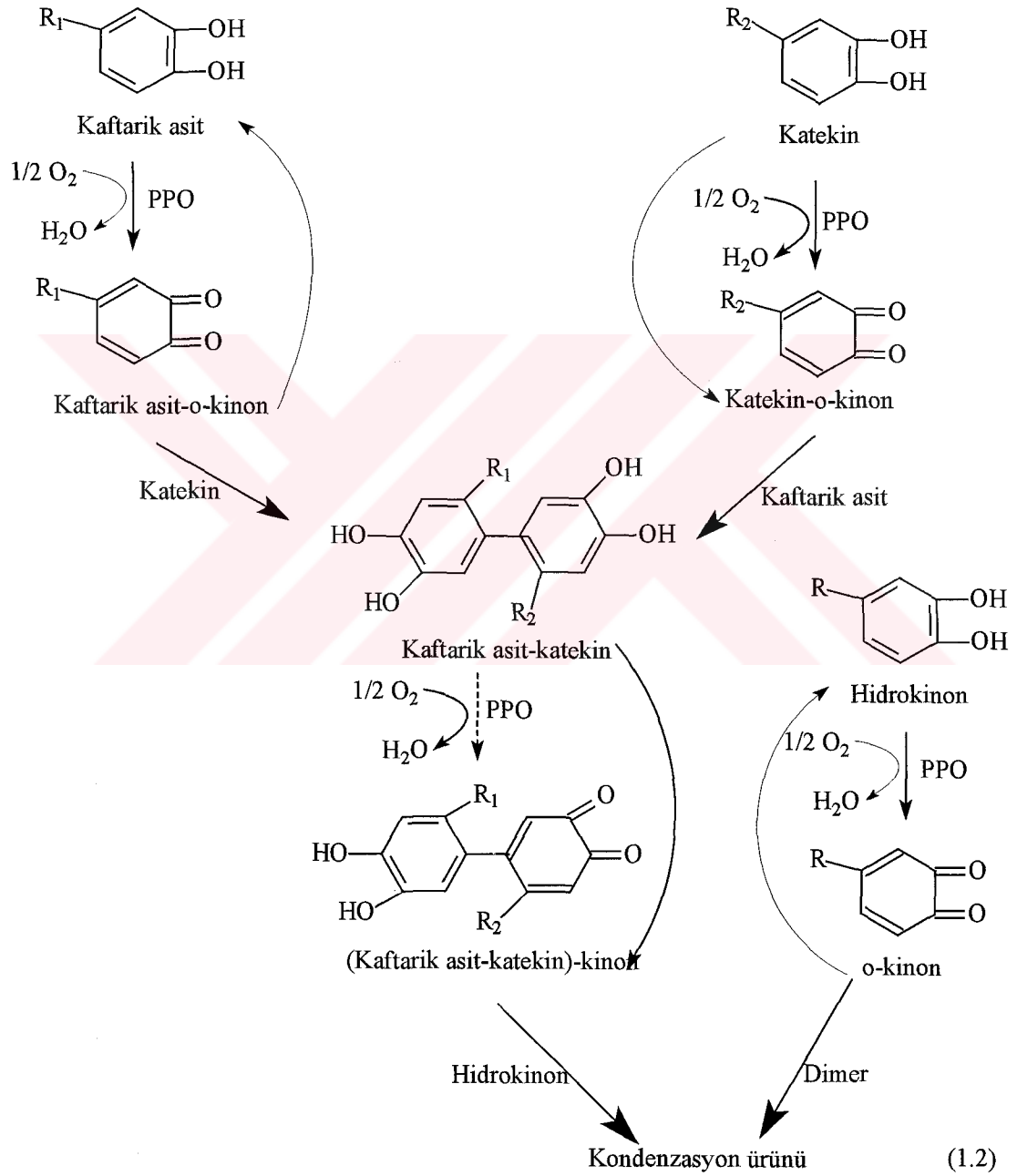
rizehensis Stern. (*Amaryllidaceae*)'in fenolojik ve ekolojik özelliklerini araştırmışlar[122]; Kutbay ve Kılınç Orta Karadeniz Bölgesinde bulunan *Quercus cerris* L. var. *cerris* (*Fagaceae*) ormanında bulunan bazı dominant bitkilerin besin elementleri içeriğini incelemişler[123]; Karaer ve arkadaşları Kuzey Amerika'da doğal olarak bulunan *Eschscholzia* Cham. (*Papaveraceae*)'nin taksonomik ve bazı ekolojik özelliklerini incelemişler ve Türkiye Florası için yeni olan cinsin türü ile birlikte tanımlanmasını sağlamışlar[124]; Özkoç ve arkadaşları *Orchis laxiflora* Lam. ve *Orchis palustris* Jacq. türlerine ait orkide yapraklarının bitki besin elementi içeriği ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemişler[125]; Ruiters ve Mckenzie *Sparaxis grandiflora* subsp. *fimbriata*'daki biomass, mikro ve makro besin elementlerin ve karbonhidratların mevsimsel değişimlerini incelemişler[126]; Justes ve arkadaşları, farklı kültürler ve büyüme şartları için buğdayın filiz-anter aralığı gelişiminin değişik devreleri için kritik azot konsantrasyonlarını belirlemeye çalışmışlar[127]; Kutbay ve Kılınç vejetatif ve generatif gelişme dönemlerinde *Leucojum aestivum* L.'un toprak üstü ve toprak altı kısımlarında makro elementlerin dağılımını incelemişler [128]; Sekendiz ve arkadaşları Balıkesir ili yeşil kuşak çalışmalarında Değirmenboğazı ağaçlama alanı örneğinin ekolojik yönden değerlendirmesini yapmışlar[129]; Öztürk ve Ataç, Ege Bölgesinde yayılış gösteren *Pistacia lentiscus* ve *Pistacia terebinthus* subsp. *palaestina*'nın anatomik ve ekolojik durumunu ortaya koymak amacıyla bir çalışma yapmışlardır[130].

1.4 Polifenoloksidaz Enzimi

Polifenoloksidaz (o-difenol oksidoredüktaz E.C. 1.10.3.1), monofenollerin hidroksilasyonu ve/veya polifenollerin oksidasyonunu katalizleyen Cu^{+2} içeren bir metaloenzimdir[6]. Polifenoloksidaz(PPO), difenolleri oksijen varlığında uygun kinonlara yükseltgenme reaksiyonunu katalizleyerek, birçok olgunlaşmış meyve ve sebzelerin kararmasına sebep olur. Kaftarik asit ve katekin difenolleri için kararma reaksiyonları Şekil 1.10'da gösterilmiştir.

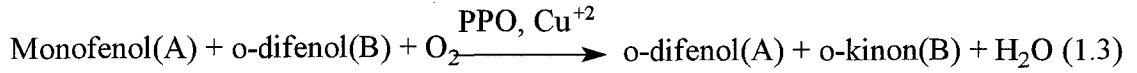
Kaftarik asit ve katekin molekülleri, polifenol oksidaz enzimi ile kinon formlarına oksitlenir. Katekin o-kinon'un kaftarik asitle yada aynı şekilde kaftarik

asit o-kinon'un katekinle reaksiyonu ile kopolimer inaktif moleküle dönüşür. Bu molekülün yine oksijen varlığında polifenol oksidaz enzimi ile kaferik asit-katekin-kinon formuna yükseltgenir. Son olarak, kaferik asit-katekin-kinonun hidrokinonla kondensasyon ürünü oluşur. Bu ürün, meyve ve sebzelerde görülen renk değişmelerine, özellikle meyve suyunda çözünürlüğün azalmasına neden olur[131].

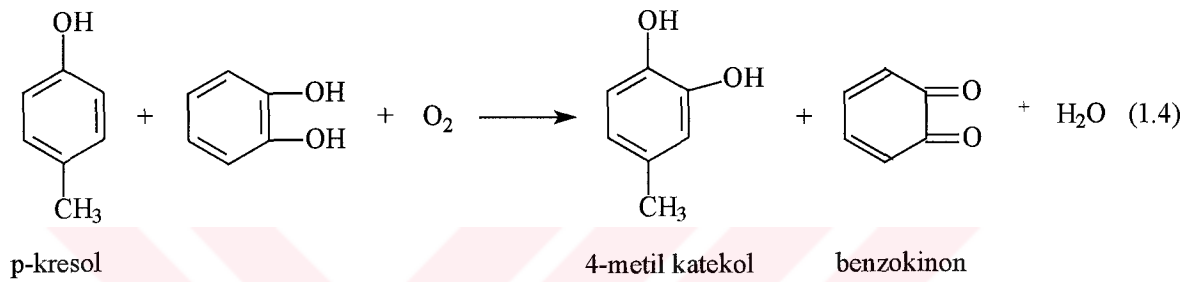


Şekil 1.10 Polifenoloksidaz enziminin, difenelleri oksijen varlığında uygun kinonlara yükseltgeme reaksiyonu

Polifenol oksidaz enzimi ile katalizlenmiş reaksiyonun denklemi aşağıdaki gibi gösterilebilir[132].



Bu reaksiyon spesifik bir örnek ile ayrıntılı olarak tanımlanırsa:



1.4.1 Polifenoloksidaz Enziminin Bulunduğu Organizmalar

Polifenoloksidaz ve polifenoller bitkilerde yaygın olarak bulunmaktadır. Bunun dışında mikroorganizmalarda, özellikle mantarlarda ve bazı hayvansal organizmalarda da bulunabilir[133]. Bazı kabuklu deniz hayvanlarında da (beyaz karides, küçük karides) bu enzimin varlığına rastlanmıştır[134,135]. Polifenol oksidaz bitkisel gıdalarda enzimatik kararmaya neden olurken, hayvansal gıdalarda enzimatik kararma söz konusu değildir[136].

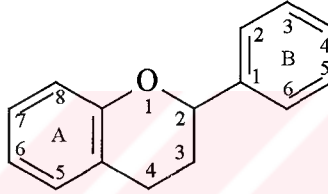
1.4.2 Polifenoloksidaz Enziminin Substratları

Meyve ve sebzeler oldukça fazla çeşitte fenolik bileşik bulundurlar. Bununla birlikte bunların sadece bir kısmı PPO'nun substratlarıdır. PPO'nun meyve ve sebzelerdeki en yaygın doğal substratları, flavonoid tipi fenollerle, basit fenollerdir. Flavonoidler, bitkilerin yenilebilir kısmı ile kök, gövde, yaprak, meyve ve tohum kısımlarında bulunurlar. Genelde flavonoidler bitkilerin belirli bölgelerinde

konsantre bir şekilde bulunmazlar. Bitkilerin çeşitli bölümlerinde hemen hemen homojen bir şekilde dağılmışlardır. Değişik konsantrasyonlardaki polifenoller yenilebilir ürünlerin çoğunda, kararım reaksiyonlarının meydana gelmesi için yeterli sebeptir.

Bitkilerde doğal olarak bulunan farklı türdeki flavonoid bileşiklerinden yalnızca katekinler, lökoantosiyanidinler, antosiyaninler, flavonoller ve sinamik asit türevleri besinlerin önemli bir kısmını teşkil ederler.

Flavonoidlerin kimyasal yapısının

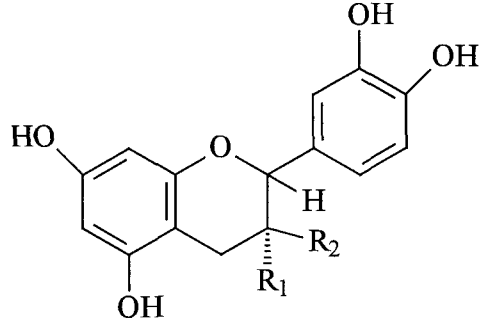


şeklinde olduğu açıklanmıştır[137].

1.4.2.1 Katekinler

Flavonoidlerin çoğunun hidroksilli türevleri, resorsinol (A halkası) ve bir katekol birimi (B halkası) ihtiva eder. Flavonoid halkasının kırılma, parçalanma ve sentez reaksiyonları incelenerek katekinlerin yapısı için model geliştirilmiştir.

Katekinler, (+)-katekin ve onun stereozimeri olan (-) epikatekin doğal olarak bulunmuştur. Diğer doğal olarak bulunan formları ise, katekinlerin sıcak sodyum karbonatla muamelesiyle elde edilir.



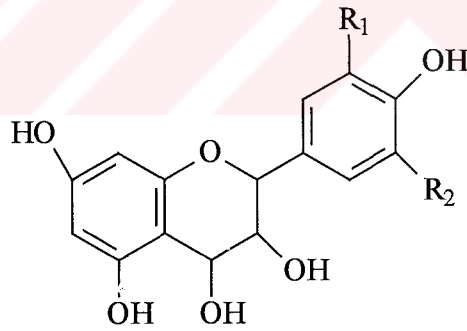
(+)-Katekin ($R_1=H$, $R_2=OH$)

(-)-Epikatekin ($R_1=OH$, $R_2=H$)

(+) katekin ve (-) epikatekin'in 3 nolu karbon atomunda zıt konfigürasyonda, 2 nolu karbon atomunda ise aynı konfigürasyonda olduğu gösterilmiştir[137].

1.4.2.2 Lökantosiyanidinler

Lökantosiyanidinlerin ilk göze çarpan özelliği asidik ortamda ısıtılmasıyla antosiyanidinlere dönüşebilen bileşikler sınıfına dahil olmasıdır.



Lökosiyanidin ($R_1=H$, $R_2=H$)

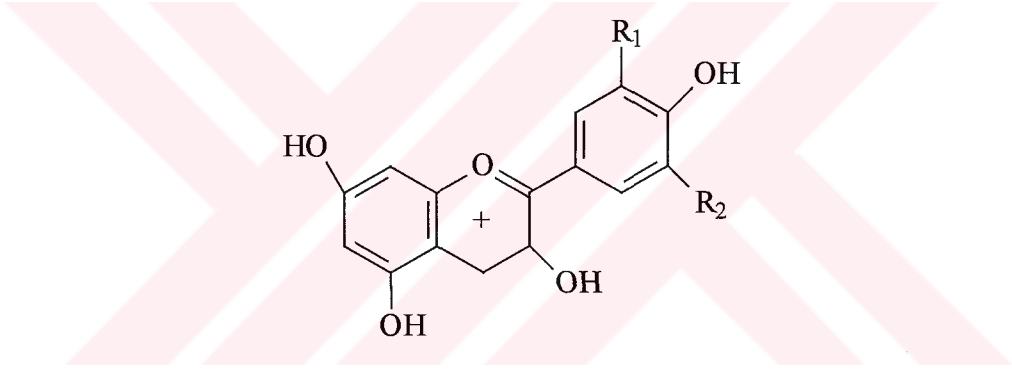
Lökodelfinidin ($R_1=R_2=OH$)

Lökopelargonidin ($R_1=R_2=H$)

Lökantosiyanidinlerin stereokimyası, katekinlerin stereokimyası kadar araştırılmamıştır. Bununla beraber 2, 3 ve 4 nolu karbon atomları asimettir, üç asimettik merkez içeren bu molekölün 8 izomer yapısı ihtimali mevcuttur. Ancak bu sekiz izomer ayrı ayrı rasemik karışımlarda sayılamamıştır. Farklı lökantosiyanidinlerin karakteristik özelliklerinin incelendiği bildirilmiştir[137].

1.4.2.3 Antosiyaninler

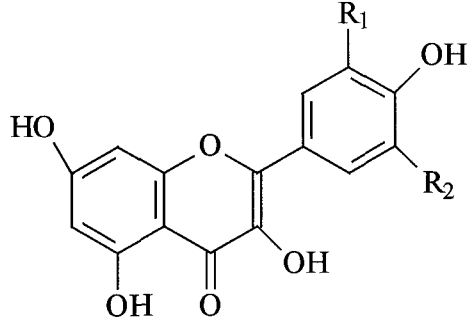
Antosiyaninler renklidirler, fakat bu durum kararmış reaksiyonlar için o kadar önemli değildir. Birkaç değişik durumda sekonder reaksiyonlar için vazgeçilmez bir bileşen oldukları gösterilmiştir. Çiçek, meyve ve bitkilerin diğer kısımlarında, çözülmüş halde, hücre öz suyunda mevcuttur ve genellikle glikozidler halinde bulunurlar. Antosiyaninler serbest şeker rezidüleri, antosiyanidin olarak bilinir. Hidroksilasyonun temelini teşkil eden antosiyanidinler, üç ana grup halinde sınıflandırılmıştır. Pelargonidin, siyanidin ve delphinidin buna ilaveten metillenmiş türevler doğal olarak da bulunabilirler.



Antosiyaninler, antosiyanidinlerin % 20'lik HCl ile 3 dakika civarında kaynatılarak hidroliz edilmesinden bir veya birçok şeker molekülleriyle beraber elde edilirler[137].

1.4.2.4 Flavonoller

Flavonoller ve flavononlarla birlikte toplu olarak antoksanin pigmentleri olarak adlandırılırlar. Genelde bunların renkleri açık yeşildir. Flavonoller bazı durumlarda kararma reaksiyonlarına katılırlar.



Quercetin ($R_1=OH, R_2=H$)

Myricetin ($R_1=R_2=OH$)

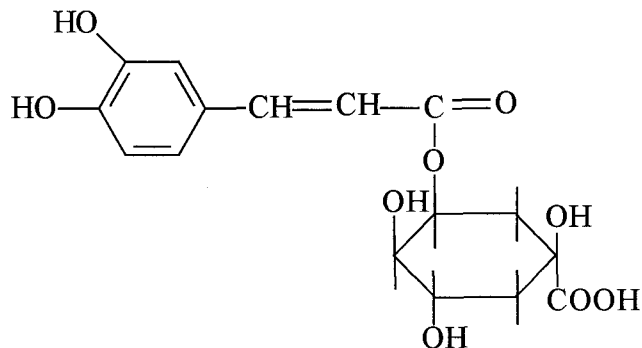
Kaempferol ($R_1=R_2=H$)

Bunlar genellikle glikozidler halinde bulunurlar. Bu glikozidlerde, bir ya da daha çok hidroksil grubu olan glukoz, ramnoz ve nadiren de rafinoz şeker türleri bir araya gelmiştir. Genellikle şeker rezidülerinin, substitüsyon reaksiyonlarında flavonol çekirdeğinin hidroksil grupları esterleşme reaksiyonuna uğrar. Özellikle 3 nolu karbon atomundaki hidroksil, bazen de 7 nolu karbon atomundaki hidroksil üzerinde reaksiyon gerçekleşir[137].

1.4.2.5 Sinamik Asit Türevleri

Sinamik asit bir flavonoid değildir. Fakat flavonoid bileşiklerinin C_6-C_3 fenil propan biriminin oluşmasında önce B halkasının sentezlenmesinde kullanıldığı gösterilmiştir.

Sinamik asitin yiyeceklerdeki önemli üyesi olan klorojenik asit, kafeik asitle quinik asidin türevidir[137].

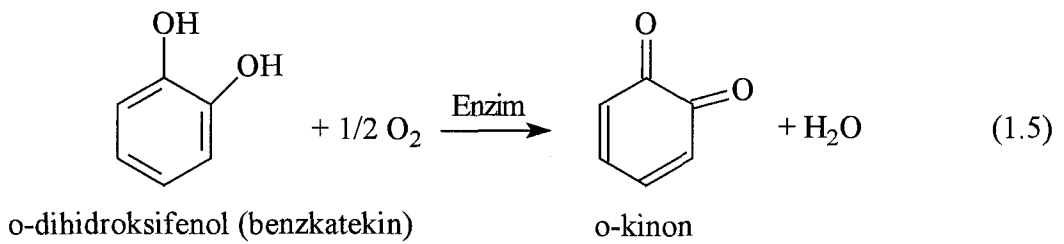


Klorojenik asit

1.4.3 Enzimatik Kararma

Birçok bitkide ve meyvede enzimatik kararma genel adıyla bilinen renk değişimleri meydana gelmektedir. Renk bozulmaları enzimatik ve/veya enzimatik olmayan kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanmaktadır. Genellikle bitkisel ürünlerin toplanması ve depolanması sırasında bitki dokularının mekanik bir etkiyle (basınç, yaralanma, donma, preslenme vb.) zarar görmesi sonucu ortaya çıkan enzimatik kararma, bazı ürünlerde istenmeyen renk, koku ve tad oluşumuna neden olmakta ve sonuçta ürünlerin gıda değerinde önemli derecede kayıplar oluşturmaktadır. Diğer yandan enzimatik olmayan kararma diye bilinen bir grup renk değişimleri de vardır. Bunlar, kısaca amino asitlerle indirgen şekerler arasında meydana gelen ve Maillard reaksiyonu olarak da bilinen bir dizi kimyasal sürecin sonucudur. Bu reaksiyonlar oksijensiz şartlarda da cereyan ederler ancak oksijen bu reaksiyonlar için katalizördürler. Enzimsiz renk bozulmaları, ürünün işlenmeye başlamasından tüketimine kadar sürebilir, özellikle uygun olmayan şartlar altında uzun süre depolamada bu tür renk değişimleri daha büyük boyutlar kazanır. Enzimatik kararmanın başlıca sorumlusu PPO'dur. PPO, bakır içeren bir enzimdir. PPO oksijen varlığında bitkinin fenolik bileşiklerini kinonlara yükseltir. Meydana gelen kinonlar koyu renkli pigmentlere kondense olabileceği gibi bazı proteinlerin yapısına da bağlanır[137].

Enzimatik kararma reaksiyonlarında fenolik maddeler ve spesifik oksidasyon enzimleri rol oynamaktadır. Buna göre, en basit bir fenolik madde olan o-dihidroksifenol, o-kinona dönüşmektedir.



Enzimatik kararmanın ilk aşaması o-kinonların oluşmasıdır. o-kinonlar ise o-dihidroksifenol ünitesi içeren her çeşit fenolik maddelerden oluşmaktadırlar. Buna

göre, meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan doğal flavonoid maddelerden, katekinler, proantosiyanidinler (lökantosiyanidinler), antosiyanidinler, flavonoller ile ayrıca hidroksi benzoik, hidroksi sinamik asit ve bunların türevleri olan çeşitli bileşikler, kafeik, ferulik, p-kumarik, kuinik, gallik, sinapik ve klorogenik asitler gibi çok çeşitli basit fenolik maddeler ve polifenollerin, enzimatik kararmada rol oynamakta olduğu görülmektedir. Bir çok meyve ve sebze de çok az bulunmasına karşın onların enzimatik yolla kararmalarında önemli rol oynayan maddelerden birisi de gerçekte bir basit fenolik madde olan ve aminoasitler arasında yer alan tirozindir. Örneğin patateslerin kararmalarında kafeik asit ve klorogenik asit yanında tirozinde önemli rol oynamaktadır. Şu husus vurgulanmalıdır ki, enzimatik kararma reaksiyonlarında bir çok polifenolik maddelerin substrat olarak rol oynamalarına karşın, bazı fenolik maddeler tam aksine, inhibitör rolü oynamaktadırlar. Bazıları ise ne substrat ne de inhibitör niteliğine sahiptir.

Daha önce belirtildiği gibi enzimatik kararma reaksiyonlarının substratı esas olarak o-dihidroksifenol grubu içeren bileşiklerdir. Ancak bu her zaman zorunlu değildir. Nitekim bazı fenolik maddeler, iki aşamada o-kinona okside olabilmektedirler. Birinci aşamada, monohidroksi fenollere hidroksil grupları bağlanarak o-dihidroksifenoller oluşmakta, ikinci aşamada ise bunlar o-kinonlara dönüşmektedirler.

Enzimatik kararma reaksiyonlarında oluşan ilk kilit madde olan o-kinonlar, renksiz bileşiklerdir ve bizzat herhangi bir renk bozunmasına neden olmazlar. Ancak oluşan o-kinon ve türevlerinden daha sonra dimerler oluşur ve bunlar daha büyük moleküllü bileşiklere polimerize olurlar. İşte, renk bozulmalarının esas nedeni, koyu renkli olan bu polimerlerdir[136].

Enzimatik kararma reaksiyonlarının olduğu ortamda bulunan bazı maddeler, renk değişmelerinin kilit maddesi olan o-kinonları, o-fenolik formlara indirgeme niteliğine sahiptirler. Böylece kararma olayı o noktada durmakta ve renk bozulmamaktadır. Bu indirgen maddelerin başında askorbik asit gelmektedir. Gerçekten ortamdaki askorbik asit, oluşan o-kinonları, o-fenolik bileşiklere indirgeyerek renk bozunmasını engellemekte ve bu sırada askorbik asit

parçalanmaktadır. Böylece ortamda askorbik asidin indirgenmiş formu bitince, kuşkusuz kararın reaksiyonu için bir engel kalmayacaktır. İşte meyve ve sebzelerin işlenmesinde, işlenmekte olan ürünün rengini korumak amacı ile askorbik asidin yaygın olarak kullanılma nedeni de budur. Ek olarak şu husus vurgulanmalıdır ki askorbik asit enzimatik kararın reaksiyonunda önemli rolü olan ortamdaki oksijeni de indirgeyerek, kararın reaksiyonlarını ikinci bir yolla da inhibe etme özelliğine de sahiptir[138].

Enzimatik yolla kararın denene bu reaksiyonlarda rol alan oksidasyon enzimleri, değişik isimlerle bilinirse de tümüne birden polifenoloksidaz enzimleri denilmektedir. Buna göre enzimatik kararın kısaca polifenollerin polifenoloksidaz enzimleri ile oksidasyonu şeklinde tanımlanmaktadır.

1.4.4 Polifenoloksidaz İle İlgili Yapılan Çalışmaların Özeti

Doğan ve arkadaşları, farklı patlıcan kültürlerinden PPO'yu kısmen saflaştırmışlar ve PPO aktivitesi üzerine pH, sıcaklık, substrat spesifikliği ve ısı inaktivasyonu gibi bazı kinetik parametrelerin etkilerini incelemişler[139]; Coetzer ve arkadaşları, domates polifenoloksidazından elde edilen sense ve antisense RNA ile patatesteki enzimatik kararın kontrol mekanizmasını incelemişler[140]; Yang ve arkadaşları muz kabuğundan (*Musa sapientum* L.) PPO'yu kısmen saflaştırmışlar ve bazı özelliklerini incelemişler[141]; Nagai ve Suzuki, Çin kabağundan (*Brassica rapa* L.) PPO'yu kısmen saflaştırmışlar ve PPO aktivitesi üzerine zamanın, pH'nın, sıcaklığın, substratların ve inhibitörlerin etkilerini incelemişler[142]; Pérez-Gilabert ve arkadaşları, mantardan (*Terfezia clavaryi* Chatin) polifenoloksidazı kısmen saflaştırarak bazı kinetik özelliklerini incelemişler[143]; Carvajal-Millán ve arkadaşları, gelişim ve depolama süresince N-(2-kloro-4-pyridyl)-N-fenilüre ile etkilenen üzümdeki polifenoloksidaz aktivitesinin renk değişimlerinin ve dehidratasyonun değişimi üzerine çalışmalar yapmışlar[144]; Sojo ve arkadaşları, muz polifenoloksidazı ile bir tetrahidroizokinolin olan salsolinol'ün oksidasyonunu incelemişler ve bu oksidasyonun pH'ya bağlı olduğunu ve özellikle asidik pH değerlerinde bir

maksimuma eriştiğini bulmuşlar[145]; Chang ve arkadaşları, sekiz şeftali kùltivarının antioksidant potansiyelini, fenolik bileşikleri belirleyerek ve düşük yoğunluklu lipoprotein oksidasyonunun inhibisyonunu inceleyerek tayin etmeye çalışmışlar[146]; Broothaerts ve arkadaşları elma ve tütün yapraklarından elde edilen PPO aktivitesi üzerine TX-100, SDS, pH, substrat konsantrasyonunun ve inhibitörlerin etkisini incelemişler [147]; Onsa ve arkadaşları, Hint irmiğinden PPO'yu kısmen saflaştırarak bazı kinetik özelliklerini incelemişler[148]; González ve arkadaşları, böğürtlendeki peroksidaz ve PPO aktivitesini karakterize etmeye çalışmışlar[149]; Jiang ve arkadaşları sabunağacı meyvesinden elde ettikleri polifenoloksidazı Sephadex G-100 jelini kullanarak saflaştırmışlar[150]; Rodriguez-López ve arkadaşları bir mikro dalga fırını kullanarak mantardan elde ettikleri PPO'nun termal inaktivasyonunu incelemişler ve hızlı bir mikro dalga prosedürünün kullanılması ile enzimin antioksidant içeriğinin arttığını ve kararmanın azaldığını bulmuşlar[151]; Sojo ve arkadaşları muz PPO'su ile katalizlenen o-difenollerin oksidasyonuna siklodekstrinlerin etkisini araştırmışlar[152]; Manzocco ve arkadaşları, farklı fiziksel özellikli kısmen dondurulmuş sistemlerdeki polifenoloksidaz ve peroksidaz aktivitelerini araştırmışlar[153]; Chazarra ve arkadaşları, marul PPO'sunun monofenolaz aktivitesini incelemişler[154]; Espín ve Wichers benzil alkol ile mantar PPO'sunun inaktivasyonunu incelemişler[155]; Singh ve arkadaşları, Hindistan'da yetişen hibrit ayçiçeği tohumunun fiziko-kimyasal özelliklerini ve PPO aktivitesini incelemişler[156]; Espín ve Wichers sodyum dodesil sülfat (SDS) ile mantar PPO'sunun aktivasyonunu incelemişler[157]; Valero ve García-Carmona, üzümde (*Vitis vinifera* cv. Airen) elde edilen PPO'nun katekolaz aktivitesi üzerine NaCl'ün pH'ya bağlı etkisini incelemişler[158]; Espín ve arkadaşları Agaritine ile mantar PPO'sunun inhibisyonunu incelemişler[159]; Yine Espin ve arkadaşları, elma ve armut PPO'sunun mono ve difenolaz reaksiyon mekanizmalarını incelemişler[160]; Rocha ve arkadaşları, "starking" elmasından PPO'yu karakterize etmişler[161]; Arslan ve arkadaşları Türkiye'de peynir yapımında kullanılan *Allium* sp. PPO'sunun çeşitli kinetik parametrelerini çalışmışlar[6]; Arslan ve Tozlu, *Anethum graveolens* L.'den elde edilen PPO aktivitesi üzerine çeşitli substratların, ısı inaktivasyonunun ve inhibitörlerin etkilerini incelemişler[162]; Weemaes ve arkadaşları, mantardan elde edilen PPO aktivitesi üzerine, pH'nın,

benzoik asidin, EDTA'nın ve glutatyonun etkilerini incelemişler[163]; Tronc ve arkadaşları elektrodializle elma suyundaki enzimatik kararmanın önlenmesi üzerine bir takım çalışmalar yapmışlar[164]; Yemenicioğlu ve arkadaşları, birkaç farklı elma kültürlerinden elde edilen PPO'nun aktivitesine ısı inaktivasyon parametrelerinin etkisini araştırmışlar[165]; Escribano ve arkadaşları, pancar yaprağı PPO'sunun monofenolaz aktivitesinin özelliklerini incelemişler[166]; Das ve arkadaşları, Hindistan ananasından PPO'yu saflaştırarak karakterize etmişler[167]; Arslan ve arkadaşları, Malatya kayısı'sından (*Prunus armeniaca* L.) PPO'yu ekstrakte ederek bazı kinetik özelliklerini incelemişler[168]; Güneş, üç farklı kavak türünün çeliklerinde köklenme sırasındaki PPO aktivitelerini incelemiş[169]; Billaud ve arkadaşları, arap zankı (akasya sakızı)'ndan kısmen saflaştırdıkları PPO'nun substratlarını ve karboksilik asit inhibitörlerini incelemişler[170]; Chazarra ve arkadaşları, Iceberg marulundan (*Lactuca sativa* L.) PPO'yu kısmen saflaştırmışlar ve bazı kinetik özelliklerini incelemişler[171]; Oktay, Amasya elmasından PPO'yu saflaştırmış ve bazı kinetik özelliklerini incelemiş[172]; Lozano ve arkadaşları, elmanın enzimatik kararmasına zaman ve sıcaklığın etkisini araştırmışlar ve enzimatik kararmaya askorbik asidin etkisini incelemişler[173]; Pizzocaro ve arkadaşları elma PPO'su üzerine askorbik asit, sitrik asit ve NaCl'ün inhibisyon etkisini araştırmışlar[174]; Raymond ve arkadaşları, ayçiçeği köklerinden PPO'yu çeşitli kromatografik tekniklerle saflaştırmışlar ve PPO'nun bazı kinetik özelliklerini incelemişler[175]; Sapers, filtrasyonla elma ve meyve suyundaki enzimatik kararmanın önlenmesi için chitosan ilavesinin etkisini incelemiş[176]; Pekyardımcı ve Balaban, PPO aktivitesi üzerine yüksek basınçlı CO₂'in etkisini incelemişler[177]; Marques ve Xavier-Filho, üç mahun cevizi sakızının enzimatik ve inhibitör aktivitelerini incelemişler[178]; Fujita ve arkadaşları, *Lactuca sativa* L.'den elde ettikleri PPO'yu ilk önce amonyum sülfat çöktürmesi ile ve daha sonra iyon değişim kromatografisi ve jel filtrasyon ile saflaştırmışlar ve saflaştırılmış enzimin bazı özelliklerini incelemişler[179]; Zhou ve Feng, Yali armudundan PPO'yu izole etmişler ve meyvenin depolanması süresince meydana gelen kararma reaksiyonlarını katalizleyen PPO'nun bazı özelliklerini araştırmışlar[180]; Trejo-Gonzalez ve Soto-Valdez, "Anna" elması dokularından PPO'yu saflaştırmışlar ve bazı özelliklerini incelemişler[181]; Yokotsuka ve arkadaşları, pratikte şarap

yapımında önemli olan farklı üzüm varyetelerinin sularındaki PPO aktivitelerini etkileyen bazı faktörleri araştırmışlar ve üzüm suyunun enzimatik karamasında fenolik bileşiklerin ve PPO aktivitesinin önemli olduğunu bulmuşlar[182]; Macheix ve arkadaşları, üzüm ve şaraplardaki kararmayla ilgili olarak fenolik bileşikleri ve PPO'yu incelemişler[131]; Zemel ve arkadaşları elma suyundaki polifenoloksidazı inaktif hale getirmek için düşük pH değerlerini kullanmışlar[183]; Laurenço ve arkadaşları, palmitodan elde ettikleri PPO aktivitesi üzerine ısı inaktivasyonunun ve çeşitli kinetik parametrelerin etkilerini araştırmışlar[184]; Sapers ve arkadaşları elma ve patatesin kesilmiş yüzeylerinde enzimatik kararmayı önlemek için inhibitörlerin etkisini vakum ve basınç altında incelemişler[185]; Lee ve arkadaşları, çeşitli şeftali kültürleri arasındaki fenolik bileşikler ve PPO aktivitesi ile ilgili enzimatik karamayı incelemişler[186]; Wesche-Ebeling ve Montgomery, çilekten PPO'yu ekstrakte ederek bazı kinetik özelliklerini karakterize etmişler[187]; Cano ve arkadaşları, muzun polifenoloksidaz ve peroksidaz aktiviteleri üzerine bazı termal işlemlerin etkilerini araştırmışlar[188]; Janovitz-Klapp ve arkadaşları elmadan PPO'yu kısmen saflaştırarak bazı özelliklerini incelemişler[189]; Martínez-Cayuela ve arkadaşları, *Annona cherimolia* Mill.' den PPO'yu kısmen saflaştırmışlar[190]; Hsu ve arkadaşları askorbik asit türevleri ile mantardan elde ettikleri PPO'nun inhibisyonunu incelemişler [191]; Keleş, Amasya ve Golden elmalarından PPO'yu ekstrakte ederek bazı kinetik özelliklerini incelemiş[192]; Jayaraman ve Ramanuja, kararma hızları farklı olan bazı muz kültürlerinden PPO'nun saflaştırılması üzerine bir çalışma yapmışlar[193]; Mayer , bitkilerdeki PPO ile ilgili bir derleme yayınlamış[194]; Coseteng ve Lee kararma derecesi ile ilgili olarak elma PPO'su ve polifenol konsantrasyonlarındaki değişimleri incelemişler[195]; Lanker ve arkadaşları, yaprak gelişimi süresince PPO aktivitesinde meydana gelen değişimleri incelemişler[196]; Flurkey, yüksek bitkilerde polifenoloksidaz aktivitelerini incelemiş[197]; Watson ve Flurkey, çeşitli yiyecek ve bitki kaynaklarından ham PPO ekstraktlarının izoenzimlerini poliakrilamid jel elektroforezi ile saflaştırmışlar[198]; Augustin ve arkadaşları Guava ağacından (*Psidium guajava* L.) PPO'yu izole etmişler ve PPO aktivitesi üzerine pH'nın, ısı inaktivasyonunun ve çeşitli inhibitörlerin etkilerini araştırmışlar[199]; Wissemann ve Montgomery d'Anjou armudundan (*Pyrus communis* L.) PPO'yu

saflaştırmışlar[200]; Park ve Luh, kividen PPO'yu saflaştırmışlar ve bazı kinetik özelliklerini incelemişler[201]; Flurkey, *Vicia faba* yapraklarından PPO'yu saflaştırmış[202]; Trémolieres ve Bieth, siyah kavağın yaşlı yapraklarından PPO'nun izolasyonunu gerçekleştirmişler[203]; Lee ve arkadaşları DeChaunac zmnden PPO'yu saflaştırmışlar ve enzimin fonksiyonlarını ve özelliklerini incelemişler[204]; Mowlah ve arkadaşları, elektroforetik ve jel filtrasyon hareketlerine göre muz PPO fraksiyonlarının özelliklerini araştırmışlar[205]; Galeazzi ve Sgarbieri, *Musa cavendishii* L. muzundan elde ettikleri PPO aktivitesi üzerine substrat spesifikliğinin ve inhibitörlerin etkisini incelemişler ve muz polifenoloksidazının bir difenoloksidaz olduğunu bulmuşlar[206]; Cash ve arkadaşları, meyve sularının renk kaybında içerilen concord zm PPO'sunun bazı kinetik özelliklerini incelemişlerdir[207].



2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

2.1.1 Çalışmada Kullanılan Bitki Örneklerinin Toplanması ve Analize Hazırlanmaları

Bu çalışmayı gerçekleştirmek için toplanan *Origanum* taksonlarının lokaliteleri 2000 yılında belirlendi. Çalışmada kullanılan *Origanum* cinsine ait *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonları ve toprak örnekleri 2001 yılında Balıkesir ve civarından (Şekil 1.1) vejetatif (Nisan) ve generatif (Haziran) dönemlerde toplandı.

Azot, fosfor ve potasyum (N, P ve K) analizlerini yapmak için toplanan bitki örnekleri, görünür topraklarından temizlendi ve daha sonra sırasıyla çeşme suyu ve bidistile su ile birkaç kez yıkandı. Bitkiler vejetatif dönemde kök, gövde ve yapraklarına, generatif dönemde ise kök, gövde, yaprak ve çiçeklerine ayrıldı. *Origanum* organları tekrar bidistile su ile yıkandı, süzölmeye bırakıldı ve 70 °C de 24 saat süre ile kurutuldu. Kurutulan örnekler paslanmaz çelik öğütücüde öğütölerek toz haline getirildi. Toz haline gelen bitki örnekleri analiz edilinceye kadar temiz polietilen saklama kaplarında saklandı[78].

2.1.2 Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanmaları

Toprak örnekleri her iki dönemde de *Origanum* türlerinin yetiştiği 10 cm genişlik 5 cm derinlikten paslanmaz çelik bir örnek alıcı ile alındı. Bu örnekler içerisindeki taş, bitki artığı, böcek v.b. yabancı maddeler uzaklaştırıldı. Gölgede hava akımı olan bir ortamda kurutulup tahta merdane ile dövöldükten sonra 2 mm por çaplı elekten geçirilerek N, P ve K tayinlerini yapmak üzere ince gözenekli bez

torbalara konuldu[78].

2.1.3 Çalışmada Kullanılan Kimyasal Maddeler

Çalışmada kullanılan tüm kimyasal bileşikler Merck firmasından satın alınmış olup aşağıda listesi verilmiştir.

1. Katekol
2. Sodyumdihidrojenfosfat (NaH_2PO_4)
3. Polietilenglikol
4. Sülfürik asit (H_2SO_4)
5. Perklorikasit (HClO_4)
6. Hidroklorik asit (HCl)
7. Askorbik asit
8. Amonyum sülfat

2.1.4 Çalışmada Kullanılan Cihazlar

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde aşağıdaki alet ve cihazlardan yararlanılmıştır.

1. Cary 1E UV-visible : Varian
2. Spektronik 20 : Milton Ray
3. pH metre : Orion 920A
4. Sabit sıcaklık banyosu : Tempette Junior TE-85
5. Otomatik pipetler : Brand
6. Terazî : Libror AEG-220/Shimadzu
7. Blender : Arçelik
8. MARS 5 mikrodalga : CEM, Amerika
9. ICP : Perkin Elmer
10. Alev fotometresi : JENWAY PFP-7

11. Etüv :Elektromag (M 420)
12. Soğutmalı santrifüj :Hettich Zentrifugen EBA 12 R
13. Mağnetik karıştırıcı : Heildolph
14. Kjeldahl düzeneği

2.1.5 Çalışmada Kullanılan Çözeltiler ve Hazırlanmaları

1. **0.1 M Na₂HPO₄ pH=6.5 (Ekstraksiyon işleminde kullanılan tampon):** 15.6 g sodyumdihidrojenfosfat, balon joje içerisine konulduktan sonra hacmi saf su ile 1 L'ye tamamlandı. Hazırlanan çözeltinin pH'sı Orion pH-metre ile NaOH ve HNO₃ kullanılarak pH=6.5'e ayarlandı.
2. **0.1 M katekol (Substrat Çözeltisi):** 0.55 g katekol, balon joje içerisine konulduktan sonra hacmi saf su ile 50 mL'ye tamamlandı.
3. **0.1 M Na₂HPO₄ pH=6.5 (Aktivite Ölçümü İçin Kullanılan Çözelti) :** 15.6 g sodyumdihidrojenfosfat, balon joje içerisine konulduktan sonra hacmi saf su ile 1 L'ye tamamlandı. Hazırlanan çözeltinin pH'sı Orion pH-metre ile NaOH ve HNO₃ kullanılarak pH=6.5'e ayarlandı.
4. **0.1 M NaCH₃COO pH=4-6 (Aktivite Ölçümü İçin Kullanılan Çözelti) :** 13.608 g sodyumasetat, balon joje içerisine konulduktan sonra hacmi saf su ile 1 L'ye tamamlandı. Hazırlanan çözeltinin pH'sı Orion pH-metre ile NaOH ve HNO₃ kullanılarak ayarlandı.
5. **5mM Na₂HPO₄ pH=7.0 (Diyaliz Tamponu):** 0.78g sodyumdihidrojenfosfat balon joje içerisine konulduktan sonra hacmi saf su ile 1 L'ye tamamlandı. Hazırlanan çözeltinin pH'sı Orion pH-metre ile pH=7.0'a ayarlandı.

2.2 Metotlar

2.2.1 Araştırma Alanının Jeolojisi, Jeomorfolojisi, Büyük toprak Grupları, İklimi ve Topoğrafyası ile İlgili Bilgilerin Elde Edilmesi

Araştırma alanının jeolojisi ve jeomorfolojisi ile ilgili bilgiler “Bir kentin kimliği” ve Kazdağları Milli Parkı’nda doğal ortam-insan ilişkileri ve zeytincilik” adlı yayınlardan alınmıştır[10,11].

Bölgedeki büyük toprak gruplarına ait genel bilgiler “Balıkesir ili verimlilik envanteri ve gübre ihtiyaç raporu”[12]dan yararlanarak hazırlanmıştır. Araştırma alanındaki istasyonların iklimi ile ilgili bilgiler “Balıkesir iklim etüdü” adlı yayından alınmıştır[208]. İklim diyagramları Walter Yöntemi[16]’ne göre çizilmiş olup “İklim ve Biyoiklim” adlı yayına dayanılarak yorumlanmıştır[14]. Topoğrafya haritaları için Türkiye Topoğrafya Haritaları paftalarından (1/25000 ölçekli) yararlanılmıştır[13].

2.2.2 Toprak ve Bitkideki Makro Elementlerin Analizleri

Bitki ve toprak örneklerinin makro element (N, P ve K) içerikleri aşağıda belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır.

2.2.2.1 Azot Analizi

Toprak ve bitki azot analizleri Micro-Kjeldahl Metodu[209]’na göre TUBİTAK’a yaptırılmıştır. Bu metoda göre, havada kurutulmuş ve amaca uygun boyutta elenmiş 0.5 g toprak örneği Kjeldahl yakma balonuna konur. Bunun üzerine 0.1 g tuz karışımı ile 3 mL derişik sülfürik asit katılır. Balon yavaş yavaş çevrilmek suretiyle toprak örneğinin asit ile iyice karışması sağlanır. Yakma cihazı üzerinde, düşük sıcaklıkta köpürme tamamen duruncaya kadar bırakılır. Daha sonra sıcaklık

yavaş yavaş yükseltilir ve balon sık sık çevrilmek suretiyle organik aksamın düzenli bir şekilde yanması sağlanır. Toprak çözeltisi gri renk alıncaya kadar kaynama hafif olarak 5 saat sürdürülür. Yakma işi tamamlandıktan sonra soğutulan balona çalkalanmak suretiyle yavaş yavaş 20 mL saf su ilave edilir. Yakma balonundaki karışım bir huni aracılığı ile destilasyon balonuna aktarılır. Yakma balonu üç kez 9 mL saf su ile çalkalanarak destilasyon balonuna ilave edilir. Destilasyon balonundaki çözelti hacmi saf su ile 50 mL'ye tamamlanır. Reaksiyon ortamına 20 mL 10 N NaOH konur. Kjeldahl düzeneğinde soğutucudan gelen borunun ucuna içerisinde konsantrasyonu bilinen 50 mL asit çözeltisi bulunan bir erlenmayer yerleştirilir. Böylece destilasyon balonundan çıkan gazlar soğutucuda yoğunlaştırılır ve erlenmayer içerisinde toplanır. Erlenmayerdeki azot miktarını bulmak için ise uygun indikatör kullanılarak konsantrasyonu bilinen NaOH çözeltisi ile geri titre edilir[209].

2.2.2.2 Fosfor Analizi

Bitki ve toprak örneklerinin fosfor miktarlarını belirlemek için aşağıdaki metot kullanılmıştır. Bitki ve toprak örnekleri mikrodalga örnek bozundurucu yardımıyla perklorik asit, nitrik asit ve hidroklorik asit çözeltileri karışımlarıyla çözünürleştirildi. Daha sonra çözeltilerin fosfor içerikleri bir ICP cihazıyla tayin edildi[209].

2.2.2.3 Potasyum Analizi

Potasyum analizi için bitki ve toprak örnekleri mikrodalga örnek bozundurucu yardımıyla perklorik asit, nitrik asit ve hidroklorik asit çözeltileri karışımlarıyla çözünürleştirildi. Daha sonra çözeltilerin potasyum içerikleri alev emisyonu ile tayin edildi[209].

2.2.3 Ham Ekstraktların Hazırlanması

Bitki örnekleri PPO ekstraksiyonundan önce 3'er defa saf su ile yıkandı +4 °C'de buzdolabında saklandı[187]. Ekstraksiyon işleminde Wesche-Ebeling & Montgomery yöntemi uygulandı[187]. 5 farklı lokaliteden toplanmış bitki türleri ekstraksiyon işleminden önce selüloz liflerini parçalamak için sıvı azot ile muamele edildi. Ham ekstraktı hazırlamak için, sıvı azotla muamele edilmiş 10'ar g'lık bitki örnekleri % 5'lik polietilenglikol ve 10 mM askorbik asit içeren 0.1 M 100 mL fosfat tamponu içinde (pH=6.5) 2 dakika süre ile bir Waring-Blender kullanılarak homojenize edildi. Ham ekstrakt iki katlı ince gözenekli beyaz tülbentten süzülerek enzim aktivitesinin tayini için +4 °C'de buzdolabında polietilen plastik saklama kaplarında saklandı.

2.2.4 Amonyum Sülfatla Çöktürme

Çöktürme işlemleri % 80 doyumluk elde etmek için katı amonyum sülfat ilavesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla kullanılacak olan katı amonyum sülfat miktarı aşağıdaki formülle hesaplandı (0° C için):

$$g_{[(NH_4)_2SO_4]} = \frac{1.77V(S_2 - S_1)}{3.54 - S_2} \quad (2.1)$$

Burada,

V : Süpernatantın hacmi,

S₁ : l'in kesri şeklinde mevcut amonyum sülfat doyumluğu ve

S₂ : l'in kesri şeklinde istenilen amonyum sülfat doyumluğudur.

Amonyum sülfat çöktürmesi sırasında ham ekstrakta katı (NH₄)₂SO₄ yavaş yavaş porsiyonlar halinde katıldı (0°C de), her porsiyon ilavesi sırasında daha önce katılan (NH₄)₂SO₄'ların çözünmüş olmasına dikkat edildi. Bu işlem yarım saatle bir buçuk saat arasında sürdü. Amonyum sülfatın süpernatantda çözünme işlemi magnetik karıştırıcıda en yavaş tempoda gerçekleştirildi. Katı amonyum sülfat

katılmasından sonra % 80 doygunluğa getirilen süspansiyon, 20000 x g'de, 5°C'de 1 saat süreyle soğutmalı santrifüjle santrifüjlendi. Oluşan çökelek 5mM fosfat tamponunun (pH=7.0) çözünmediği en az miktarında çözüldü[137].

2.2.4.1 Diyaliz

Amonyum sülfat çöktürmesi sonucu elde edilen enzim çözeltisi 5mM fosfat tamponuna karşı 24 saat süreyle diyaliz edildi. Bu süre içerisinde enzimin içinde bulunduğu tampon (5mM fosfat tamponu pH=6.5) 4 defa değiştirildi. Diyaliz işlemi manyetik karıştırıcı üzerinde buzdolabı içinde (+4°C) gerçekleştirildi[137].

2.2.5 Enzim Aktivitesinin Ölçülmesi

Enzim aktivitesi, katekol substratı kullanılarak 420 nm'de spektrofotometrik olarak absorbansda meydana gelen artışın ölçülmesiyle belirlendi. Her bir ölçümde, küvetteki çözeltinin hacmi 3 mL olarak sabit tutuldu. Aktivite ölçümü için, 0.1mL enzim ve 2.9 mL tampon+substrat çözeltisine ilave edildi. 20 saniyelik zaman aralıklarında absorbansdaki artışlar üç dakika boyunca kaydedildi. Aynı işlemler kör denemeleri için yapıldı. Enzim çözeltisi, substrat çözeltisine ilave edilir edilmez küvet spektrofotometreye yerleştirildi ve kronometre çalıştırıldı. 3 dakika boyunca her 20 s'de bir absorbans değeri kaydedildi. Bir enzim ünitesi "1 mL enzim çözeltisinin 1 dakikada optik dansitede meydana getirdiği 0.001'lik değişim" olarak tanımlanmıştır[187,6].

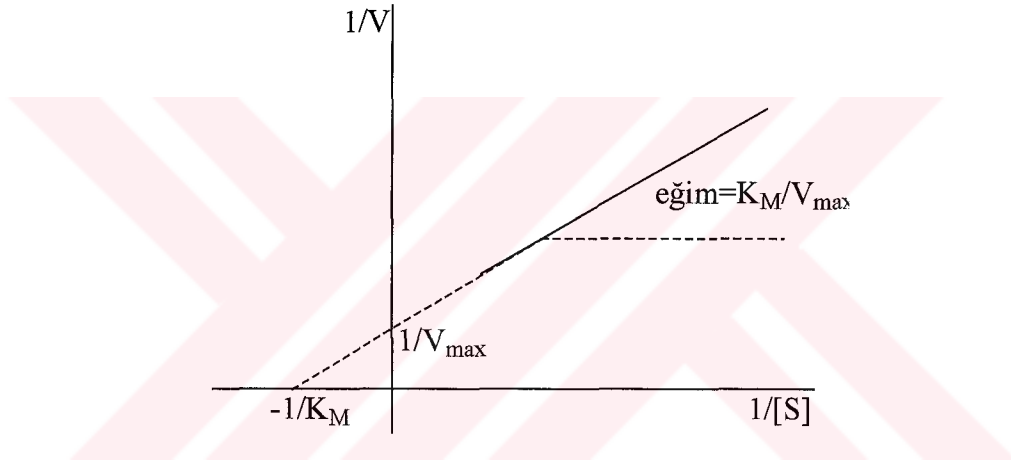
2.2.6 V_{max} ve K_M 'nin Tayini

V_{max} ve K_M değerlerini tayin etmek için çeşitli metotlar geliştirilmiştir. Bu çalışmada Michaelis-Menten denkleminin değişik bir versiyonu olan Lineweaver-Burk metodu kullanıldı. Çizelge 2.1'de belirtilen substrat konsantrasyonlarında vejetatif dönemde kök, gövde ve yaprağın, generatif dönemlerde ise kök, gövde,

yaprak ve çiçeğin PPO enziminin K_M ve V_{max} değerleri aşağıda belirtilen Lineweaver-Burk denklemine göre hesaplandı.

$$\frac{1}{V} = \frac{K_M}{V_{max}} \cdot \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{max}} \quad (2.2)$$

Bu eşitlikte $1/V-1/[S]$ 'ye karşı grafiğe geçirilirse eğimi K_M/V_{max} ve kayması $1/V_{max}$ olan düz bir doğru verecektir. Bu durum Şekil 2.1'de gösterilmiştir. V_{max} ve K_M 'nin tayininde en sık kullanılan metot Lineweaver-Burk Metodudur[210].



Şekil 2.1 Lineweaver-Burk grafiği

Çizelge 2.1 Enzim aktivitesi tayininde kullanılan PPO, tampon ve substrat miktarları

Tampon çözeltisi (mL)	Substrat çözeltisi (mL)	PPO çözeltisi (mL)	Substrat konsantrasyonu (mM)
2.8	0.1	0.1	3.33
2.7	0.2	0.1	6.66
2.6	0.3	0.1	10.00
2.5	0.4	0.1	13.33
2.4	0.5	0.1	16.67
2.3	0.6	0.1	20.00

2.2.7 Enzim Aktivitesine pH'nın Etkisi

Optimum pH çalışması, katekol substratı kullanılarak gerçekleştirildi. Enzimin substrata doyduğu noktalarda pH=4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5, 8.0, 8.5, 9.0 aralığında 0.1 M asetat ve 0.1 M fosfat tampon çözeltilerinde enzimin gösterdiği aktiviteler spektrofotometrik olarak ölçüldü. Küvet içindeki substrat konsantrasyonu 16.67 mM olacak şekilde 2.4 mL tampon + 0.5 mL substrat çözeltisine 0.1mL enzim çözeltisi pipetlenerek aktivite ölçümleri yapıldı. *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un vejetatif dönemde kök, gövde ve yaprağının, ve generatif dönemde kök, gövde, yaprak ve çiçeğinin optimum pH'ları ayrı ayrı tespit edildi[187,6].

2.2.8 Enzim Aktivitesine Sıcaklığın Etkisi

PPO aktivitesi üzerine sıcaklığın etkisinin araştırılması 20, 30, 40, 50, 60, 70 °C'lerde gerçekleştirilmiştir. Deneylerde enzim, reaksiyon karışımına ilave edilmeden önce, tampon ve substrat çözeltileri ayrı ayrı kaplarda belirli sıcaklıklara termostatlı bir su banyosunda inkübe edildi. Sıcaklık dengesi kurulduktan sonra tampon ve substrat karışımına enzim hızlı bir şekilde ilave edildi ve reaksiyonun hızı belli zaman aralıklarında sabit sıcaklıklarda spektrofotometrik olarak belirlendi[187,6].

2.2.9 İstatistiksel Analiz

Elde edilen ekolojik ve biyokimyasal bulguların istatistiki değerlendirilmesi ANOVA Programı[211] kullanılarak bilgisayar ortamında gerçekleştirildi.

3. BULGULAR

Bu bölümde yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen deneysel veriler sunulmuştur.

3.1 Toprak Analizleri Sonuçları

Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites*'in yetiştiği toprakların içerdiği % azot değerlerinin vejetatif dönemde 0.182-0.299 aralığında, generatif dönemde ise 0.083-0.203 aralığında değiştiği bulunmuştur. % Fosfor değerlerinin vejetatif dönemde 0.037-0.056 aralığında, generatif dönemde ise 0.030-0.050 aralığında değiştiği bulunmuştur. % Potasyum değerleri vejetatif dönemde 0.544-0.982 aralığında, generatif dönemde ise 0.321-0.908 aralığında değişmektedir (Çizelge 3.1).

Araştırma alanının farklı lokalitelerinden toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un yetiştiği toprakların içerdiği % azot değerlerinin vejetatif dönemde 0.066-0.107 aralığında, generatif dönemde ise 0.013-0.079 aralığında değiştiği bulunmuştur. % Fosfor değerlerinin vejetatif dönemde 0.046-0.059 aralığında, generatif dönemde ise 0.034-0.048 aralığında değiştiği bulunmuştur. % Potasyum değerleri vejetatif dönemde 0.507-744 aralığında, generatif dönemde ise 0.359-0.655 aralığında değişmektedir(Çizelge 3.2).

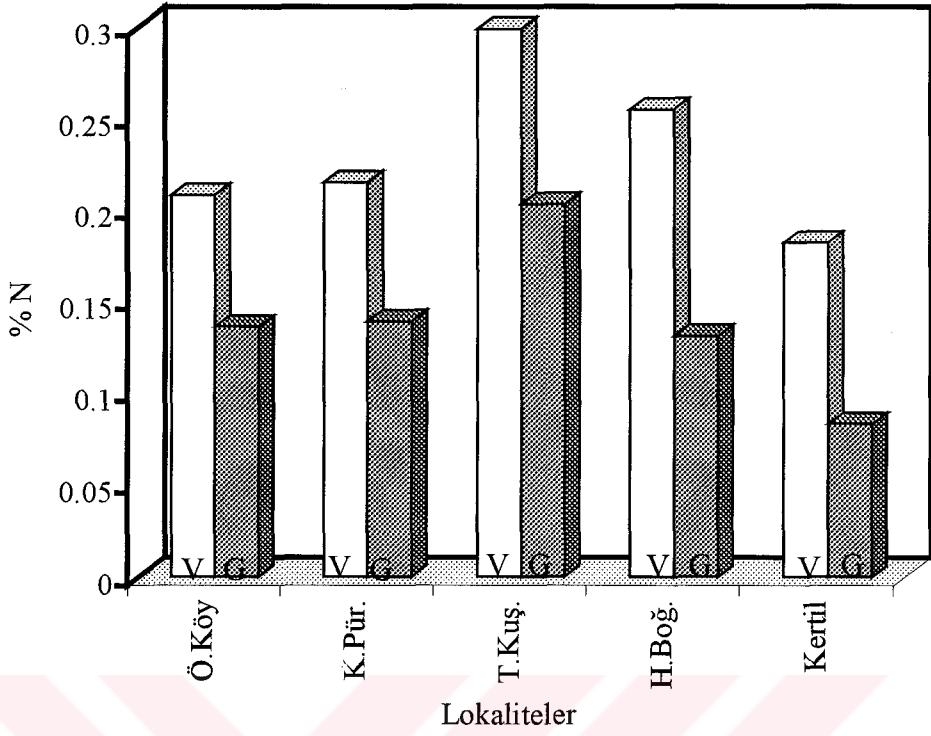
Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* topraklarının yüzde azot, fosfor ve potasyum içerikleri Çizelge 3.1 ve 3.2'de verilmiş ve Şekil 3.1 ve 3.2'de yüzde azot miktarları, Şekil 3.3 ve 3.4'de yüzde fosfor miktarları, ve Şekil 3.5 ve 3.6'da yüzde potasyum miktarları farklı lokalitelere karşı grafik edilmiştir. Şekillerden görüldüğü gibi vejetatif dönemden generatif döneme geçişte toprakların azot, fosfor ve potasyum içeriklerinin azaldığı bulunmuştur.

Çizelge 3.1 Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites* topraklarının azot, fosfor ve potasyum miktarları

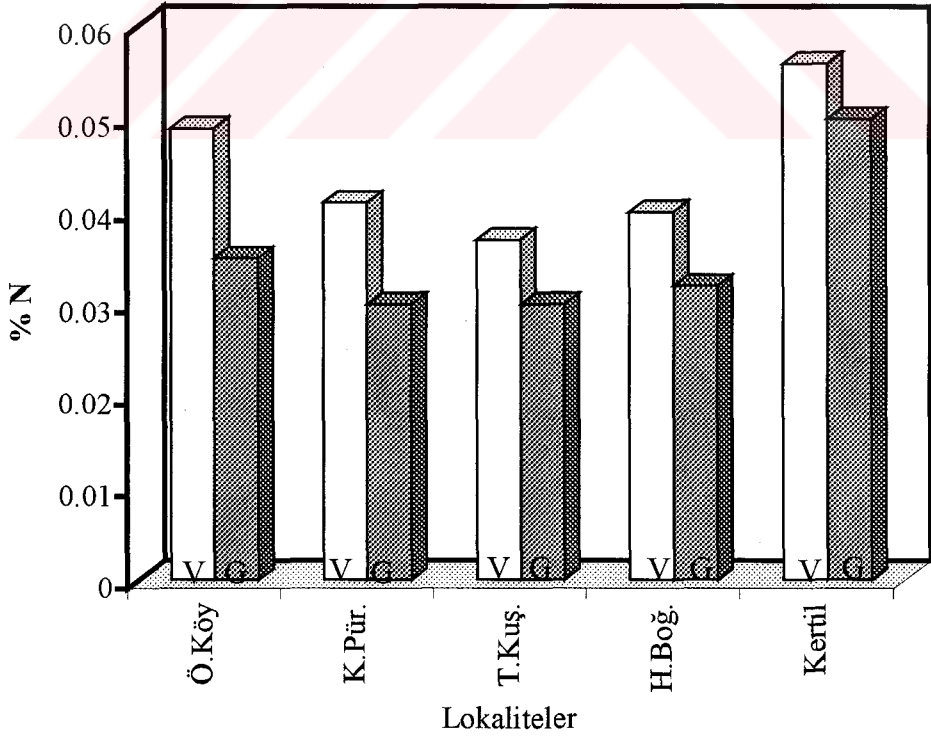
Dönem	Lokalite	Azot (%)	Fosfor (%)	Potasyum(%)
Vejetatif	Ömerköy (1)	0.208	0.049	0.982
	Karapürçek (2)	0.215	0.041	0.596
	Tahtakuşlar (3)	0.299	0.037	0.544
	Hasanboğuldu (4)	0.255	0.040	0.818
	Kertil (5)	0.182	0.056	0.612
Generatif	Ömerköy (1)	0.136	0.035	0.908
	Karapürçek (2)	0.139	0.030	0.359
	Tahtakuşlar (3)	0.203	0.030	0.321
	Hasanboğuldu (4)	0.131	0.032	0.760
	Kertil (5)	0.083	0.050	0.507

Çizelge 3.2 Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* topraklarının azot, fosfor ve potasyum miktarları

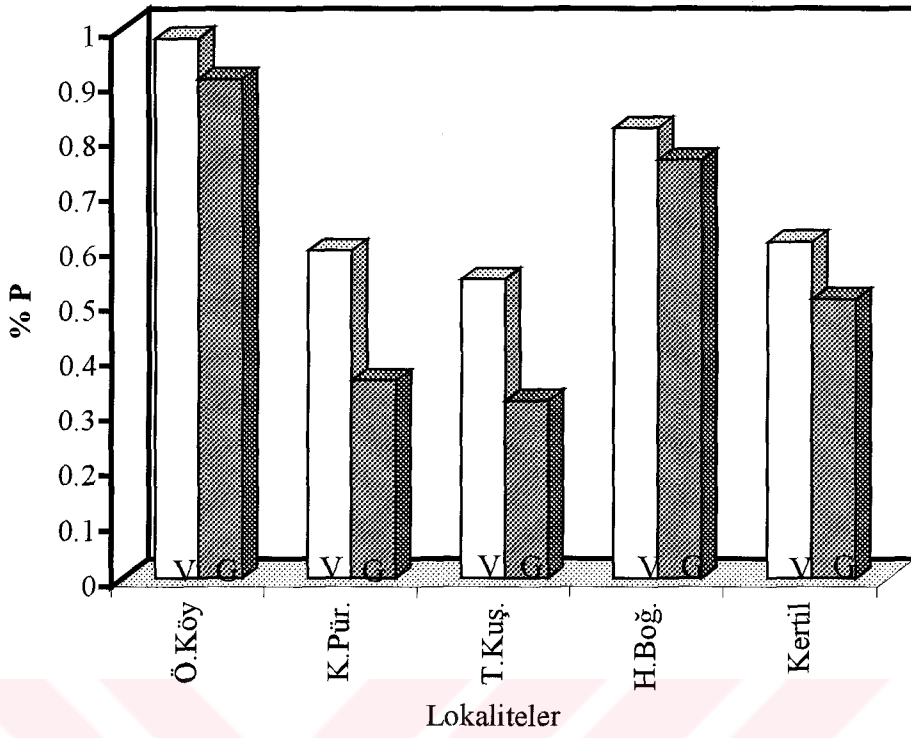
Dönem	Lokalite	Azot (%)	Fosfor (%)	Potasyum(%)
Vejetatif	Ömerköy (6)	0.068	0.056	0.744
	Karapürçek (7)	0.105	0.056	0.613
	Zeytinli (8)	0.094	0.046	0.507
	Ocaklar (9)	0.066	0.056	0.613
	Hisaralan (10)	0.107	0.059	0.592
Generatif	Ömerköy (6)	0.013	0.043	0.655
	Karapürçek (7)	0.071	0.048	0.359
	Zeytinli (8)	0.079	0.034	0.455
	Ocaklar (9)	0.036	0.041	0.502
	Hisaralan (10)	0.063	0.046	0.582



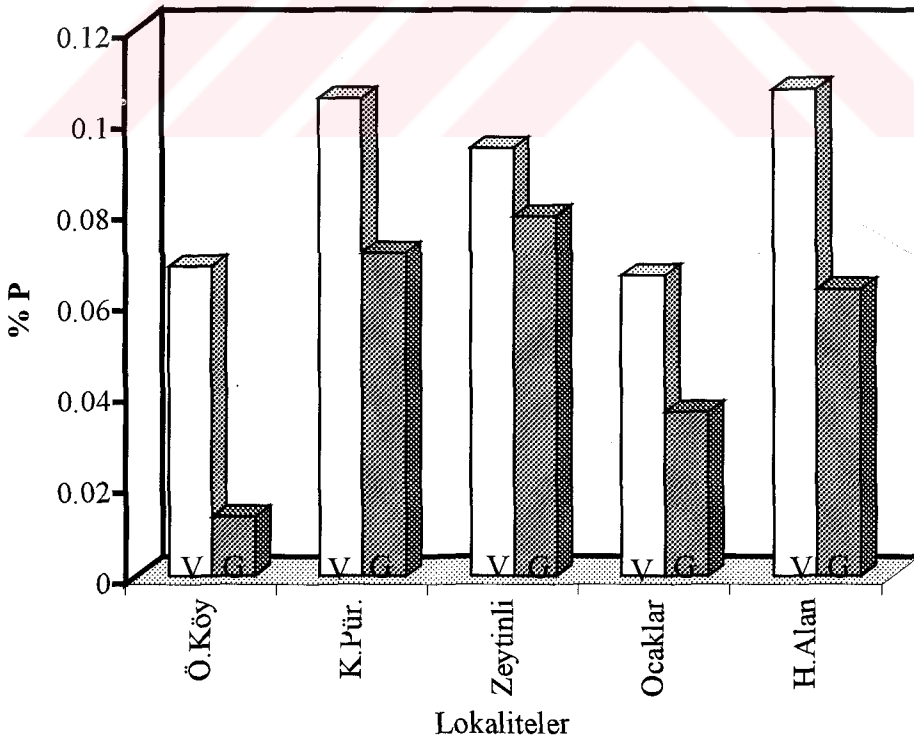
Şekil 3.1 Vejetatif ve generatif dönemlerde toplanmış *Origanum onites* topraklarının yüzde azot miktarlarının lokalitelere göre değişimi



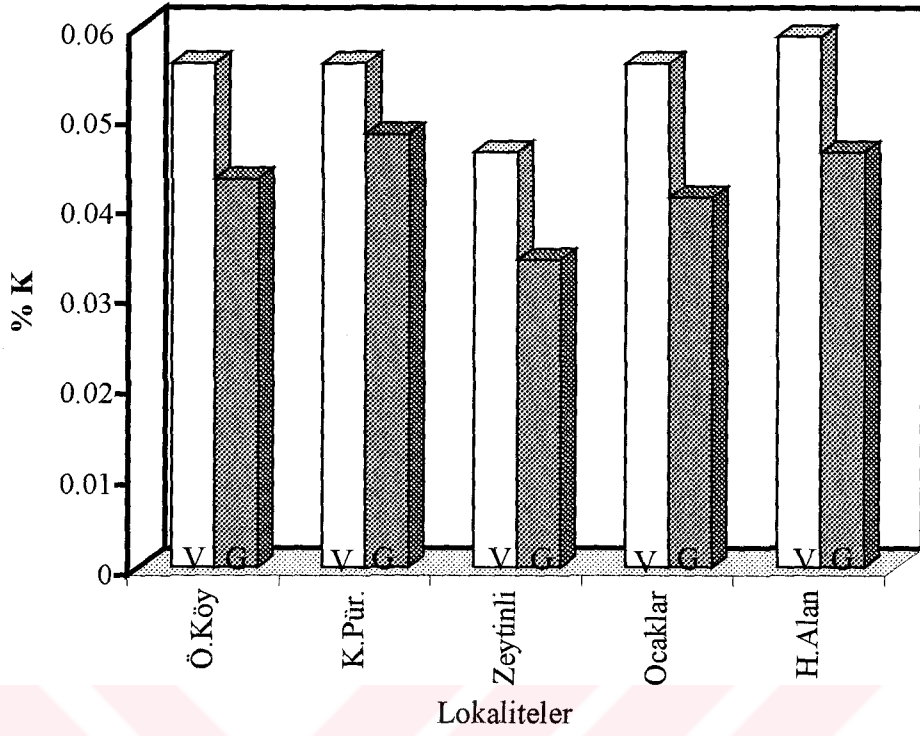
Şekil 3.2 Vejetatif ve generatif dönemlerde toplanmış *Origanum vulgare ssp. hirtum* topraklarının yüzde azot miktarlarının lokalitelere göre değişimi



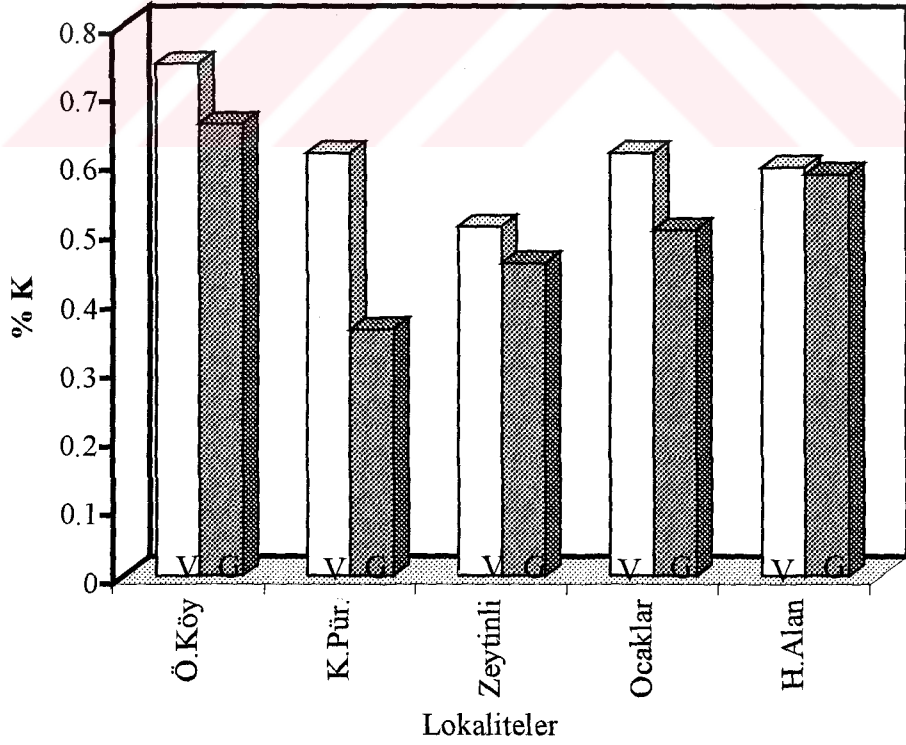
Şekil 3.3 Vejetatif ve generatif dönemlerde toplanmış *Origanum onites* topraklarının yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere göre değişimi



Şekil 3.4 Vejetatif ve generatif dönemlerde toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* topraklarının yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere göre değişimi



Şekil 3.5 Vejetatif ve generatif dönemlerde toplanmış *Origanum onites* topraklarının yüzde potasyum miktarlarının lokalitelere göre değişimi



Şekil 3.6 Vejetatif ve generatif dönemlerde toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* topraklarının yüzde potasyum miktarlarının lokalitelere göre değişimi

3.2 Bitki Analizleri Sonuçları

3.2.1 Azot Analizi

Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites*'in köklerindeki % azot miktarının vejetatif dönemde 0.42-0.63 aralığında, generatif dönemde ise 0.33-0.60 aralığında, gövdede vejetatif dönemde 0.64-0.79 aralığında, generatif dönemde ise 0.47-0.74 aralığında, yapraklarda vejetatif dönemde 1.75-2.78 aralığında, generatif dönemde ise 0.99-1.53 aralığında, çiçeklerde de 1.82-2.15 aralığında değiştiği bulunmuştur (Çizelge 3.3).

Araştırma alanının farklı lokalitelerinden toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* 'un köklerindeki % azot miktarı vejetatif dönemde 0.51-0.60 aralığında, generatif dönemde ise 0.38-0.59 aralığında, gövdede vejetatif dönemde 0.56-0.80 aralığında, generatif dönemde ise 0.51-0.66 aralığında, yapraklarda vejetatif dönemde 1.61-2.19 aralığında, generatif dönemde ise 1.19-1.54 aralığında, çiçeklerde de 1.75-2.28 aralığında değişmektedir(Çizelge 3.4).

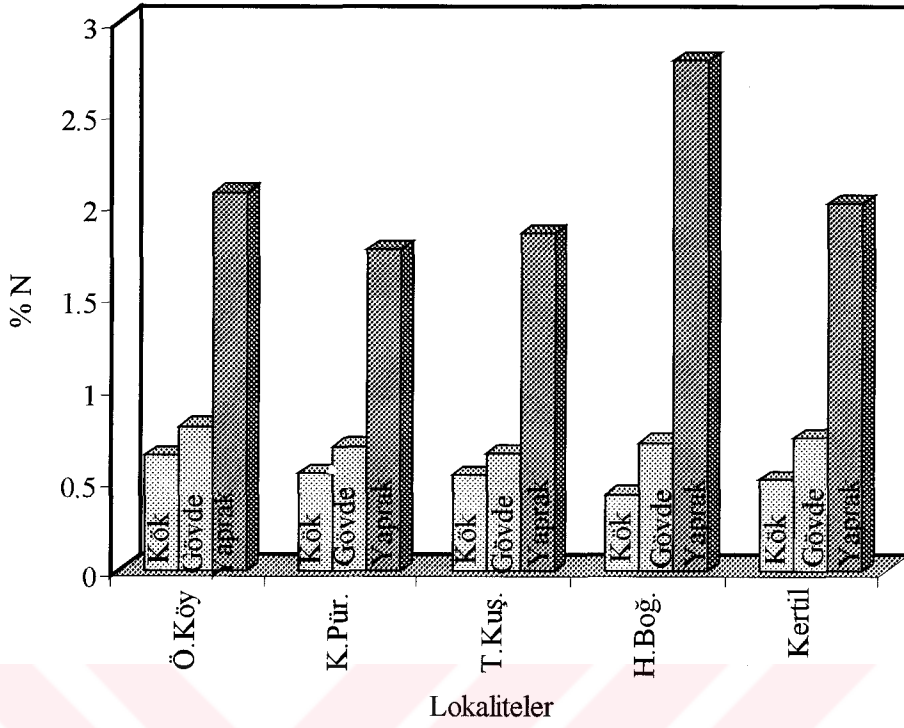
Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının farklı organlarındaki azot içerikleri Çizelge 3.3 ve 3.4'de verilmiş ve Şekil 3.7-3.10'da yüzde azot miktarları farklı lokalitelere karşı grafik edilmiştir. Şekillerden görüldüğü gibi vejetatif dönemden generatif döneme geçişte *Origanum* taksonlarının azot içeriklerinin azaldığı ve en yüksek azot içeren organın vejetatif dönemde yaprak ve generatif dönemde çiçek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 3.3 Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki azot miktarları

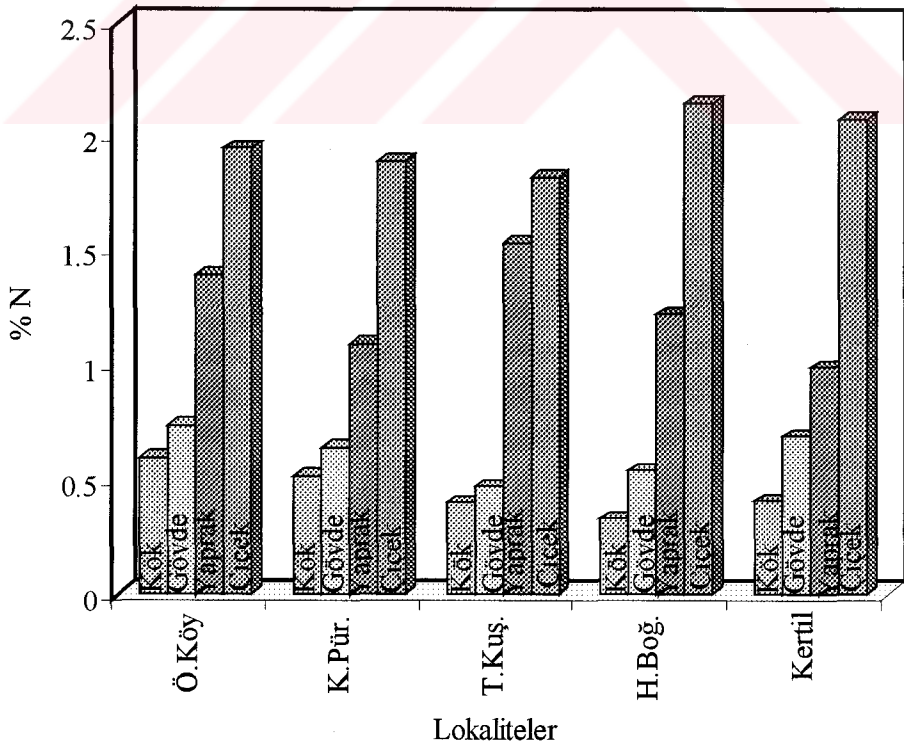
Dönem	Lokalite	Kök (%)	Gövde(%)	Yaprak(%)	Çiçek (%)
Vejetatif	Ömerköy (1)	0.63	0.79	2.06	---
	Karapürçek (2)	0.53	0.68	1.75	---
	Tahtakuşlar (3)	0.52	0.64	1.84	---
	Hasanboğuldu (4)	0.42	0.70	2.78	---
	Kertil (5)	0.50	0.73	2.00	---
Generatif	Ömerköy (1)	0.60	0.74	1.39	1.95
	Karapürçek (2)	0.52	0.64	1.09	1.89
	Tahtakuşlar (3)	0.40	0.47	1.53	1.82
	Hasanboğuldu (4)	0.33	0.54	1.22	2.15
	Kertil (5)	0.41	0.69	0.99	2.08

Çizelge 3.4 Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organlarındaki azot miktarları

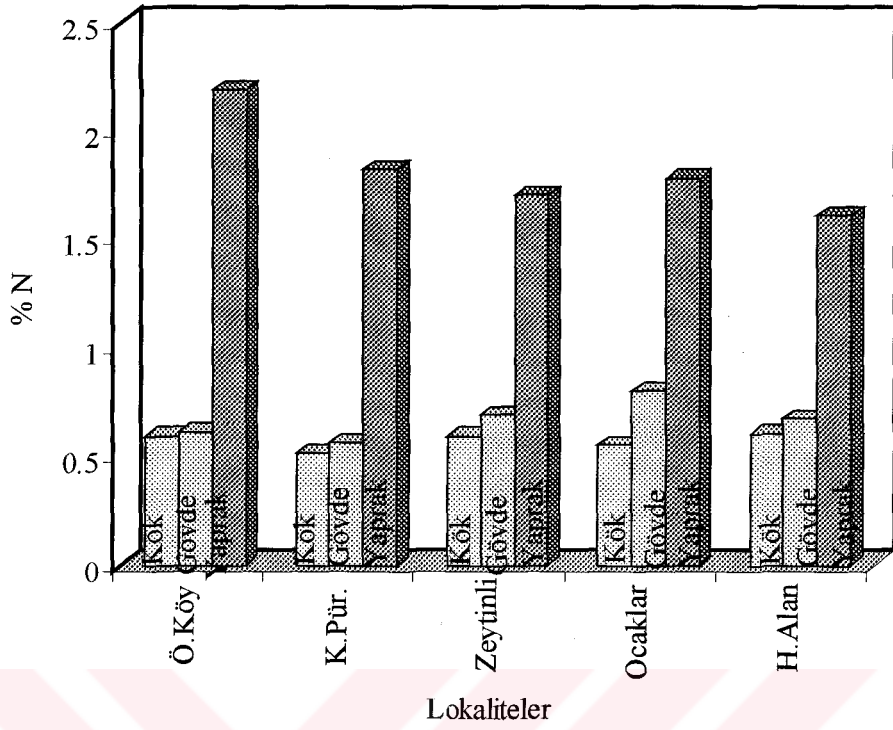
Dönem	Lokalite	Kök (%)	Gövde(%)	Yaprak(%)	Çiçek (%)
Vejetatif	Ömerköy (6)	0.59	0.61	2.19	---
	Karapürçek (7)	0.51	0.56	1.82	---
	Zeytinli (8)	0.59	0.69	1.70	---
	Ocaklar (9)	0.55	0.80	1.78	---
	Hisaralan (10)	0.60	0.67	1.61	---
Generatif	Ömerköy (6)	0.54	0.61	1.19	1.75
	Karapürçek (7)	0.38	0.51	1.31	1.88
	Zeytinli (8)	0.59	0.66	1.50	1.75
	Ocaklar (9)	0.49	0.52	1.52	1.94
	Hisaralan (10)	0.52	0.66	1.54	2.28



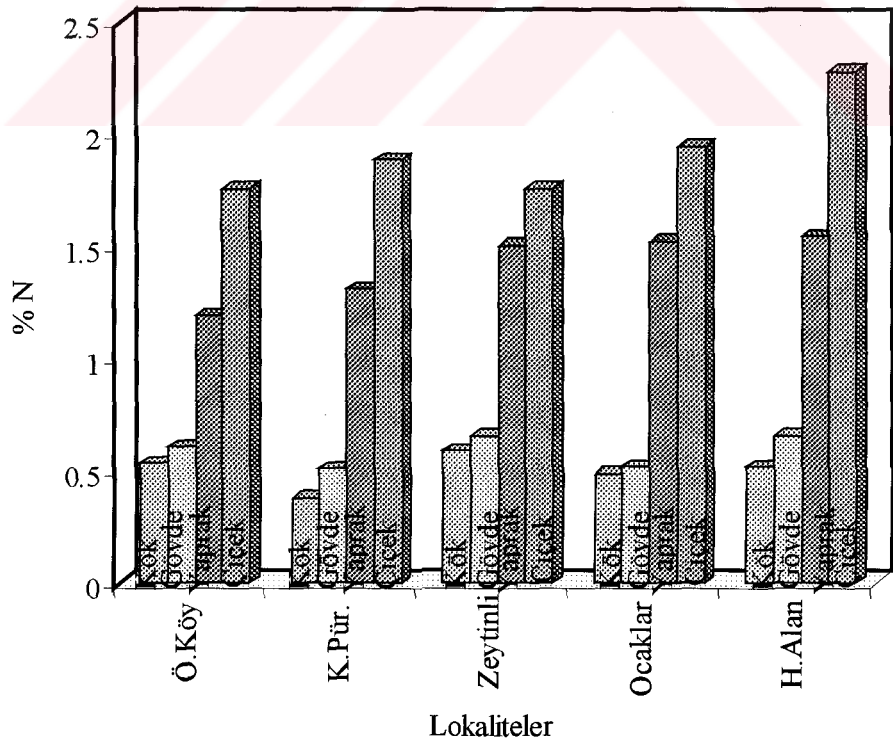
Şekil 3.7 Vejetatif dönemde toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki yüzde azot miktarlarının lokalitelere göre değişimi



Şekil 3.8 Generatif dönemde toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki yüzde azot miktarlarının lokalitelere göre değişimi



Şekil 3.9 Vejetatif dönemde toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organlarındaki yüzde azot miktarlarının lokalitelere göre değişimi



Şekil 3.10 Generatif dönemde toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organlarındaki yüzde azot miktarlarının lokalitelere göre değişimi

3.2.2 Fosfor Analizi

Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites*'in köklerindeki % fosfor miktarının vejetatif dönemde 0.122-0.153 aralığında, generatif dönemde ise 0.093-0.126 aralığında, gövdede vejetatif dönemde 0.144-0.187 aralığında, generatif dönemde ise 0.134-0.166 aralığında, yapraklarda vejetatif dönemde 0.264-0.312 aralığında, generatif dönemde ise 0.167-0.197 aralığında, çiçeklerde de 0.312-0.406 aralığında değiştiği bulunmuştur(Çizelge 3.5).

Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* 'un köklerindeki % fosfor miktarının vejetatif dönemde 0.097-0.183 aralığında, generatif dönemde ise 0.101-0.141 aralığında, gövdede vejetatif dönemde 0.146-0.276 aralığında, generatif dönemde ise 0.142-0.170 aralığında, yapraklarda vejetatif dönemde 0.218-0.248 aralığında, generatif dönemde ise 0.164-0.226 aralığında, çiçeklerde de 0.304-0.396 aralığında değiştiği bulunmuştur(Çizelge 3.6).

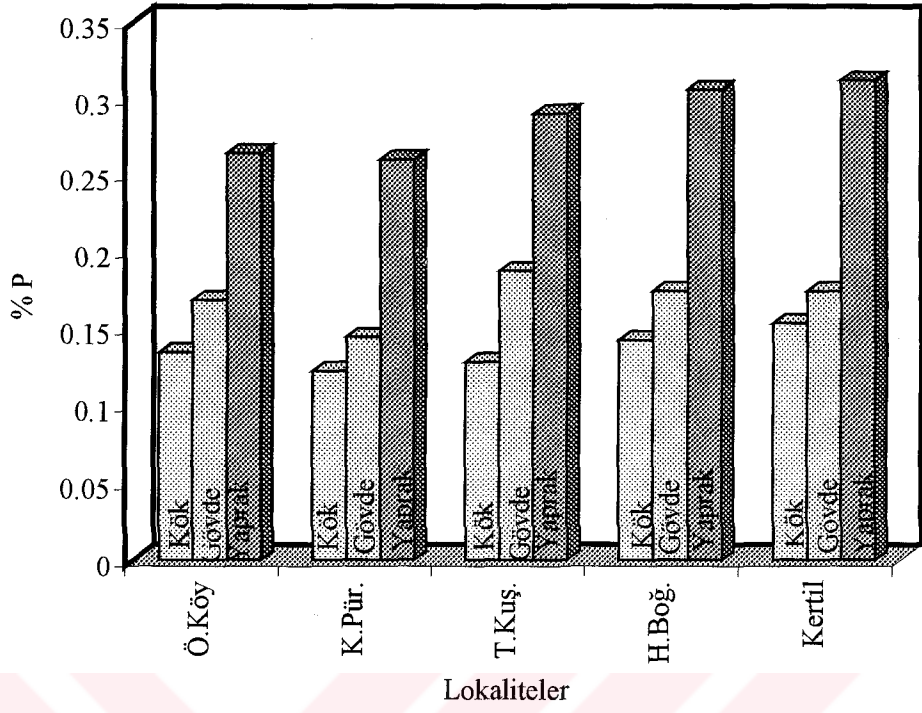
Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının farklı organlarındaki fosfor içerikleri Çizelge 3.5 ve 3.6'da verilmiş ve Şekil 3.11-3.14'de yüzde fosfor miktarları farklı lokalitelere karşı grafik edilmiştir. Şekillerden görüldüğü gibi vejetatif dönemden generatif döneme geçişte *Origanum* taksonlarının azot içeriklerinin azaldığı ve en yüksek fosfor içeren organın vejetatif dönemde yaprak ve generatif dönemde çiçek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 3.5 Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki fosfor miktarları

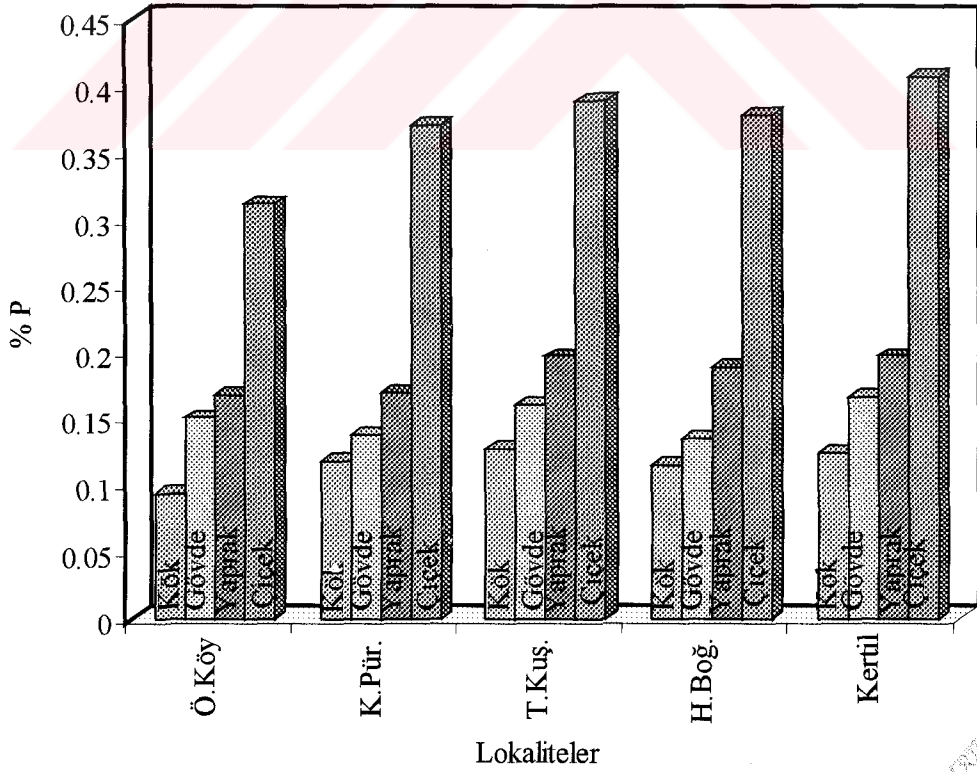
Dönem	Lokalite	Kök (%)	Gövde(%)	Yaprak(%)	Çiçek (%)
Vejetatif	Ömerköy (1)	0.134	0.168	0.264	---
	Karapürçek (2)	0.122	0.144	0.260	---
	Tahtakuşlar (3)	0.128	0.187	0.290	---
	Hasanboğuldu (4)	0.142	0.174	0.306	---
	Kertil (5)	0.153	0.174	0.312	---
Generatif	Ömerköy (1)	0.093	0.150	0.167	0.312
	Karapürçek (2)	0.118	0.137	0.169	0.370
	Tahtakuşlar (3)	0.126	0.160	0.197	0.388
	Hasanboğuldu (4)	0.115	0.134	0.189	0.378
	Kertil (5)	0.123	0.166	0.197	0.406

Çizelge 3.6 Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum vulgare ssp. hirtum*'un farklı organlarındaki fosfor miktarları

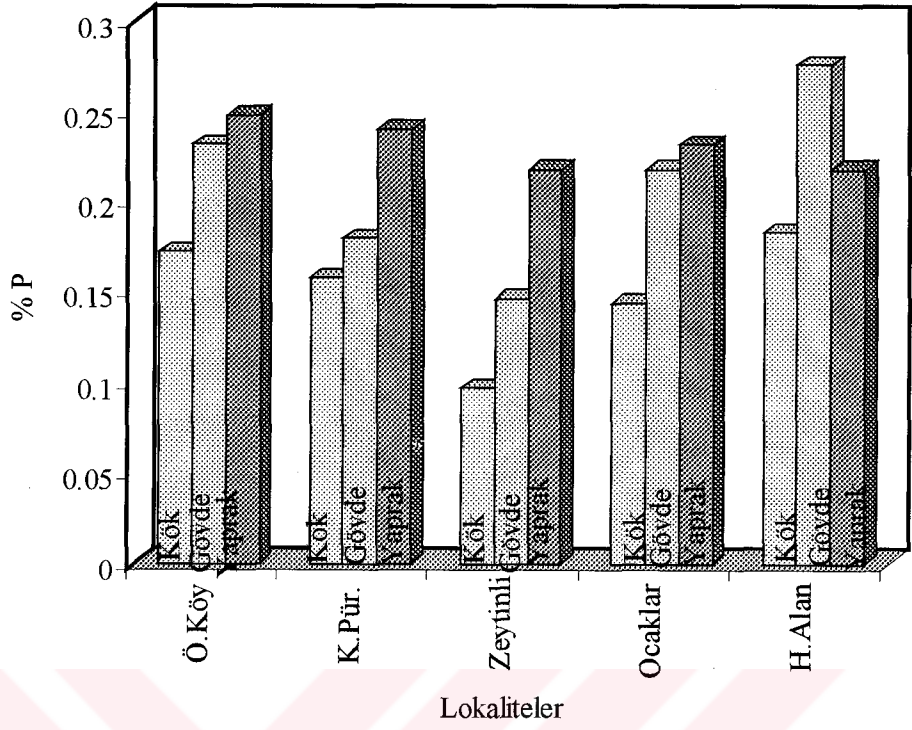
Dönem	Lokalite	Kök (%)	Gövde(%)	Yaprak(%)	Çiçek (%)
Vejetatif	Ömerköy (6)	0.172	0.232	0.248	---
	Karapürçek (7)	0.158	0.180	0.240	---
	Zeytinli (8)	0.097	0.146	0.218	---
	Ocaklar (9)	0.144	0.218	0.232	---
	Hisaralan (10)	0.183	0.276	0.218	---
Generatif	Ömerköy (6)	0.114	0.151	0.164	0.304
	Karapürçek (7)	0.121	0.168	0.184	0.374
	Zeytinli (8)	0.133	0.142	0.194	0.396
	Ocaklar (9)	0.101	0.170	0.226	0.352
	Hisaralan (10)	0.141	0.161	0.168	0.362



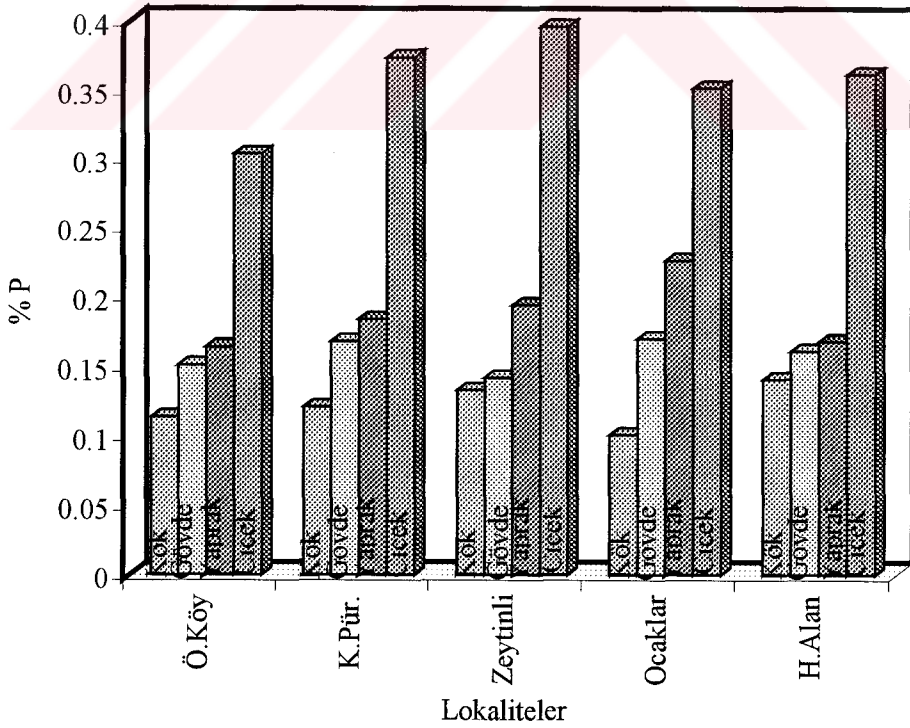
Şekil 3.11 Vejetatif dönemde toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere göre değişimi



Şekil 3.12 Generatif dönemde toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere göre değişimi



Şekil 3.13 Vejetatif dönemde toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organlarındaki yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere göre değişimi



Şekil 3.14 Generatif dönemde toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organlarındaki yüzde fosfor miktarlarının lokalitelere göre değişimi

3.2.3 Potasyum analizi

Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites*'in köklerindeki % potasyum miktarının vejetatif dönemde 1.014-1.548 aralığında, generatif dönemde ise 1.014-1.229 aralığında, gövdede vejetatif dönemde 2.003-2.257 aralığında, generatif dönemde ise 1.320-1.640 aralığında, yapraklarda vejetatif dönemde 2.379-2.911 aralığında, generatif dönemde ise 1.733-2.102 aralığında, çiçeklerde de 1.917-2.680 aralığında değiştiği bulunmuştur(Çizelge 3.7).

Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* 'un köklerindeki % potasyum miktarının vejetatif dönemde 1.432-1.756 aralığında, generatif dönemde ise 1.014-1.176 aralığında, gövdede vejetatif dönemde 2.041-2.072 aralığında, generatif dönemde ise 1.056-1.663 aralığında, yapraklarda vejetatif dönemde 2.218-2.680 aralığında, generatif dönemde ise 1.525-2.310 aralığında, çiçeklerde de 2.148-2.525 aralığında değiştiği bulunmuştur(Çizelge 3.8).

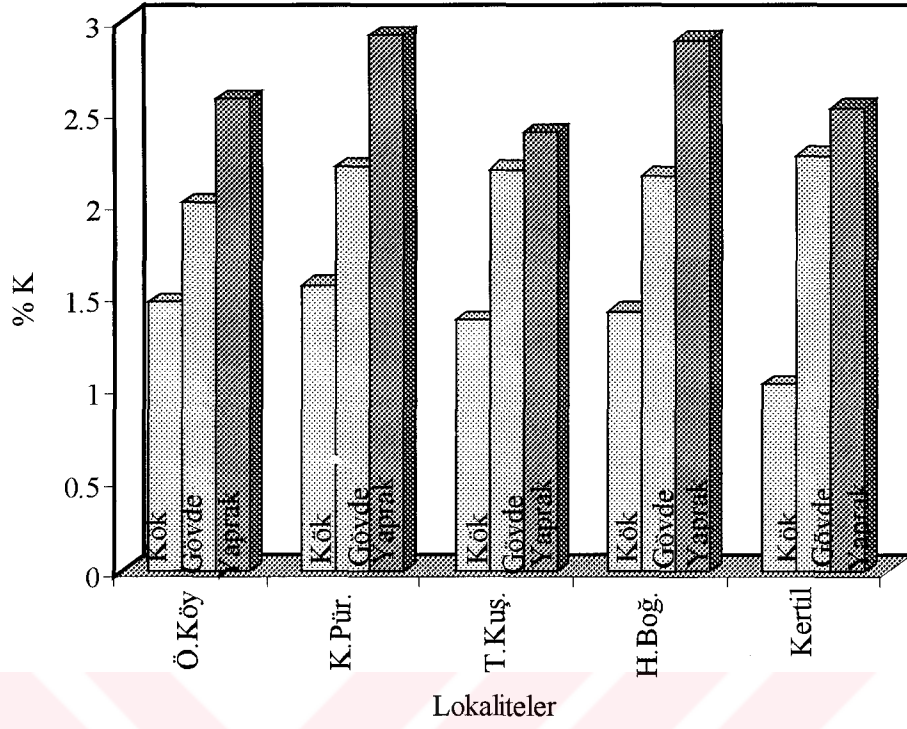
Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının farklı organlarındaki potasyum içerikleri Çizelge 3.7 ve 3.8'de verilmiş ve Şekil 3.15-3.18'de yüzde potasyum miktarları farklı lokalitelere karşı grafik edilmiştir. Şekillerden görüldüğü gibi vejetatif dönemden generatif döneme geçişte *Origanum* taksonlarının potasyum içeriklerinin azaldığı ve en yüksek potasyum içeren organın vejetatif dönemde yaprak ve generatif dönemde çiçek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 3.7 Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki potasyum miktarları

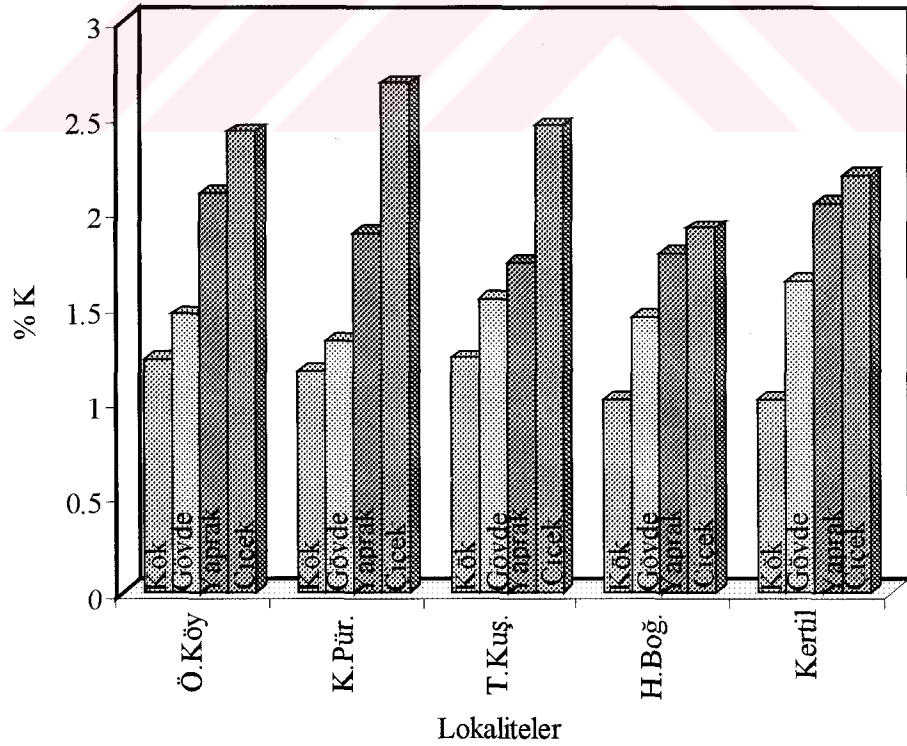
Dönem	Lokalite	Kök (%)	Gövde(%)	Yaprak(%)	Çiçek (%)
Vejetatif	Ömerköy (1)	1.455	2.003	2.564	---
	Karapürçek (2)	1.548	2.195	2.911	---
	Tahtakuşlar (3)	1.360	2.179	2.379	---
	Hasanboğuldu (4)	1.409	2.148	2.888	---
	Kertil (5)	1.014	2.257	2.518	---
Generatif	Ömerköy (1)	1.225	1.462	2.102	2.426
	Karapürçek (2)	1.162	1.320	1.894	2.680
	Tahtakuşlar (3)	1.229	1.540	1.733	2.455
	Hasanboğuldu (4)	1.014	1.450	1.787	1.917
	Kertil (5)	1.014	1.640	2.048	2.195

Çizelge 3.8 Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organlarındaki potasyum miktarları

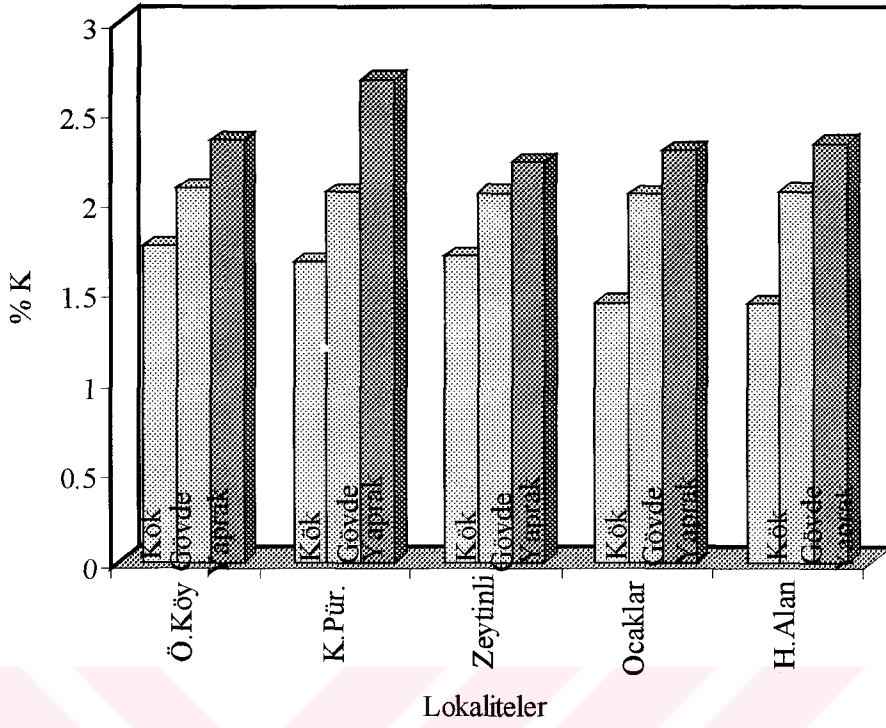
Dönem	Lokalite	Kök (%)	Gövde (%)	Yaprak(%)	Çiçek (%)
Vejetatif	Ömerköy (6)	1.756	2.072	2.341	---
	Karapürçek (7)	1.663	2.056	2.680	---
	Zeytinli (8)	1.697	2.046	2.218	---
	Ocaklar (9)	1.440	2.041	2.287	---
	Hisaralan (10)	1.432	2.057	2.325	---
Generatif	Ömerköy (6)	1.014	1.246	1.802	2.356
	Karapürçek (7)	1.014	1.056	2.056	2.518
	Zeytinli (8)	1.119	1.409	1.756	2.148
	Ocaklar (9)	1.176	1.350	1.525	2.432
	Hisaralan (10)	1.140	1.663	2.310	2.525



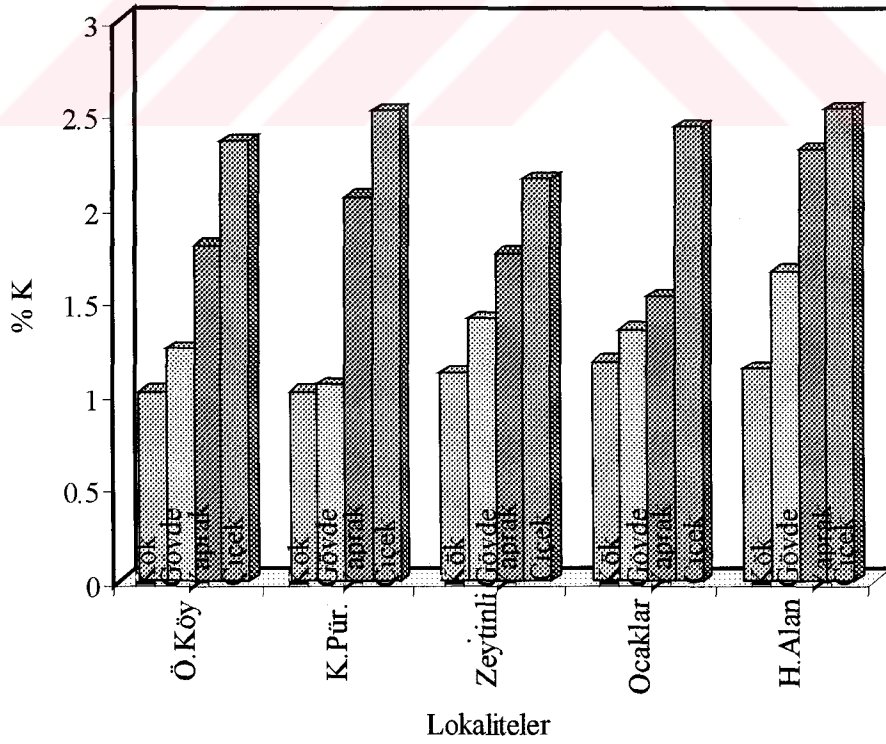
Şekil 3.15 Vejetatif dönemde toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki yüzde potasyum miktarlarının lokalitelere göre değişimi



Şekil 3.16 Generatif dönemde toplanmış *Origanum onites*'in farklı organlarındaki yüzde potasyum miktarlarının lokalitelere göre değişimi



Şekil 3.17 Vejetatif dönemde toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organlarındaki yüzde potasyum miktarlarının lokalitelere göre değişimi



Şekil 3.18 Generatif dönemde toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organlarındaki yüzde potasyum miktarlarının lokalitelere göre değişimi

3.3. Polifenoloksidaz Aktivitesi

3.3.1 Kinetik Sabitlerin (V_{max} ve K_M) Tayini

Balıkesir yöresinden 5 farklı lokaliteden toplanan *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının vejetatif dönemde kök, gövde ve yaprağının ve generatif dönemde kök, gövde, yaprak ve çiçeğinin PPO'sunun katalitik gücünü ortaya koyan V_{max} ve enzimin substrata karşı ilgisinin ölçüsünü gösteren K_m değerleri katekol substratı kullanılarak tayin edildi. Kinetik sabitleri katekol substratı kullanılarak tayin edildi. PPO enziminin katalizleme gücünü ifade eden V_{max}/K_m oranları *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* için vejetatif dönemde kök, gövde, yaprak generatif dönemde kök, gövde, yaprak ve çiçek için ayrı ayrı hesaplandı.

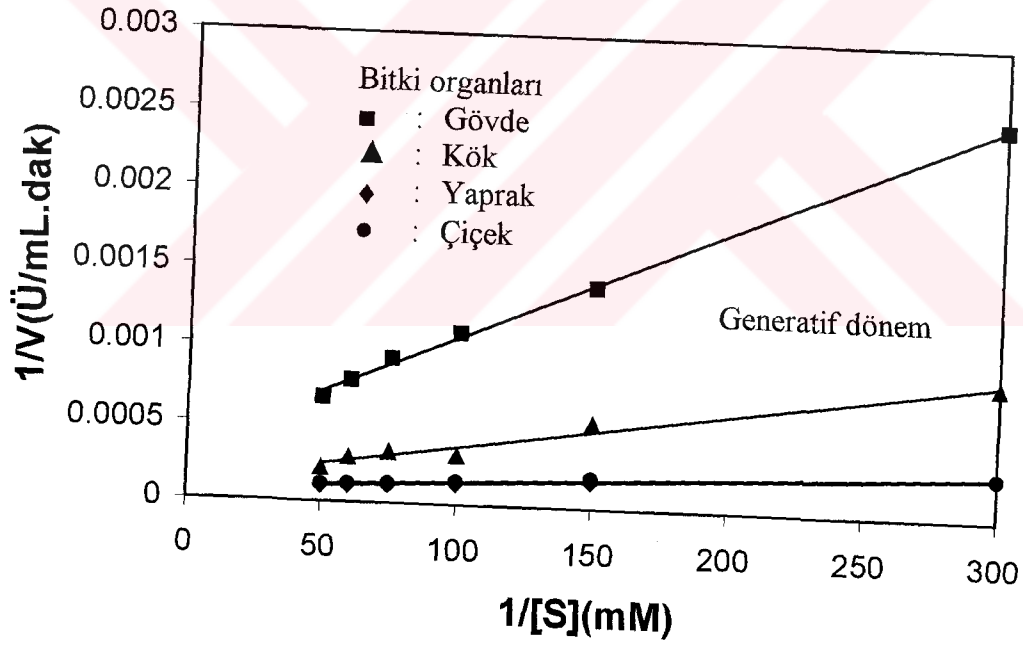
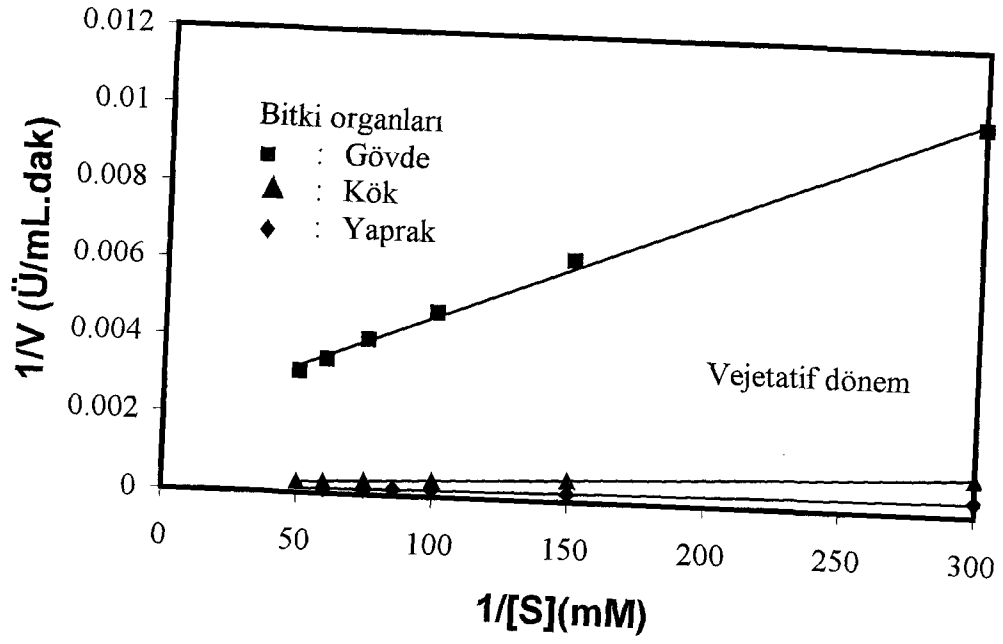
Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites*'in vejetatif dönemde kök, gövde ve yaprağı için hesaplanan V_{max}/K_m değerlerinin sırasıyla 50000 ile 333333, 50000 ile 333333 ve 250000 ile 1000000 aralığında değiştiği ve, generatif dönemde ise kök, gövde, yaprak ve çiçek için hesaplanan V_{max}/K_m değerlerinin sırasıyla 100000 ile 500000, 50000 ile 142857, 500000 ile 1428571 ve 500000 ile 1588888 aralığında değiştiği bulunmuştur.

Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* 'un vejetatif dönemde kök, gövde ve yaprağı için hesaplanan V_{max}/K_m değerlerinin sırasıyla 142857 ile 250000, 50000 ile 166666 ve 250000 ile 500000 aralığında değiştiği ve, generatif dönemde ise kök, gövde, yaprak ve çiçek için hesaplanan V_{max}/K_m değerlerinin sırasıyla 142857 ile 500000, 100000 ile 333333, 500000 ile 1428571 ve 333333 ile 1000000 aralığında değiştiği bulunmuştur.

Elde edilen tüm deneysel sonuçlar Çizelge 3.9-3.18 ve Şekil 3.9-3.28'de verildi. Vejetatif dönemden generatif döneme geçişte enzim aktivitesinin arttığı ve *O. onites*'in *O. vulgare* ssp. *hirtum* 'dan daha yüksek PPO aktivitesine sahip olduğu çizelgelerden görülmektedir.

Çizelge 3.9 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum onites* türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler

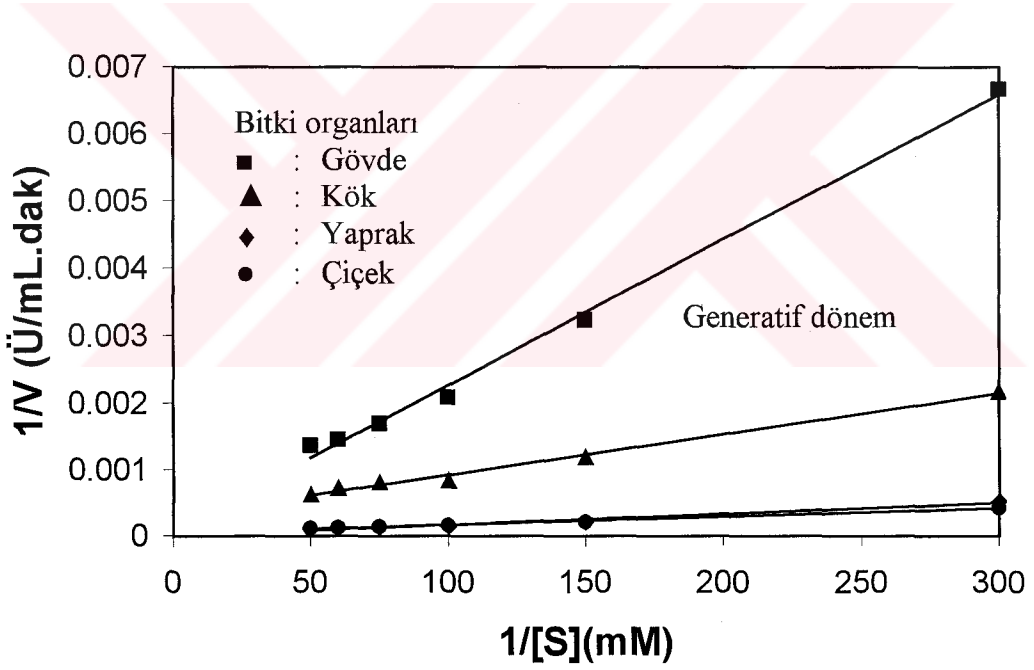
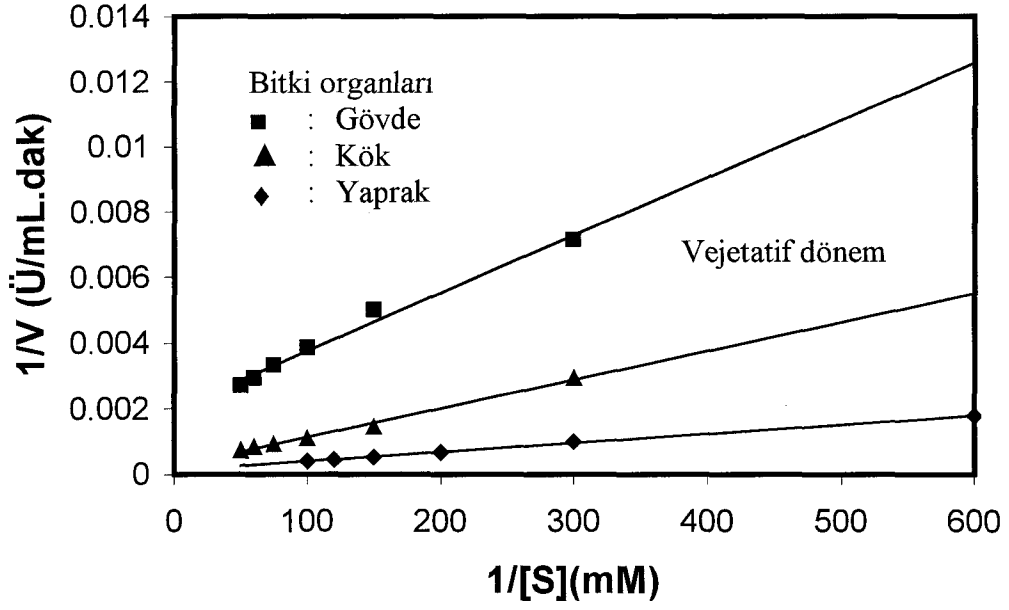
Dönem	Organ	[S]	V	1/[S]	1/V	V _{max}	K _M	V _{max} /K _M	R
Vejetatif	Kök	0.0033	1050	300	0.000952	10000	0.030	333333	0.9998
		0.0067	1810	150	0.000552				
		0.0100	2430	100	0.000412				
		0.0133	2820	75	0.000355				
		0.0167	3300	60	0.000303				
		0.0200	3590	50	0.000279				
	Gövde	0.0033	100	300	0.010000	526	0.016	33333	0.9982
		0.0067	160	150	0.006250				
		0.0100	210	100	0.004762				
		0.0133	250	75	0.004000				
		0.0167	290	60	0.003448				
		0.0200	320	50	0.003125				
	Yaprak	0.0033	2850	300	0.000351	14285	0.014	1000000	0.9865
		0.0067	4780	150	0.000209				
		0.0100	5510	100	0.000181				
		0.0117	6150	85.7	0.000163				
		0.0133	8150	75	0.000123				
		0.0167	9090	60	0.000110				
Generatif	Kök	0.0033	1170	300	0.000855	10000	0.020	500000	0.9868
		0.0067	1830	150	0.000546				
		0.0100	3160	100	0.000316				
		0.0133	3050	75	0.000328				
		0.0167	3450	60	0.000290				
		0.0200	4620	50	0.000216				
	Gövde	0.0033	400	300	0.002500	2500	0.018	142857	0.9989
		0.0067	710	150	0.001408				
		0.0100	910	100	0.001099				
		0.0133	1080	75	0.000926				
		0.0167	1280	60	0.000781				
		0.0200	1500	50	0.000667				
	Yaprak	0.0033	3650	300	0.000274	14285	0.010	1428571	0.9995
		0.0067	5790	150	0.000173				
		0.0100	7400	100	0.000135				
		0.0133	8580	75	0.000117				
		0.0167	8960	60	0.000112				
		0.0200	9610	50	0.000104				
Çiçek	0.0033	3610	300	0.000277	12500	0.009	1388888	0.9938	
	0.0067	5110	150	0.000196					
	0.0100	6660	100	0.000150					
	0.0133	7840	75	0.000128					
	0.0167	8360	60	0.000120					
	0.0200	8870	50	0.000113					



Şekil 3.19 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği

Çizelge 3.10 Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan *Origanum onites* türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler

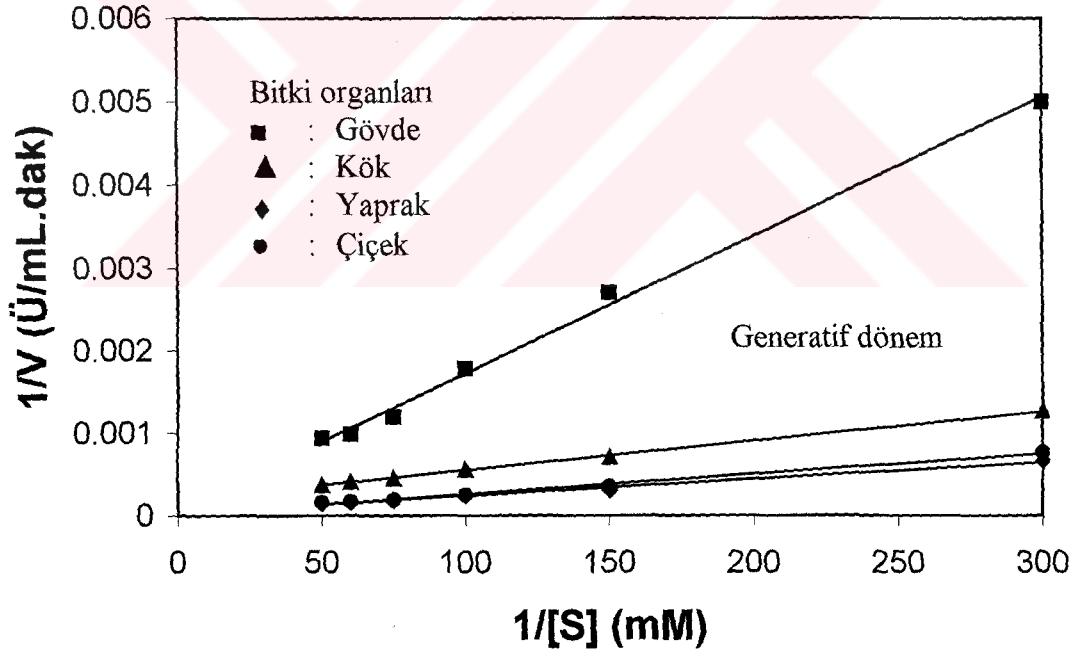
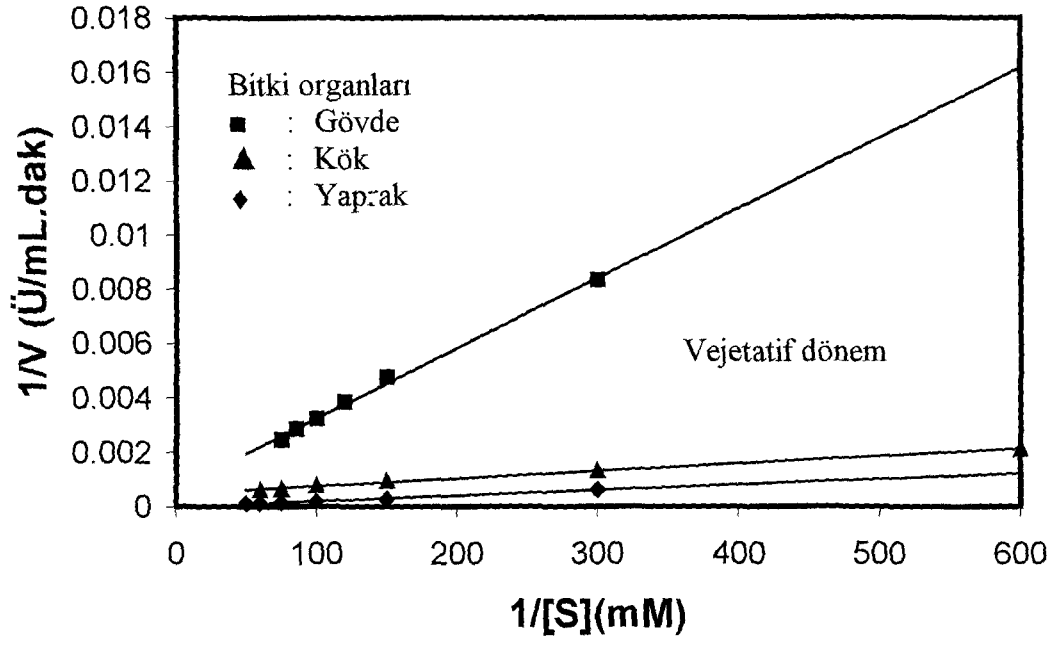
Dönem	Organ	[S]	V	1/[S]	1/V	V_{max}	K_M	V_{max}/K_M	R
Vejetatif	Kök	0.0033	340	300	0.002941	3333	0.030	111111	0.9962
		0.0067	690	150	0.001449				
		0.0100	910	100	0.001099				
		0.0133	1080	75	0.000926				
		0.0167	1180	60	0.000847				
		0.0200	1350	50	0.000741				
	Gövde	0.0033	140	300	0.007143	500	0.010	50000	0.9928
		0.0067	200	150	0.005000				
		0.0100	260	100	0.003846				
		0.0133	300	75	0.003333				
		0.0167	340	60	0.002941				
		0.0200	740	50	0.002703				
	Yaprak	0.0017	560	600	0.001786	10000	0.030	333333	0.9994
		0.0033	1000	300	0.001000				
		0.0050	1460	200	0.000685				
		0.0067	1850	150	0.000541				
		0.0083	2200	120	0.000455				
		0.0100	2430	100	0.000412				
Generatif	Kök	0.0033	600	300	0.001667	3333	0.020	166666	0.9959
		0.0067	820	150	0.001220				
		0.0100	1110	100	0.000901				
		0.0133	1340	75	0.000746				
		0.0167	1480	60	0.000676				
		0.0200	1580	50	0.000633				
	Gövde	0.0033	220	300	0.004545	10000	0.200	50000	0.9978
		0.0067	450	150	0.002222				
		0.0100	780	100	0.001282				
		0.0133	860	75	0.001163				
		0.0167	1040	60	0.000962				
		0.0200	1130	50	0.000885				
	Yaprak	0.0033	1930	300	0.000518	200000	0.400	500000	0.9849
		0.0067	2590	150	0.000386				
		0.0100	3710	100	0.000270				
		0.0133	4910	75	0.000204				
		0.0167	5770	60	0.000173				
		0.0200	6910	50	0.000145				
Çiçek	0.0033	1330	300	0.000752	25000	0.030	1000000	0.9957	
	0.0067	2800	150	0.000357					
	0.0100	3850	100	0.000260					
	0.0133	4660	75	0.000215					
	0.0167	4340	60	0.000187					
	0.0200	5940	50	0.000168					



Şekil 3.20 Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği

Çizelge 3.11 Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan *Origanum onites* türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler

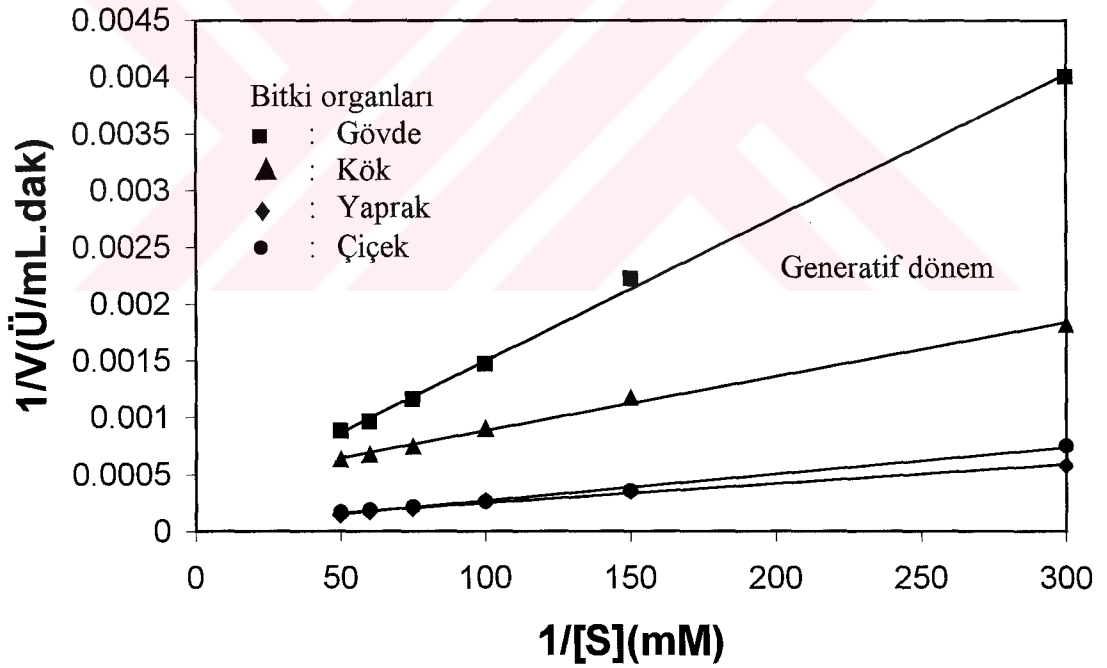
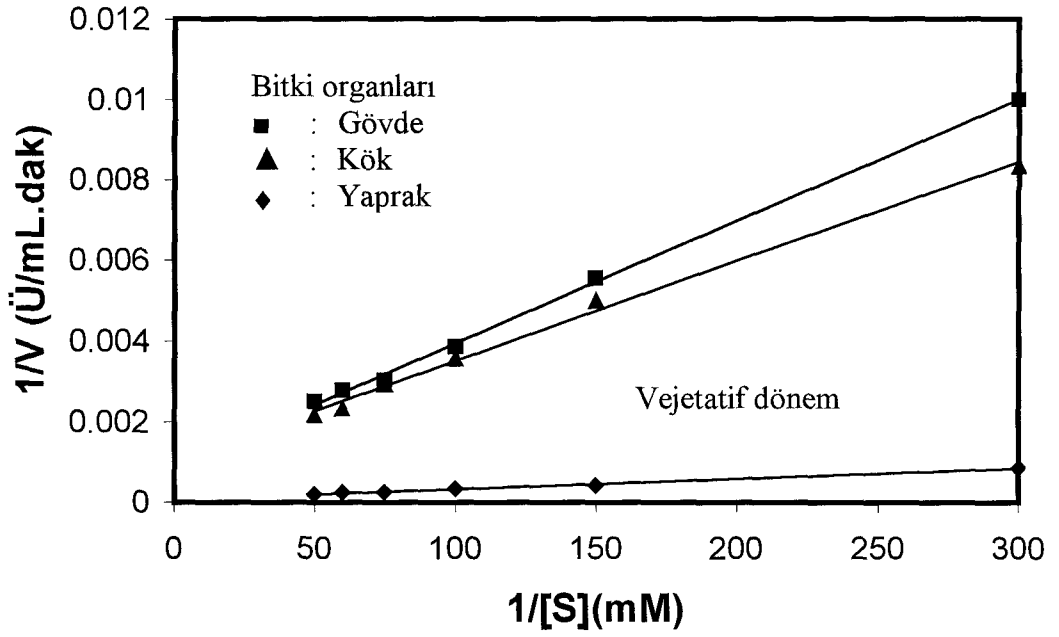
Dönem	Organ	[S]	V	1/[S]	1/V	V _{max}	K _M	V _{max} /K _M	R
Vejetatif	Kök	0.0017	470	600	0.002128	2000	0.006	333333	0.9982
		0.0033	750	300	0.001333				
		0.0067	1050	150	0.000952				
		0.0100	1260	100	0.000794				
		0.0133	1500	75	0.000667				
		0.0167	1610	60	0.000621				
	Gövde	0.0033	120	300	0.008333	1428	0.043	33333	0.9980
		0.0067	210	150	0.004762				
		0.0083	260	120	0.003846				
		0.0100	310	100	0.003226				
		0.0117	350	85.7	0.002857				
		0.0133	410	75	0.002439				
	Yaprak	0.0033	1600	300	0.000625	200000	0.40	500000	0.9969
		0.0067	3490	150	0.000287				
		0.0100	5020	100	0.000199				
		0.0133	6590	75	0.000152				
		0.0167	7520	60	0.000133				
		0.0200	7990	50	0.000125				
Generatif	Kök	0.0033	790	300	0.001266	5000	0.020	250000	0.9992
		0.0067	1420	150	0.000704				
		0.0100	1780	100	0.000562				
		0.0133	2210	75	0.000452				
		0.0167	2420	60	0.000413				
		0.0200	2670	50	0.000375				
	Gövde	0.0033	200	300	0.005000	16666	0.333	50000	0.9980
		0.0067	370	150	0.002703				
		0.0100	560	100	0.001786				
		0.0133	840	75	0.001190				
		0.0167	1020	60	0.000980				
		0.0200	1070	50	0.000935				
	Yaprak	0.0033	1520	300	0.000658	25000	0.050	500000	0.9956
		0.0067	3250	150	0.000308				
		0.0100	4100	100	0.000244				
		0.0133	5310	75	0.000188				
		0.0167	4910	60	0.000169				
		0.0200	6560	50	0.000152				
Çiçek	0.0033	1310	300	0.000763	50000	0.100	500000	0.9964	
	0.0067	2850	150	0.000351					
	0.0100	3980	100	0.000251					
	0.0133	5200	75	0.000192					
	0.0167	5900	60	0.000169					
	0.0200	6200	50	0.000161					



Şekil 3.21: Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği

Çizelge 3.12 Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan *Origanum onites* türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler

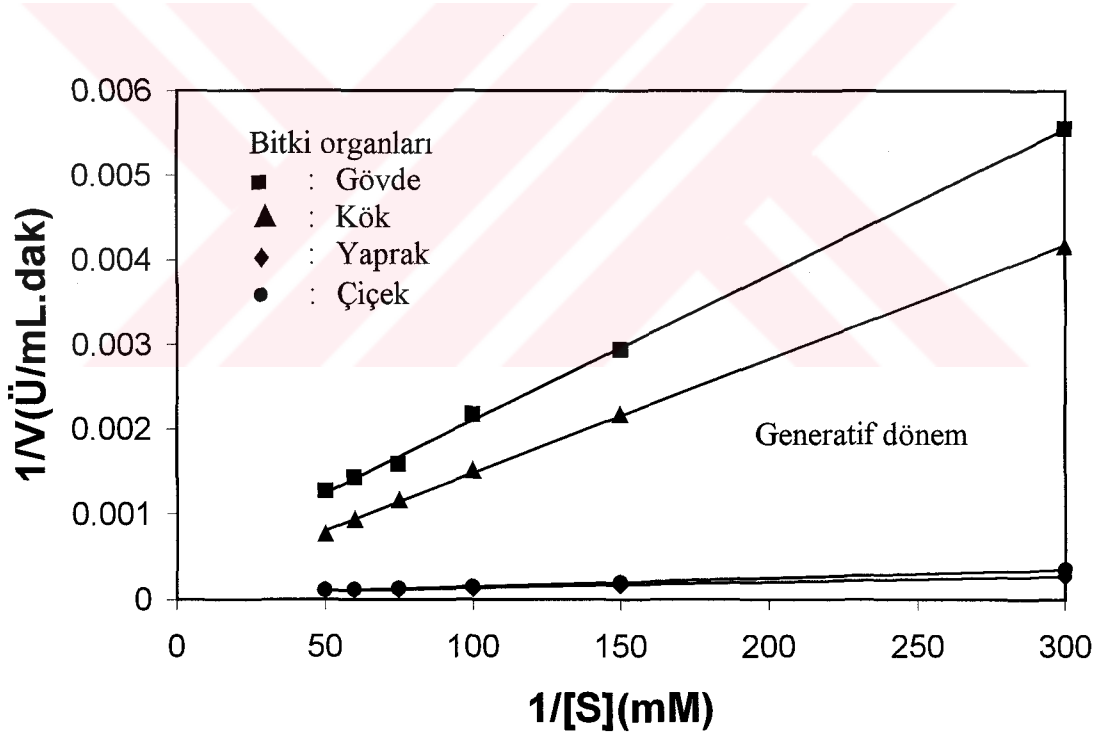
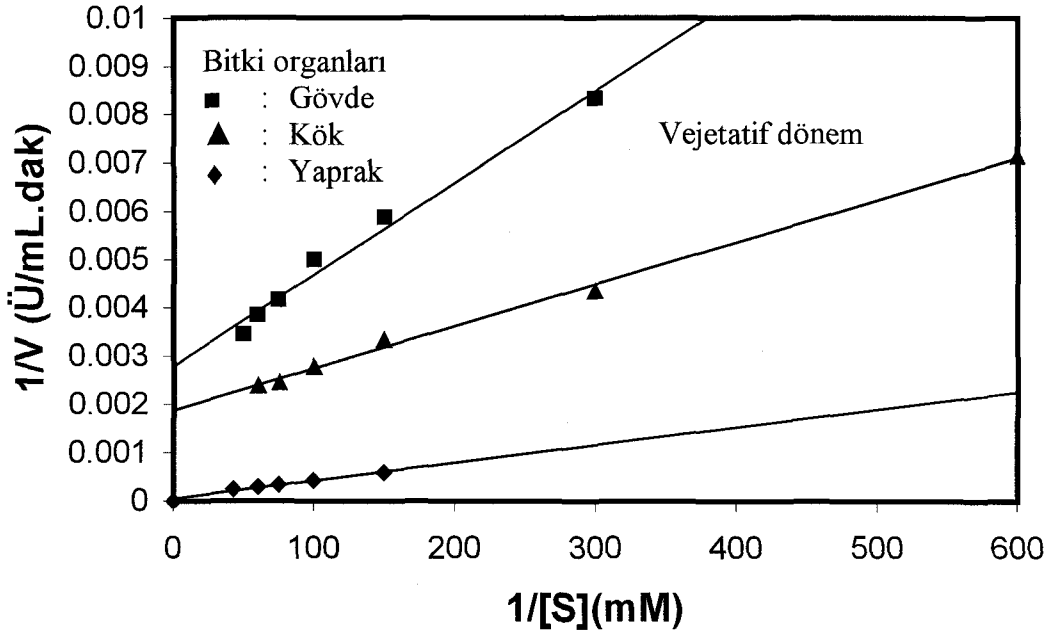
Dönem	Organ	[S]	V	1/[S]	1/V	V_{max}	K_M	V_{max}/K_M	R
Vejetatif	Kök	0.0033	120	300	0.008333	1000	0.020	50000	0.9975
		0.0067	200	150	0.005000				
		0.0100	280	100	0.003571				
		0.0133	340	75	0.002941				
		0.0167	430	60	0.002326				
		0.0200	460	50	0.002174				
	Gövde	0.0033	100	300	0.010000	1111	0.033	33333	0.9994
		0.0067	180	150	0.005556				
		0.0100	260	100	0.003846				
		0.0133	330	75	0.003030				
		0.0167	360	60	0.002778				
		0.0200	400	50	0.002500				
	Yaprak	0.0033	1180	300	0.000847	16666	0.050	333333	0.9977
		0.0067	2360	150	0.000424				
		0.0100	2990	100	0.000334				
		0.0133	4050	75	0.000247				
		0.0167	4270	60	0.000234				
		0.0200	5120	50	0.000195				
Generatif	Kök	0.0033	550	300	0.001818	10000	0.050	200000	0.9978
		0.0067	850	150	0.001176				
		0.0100	1110	100	0.000901				
		0.0133	1340	75	0.000746				
		0.0167	1480	60	0.000676				
		0.0200	1580	50	0.000633				
	Gövde	0.0033	250	300	0.004000	5000	0.050	100000	0.9992
		0.0067	450	150	0.002222				
		0.0100	680	100	0.001471				
		0.0133	860	75	0.001163				
		0.0167	1040	60	0.000962				
		0.0200	1130	50	0.000885				
	Yaprak	0.0033	1730	300	0.000578	14285	0.028	500000	0.9946
		0.0067	2820	150	0.000355				
		0.0100	3710	100	0.000270				
		0.0133	4910	75	0.000204				
		0.0167	5770	60	0.000173				
		0.0200	6910	50	0.000145				
Çiçek	0.0033	1300	300	0.000752	16666	0.033	500000	0.9968	
	0.0067	2800	150	0.000357					
	0.0100	3850	100	0.000260					
	0.0133	4660	75	0.000215					
	0.0167	5340	60	0.000187					
	0.0200	5940	50	0.000168					



Şekil 3.22 Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği

Çizelge 3.13 Sındırğı-Kertil'den toplanan *Origanum onites* türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler

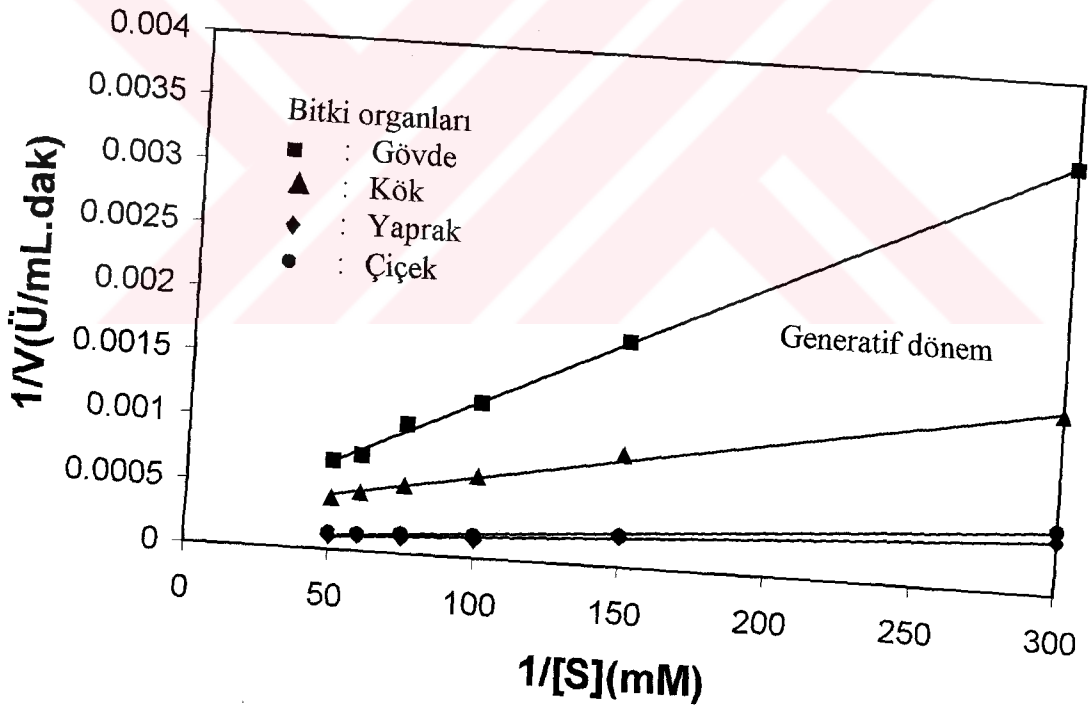
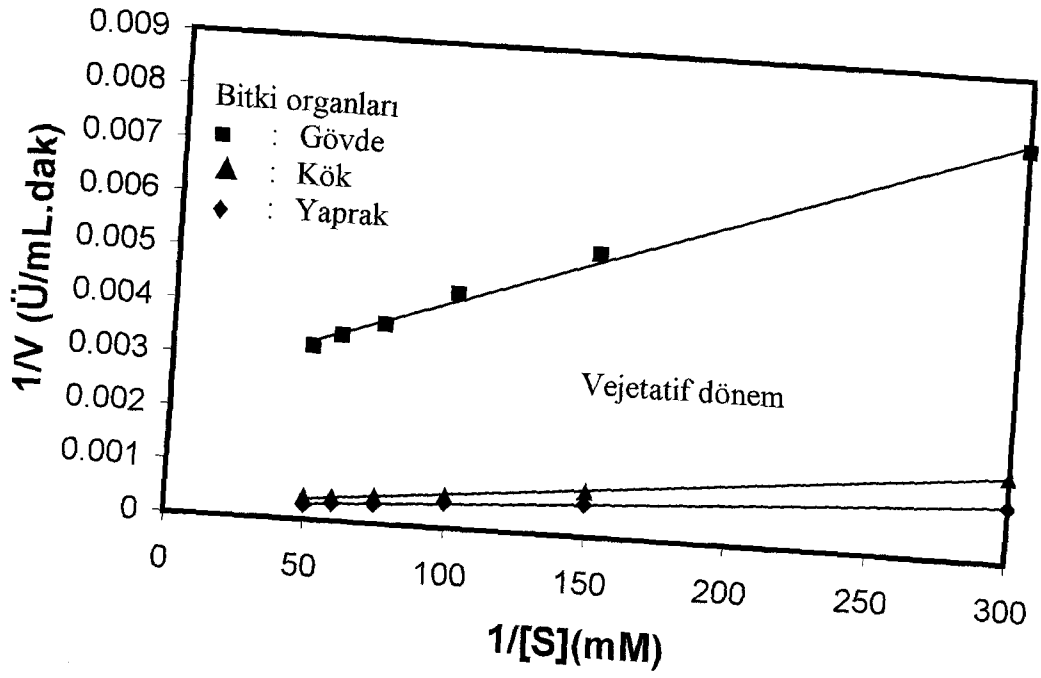
Dönem	Organ	[S]	V	1/[S]	1/V	V _{max}	K _M	V _{max} /K _M	R
Vejetatif	Kök	0.0017	140	600	0.007143	526	0.005	111111	0.9984
		0.0033	230	300	0.004348				
		0.0067	300	150	0.003333				
		0.0100	360	100	0.002778				
		0.0133	410	75	0.002439				
	0.0167	520	60	0.002381					
	Gövde	0.0033	120	300	0.008333	357	0.007	50000	0.9916
		0.0067	170	150	0.005882				
		0.0100	200	100	0.005000				
		0.0133	240	75	0.004167				
		0.0167	260	60	0.003846				
	0.0200	290	50	0.003448					
	Yaprak	0.0067	1750	150	0.000571	25000	0.100	250000	0.9873
		0.0100	2400	100	0.000417				
		0.0133	3060	75	0.000327				
0.0167		3490	60	0.000287					
0.0233		4160	42.9	0.000240					
Generatif	Kök	0.0033	240	300	0.004167	10000	0.100	100000	0.9997
		0.0067	460	150	0.002174				
		0.0100	660	100	0.001515				
		0.0133	860	75	0.001163				
		0.0167	1070	60	0.000935				
	0.0200	1310	50	0.000763					
	Gövde	0.0033	180	300	0.005556	2500	0.050	50000	0.9995
		0.0067	340	150	0.002941				
		0.0100	460	100	0.002174				
		0.0133	630	75	0.001587				
		0.0167	700	60	0.001429				
	0.0200	790	50	0.001266					
	Yaprak	0.0033	3600	300	0.000278	14285	0.010	1428571	0.9969
		0.0067	5850	150	0.000171				
		0.0100	7480	100	0.000134				
0.0133		8260	75	0.000121					
0.0167		8570	60	0.000117					
0.0200	8810	50	0.000114						
Çiçek	0.0033	2800	300	0.000357	16666	0.017	1000000	0.9984	
	0.0067	4980	150	0.000201					
	0.0100	6640	100	0.000151					
	0.0133	7610	75	0.000131					
	0.0167	8270	60	0.000121					
0.0200	8750	50	0.000114						



Şekil 3.23 Sındırgı-Kertil'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği

Çizelge 3.14 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler

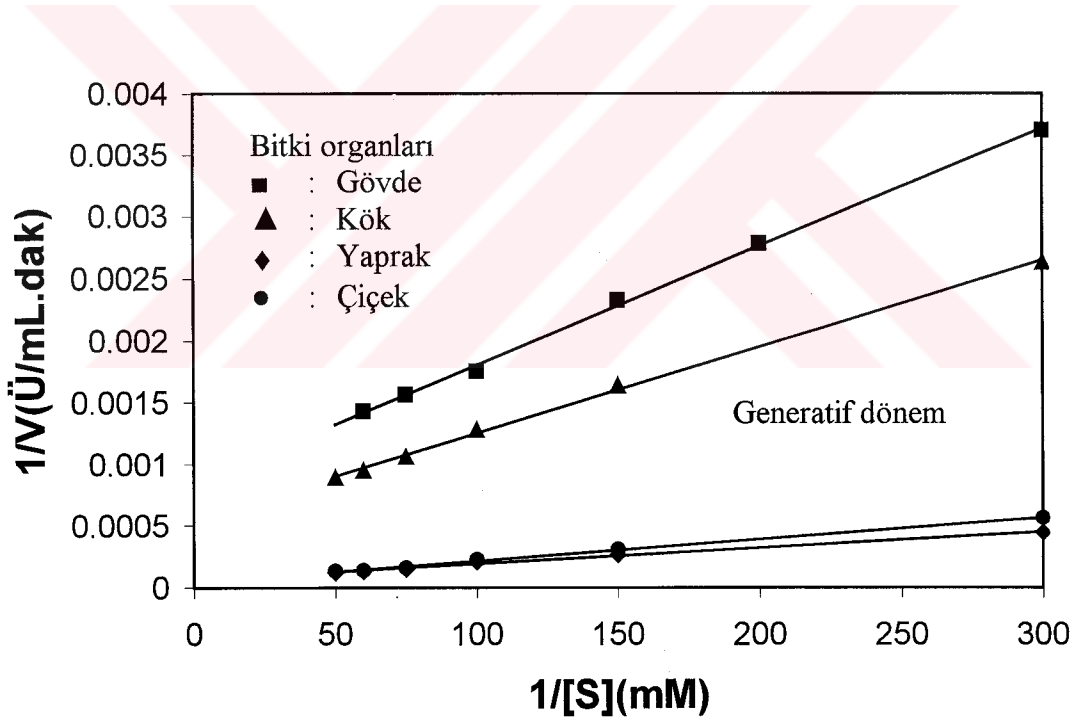
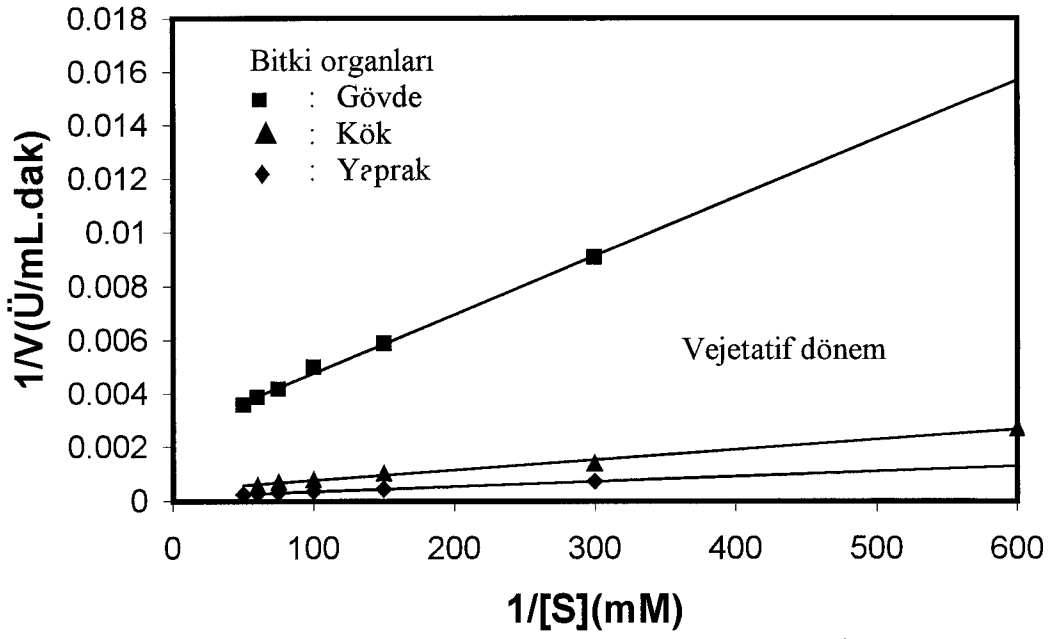
Dönem	Organ	[S]	V	1/[S]	1/V	V_{max}	K_M	V_{max}/K_M	R
Vejetatif	Kök	0.0033	630	300	0.001587	10000	0.050	200000	0.9987
		0.0067	1200	150	0.000833				
		0.0100	1700	100	0.000588				
		0.0133	2000	75	0.000500				
		0.0167	2270	60	0.000441				
		0.0200	2450	50	0.000408				
	Gövde	0.0033	130	300	0.007692	416	0.008	50000	0.9976
		0.0067	190	150	0.005263				
		0.0100	230	100	0.004348				
		0.0133	270	75	0.003704				
		0.0167	290	60	0.003448				
		0.0200	310	50	0.003226				
	Yaprak	0.0033	970	300	0.001031	10000	0.030	333333	0.9984
		0.0067	1680	150	0.000595				
		0.0100	2190	100	0.000457				
		0.0133	2850	75	0.000353				
		0.0167	3120	60	0.000321				
		0.0200	3850	50	0.000260				
Generatif	Kök	0.0033	720	300	0.001389	5000	0.020	250000	0.9972
		0.0067	1150	150	0.000870				
		0.0100	1580	100	0.000633				
		0.0133	1890	75	0.000529				
		0.0167	2210	60	0.000452				
		0.0200	2480	50	0.000403				
	Gövde	0.0033	300	300	0.003333	5000	0.050	100000	0.9994
		0.0067	570	150	0.001754				
		0.0100	830	100	0.001205				
		0.0133	1000	75	0.001000				
		0.0167	1350	60	0.000741				
		0.0200	1450	50	0.000690				
	Yaprak	0.0033	2410	300	0.000415	25000	0.025	1000000	0.9965
		0.0067	4290	150	0.000233				
		0.0100	6790	100	0.000147				
		0.0133	8010	75	0.000125				
		0.0167	8330	60	0.000120				
		0.0200	9110	50	0.000110				
Çiçek	0.0033	2010	300	0.000498	25000	0.025	1000000	0.9956	
	0.0067	4100	150	0.000244					
	0.0100	5630	100	0.000178					
	0.0133	6490	75	0.000154					
	0.0167	7570	60	0.000132					
	0.0200	7690	50	0.000130					



Şekil 3.24 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği

Çizelge 3.15 Susurluk-Karapürçek'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler

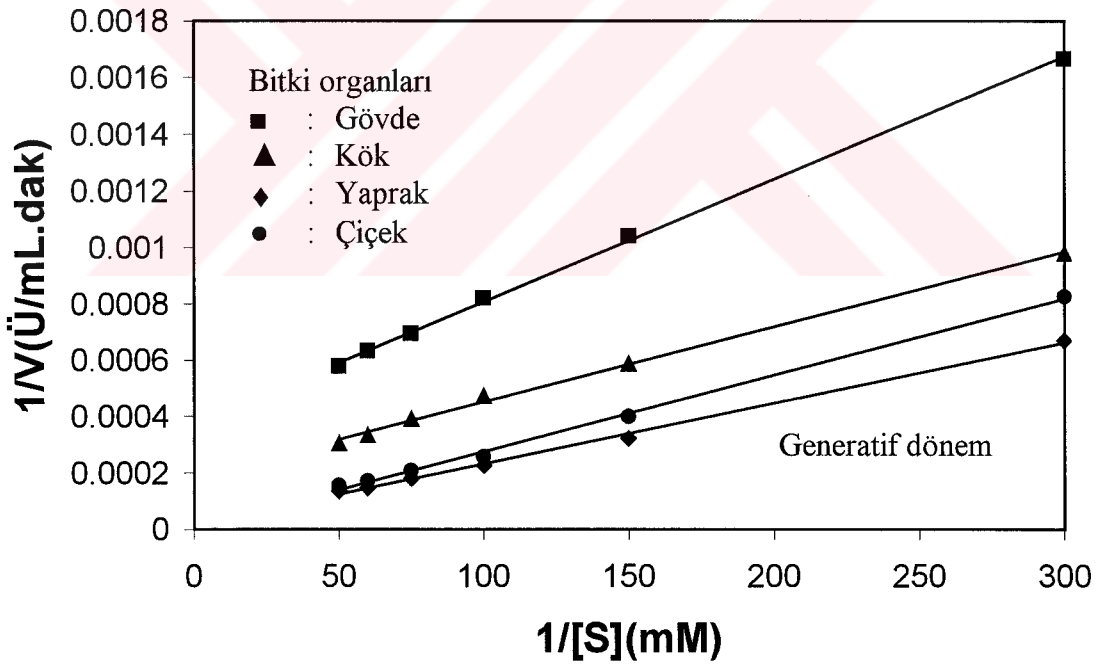
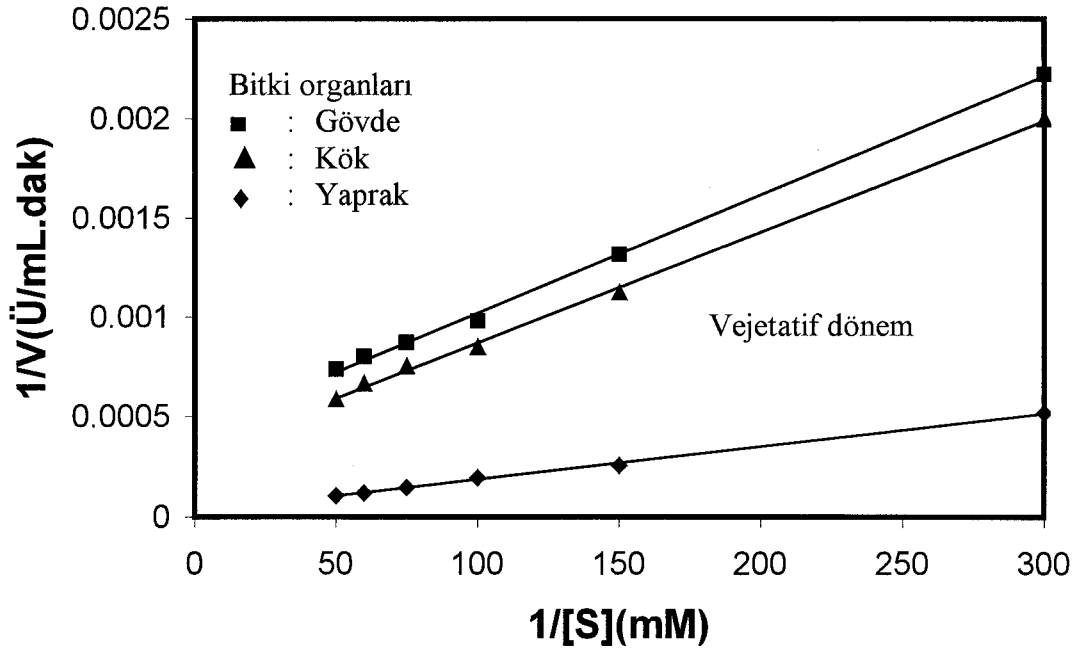
Dönem	Organ	[S]	V	1/[S]	1/V	V_{max}	K_M	V_{max}/K_M	R
Vejetatif	Kök	0.0017	370	600	0.002703	2500	0.010	250000	0.9957
		0.0033	720	300	0.001389				
		0.0067	980	150	0.001020				
		0.0100	1280	100	0.000781				
		0.0133	1450	75	0.000690				
		0.0167	1770	60	0.000565				
	Gövde	0.0033	110	300	0.009091	384	0.008	50000	0.9983
		0.0067	170	150	0.005882				
		0.0100	200	100	0.005000				
		0.0133	240	75	0.004167				
		0.0167	260	60	0.003846				
		0.0200	280	50	0.003571				
	Yaprak	0.0033	1390	300	0.000719	5000	0.010	500000	0.9988
		0.0067	2300	150	0.000435				
		0.0100	2820	100	0.000355				
		0.0133	3260	75	0.000307				
		0.0167	3650	60	0.000274				
		0.0200	4290	50	0.000238				
Generatif	Kök	0.0033	380	300	0.002632	1666	0.012	142857	0.9992
		0.0067	610	150	0.001639				
		0.0100	780	100	0.001282				
		0.0133	940	75	0.001064				
		0.0167	1050	60	0.000952				
		0.0200	1120	50	0.000893				
	Gövde	0.0033	270	300	0.003704	1250	0.013	100000	0.9993
		0.0050	360	200	0.002778				
		0.0067	430	150	0.002326				
		0.0100	570	100	0.001754				
		0.0133	640	75	0.001563				
		0.0167	700	60	0.001429				
	Yaprak	0.0033	2250	300	0.000444	16666	0.017	1000000	0.9965
		0.0067	3780	150	0.000265				
		0.0100	4800	100	0.000208				
		0.0133	6600	75	0.000152				
		0.0167	7550	60	0.000132				
		0.0200	8120	50	0.000123				
Çiçek	0.0033	1780	300	0.000562	25000	0.050	500000	0.9984	
	0.0067	3250	150	0.000308					
	0.0100	4400	100	0.000227					
	0.0133	6300	75	0.000159					
	0.0167	7200	60	0.000139					
	0.0200	7500	50	0.000133					



Şekil 3.25 Susurluk-Karapürçek’den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği

Çizelge 3.16 Edremit-Zeytinli'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler

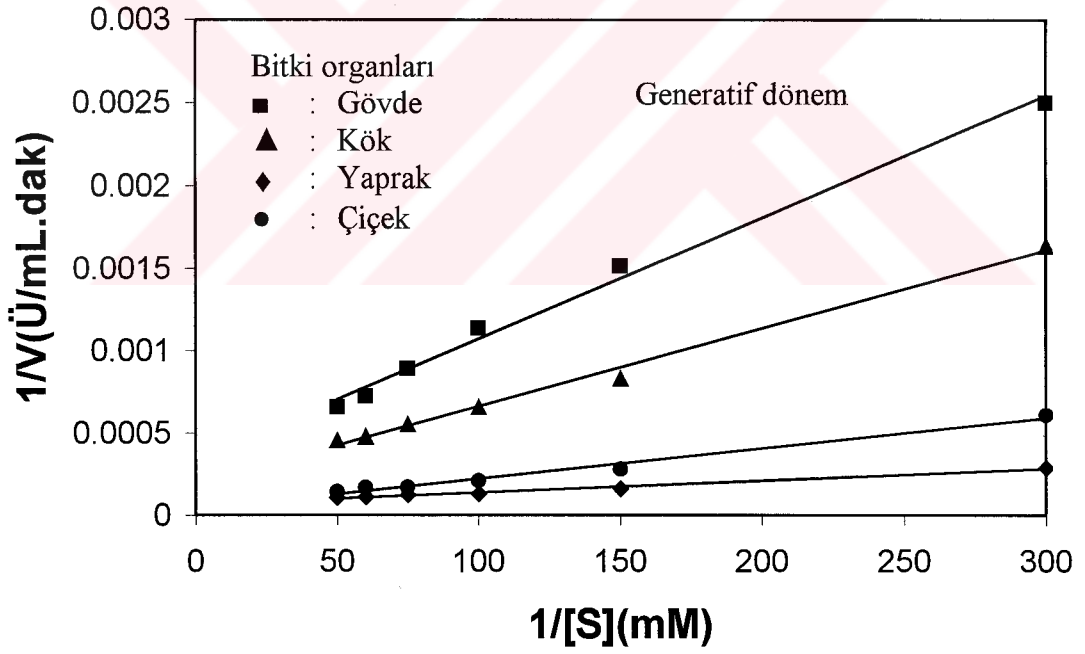
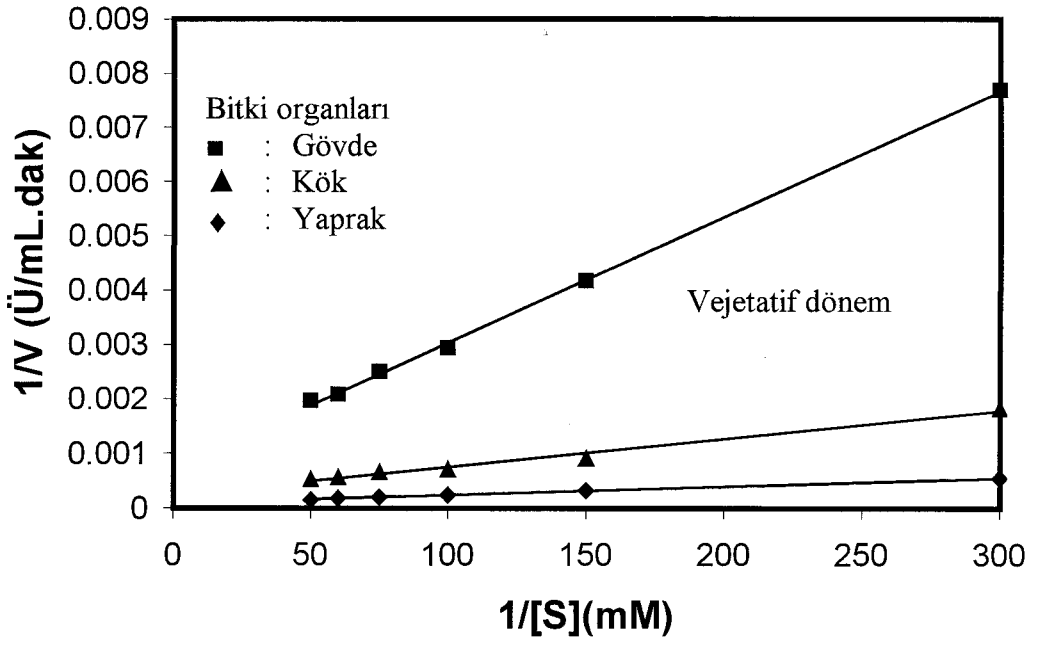
Dönem	Organ	[S]	V	1/[S]	1/V	V _{max}	K _M	V _{max} /K _M	R
Vejetatif	Kök	0.0033	500	300	0.002000	3333	0.020	166666	0.9992
		0.0067	890	150	0.001124				
		0.0100	1180	100	0.000847				
		0.0133	1330	75	0.000752				
		0.0167	1500	60	0.000667				
		0.0200	1710	50	0.000585				
	Gövde	0.0033	450	300	0.002222	2500	0.015	166666	0.9993
		0.0067	760	150	0.001316				
		0.0100	1020	100	0.000980				
		0.0133	1150	75	0.000870				
		0.0167	1250	60	0.000800				
		0.0200	1360	50	0.000735				
	Yaprak	0.0033	1930	300	0.000518	50000	0.100	500000	0.9990
		0.0067	3890	150	0.000257				
		0.0100	5120	100	0.000195				
		0.0133	6830	75	0.000146				
		0.0167	8440	60	0.000118				
		0.0200	9400	50	0.000106				
Generatif	Kök	0.0033	1020	300	0.000980	5000	0.015	333333	0.9835
		0.0067	1700	150	0.000588				
		0.0100	2110	100	0.000474				
		0.0133	2550	75	0.000392				
		0.0167	2990	60	0.000334				
		0.0200	3270	50	0.000306				
	Gövde	0.0033	600	300	0.001667	2500	0.010	250000	0.9946
		0.0067	960	150	0.001042				
		0.0100	1220	100	0.000820				
		0.0133	1440	75	0.000694				
		0.0167	1580	60	0.000633				
		0.0200	1730	50	0.000578				
	Yaprak	0.0033	1490	300	0.000671	47619	0.095	500000	0.9983
		0.0067	3100	150	0.000323				
		0.0100	4410	100	0.000227				
		0.0133	5520	75	0.000181				
		0.0167	6750	60	0.000148				
		0.0200	7310	50	0.000137				
Çiçek	0.0033	1210	300	0.000826	250000	0.750	333333	0.9988	
	0.0067	2500	150	0.000400					
	0.0100	3880	100	0.000258					
	0.0133	4790	75	0.000209					
	0.0167	5800	60	0.000172					
	0.0200	6420	50	0.000156					



Şekil 3.26 Edremit-Zeytinli'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği

Çizelge 3.17 Erdek-Ocaklar'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler

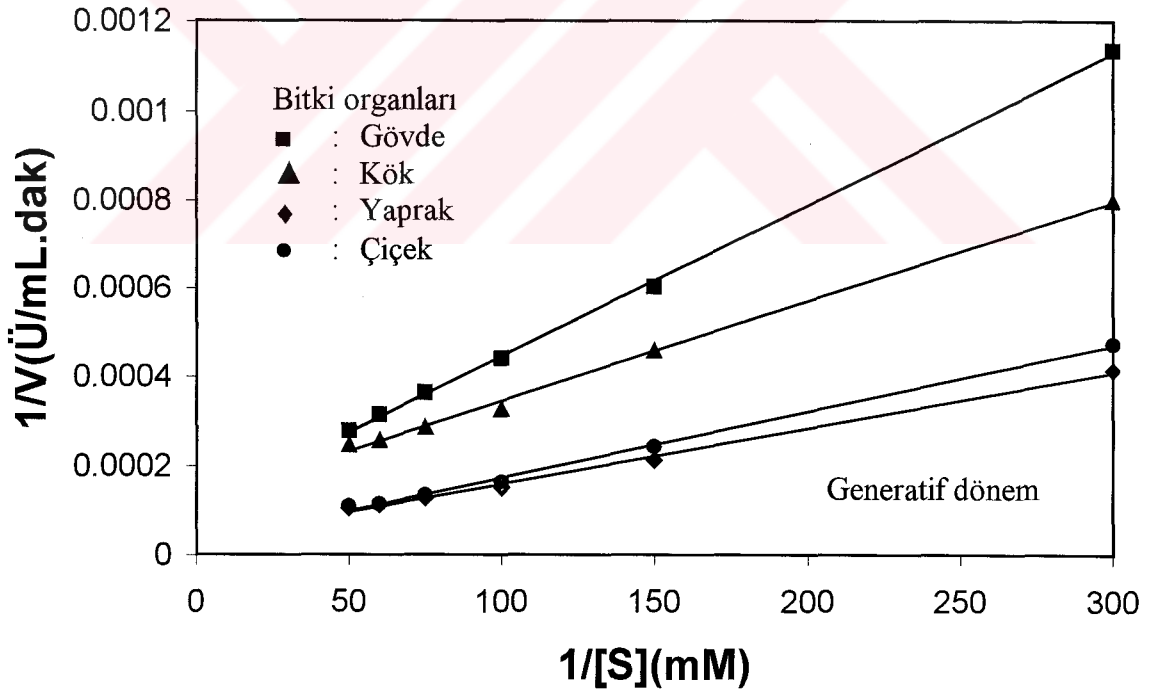
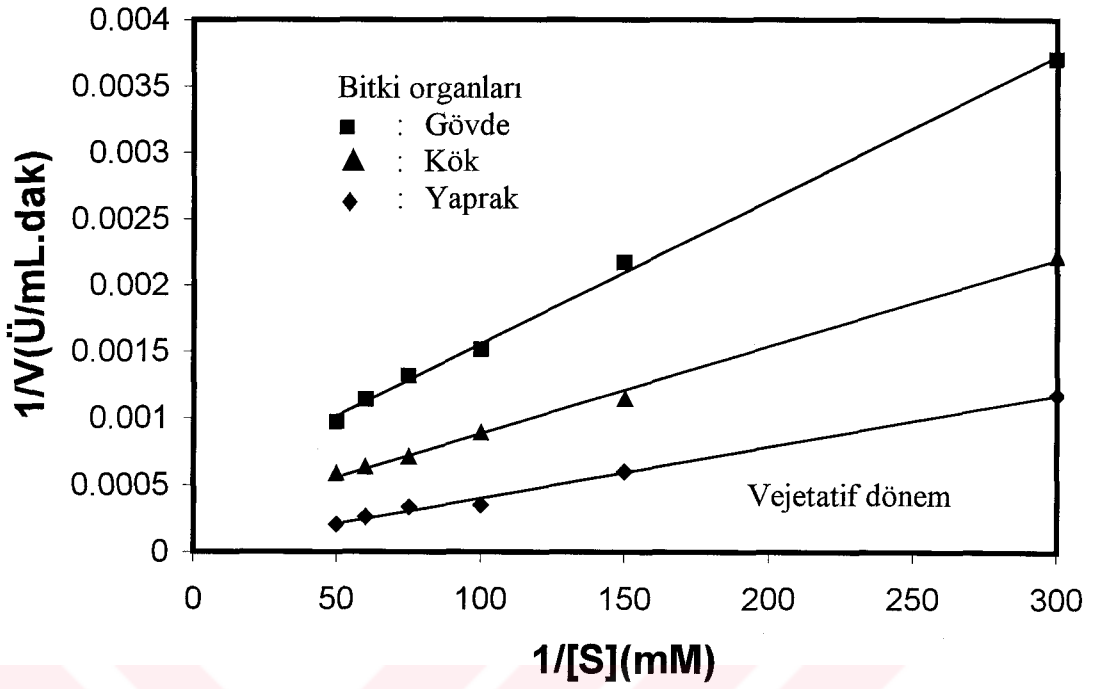
Dönem	Organ	[S]	V	1/[S]	1/V	V _{max}	K _M	V _{max} /K _M	R
Vejetatif	Kök	0.0033	550	300	0.001818	5000	0.025	200000	0.9934
		0.0067	1100	150	0.000909				
		0.0100	1410	100	0.000709				
		0.0133	1520	75	0.000658				
		0.0167	1780	60	0.000562				
		0.0200	1900	50	0.000526				
	Gövde	0.0033	130	300	0.007692	1428	0.029	50000	0.9996
		0.0067	240	150	0.004167				
		0.0100	340	100	0.002941				
		0.0133	400	75	0.002500				
		0.0167	480	60	0.002083				
		0.0200	510	50	0.001961				
	Yaprak	0.0033	1840	300	0.000543	11111	0.022	500000	0.9988
		0.0067	3070	150	0.000326				
		0.0100	4180	100	0.000239				
		0.0133	4950	75	0.000202				
		0.0167	5440	60	0.000184				
		0.0200	6850	50	0.000152				
Generatif	Kök	0.0033	610	300	0.001639	5000	0.025	200000	0.9969
		0.0067	1200	150	0.000833				
		0.0100	1520	100	0.000658				
		0.0133	1810	75	0.000552				
		0.0167	2100	60	0.000476				
		0.0200	2200	50	0.000455				
	Gövde	0.0033	400	300	0.002500	3333	0.023	142857	0.9965
		0.0067	660	150	0.001515				
		0.0100	880	100	0.001136				
		0.0133	1120	75	0.000893				
		0.0167	1380	60	0.000725				
		0.0200	1520	50	0.000658				
	Yaprak	0.0033	3460	300	0.000289	16666	0.012	1428571	0.9941
		0.0067	6170	150	0.000162				
		0.0100	7660	100	0.000131				
		0.0133	8200	75	0.000122				
		0.0167	9060	60	0.000110				
		0.0200	9260	50	0.000108				
Çiçek	0.0033	1640	300	0.000610	33333	0.067	500000	0.9923	
	0.0067	3590	150	0.000279					
	0.0100	4790	100	0.000209					
	0.0133	5890	75	0.000170					
	0.0167	5950	60	0.000168					
	0.0200	7000	50	0.000143					



Şekil 3.27: Erdek-Ocaklar'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği

Çizelge 3.18 Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için Lineweaver-Burk Yöntemi ile elde edilen kinetik sabitler

Dönem	Organ	[S]	V	1/[S]	1/V	V _{max}	K _M	V _{max} /K _M	R
Vejetatif	Kök	0.0033	450	300	0.002222	5000	0.035	142857	0.9984
		0.0067	870	150	0.001149				
		0.0100	1120	100	0.000893				
		0.0133	1400	75	0.000714				
		0.0167	1570	60	0.000637				
		0.0200	1700	50	0.000588				
	Gövde	0.0033	270	300	0.003704	2000	0.020	100000	0.9989
		0.0067	460	150	0.002174				
		0.0100	660	100	0.001515				
		0.0133	760	75	0.001316				
		0.0167	880	60	0.001136				
		0.0200	1030	50	0.000971				
	Yaprak	0.0033	850	300	0.001176	50000	0.200	250000	0.9971
		0.0067	1660	150	0.000602				
		0.0100	2830	100	0.000353				
		0.0133	2960	75	0.000338				
		0.0167	3790	60	0.000264				
		0.0200	4790	50	0.000209				
Generatif	Kök	0.0033	1250	300	0.000800	10000	0.020	500000	0.9988
		0.0067	2180	150	0.000459				
		0.0100	3050	100	0.000328				
		0.0133	3490	75	0.000287				
		0.0167	3890	60	0.000257				
		0.0200	4050	50	0.000247				
	Gövde	0.0033	880	300	0.001136	10000	0.030	333333	0.9997
		0.0067	1660	150	0.000602				
		0.0100	2270	100	0.000441				
		0.0133	2750	75	0.000364				
		0.0167	3180	60	0.000314				
		0.0200	3590	50	0.000279				
	Yaprak	0.0033	2410	300	0.000415	33333	0.033	1000000	0.9987
		0.0067	4700	150	0.000213				
		0.0100	6600	100	0.000152				
		0.0133	7810	75	0.000128				
		0.0167	8820	60	0.000113				
		0.0200	9460	50	0.000106				
Çiçek	0.0033	2110	300	0.000474	33333	0.033	1000000	0.9980	
	0.0067	4110	150	0.000243					
	0.0100	6100	100	0.000164					
	0.0133	7400	75	0.000135					
	0.0167	8660	60	0.000115					
	0.0200	9050	50	0.000110					



Şekil 3.28: Sındırğı-Hisaralan'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen Lineweaver-Burk grafiği

3.3.2 pH'nın PPO Aktivitesine Etkisi

Balıkesir yöresinden 5 farklı lokaliteden toplanan *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının vejetatif dönemde kök, gövde ve yaprağının ve generatif dönemde kök, gövde, yaprak ve çiçeğinin PPO'sunun optimum pH'sı katekol substratı kullanılarak tayin edildi.

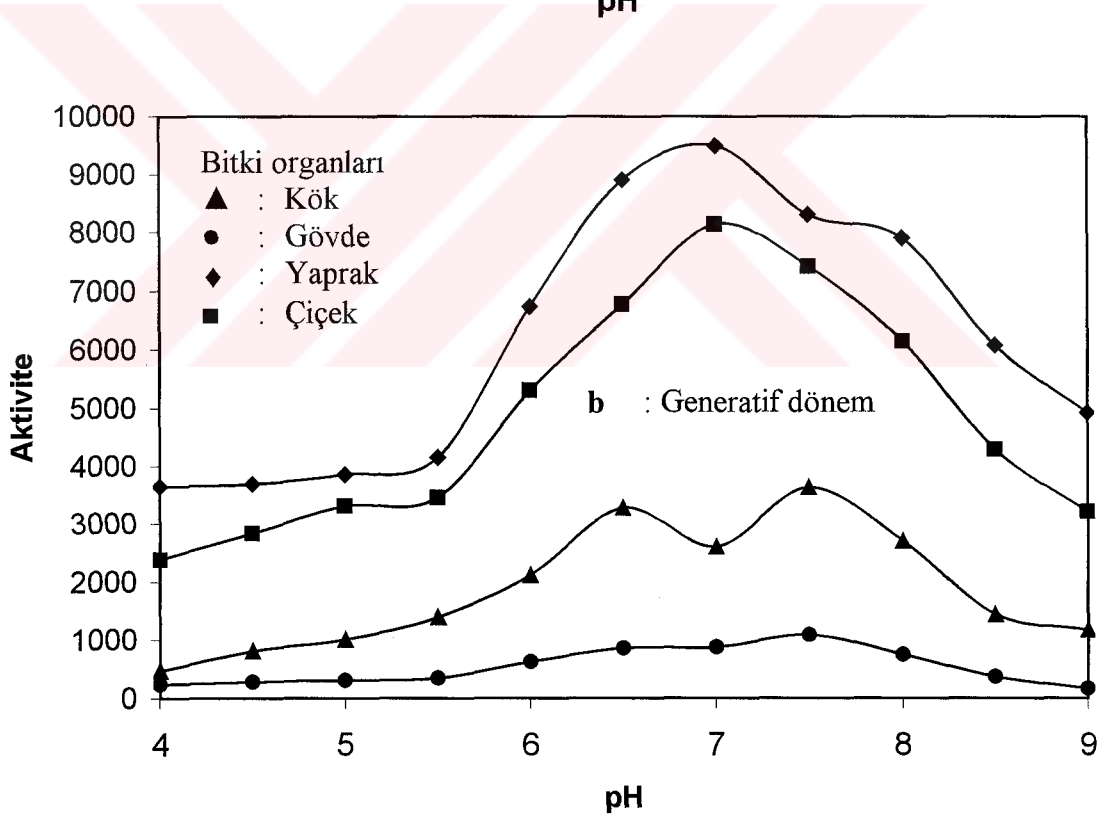
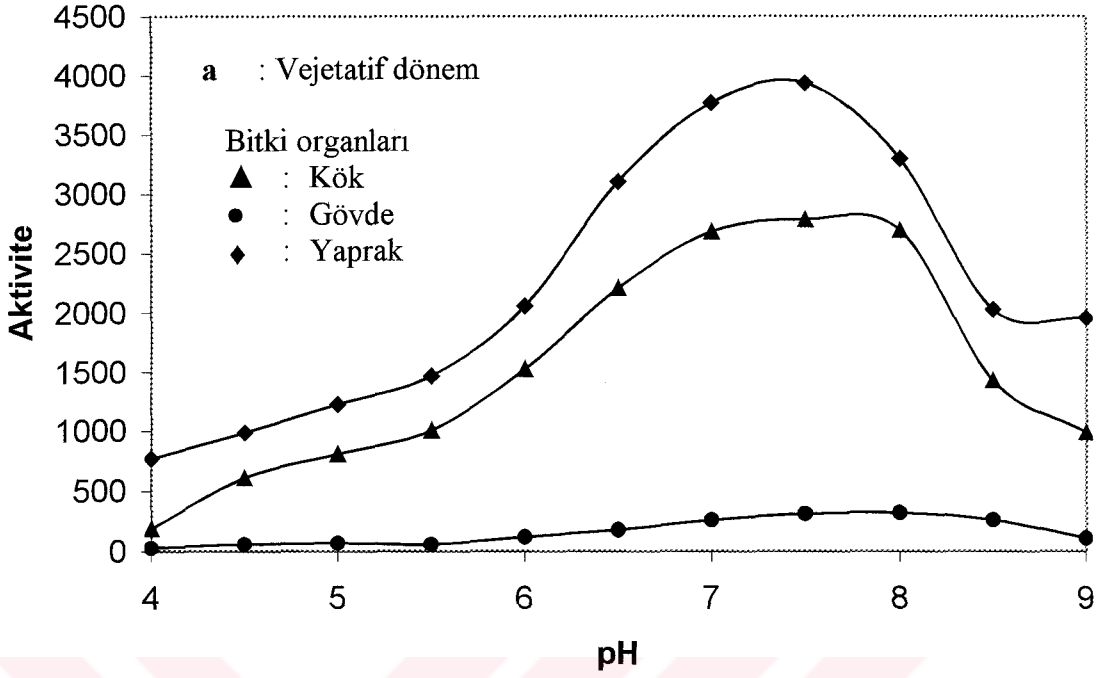
Araştırma alanının farklı lokalitelerinden toplanmış *O. onites*'in vejetatif dönemde kökleri için optimum pH değerlerinin 7.4-8.0 aralığında, gövde için optimum pH değerlerinin 8.0 olduğu ve yaprak için ise 7.4-7.9 aralığında olduğu bulunmuştur. Generatif dönemde kök için optimum pH değerlerinin 7.0-7.8 arasında olduğu, gövde için 7.2-8.0 arasında olduğu, yaprak için, 6.9-7.5 arasında olduğu ve çiçek için ise 7.0-7.3 arasında olduğu tespit edilmiştir(Çizelge 3.19-3.28).

O. vulgare ssp. *hirtum*'un vejetatif dönemde hesaplanan optimum pH değerlerinin kökleri için 7.3-8.0, gövde için 7.5-8.0 ve yaprak için ise 7.2-7.8 arasında olduğu bulunmuştur. Generatif dönemde ise kök için 6.5-7.0, gövde için 7.0-8.0, yaprak için 6.4-7.2 ve çiçek için ise 6.9-7.2 olduğu tespit edilmiştir(Çizelge 3.19-3.28).

Elde edilen deneysel sonuçlar Çizelge 3.19-3.28 ve Şekil 3.29-3.38'da verildi. Vejetatif dönemden generatif döneme geçişte PPO enziminin optimum pH'sının yaklaşık olarak 0.5 birim kadar azaldığı çizelgelerden görülmektedir.

Çizelge 3.19 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri

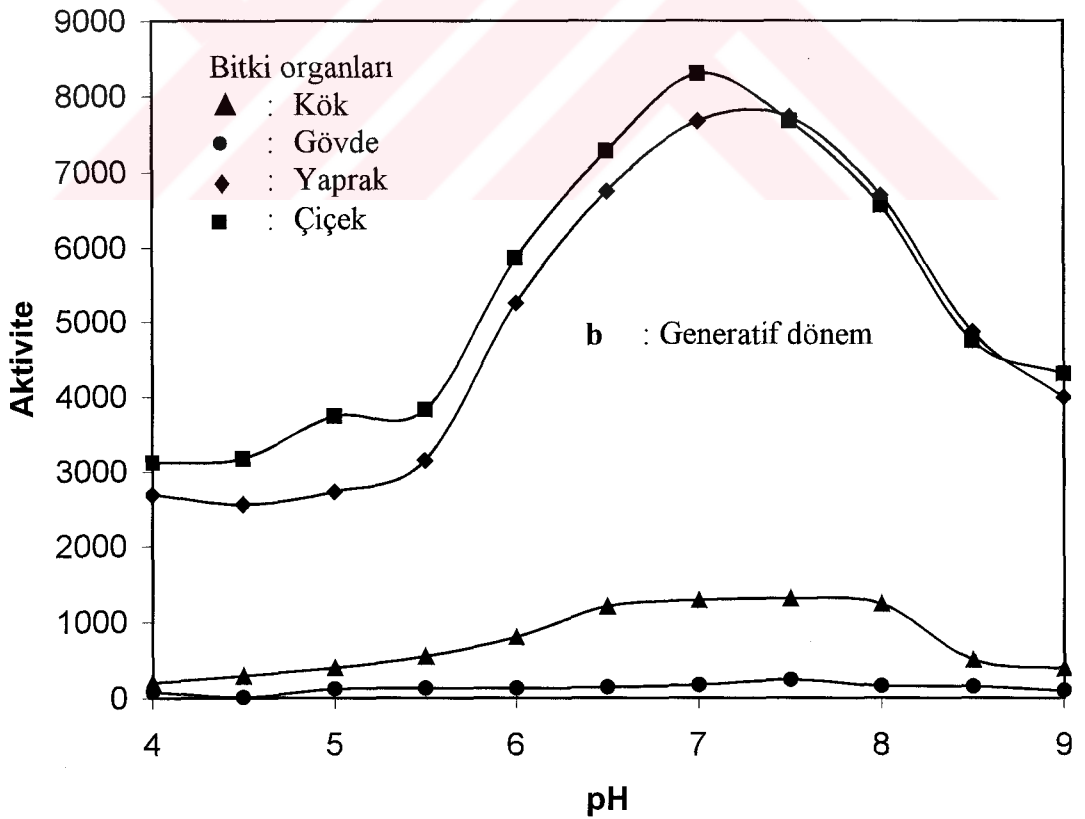
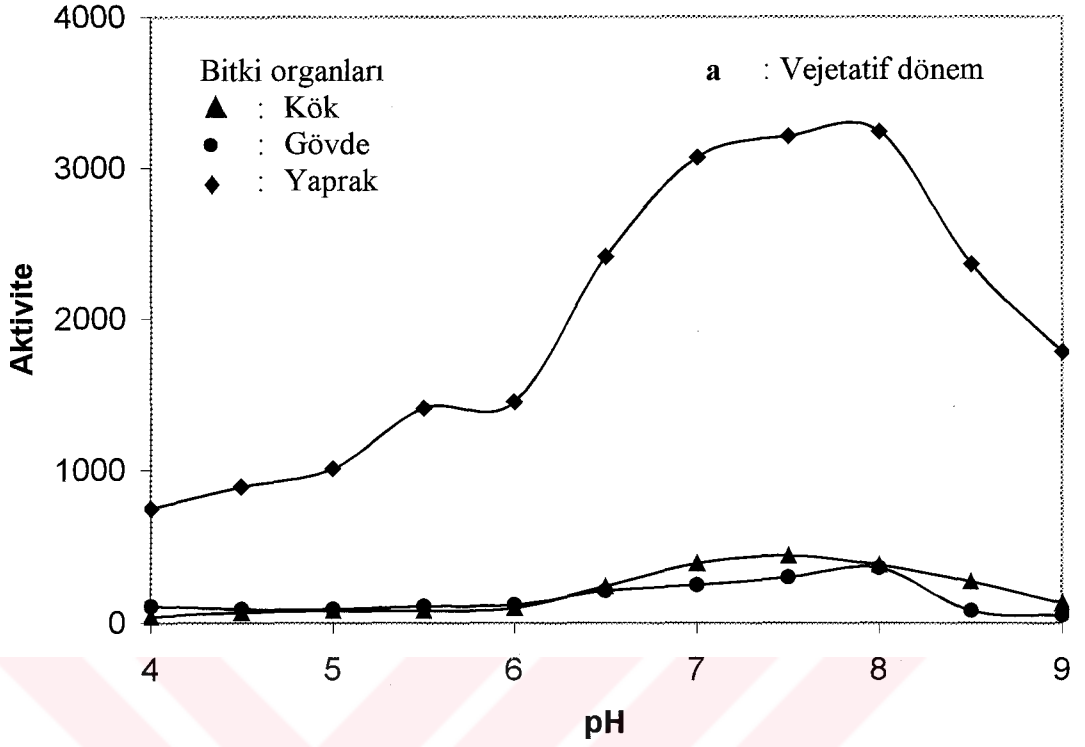
Dönem	Organ	pH	Aktivite	Dönem	Organ	pH	Aktivite	
Vejetatif	Kök	4.0	190	Generatif	Kök	4.0	470	
		4.5	610			4.5	810	
		5.0	810			5.0	1010	
		5.5	1010			5.5	1400	
		6.0	1530			6.0	2120	
		6.5	2210			6.5	3280	
		7.0	2690			7.0	2610	
		7.5	2790			7.5	3630	
		8.0	2700			8.0	2710	
		8.5	1430			8.5	1450	
	9.0	990	9.0		1180			
	Gövde	4.0	30		Gövde	4.0	240	
		4.5	60			4.5	280	
		5.0	70			5.0	310	
		5.5	60			5.5	350	
		6.0	120			6.0	630	
		6.5	180			6.5	860	
		7.0	260			7.0	880	
		7.5	310			7.5	1090	
		8.0	320			8.0	750	
		8.5	260			8.5	370	
	9.0	110	9.0		170			
	Yaprak	4.0	770		Yaprak	4.0	3650	
		4.5	990			4.5	3690	
		5.0	1230			5.0	3860	
		5.5	1470			5.5	4150	
		6.0	2060			6.0	6740	
		6.5	3110			6.5	8900	
		7.0	3770			7.0	9490	
		7.5	3940			7.5	8300	
		8.0	3300			8.0	7900	
		8.5	2030			8.5	6070	
	9.0	1960	9.0		4920			
						Çiçek	4.0	2390
							4.5	2840
							5.0	3310
				5.5	3460			
				6.0	5300			
				6.5	6770			
				7.0	8130			
				7.5	7420			
				8.0	6140			
				8.5	4290			
				9.0	3220			



Şekil 3.29 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği

Çizelge 3.20 Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri

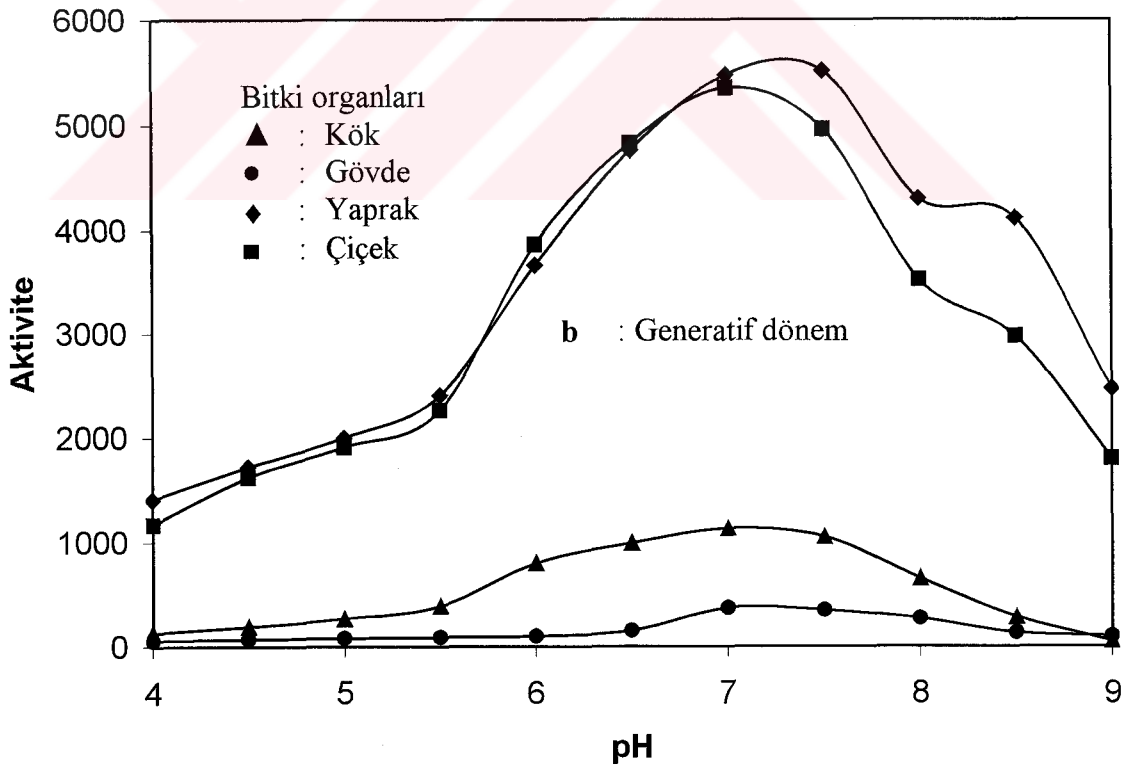
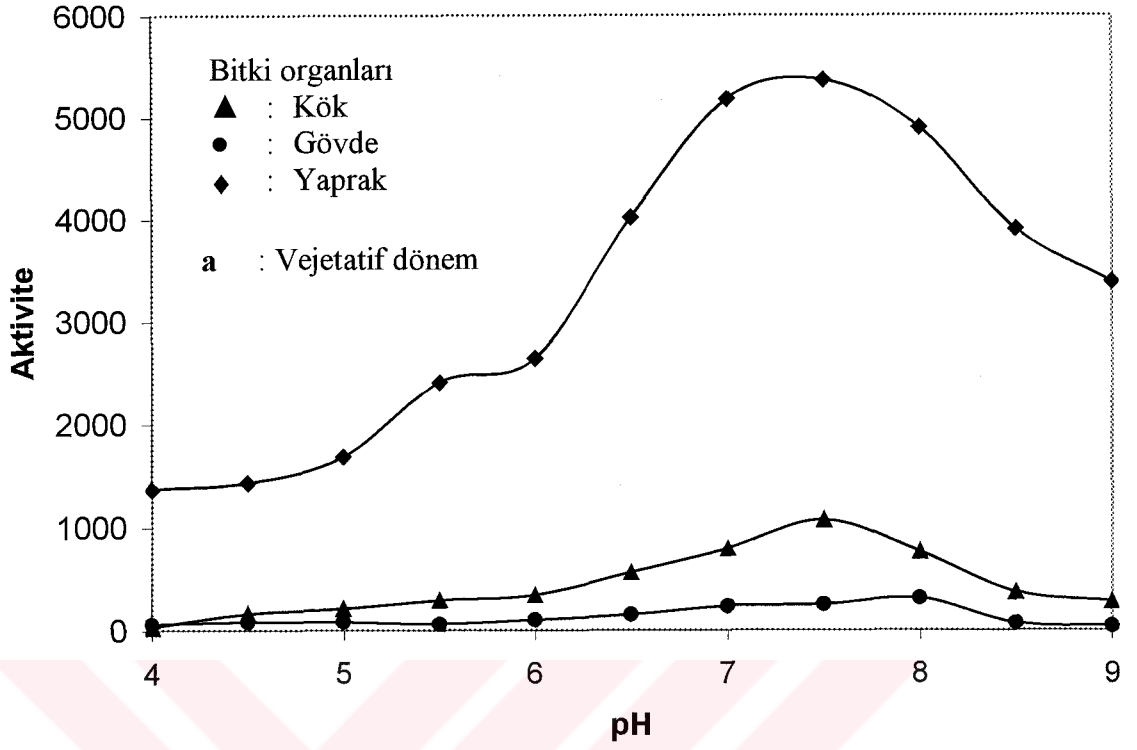
Dönem	Organ	pH	Aktivite	Dönem	Organ	pH	Aktivite
Vejetatif	Kök	4.0	40	Generatif	Kök	4.0	200
		4.5	70			4.5	290
		5.0	80			5.0	400
		5.5	80			5.5	550
		6.0	100			6.0	800
		6.5	240			6.5	1210
		7.0	390			7.0	1290
		7.5	440			7.5	1310
		8.0	380			8.0	1240
		8.5	270			8.5	500
	9.0	130	9.0		390		
	Gövde	4.0	110		Gövde	4.0	80
		4.5	90			4.5	10
		5.0	90			5.0	120
		5.5	110			5.5	130
		6.0	120			6.0	130
		6.5	210			6.5	140
		7.0	250			7.0	170
		7.5	300			7.5	240
		8.0	360			8.0	160
		8.5	80			8.5	150
	9.0	50	9.0		100		
	Yaprak	4.0	750		Yaprak	4.0	2690
		4.5	890			4.5	2560
		5.0	1010			5.0	2730
		5.5	1410			5.5	3150
		6.0	1450			6.0	5260
		6.5	2410			6.5	6750
		7.0	3070			7.0	7680
		7.5	3210			7.5	7730
		8.0	3240			8.0	6700
		8.5	2360			8.5	4870
	9.0	1780	9.0		4000		
	Çiçek	4.0			Çiçek	4.0	3120
		4.5				4.5	3170
		5.0				5.0	3740
5.5			5.5	3830			
6.0			6.0	5860			
6.5			6.5	7280			
7.0			7.0	8300			
7.5			7.5	7680			
8.0		8.0	6560				
8.5		8.5	4750				
9.0		9.0	4310				



Şekil 3.30 Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği

Çizelge 3.21 Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri

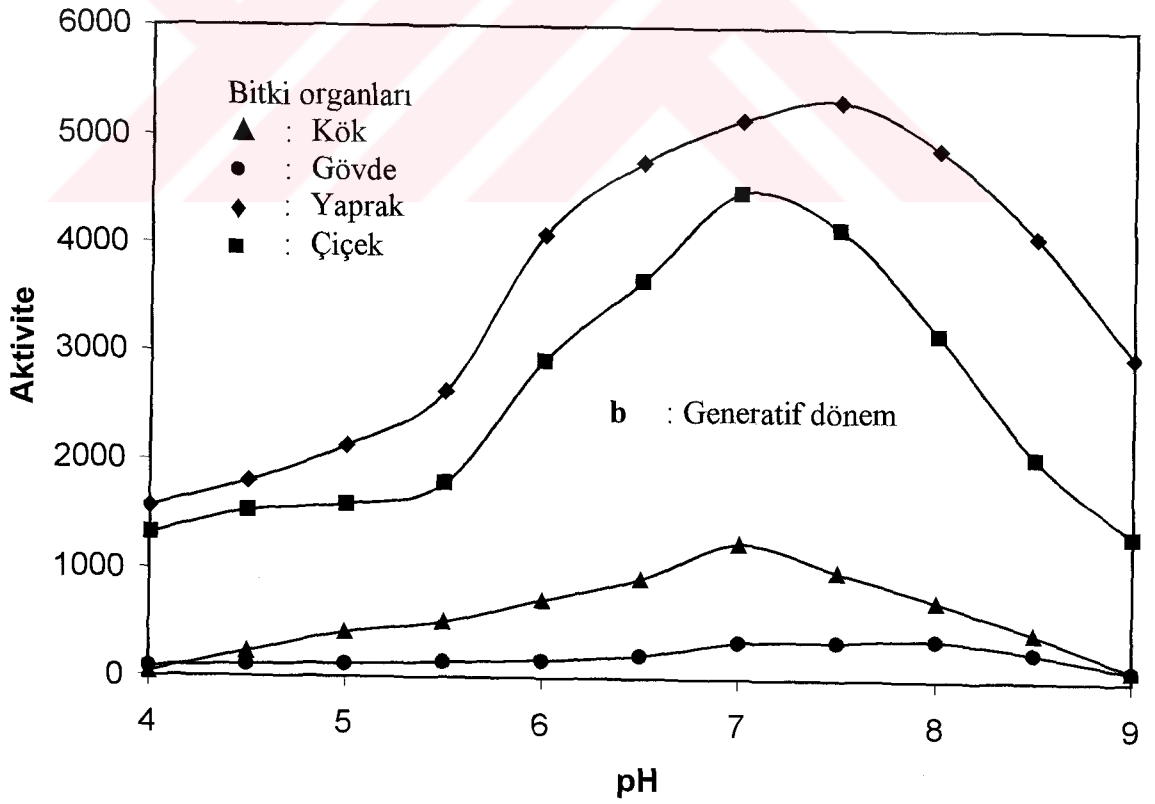
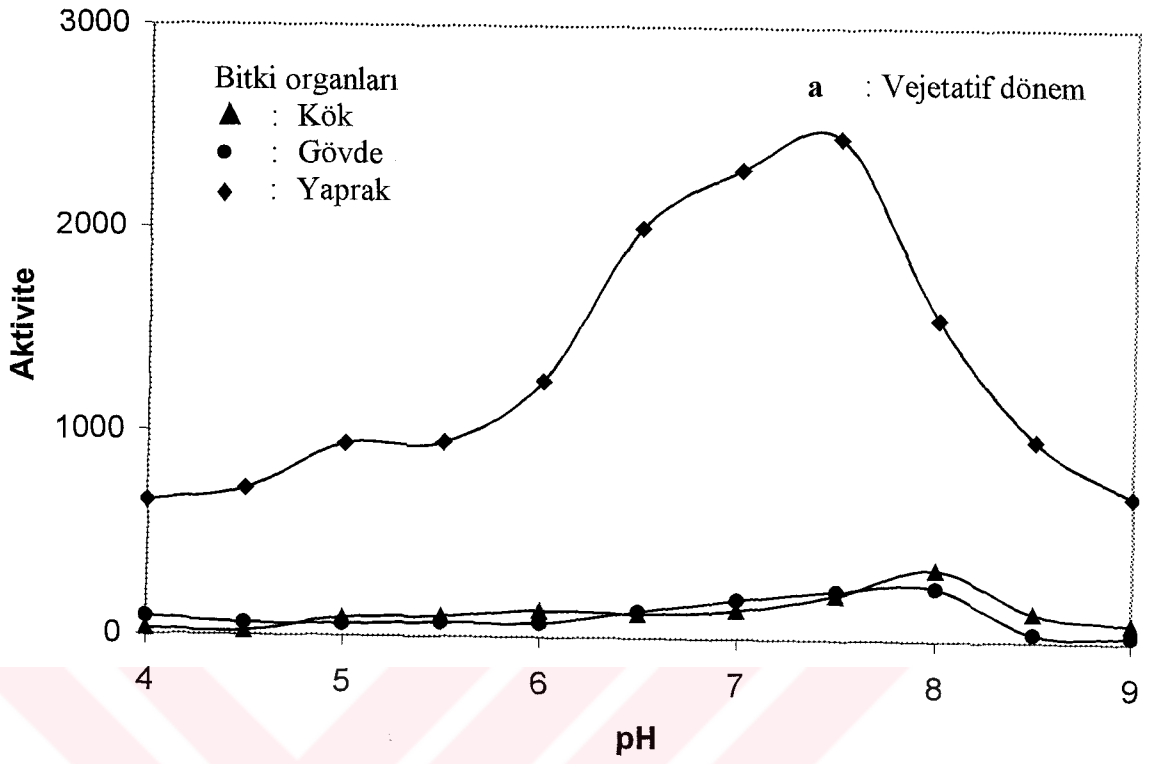
Dönem	Organ	pH	Aktivite	Dönem	Organ	pH	Aktivite	
Vejetatif	Kök	4.0	30	Generatif	Kök	4.0	130	
		4.5	160			4.5	190	
		5.0	210			5.0	270	
		5.5	290			5.5	390	
		6.0	340			6.0	800	
		6.5	560			6.5	990	
		7.0	790			7.0	1130	
		7.5	1070			7.5	1050	
		8.0	760			8.0	650	
		8.5	370			8.5	280	
		9.0	280			9.0	50	
	Gövde	4.0	60		Gövde	4.0	60	
		4.5	80			4.5	70	
		5.0	80			5.0	80	
		5.5	60			5.5	90	
		6.0	100			6.0	100	
		6.5	150			6.5	150	
		7.0	230			7.0	370	
		7.5	250			7.5	350	
		8.0	310			8.0	270	
		8.5	70			8.5	130	
		9.0	40			9.0	100	
	Yaprak	4.0	1370		Yaprak	4.0	1410	
		4.5	1430			4.5	1720	
		5.0	1680			5.0	2000	
		5.5	2410			5.5	2400	
		6.0	2640			6.0	3660	
		6.5	4020			6.5	4760	
		7.0	5180			7.0	5470	
		7.5	5370			7.5	5510	
		8.0	4900			8.0	4300	
		8.5	3900			8.5	4110	
		9.0	3390			9.0	2470	
						Çiçek	4.0	1170
							4.5	1620
							5.0	1910
5.5				2260				
6.0				3860				
6.5				4810				
7.0				5350				
7.5				4960				
8.0				3520				
8.5	2970							
9.0	1800							



Şekil 3.31 Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği

Çizelge 3.22 Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri

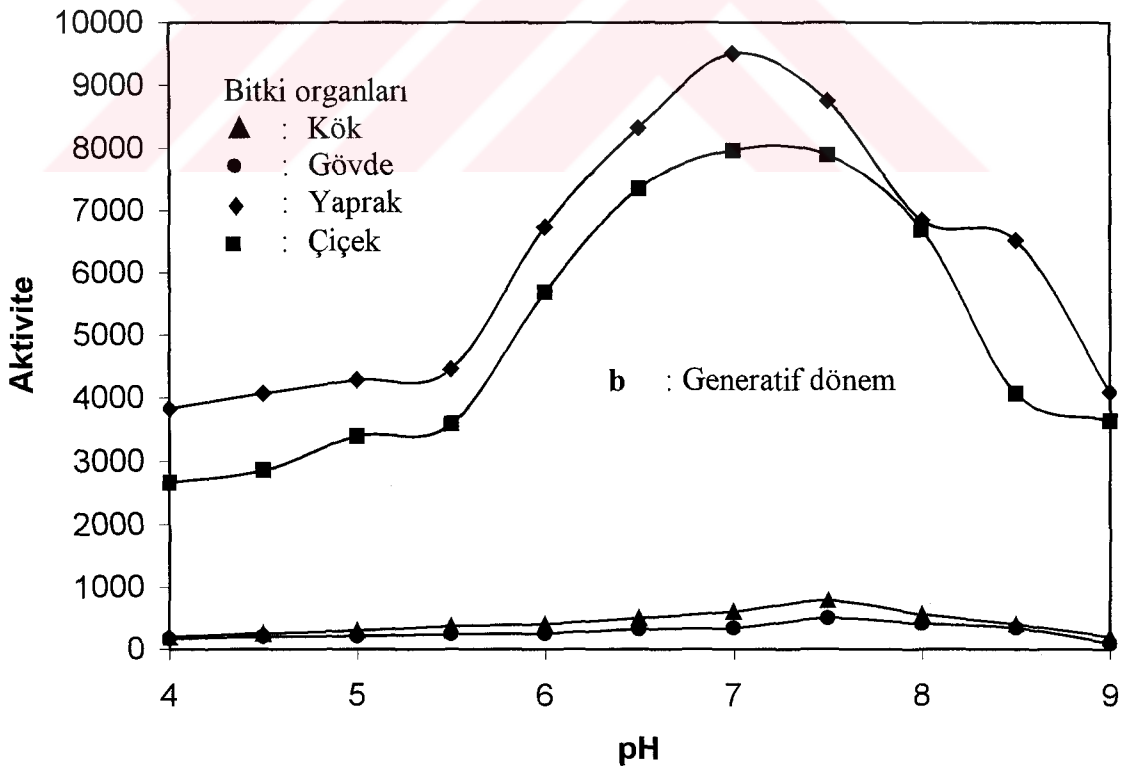
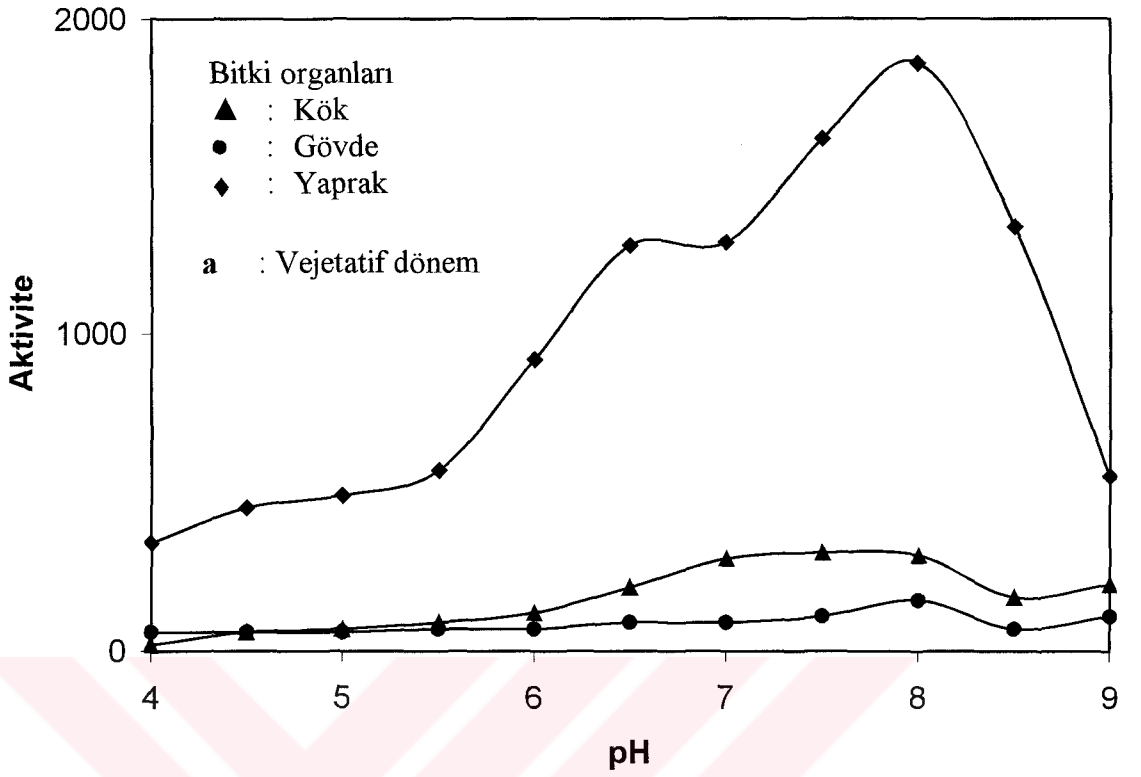
Dönem	Organ	pH	Aktivite	Dönem	Organ	pH	Aktivite	
Vejetatif	Kök	4.0	30	Generatif	Kök	4.0	40	
		4.5	20			4.5	230	
		5.0	90			5.0	410	
		5.5	100			5.5	510	
		6.0	130			6.0	720	
		6.5	120			6.5	920	
		7.0	140			7.0	1250	
		7.5	220			7.5	1000	
		8.0	350			8.0	730	
		8.5	140			8.5	440	
	9.0	90	9.0		110			
	Gövde	4.0	90		Gövde	4.0	90	
		4.5	60			4.5	110	
		5.0	60			5.0	120	
		5.5	70			5.5	140	
		6.0	70			6.0	160	
		6.5	130			6.5	210	
		7.0	190			7.0	240	
		7.5	240			7.5	250	
		8.0	260			8.0	270	
		8.5	40			8.5	260	
	9.0	30	9.0		100			
	Yaprak	4.0	660		Yaprak	4.0	1570	
		4.5	720			4.5	1800	
		5.0	940			5.0	2130	
		5.5	950			5.5	2630	
		6.0	1250			6.0	4090	
		6.5	2010			6.5	4770	
		7.0	2300			7.0	5160	
		7.5	2460			7.5	5340	
		8.0	1570			8.0	4910	
		8.5	980			8.5	4100	
	9.0	710	9.0		2990			
						Çiçek	4.0	1320
							4.5	1530
							5.0	1590
5.5				1790				
6.0				2920				
6.5				3670				
7.0				4490				
7.5				4160				
8.0				3190				
8.5				2060				
9.0	1340							



Şekil 3.32 Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği

Çizelge 3.23 Sındırğı-Kertil'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri

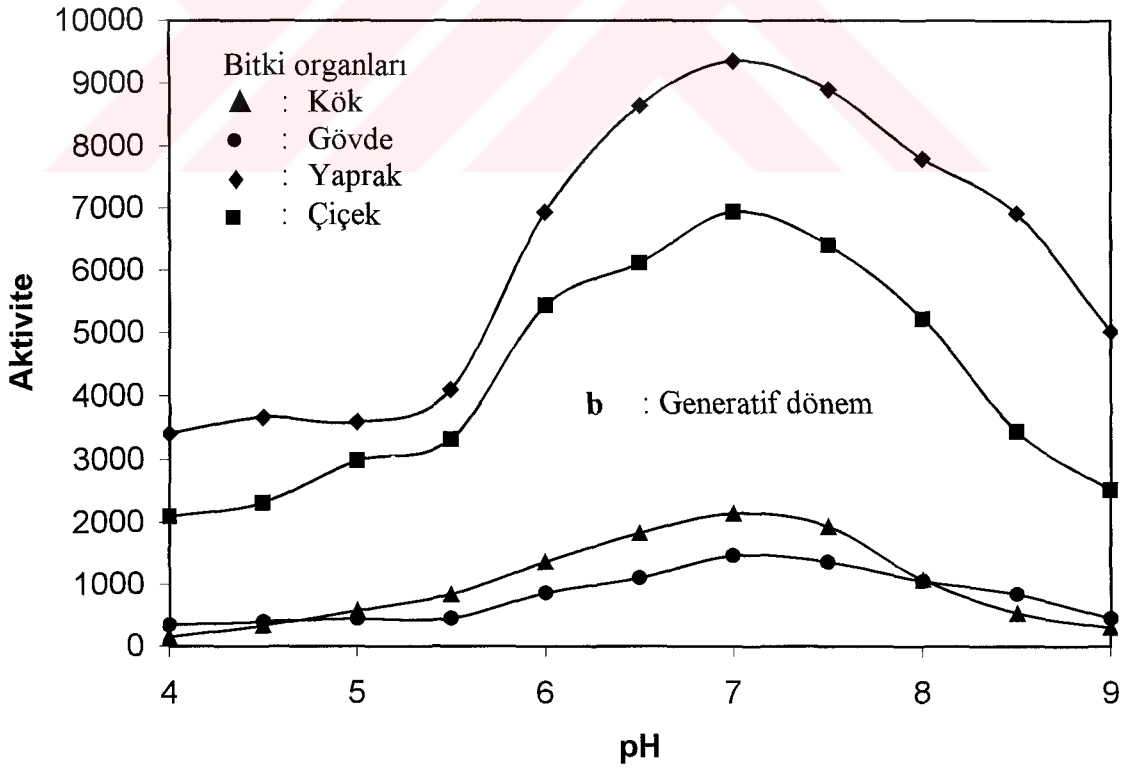
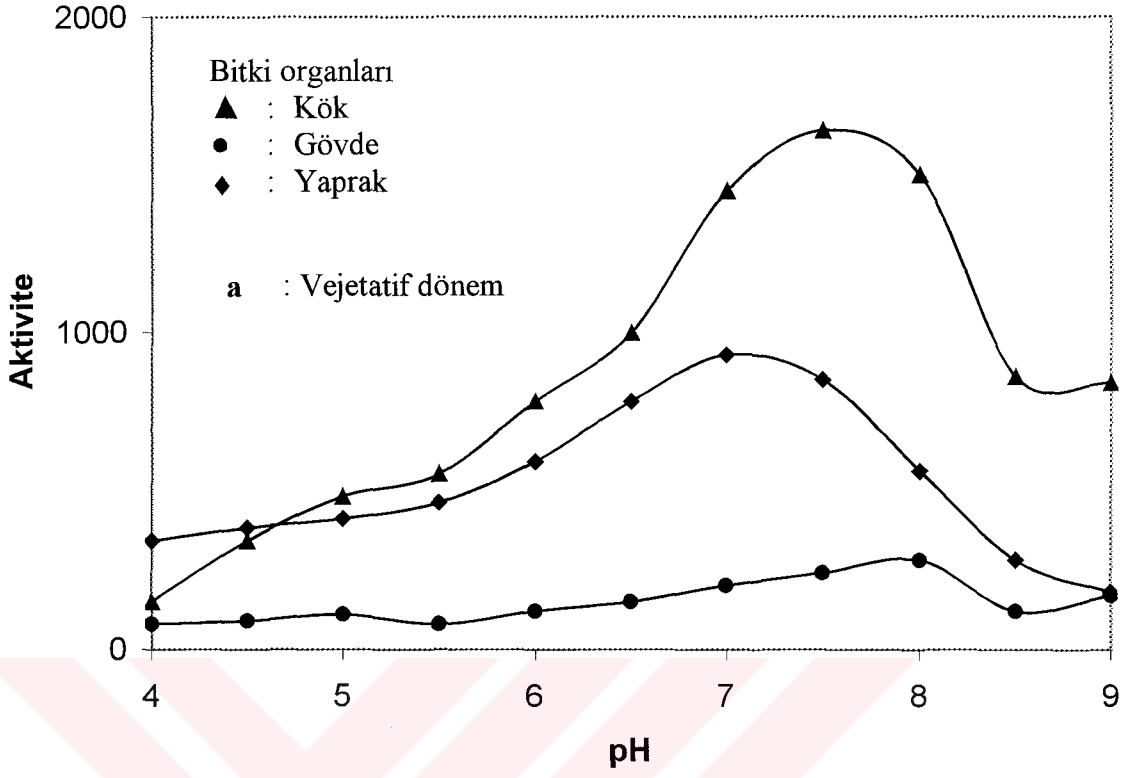
Dönem	Organ	pH	Aktivite	Dönem	Organ	pH	Aktivite
Vejetatif	Kök	4.0	20	Generatif	Kök	4.0	200
		4.5	60			4.5	250
		5.0	70			5.0	300
		5.5	90			5.5	370
		6.0	120			6.0	400
		6.5	200			6.5	500
		7.0	290			7.0	600
		7.5	310			7.5	780
		8.0	300			8.0	560
		8.5	170			8.5	400
	9.0	210	9.0		200		
	Gövde	4.0	60		Gövde	4.0	170
		4.5	60			4.5	200
		5.0	60			5.0	210
		5.5	70			5.5	240
		6.0	70			6.0	250
		6.5	90			6.5	320
		7.0	90			7.0	340
		7.5	110			7.5	500
		8.0	160			8.0	410
		8.5	70			8.5	340
	9.0	110	9.0		100		
	Yaprak	4.0	340		Yaprak	4.0	3830
		4.5	450			4.5	4070
		5.0	490			5.0	4280
		5.5	570			5.5	4450
		6.0	920			6.0	6730
		6.5	1280			6.5	8320
		7.0	1290			7.0	9500
		7.5	1620			7.5	8750
		8.0	1860			8.0	6840
		8.5	1340			8.5	6520
	9.0	550	9.0		4090		
	Çiçek	4.0			Çiçek	4.0	2660
						4.5	2850
						5.0	3390
			5.5	3580			
			6.0	5680			
			6.5	7350			
			7.0	7960			
			7.5	7880			
		8.0	6690				
		8.5	4070				
		9.0	3630				



Şekil 3.33 Sındırgı-Kertil'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği

Çizelge 3.24 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri

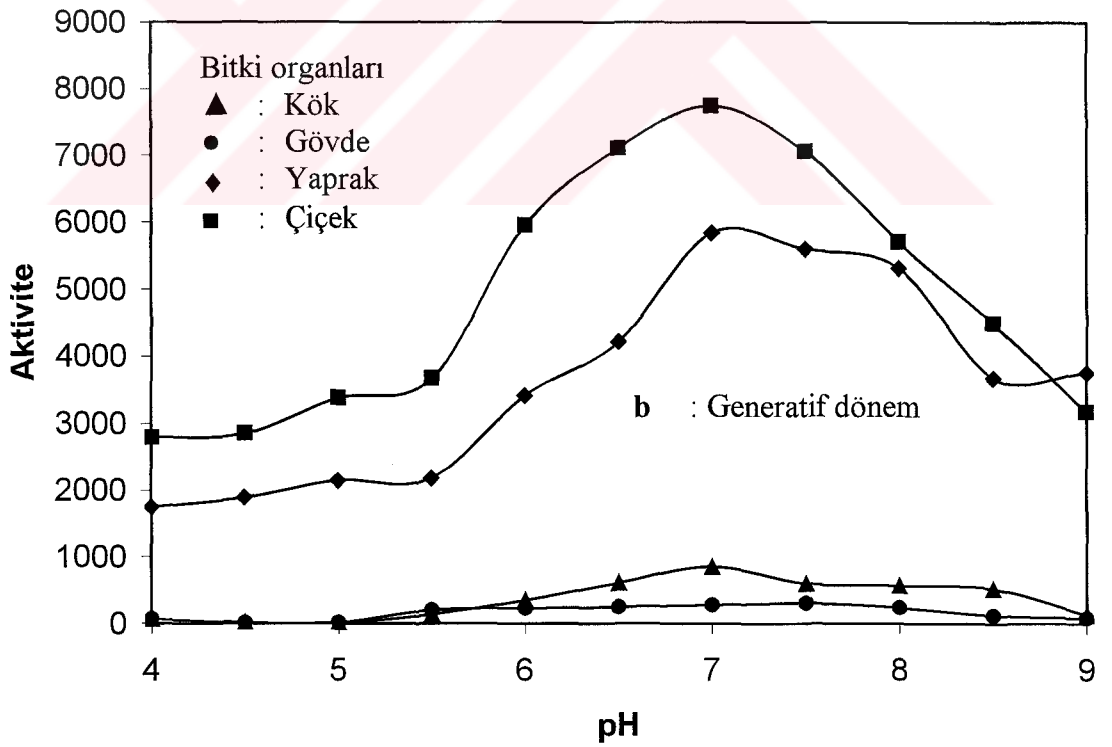
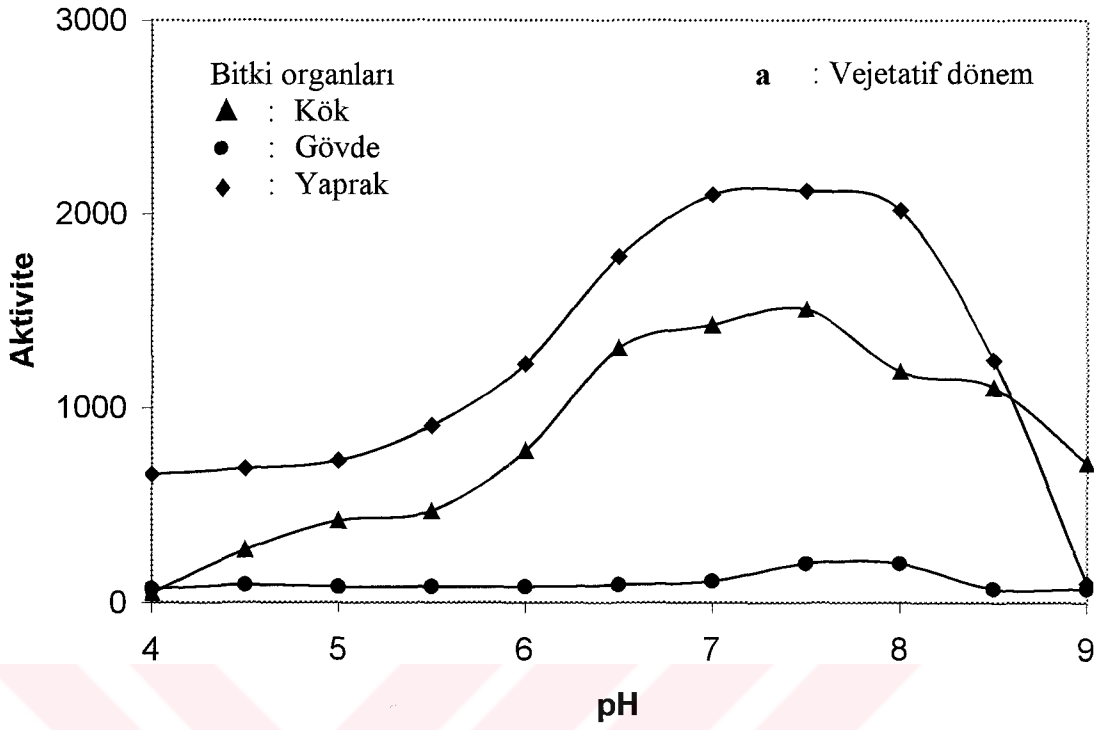
Dönem	Organ	pH	Aktivite	Dönem	Organ	pH	Aktivite
Vejetatif	Kök	4.0	150	Generatif	Kök	4.0	150
		4.5	340			4.5	330
		5.0	480			5.0	570
		5.5	550			5.5	840
		6.0	780			6.0	1360
		6.5	1000			6.5	1820
		7.0	1450			7.0	2140
		7.5	1640			7.5	1930
		8.0	1500			8.0	1070
		8.5	860			8.5	530
	9.0	840	9.0		300		
	Gövde	4.0	80		Gövde	4.0	340
		4.5	90			4.5	390
		5.0	110			5.0	440
		5.5	80			5.5	450
		6.0	120			6.0	860
		6.5	150			6.5	1100
		7.0	200			7.0	1460
		7.5	240			7.5	1360
		8.0	280			8.0	1050
		8.5	120			8.5	840
	9.0	170	9.0		450		
	Yaprak	4.0	340		Yaprak	4.0	3410
		4.5	380			4.5	3670
		5.0	410			5.0	3590
		5.5	460			5.5	4100
		6.0	590			6.0	6930
		6.5	780			6.5	8640
		7.0	930			7.0	9350
		7.5	850			7.5	8900
		8.0	560			8.0	7790
		8.5	280			8.5	6910
	9.0	180	9.0		5020		
	Çiçek	4.0			Çiçek	4.0	2090
		4.5				4.5	2310
		5.0				5.0	2980
5.5			5.5	3320			
6.0			6.0	5430			
6.5			6.5	6110			
7.0			7.0	6940			
7.5			7.5	6400			
8.0			8.0	5220			
8.5		8.5	3440				
9.0		9.0	2510				



Şekil 3.34 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği

Çizelge 3.25 Susurluk-Karapürçek’den toplanan *Origanum* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri

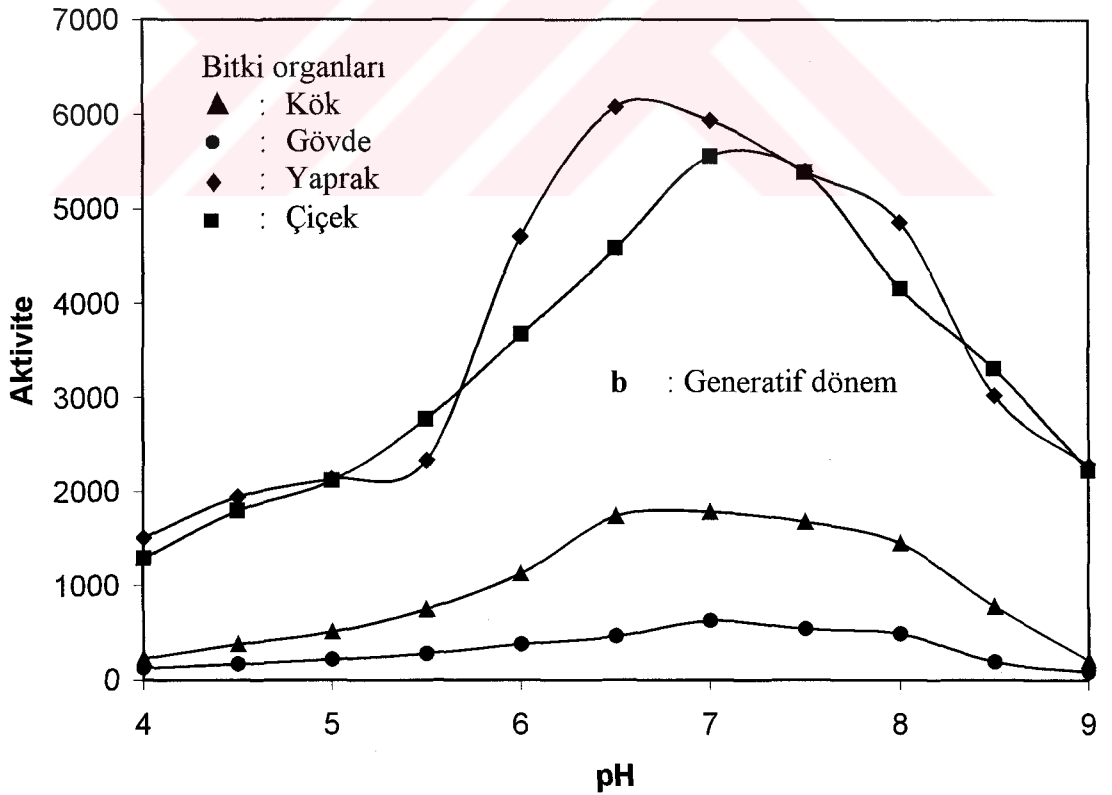
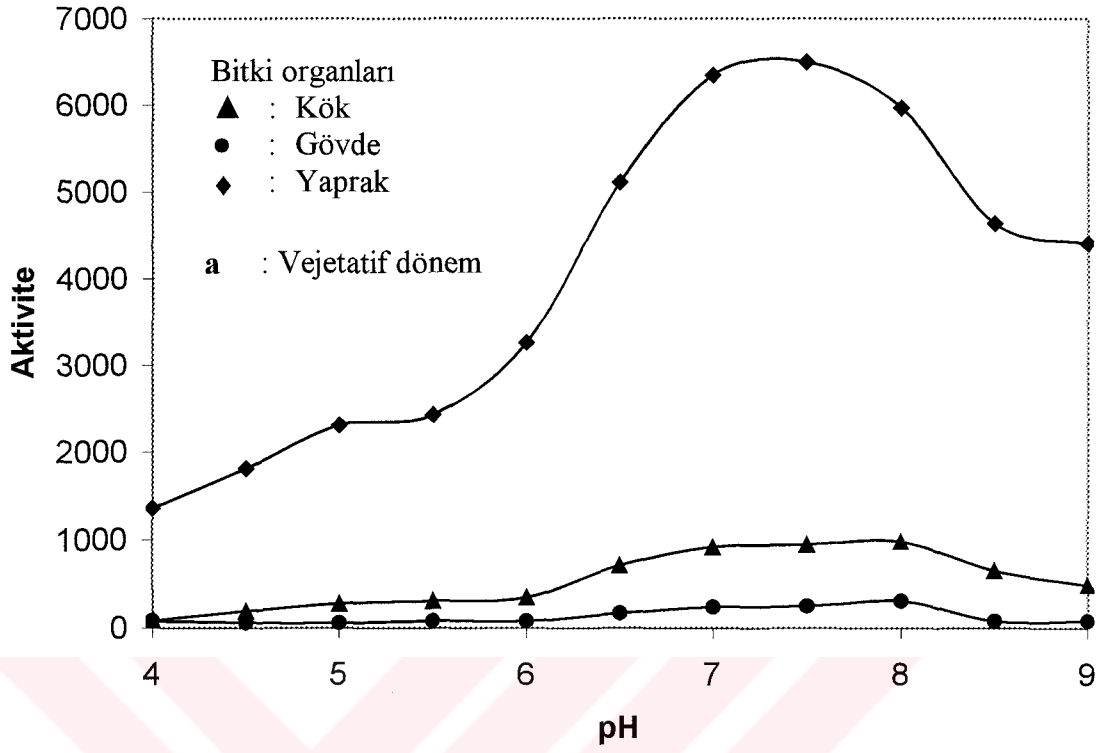
Dönem	Organ	pH	Aktivite	Dönem	Organ	pH	Aktivite
Vejetatif	Kök	4.0	50	Generatif	Kök	4.0	70
		4.5	270			4.5	11
		5.0	420			5.0	11
		5.5	470			5.5	140
		6.0	780			6.0	350
		6.5	1310			6.5	610
		7.0	1430			7.0	850
		7.5	1510			7.5	600
		8.0	1190			8.0	570
		8.5	1110			8.5	520
	9.0	720	9.0		130		
	Gövde	4.0	70		Gövde	4.0	70
		4.5	90			4.5	11
		5.0	80			5.0	17
		5.5	80			5.5	200
		6.0	80			6.0	230
		6.5	90			6.5	250
		7.0	110			7.0	280
		7.5	200			7.5	310
		8.0	200			8.0	240
		8.5	70			8.5	120
	9.0	70	9.0		80		
	Yaprak	4.0	660		Yaprak	4.0	1750
		4.5	690			4.5	1890
		5.0	730			5.0	2150
		5.5	910			5.5	2180
		6.0	1230			6.0	3420
		6.5	1780			6.5	4220
		7.0	2100			7.0	5840
		7.5	2120			7.5	5600
		8.0	2020			8.0	5310
		8.5	1250			8.5	3680
	9.0	100	9.0		3760		
	Çiçek	4.0			Çiçek	4.0	2800
		4.5				4.5	2850
		5.0				5.0	3380
5.5			5.5	3670			
6.0			6.0	5950			
6.5			6.5	7110			
7.0			7.0	7750			
7.5			7.5	7060			
8.0		8.0	5700				
8.5		8.5	4490				
9.0		9.0	3180				



Şekil 3.35 Susurluk-Karapürçek’den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği

Çizelge 3.26 Edremit-Zeytinli'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri

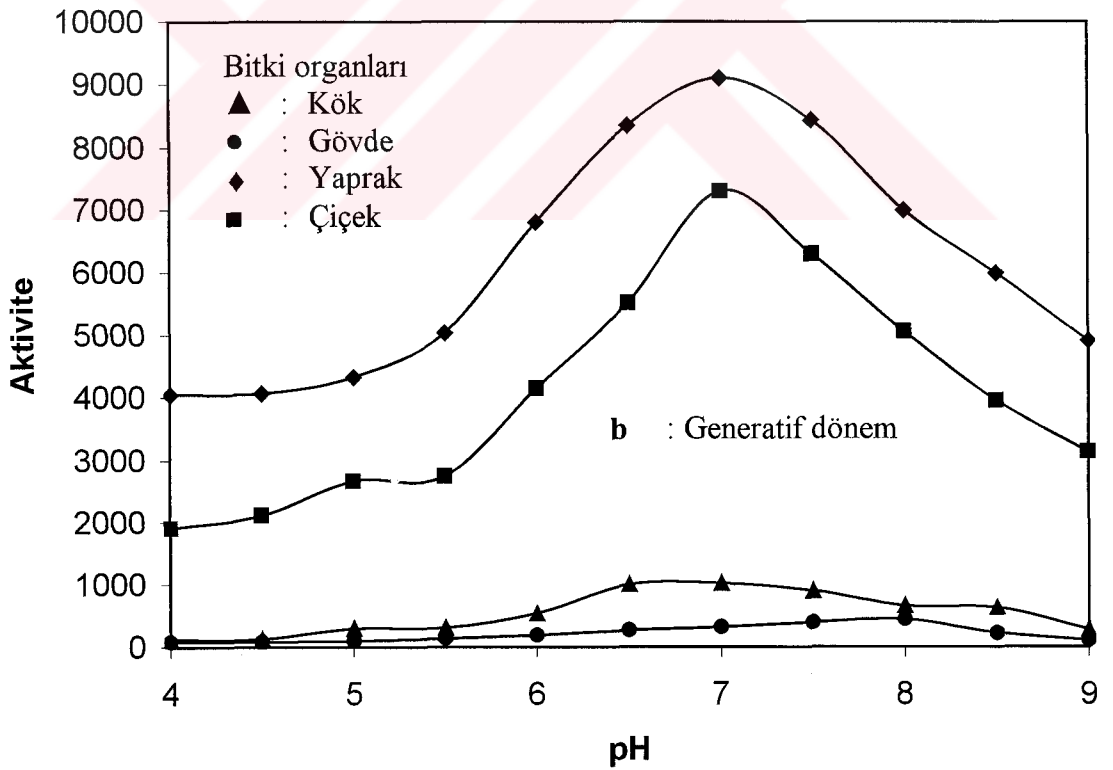
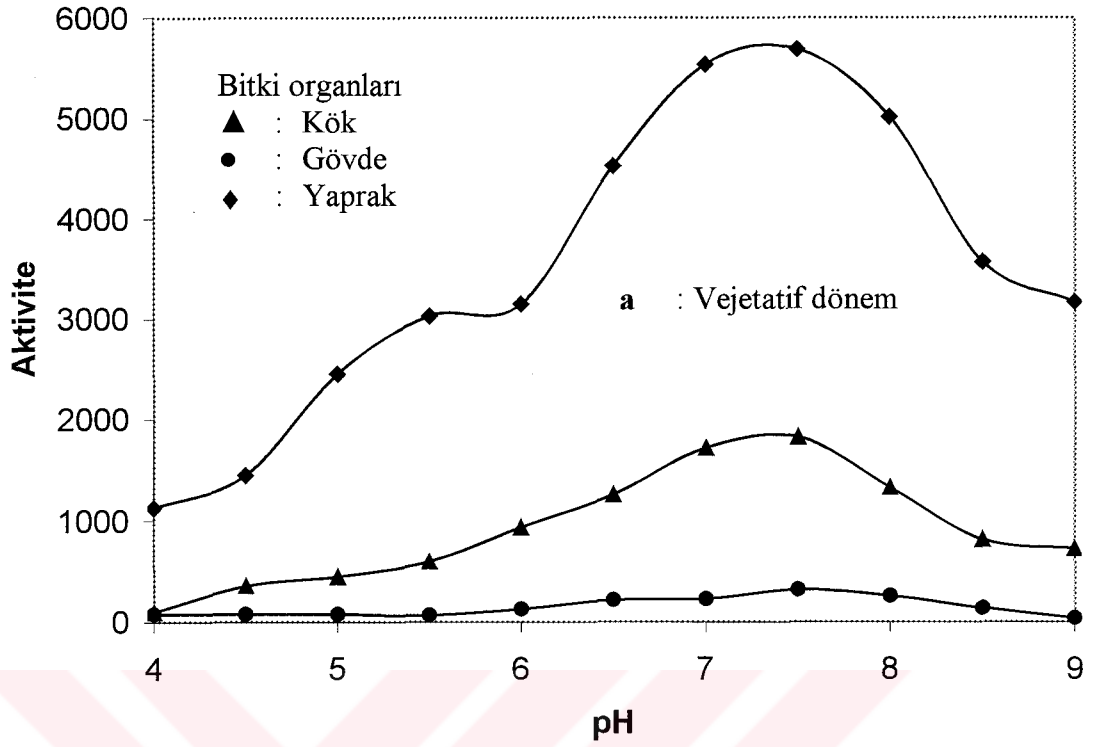
Dönem	Organ	pH	Aktivite	Dönem	Organ	pH	Aktivite
Vejetatif	Kök	4.0	90	Generatif	Kök	4.0	230
		4.5	190			4.5	380
		5.0	280			5.0	510
		5.5	310			5.5	750
		6.0	350			6.0	1130
		6.5	710			6.5	1740
		7.0	920			7.0	1790
		7.5	950			7.5	1680
		8.0	980			8.0	1450
		8.5	650			8.5	780
	9.0	490	9.0		210		
	Gövde	4.0	80		Gövde	4.0	130
		4.5	60			4.5	170
		5.0	60			5.0	220
		5.5	80			5.5	280
		6.0	80			6.0	380
		6.5	170			6.5	460
		7.0	240			7.0	630
		7.5	250			7.5	540
		8.0	310			8.0	490
		8.5	80			8.5	190
	9.0	80	9.0		90		
	Yaprak	4.0	1360		Yaprak	4.0	1510
		4.5	1810			4.5	1950
		5.0	2310			5.0	2140
		5.5	2430			5.5	2340
		6.0	3270			6.0	4710
		6.5	5110			6.5	6080
		7.0	6350			7.0	5940
		7.5	6500			7.5	5400
		8.0	5970			8.0	4860
		8.5	4640			8.5	3030
	9.0	4410	9.0		2280		
	Çiçek	4.0			Çiçek	4.0	1290
		4.5				4.5	1800
		5.0				5.0	2120
5.5			5.5	2780			
6.0			6.0	3670			
6.5			6.5	4580			
7.0			7.0	5560			
7.5			7.5	5390			
8.0		8.0	4160				
8.5		8.5	3310				
9.0		9.0	2230				



Şekil 3.36 Edremit-Zeytinli'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği

Çizelge 3.27 Erdek-Ocaklar'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri

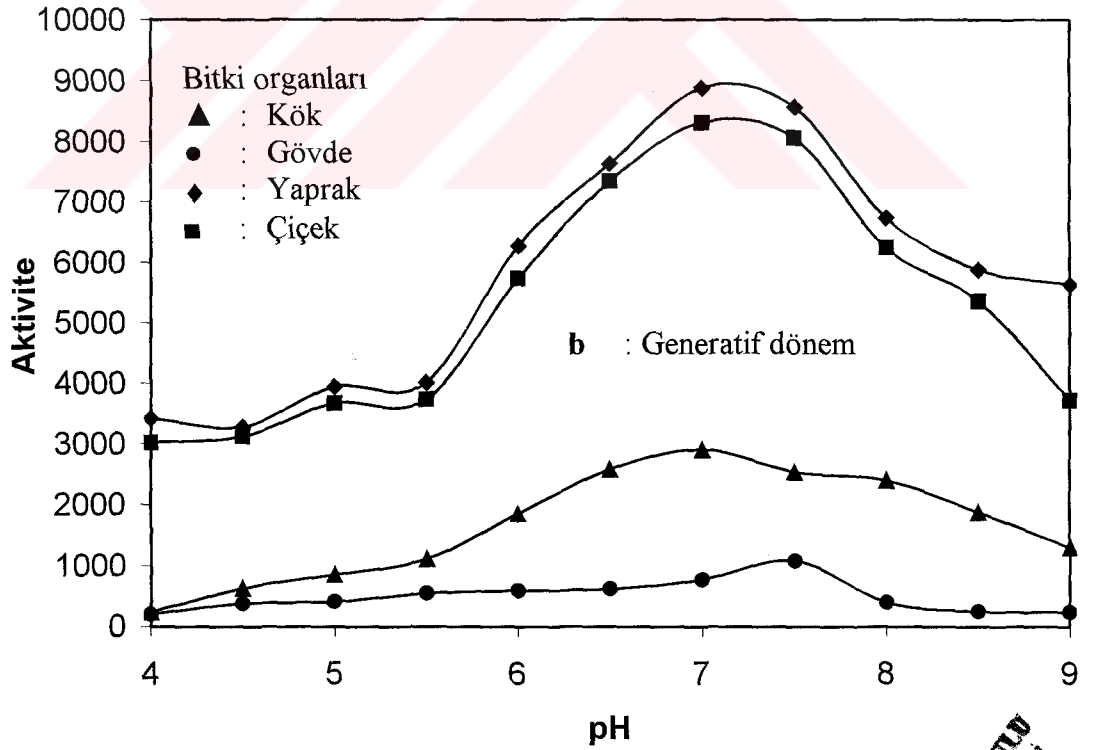
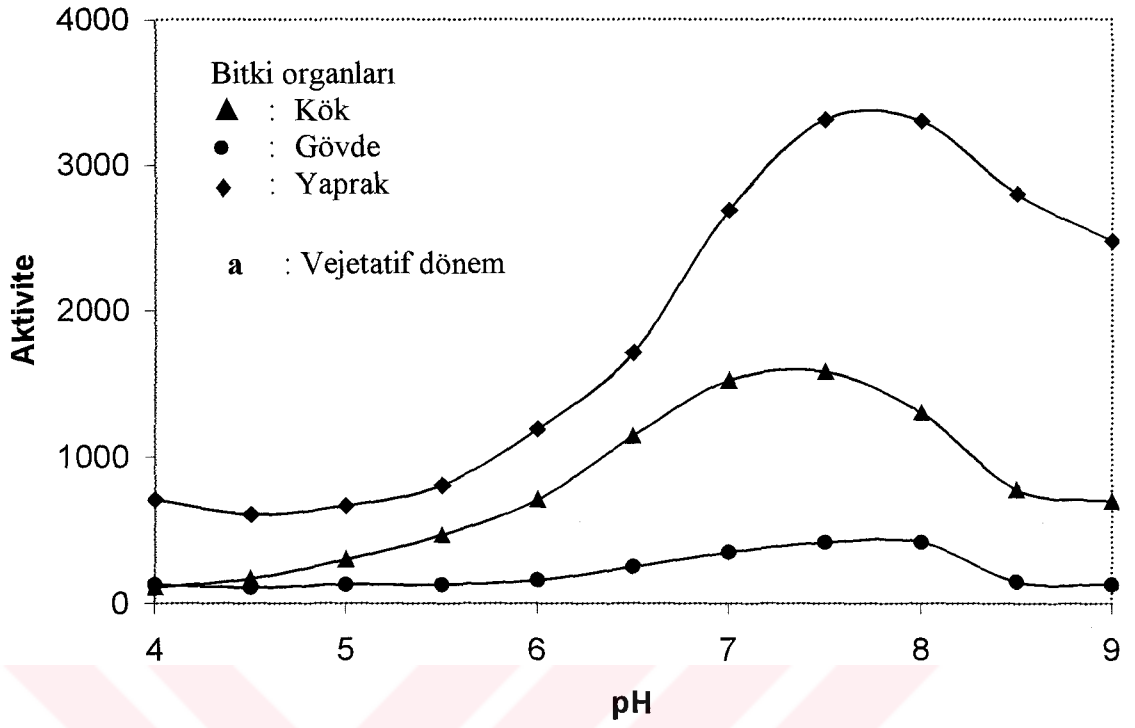
Dönem	Organ	pH	Aktivite	Dönem	Organ	pH	Aktivite	
Vejetatif	Kök	4.0	100	Generatif	Kök	4.0	120	
		4.5	360			4.5	130	
		5.0	450			5.0	300	
		5.5	600			5.5	310	
		6.0	940			6.0	540	
		6.5	1260			6.5	1000	
		7.0	1720			7.0	1020	
		7.5	1830			7.5	900	
		8.0	1330			8.0	660	
		8.5	820			8.5	630	
	9.0	730	9.0		280			
	Gövde	4.0	80		Gövde	4.0	80	
		4.5	80			4.5	80	
		5.0	80			5.0	100	
		5.5	70			5.5	140	
		6.0	130			6.0	190	
		6.5	220			6.5	270	
		7.0	230			7.0	320	
		7.5	320			7.5	390	
		8.0	260			8.0	440	
		8.5	140			8.5	220	
	9.0	40	9.0		110			
	Yaprak	4.0	1130		Yaprak	4.0	4050	
		4.5	1450			4.5	4070	
		5.0	2640			5.0	4330	
		5.5	3030			5.5	5040	
		6.0	3150			6.0	6800	
		6.5	4530			6.5	8350	
		7.0	5540			7.0	9100	
		7.5	5690			7.5	8430	
		8.0	5020			8.0	6990	
		8.5	3570			8.5	5980	
	9.0	3170	9.0		4910			
						Çiçek	4.0	1910
							4.5	2110
							5.0	2670
				5.5	2750			
				6.0	4150			
				6.5	5520			
				7.0	7300			
				7.5	6290			
				8.0	5060			
				8.5	3950			
				9.0	3140			



Şekil 3.37 Erdek-Ocaklar'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği

Çizelge 3.28 Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite değerleri

Dönem	Organ	pH	Aktivite	Dönem	Organ	pH	Aktivite	
Vejetatif	Kök	4.0	110	Generatif	Kök	4.0	240	
		4.5	170			4.5	630	
		5.0	300			5.0	850	
		5.5	470			5.5	110	
		6.0	710			6.0	1850	
		6.5	1140			6.5	2580	
		7.0	1520			7.0	2910	
		7.5	1580			7.5	2540	
		8.0	1300			8.0	2400	
		8.5	780			8.5	1880	
	9.0	700	9.0		1300			
	Gövde	4.0	130		Gövde	4.0	200	
		4.5	110			4.5	380	
		5.0	130			5.0	410	
		5.5	130			5.5	550	
		6.0	160			6.0	590	
		6.5	250			6.5	620	
		7.0	350			7.0	770	
		7.5	420			7.5	1080	
		8.0	420			8.0	400	
		8.5	150			8.5	250	
	9.0	130	9.0		240			
	Yaprak	4.0	710		Yaprak	4.0	3430	
		4.5	610			4.5	3290	
		5.0	670			5.0	3950	
		5.5	810			5.5	4020	
		6.0	1190			6.0	6270	
		6.5	1710			6.5	7630	
		7.0	2690			7.0	8890	
		7.5	3310			7.5	8570	
		8.0	3300			8.0	6730	
		8.5	2800			8.5	5880	
	9.0	2480	9.0		5630			
						Çiçek	4.0	3030
							4.5	3130
							5.0	3680
5.5				3740				
6.0				3730				
6.5				7340				
7.0				8320				
7.5				8060				
8.0				6240				
8.5				5360				
9.0	3730							



Şekil 3.38 Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen pH-aktivite grafiği

3.3.3 Sıcaklığın PPO Aktivitesine Etkisi

Balıkesir yöresinden 5 farklı lokaliteden toplanan *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının vejetatif dönemde kök, gövde ve yaprağının ve generatif dönemde kök, gövde, yaprak ve çiçeğinin PPO'sunun optimum sıcaklığı katekol substratı kullanılarak tayin edildi.

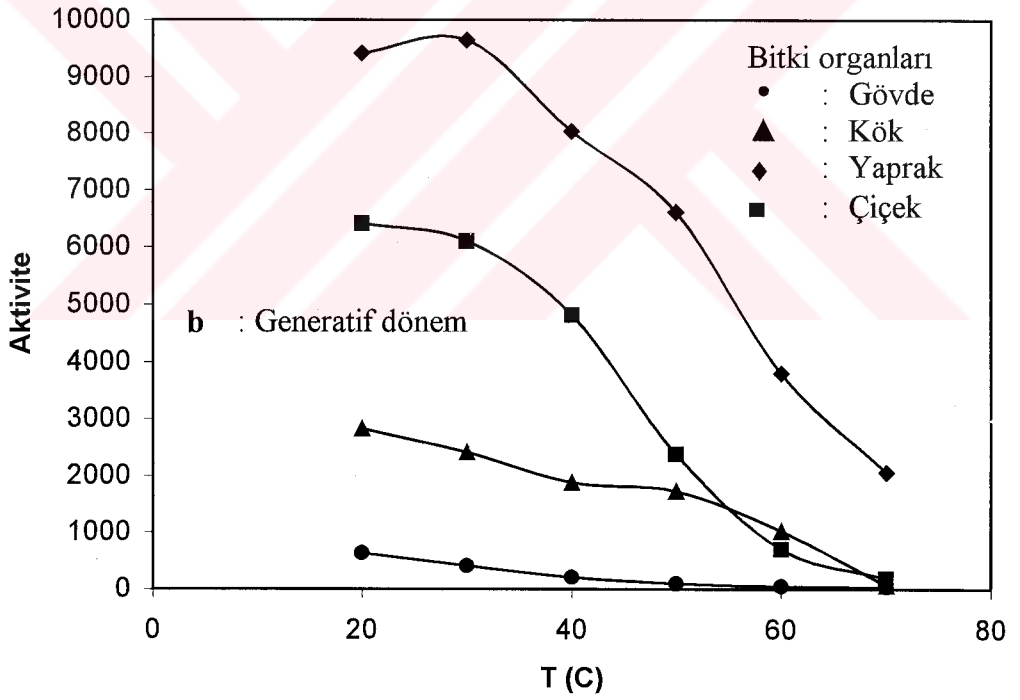
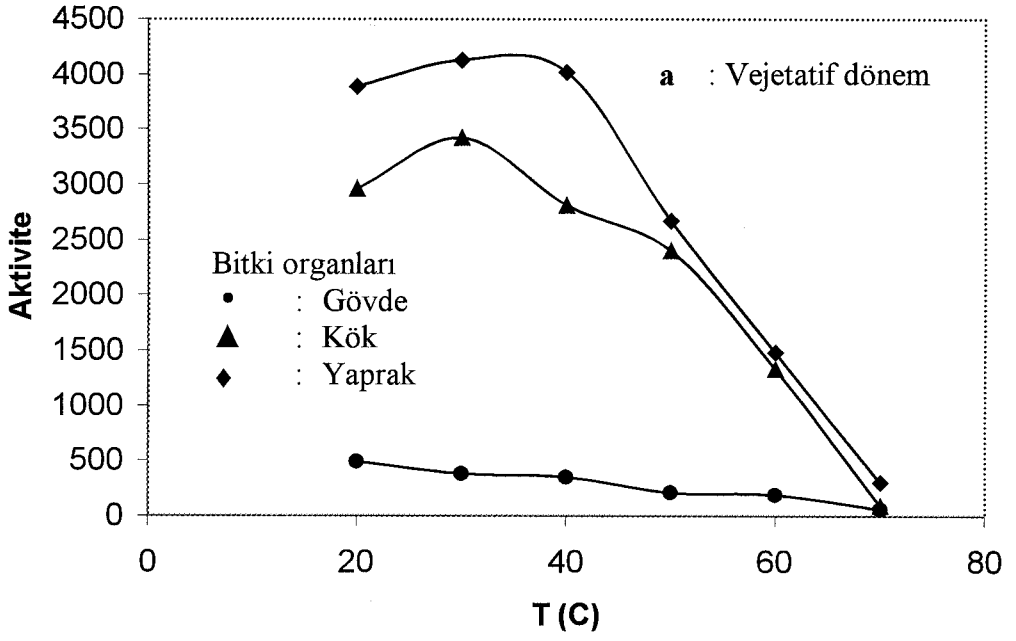
O. onites için vejetatif dönemde kök, gövde ve yaprak için hesaplanan optimum sıcaklık değerlerinin sırasıyla 28-30, 20-30 ve 30-36 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Generatif dönemde ise, kök, gövde, yaprak ve çiçek için hesaplanan optimum sıcaklık değerlerinin sırasıyla 20-30, 20-30, 28-37 ve 20-37 aralığında olduğu bulunmuştur(Çizelge 3.29-3.38).

O. vulgare ssp. *hirtum* için vejetatif dönemde kök, gövde ve yaprak için hesaplanan optimum sıcaklık değerlerinin sırasıyla 20-40, 20-30 ve 30-32 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Generatif dönemde ise, kök, gövde, yaprak ve çiçek için hesaplanan optimum sıcaklık değerlerinin sırasıyla 20-30, 20-30, 30 ve 30 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.29-3.38).

Elde edilen deneysel sonuçlar Çizelge 3.29-3.38 ve Şekil 3.39-3.48'da verildi. Çizelgelerden optimumun sıcaklığın her iki dönemde de değişmediğini, türe ve lokaliteye bakılmaksızın 30 ± 2 °C olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.29 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri

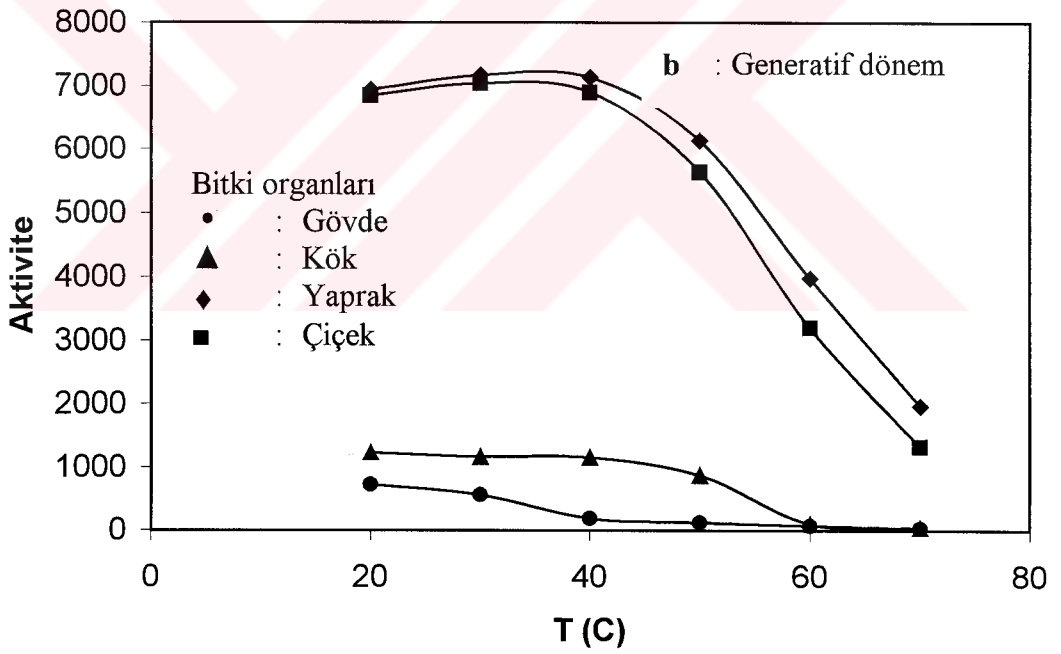
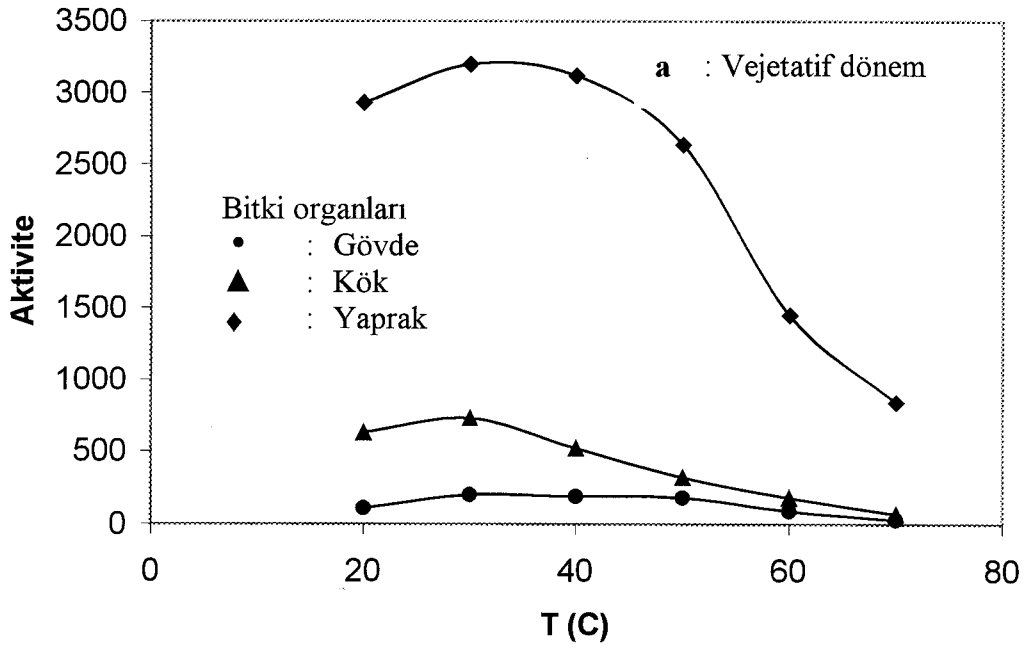
Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite
Vejetatif	Kök	20	2960	Generatif	Kök	20	2830
		30	3420			30	2410
		40	2810			40	1880
		50	2400			50	1730
		60	1330			60	1030
		70	90			70	70
	Gövde	20	490		Gövde	20	640
		30	380			30	410
		40	350			40	210
		50	210			50	100
		60	190			60	50
		70	60			70	40
	Yaprak	20	3890		Yaprak	20	9420
		30	4130			30	9650
		40	4020			40	8040
		50	2670			50	6610
		60	1480			60	3800
		70	300			70	2060
					Çiçek	20	6410
						30	6110
						40	4820
			50	2380			
			60	710			
			70	190			



Şekil 3.39 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafiği

Çizelge 3.30 Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri

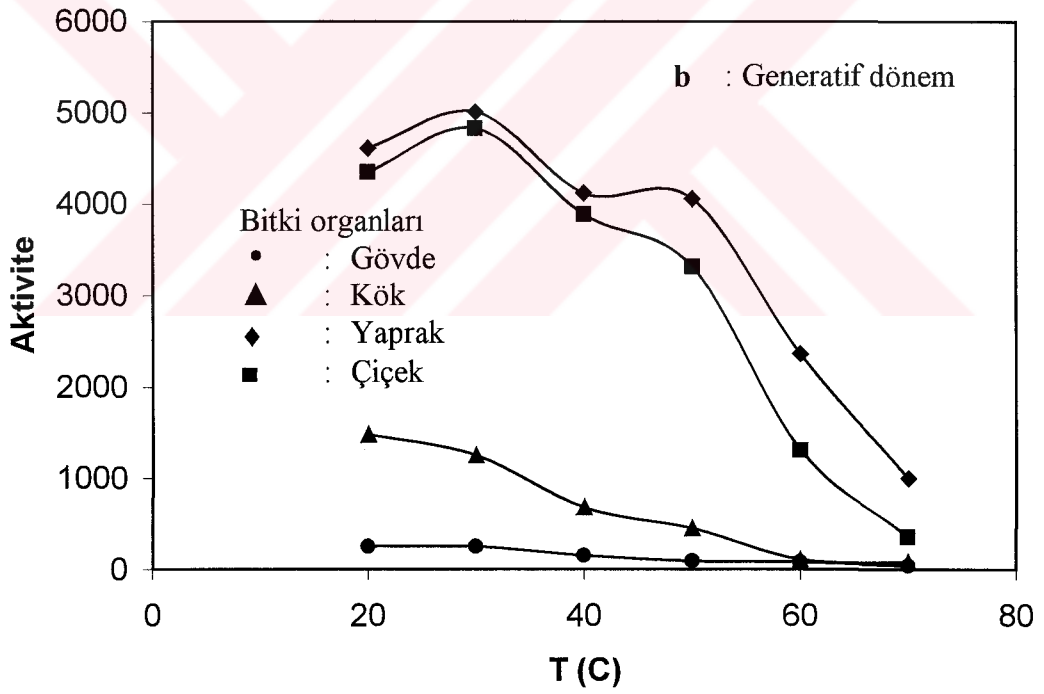
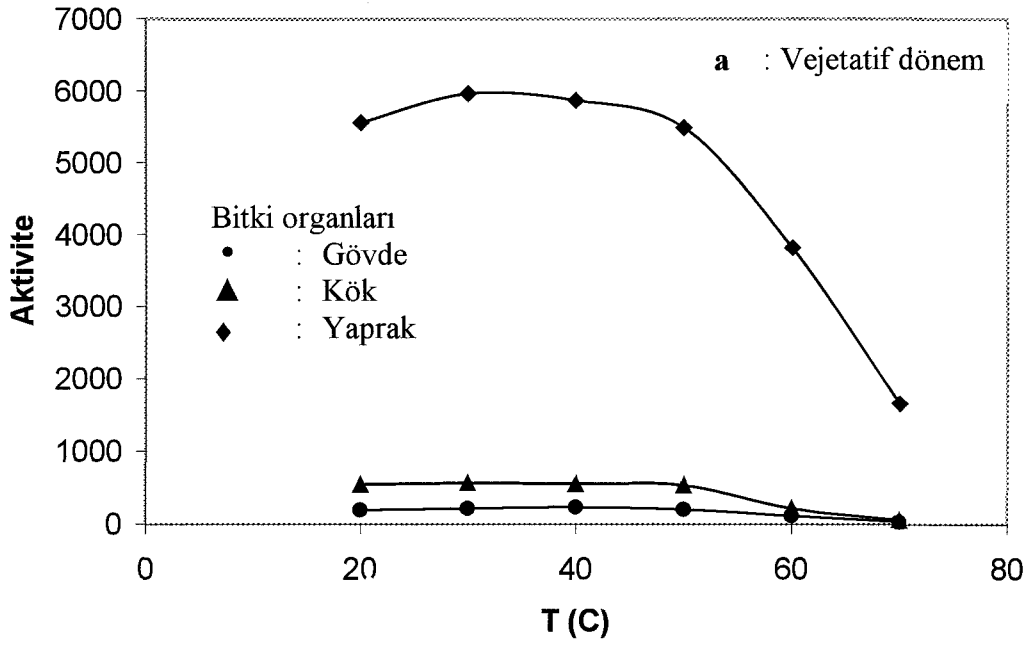
Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	
Vejetatif	Kök	20	630	Generatif	Kök	20	1230	
		30	730			30	1160	
		40	520			40	1150	
		50	320			50	870	
		60	180			60	100	
		70	70			70	40	
	Gövde	20	110		Gövde	20	720	
		30	200			30	1360	
		40	190			40	190	
		50	180			50	120	
		60	90			60	70	
		70	30			70	30	
	Yaprak	20	2930		Yaprak	20	6940	
		30	3200			30	7170	
		40	3120			40	7130	
		50	2640			50	6130	
		60	1450			60	3980	
		70	840			70	1970	
						Çiçek	20	6850
							30	7040
							40	6900
				50	5640			
				60	3200			
				70	1320			



Şekil 3.40 Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafiği

Çizelge 3.31 Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri

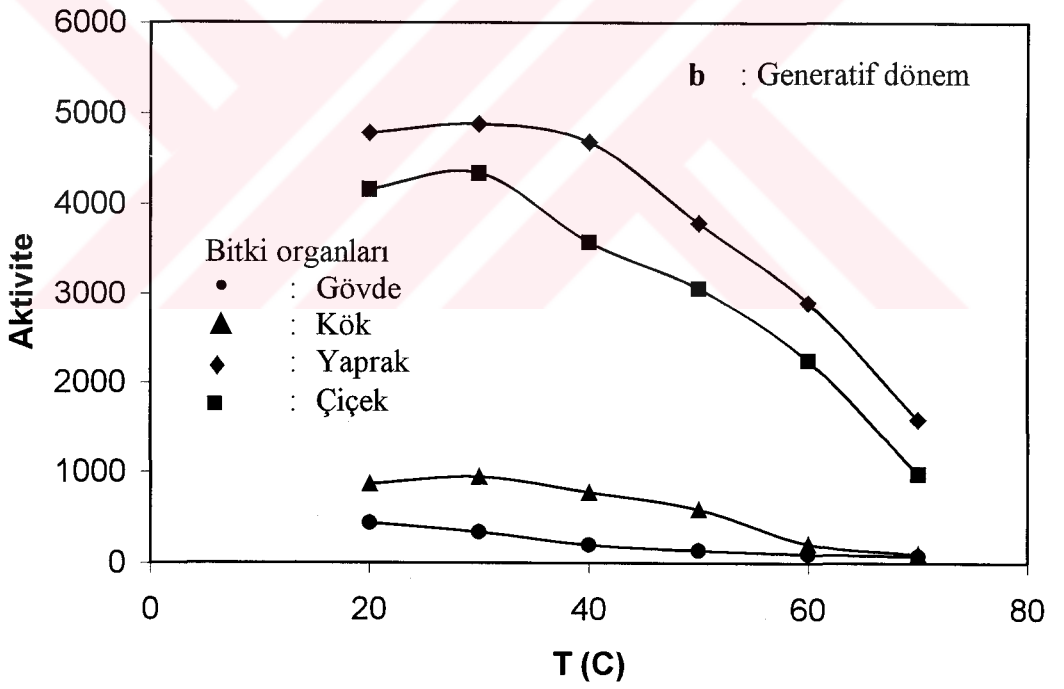
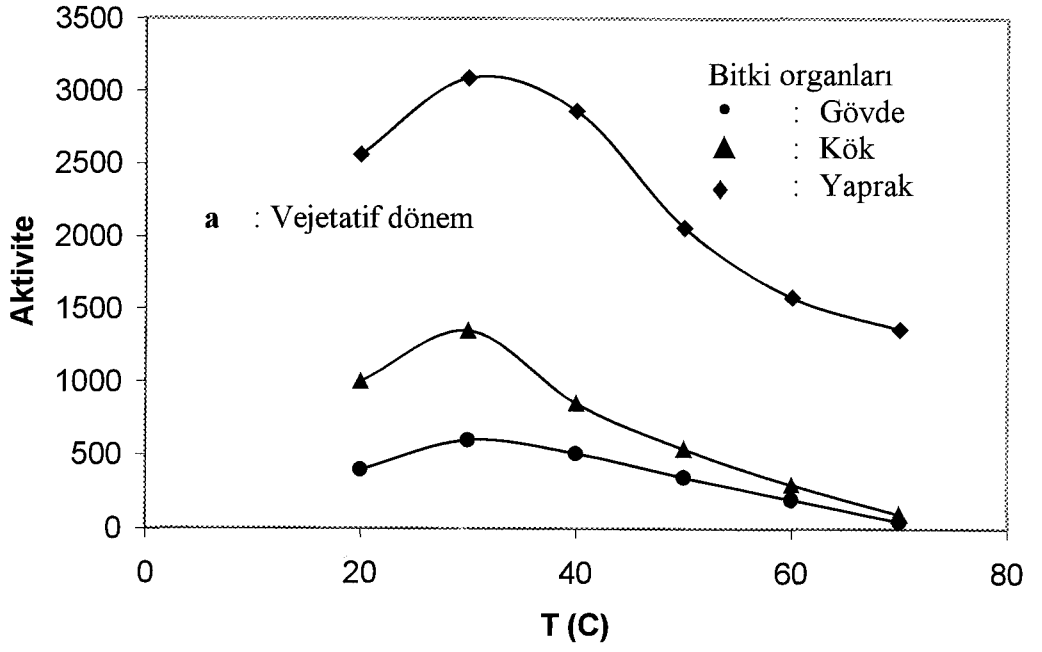
Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	
Vejetatif	Kök	20	550	Generatif	Kök	20	1480	
		30	570			30	1250	
		40	560			40	680	
		50	540			50	450	
		60	220			60	110	
		70	60			70	80	
	Gövde	20	200		Gövde	20	250	
		30	220			30	250	
		40	240			40	150	
		50	210			50	90	
		60	120			60	80	
		70	40			70	40	
	Yaprak	20	5560		Yaprak	20	4610	
		30	5970			30	5010	
		40	5870			40	4120	
		50	5490			50	4060	
		60	3820			60	2370	
		70	1670			70	1000	
						Çiçek	20	4350
							30	4830
							40	3890
				50	3320			
				60	1310			
				70	360			



Şekil 3.41 Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafiği

Çizelge 3.32 Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri

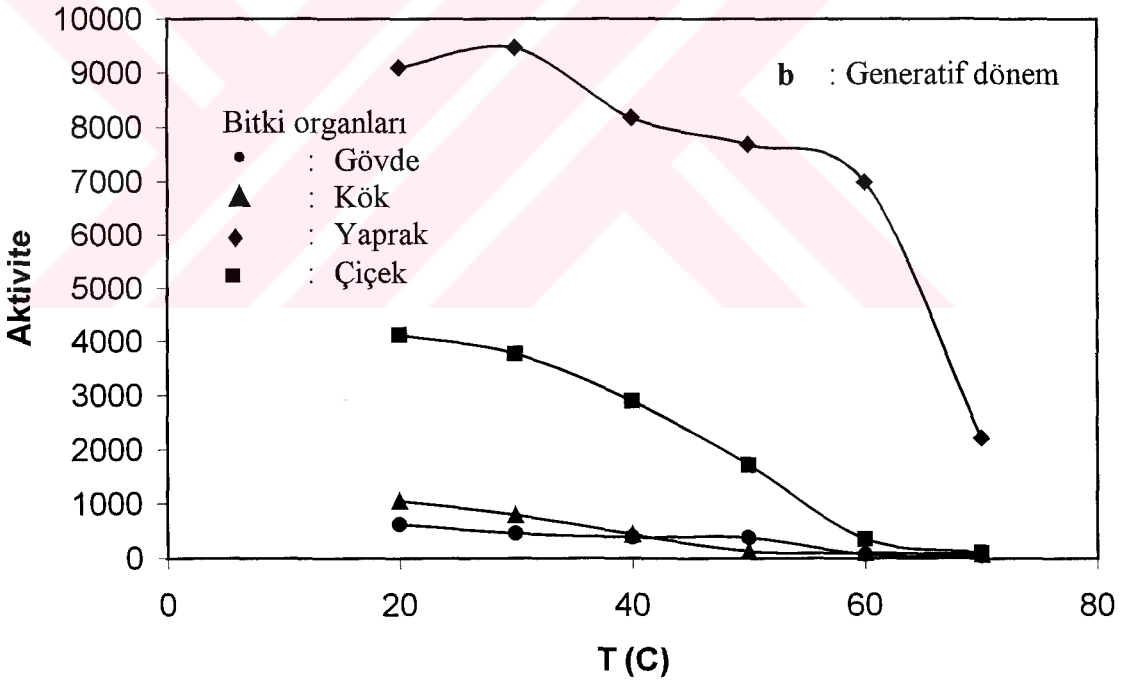
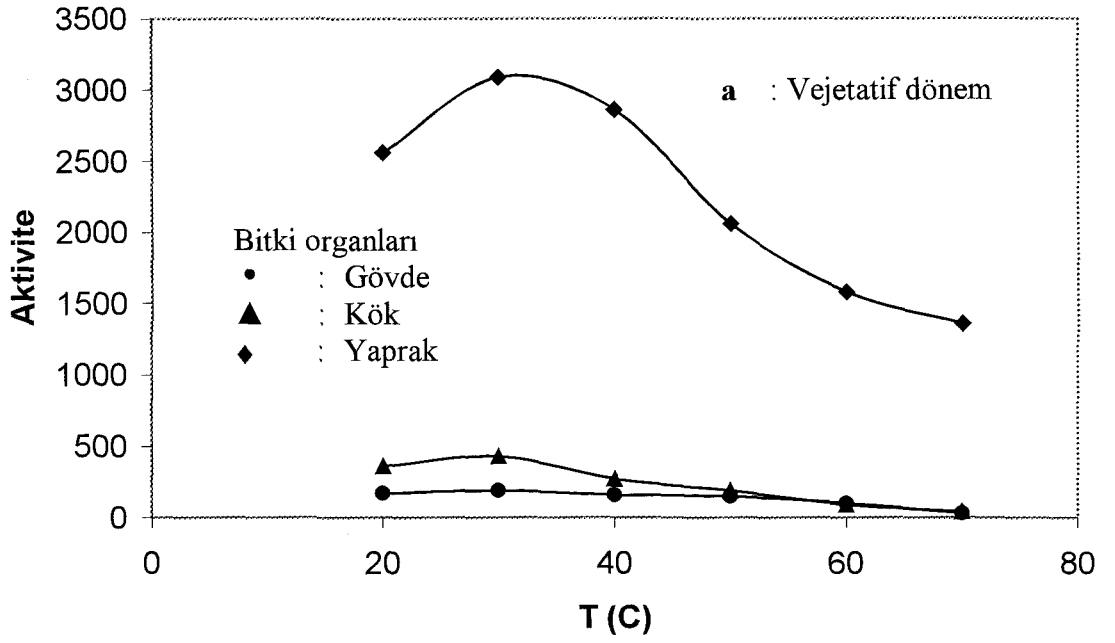
Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	
Vejetatif	Kök	20	1000	Generatif	Kök	20	870	
		30	1350			30	950	
		40	850			40	780	
		50	540			50	590	
		60	300			60	210	
		70	100			70	100	
	Gövde	20	400		Gövde	20	440	
		30	600			30	340	
		40	510			40	200	
		50	350			50	140	
		60	200			60	100	
		70	50			70	80	
	Yaprak	20	2560		Yaprak	20	4780	
		30	3090			30	4880	
		40	2860			40	4680	
		50	2060			50	3790	
		60	1580			60	2900	
		70	1360			70	1590	
						Çiçek	20	4160
							30	4340
							40	3580
				50	3060			
				60	2250			
				70	980			



Şekil 3.42 Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafiği

Çizelge 3.33 Sındırğı-Kertil'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri

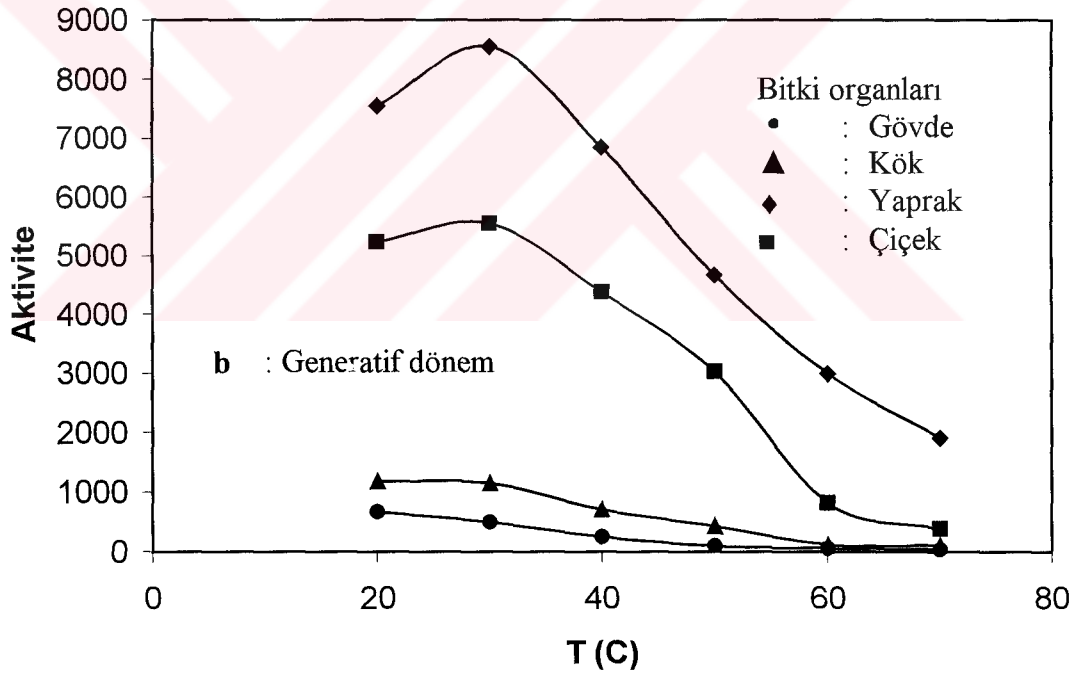
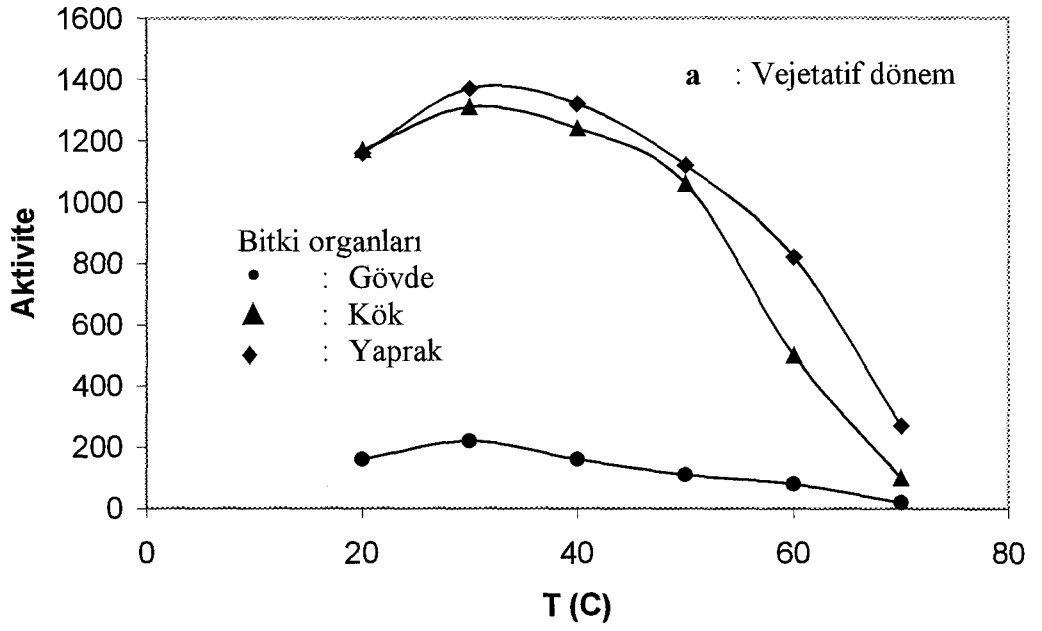
Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	
Vejetatif	Kök	20	360	Generatif	Kök	20	1060	
		30	430			30	800	
		40	270			40	440	
		50	190			50	130	
		60	90			60	100	
		70	40			70	80	
	Gövde	20	170		Gövde	20	630	
		30	190			30	460	
		40	160			40	390	
		50	150			50	380	
		60	100			60	70	
		70	30			70	50	
	Yaprak	20	2560		Yaprak	20	9110	
		30	3090			30	9470	
		40	2860			40	8190	
		50	2060			50	7690	
		60	1580			60	7000	
		70	1360			70	2220	
						Çiçek	20	4130
							30	3780
							40	2900
				50	1720			
				60	360			
				70	100			



Şekil 3.43 Sındırgı-Kertil'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafiği

Çizelge 3.34 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri

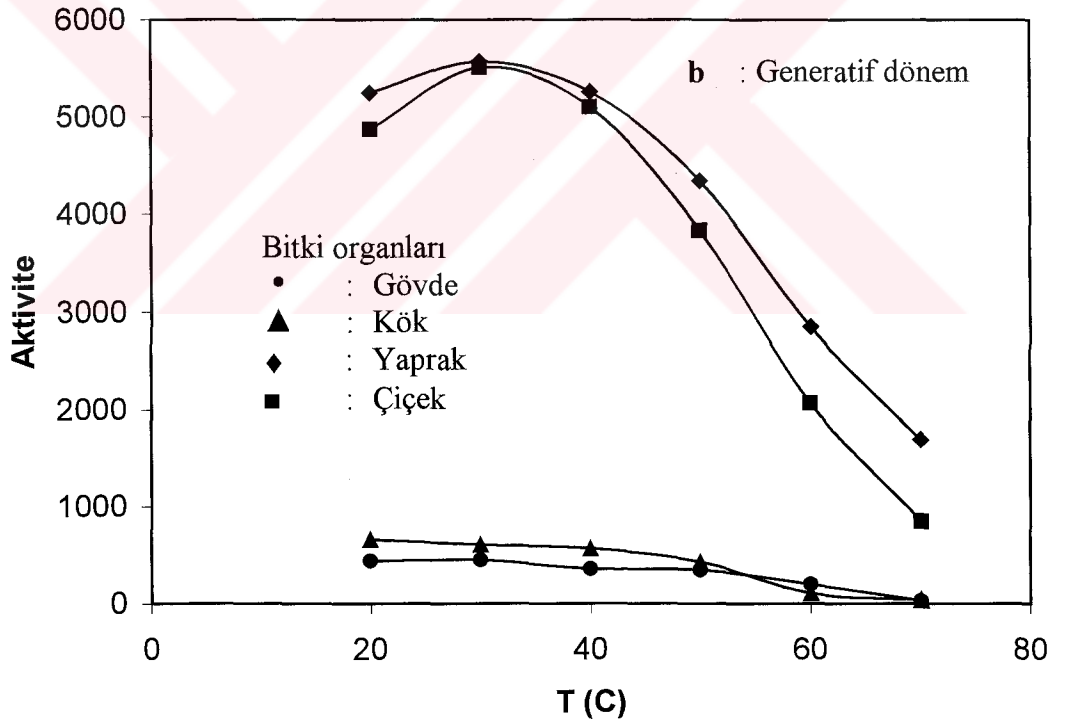
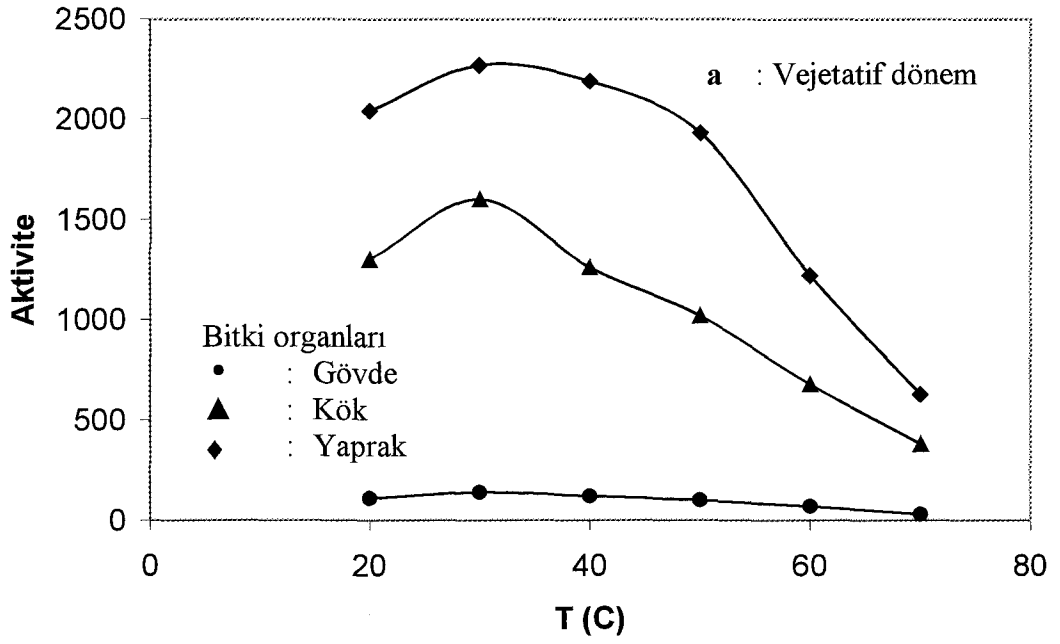
Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite
	Kök	20	1170		Kök	20	1180
		30	1310			30	1150
		40	1240			40	710
		50	1060			50	430
		60	500			60	120
		70	100			70	110
Vejetatif	Gövde	20	160	Generatif	Gövde	20	670
		30	220			30	500
		40	160			40	250
		50	110			50	100
		60	80			60	60
		70	20			70	40
	Yaprak	20	1160		Yaprak	20	7560
		30	1370			30	8560
		40	1320			40	6850
		50	1120			50	4680
		60	820			60	3000
		70	270			70	1910
					Çiçek	20	5240
				30		5560	
				40		4380	
				50		3030	
				60		820	
				70		380	



Şekil 3.44 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafiği

Çizelge 3.35 Susurluk-Karapürçek’den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri

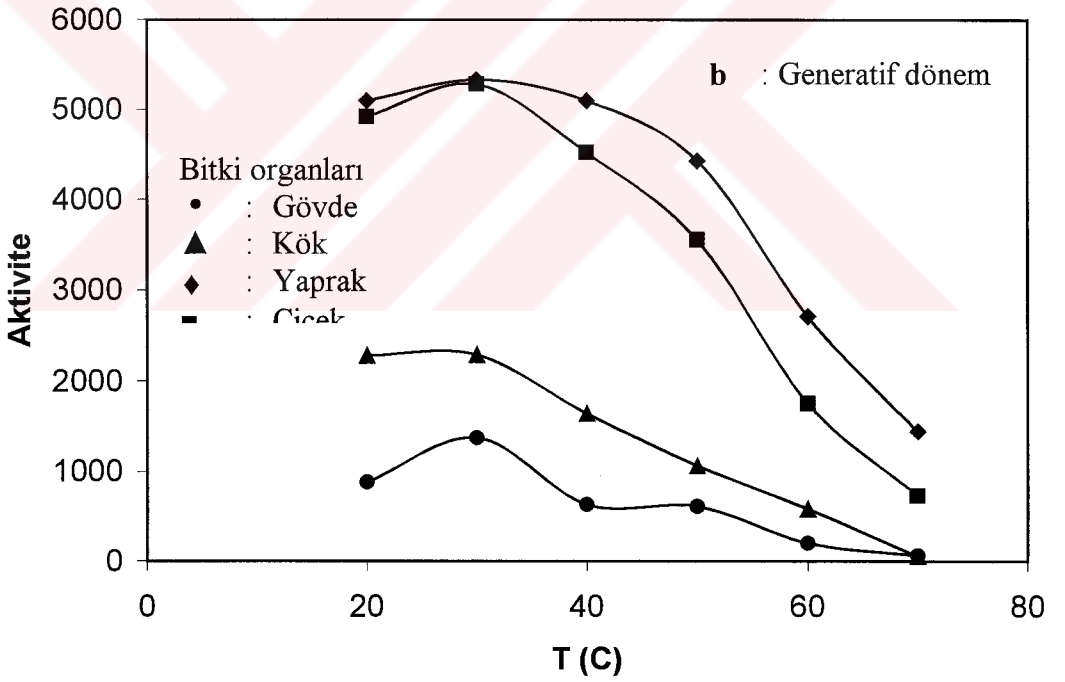
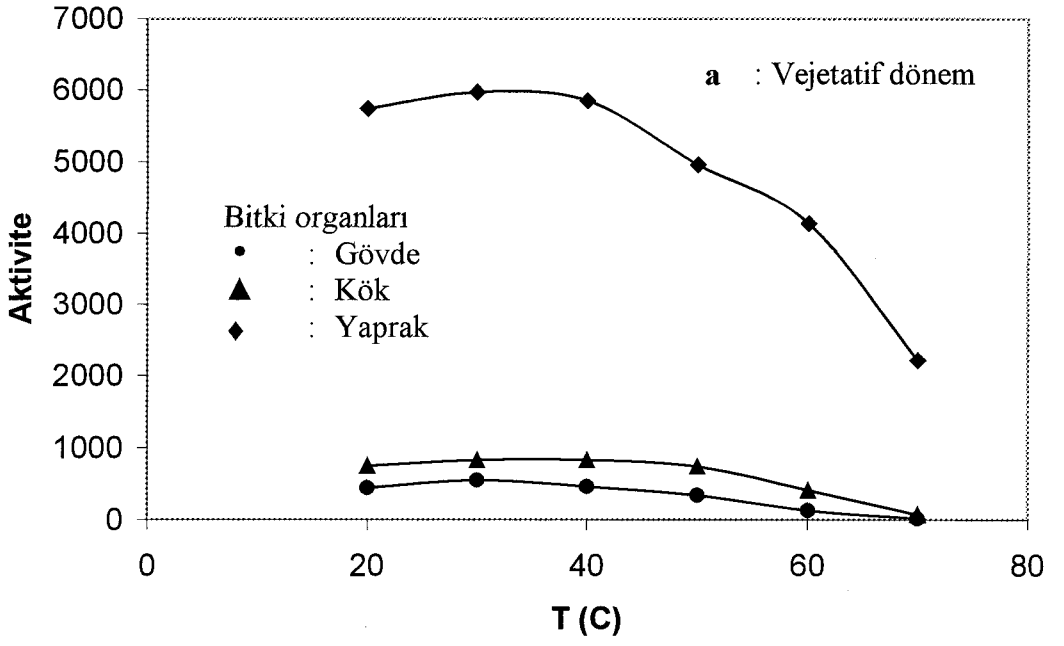
Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite
Vejetatif	Kök	20	1300	Generatif	Kök	20	660
		30	1600			30	610
		40	1260			40	570
		50	1020			50	430
		60	680			60	110
		70	380			70	40
		Gövde	20			110	Gövde
	30		140		30	450	
	40		120		40	360	
	50		100		50	350	
	60		70		60	200	
	70		30		70	30	
	Yaprak		20		2040	Yaprak	
		30	2270		30		5570
		40	2190		40		5260
		50	1930		50		4340
		60	1220		60		2850
		70	630		70		1690
		Çiçek	20				Çiçek
	30				30	5510	
	40				40	5100	
50			50	3830			
60			60	2070			
70			70	850			



Şekil 3.45 Susurluk-Karapürçek'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafiği

Çizelge 3.36 Edremit-Zeytinli'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri

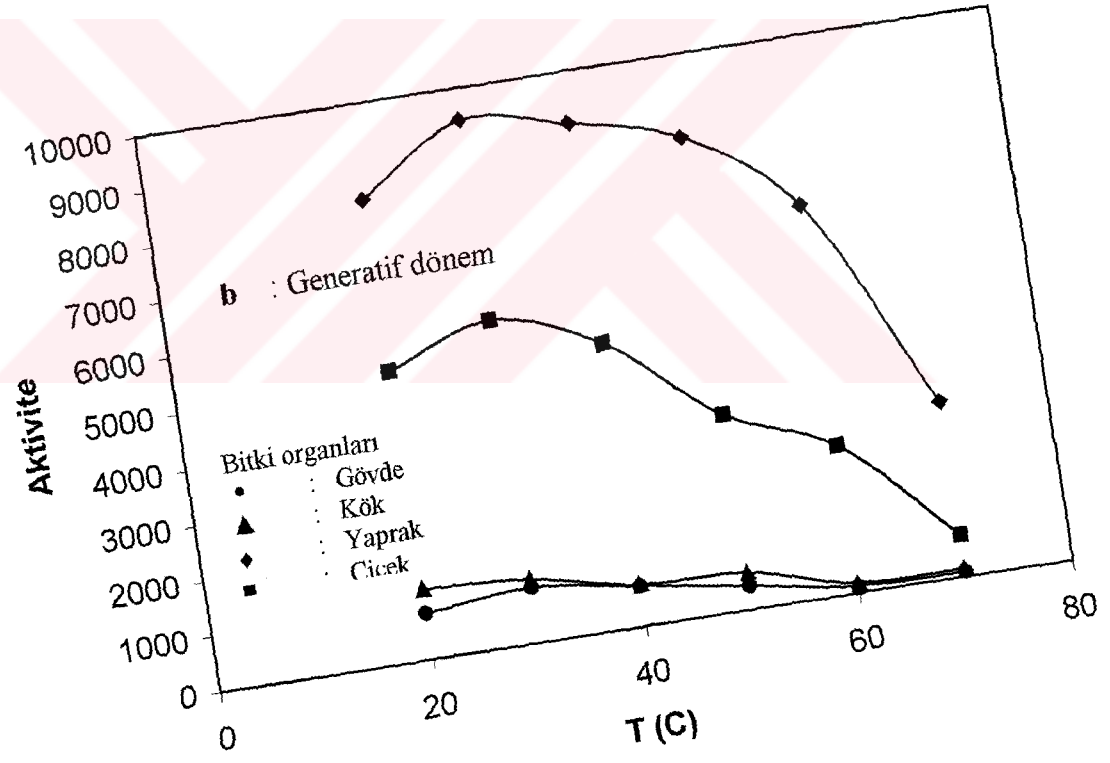
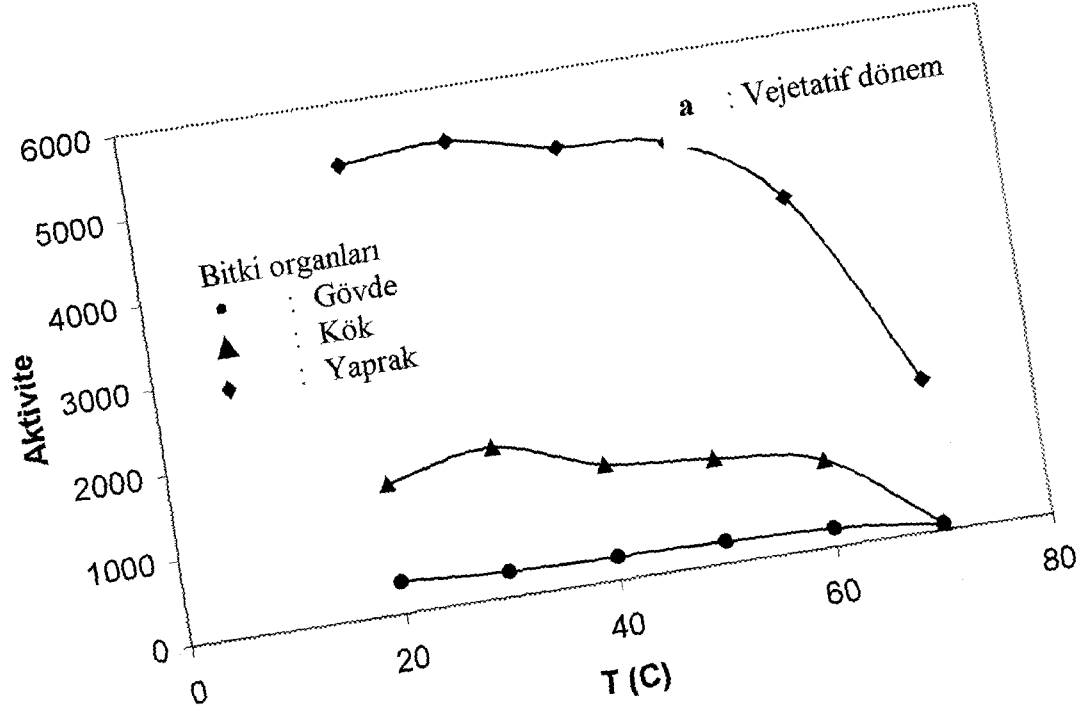
Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	
Vejetatif	Kök	20	750	Generatif	Kök	20	2280	
		30	830			30	2290	
		40	830			40	1640	
		50	740			50	1060	
		60	410			60	580	
		70	70			70	50	
	Gövde	20	440		Gövde	20	880	
		30	550			30	1370	
		40	460			40	630	
		50	340			50	610	
		60	130			60	200	
		70	20			70	60	
	Yaprak	20	5740		Yaprak	20	5100	
		30	5970			30	5330	
		40	5850			40	5100	
		50	4960			50	4430	
		60	4140			60	2710	
		70	2220			70	1440	
						Çiçek	20	4920
							30	5280
							40	4520
				50	3550			
				60	1750			
				70	730			



Şekil 3.46 Edremit-Zeytinli'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafiği

Çizelge 3.37 Erdek-Ocaklar'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri

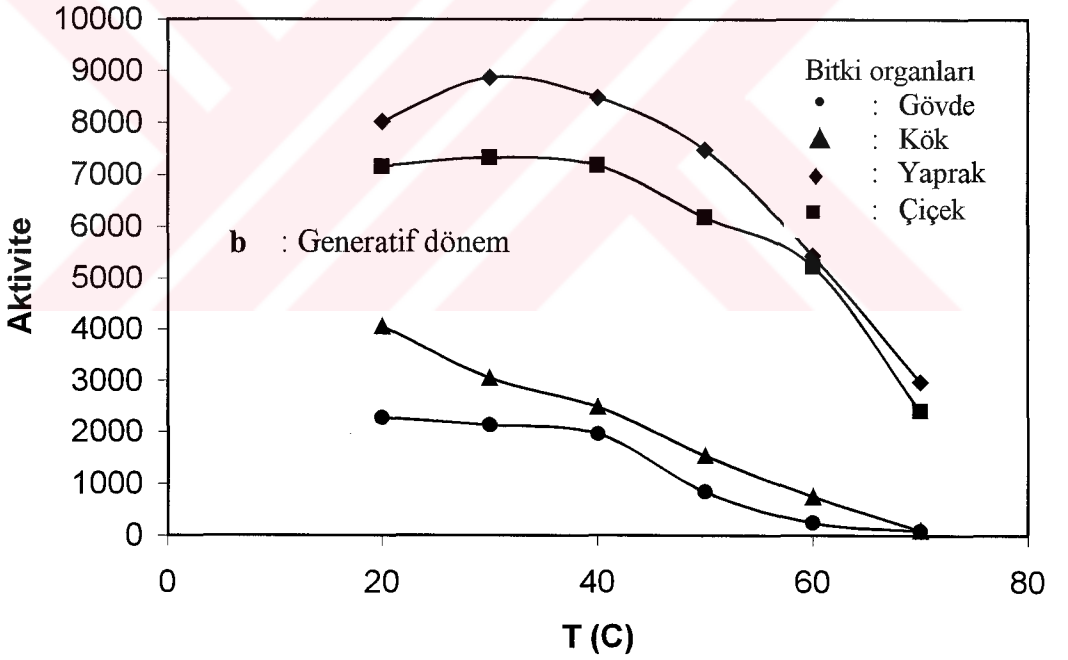
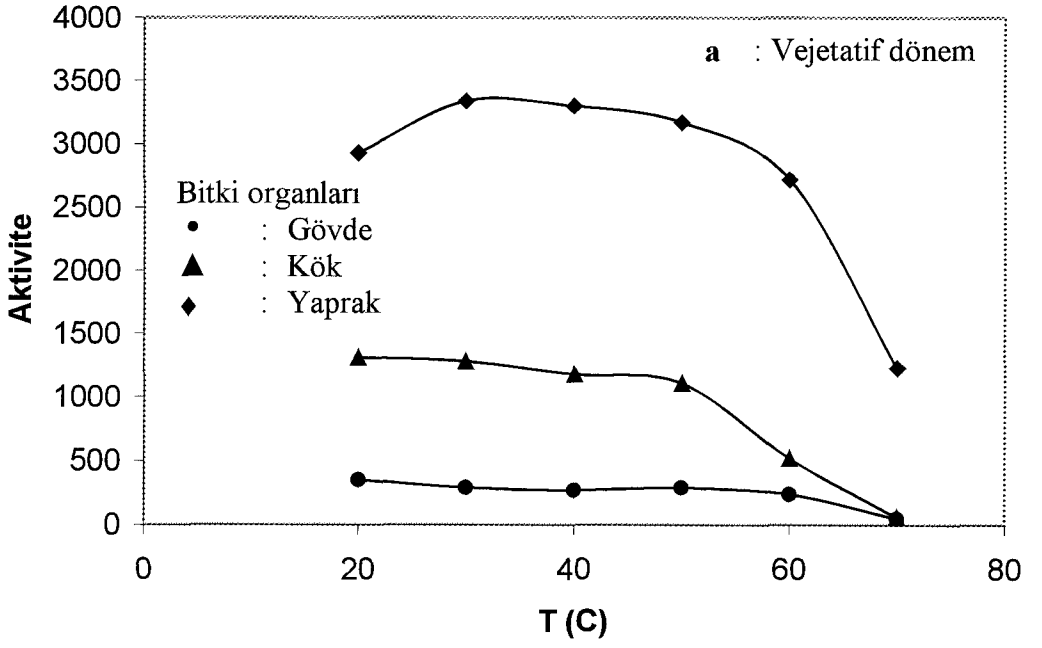
Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	
Vejetatif	Kök	20	1510	Generatif	Kök	20	1270	
		30	1750			30	1150	
		40	1350			40	750	
		50	1220			50	670	
		60	1010			60	180	
		70	80			70	150	
	Gövde	20	370		Gövde	20	830	
		30	290			30	1000	
		40	270			40	730	
		50	250			50	430	
		60	210			60	130	
		70	70			70	90	
	Yaprak	20	5270		Yaprak	20	8280	
		30	5360			30	9420	
		40	5090			40	9070	
		50	4950			50	8510	
		60	4100			60	6980	
		70	1770			70	3180	
						Çiçek	20	5180
							30	5810
							40	5100
				50	3540			
				60	2680			
				70	750			



Şekil 3.47 Erdek-Ocaklar'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafiği

Çizelge 3.38 Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite değerleri

Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	Dönem	Organ	T (°C)	Aktivite	
Vejetatif	Kök	20	1310	Generatif	Kök	20	4060	
		30	1280			30	3050	
		40	1180			40	2490	
		50	1110			50	1540	
		60	520			60	750	
		70	60			70	100	
	Gövde	20	350		Gövde	20	2280	
		30	290			30	2140	
		40	270			40	1960	
		50	290			50	840	
		60	240			60	240	
		70	50			70	90	
	Yaprak	20	2930		Yaprak	20	8030	
		30	3340			30	8880	
		40	3300			40	8490	
		50	3170			50	7480	
		60	2720			60	5440	
		70	1230			70	2980	
						Çiçek	20	7160
							30	7330
							40	7180
				50	6180			
				60	5240			
				70	2410			



Şekil 3.48 Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen sıcaklık-aktivite grafiği

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu bölümde önce *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* bitkilerinin araştırma bölgesinde yetiştikleri topraklardaki daha sonra da bitki bünyesindeki azot, fosfor ve potasyumun değerlendirme ve tartışması yapılmıştır.

4.1 *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un Yetiştirildiği Topraklardaki Makro Besin Elementlerinin (N, P ve K) Değerlendirilmesi

4.1.1 Topraktaki Azotun Değerlendirilmesi

Origanum onites ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının araştırma bölgesinde yetiştikleri alanlardan vejetatif ve generatif dönemlerde alınan toprak örneklerinin azot içerikleri Çizelge 3.1 ve 3.2'de verilmiştir. Ayrıca Çizelge 4.1'de bu bitkilerin yetiştikleri toprakların vejetatif ve generatif dönemlerdeki yüzde azot, fosfor ve potasyum içeriklerinin ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.1 *Origanum* taksonlarına ait toprakların yüzde azot, fosfor ve potasyum içeriklerinin ortalama ve standart sapma değerleri

Bitki	Dönem	Ortalama değer ± standart sapma		
		Azot	Fosfor	Potasyum
<i>Origanum onites</i>	Vejetatif	0.232±0.041	0.045±0.007	0.710±0.165
	Generatif	0.138±0.038	0.035±0.008	0.571±0.228
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	Vejetatif	0.088±0.018	0.055±0.004	0.641±0.076
	Generatif	0.052±0.024	0.042±0.005	0.511±0.102

Bulgular değerlendirildiğinde her iki *Origanum* taksonunun da yayılış gösterdiği toprak örneklerinin azot içeriklerinin vejetatif ve generatif dönemlerde

5 farklı lokalite arasında değişiklik gösterdiği dikkati çekmektedir. Vejetatif dönemde *Origanum onites*'in yetiştiği toprak örneklerindeki yüzde azot içeriklerinin 0.182-0.299 (0.232±0.041) aralığında, generatif dönemde ise 0.083-0.203 (0.138±0.038) aralığında değiştii bulunmuştur. Genel olarak topraktaki yüzde azot miktarlarının 0.1 ile 0.3 arasında değiştii belirtilmektedir[212]. Buna göre bu çalışmada *Origanum onites* populasyonlarının hemen hepsinin yetiştiği toprakların azot bakımından yeterli seviyede olduğu söylenebilir. Gönüz ve Özörgücü[4]'nün yaptığı çalışmada ise *Origanum onites*'in azot bakımından zengin topraklarda yayılış gösterdiği belirtilmektedir. Temel[3] *Origanum* taksonları ile ilgili yaptığı çalışmada sadece bitkilerin yetiştiği toprakların P ve K içeriklerini tespit etmiş toprakların azot içeriklerini belirlememiştir. Gönüz ve Özörgücü[4]'nün *Origanum onites* üzerine yaptığı çalışmada vejetatif dönemden generatif döneme geçişte toprak örneklerindeki azot içeriğinin değişmediği belirtilirken, yaptığımız çalışmada ise *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un yetiştiği toprakların azot içeriklerinin azaldığı görülmektedir. Bu azalmanın nedeni vejetatif dönemde fizyolojik aktivitelerin generatif döneme göre daha fazla olmasından kaynaklanabilir. Çünkü topraktan kökler vasıtasıyla alınan azot bitkide proteinler ve klorofil gibi organik maddelere dönüştürülmektedir. Topraktaki azot miktarının azalmasının bir nedeninin de topraktaki nitratları atmosferik azota (N₂) çeviren denitrifikasyon bakterilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunlara ilave olarak topraktaki mineral azot, yıkama ve volatilizasyon gibi çeşitli yollarla kaybedilmiş de olabilir[78,125].

Yapılan literatür taraması sonucunda *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un yetiştiği topraklar ve bitkinin azot içeriği hakkında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un yetiştiği topraklarda yüzde azot içeriği vejetatif dönemde 0.066-0.107 (0.088±0.018) ve generatif dönemde 0.013-0.079 (0.052±0.024) bulunmuştur. Elde ettiğimiz bu sonuçlara göre *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un yetiştiği toprakların azot bakımından fakir olduğu görülmektedir. Bunun çeşitli nedenleri olabilir; topraktaki mineral azot çeşitli yollarla (yıkama, denitrifikasyon, volatilizasyon) kaybedilmiş olabilir[78,125]. Yada toprakta yeterince oksijenin bulunmaması halinde nitritin indirgenmesi sonucunda oksijence fakir azot bileşikleri yada

elementer azot oluşumu (denitrifikasyon) ile kaybedilmiş de olabilir[214]. Ayrıca *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un yetiştiği topraklarda vejetatif dönemden generatif döneme geçişte de azot içeriğinde bir azalma göze çarpmaktadır. Primer bitki besleyici elementler arasında yer alan azot vejetatif dönemden generatif döneme geçerken bitkideki fizyolojik aktivitelerin artması nedeni ile azalma göstermiş olabilir[214].

Çeşitli bitki türlerinin yetiştiği toprak örneklerinin yüzde azot, fosfor ve potasyum içerikleri araştırma materyali olan bitkilerle karşılaştırma amacıyla Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Farklı bitki türlerinin yetiştiği toprakların yüzde azot, fosfor ve potasyum içerikleri

Bitki	Dönem	Azot	Fosfor	Potasyum	Kaynak
<i>Galanthus rizehensis</i> Stern.	Vejetatif	0.494-0.549	0.008-0.046	0.290-0.930	[122]
	Generatif	0.410-0.440	0.006-0.032	0.260-0.910	
<i>Salvia wiedemanni</i> Boiss.	Vejetatif	0.060-0.370	0.040-0.270	0.54-1.85	[80]
	Generatif	0.040-0.230	0.010-0.270	0.270-1.760	
<i>Iris pseudacorus</i> L.	Vejetatif	0.792-1.760	0.001-0.009	0.012-0.065	[109]
	Generatif	0.709-1.418	0.001-0.004	0.008-0.050	
<i>Chrozophora tinctoria</i> L.	Vejetatif	---	---	---	[98]
	Generatif	1.604-3.002	0.100-0.300	1.060-2.700	
<i>Rubia tinctorum</i> L.	Vejetatif	---	---	---	[98]
	Generatif	1.078-2.898	0.032-0.282	1.78-3.36	

Bu çizelgede *Galanthus rizehensis*'in yetiştiği toprakların yüzde azot içeriği vejetatif dönemde 0.494-0.549 aralığında ve generatif dönemde ise 0.410-0.440 aralığında; *Salvia wiedemanni*'nin yetiştiği toprakların yüzde azot içeriklerinin yüzde azot miktarının 0.06-0.37 aralığında ve generatif dönemde ise

0.04-0.23 aralığında; *Iris pseudacorus*'un yetiştiği toprakların yüzde azot içeriği vejetatif dönemde 0.792-1.760 aralığında ve generatif dönemde ise 0.709-1.418 aralığında; *Chrozophora tinctoria*'nin yetiştiği toprakların yüzde azot içeriği generatif dönemde 1.604-3.002 aralığında; *Rubia tinctorum*'un yetiştiği topraklarındaki generatif dönemde 1.078-2.898 aralığında değiştiği görülmektedir. Bu çalışmalarda adı geçen bitkilerin yetiştiği toprak örneklerinin azot içeriklerini çalışma materyali olan *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un yetiştiği toprakların azot içerikleri ile karşılaştıracak olursak; *Salvia wiedemanni*'ye göre yüksek, diğer bitki türlerine göre ise düşük olduğu söylenebilir. Bu farklılıkların türlerin ekolojik isteklerine, toprak ve anakayaya bağlı olarak değişiklik gösterdiği düşünülmektedir.

4.1.2 Topraktaki Fosforun Değerlendirilmesi

Vejetatif ve generatif büyüme dönemlerinde farklı lokalitelerden alınan toprak örneklerinin fosfor içerikleri Çizelge 3.1 ve 3.2'de, ortalama ve standart sapma değerleri ise Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Temel[3] *O. onites*'in yayılış gösterdiği toprakların fosfor bakımından çok zengin olduğunu vurgularken, Gönüz ve Özörgücü[4] ise *O. onites*'in yetiştiği toprakların fosfor bakımından zengin olduğunu belirtmektedir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre ise *O. onites*'in yayılış gösterdiği toprakların fosfor bakımından sınıra yakın değerlerde yeterli oldukları görülmektedir. Ayrıca vejetatif dönemden generatif döneme geçildiğinde farklı lokalitelerden toplanan *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının topraklarının fosfor içeriklerinin değiştiği ve büyüme periyodu süresince azaldığı bulunmuştur. Vejetatif dönemde *Origanum onites*'in yetiştiği toprak örneklerinin yüzde fosfor içeriklerinin 0.037-0.056 (0.045 ± 0.007) aralığında, generatif dönemde ise 0.030-0.050 (0.035 ± 0.008) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Literatürde genel olarak bitkilerde fosfor içeriğinin yüzde 0.034 ile 0.355 aralığında değiştiği belirtilmektedir[70]. Elde edilen sonuçlara göre *Origanum onites*'in yetiştiği toprak örneklerindeki fosfor miktarının yeterli olduğu söylenebilir. Vejetatif dönemden generatif döneme

geçişte toprak örneklerindeki fosfor içeriğinin azalması bitkilerin vejetatif dönemde daha hızlı metabolik aktivite göstermeleri ve topraktaki fosforun hızlı bir şekilde tüketilmesi ile açıklanabilir. Ayrıca vejetatif dönemde araştırma bölgesinde yağışların generatif döneme oranla daha fazla olmasından dolayı toprağın nem oranı yüksek olmaktadır. Bunun sonucunda da generatif döneme göre toprakta daha hareketli olan fosfor bitkiler tarafından daha fazla tüketilmektedir. Bunlara ilave olarak fosfor yağışlarla da topraktan önemli ölçüde kaybedilmektedir.

O.vulgare ssp. *hirtum*'un yetiştiği toprakların fosfor içeriği vejetatif dönemde 0.046-0.059 (0.055 ± 0.004), generatif dönemde ise 0.034-0.048 (0.042 ± 0.005) aralığında bulunmuştur. Fosfor bakımından *O.vulgare* ssp. *hirtum*'un yetiştiği toprakların sınıra yakın seviyede yeterli olduğu görülmektedir. Vejetatif dönemden generatif döneme geçişte toprak örneklerindeki fosfor içeriğinin azalması yukarıda bahsettiğimiz nedenlere bağlı olabilir.

Literatürde farklı bitki türlerinin yetiştiği topraklar için yüzde fosfor miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bu çizelgeden de görüldüğü gibi *Galanthus rizehensis*'in yetiştiği toprakların yüzde fosfor miktarları vejetatif dönemde yüzde 0.008-0.046 aralığında ve generatif dönemde ise 0.006-0.032 aralığında; *Salvia wiedemannii* 'nin yetiştiği toprakların yüzde fosfor miktarları vejetatif dönemde 0.04-0.27 aralığında ve generatif dönemde ise 0.01-0.27 aralığında; *İris pseudacorus* 'un yetiştiği toprakların yüzde fosfor miktarları vejetatif dönemde 0.001-0.009 aralığında ve generatif dönemde ise 0.001-0.004 aralığında değişmektedir. Bu sonuçlarla bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarımızı karşılaştıracak olursak; *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının yetiştiği toprakların fosfor içeriklerinin *Galanthus rizehensis* ve *İris pseudacorus* türlerinin yetiştiği toprakların fosfor içeriklerinden daha yüksek ve *Salvia wiedemannii*'in yetiştiği toprakların fosfor içeriklerinden daha düşük olduğu söylenebilir. Bu fosfor içeriklerindeki farklılıklar bitkilerin yayılış gösterdikleri toprak, ana kayaların yapısı ve türlerin ekolojik isteklerinin farklı olması ile ilgili olabilir.

4.1.3 Topraktaki Potasyumun Değerlendirilmesi

Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden alınmış *Origanum* taksonları topraklarının yüzde potasyum değerleri Çizelge 3.1 ve 3.2’de, ortalama ve standart sapma değerleri ise Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Vejetatif dönemde *Origanum onites* topraklarının yüzde potasyum içeriklerinin sırasıyla 0.544-0.982 (0.710 ± 0.165) generatif dönemde ise 0.321-0.908 (0.571 ± 0.228) aralığında değiştiği bulunmuştur. Genel olarak topraklardaki yüzde potasyum miktarlarının 0.21-3.19 aralığında değiştiği belirtilmektedir[98]. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde *O. onites* populasyonlarının yayılış gösterdiği topraklardaki potasyumun yeterli seviyede olduğu görülmektedir. Gönüz ve Özörgücü[4] türün fakir potasyumlu topraklarda yetiştiğini belirtirken, Temel[3], *O. onites*’in aşırı potasyumlu topraklarda yetiştiğini belirtmektedir. *O. onites*’in yetiştiği toprakların N, P ve K içeriklerinin farklı olması toplanan, bitki örneklerinin farklı lokalitelerden toplanmasından ve toprağı oluşturan ana kayaların farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir.

O. vulgare ssp. *hirtum*’un yayılış gösterdiği toprakların potasyum içerikleri vejetatif dönemde 0.507-0.744 (0.614 ± 0.076), generatif dönemde ise 0.359-0.655 (0.511 ± 0.102) aralığında değişmektedir. Elde edilen değerlere göre *O. vulgare* ssp. *hirtum*’un yayılış gösterdiği toprakların potasyum açısından diğer iki makro elemente (N, K) göre daha fazla miktarlarda olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.1 ve 3.2’de de görüldüğü gibi *Origanum* taksonları topraklarının potasyum içerikleri vejetatif dönemden generatif döneme geçildiğinde önemli bir şekilde azalmaktadır. Benzer sonuçlar değişik bitkiler için Stelzer ve arkadaşları tarafından da bulunmuştur[214]. Büyüme periyodu süresince potasyum miktarının azalması, potasyumun bitkiler tarafından kullanılmasının ve yağmur suları ile toprağın yıkanmasının sonuçları olabilir.

Farklı bitki türlerinin yetiştiği toprak örneklerinin yüzde potasyum içerikleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bu çizelgeden de görüldüğü gibi *Galanthus*

rizehensis'in yetiştiği toprakların yüzde potasyum içeriklerinin vejetatif dönemde 0.29-0.93 aralığında ve generatif dönemde ise 0.26-0.91 aralığında; *Salvia wiedemanni*'in yetiştiği toprakların yüzde potasyum içeriklerinin vejetatif dönemde 0.54-1.85 aralığında ve generatif dönemde ise 0.27-1.76 aralığında; *İris pseudacorus*'un yetiştiği toprakların yüzde potasyum içeriklerinin vejetatif dönemde 0.012-0.065 aralığında ve generatif dönemde ise 0.008-0.05 aralığında değiştiği bulunmuştur. Bu sonuçlarla elde ettiğimiz sonuçlarımızı karşılaştırdığımızda *Galanthus rizehensis* ve *Salvia wiedemanni* türlerinin yetiştiği toprakların yüzde potasyum içeriklerinin *Origanum* taksonlarının yetiştiği toprakların yüzde potasyum içeriklerinden daha yüksek ve *İris pseudacorus* türünün yetiştiği toprakların yüzde potasyum içeriklerinin ise *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* potasyum içeriklerinden daha düşük olduğu söylenebilir. Topraklardaki potasyum yetersizliği, toprağın kum tozlarından yada kuvarstan oluşmuş kaba tekstürlü topraklardan meydana gelmiş olmasına, toprak oluşumunda görev yapan kayaların potasyumca fakir olmasına, yağış fazlalığına ve yüksek sıcaklıklara bağlanabilir[78].

4.2 *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un Yetiştiiği Topraklardaki Makro Besin Elementlerinin (N, P ve K) İstatistiksel Açıdan Değerlendirilmesi

Bilindiği gibi iki örnek arasında önemli bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek amacı ile istatistiksel metotlar uygulanır. Bu çalışmada örnekler arasındaki korelasyonunun belirlenmesinde en uygun istatistiksel test metodunun t-testi olduğuna karar verilmiştir[211]. Bu amaçla Anova istatistiksel bilgisayar programı kullanılarak sonuçlar t-testine göre değerlendirilmiştir. Biyolojide en yaygın olarak kullanılan önem derecesinin (P) % 5 olduğu belirtilmektedir[211].

Vejetatif ve generatif büyüme dönemlerinde *Origanum* taksonlarının yetiştiği toprakların besin elementi (N, P ve K) içeriği korelasyonu için t-testine göre elde edilmiş değerler Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un yetiştikleri toprakların besin elementi(N, P veK) içeriklerinin vejetatif ve generatif dönemlere göre karşılaştırılması

Element	<i>Origanum onites</i>	<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>
N	0.010	0.046
P	0.110	0.006
K	0.351	0.143

Çizelge 4.3'den de görüldüğü gibi her iki *Origanum* taksonunun yetiştiği topraklarda azot için elde edilen P-değeri % 5'den küçük ($P < 0.05$) iken, fosfor ve potasyum için elde edilen P değeri bu değerden daha büyüktür ($P > 0.05$). Bu sonuçlara göre büyüme dönemleri arasında topraktaki azot bakımından anlamlı bir ilişkinin olduğu, topraktaki fosfor ve potasyum için ise böyle anlamlı bir ilişkinin olmadığı söylenebilir.

4.3 *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* Taksonlarının İçerdikleri Makro elementler (N, P ve K) Açısından Değerlendirilmesi

4.3.1 *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* Taksonlarının İçerdikleri Azotun Değerlendirilmesi

Bilindiği gibi bitkilerdeki azot birikmesi organların büyüme hızını belirleyen topraktaki mevcut azota bağlıdır. Azotun birikim derecesi bitkilerin azotu absorblama, proteinlerin remobilizasyonu ve azotla işbirliği kapasiteleri arasındaki ilişkilerle belirlenir[100]. Çizelge 4.4'de çalışma materyali olan *Origanum* taksonlarının farklı organları arasındaki azot dağılımına ait ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir.

Gönüz ve Özörgücü[4] *O. onites* ile ilgili yaptıkları çalışmada bitkideki azot, fosfor ve potasyumu sadece generatif dönem ve tüm bitki için tespit etmiş ve

değerlendirmiştir. Temel[3] ise yaptığı çalışmada sadece *Origanum*'ların fosfor ve potasyum içeriklerini saptamış, *Origanum*'ların organlarındaki fosfor ve

Çizelge 4.4 *Origanum* taksonlarının farklı organları arasındaki azot dağılımına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Bitki	Dönem	Ortalama değer ± standart sapma			
		Kök	Gövde	Yaprak	Çiçek
<i>Origanum onites</i>	Vejetatif	0.52±0.07	0.71±0.05	2.09±0.36	---
	Generatif	0.45±0.09	0.62±0.10	1.24±0.20	1.98±0.12
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	Vejetatif	0.57±0.03	0.67±0.08	1.82±0.20	---
	Generatif	0.50±0.07	0.59±0.07	1.41±0.14	1.92±0.20

potasyum içeriklerini belirlememiştir. Yaptığımız bu çalışmada ise *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının azot, fosfor ve potasyum içerikleri vejetatif dönemde kök, gövde ve yaprakta, generatif dönemde ise kök, gövde, yaprak ve çiçekte ayrı ayrı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.3, 3.4 ve 4.3'den görüldüğü gibi her iki *Origanum* taksonunda farklı organlarındaki azot içeriğinin farklı olduğu görülmektedir. Sonuçlar, farklı lokalitelerden toplanan *Origanum*'ların en yüksek azot içeriğine sahip organın vejetatif dönemde sırasıyla yaprak, gövde ve kök, generatif dönemde ise çiçek, yaprak, gövde ve kök olduğunu göstermektedir. Farklı lokalitelerden toplanmış bitkilerin yüzde azot içeriklerinin 1.2 ile 3.6 (kuru ağırlık) aralığında değiştiği belirtilmektedir[215]. Bilindiği gibi köklerin başlıca fonksiyonu besleyici elementleri topraktan bitkiye transfer etmektir. Besin maddelerinin topraktan bitkiye transferi köklerle alınma ve topraktan kök yüzeyine taşınma arasındaki etkileşimlerin sonucudur. Toprakta köke azotun taşınması kütle akışı ve difüzyon ile kontrol edilir[82,216,217]. Farklı lokalitelerden toplanan *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un köklerindeki yüzde azot miktarının dağılımı vejetatif dönemde sırasıyla 0.42-0.63 (0.52±0.07) ve 0.51-0.60 (0.57±0.03) aralığında ve generatif dönemde ise 0.33-0.60 (0.45±0.09) ve 0.38-

0.59 (0.50±0.07) aralığında değişmektedir. Her iki *Origanum* taksonu için de, köklerdeki azot miktarının düşük olduğu söylenebilir. Buna göre *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un kökleri toprakta bulunan azottan yeter derecede yararlanamamıştır. Bunun nedeni azotun devamlı olarak bitki kökleri tarafından alınıp bitkilerde proteinler ve klorofil gibi organik maddelere dönüştürülmesi olabilir. Ayrıca bitkinin toprakta bulunan azottan yararlanabilmesi için toprakta azot mineralizasyonunun gerçekleşmesi gerekmektedir. Mineralizasyonun gerçekleşmesi ise bünye, pH, sıcaklık ve nem gibi toprak özelliklerine bağlıdır. Araştırma alanındaki topraklardaki kireç miktarının yetersizliği de mineralizasyonu olumsuz yönde etkilemiş olabilir.

Bilindiği gibi azot, gövde ve yaprak büyümesini teşvik eden bir makro elementtir. Gövdeler de azotun kökler aracılığıyla topraktan alınıp daha yukarıdaki yaprak, çiçek gibi organlara taşınmasını sağlar. Çizelge 3.3, 3.4 ve 4.3'den görüldüğü gibi farklı lokalitelerden toplanan *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının gövdelerindeki yüzde azot dağılımının sırasıyla vejetatif dönemde 0.64-0.79 (0.71±0.05) ve 0.56-0.80 (0.67±0.08) aralığında, generatif dönemde ise 0.47-0.74 (0.62±0.10) ve 0.51-0.66 (0.59±0.07) aralığında; yapraklarındaki yüzde azot dağılımının sırasıyla vejetatif dönemde 1.75-2.78 (2.09±0.36) ve 1.61-2.19 (1.82±0.20) aralığında, generatif dönemde ise 0.99-1.53 (1.24±0.20) ve 1.19-1.54 (1.41±0.14) aralığında ve çiçeklerinde ise sırasıyla yüzde azot miktarının 1.82-2.21 (1.98±0.12) ve 1.75-2.28 (1.92±0.20) aralığında değiştiği görülmektedir. Bu sonuçlara göre her iki taksonun gövdelerindeki azot miktarının düşük olduğu söylenebilir. Bitkilerdeki azot proteinler ve klorofil gibi organik maddelere dönüşür. Yapraklar azotun remobilizasyonu ile vejetatif dönemden generatif döneme geçişte azotun kullanımı ile büyümeye devam etmektedir. Çalışma materyali olan *Origanum* taksonlarının yapraklarındaki mevcut azot miktarının yeterli olduğunu söyleyebiliriz. *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının organları arasında en yüksek azot miktarına sahip organın çiçek olduğu bulunmuştur. Bitkinin genç organlarında ise yaşlı organlara göre daha fazladır. Bu durum bitkide azotun mobil halde olmasından kaynaklanmaktadır[71].

Büyüme süresince bütün bitki organlarında azot konsantrasyonunun azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum bitkinin gövde ve daha alt kısmındaki yapraklarından daha üst kısımlara azotun remobilizasyonunun[217], ve bitkideki karbonhidrat/protein oranının artmasının[70] sonuçları olabilir. Ayrıca bitki gelişmesinin son dönemlerinde azot toprakta gereksinme duyulan miktardan fazla olmasına rağmen yine de bitkinin azot kapsamında azalmanın olduğu gözlenmiştir. Vejetatif dönemden generatif döneme geçişte çalışma materyali olan *Origanum* taksonlarının topraklarındaki azot konsantrasyonunun azalması, azotun bitki kökleri tarafından topraktan absorpsiyonunun bir sonucudur. Absorblanan azot daha sonra bitkinin çeşitli organlarında kullanılır. Ayrıca *O. onites* ve *O. vulgare ssp. hirtum* taksonlarının azot içeriklerinin birbirlerinden çok farklı olmadığı da gözlenmiştir.

Yücel ve Altınöz[80]'ün *Salvia wiedemannii*'nin ekolojisi üzerine yaptığı çalışma ile *Origanum onites* ve *Origanum vulgare ssp. hirtum* üzerine yapılan bu çalışma karşılaştırılacak olursa oldukça benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Yücel ve Altınöz[80]'ün yaptığı çalışmada da vejetatif gelişme dönemlerinde bitki organlarındaki N, P ve K yüzdelerinin, üreme sürecine girdiği döneme oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5'de literatürde mevcut olan bazı bitki türlerine ait yüzde azot miktarları verilmiştir. Bu çizelgeden de görüldüğü gibi *Galanthus rizehensis*, *Leucojum aestivum*, *Orchis laxiflora* ve *Iris pseudacorus* türlerinin toprak altı kısımlarında yüzde azot miktarları vejetatif dönemde sırasıyla 0.616-1.176, 0.274-1.120, 0.322-1.260 ve 0.690-2.162 aralığında ve generatif dönemde ise 0.672-3.837, 0.264-0.560, 0.812-1.456 ve 0.787-2.287 aralığında değişmektedir. Yine aynı bitki türlerinin toprak üstü kısımlarında ise yüzde azot miktarları vejetatif dönemde sırasıyla 1.805-4.284, 1.708-4.592, 2.030-3.472 ve 0.849-2.138 aralığında ve generatif dönemde ise sırasıyla 0.840-1.848, 1.064-4.426, 1.736-1.736-2.828 ve 0.793-1.756 aralığında bulunmaktadır. *O. onites* ve *O. vulgare ssp. hirtum* taksonlarındaki azot içeriği genel olarak farklı bitki türlerindeki azot içerikleri ile karşılaştırıldığında diğer türlere göre daha zengin olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.5 Literatürde mevcut olan bazı bitki türlerine ait yüzde azot miktarları

Bitki türü	Organ	Azot	Vejetatif Dönem	Generatif Dönem	Kaynaklar
<i>Salvia wiedemanni</i> Boiss.	Tüm bitki	---	1.320-1.880	1.020-1.730	[80]
<i>Origanum onites</i> L.	Tüm bitki	---	---	0.336-0.854	[4]
<i>Galmthus rizehensis</i> Stern.	Toprak altı	---	0.616-1.176	0.672-3.837	[122]
	Toprak üstü	---	1.805-4.284	0.840-1.848	[122]
<i>Leucojum aestivum</i> L.	Toprak altı	---	0.274-1.120	0.264-0.560	[128]
	Toprak üstü	---	1.708-4.592	1.064-4.426	[128]
<i>Pancreatum maritimum</i> L.	Toprak altı	---	0.322-1.260	0.812-1.456	[121]
	Toprak üstü	---	2.030-3.472	1.736-2.828	[121]
<i>Orchis laxiflora</i> Lam.		1.780	---	---	[125]
<i>Orchis palustris</i> Jacq.		1.600	---	---	[125]
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.)L.C.M.		1.500	---	---	[119]
<i>Chrozophora tinctoria</i> L.	Tüm bitki	0.226			[98]
<i>Rubia tinctorum</i> L.	Tüm bitki	0.187			[98]
<i>Iris pseudacorus</i> L.	Toprak altı	---	0.690-2.162	0.787-2.287	[109]
	Toprak üstü	---	0.849-2.138	0.793-1.756	[109]
<i>Plantago minor</i> L.	Tüm bitki	0.570	---	---	[79]
<i>Polygonum bistorta</i> L.	Tüm bitki	0.710	---	---	[79]
<i>Astrodaucus orientalis</i> L.	Tüm bitki	0.670	---	---	[79]
<i>Camelina rumelica</i> Boehm.	Tüm bitki	0.640	---	---	[79]
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	Tüm bitki	1.080	---	---	[79]
<i>Galium rotundifolium</i> L.	Tüm bitki	0.560	---	---	[79]
<i>Chenopodium album</i> L.	Tüm bitki	0.590	---	---	[79]
<i>Sisymbrium officinale</i> L.	Tüm bitki	0.590	---	---	[79]
<i>Phaseolus vulgare</i> L. var. <i>nanus</i>		0.340	---	---	[102]
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i>		0.370	---	---	[102]
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>gemmifera</i>		0.470	---	---	[102]
<i>Daucus carota</i> L. ssp. <i>sativus</i>		0.170	---	---	[102]
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>botrytis</i>		0.320	---	---	[102]
<i>Apium graveolens</i> L. var. <i>secalinum</i>		0.270	---	---	[102]
<i>Brassica campestris</i> L. ssp. <i>chinensis</i>		0.160	---	---	[102]
<i>Cucumis sativus</i> L.		0.170	---	---	[102]
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill. var. <i>azoricum</i>		0.240	---	---	[102]
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capitata</i>		0.130	---	---	[102]
<i>Allium porrum</i> L.		0.260	---	---	[102]
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capit.</i>		0.180	---	---	[102]
<i>Alliumcepa</i> L.		0.190	---	---	[102]
<i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i>		0.250	---	---	[102]
<i>Raphanus sativus</i> L.		0.200	---	---	[102]

4.4 *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un İçerdikleri Makro Elementler (N, P ve K) Açısından İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

4.4.1 *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un İçerdiği Azotun İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Origanum onites ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organları arasındaki azot içeriklerinin t-testine göre elde edilmiş olan P-değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6'dan görüldüğü gibi vejetatif ve generatif dönemlerde hesaplanan P değerlerinin % 5'den küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organları arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.6 Besin elementleri açısından *Origanum* taksonlarının farklı organları arasındaki ilişkileri gösteren P-değerleri

Dönem	İlişki	<i>Origanum onites</i>			<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>		
		N	P	K	N	P	K
Vejetatif	Kök-Gövde	0.000	0.005	0.000	0.056	0.057	0.000
	Kök-Yaprak	0.000	0.000	0.002	0.000	0.393	0.004
	Gövde-Yaprak	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Generatif	Kök-Gövde	0.044	0.004	0.000	0.104	0.003	0.043
	Kök-Yaprak	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Kök-Çiçek	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Gövde-Yaprak	0.000	0.005	0.000	0.000	0.047	0.012
	Gövde-Çiçek	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Yaprak-Çiçek	0.000	0.000	0.022	0.003	0.000	0.010

Origanum onites'in köklerindeki azot içeriklerini vejetatif ve generatif dönemlerde karşılaştırmak amacıyla hesaplanan P değerinin 0.279 olduğu görülmektedir. Bu değer % 5'den ($P>0.05$) büyük olduğu için bu taksonun köklerinde büyüme dönemlerinde anlamlı bir korelasyonun olmadığı sonucuna

varılabilir. *Origanum onites*'in vejetatif ve generatif dönemlerde gövdeleri için hesaplanan P değeri 0.135'dir. Buna göre her iki dönem için de gövdeler arasında bir korelasyonun olmadığı göze çarpmaktadır. Yapraklar için hesaplanan P değeri 0.004'tür. Bu değer büyüme dönemleri arasında yapraklar arasında önemli sayılacak bir korelasyonun olduğunu göstermektedir.

Vejetatif ve generatif dönemlerde *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un köklerindeki azot içerikleri için hesaplanan P değeri 0.138'dir. Bu sonuca göre *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonunun kökleri için büyüme dönemlerinde anlamlı bir ilişkinin olmadığı görülmektedir. Her iki dönemde *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un gövdeleri arasındaki korelasyonu saptamak için hesaplanan P değerinin 0.194 olduğu Çizelge 4.7'den görülmektedir. Bu değer de *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un gövdeleri için dönemler arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığını göstermektedir. Azot için hesaplanan P değeri ise 0.010'dur. Yine bu değer de her iki dönemde yapraklar arasında anlamlı bir korelasyonun olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.7 *Origanum* taksonlarının farklı kısımlarındaki besin elementleri içeriklerinin büyüme dönemlerine göre karşılaştırılmasına ait P-değerleri

Organ	<i>Origanum onites</i>			<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>		
	N	P	K	N	P	K
Kök	0.279	0.038	0.058	0.138	0.120	0.000
Gövde	0.135	0.067	0.000	0.194	0.053	0.000
Yaprak	0.004	0.000	0.000	0.010	0.008	0.016

4.3.2 *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un İçerdikleri Fosforun Değerlendirilmesi

Bilindiği gibi bitkiler tarafından fosforun alınması topraktaki fosfor miktarına, bitkinin kök yüzey alanına ve kökün aktivitesine bağlıdır. Kökler yalnızca canlı ve aktif olan hücrelerden besin maddelerini absorblarlar. Böylece bir bitki tarafından fosforun alınması toprağın sıcaklığından ziyade toprak

çözeltisindeki fosforun konsantrasyonuna ve toprağın nemliliğine bağlıdır. Besin maddeleri bitki kökleri ile difüzyon, kütle akışı ve kök yoğunlaşması olarak bilinen üç değişik yolla alınabilir[70].

Çizelge 4.8’de *Origanum* taksonlarının farklı organları arasındaki fosfor dağılımına ait ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Çizelge 3.5, 3.6 ve 4.8’de farklı lokalitelerden farklı büyüme zamanlarında toplanmış *Origanum* taksonlarının fosfor içeriklerinin farklı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.8 *Origanum* taksonlarının farklı organları arasındaki fosfor dağılımına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Bitki	Dönem	Ortalama değer ± standart sapma			
		Kök	Gövde	Yaprak	Çiçek
<i>Origanum onites</i>	Vejetatif	0.136±0.011	0.169±0.010	0.286±0.020	
	Generatif	0.115±0.012	0.149±0.013	0.184±0.013	0.371±0.032
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	Vejetatif	0.151±0.030	0.210±0.045	0.231±0.012	
	Generatif	0.122±0.014	0.158±0.011	0.187±0.022	0.358±0.031

Gönüz ve Özörgücü[4] *O. onites*’in fosfor içeriğinin ortalama 0.171 olduğu saptamıştır. Bu değer bitki için fosforun yeterli olduğunu göstermektedir. Temel[3] *O. onites*’in içerdiği fosforun 0.303 olduğunu ve bu miktarın bitki için oldukça yeterli olduğunu belirtmiştir. Yine Temel[3] *O. vulgare* ssp. *hirtum*’un içerdiği fosforun bitki için yeterli olduğunu bulmuştur. Yücel ve Altınöz[80] de bitkinin farklı kısımlarında vejetatif ve generatif dönemlerde bitkideki azot, fosfor ve potasyumu saptamışlardır. Yücel ve Altınöz[80]’ün *Salvia wiedemannii* ile yaptığı çalışma, bu çalışma ile birçok yönden benzerlik göstermektedir. Vejetatif dönemde *Salvia wiedemannii*’nin köklerindeki fosfor içeriğini 0.054, generatif dönemde ise 0.034, dallarda vejetatif dönemdeki fosfor içeriği 0.062, generatif dönemde 0.046 ve yapraklarda vejetatif dönemde 0.126, generatif dönemde ise 0.083 olarak tespit etmişlerdir. Araştırma materyali olan *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonları fosfor içeriklerinin *Salvia wiedemannii*’nin içerdiği

fosfordan daha yüksek ve bitki için yeterli miktarlarda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada fosforun vejetatif ve generatif dönemlerde farklı organlardaki miktarları saptanmıştır. Toprakta sınıra yakın değerlerde yeterli olan fosfordan *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonları maksimum seviyede yararlanmıştır.

Sonuçlar, farklı lokalitelerden toplanan *Origanum*'ların en yüksek fosfor içeriğine sahip organların vejetatif dönemde sırasıyla yaprak, gövde ve kök, generatif dönemde ise çiçek, yaprak, gövde ve kök olduğunu göstermektedir. Kuru madde ağırlıklarına göre çeşitli bitkilerin yüzde fosfor içeriklerinin 0.05-0.43 aralığında değiştiği bulunmuştur[70].

Farklı lokalitelerden toplanan *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un köklerindeki yüzde fosfor miktarının dağılımı vejetatif dönemde sırasıyla 0.122-0.153 (10.136 ± 0.011) ve 0.097-0.183 (10.151 ± 0.030) aralığında ve generatif dönemde ise 0.093-0.126 (0.115 ± 0.012) ve 0.101-0.141 (0.122 ± 0.014) aralığında değişmektedir. Her iki *Origanum* taksonu için de, köklerdeki fosfor miktarının yeterli olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.5, 3.6 ve 4.5'den görüldüğü gibi farklı lokalitelerden toplanan *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının gövdelerindeki yüzde fosfor dağılımının sırasıyla vejetatif dönemde 0.168-0.187 (10.169 ± 0.010) ve 0.146-0.276 (0.210 ± 0.045) aralığında ve generatif dönemde ise 0.134-0.166 (0.149 ± 0.013) ve 0.142-0.170 (0.158 ± 0.011) aralığında; yapraklarındaki yüzde fosfor dağılımının sırasıyla vejetatif dönemde 0.260-0.312 (0.286 ± 0.02) ve 0.218-0.248 (0.231 ± 0.012) aralığında ve generatif dönemde ise 0.167-0.197 (0.184 ± 0.013) ve 0.164-0.226 (0.187 ± 0.022) aralığında; çiçeklerinde ise sırasıyla yüzde fosfor miktarının 0.312-0.406 (0.371 ± 0.032) ve 0.304-0.396 (0.358 ± 0.031) aralığında değiştiği görülmektedir. Bu sonuçlara göre her iki taksonun gövdelerindeki fosfor miktarının yeterli olduğu söylenebilir. Ayrıca *Origanum* taksonlarının yapraklarındaki mevcut fosfor miktarının yeterli olduğunu

söyleyebiliriz. *Origanum* taksonlarının organları arasında en yüksek fosfor miktarına sahip organın çiçek olduğu tespit edilmiştir.

Büyüme süresince bütün bitki organlarında fosfor konsantrasyonunun azaldığı bulunmuştur. Bu durum bitkinin gövde ve daha alt kısmındaki yapraklarından daha üst kısımlara fosforun remobilizasyonunun sonucu olabilir[217]. Vejetatif dönemden generatif döneme geçişte *Origanum* taksonlarının topraklarındaki fosfor konsantrasyonunun azalması fosforun, bitki kökleri tarafından toprakta absorpsiyonunun bir sonucudur. Absorblanan bu fosfor daha sonra bitkinin çeşitli organlarında kullanılır. Ayrıca her iki *Origanum* taksonunun fosfor içeriğinin çok farklı olmadığı da gözlenmiştir.

Çizelge 4.9'da literatürde mevcut olan bazı bitki türlerine ait yüzde fosfor miktarları verilmiştir. *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının içerdiği fosfor miktarları Çizelge 4.9'da verilen diğer bitki türleri için yüzde fosfor değerleri karşılaştırıldığında genel olarak *Origanum* taksonlarının literatürde verilen birçok bitki türünden daha yüksek fosfor içeriğine sahip olduğunu söyleyebiliriz. *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonları topraktaki yeterli seviyede bulunan fosfordan maksimum seviyede faydalanmıştır.

Çizelge 4.9 Literatürde mevcut olan bazı bitki türlerine ait yüzde fosfor miktarları

Bitki türü	Organ	Fosfor	Vejetatif Dönem	Generatif Dönem	Kaynaklar
<i>Origanum onites</i> L.	Tüm bitki	0.1333-0.1933	---	---	[4]
<i>Origanum onites</i> L.	Tüm bitki	0.3037	---	---	[3]
<i>Origanum vulgare</i> L. ssp. <i>hirtum</i> (Link.) Ietswaart	Tüm bitki	0.2088	---	---	[3]
<i>Salvia wiedemannii</i> Boiss.	Tüm bitki	---	0.050-0.090	0.030-0.060	[80]
<i>Galanthus rizehensis</i> Stern	Toprak altı	---	0.034-0.135	0.084-0.170	[122]
	Toprak üstü	---	0.110-0.160	0.080-0.149	[122]
<i>Leucosium aestivum</i> L.	Toprak altı	---	0.005-0.014	0.002-0.009	[128]
	Toprak üstü	---	0.035-0.296	0.025-0.185	[128]
<i>Pancretium maritimum</i> L.	Toprak altı	---	0.017-0.1860	0.020-1.302	[121]
	Toprak üstü	---	0.065-0.931	0.017-0.566	[121]
<i>Orchis laxiflora</i> Lam.		0.16	---	---	[125]
<i>Orchis palustris</i> Jacq.		0.15	---	---	[125]
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.)L.C.M.		0.18	---	---	[119]
<i>Iris pseudacorus</i> L.	Toprak altı	---	0.034-0.355	0.064-0.385	[109]
	Toprak üstü	---	0.165-0.370	0.131-0.355	[109]
<i>Plantago minor</i> L.	Tüm bitki	0.060	---	---	[79]
<i>Polygonum bistorta</i> L.	Tüm bitki	0.045	---	---	[79]
<i>Astrodaucus orientalis</i> L.	Tüm bitki	0.048	---	---	[79]
<i>Camelina rumelica</i> Boehm.	Tüm bitki	0.050	---	---	[79]
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	Tüm bitki	0.066	---	---	[79]
<i>Galium rotundifolium</i> L.	Tüm bitki	0.035	---	---	[79]
<i>Chenopodium album</i> L.	Tüm bitki	0.046	---	---	[79]
<i>Sisymbrium officinale</i> L.	Tüm bitki	0.047	---	---	[79]
<i>Phaseolus vulgare</i> L. var. <i>namus</i>		0.040	---	---	[102]
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i>		0.046	---	---	[102]
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>gemnifera</i>		0.067	---	---	[102]
<i>Daucus carota</i> L. ssp. <i>sativus</i>		0.036	---	---	[102]
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>botrytis</i>		0.048	---	---	[102]
<i>Apium graveolens</i> L. var. <i>secalinum</i>		0.055	---	---	[102]
<i>Brassica campestris</i> L. ssp. <i>chinensis</i>		0.036	---	---	[102]
<i>Cucumis sativus</i> L.		0.040	---	---	[102]
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill. var. <i>azoricum</i>		0.034	---	---	[102]
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capit.</i>		0.025	---	---	[102]
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>gongylodes</i>		0.045	---	---	[102]
<i>Allium porrum</i> L.		0.035	---	---	[102]
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capit.</i>		0.030	---	---	[102]
<i>Alliumcepa</i> L.		0.034	---	---	[102]
<i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i>		0.040	---	---	[102]
<i>Raphanus sativus</i> L.		0.030	---	---	[102]

4.4.2 *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* Taksonlarının İÇerdikleri Fosfor Miktarlarının İstatistiksel AÇıdan Değerlendirilmesi

Origanum onites ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organları arasındaki fosfor içeriklerinin t-testine göre elde edilmiş olan P-değerleri izelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6'dan grldğu gibi vejetatif ve generatif dönemlerde hesaplanan P değerlerinin genelde % 5'den kk olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organları arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu söylenebilir. Ancak *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonun vejetatif dönemde kök-gövde ve kök-yaprak, generatif dönemde ise gövde-yaprak arasındaki P değerleri % 5'den büyük bulunmuştur. Bu sonuç *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonun vejetatif dönemde kök-gövde ve kök-yaprak arasında, generatif dönemde ise gövde-yaprak arasında anlamlı bir korelasyonun olmadığını göstermektedir.

Origanum onites'in köklerindeki fosfor içeriklerini vejetatif ve generatif dönemlerde karşılaştırmak amacıyla hesaplanan P değerinin 0.028 olduğu izelge 4.7.'de görülmektedir. Bu değer % 5'den kk olduğu için *Origanum onites*'in köklerinde her iki dönem için anlamlı bir ilişkiden bahsedilebilir. *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonunun kökleri için hesaplanan önem derecesi ise 0.120'dir. Bu değer, *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un köklerindeki fosforun vejetatif ve generatif dönemler arasında anlamlı bir şekilde değişmediğini ifade etmektedir. Her iki araştırma materyali takson için her iki dönemde de gövdeler arasında anlamlı sayılabilecek bir ilişkiden bahsedilebilir. Yapraklar için hesaplanan P değeri her iki takson için de 0.05'in altında olduğundan büyüme dönemleri arasında yapraklar arasında önemli sayılacak bir korelasyonun olduğu söylenebilir.

4.3.3 *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un İçerdiği Potasyumun Değerlendirilmesi

Vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının farklı organlarındaki potasyum değerleri Çizelge 3.7 ve 3.8'de ve ortalama ve standart sapma değerleri ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 *Origanum* taksonlarının farklı organları arasındaki potasyum dağılımına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Bitki	Dönem	Ortalama değer ± standart sapma			
		Kök	Gövde	Yaprak	Çiçek
<i>Origanum onites</i>	Vejetatif	1.357±0.182	2.156±0.085	2.652±0.211	
	Generatif	1.129±0.097	1.482±0.106	1.913±0.143	2.335±0.260
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	Vejetatif	1.598±0.135	2.054±0.107	2.370±0.161	
	Generatif	1.093±0.067	1.345±0.199	1.889±0.269	2.396±0.138

Sonuçlar vejetatif dönemde *Origanum* organları arasında en yüksek potasyum içeriğine sahip organın yaprak ve generatif dönemde ise çiçek olduğunu göstermektedir. Farklı bitki türlerinin yüzde potasyum içeriklerinin kuru madde ilkesine göre yüzde 0.2 ile 11 aralığında değiştiği belirtilmektedir[70]. Farklı lokalitelerden toplanan *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un köklerindeki yüzde potasyum miktarının dağılımı vejetatif dönemde sırasıyla 1.014-1.548 (1.357±0.182) ve 1.432-1.756 (1.598±0.135) aralığında ve generatif dönemde ise 1.014-1.229 (1.129±0.097) ve 1.014-1.176 (1.093±0.0679) aralığında; gövdelerindeki yüzde potasyum dağılımı sırasıyla vejetatif dönemde 2.003-2.257 (2.156±0.085) ve 2.041-2.072 (2.054±0.107) aralığında, ve generatif dönemde ise 1.320-1.640 (1.482±0.106) ve 1.056-1.663 (1.345±0.199) aralığında;

yapraklarında yüzde potasyum dağılımını sırasıyla vejetatif dönemde 2.379-2.911 (2.652±0.211) ve 2.218-2.680 (2.370±0.161) aralığında, ve generatif dönemde ise 1.733-2.102 (1.913±0.143) ve 1.525-2.310 (1.889±0.269) aralığında; ve çiçeklerinde ise sırasıyla yüzde potasyum miktarının 1.917-2.680 (2.335±0.26) ve 2.148-2.525 (2.396±0.138) aralığında değiştiği görülmektedir. Bu verilere göre her iki *Origanum* taksonun da toprakta yeterli miktarlarda bulunan potasyumdan maksimum seviyede faydalandığı sonucuna ulaşabiliriz.

Gönüz ve Özörgücü[4] *O. onites*'in içerdiği potasyum miktarının 0.830-0.600 aralığında değiştiğini belirtmektedir. Bu değerler bitkinin potasyum bakımından fakir olduğunu göstermektedir. Topraktaki potasyum eksikliği bitkinin potasyum içeriğine de yansımıştır. Temel[3] ise *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarındaki potasyum içeriklerinin yeterli olduğunu belirtmiş ve toprakta oldukça yeterli miktarda bulunan potasyumdan bitkilerin yeterli seviyede yararlandığını belirtmiştir.

Çizelge 4.11'de literatürde mevcut olan bazı bitki türlerine ait yüzde potasyum miktarları verilmiştir. Bu değerler ve Çizelge 4.11'de verilen diğer bitki türleri için yüzde potasyum değerleri *Origanum* taksonları için elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında genel olarak çalışma materyali olan *Origanum* taksonlarının literatürde verilen birçok bitki türünden daha yüksek potasyum içeriğine sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.11 Literatürde mevcut olan bazı bitki türlerine ait yüzde potasyum miktarları

Bitki türü	Organ	Potasyum	Vejetatif Dönem	Generatif Dönem	Kaynaklar
<i>Origanum onites</i> L.	Tüm bitki	0.830-0.600	---		[4]
<i>Origanum onites</i> L.	Tüm bitki	1.740	---	---	[3]
<i>Origanum vulgare</i> L. ssp. <i>hirtum</i> (Link.) Ietswaart	Tüm bitki	1.296	---	---	[3]
<i>Salvia wiedemanni</i> Boiss.	Tüm bitki	---	0.89-1.98	0.79-1.97	[80]
<i>Chrozophora tinctoria</i> L.		2.143			[98]
<i>Rubia tinctorum</i> L.		2.610			[98]
<i>Galanthus rizehensis</i> Stern.	Toprak altı	---	0.490-1.910	0.920-3.740	[122]
	Toprak üstü	---	3.580-5.910	0.910-4.330	[122]
<i>Leucojum aestivum</i> L.	Toprak altı	---	0.280-0.780	0.220-0.570	[128]
	Toprak üstü	---	1.080-6.660	0.650-5.830	[128]
<i>Pancreatium maritimum</i> L.	Toprak altı	---	0.083-0.167	0.083-0.450	[121]
	Toprak üstü	---	0.167-0.508	0.117-0.507	[121]
<i>Orchis laxiflora</i> Lam.		0.50	---	---	[125]
<i>Orchis palustris</i> Jacq.		0.97	---	---	[125]
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.)L.C.M.		1.21	---	---	[119]
<i>Iris pseudacorus</i> L.	Toprak altı	---	0.71-2.51	0.79-3.19	[109]
	Toprak üstü	---	0.181-3.96	1.70-2.94	[109]
<i>Plantago minor</i> L.	Tüm bitki	0.714	---	---	[79]
<i>Polygonum bistorta</i> L.	Tüm bitki	0.543	---	---	[79]
<i>Astrodaucus orientalis</i> L.	Tüm bitki	1.146	---	---	[79]
<i>Camelina rumelica</i> Boehm	Tüm bitki	1.026	---	---	[79]
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	Tüm bitki	1.544	---	---	[79]
<i>Galium rotundifolium</i> L.	Tüm bitki	0.854	---	---	[79]
<i>Chenopodium album</i> L.	Tüm bitki	0.855	---	---	[79]
<i>Sisymbrium officinale</i> L.	Tüm bitki	0.578	---	---	[79]
<i>Phaseolus vulgare</i> L. var. <i>nanus</i>		0.360	---	---	[102]
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i>		0.400	---	---	[102]
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>gemmifera</i>		0.510	---	---	[102]
<i>Daucus carota</i> L. ssp. <i>sativus</i>		0.410	---	---	[102]
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>botrytis</i>		0.330	---	---	[102]
<i>Apium graveolens</i> L. var. <i>Secalinum</i>		0.470	---	---	[102]
<i>Brassica campestris</i> L. ssp. <i>chinensis</i>		0.270	---	---	[102]
<i>Cucumis sativus</i> L.		0.280	---	---	[102]
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capit.</i>		0.300	---	---	[102]
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capit.</i>		0.250	---	---	[102]
<i>Allium porrum</i> L.		0.310	---	---	[102]
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>gongylodes</i>		0.350	---	---	[102]
<i>Allium cepa</i> L.		0.200	---	---	[102]

4.4.3 *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un İçerdiği Potasyumun İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Origanum onites ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organları arasındaki potasyum içeriklerinin t-testine göre elde edilmiş olan P-değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6'dan görüldüğü gibi vejetatif ve generatif dönemlerde hesaplanan P değerlerinin genelde % 5'den küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organları arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu söylenebilir.

4.5 Vejetatif ve Generatif Dönemlerde Bitki ve Toprak Besin Elementlerinin İstatistiksel Açından Değerlendirilmesi

Bitki ve toprak besin elementlerinin karşılaştırmaları için t-testine göre elde edilmiş olan P-değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Bitki ve toprak besin elementleri arasındaki ilişkileri gösteren P-değerleri

Bitki	Dönem	Element		
		N	P	K
<i>Origanum onites</i>	Vejetatif	0.000	0.000	0.000
	Generatif	0.000	0.000	0.000
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	Vejetatif	0.000	0.000	0.000
	Generatif	0.000	0.000	0.000

Çizelgeden de görüldüğü gibi P-değerlerinin tümünün % 5'den daha küçük olması bitki ve toprak besin elementleri arasında önemli bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

4.6 Kinetik Çalışmalarda Kullanılan Metotların Değerlendirilmesi

Bitkilerin hastalıklara karşı direncinin artmasında çok önemli olan PPO enzimi, *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarından izole edilmiştir. Araştırmamızda enzim aktivitesi tayini için substrat olarak bir difenol olan katekol kullanılmıştır. Giriş bölümünde belirtildiği gibi PPO enziminin birçok substratı vardır. Katekolün çözünürlüğünün çok iyi olması en önemli tercih sebeplerindendir. Pek çok araştırmacı bu nedenden dolayı PPO aktivitesini belirlemek için katekolü substrat olarak kullanmıştır [6,131,134,137,139,142,149,161,168,192,204]. PPO aktivitesi, substratın kaybolma yada ürünün oluşma hızını ölçmekle belirlenebilir. Substratın kaybolma hızının belirlenmesinde oksijenin absorpsiyonu ya monometrik yada bir oksijen elektroduyla polarografik olarak ölçülür. Ancak ürünün oluşma hızının ölçülmesi daha hassas sonuçlar vermektedir. Çünkü tayindeki substrat konsantrasyonu yüksektir ve harcanan miktar da buna oranla çok düşüktür. Dolayısıyla farkı, hassas olarak belirlemek oldukça zordur. Ürünün oluşma hızı kinonlardan oluşan renkli bileşiklerin optik yoğunluklarının spektrofotometrik metotla ölçülmesiyle tayin edilmektedir[137]. Bu araştırmada da enzim aktivitesi tayininde daha pratik ve daha hassas olması açısından spektrofotometrik yöntem tercih edilmiştir.

Origanum onites ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'dan PPO izolasyonu için tampon ekstraksiyon metodu kullanılmıştır. Uygun tamponla ekstraksiyon işlemi aseton çöktürmesinden daha çok kullanılır. Uygun pH değerli tamponlar, enzim kaynağından ekstraksiyonu sağlarlar. Tamponun pH'sı elde edilen enzimin formunu etkileyebilir. Yoğunlukla enzimatik polifenol oksidasyonundan ekstraksiyon sistemini korumak için ortama indirgen reaktifler yada kinonlar gibi enzimin dönüşümlü inhibitörleri katılmaktadır. Bu amaçla ekstraksiyon tamponu olarak kullanılan fosfat tamponuna (pH=6.5) 10 mM askorbik asit katılmıştır.

Enzim ekstraksiyonu boyunca fenol oksidasyonunun ve polimerizasyonunun önlenmesinin en etkili yolu, çözünmeyen bir polimer materyaline substratları bağlayarak ortamdan uzaklaştırmaktır. Fenol bağlamada en yaygın kullanılan polivinil polipirrolidon (PVPP)'dir. PVPP fenollerin iyonlaşmadığı nötral yada

asidik pH'da çok kuvvetli proton alıcısıdır. Aynı zamanda PVPP kısmi olarak PPO'nun kompetitiv bir inhibitörüdür. Ancak onun inhibitör etkisi enzim çözeltilerini yıkamakla elimine edilebilir. Polietilen glikol (PEG) bu iş için bazen daha fazla tercih edilir. Belki de bunun sebebi, PEG'nin asetondaki çözünürlüğünün, enzim çözeltilisi elde edilmesinde belirli avantajlar sağlamasından dolayıdır. Bu nedenle bu araştırmada PEG kullanılmıştır.

PPO enzimini kısmen saflaştırmak amacıyla, % 80 doygunlukta amonyum sülfat çöktürmesi yapılmıştır. Farklı olarak izoelektrik çöktürme, dielektrik sabiti daha düşük çözücüler ilave edilerek çöktürme metotları da vardır[220]. Ancak, organik çözücülerin enzimi denatüre etme riski çok yüksektir. Ayrıca, izoelektrik pH ile çöktürmeye göre nötral tuzlarla çöktürme daha pratiktir. Bu amaçla kullanılan nötral tuzlardan en fazla tercih edileni amonyum sülfattır. Bu tuzun iki değerlikli oluşu, çözünürlüğünün çok iyi olması ve çoğu biyokimyasal moleküllere önemli bir zarar vermemesi tercih edilmesinde başlıca sebepler arasındadır[220]. Bu araştırmada nötral tuz olarak amonyum sülfat $[(NH_4)_2SO_4]$ kullanılmıştır.

4.7 Optimum pH

pH enzim aktivitesi üzerinde en etkili parametrelerden birisidir. Genel olarak bitkilerden elde edilen PPO enziminin optimum pH'sının 4-8 aralığında değiştiği belirtilmektedir. Aynı bitkinin farklı devrelerinden elde edilen PPO aktivitesinin ve optimum pH'sının farklı olduğu belirtilmektedir[194]. Araştırmada optimum pH'ı saptamak amacı ile pH=4-9 aralığında katekol substratı kullanılarak enzim aktivitesi her bir *Origanum* takson ve organı için optimum pH'da belirlenmiştir.

Çizelge 3.11-20, 4.13 ve 4.14 incelendiğinde vejetatif dönemden generatif döneme geçişte PPO enziminin optimum pH'sının yaklaşık olarak 0.5 birim kadar azaldığı gözlenmiştir. Bu azalma güneş ışınlarının etkisi ile bitki metabolizmasında radikalik olarak cereyan eden bir seri reaksiyonun sonucu olduğu sanılmaktadır[219]. Şekil 3.11-3.20 ve Çizelge 4.13-4.14'den de görüldüğü gibi farklı lokalitelerden toplanmış aynı tür ve farklı türlerin optimum pH'larının yaklaşık olarak aynı olduğu bulunmuştur. Bitki organlarındaki PPO'nun dağılışı ile ilgili bir korelasyon

Çizelge 4.13 Araştırma alanından toplanan *Origanum onites*'in farklı organları için hesaplanan optimum pH'ya ait ortalama ve standart sapma değerleri

Dönem	Lokalite	Organ	Optimum pH	Ort.Değer±Standart Sapma
Vejetatif	Ömerköy (1)	Kök	7.8	7.66±0.21
	Karapürçek (2)		7.4	
	Hasanboğuldu (3)		7.6	
	Tahtakuşlar (4)		8.0	
	Kertil (5)		7.5	
	Ömerköy (1)	Gövde	8.0	8.00±0.00
	Karapürçek (2)		8.0	
	Hasanboğuldu (3)		8.0	
	Tahtakuşlar (4)		8.0	
Kertil (5)	8.0			
Ömerköy (1)	Yaprak	7.5	7.60±0.21	
Karapürçek (2)		7.8		
Hasanboğuldu (3)		7.4		
Tahtakuşlar (4)		7.4		
Kertil (5)		7.9		
Generatif	Ömerköy (1)	Kök	7.5	7.36±0.31
	Karapürçek (2)		7.8	
	Hasanboğuldu (3)		7.0	
	Tahtakuşlar (4)		7.0	
	Kertil (5)		7.5	
	Ömerköy (1)	Gövde	7.5	7.34±0.20
	Karapürçek (2)		7.5	
	Hasanboğuldu (3)		7.2	
	Tahtakuşlar (4)		7.0	
	Kertil (5)		7.5	
	Ömerköy (1)	Yaprak	6.9	7.32±0.22
	Karapürçek (2)		7.3	
	Hasanboğuldu (3)		7.4	
	Tahtakuşlar (4)		7.5	
	Kertil (5)		7.5	
Ömerköy (1)	Çiçek	7.0	7.06±0.12	
Karapürçek (2)		7.0		
Hasanboğuldu (3)		7.0		
Tahtakuşlar (4)		7.0		
Kertil (5)		7.3		

Çizelge 4.14 Araştırma alanından toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* 'un farklı organları için hesaplanan optimum pH'ya ait ortalama ve standart sapma değerleri

Dönem	Lokalite	Organ	Optimum pH	Ort.Değer±Standart Sapma
Vejetatif	Ömerköy (6) Karapürçek (7) Zeytinli (8) Ocaklar (9) Hisaralan (10)	Kök	7.5	7.54±0.24
			7.5	
			7.4	
			8.0	
			7.3	
	Ömerköy (6) Karapürçek (7) Zeytinli (8) Ocaklar (9) Hisaralan (10)	Gövde	8.0	7.82±0.22
			7.6	
			7.5	
			8.0	
			8.0	
	Ömerköy (6) Karapürçek (7) Zeytinli (8) Ocaklar (9) Hisaralan (10)	Yaprak	7.0	7.38±0.26
			7.2	
7.3				
7.4				
7.8				
Generatif	Ömerköy (6) Karapürçek (7) Zeytinli (8) Ocaklar (9) Hisaralan (10)	Kök	7.0	6.90±0.20
			7.0	
			7.0	
			6.5	
			7.0	
	Ömerköy (6) Karapürçek (7) Zeytinli (8) Ocaklar (9) Hisaralan (10)	Gövde	7.0	7.30±0.40
			7.0	
			8.0	
			7.0	
			7.5	
	Ömerköy (6) Karapürçek (7) Zeytinli (8) Ocaklar (9) Hisaralan (10)	Yaprak	7.0	7.04±0.08
			7.0	
7.0				
7.0				
7.2				
Ömerköy (6) Karapürçek (7) Zeytinli (8) Ocaklar (9) Hisaralan (10)	Çiçek	7.0	7.02±0.09	
		7.0		
		7.0		
		6.9		
		7.2		

yapılacak olursa, vejetatif dönemde toplanan *Origanum onites*'in organlarının (yaprak, gövde ve kök) optimum pH'larının sırasıyla 7.60 ± 0.21 , 8.00 ± 0.00 ve 7.66 ± 0.21 ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un organlarının optimum pH'sının ise 7.38 ± 0.26 , 7.82 ± 0.22 ve 7.54 ± 0.24 olduğu söylenebilir. Yine benzer olarak generatif

dönemde toplanan *Origanum onites*'in organlarının (yaprak, çiçek, gövde ve kök) optimum pH'larının sırasıyla 7.32 ± 0.22 , 7.06 ± 0.12 , 7.34 ± 0.20 ve 7.36 ± 0.31 ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un organlarının optimum pH'sının ise 7.04 ± 0.08 , 7.02 ± 0.09 , 7.30 ± 0.40 ve 6.90 ± 0.20 olduğu söylenebilir. Birçok bitki ve meyve üzerinde yapılan çalışmada da PPO enziminin en yüksek aktivite gösterdiği optimum pH'nın 7.0-7.5 aralığında olduğu belirtilmiştir[137,139,162,168,172,187,192].

4.8 Sıcaklığın Etkisi

Bir enzimin optimum sıcaklığı çoğu zaman deneyin yapıldığı şartlara bağlıdır. Genel olarak sıcaklık artırıldığında, reaksiyon için gerekli kinetik enerjiye sahip moleküllerin kesri arttığı için reaksiyon hızı artar. Sıcaklık çok fazla arttırıldığında termal denatürasyon etkisinden dolayı reaksiyon hızı azalır. Bu durum çoğu enzimler için hemen hemen aynıdır[219].

Şekil 3.21-30 ve Çizelge 4.15-4.16 incelendiğinde vejetatif dönemden generatif döneme geçişte optimum sıcaklıkta çok az bir azalmanın olduğu söylenebilir. Genel olarak bitki organlarındaki PPO'nun dağılımı ile ilgili bir korelasyon yapılacak olursa, vejetatif dönemde toplanan *Origanum onites*'in organlarının (yaprak, gövde ve kök) optimum sıcaklıklarının sırasıyla 31.60 ± 2.61 ; 27.60 ± 4.30 ve 29.60 ± 0.89 ; ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un organlarının (yaprak, gövde ve kök) optimum sıcaklıkları sırasıyla 30.4 ± 0.89 ; 26.03 ± 5.47 ve 30.00 ± 7.07 olduğu söylenebilir. Yine benzer şekilde generatif dönemde toplanan *Origanum onites*'in organlarının (yaprak, çiçek, gövde ve kök) optimum sıcaklıklarının sırasıyla 31.00 ± 3.46 ; 27.4 ± 7.83 ; 22.00 ± 4.47 ve 22.00 ± 4.47 ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un optimum sıcaklıklarının sırayla 30.00 ± 0.00 ; 30.00 ± 0.00 ; 22.00 ± 4.47 ve 22.00 ± 4.47 olduğu söylenebilir. Şekil 3.39-48 den de görüldüğü gibi sıcaklık 20°C 'den 30°C 'ye yükseltildiğinde enzim aktivitesinde bir artış olduğu ve daha sonra sıcaklıktaki artış ile enzimin denatüre olmasından dolayı enzim aktivitesinin azaldığı ve 70°C civarında aktivitenin hemen hemen tamamen kaybolduğu görülmektedir.

Çizelge 4.15 Araştırma alanından toplanan *Origanum onites*'in farklı organları için hesaplanan optimum sıcaklığa ait ortalama ve standart sapma değerleri

Dönem	Lokalite	Organ	Optimum Sıcaklık	Ort.Değer±Standart Sapma
Vejetatif	Ömerköy (1)	Kök	30	29.60±0.89
	Karapürçek (2)		30	
	Hasanboğuldu (3)		30	
	Tahtakuşlar (4)		28	
	Kertil (5)		30	
	Ömerköy (1)	Gövde	20	27.60±4.30
	Karapürçek (2)		30	
	Hasanboğuldu (3)		30	
	Tahtakuşlar (4)		28	
	Kertil (5)		30	
	Ömerköy (1)	Yaprak	36	31.60±2.61
	Karapürçek (2)		32	
Hasanboğuldu (3)	30			
Tahtakuşlar (4)	30			
Kertil (5)	30			
Generatif	Ömerköy (1)	Kök	20	22.00±4.47
	Karapürçek (2)		20	
	Hasanboğuldu (3)		20	
	Tahtakuşlar (4)		30	
	Kertil (5)		20	
	Ömerköy (1)	Gövde	20	22.00±4.47
	Karapürçek (2)		20	
	Hasanboğuldu (3)		30	
	Tahtakuşlar (4)		20	
	Kertil (5)		20	
	Ömerköy (1)	Yaprak	28	31.00±3.46
	Karapürçek (2)		37	
	Hasanboğuldu (3)		30	
	Tahtakuşlar (4)		30	
	Kertil (5)		30	
Ömerköy (1)	Çiçek	20	27.4±7.33	
Karapürçek (2)		37		
Hasanboğuldu (3)		30		
Tahtakuşlar (4)		30		
Kertil (5)		20		

Çizelge 4.16 Araştırma alanından toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* 'un farklı organları için hesaplanan optimum sıcaklığa ait ortalama ve standart sapma değerleri

Dönem	Lokalite	Organ	Optimum Sıcaklık	Ort.Değer±Standart Sapma
Vejetatif	Ömerköy (6)	Kök	30	30.00±7.07
	Karapürçek (7)		30	
	Zeytinli (8)		40	
	Ocaklar (9)		30	
	Hisaralan (10)		20	
	Ömerköy (6)	Gövde	30	26.00±5.47
	Karapürçek (7)		30	
	Zeytinli (8)		30	
	Ocaklar (9)		20	
	Hisaralan (10)		20	
	Ömerköy (6)	Yaprak	30	30.4±0.89
	Karapürçek (7)		30	
	Zeytinli (8)		32	
	Ocaklar (9)		30	
	Hisaralan (10)		30	
Generatif	Ömerköy (6)	Kök	20	22.00±4.47
	Karapürçek (7)		20	
	Zeytinli (8)		30	
	Ocaklar (9)		20	
	Hisaralan (10)		20	
	Ömerköy (6)	Gövde	20	22.00±4.47
	Karapürçek (7)		20	
	Zeytinli (8)		30	
	Ocaklar (9)		20	
	Hisaralan (10)		20	
	Ömerköy (6)	Yaprak	30	30.00±0.00
	Karapürçek (7)		30	
	Zeytinli (8)		30	
	Ocaklar (9)		30	
	Hisaralan (10)		30	
Ömerköy (6)	Çiçek	30	30.00±0.00	
Karapürçek (7)		30		
Zeytinli (8)		30		
Ocaklar (9)		30		
Hisaralan (10)		30		

Birçok bitki ve meyve üzerinde yapılan çalışmada da PPO enziminin en yüksek aktivite gösterdiği optimum sıcaklığın 25-30⁰C aralığında olduğu, sıcaklığın 40⁰C'nin üzerine çıkmaya başladığı anda PPO aktivitesinin de azalma gösterdiği belirtilmiştir[137,139,162,168,172,187,192].

4.9 Kinetik Sabitlerin Bulunması

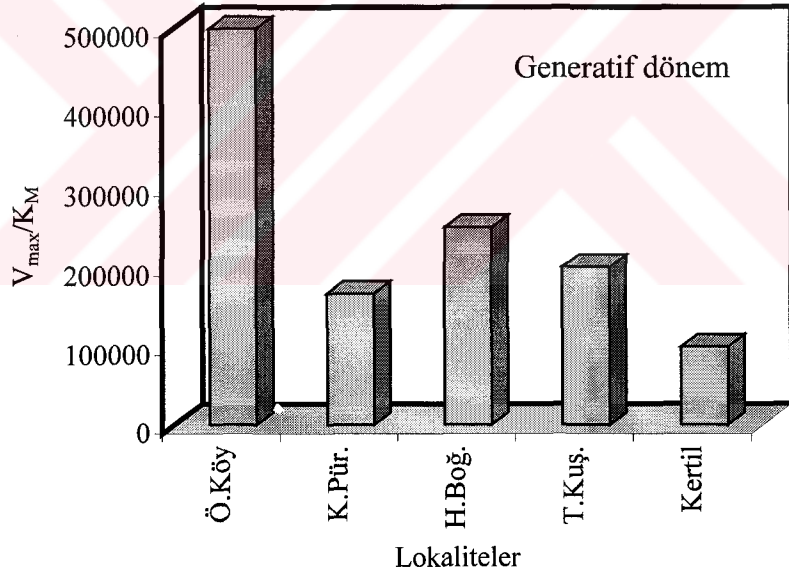
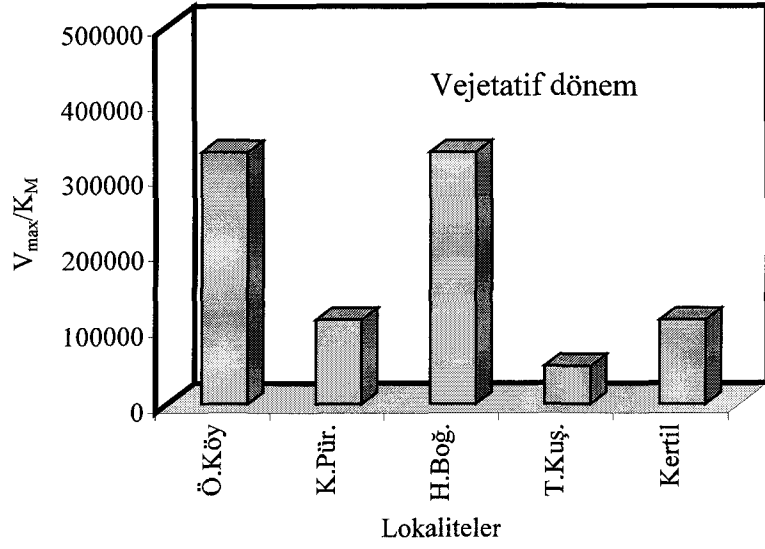
Farklı lokalitelerden toplanan *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'un vejetatif ve generatif dönemde farklı organları için K_M ve V_{max} değerleri hesaplanmıştır. Enzimlerin K_M değeri genel olarak 10^{-1} ve 10^{-7} M arasında değişmektedir. Bu değerler enzimin substratı ile değiştiği gibi ortamın pH değişimi ile de önemli ölçüde değişmektedir. K_M değerinin iki önemli anlamı vardır. Birincisi K_M , enzimin aktif bölgesinin yarısının dolduğu andaki substrat konsantrasyonudur. İkinci anlamı ise K_M , enzimin substrata karşı ilgisinin bir ölçüsüdür. Düşük K_M değeri bu ilginin çok yüksek olduğunu gösterirken, yüksek K_M değeri ilginin az olduğu anlamındadır. Diğer bir ifade ile düşük K_M değeri, çok düşük substrat konsantrasyonlarında bile enzimin aktivite göstereceği anlamındadır. Enzimlerin V_{max} değerleri de birbirilerinden çok farklıdır. Substratın yapısı, pH, sıcaklık ve iyonik şiddetle değişirler. V_{max} enzimin katalitik aktivitesinin bir ifadesidir.

V_{max} ve K_M değerleri Lineweaver-Burk yöntemine göre tespit edilmiştir. Alternatif olarak Michaelis-Menten ve Eadie-Hofstee yöntemleri ile de V_{max} ve K_M değerleri belirlenebilir. Ancak bu yöntemlerin bazı dezavantajları vardır. Michaelis-Menten yönteminde yüksek substrat konsantrasyonlarında çalışma zorunluluğu vardır. Fakat organik bir substrat olan katekolün sudaki çözünürlüğü sınırlıdır. Lineweaver-Burk yöntemi pratik olması açısından daha fazla tercih edilmektedir[210,220]. Bu sebeple bu araştırmada Lineweaver-Burk yöntemi kullanılmıştır. V_{max}/K_M değerleri ise enzimin katalizleme gücünü ifade etmektedir.

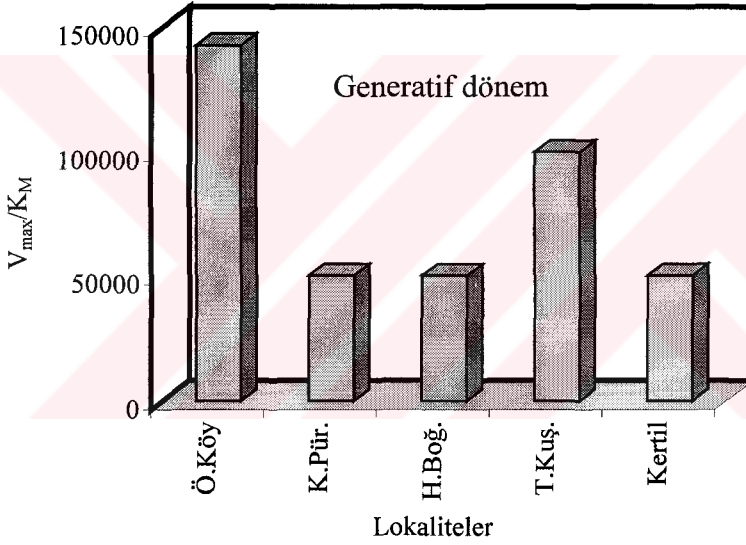
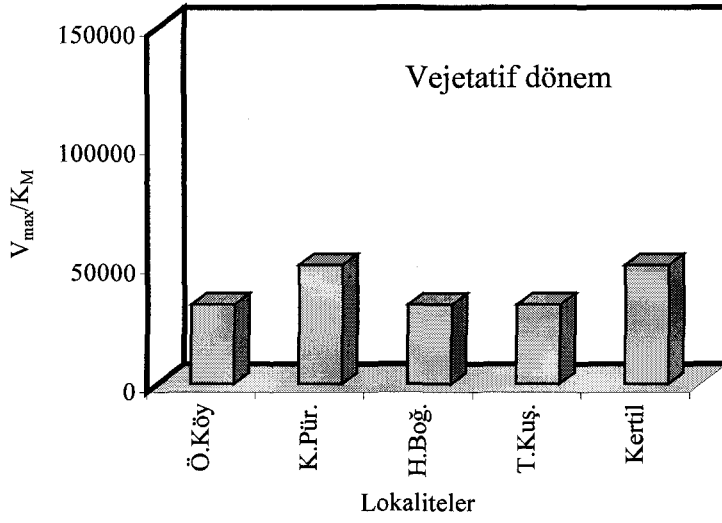
Değişik lokalitelerden toplanmış *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının V_{max} , K_M ve V_{max}/K_M değerleri Çizelge 3.1-3.10' da verilmiş ve Şekil 4.1-4.8'de farklı lokalitelerden toplanan *Origanum* taksonlarının V_{max}/K_M oranları lokalitelere karşı grafik edilmiştir.

Şekil 4.1’de *O. onites*’in köklerindeki PPO aktivitesinin vejetatif ve generatif dönemlerde, farklı lokalitelere göre değişimi görülmektedir. Şekil 4.1’den de görüldüğü gibi vejetatif dönemde en yüksek PPO aktivitesini Ömerköy ve Hasanboğuldu lokalitelerinden toplanan *O. onites*’in kökleri göstermektedir. Bunları Karapürçek ve Kertil izlemektedir. En düşük PPO aktivitesi ise Tahtakuşlar lokalitesinden toplanan *O. onites*’in köklerinde tespit edilmiştir. Generatif dönemde de en yüksek PPO aktivitesinin Ömerköy’den toplanan *O. onites*’in köklerinde olduğu görülmektedir. Ayrıca Şekil 4.1 incelendiğinde *O. onites*’in köklerindeki PPO aktivitesinin vejetatif dönemden generatif döneme geçildiğinde önemli bir şekilde arttığı göze çarpmaktadır.

Şekil 4.2’de ise *O. onites*’in gövdelerindeki PPO aktivitesinin vejetatif ve generatif dönemlerde farklı lokalitelere göre değişimi görülmektedir. *O. onites*’in gövdesindeki PPO aktivitesinin özellikle vejetatif dönemde oldukça düşük olduğu görülmektedir. Lokaliteler arasında Karapürçek ve Kertil’den toplanan *O. onites*’in gövdelerinin en yüksek PPO aktivitesine sahip olduğu bulunmuştur. Generatif döneme geçildiğinde ise PPO aktivitesinin önemli bir şekilde artış gösterdiği Şekil 4.2’den de anlaşılmaktadır. Vejetatif dönemden generatif döneme geçildiğinde PPO aktivitelerinin yüksek olduğu lokaliteler de değişmektedir. Generatif dönemde PPO aktivitesinin en yüksek Ömerköy ve Tahtakuşlar’dan toplanan *O. onites*’in gövdelerinde olduğu görülmektedir.

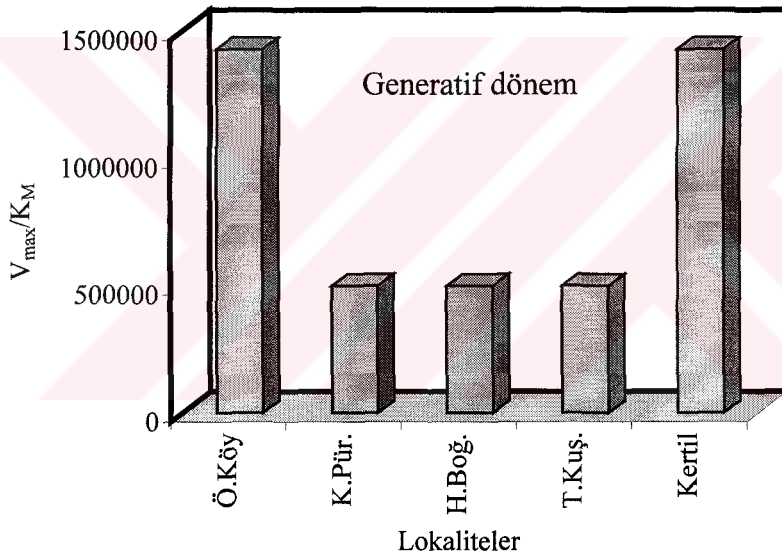
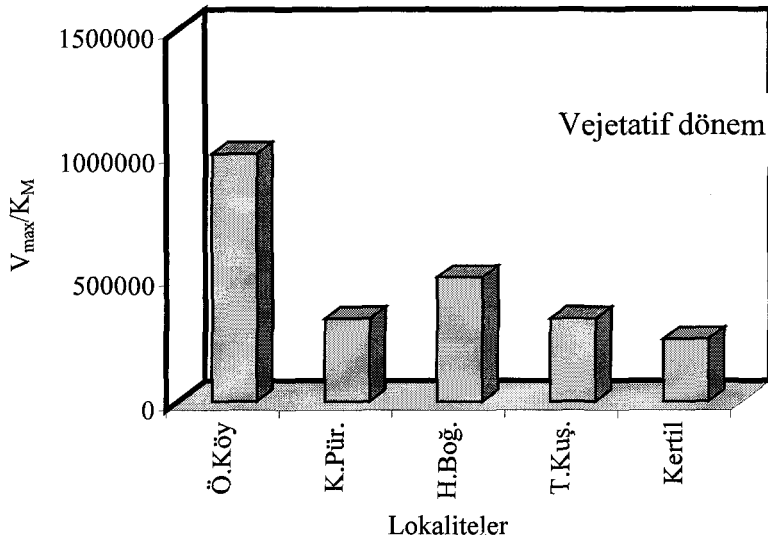


Şekil 4.1 Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites* kökü PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri



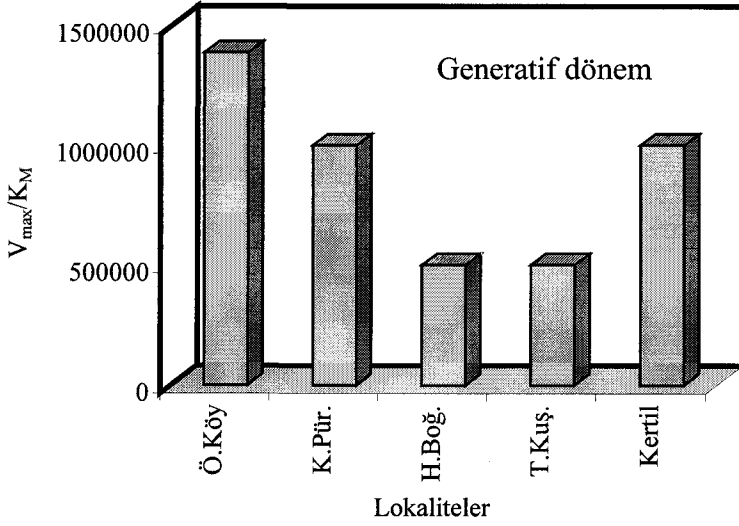
Şekil 4.2 Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites* gövde PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri

Şekil 4.3 ise bakıldığında *O. onites*'in yapraklarındaki PPO aktivitesinin kök ve gövdeye oranla daha yüksek olduğunu göstermektedir. PPO aktivitesinin vejetatif ve generatif dönemlerde Ömerköy'den toplanan *O. onites*'in yapraklarında en yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca generatif dönemde generatif dönemin aksine Hasanboğuldu lokalitesinden toplanan *O. onites*'in yapraklarında da PPO aktivitesinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.3 Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites* yaprak PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri

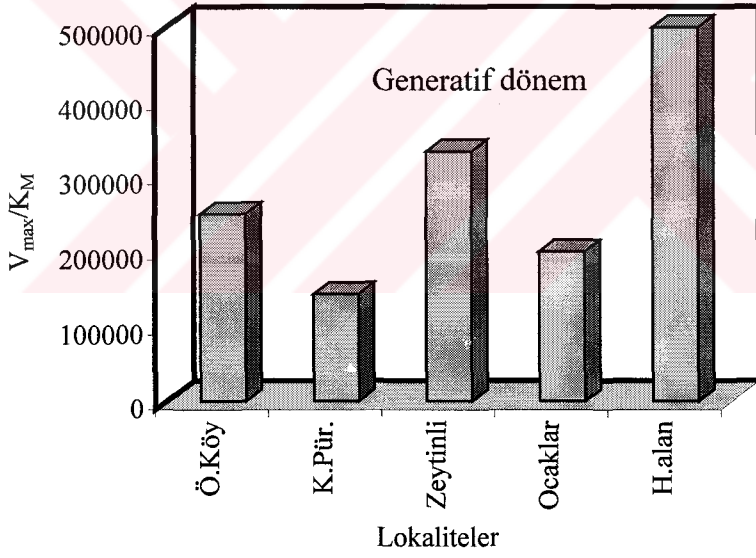
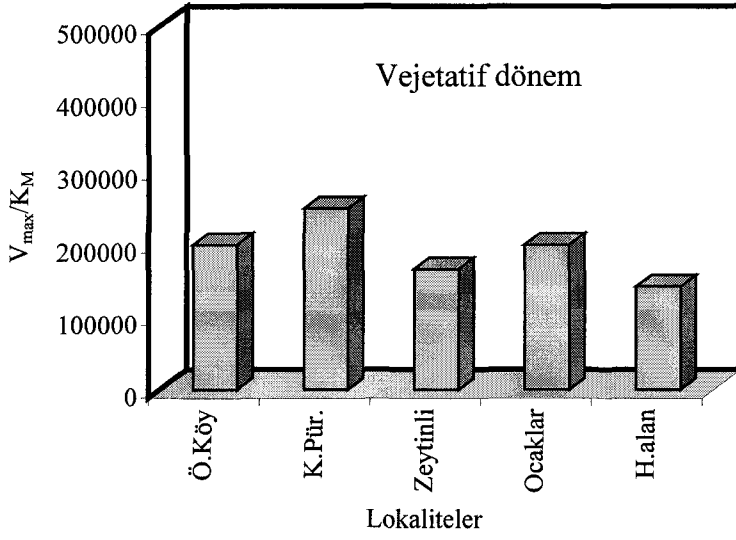
Şekil 4.4'de generatif dönemde toplanan *O. onites*'in farklı lokalitelerde gösterdiği PPO aktiviteleri görülmektedir. Yine PPO katalitik gücün en yüksek Ömerköy'den toplanan *O. onites*'in çiçeklerinde olduğu görülmektedir. Bunu lokalite olarak Kertil ve Karapürçek izlemektedir.



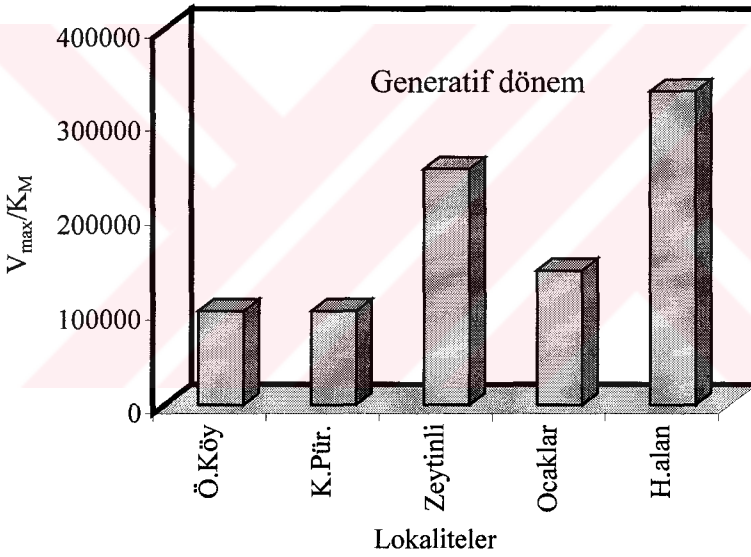
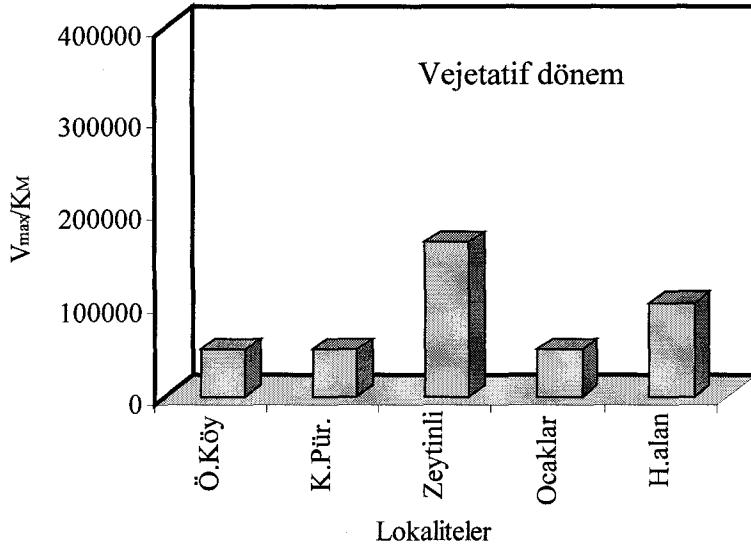
Şekil 4.4 Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum onites* çiçek PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri

Şekil 4.5'de ise *O. vulgare ssp. hirtum*'un köklerindeki PPO aktivitesinin farklı lokalitelere göre değişimi görülmektedir. Vejetatif dönemde *O. vulgare ssp. hirtum*'un köklerindeki PPO aktivitesinin en yüksek Karapürçek lokalitesinden toplanan *O. vulgare ssp. hirtum*'un köklerinde olduğu, bunu sırasıyla Ömerköy, Ocaklar, Zeytinli ve Hisaralan'dan toplanan bitkilerin izlediği görülmektedir. Generatif dönemde ise en yüksek PPO aktivitesinin Hisaralan'dan toplanan *O. vulgare ssp. hirtum*'un köklerinde olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.6'da Zeytinli'den toplanan *O. vulgare ssp. hirtum*'un en yüksek PPO aktivitesi gösterdiği dikkati çekmektedir. Bunu Hisaralan izlemektedir. Diğer lokalitelerden toplanan *O. vulgare ssp. hirtum*'un gövdelerindeki PPO aktivitesinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Generatif döneme geçildiğinde ise en yüksek PPO aktivitesinin Hisaralan'dan toplanan *O. vulgare ssp. hirtum*'un gövdelerinde olduğu Şekil 4.6'dan anlaşılmaktadır. Zeytinli'den toplanan *O. vulgare ssp. hirtum*'un gövdelerindeki PPO aktivitesinin de oldukça yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca Şekil 4.6'dan da görüldüğü gibi vejetatif dönemden generatif geçildiğinde PPO aktivitesinin de önemli bir şekilde arttığı göze çarpmaktadır.



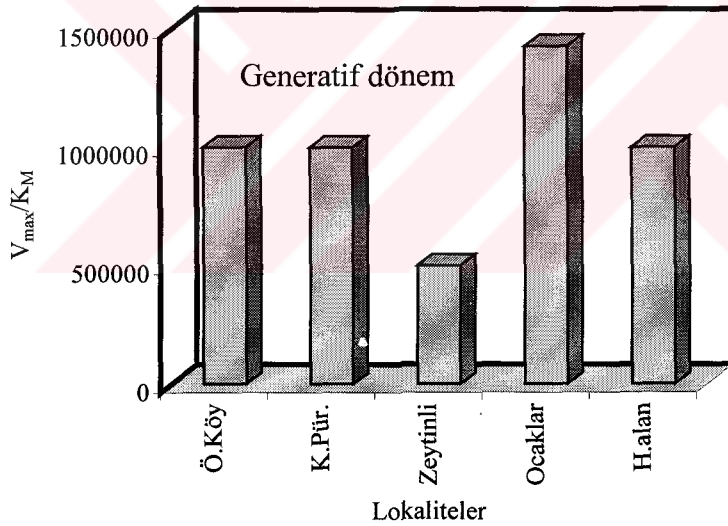
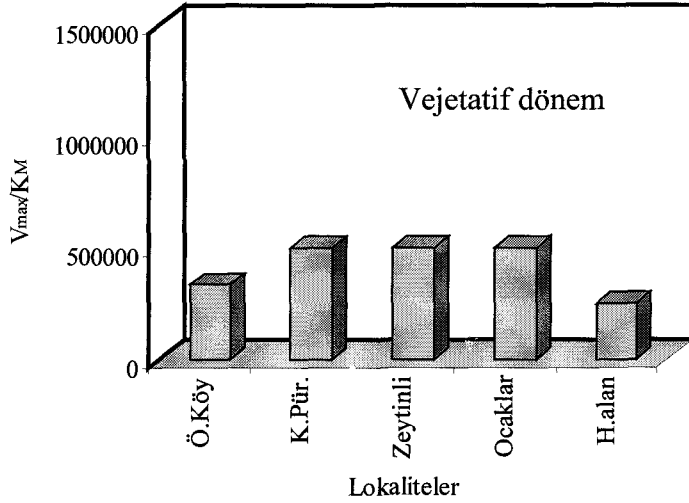
Şekil 4.5 Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* kökü PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri



Şekil 4.6 Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum vulgare ssp. hirtum* gövde PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri

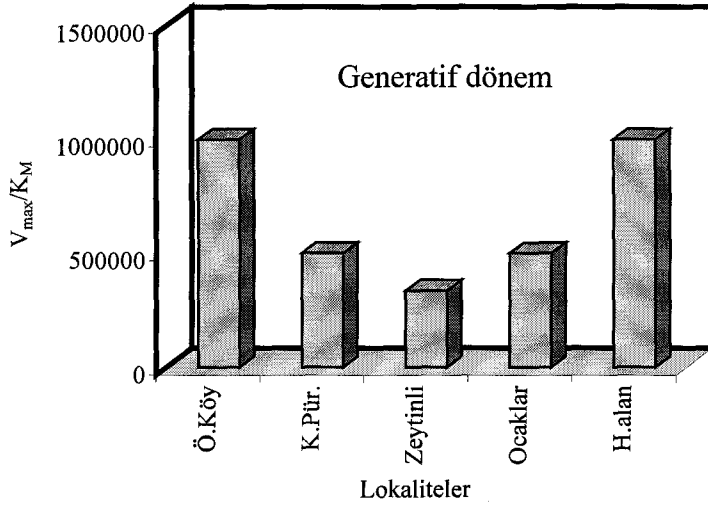
Şekil 4.7'de ise *O. vulgare ssp. hirtum*'un yapraklarındaki PPO aktivitesinin farklı lokalitelere ve farklı büyüme dönemlerine göre değişimi görülmektedir. Vejetatif dönemde en yüksek yaprak PPO'sunun Karapürçek, Zeytinli ve Ocaklar'dan toplanan *O. vulgare ssp. hirtum*'da olduğu görülmektedir. Generatif döneme geçildiğinde *O. vulgare ssp. hirtum*'un yapraklarındaki PPO aktivitesinin önemli oranda arttığı göze çarpmaktadır. En yüksek PPO aktivitesinin Ocaklar

lokalitesinden toplanan *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un yapraklarında olduğu tespit edilmiştir. Bunu Hisaralan, Ömerköy ve Karapürçek izlemektedir.



Şekil 4.7 Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* yaprak PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri

O. vulgare ssp. *hirtum*'un çiçeklerinde en yüksek aktivitenin Ömerköy ve Hisaralan'dan toplanan bitkilerde olduğu bulunmuştur. En düşük PPO aktivitesinin Zeytinli'den toplanan *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un çiçeklerinde olduğu tespit edilmiştir(Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Farklı lokalitelerden toplanmış *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* çiçek PPO'sunun V_{max}/K_M oranlarının lokalitelere karşı sütun grafikleri

Özellikle Hisaralan'dan toplanan *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un bütün organlarında vejetatif dönemden generatif döneme geçildiğinde *O. onites*'in aksine enzim aktivitesinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonucun benzer ekolojik özelliklere sahip lokalitelerde yayılış gösteren *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum*'u ayırtmada kullanılabilecek bir ipucu olduğu düşünülmektedir.

Vejetatif dönemde PPO'nun bitki organlarındaki dağılımı ile yapılan çalışmalarda en yüksek enzim aktivitesinin yaprakta olduğu ve bunu, kök ve gövdenin izlediği Çizelge 3.1-3.10 ve Şekil 4.1-4.8'de görülmektedir. Generatif dönemde ise en yüksek aktivitenin yaprakta olduğu ve bunu çiçek, kök ve gövdenin izlediği bulunmuştur. En yüksek PPO aktivitesinin yaprakta görülmesinin nedeni PPO'nun büyük bir kısmının kloroplastlarda bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir[193].

Çizelgelerden ve şekillerden de görüldüğü gibi vejetatif dönemden generatif döneme geçişte *Origanum* taksonlarının polifenoloksidaz aktivitelerinin arttığı bulunmuştur. PPO'nun büyük bir kısmının bitkinin kloroplastlarında bulunduğu ve meyvenin olgunlaşmasına ve kloroplastların gelişme devresine bağlı olarak değişebileceği belirtilmektedir. Kloroplastlarda bulunan PPO'nun aktif hale geçmesi

için tripsine ve ışığa ihtiyaç vardır. Mevsimlere bağlı olarak havaların ısınmasıyla ve bitki organlarının gelişmesiyle kloroplastlarda bulunan PPO, güneş ışığının etkisi ile daha fazla aktif duruma geçer. Bunun sonucunda vejetatif dönemden generatif döneme geçişte PPO aktivitesi artar[193,217,218].

Değişik lokalitelerden toplanan *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının V_{max}/K_M değerlerine bakıldığında *Origanum onites*'in, *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*'dan, daha fazla PPO aktivitesine sahip olduğu söylenebilir. Bu nedenle *O. onites*'in bitki hastalıklarına karşı daha dirençli olduğu sonucu çıkarılabilir. Ayrıca *O. onites* PPO aktivitesinin daha yüksek olması nedeni ile daha fazla enzimatik kararma göstermektedir. Bu sonuca dayanılarak *O. onites*'in çay olarak daha çok tercih edilebileceği düşünülmektedir. Birbirine yakın aynı ekolojik koşullar altında yetişen *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının PPO aktivitelerinin farklı olduğu yine Çizelge 3.1 ve 3.6 ve Şekil 4.1'de görülmektedir. Değişik lokalitelerden toplanan *Origanum onites* örnekleri içerisinde en yüksek aktiviteye sahip lokalite Ömerköy ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* için ise Hisaralan olduğu çizelgelerden ve şekillerden görülmektedir.

4.10 Araştırma Materyali olan *Origanum* Taksonlarının Farklı Organları Arasındaki PPO Aktivitelerinin İstatiksel Açıdan Değerlendirilmeleri

Her iki *Origanum* taksonunun farklı organları arasındaki PPO enzimi aktivitesinin nasıl değiştiğini, bu değişimlerin önemli olup olmadığını ortaya koyabilmek için araştırma materyali olan *Origanum* taksonlarının farklı organlarındaki PPO enziminin aktivite değerleri t-testine göre değerlendirilmiş ve elde edilen P (önem derecesi) değerleri Çizelge 17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17 PPO enzimi açısından *Origanum* türlerinin farklı organları arasındaki ilişkileri gösteren P-değerleri

Dönem	İlişki	<i>Origanum onites</i>	<i>Origanum vulgare ssp. hirtum</i>
Vejetatif	Kök-Gövde	0.041	0.006
	Gövde-Yaprak	0.011	0.000
	Kök-Yaprak	0.081	0.004
	Kök-Gövde	0.049	0.660
	Kök-Yaprak	0.030	0.002
Generatif	Kök-Çiçek	0.013	0.037
	Gövde-Yaprak	0.008	0.023
	Gövde-Çiçek	0.003	0.199
	Yaprak-Çiçek	0.883	0.154

O. onites'in vejetatif dönemde farklı organları arasındaki P değerlerinin kök-gövde için 0.041 ve gövde-yaprak için ise 0.011 olduğu görülmektedir. Bu rakamlar kök-gövde ve gövde-yaprak arasında bir korelasyonun olduğunu ifade etmektedir. Buna göre gövde ve yaprak arasındaki korelasyonun daha önemli olduğu söylenebilir. Kök ve yaprak arasındaki P değeri 0.081 olduğu için ($P > 0.05$) bir anlam ifade etmemektedir. Generatif dönemde ise Çizelge 17' den de görüldüğü gibi kök-çiçek, gövde-yaprak ve gövde-çiçek arasında önemli sayılabilecek bir korelasyonun olduğu söylenebilir.

Çizelge 17'de *O. vulgare ssp. hirtum*'un vejetatif dönemde farklı organları arasındaki P değerlerinin % 5'den oldukça küçük olduğu görülmektedir. Buna göre *O. vulgare ssp. hirtum*'un vejetatif dönemde kök-gövde, gövde-yaprak ve kök-yaprak arasında istatistik açıdan önemli bir fark olduğu söylenilebilir. Generatif dönemde ise kök-yaprak, kök-çiçek ve gövde-yaprak arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu diğer organlar arasındaki ilişkinin istatistik açıdan bir anlam ifade etmediği söylenebilir.

Origanum taksonlarının farklı organlarındaki PPO enzim aktivitesi her iki dönemde de karşılaştırılacak olursak; yalnızca *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un yapraklarındaki PPO aktivite değerlerinin vejetatif dönemden generatif döneme geçerken anlamlı bir şekilde değiştiği söylenebilir. (Çizelge 4.18)

Çizelge 4.18 *Origanum* taksonlarının farklı kısımlarındaki PPO enzimi içeriklerinin büyüme dönemlerine göre karşılaştırılmasına ait P-değerleri

Organ	<i>Origanum onites</i>	<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>
Kök	0.560	0.187
Gövde	0.079	0.083
Yaprak	0.181	0.007

4.11 *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* Taksonlarının Vejetatif ve Generatif Dönemlerde PPO (Polifenoloksidaz) Aktivitelerinin Karşılaştırılması

O. onites ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının vejetatif ve generatif dönemlerde PPO aktivitelerinin arasında istatistik açıdan anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek amacı ile bütün lokalitelerde , vejetatif ve generatif dönemlerde *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un PPO aktivite değerleri t-testine göre değerlendirilmiştir. Elde edilen istatistik sonuçlar Çizelge 19'da verilmiştir. Çizelge 19' dan da görüldüğü gibi bütün değerler % 5'in üstündedir. Bu nedenle *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* arasında PPO aktivitesi açısından anlamlı bir korelasyonun olmadığı söylenebilir.

Çizelge 4.19 *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının vejetatif ve generatif dönemlerde PPO aktivitelerinin karşılaştırılması

Dönem	Organ	P (Önem Derecesi)
Vejetatif	Kök	0.949
	Gövde	0.100
	Yaprak	0.658
Generatif	Kök	0.662
	Gövde	0.064
	Yaprak	0.684
	Çiçek	0.364

4.12 Araştırma Materyali olan *Origanum* Taksonlarının Farklı Organlarındaki Besin Elementleri (N, P ve K) ile Polifenoloksidaz (PPO) Aktivitesi Arasındaki İlişkilerin İstatistiksel Açıdan Değerlendirilmeleri

Araştırma materyali olan *Origanum* taksonlarının farklı organlarında bulunan bitki besin elementleri ile PPO enzimi ilişkileri için t-testine göre elde edilen P-değerleri Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Her iki *Origanum* taksonunun farklı organlarında bulunan besin elementleri ile enzim ilişkisine ait P-değerleri

Dönem	Organ	Origanum onites			Origanum vulgare ssp. hirtum		
		PPO-N	PPO-P	PPO-K	PPO-N	PPO-P	PPO-K
Vejetatif	Kök	0.015	0.015	0.015	0.000	0.000	0.000
	Gövde	0.013	0.013	0.013	0.007	0.007	0.007
	Yaprak	0.007	0.007	0.007	0.000	0.000	0.000
Generatif	Kök	0.008	0.008	0.008	0.000	0.000	0.000
	Gövde	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004
	Yaprak	0.005	0.005	0.005	0.000	0.000	0.000
	Çiçek	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Çizelge 4.20'den de görüldüğü gibi P-değerlerinin tümünün % 5'den daha küçük olması nedeni ile bitki besin elementleri ile PPO enzimi arasında önemli bir ilişkinin olduğu söylenebilir.

Araştırma materyali olan *Origanum* taksonlarının bitki besin elementleri ile PPO enzimi içerikleri arasındaki ilişki için t-testine göre elde edilmiş olan P-değerleri Çizelge 4.21'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi P-değerlerinin tümünün % 5'den küçük olması nedeni ile bitki besin elementleri ile PPO enzim arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.21 *Origanum* taksonlarının besin elementleri ile PPO enzimi arasındaki ilişkilere P-değerleri

Dönem	Origanum onites			Origanum vulgare ssp. hirtum		
	PPO-N	PPO-P	PPO-K	PPO-N	PPO-P	PPO-K
Vejetatif	0.005	0.005	0.005	0.000	0.000	0.000
Generatif	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

4.13 Aktivasyon Enerjisi

Optimum sıcaklık çalışmalarından elde edilen sıcaklık/aktivite değerlerinden yararlanarak reaksiyonun aktivasyon enerjisi hesaplanabilir[210]. Bu amaçla aşağıdaki Arrhenius denklemi kullanılmıştır.

$$\ln V = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad (4.1)$$

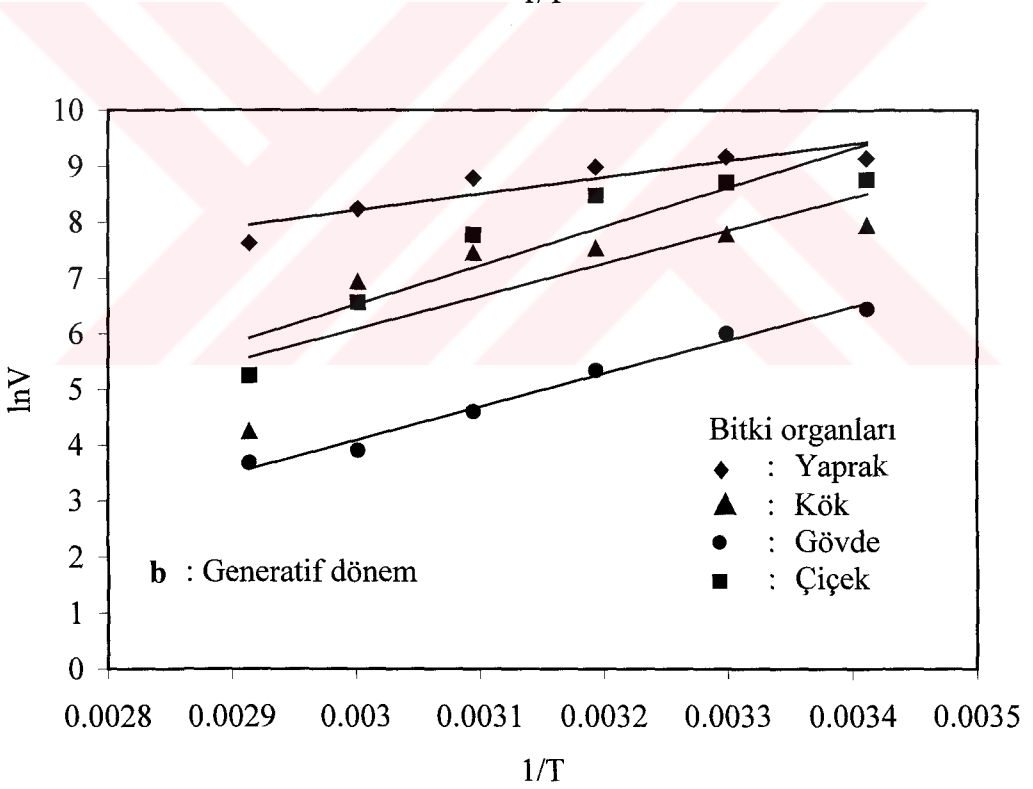
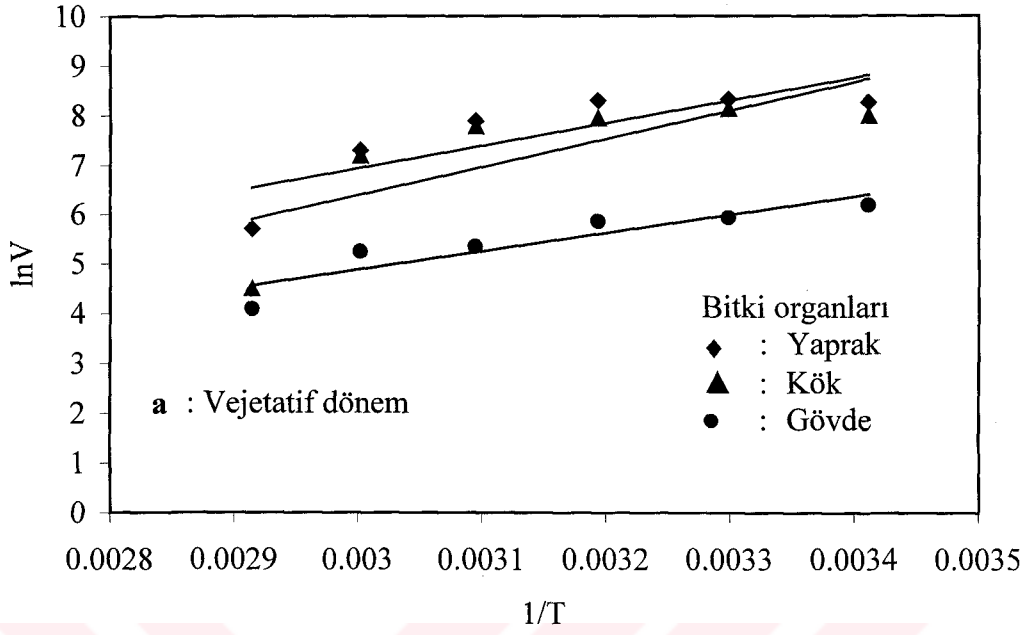
Burada E_a , aktivasyon enerjisini (kJ/mol); V (EU/mL.dak), belli bir sıcaklık değerindeki aktiviteyi; R, ideal gaz sabitini ve T (K), mutlak sıcaklığı göstermektedir. Yukarıdaki eşitlikte $\ln V$ 'nin $1/T$ 'ye karşı eğrisi, eğimi $-E_a/R$ ve kayması $\ln A$ olan düz bir doğru verecektir[210].

Arrhenius denklemini kullanarak *Origanum L.* taksonları için $\ln V$ 'nin $1/T$ 'ye karşı eğrileri Şekil 4.9-4.18'de verilmiş ve bu eğrilerin eğimlerinden hesaplanan aktivasyon enerjisi (E_a) değerleri de Çizelge 4.22-4.31' de verilmiştir. Çizelgelerden de görüldüğü gibi aktivasyon enerjisi değerlerinin tümünün negatif işaretli olduğu görülmektedir. Literatürde benzer sonuçlara rastlanmıştır[137,139,172]. Genel olarak hesaplanmış negatif işaretli aktivasyon enerjisi değerlerinin literatürdeki bazı aktivasyon enerjilerinden biraz daha büyük olmasının nedeni enzim aktivitesinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.



Çizelge 4.22 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a - $1/T$ değerleri

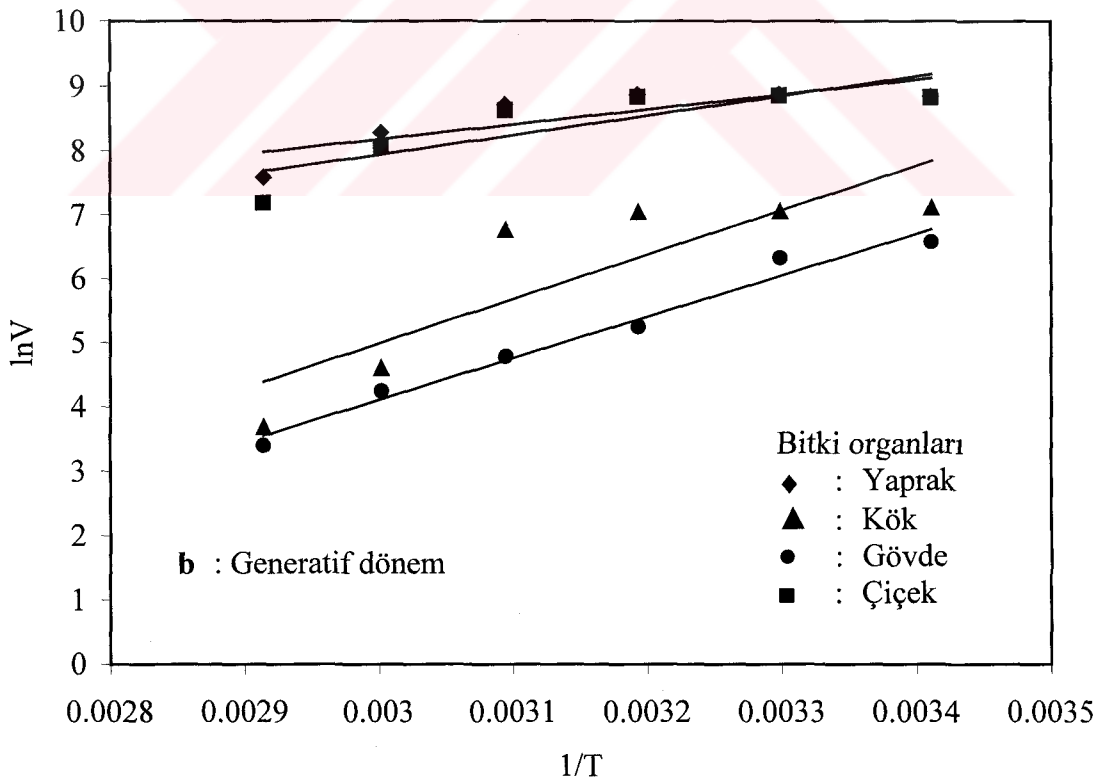
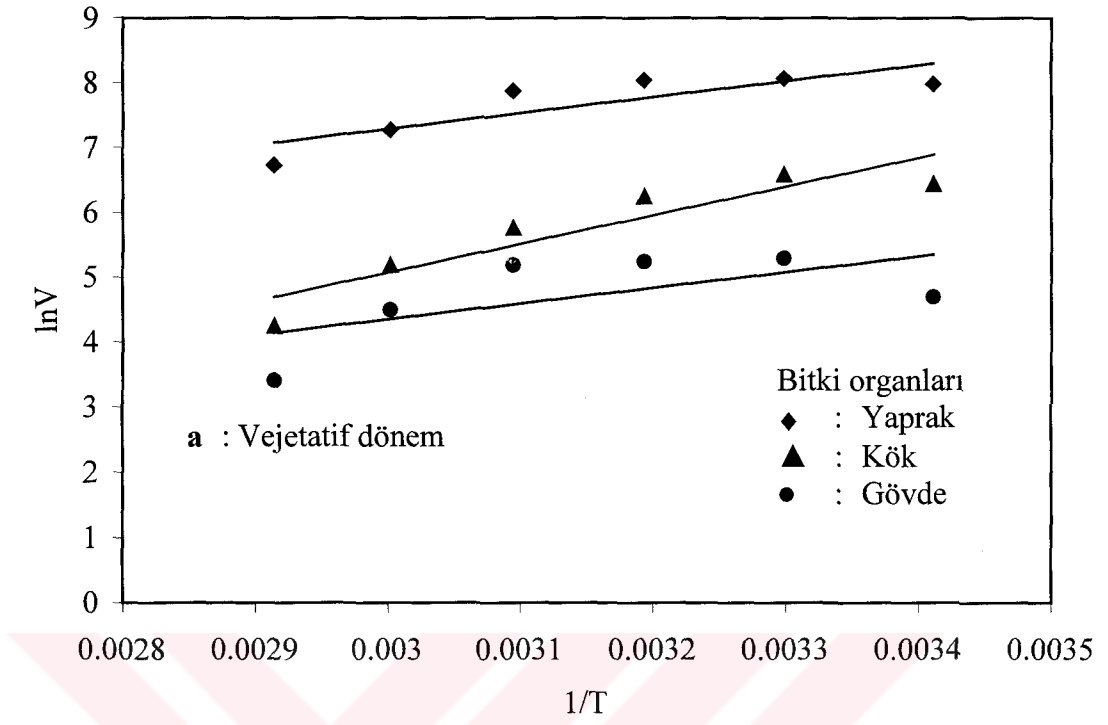
Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R	Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R	
Generatif	Kök	0.003411	-72.23	0.7606	Vejetatif	Kök	0.003411	-49.11	0.7930	
		0.003299					0.003299			
		0.003193					0.003193			
		0.003095					0.003095			
		0.003002					0.003002			
	0.002914	0.002914								
	Gövde	0.003411	-30.80	0.9125		Gövde	0.003411	-50.03	0.9931	
		0.003299					0.003299			
		0.003193					0.003193			
		0.003095					0.003095			
		0.003002					0.003002			
	0.002914	0.002914								
	Yaprak	0.003411	-37.87	0.8287		Yaprak	0.003411	-24.85	0.9081	
		0.003299					0.003299			
		0.003193					0.003193			
		0.003095					0.003095			
		0.003002					0.003002			
	0.002914	0.002914								
							Çiçek	0.003411	-58.07	0.9175
						0.003299				
				0.003193						
				0.003095						
				0.003002						
					0.002914					



Şekil 4.9 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği

Çizelge 4.23 Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a - $1/T$ değerleri

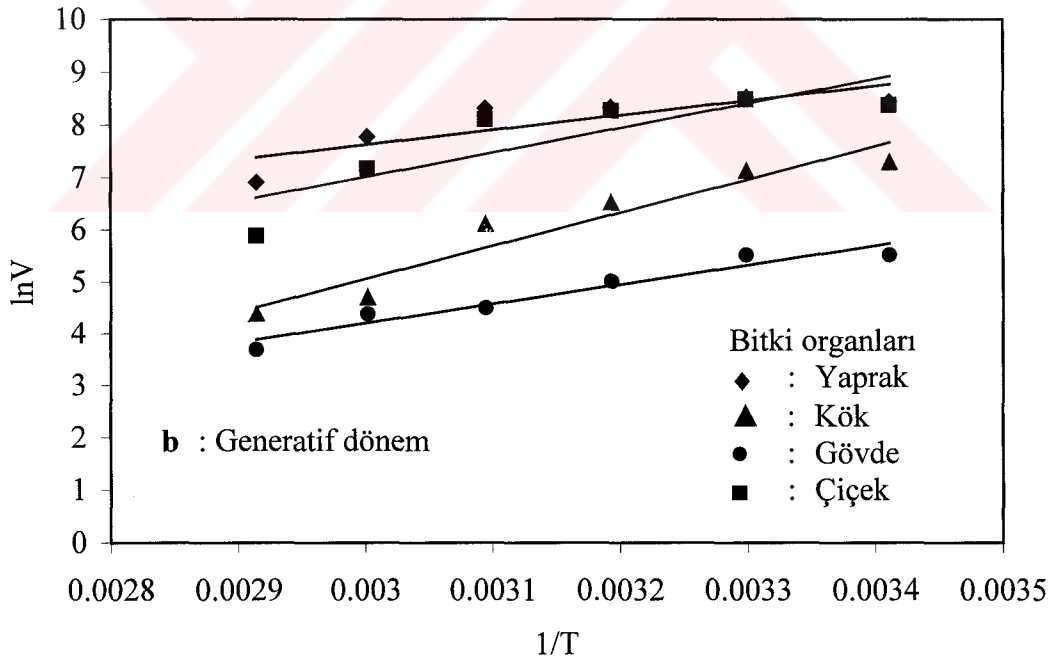
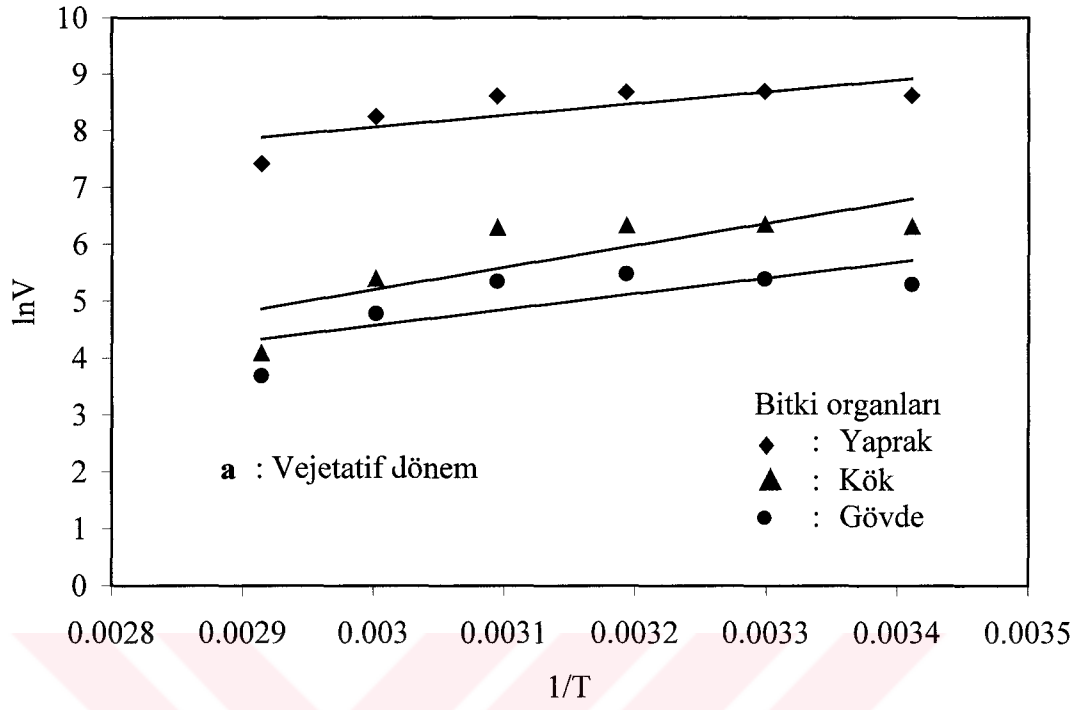
Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R	Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R
Vejetatif	Kök	0.003411	-36.77	0.9179	Generatif	Kök	0.003411	-57.82	0.8595
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
		0.002914					0.002914		
	Gövde	0.003411	-21.25	0.6252		Gövde	0.003411	-53.84	0.9881
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
		0.002914					0.002914		
	Yaprak	0.003411	-20.43	0.8421		Yaprak	0.003411	-19.07	0.8292
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
		0.002914					0.002914		
					Çiçek	0.003411	-25.11	0.8410	
						0.003299			
						0.003193			
						0.003095			
						0.003002			
						0.002914			



Şekil 4.10 Susurluk-Karapürçek köyünden toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği

Çizelge 4.24 Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a - $1/T$ değerleri

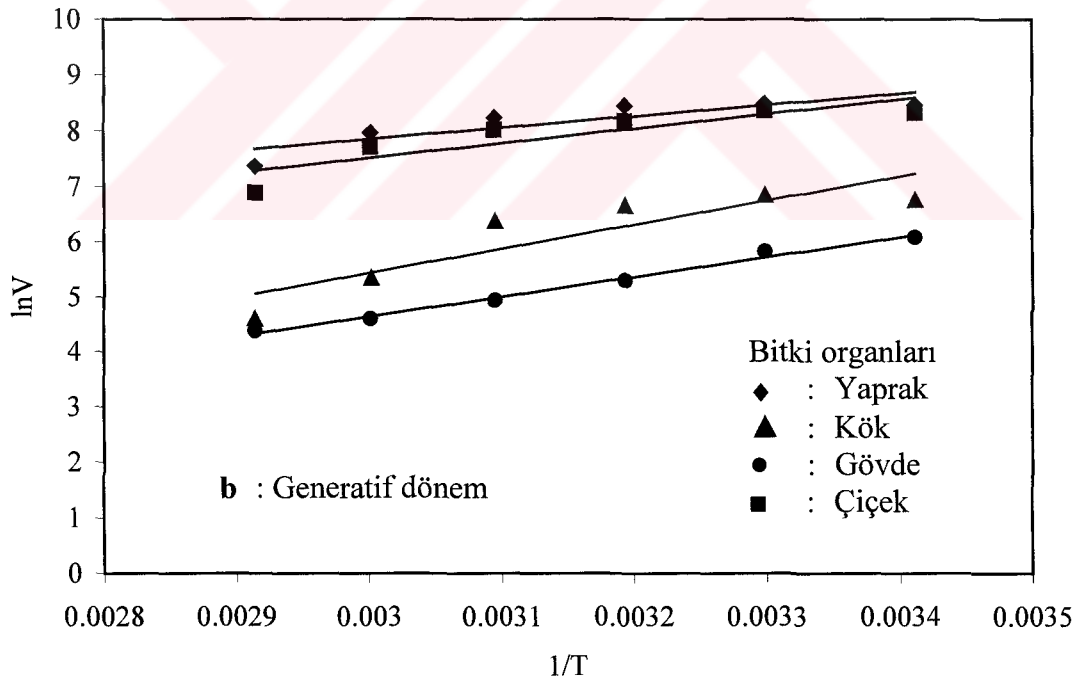
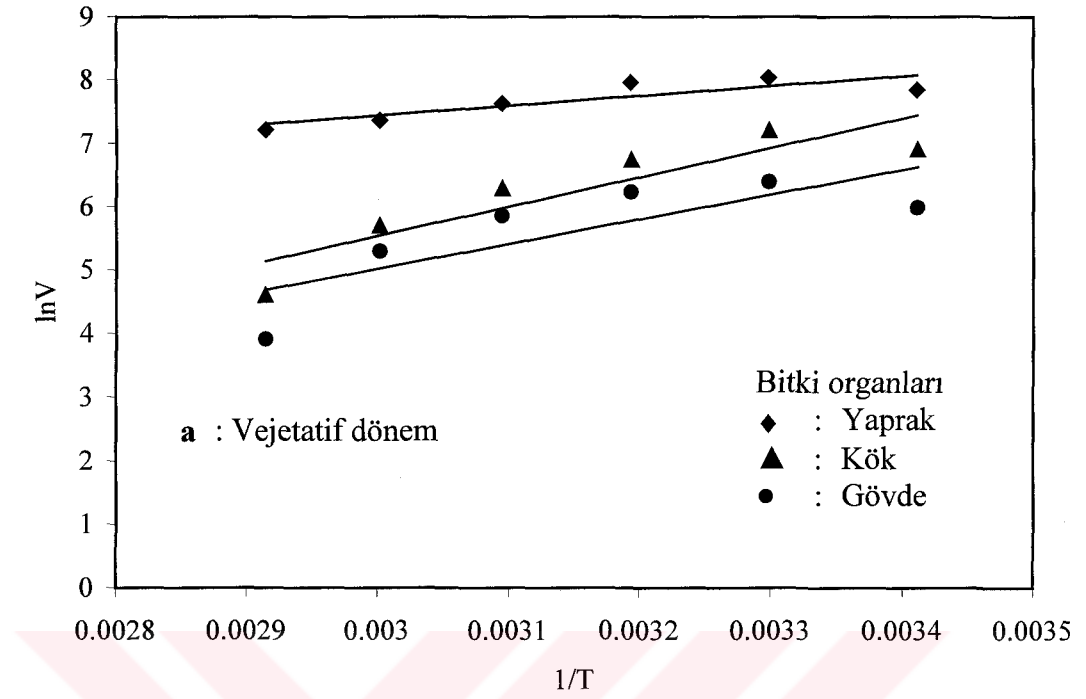
Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R	Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R
Vejetatif	Kök	0.003411	-32.34	0.7937	Generatif	Kök	0.003411	-52.81	0.9609
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
	Gövde	0.003411	-23.02	0.7496		Gövde	0.003411	-31.06	0.9673
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
	Yaprak	0.003411	-17.13	0.7702		Yaprak	0.003411	-23.03	0.8372
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
0.003095		0.003095							
0.003002		0.003002							
0.002914	0.002914								
					Çiçek	0.003411	-38.49	0.8507	
				0.003299					
				0.003193					
				0.003095					
				0.003002					
					0.002914				



Şekil 4.11 Edremit-Hasanboğuldu'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a - $1/T$ grafiği

Çizelge 4.25 Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a - $1/T$ değerleri

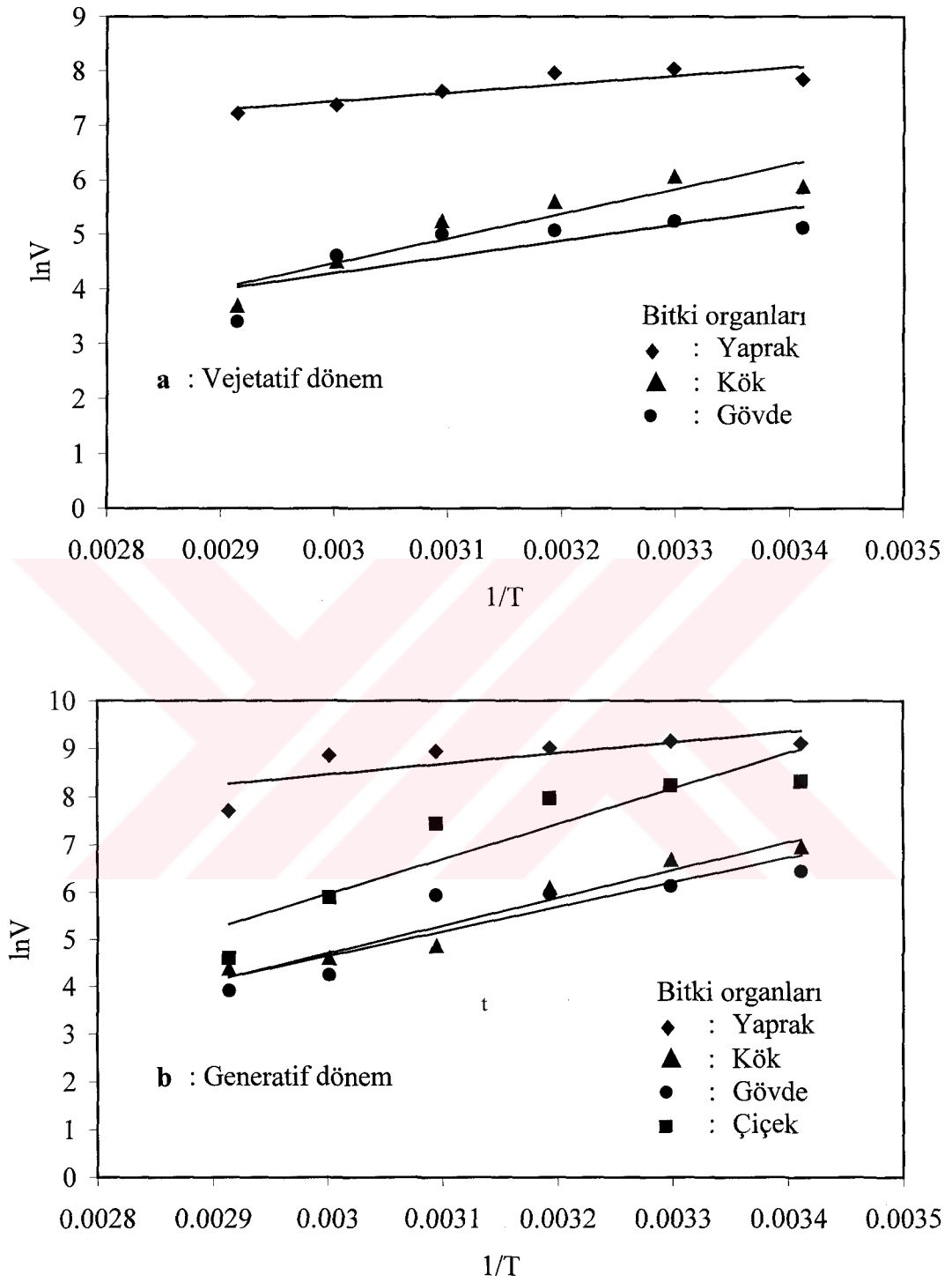
Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R	Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R
Vejetatif	Kök	0.003411	-38.59	0.8997	Generatif	Kök	0.003411	-36.55	0.8906
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
		0.002914					0.002914		
	Gövde	0.003411	-32.53	0.7943		Gövde	0.003411	-30.06	0.9953
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
		0.002914					0.002914		
	Yaprak	0.003411	-12.88	0.8689		Yaprak	0.003411	-16.97	0.8680
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
		0.002914					0.002914		
					Çiçek	0.003411	-21.86	0.8738	
				0.003299					
				0.003193					
				0.003095					



Şekil 4.12 Akçay-Tahtakuşlar'dan toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği

Çizelge 4.26 Sındırğı-Kertil'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a - $1/T$ değerleri

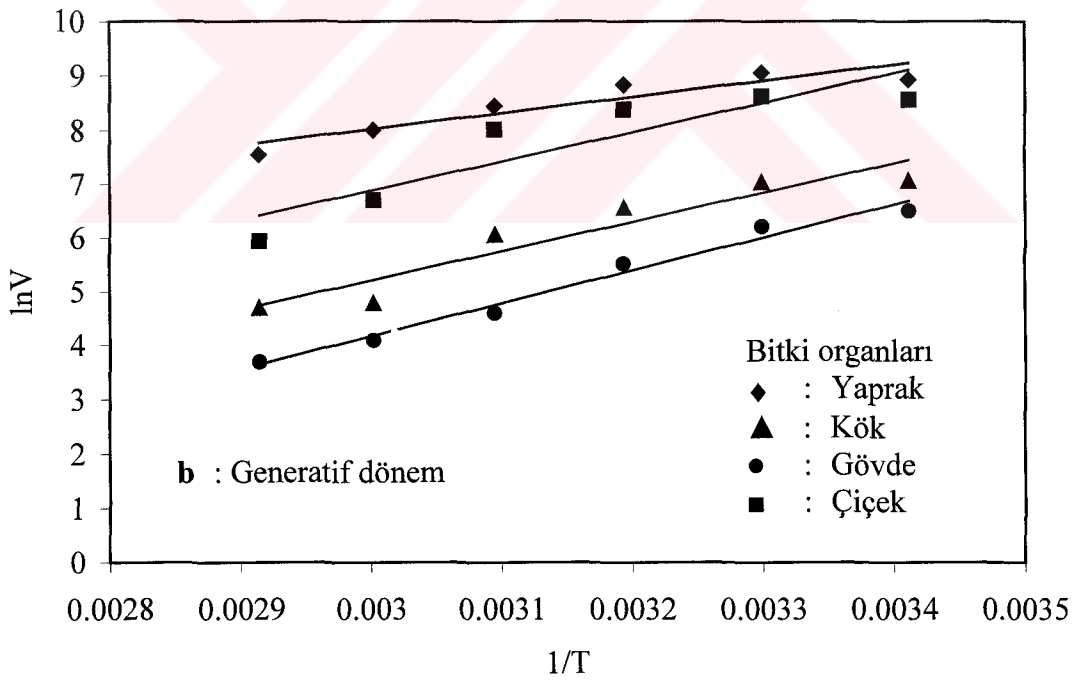
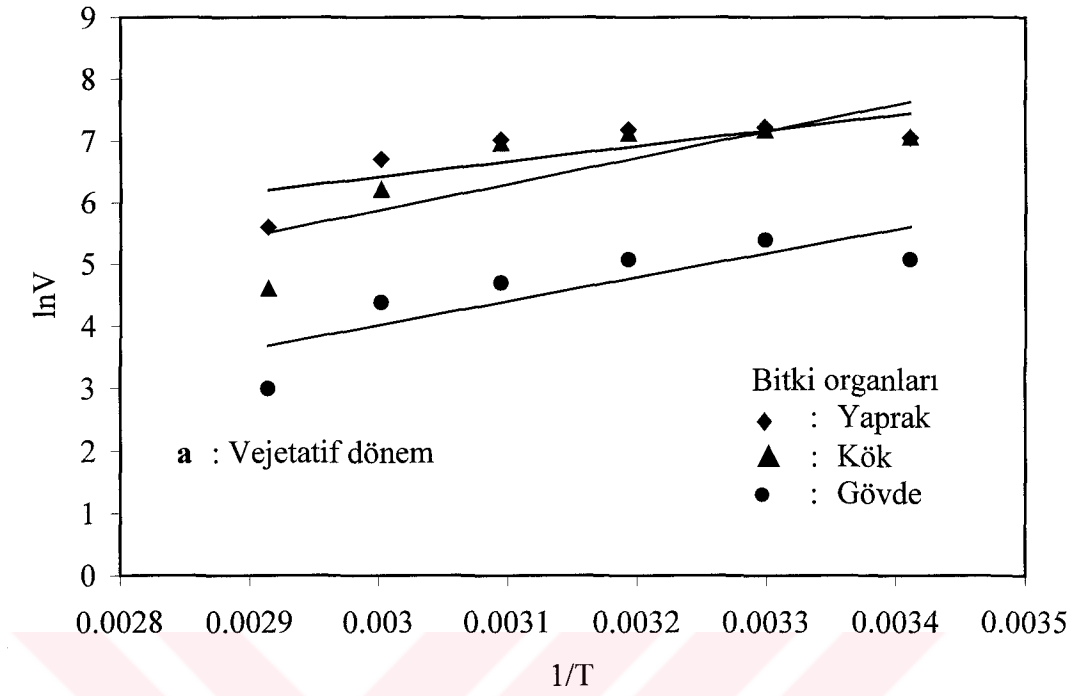
Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R	Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R
Vejetatif	Kök	0.003411	-37.66	0.9251	Generatif	Kök	0.003411	-48.79	0.9731
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
	Gövde	0.003411	-24.71	0.7962		Gövde	0.003411	-43.17	0.8987
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
	Yaprak	0.003411	-12.88	0.8689		Yaprak	0.003411	-18.61	0.7611
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
0.003095		0.003095							
0.003002		0.003002							
0.002914	0.002914								
					Çiçek	0.003411	-61.39	0.9102	
				0.003299					
				0.003193					
				0.003095					
				0.003002					
					0.002914				



Şekil 4.13 Sındırğı-Kertil'den toplanan *Origanum onites* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği

Çizelge 4.27 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a - $1/T$ değerleri

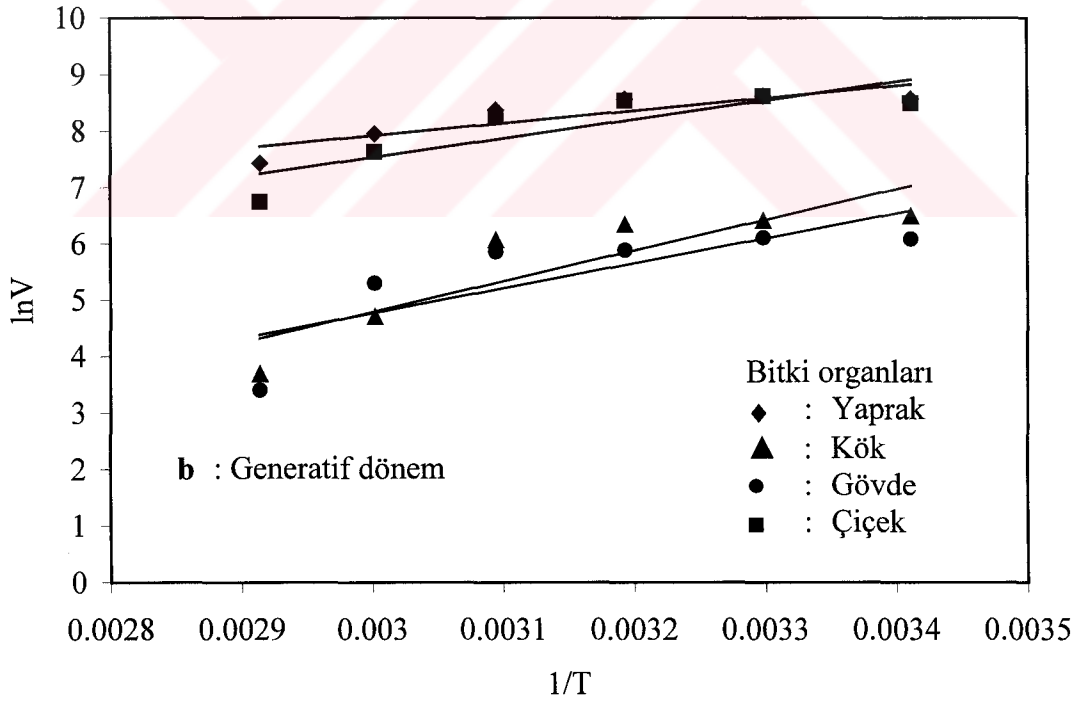
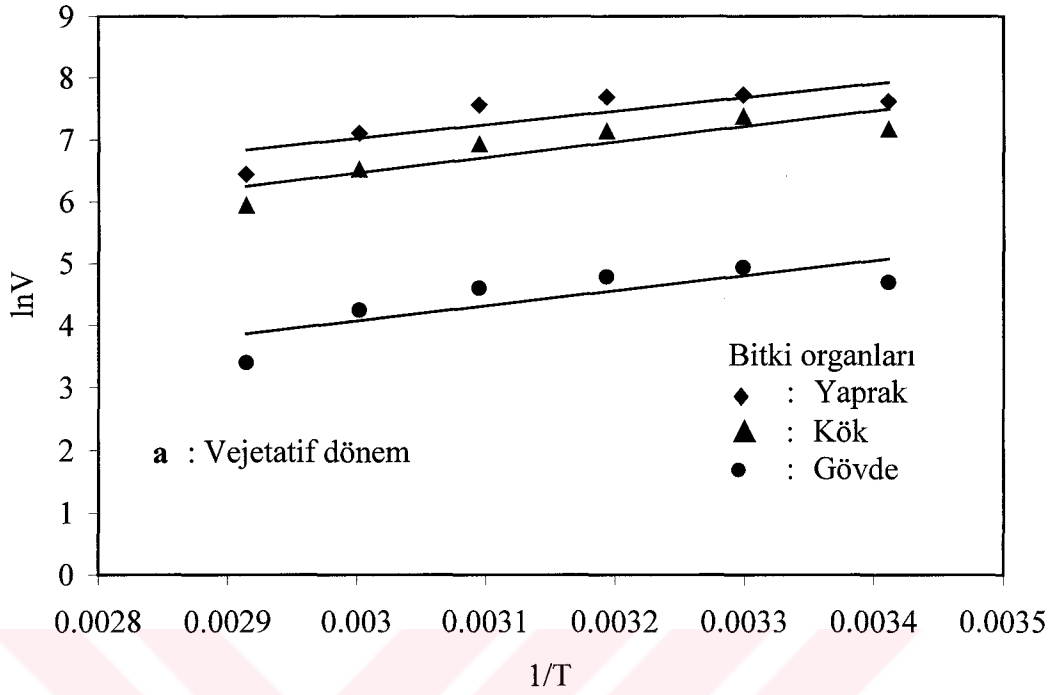
Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R	Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R
Vejetatif	Kök	0.003411	-35.50	0.7900	f	Kök	0.003411	-45.34	0.9479
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
	Gövde	0.003411	-32.11	0.8335		Gövde	0.003411	-51.02	0.9896
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
	Yaprak	0.003411	-20.73	0.7533		Yaprak	0.003411	-24.46	0.9278
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
0.003095		0.003095							
0.003002		0.003002							
0.002914	0.002914								
					Çiçek	0.003411	-45.06	0.9017	
				0.003299					
				0.003193					
				0.003095					
				0.003002					
					0.002914				



Şekil 4.14 Susurluk-Ömerköy'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği

Çizelge 4.28 Susurluk-Karapürçek'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a - $1/T$ değerleri

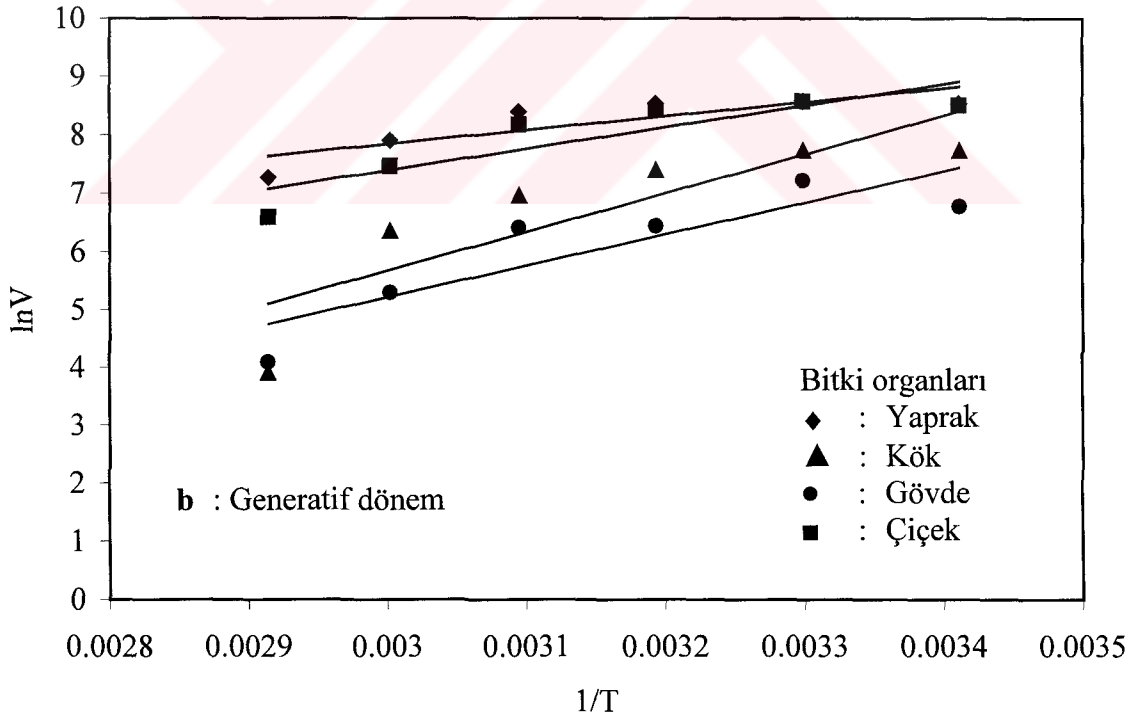
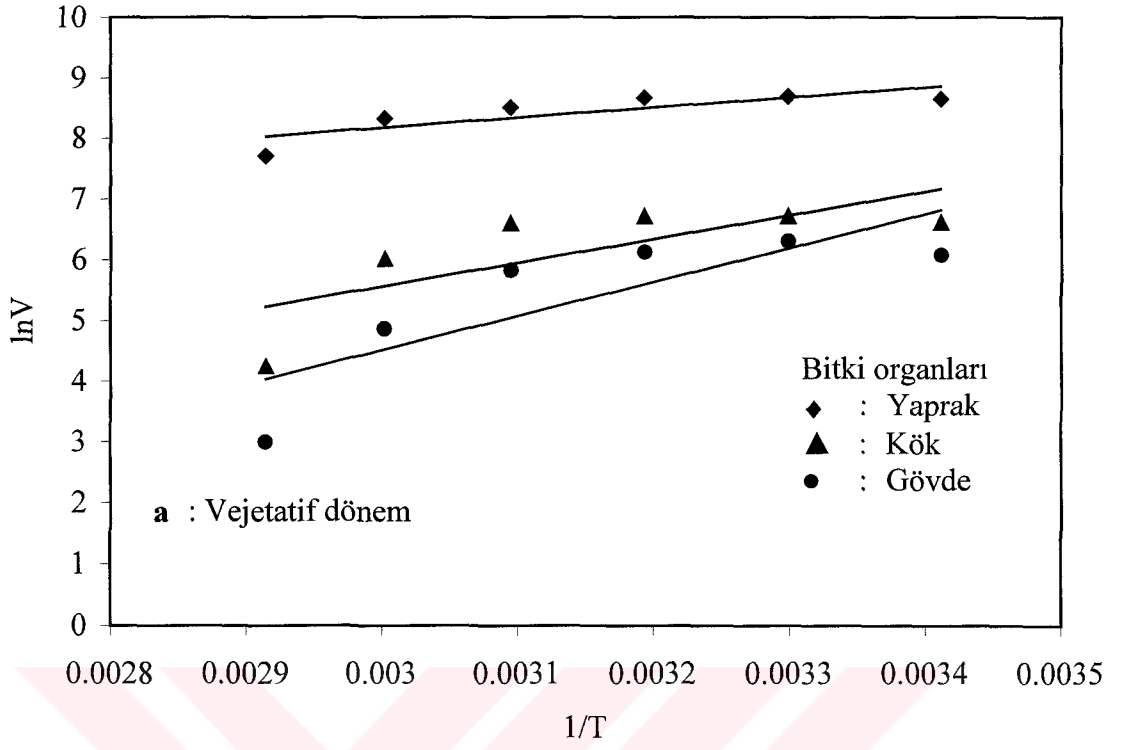
Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R	Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R
	Kök	0.003411	-20.85	0.8795		Kök	0.003411	-45.67	0.8784
		0.003299			0.003299				
		0.003193			0.003193				
		0.003095			0.003095				
		0.003002			0.003002				
		0.002914			0.002914				
Vejetatif	Gövde	0.003411	-20.28	0.8063	Generatif	Gövde	0.003411	-36.86	0.7920
		0.003299			0.003299				
		0.003193			0.003193				
		0.003095			0.003095				
		0.003002			0.003002				
		0.002914			0.002914				
	Yaprak	0.003411	-18.22	0.8135		Yaprak	0.003411	-18.35	0.8701
		0.003299			0.003299				
		0.003193			0.003193				
		0.003095			0.003095				
		0.003002			0.003002				
		0.002914			0.002914				
						Çiçek	0.003411	-27.81	0.8521
							0.003299		
							0.003193		
							0.003095		
							0.003002		
							0.002914		



Şekil 4.15 Susurluk-Karapürçek'ten toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a - $1/T$ grafiği

Çizelge 4.29 Edremit-Zeytinli'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a - $1/T$ değerleri

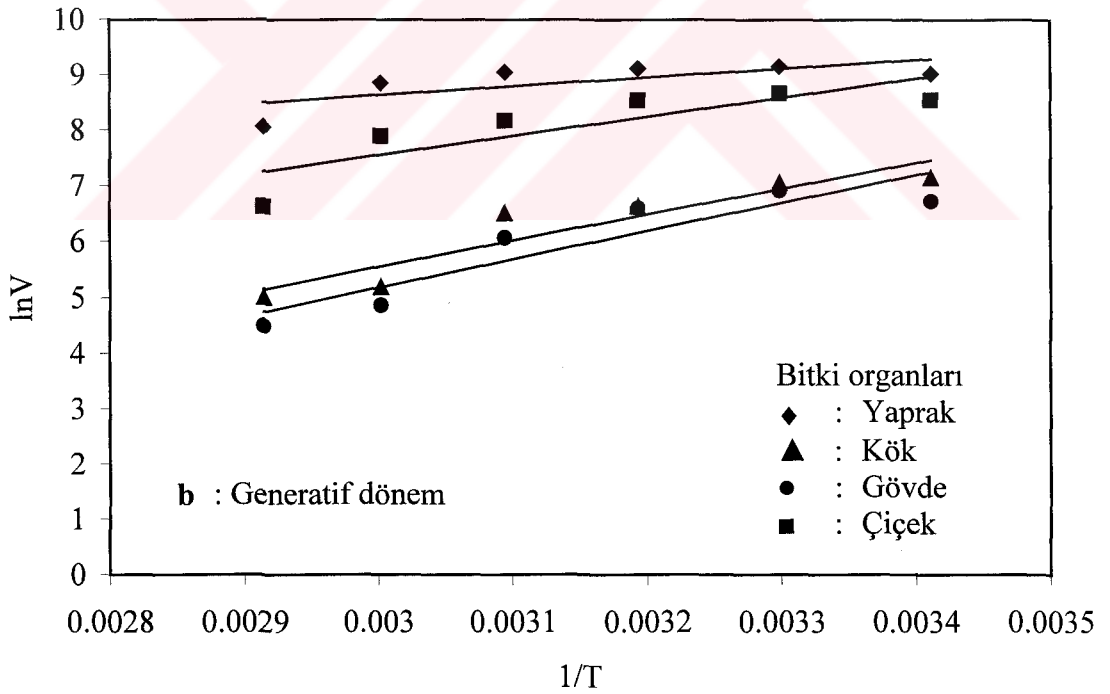
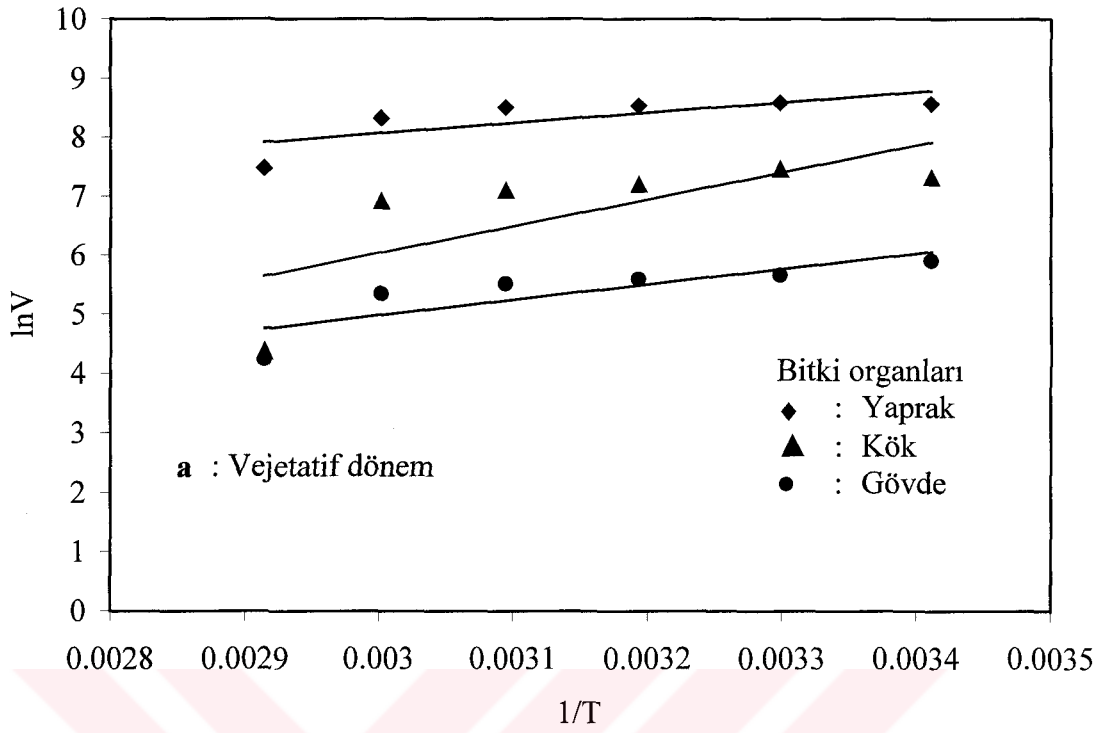
Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R	Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R
Vejetatif	Kök	0.003411	-32.48	0.7480	Generatif	Kök	0.003411	-55.16	0.8478
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
	Gövde	0.003411	-46.60	0.8200		Gövde	0.003411	-44.95	0.8761
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
	Yaprak	0.003411	-13.96	0.8218		Yaprak	0.003411	-19.76	0.8479
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
					Çiçek	0.003411	-30.60	0.8780	
				0.003299					
				0.003193					
				0.003095					
				0.003002					
					0.002914				



Şekil 4.16 Edremit-Zeytinli'den toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği

Çizelge 4.30 Erdek-Ocaklar'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a -1/T değerleri

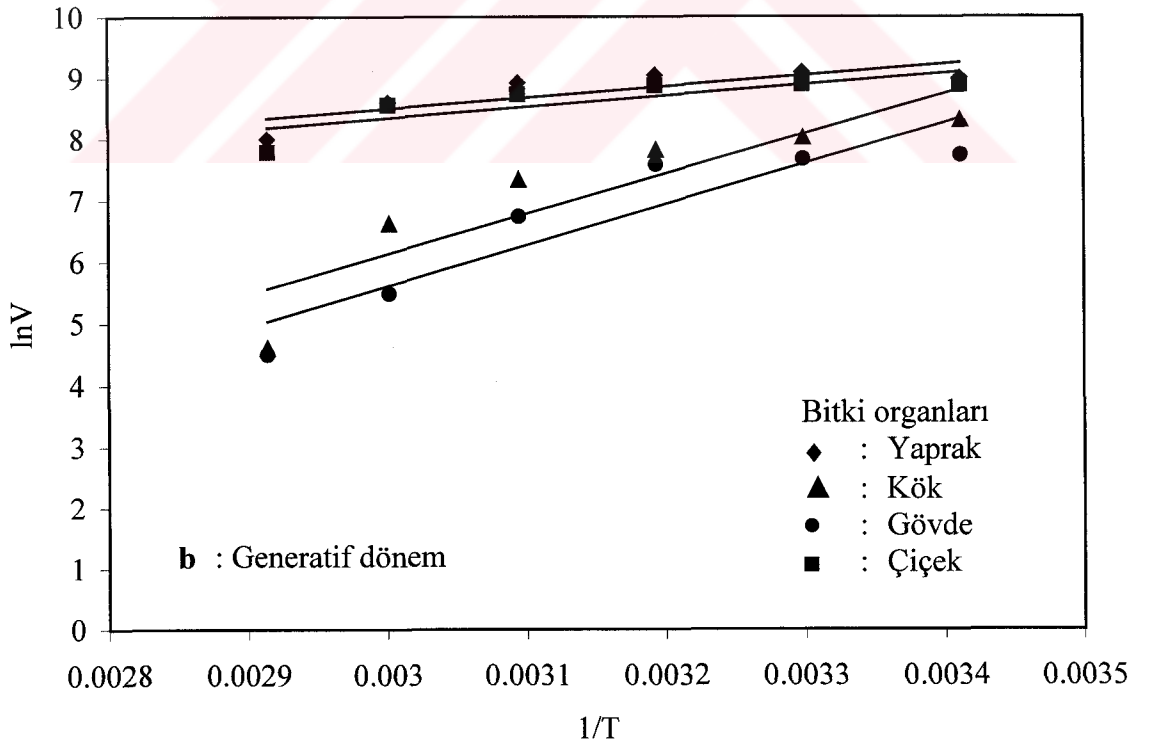
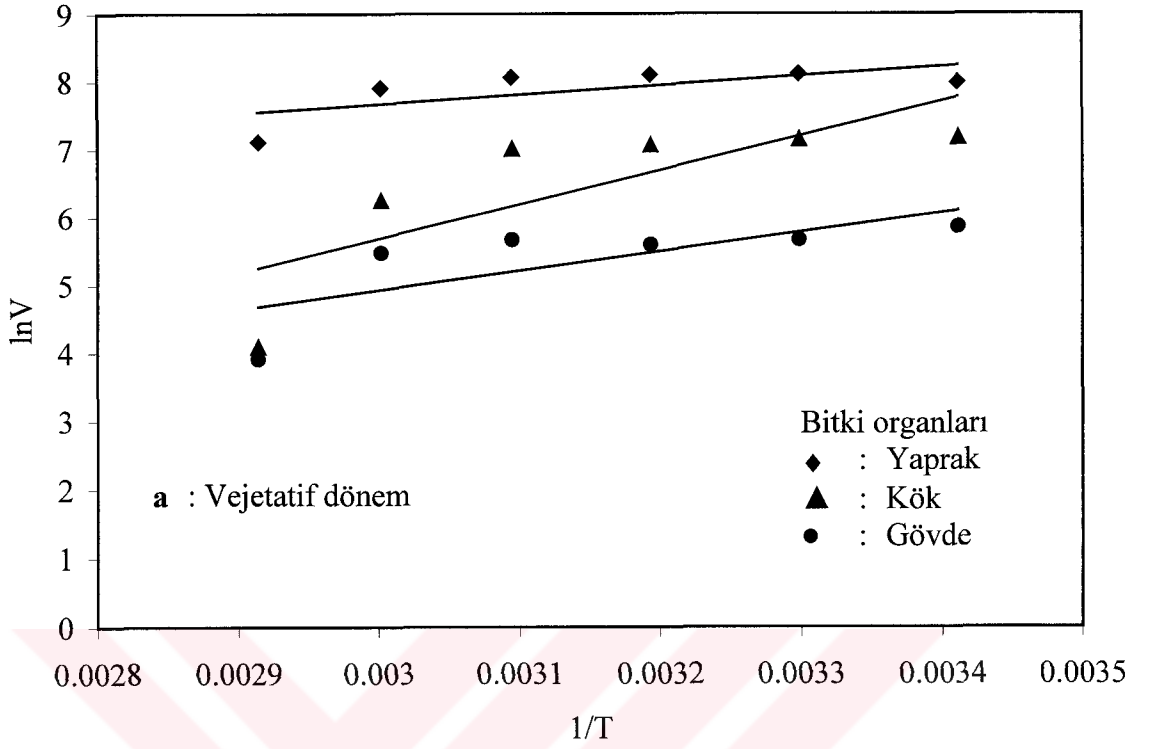
Dönem	Organ	1/T (K ⁻¹)	E_a (kJ/mol)	R	Dönem	Organ	1/T (K ⁻¹)	E_a (kJ/mol)	R
Vejetatif	Kök	0.003411	-37.96	0.7275	Generatif	Kök	0.003411	-38.65	0.9324
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
	Gövde	0.003411	-21.92	0.8363		Gövde	0.003411	-41.75	0.9144
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
	Yaprak	0.003411	-14.54	0.7572		Yaprak	0.003411	-13.21	0.7200
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
0.003095		0.003095							
0.003002		0.003002							
0.002914	0.002914								
					Çiçek	0.003411	-28.73	0.8365	
				0.003299					
				0.003193					
				0.003095					
				0.003002					
					0.002914				



Şekil 4.17 Erdek-Ocaklar'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği

Çizelge 4.31 Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a - $1/T$ değerleri

Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R	Dönem	Organ	$1/T$ (K^{-1})	E_a (kJ/mol)	R
Vejetatif	Kök	0.003411	-4.67	0.7778	Generatif	Kök	0.003411	-54.35	0.8894
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
	Gövde	0.003411	-23.70	0.7339		Gövde	0.003411	-55.34	0.9192
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
		0.003095					0.003095		
		0.003002					0.003002		
	0.002914	0.002914							
	Yaprak	0.003411	-11.42	0.6665		Yaprak	0.003411	-15.19	0.8129
		0.003299					0.003299		
		0.003193					0.003193		
0.003095		0.003095							
0.003002		0.003002							
0.002914	0.002914								
					Çiçek	0.003411	-15.31	0.7985	
				0.003299					
				0.003193					
				0.003095					
				0.003002					
					0.002914				



Şekil 4.18 Sındırgı-Hisaralan'dan toplanan *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* türü için katekol substratı ile elde edilen E_a-1/T grafiği

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Çalışma materyali olan taksonların yeter seviyede azot, fosfor ve potasyum içeren topraklarda yetiştiği tespit edilmiştir. Topraktaki azot, fosfor ve potasyumdan bitkiler maksimum seviyede yararlanmışır.
- Vejetatif dönemden generatif döneme geçişte *Origanum* taksonlarının yetiştiği toprakların azot, fosfor ve potasyum içeriklerinde dikkate değer bir azalmanın olduğu belirlenmiştir. Bu durum bitki örneklerinin içeriğine de aynı şekilde yansımıştır.
- Araştırma alanından toplanan *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarında en yüksek N, P ve K içeriğine sahip organların vejetatif dönemde sırasıyla yaprak, gövde ve kök, generatif dönemde ise çiçek, yaprak, gövde ve kök olduğu tespit edilmiştir.
- Yapılan çalışmalar sonucunda her iki taksonun da genellikle kireçsiz kahverengi orman ve kolüvyal topraklarda yayılış gösterdiği belirlenmiştir.
- *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un araştırma bölgesinde özellikle Kuvaternere ait alüvyonlar üzerinde yetiştikleri belirlenmiştir.
- Araştırma materyali olan taksonlar Yarı Kurak Akdeniz biyoiklim katında yayılış göstermektedirler. Her iki takson kışı buzlu ya da kışı son derece soğuk biyoiklim tipi alt bölümünde yetişmektedirler. Ayrıca bu taksonların araştırma bölgesinin her tarafında KSIY yağış rejimi tipinin görüldüğü yerlerde yetiştiği tespit edilmiştir.
- Büyüme dönemleri istatistik olarak karşılaştırıldığında topraktaki azot bakımından aralarında anlamlı bir ilişkinin olduğu, fosfor ve potasyum için ise böyle anlamlı bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir.
- Elde edilen istatistiki sonuçlar, bitkideki ve topraktaki besin elementleri

arasında önemli bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Ancak bu anlamlı ilişkinin değerlendirilebilmesi için konu ile ilgili diğer çalışmalara da ihtiyaç duyulmaktadır.

- Vejetatif dönemden generatif döneme geçişte *Origanum* taksonlarının PPO katalitik güçlerinin yaklaşık olarak iki kat arttığı bulunmuştur.
- Genel olarak her iki takson için vejetatif dönemde PPO'nun bitki organlarındaki dağılımında en yüksek enzim aktivitesinin yaprakta olduğu, bunu kök ve gövdenin izlediği; generatif dönemde ise en yüksek aktivitenin yaprakta olduğu, bunu ise çiçek, kök ve gövdenin izlediği bulunmuştur.
- Araştırma bölgesinden toplanan *O. vulgare* ssp *hirtum*'un, *O. onites*'den daha yüksek PPO aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.
- Birbirine yakın, aynı ekolojik koşullar altında yetişen *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* taksonlarının PPO aktivitelerinin farklı olduğu bulunmuştur.
- Genel olarak vejetatif dönemden generatif döneme geçişte PPO enziminin optimum pH'sının yaklaşık olarak 0.5 birim kadar azaldığı tespit edilmiştir.
- Araştırma bölgesinden toplanan her iki takson ve organlarından elde edilen PPO enziminin optimum pH'sının birbirine yakın olduğu saptanmıştır.
- PPO'nun katekolaz aktivitesinin optimum sıcaklığının her iki dönemde de değişmediği, bütün lokalitelerden toplanan taksonlarda 30 ± 2 °C olduğu bulunmuştur.
- 30 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda enzimin aktivitesini kaybettiği ve daha yüksek sıcaklıklarda denatüre olduğu tespit edilmiştir.
- Araştırma bölgesinden toplanan *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un farklı organlarından elde edilen PPO enzim aktivasyon enerjileri hesaplanmış ve

pozitif eğim ve negatif aktivasyon enerjisi bulunmuştur.

- İstatistiki değerlendirmeler sonucunda *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* arasında PPO aktivitesi açısından anlamlı bir korelasyonun olmadığı belirlenmiştir.
- Araştırma alanından toplanan *O. onites* örnekleri içerisinde en yüksek aktiviteye sahip lokalite Ömerköy ve *O.vulgare* ssp. *hirtum* için ise Hisaralan olduğu tespit edilmiştir.
- Çalışma materyali olan taksonların vejetatif ve generatif dönemlerde farklı organları için V_{max}/K_M değerleri hesaplanmıştır. V_{max}/K_M değerlerine bakıldığında *O. onites*'in, *O. vulgare* ssp. *hirtum*'dan, daha fazla PPO aktivitesine sahip olduğu söylenebilir. Bu nedenle *O. onites*'in bitki hastalıklarına karşı daha dirençli olduğu sonucu çıkarılabilir. Ayrıca *O. onites* PPO aktivitesinin daha yüksek olması nedeni ile daha fazla enzimatik kararma göstermektedir. Bu sonuca dayanılarak *O. onites*'in çay olarak daha çok tercih edilebileceği dūřünölmektedir.
- Vejetatif dönemden generatif döneme geçişte *Origanum* taksonlarının PPO aktivitelerinin arttığı bulunmuştur.
- İstatistik açıdan değerlendirildiğinde, her iki takson ve organlarındaki bitki besin elementleri ile PPO enzim aktivitesi arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğu söylenebilir.
- Özellikle Hisaralan'dan toplanan *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un bütün organlarında vejetatif dönemden generatif döneme geçildiğinde *O. onites*'in aksine enzim aktivitesinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonucun benzer ekolojik özelliklere sahip lokalitelerde yayılış gösteren *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum*'u taksonomik olarak ayırdetmede kullanılabilir bir ipucu olduğu dūřünölmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Demiriz, H. , An Annotated Bibliography of Turkish Flora and Vegetation, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Ankara, (1993).
- [2] Baytop, T. Türkiye’de bitkiler ile tedavi, İst. Üniv. Yay. No:3255, İstanbul (1984).
- [3] Temel, M., Batı Anadolu Bölgesi’nde yayılış gösteren *Origanum L.* (Lamiaceae) türleri üzerinde biyosistemik çalışmalar, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Şubat, (2000).
- [4] Gönüz, A., & Özörgücü, B. , “An investigation on the morphology, anatomy and ecology of *Origanum L.*”, *Tr. J. Of Botany*, **23**, (1999), 19-32.
- [5] Kıtık, A., Kesercioğlu, T., Tan, A., Nakiboğlu, M., Otan, H., Sarı, A.O., Oğuz, B. “Ege ve Batı Akdeniz Bölgelerinde yayılış gösteren bazı *Origanum L.* türlerinde biyosistemik araştırmalar”. *Anadolu, J.of AARI*, **7** (2), (1997), 26-40.
- [6] Arslan, O., Temur, A., & Tozlu, İ. “Polyphenoloxidase from *Allium sp.*”. *J. Agric. And Food Chem.* **45**, (1997), 2861-2863.
- [7] Bonner, W.D. , “Soluble oxidases and their functions”, *Annv. Rev. Plant Physiol*, **8** (1957) 427.
- [8] Akman, Y. “Biyocoğrafya”. Palme Yayınları. Ankara, (1993), 379.
- [9] Davis, P. H. , Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Edinburg Univ. Press. **7**, (1982), 36-42, 297-313.
- [10] Soykan, A., Bir kentin kimliği, Balıkesir, Karşı Basın-Yayın Matbaacılık, Ankara (1997).
- [11] Soykan, A. “Kazdağları Milli Parkı’nda doğal ortam-insan ilişkileri ve zeytincilik”, Kazdağları I. Ulusal Simpozyumu, 20-22 Eylül, Altınoluk Balıkesir (2001).
- [12] Anonymous. , Balıkesir ili verimlilik envanteri ve gübre ihtiyaç raporu, T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, TOVEB Yayın no: 37, Genel yayın no: 779, Ankara, (1974).
- [13] Türkiye topoğrafya haritaları paftaları (İ20 a2,b1; J20 b4; İ18 c3,c4; H19 b1) (1/25000 ölçekli) Harita Genel Komutanlığı Basımı, (1990).

- [14] Akman., Y. , İklim ve Biyoiklim, Palme yayınları, Mühendislik serisi: 103, 1.Basım, Ankara, (1990), 287.
- [15] Emberger, L. , Surle Quotientpluviother Mique, C.R. Acad. Sci., (1952), 2324, 2508-2510.
- [16] Walter, H. “Kurak zamanların tespitinde esas olarak kullanılacak klimodiogram”. İ.Ü. Orm.Fak. Der., Seri: B, Cilt: 8, Sayı: 2, (1956).
- [17] Kokkini, S., Herbs of The Labiatae, Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition, Academic Press, London, (1994), 2342-2348.
- [18] Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., Leblebici, E. , Tohumlu Bitkiler Sistematığı, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 116 (Ders Kitabı), 4. Baskı, Bornova-İzmir, (1995).
- [19] Vichi, S., Zitterl-Eglseer, K., Jugl, M., and Franz, Ch. , “Determination of the presence of antioxidants deriving from sage and oregano extracts added to animal fat by means of assessment of the radical scavenging capacity by photochemiluminescence analysis”, *Nahrung/Food*. **45**, 2, (2001), 101-104.
- [20] Sarer, E., Janssen, A.M., and Baerheim-Svendsen, A. , “Composition of the essential oil of *O. majorana* grown in different localities in Turkey”, *J. of Medicinal Plant Research*. Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands, (1985) 209.
- [21] Başer, K.H.C., Tümen, G., and Sezik, E., “The Essential oil of *Origanum minutiflorum* O. Schwarz and P.H. Davis”, *Journal of Essential Oil Research*, **3**, 6, (1991), 345-346.
- [22] Başer, K.H.C., Kırimer, N. And Tümen, G. , “Composition of the essential oil of *Origanum majorana* L. from Turkey”, *J. Of Essential Oil Research*, **4**, 5, (1993), 577-579.
- [23] Başer, K.H.C., Özek, T., Tümen, G., and Sezik, E. , “Composition of the essential oils of Turkish *Origanum* species with commercial importance”, *J. Of Essential Oil Research*, **5**, (1993), 619-623.
- [24] Başer, K.H.C., Özek, T., Tümen, G., and Kürkçüoğlu, M., “The essential oil of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* L. of Turkish origin”, *Journal of Essential Oil Research*, **6**, 1, (1994), 31-36.
- [25] Başer, K.H.C., Özek, T., Tümen, G., and Sezik, E. , “Ticari önemi olan Türk *Origanum* türlerinin uçucu yağları”, *TAB Bülteni*, **10**, (1994), 28-30.
- [26] Tümen, G., Başer, K.H.C. and Kırimer, N. , “The Essential oils of Turkish *Origanum* species”, A treatise 13th International Congress of Flavours, Fragrances and Essential Oils. 15-19 October, İstanbul, **2**, (1995), 200-210.

- [27] Oflaz, S., Ticari *Origanum* Türlerinin Farmakognozik Araştırması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmakognazi Anabilim Dalı, Temmuz (2001).
- [28] Russo, M., C. Galletti, G., Bocchini, P., and Carnacini, A. , “Essential oil chemical composition of wild populations of Italian Oregano spice (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link.) Ietswaart): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. 1.Inflorescences”, *J. Agric.food Chem.*, **46**, (1998), 3741-3746.
- [29] Ietswaart, J. H., A Taxonomic Revision of the Genus *Origanum*, Leiden University Press, London (1980).
- [30] Aligiannis, N., Kalpoutzakis, Mitaku, S., and B.Chinou, I. , “Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* species”, *J. Agric. Food Chem.*, **49**, (2001), 4168-4170.
- [31] Duman, H., Aytaç, Z., Ekici, M., Karavelioğulları, F.A., Dönmez, A., Duran, A. , “Three new species (Labiatae) from Turkey”, *Flora of Mediterranean.* **5**, (1995), 221-228.
- [32] Duman, H., Başer, K.H.C. and Aytaç, Z. , “Two new species and hybrid from Anatolia, *Tr. J.Of.Botany*, **22**, (1998), 51-55.
- [33] Zohary, M. , Geobotanical foundations of Middle East, Amsterdam, **1**, (1973), 156-160, 169-181, 329.
- [34] Mastelić, J., Miloš, M., and Jerković, I. “Essential oil and glycosidically bound volatiles of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart”. *Flavour and Fragrance Journal*, **15**, (2000), 190-194.
- [35] Sivropoulou, A., Papanikolau, E., Nikolau, C., Kokkini, S., Lanaras, T., and Arsenakis, M. , “Antimicrobial and cytotoxic activities of *Origanum* essential oils”, *J. Agric. Food Chem.* **44**, (1996), 1202-1205.
- [36] Bocchini, P., Russo M., and Galletti, G.C., “Pyrolysis-Gas Chromatography/Mass Spectrometry used as a microanalytical technique for the characterization of *Origanum heracleoticum* from Calabria, Southern Italy”, *Rapid Communications in Mass Spectrometry.* **12**, (1998), 1555-1563.
- [37] Tümen, G., Başer, K.H.C., Kırimer, N., Özek, T., “The Essential Oil of *Origanum saccatum* P.H. Davis”, *Journal of essential Oil Research.* **7** (1), (1995), 175-176.
- [38] Baytop, T. , Türkiye’de bitkiler ile tedavi, İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, No.40, İstanbul, (1984), 282-283, 325-326.
- [39] Boydağ, İ. “Üç *Origanum* türü: *Origanum majorana* L., *O. minutiflorum* O.

- Schwarz and P. H. Davis ve *O. onites* L. uçucu yağlarının fraksiyonlu distilasyonu”, Anadolu Üni. Sağ. Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir (1996).
- [40] Tabata, M., Honda, G. and Sezik, E. “A report on traditional medicine and medicinal plants in Turkey”. *Fac. Pharmaceut. Sci.* Kyoto Üniversitesi (1988).
- [41] Lawless, J. “The illustrated encyclopedia of essential oils”. (1995), 187-188.
- [42] Sezik, E., Tümen, G., Kırimer, N., Özek, T. and Başer, K. H.C. “Essential oil composition of four *Origanum* subspecies of Anatolian origin”. *Journal of Essential Oil Research*, **5**(4), (1993), 425-431.
- [43] D’Antuono, L. F., Galletti, G. C., and Bocchini, P. “Variability of essential oil content and composition of *Origanum vulgare* L. populations from a North Mediterranean Area (Liguria Region, Northern Italy)”, *Annals of Botany*, **86**, (2000), 471-478.
- [44] Tabata, M., Honda, G., Sezik, E., Yeşilada, E. “A Report on traditional medicine and medicinal plants in Turkey (1990-1991)”. Faculty of Pharmaceutical Sciences, Kyoto University, Kyoto (1993).
- [45] Başer, K.H.C. “Her derde deva bir bitki:kekik”, *Bilim ve Teknik*, (2001), 74-77.
- [46] Özhatay, N., and Atay, S. , “Kekik in trade in Turkey”, XI.World Forestry Congress Antalya, Turkey, 13 to 22 October 1997, **3**, Topic 15, A.K. Mukerjii.
- [47] Olivier, W. G. , “The world market of Oregano”, In: Padulosi, S (Ed)., *Oregano Proceedings of the IPGRI International Workshop*, IPGRI, Rome, (1997), 144.
- [48] Lis-Balchin, M., Deans, S.G., Eaglesham, E., and Barret, M. , “Antimicrobial and antioxidant properties of three strains of *Origanum* and comparison with ten antibiotics”. 29th International Symposium on Essential Oils, September, 6-9, Frankfurt (1998).
- [49] Donner, J. “Verbreitungskarten zu P. H. Davis, Flora of Turkey, 1-8” *Linzer Biol. Beitr.* **63** (1985).
- [50] Huber-Morath, A. Letzte Ergänzungen zu P. H. Davis, “Flora of Turkey and The East Aegean Islands”, 1-9 (1965-1985) II, *Botaniques de geneve*, **43**(1), 27, (1998), 43.
- [51] Strid, A., and Tan, K. “Mountain Flora of Greece”. Edinburg University Press, **2**, (1991), 134-138.
- [52] Panou-Filothou, H., Bosabalidis, A.M., and Karataglis, S., “Effects of

- copper toxicity on leaves of oregano (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*)". *Annals of Botany*, **88**, (2001), 207-214.
- [53] Jerković, I., Mastelić, J., and Miloš, M., "The effect of air-drying on glycosidically bound volatiles from seasonally collected oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) from Croatia", *Nahrung/Food*. **45**,1, (2001), 47-49.
- [54] Balım, A.G., Kesercioğlu, T. "Doğu Akdeniz Bölgesinde yayılış gösteren bazı *Origanum* L. türleri üzerinde sitotaksonomik araştırmalar". XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi, 7-10 Eylül 1998, Samsun, **1**, (1998), 277-282.
- [55] Paton, A. , "Three membranous-bracted species of *Origanum*", *The Kew Magazine*, **11**, 3, (1994), 109-117.
- [56] Zheng, Z., Pinkham, J.L., and Shetty, K., "Identification of polymeric dye-tolerant oregano (*Origanum vulgare*) clonal lines by quantifying total phenolics and peroxidase activity", *J. Agric. Food Chem*, **46**, (1998), 4441-4446.
- [57] Yang, R., and Shetty, K., "Stimulation of rosmarinic acid in shoot cultures of oregano (*Origanum vulgare*) clonal line in response to proline, proline analogue and proline precursors", *J. Agric. Food Chem*. **46**, (1998), 2888-2893.
- [58] Adam, K., Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T., and Arsenakis, M., "Antifungal activities of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia*, and *Salvia fruticosa* essential oils against human pathogenic fungi", *J. Agric. Food Chem*. **46**, (1998), 1739-1745.
- [59] Yücel, E., Öztürk, M., "Studies on the autecology of *Origanum sipyleum* L., plant life in South-West and Central Asia", 5th International Symposium, 18-22 May, Tashkent, Uzbekistan, (1998).
- [60] Daphevicius, A., Venskutonis, R., Van Beek, T., "Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania", *J. Sci. Food Agric*, **77**, (1998), 140-146.
- [61] Aydın, S., Öztürk, Y., Başer, K.H.C., "Kekik (*Origanum onites* L.) uçucu yağının kardiyovasküler sistem üzerine etkisi", XI. Bitkisel ilaç hammaddeleri Toplantısı, 22-24 Mayıs 1996, Ankara, poster bildiri.
- [62] Başer, K.H.C., "Aromatic plant and essential oil production in Turkey", 4 Emes Rencontres Internationales-Nyons, 5, 6, 7 December (1994).
- [63] Başer, K.H.C., "Essential oils from aromatic plants which are used as herbal tea in Turkey", Flavours, Fragrances and Essential Oils, Proceedings of the 13th international Congress of Flavours, Fragrances and Essential Oils, İstanbul, Turkey, 15-19 October (1995).

- [64] Başer, K.H.C., Kırımer, N., “Progress in oil research”, Proceeding of the 28th International Symposium on Essential Oils, 1-3 september, Eskişehir, Turkey, (1997).
- [65] Cingi, M.İ., Kırımer, N., Sarıkardaşoğlu, İ., Cingi, C., Başer, K.H.C. “*Origanum onites* ve *Origanum minutiflorum* Uçucu Yağlarının Farmokolojik Etkileri”, 9. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler, 16-19 Mayıs 1991, Eskişehir.
- [66] Tümen, G., Sekendiz, O.A., “Balıkesir ve merkez köylerinde halk ilacı olarak kullanılan bitkiler”, Uludağ Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir, (1989), 106-111.
- [67] Özdemir, F., Pirdal, M., Öztürk, M. , “Batı Anadolu’da yayılış gösteren bazı endemiklerin morfolojik, anatomik ve ekolojik özellikleri üzerine araştırmalar”, IX. Uusal Biyoloji Kongresi, Sivas, 21-23 Eylül 1988, **3**, 141-150.
- [68] Janssen, A. M., Scheffer, J. J.C., Baerheim Svendsen, A., “Antimicrobial activity of essential oils: A 1976-1986 literature review. Aspects of the test methods”, *Planta Med.* **53**, (1987), 395-398.
- [69] Deans, S. G., Ritchie, G., “Antimicrobial properties of plant essential oils”, *Int. J. Food Microbiol.* **5**, (1987), 165-180.
- [70] Kacar, B., Bitki Besleme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 899, 2.baskı, Ankara, (1984).
- [71] Rashed, M.N., and Awadallah, R.M. , “Trace elements in Faba Bean (*Vicia faba* L.) plant and soil as determined by atomic absorption spectroscopy and ion selective electrode”, *Journal of the Science of Food and Agriculture.* **77**, (1998), 18-24.
- [72] Ergene, A. , Toprak Biliminin Esasları, Atatürk Üniversitesi Yayın No: 586, Ziraat Fakültesi Yayın No: 267, Ders kitapları serisi: 42, 4. baskı, Erzurum (1993).
- [73] Ruiz, J.M., and Romero, L., “Nitrogen metabolism and yield response of cucumber (*Cucumis sativus* L. cv Brunex) plants to phosphorus fertilisation”, *Journal of the Science of Food and Agriculture.* **80**, (2000), 2069-2073.
- [74] Dodson, S.I., Allen, T.F.H., Carpenter, S.R., Ives, A. R., Jeanne, R.L., Kitchell, J.F., Langston, N.E., Turner, M.G., Ecology, Oxford University Press, New York. (1998).
- [75] Gerke, J., Beişner, L., and Römer, W., “The quantitative effect of chemical phosphate mobilization by carboxylate anions on P uptake by a single root. 1. The basic concept and determination of soil parameters”, *J. Plant Nutr. Soil*

- Sci.* **163**, (2000), 207-212.
- [76] Høgh-Jensen, H., Fabricius, V., and Schjoerring, J. K., "Regrowth and nutrient composition of different plant organs in grass-clover canopies as affected by phosphorus and potassium availability", *Annals of Botany*. **88**, (2001), 153-162.
- [77] Bayraklı, F., *Toprak ve Bitki Analizleri*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Yayın no: 17, Samsun, (1987).
- [78] Doğan, S., Özen, F., "Değirmenboğazı (Balıkesir) ve çevresinin vejetasyonu üzerinde ekolojik araştırmalar". 30.10.2001 tarih ve 600-1341 sayılı yazı ile yayına kabul edildi. Balıkesir Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü Dergisi'nde Basımda.
- [79] Yıldırım, E., Dursun, Turan, M., "Determination of the nutrition contents of the wild plants used as vegetables in upper Çoruh Valley", *Türk J. Bot.* **25**, (2001), 367-371.
- [80] Yücel, E., Altınöz, N., "*Salvia wiedemanni*'nin ekolojik özellikleri", *Çev. Kor.* **10**, 38, (2001), 9-17.
- [81] Tang, C., Hinsinger, P., Drevon, J.J., and Jaillard, B., "Phosphorus deficiency impairs early nodule functioning and enhances proton release in roots of *Medicago truncatula* L.", *Annals of Botany*. **88**, (2001), 131-138.
- [82] Jungk, A., "Roots hairs and the acquisition of plant nutrients from soil", *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **164**, (2001), 121-129.
- [83] Engels, C., and Kirkby, E.A., "Cycling of nitrogen and potassium between shoot and roots in maize as affected by shoot and root growth", *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **164**, (2001), 183-191.
- [84] Thangadurai, D., Viswanathan, M.B., and Ramesh, N., "Nutritional potential of biochemical components in *Galactia longifolia* Benth. (Fabaceae)", *Nahrung/Food.* **45**, (2001), 97-100.
- [85] Torrent, J., and Delgado, A., "Using phosphorus concentration in the soil solution to predict phosphorus desorption to water", *J. Environ. Qual.* **30**, (2001), 1829-1835.
- [86] Bucher, M., Rausch, C., and Daram, P., "Molecular and biochemical mechanisms of phosphorus uptake into plants", *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **164**, (2001), 209-217.
- [87] Glimskär, A., "Estimates of root system topology of five plant species grown at steady-state nutrition", *Plant and Soil.* **227**, (2000), 249-256.
- [88] Alt, C., Kage, H., and Stützel, H., "Modelling nitrogen content and

- distribution in cauliflower (*Brassica oleracea* L. *botrytis*)". *Annals of Botany*. **86**, (2000), 963-973.
- [89] Gerke, J., Beißner, L., and Römer, W., "The quantitative effect of chemical phosphate mobilization by carboxylate anions on P uptake by a single root. 2. The importance of soil and plant parameters for uptake of mobilized P", *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **163**, (2000), 207-212.
- [90] Mercik, S., Stepień, W., and Labetowicz, J., "The fate of nitrogen, phosphorus and potassium in long-term experiments in Skierniewice", *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **163**, (2000), 273-278.
- [91] Olsson, M.O., and Falkengren-Grerup, "Potential nitrification as an indicator of preferential uptake of ammonium or nitrate by plants in an oak woodland understory", *Annals of Botany*. **85**, (2000), 299-305.
- [92] Devienne-Barret, F., Justes, E., Machet, J.M., Mary, B., "Integrated control of nitrate uptake by crop growth rate and soil nitrate availability under field conditions", *Annals of Botany*. **86**, (2000), 995-1005.
- [93] Steingrobe, B., Claassen, N., and Syring, K.M., "The effect of the function type for describing the soil buffer power on calculated ion transport to roots and nutrient uptake from the soil", *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **163**, (2000), 459-465.
- [94] Kuzyakov, Y., Domanski, G., "Carbon input by plants into the soil. Review", *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **163**, (2000), 421-431.
- [95] Kuzyakov, Y., Domanski, G., "Carbon input by plants into the soil. Review", *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **163**, (2000), 421-431.
- [96] Elmer, F., Peschke, H., Köhn, W., Chmielewski, F-M, and Baumecker, M., "Tillage and fertilizing effects on sandy soils", Review and selected results of long-term experiments at Humboldt-University Berlin. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **163**, (2000), 267-272.
- [97] Cannell, M.G.R., and Thornley, J.H.M., "Nitrogen states in plant ecosystems: a viewpoint", *Annals of Botany*. **86**, (2000), 1161-1167.
- [98] Başlar, S., Mert, H.H., "Studies on the ecology of *Chrozophora tinctoria* L. and *Rubia tinctorum* L. in Western Anatolia", *Tr. J. Of Botany*. **23**, (1999), 33-44.
- [99] Glimskär, A., and Ericsson, T., "Relative nitrogen limitation at steady-state nutrition as a determinant of plasticity in five grassland plant species", *Annals of Botany*. **84**, (1999), 413-420.
- [100] Vouillot, M.O., and Devienne-Barret, F., "Accumulation and remobilization of nitrogen in a vegetative winter wheat crop during or following nitrogen

- deficiency”, *Annals of Botany*, **83**, (1999), 569-575.
- [101] Zubillaga, M.S., and Giuffr , L., “Soil phosphorus mobilization in different taxonomic orders”, *J Plant Nutr. Soil Sci.* **162**, (1999), 201-205.
- [102] Fink, M., Feller, C., Scharpf H.-C., Wier, U., Maync, A., Ziegler, J., Paschold, P.-J., and Strohmeyer, K., “Nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium contents of field vegetables-recent data for fertiliser recommendations and nutrient balances”, *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **162**, (1999), 71-73.
- [103] Merbach, W., Mirus, E., Knof, G., Remus, R., Ruppel, S., Russow, R., Gransee, A., and Schulze, J., “Release of carbon and nitrogen compounds by plant roots and their possible ecological importance”, *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **162**, (1999), 373-383.
- [104] Angelova, V.R., Ivanov, A.S., and Braikov, D.M., “Heavy metals (Pb, Cu, Zn and Cd) in the system soil-grapevine-grape”, *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **79**, (1999), 713-721.
- [105] Ruppel, S., Makswitat, E., “Effect of nitrogen fertilization and irrigation on soil microbial activities and population dynamics-a field study”, *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **162**, (1999), 75-81.
- [106] Lim, TK., Luders, L., poffley, M., “Seasonal changes in durian leaf and soil mineral nutrient element content”, *Journal of Plant Nutrition.* **22**(4-5), (1999), 657-667.
- [107] Schwarz, A., Wilcke, W., Kobza, J., and Zech, W., “Spatial distribution of soil heavy metal concentrations as indicator of pollution sources at Mount Krizna (Great Fatra, central Slovakia)”, *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **162**, (1999), 421-428.
- [108] Kutbay, H.G., Kılınç, M., Kandemir, A., “Phytosociological and ecological structure of *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* forest in Central Black Sea Region”, *Tr. J. Of Botany.* **22**, (1998), 157-162.
- [109] Engin, A., Kandemir, N., Şenel, G., Özkan, M., “An autecological study on *Iris pseudacorus* L. (Iridaceae)”, *Tr. J. Of Botany.* **22**, (1998), 335-340.
- [110] G lery z, G., “Nitrogen mineralization in the soils of some grassland communities in the alpine region of Uludağ in Bursa-Turkey”, *Tr. J. Of Botany.* **22**, (1998), 59-63.
- [111] Serraj, R., and Sinclair, T.R., “N₂ fixation response to drought in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)”, *Annals of Botany.* **82**, (1998), 229-234.
- [112] Chen, H., Zheng, C., and Zhu, Y., “Phosphorus: A limiting factor for restoration of soil fertility in a newly reclaimed coal mined site in Xuzhou, China”, *Land Degradation & Development.* **9**, (1998), 115-121.

- [113] Rosecrance, R.C., Weinbaum, S.A., and Brown, P.H., "Alternate bearing effects nitrogen, phosphorus, potassium and starch storage pools in mature pistachio trees", *Annals of Botany*. **82**, (1998), 463-470.
- [114] Greenwood, D.J., and Stone, D.A., "Prediction and measurement of the decline in the critical-K, the maximum-K and total cation plant concentrations during the growth of field vegetable crops", *Annals of Botany*. **82**, (1998), 871-881.
- [115] Szentmihályi, K., Kéry, Á., Then, M., Lakatos, B., Sándor, Z., and Vinkler, P., "Potassium-sodium ratio for the characterization of medicinal plant extracts with diuretic activity", *Phytotherapy Research*. **12**, (1998), 163-166.
- [116] Hodson, M.J., and Sangster, A. G., "Mineral deposition in the needles of White Spruce [*Picea glauca* (Moench.) Voss]", *Annals of Botany*. **82**, (1998), 375-385.
- [117] Claassen V. P., and Zasoski, R. J., "A Comparison of plant available nutrients on decomposed granite cut slopes and adjacent natural soils", *Land Degradation&Development*. **9**, (1998), 35-46.
- [118] Dürr, C., and Mary, B., "Effects of nutrient supply on pre-emergence growth and nutrient absorption in wheat (*Triticum aestivum* L.) and sugarbeet (*Beta vulgaris* L.)", *Annals of Botany*. **81**, (1998), 665-672.
- [119] Özen, F., Kara, E.E., Özkoç, İ., "Anacamptis pyramidalis (L.) L.C.M. Richard (Orchidaceae)'in beslenme ihtiyaçlarının belirlenmesi üzerine ekolojik bir çalışma", *Tr. J. Of Botany*. **20**, (1996), 193-196.
- [120] Sheehy, J.E., Gastal, F., Mitchell, P.L., Durand, J.L., Lemaire, G., Woodward, F.I., "A nitrogen-led model of grass growth", *Annals of Botany*. **77**, (1996), 165-177.
- [121] Kılınç, M., Yüksel, Ş., "Pancratium maritimum L. (Amaryllidaceae) Üzerinde Morfolojik, anatomik ve Ekolojik Bir Araştırma", *Tr. J. Of Botany*. **19**, (1995), 309-320.
- [122] Kutbay, H.G., Kılınç, M., "Galanthus rizehensis Stern. (Amaryllidaceae) zerinde otekolojik bir çalışma", *Tr. J. Of Botany*. **19**, (1995), 235-240.
- [123] Kutbay, H.G., Kılınç, M., "Distribution of nutrients in some dominant plants in *Quercus cerris* L. var. *cerris* (Fagaceae) forest in Central Black Sea Region", *Tr. J. Of Botany*. **19**, (1995), 503-508.
- [124] Karaer, F., Kutbay, H.G., Kılınç, M., "An interesting genus (*Eschscholzia* Cham.) for the Flora of Turkey and its taxonomical and some ecological properties", *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Dergisi*. **5**, (1), (1994), 142-146.

- [125] Özkoç, İ., Kara, E.E., Özen, F., “*Orchis laxiflora* Lam. ve *Orchis palustris* Jacq. (Orchidaceae)’in besin elementi içeriği ile toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi”, XII. Ulusal Biyoloji Kongresi. 6-8 Temmuz 1994, Edirne.
- [126] Ruiters, C., and Mckenzie, B., “Seasonal allocation and efficiency patterns of biomass and resources in the perennial geophyte *Sparaxis grandiflora* subsp. *fimbriata* (Iridaceae) in lowland coastal fynbos, South Africa”, *Annals of Botany*. **74**, (1994), 633-646.
- [127] Justes, E., Mary, B., Meynard, J.-M., Mache, J.-M., and Thelie-Huche, L., “Determination of a critical nitrogen dilution curve for winter wheat crops”, *Annals of Botany*. **74**, (1994), 397-407.
- [128] Kutbay, H.G., Kılınç, M., “*Leucojum aestivum* L. (Amaryllidaceae) üzerinde Otekojik Bir Çalışma”, *Doğa-Tr. J. Of Botany*. **17**, (1993), 1-4.
- [129] Sekendiz, O.A., Başkaya, H.S., Sekendiz, A., “Balıkesir ili yeşil kuşak çalışmalarında Değirmenboğazi ağaçlama alanı örneğinin ekolojik yönden değerlendirilmesi”, Dördüncü Bilimsel ve Teknik çevre Kongresi. 5-9 Haziran 1988, İzmir.
- [130] Öztürk, M.A., Ataç, E., “Bazı *Pistacia* türlerinin anatomisi ve ekolojisi üzerinde bir çalışma”, *Atatürk Üniv. Fen Fak. Der.* **1**, 1, (1982), 493-508.
- [131] Macheix, J-J., Sapis, J-C., Fleuriet, A., “Phenolic compounds and polyphenoloxidase in relation to browning in grapes and wines”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **30**, (1991), 441-486.
- [132] Horel, E., Mayer, A.M, Shain, Y., Catechol oxidase from apples, Their properties, subcellular location and inhibition, *Physiologia Plantarum*, (1964).
- [133] Brown, B.R., “Biochemical aspect of oxidative coupling of phenols in oxidative coupling of phenols”, “Taylor, W.I. and Battersby, A.R., eds.”, Marcel Dekker, New York, Chap. 4, (1967).
- [134] Satiawatoharaphang, C., Rymal, K.S, Dozier, J, “Polyphenol oxidase system in red delicious apples”, *J. Food Sci.*, (1976).
- [135] Ragazzi, E. and Veranese, G., “Ricerche sulle fenol oksidasi sul contenuto in o-difenol delle olive”, *Ann. Chim.*, **57** (1967), 1476.
- [136] Cemeroğlu, B. Meyve ve Sebze İşletme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği. Yayın No: 6, (1988).
- [137] Şakiroğlu, H., Kuşburnu meyvasından izole edilen polifenoloksidaz enziminin kinetik ve elektroforetik özelliklerinin incelenmesi, Doktora Tezi Atatürk

Üniv., Fen Bilimleri Ens., Kimya Anabilim Dalı, Erzurum, Nisan (1994).

- [138] Krueger, R.C., "The effect of ascorbic acid on the enzymatic oxidation of monohydric and o-dihydric phenols", *J. Am. Chem. Soc.*, **72** (1950), 5582.
- [139] Doğan, M., Arslan, O., Doğan, S., "Substrate specificity heat inactivation and inhibition of polyphenoloxidase from different aubergine cultivars", *International Journal of Food Science and Technology*. **37**, (2002), 415-423.
- [140] Coetzer, C., Corsini, D., Love, S., Pavek, J., and Tumer, N., "Control of Enzymatic Browning in Potato (*Solanum tuberosum* L.) by Sense and Antisense RNA from Tomato Polyphenoloxidase", *J.Agric. Food Chem.* **49**, (2001), 652- 657.
- [141] Yang, Chang-Peng; Fujita, S; Kohno, K; Kusubayashi, A; Ashrafuzzaman, MD; and Hayashi, N. Partial Purification and Characterization of Polyphenol Oxidase from Banana (*Musa sapientum* L.) Peel", *J. Agric. Food Chem.* **49**, (2001), 1446-1449.
- [142] Nagai, T; and Suzuki, N., "Partial Purification of Polyphenol Oxidase from Chinese Cabbage (*Brassica rapa* L.)", *J.Agric. Food Chem.* **49**, (2001), 3922-3926.
- [143] Pérez-Gilabert, M; Morte, A; Honrubia, M; and Garcia-Carmona, F., "Partial Purification, Characterization, and Histochemical Localization of Fully Latent Desert Truffle (*Terfezia clavaryi* Chatin) Polyphenol Oxidase", *J.Agric. Food Chem.* **49**, (2001), 1922-1927.
- [144] Carvajal-Millan, E; Carvallo, T; Orozco, A; Martinez, A; Tapia, I; Guerrero, V.M; Rascon-Chu, A; Llamas, J; and Gardea, A.A., "Polyphenol Oxidase Activity, Color Changes, and Dehydration in Table Grape Rachis during Development and Storage As Affected by N-(2-Chloro-4-pyridyl)-N-phenylurea", *J.Agric. Food Chem.* **49**, (2001), 946-951.
- [145] Sojo, M.M., Nunuz-Delicado, E., Sanchez-Ferrer, A., and Garcia-Carmona, F., "Oxidation of Salsolinol by Banana Pulp Polyphenol Oxidase and Its Kinetics Synergism with Dopamine", *J. Agric. Food Chem.* **48**, (2000), 5543-5547.
- [146] Chang, S; Tan C; Frankel, E.N; and Barrett, D.M., "Low-Density Lipoprotein Antioxidant Activity of Phenolic Compounds and Polyphenol Oxidase Activity in Selected Clingstone Peach Cultivars", *J.Agric. Food Chem.* **48**, (2000), 147-151.
- [147] Broothaerts, W., McPherson, J., Li, B., Randal, E., Lane, W.D., and Wiersma, P.A., "Fast Apple (*Malus x domestica*) and Tobacco (*Nicotina tobacum*) Leaf Polyphenoloxidase Activity Assay for Screening Transgenic Plants", *J. Agric. Food Chem.* **48**(12), (2000), 5924-5928.

- [148] Onsa, G.H., Bin Saari, N., Selamat, J., and Bakar, J., "Latent Polyphenoloxidases from Sago Log (*Metroxylon sagu*): partial purification, activation, and some", *J. Agric. Food Chem.* **48**, (2000), 5041-5045.
- [149] González, E.M., de Ancos, B., and Cano, M.P., "Partial characterization of polyphenoloxidase activity in raspberry fruits", *J. Agric. Food Chem.* **47**, (1999), 4068-4072.
- [150] Jiang, Y., Fu, J., Zauberman, G., and Fuchs, Y., "Purification of Polyphenol Oxidase and the browning control of litchi fruit by glutathione and citric acid", *Journal of the Food and Agriculture.* **79**, (1999), 950-954.
- [151] Rodriguez-Lopez, J.N., Fenoll, L.G., Tudela, J., Devece, C., Sanchez-Hernandez, D., de los Reyes, E., and Garcia-Carmona, F., "Thermal Inactivation of Mushroom Polyphenoloxidase Employing 2450 MHz Microwave Radiation", *J. Agric. Food Chem.* **47**, (1999), 3028-3035.
- [152] Sojo, M.M., Nunez-Delgado, E., Garcia-Carmona, F., and Sanchez-Ferrer, A. "Cyclodextrins as Activator and Inhibitor of Latent Banana Pulp Polyphenol Oxidase", *J. Agric. Food Chem.* **47**, (1999), 518-523.
- [153] Manzocco, L; Nicoli, M. C; Anese, M; Pitotti, A; & Maltini, E. "Polyphenoloxidase and peroxidase activity in partially frozen systems with different physical properties", *Food Research International.* **31**, (1999), 363-370.
- [154] Chazarra, S; Garcia-Carmona, F; and Cabanes, J., "Characterization of Monophenolase Activity of Polyphenol Oxidase from Iceberg Lettuce", *J. Agric. Food Chem.* **47**, (1999), 1422-1426.
- [155] Espin, J. C; and Wichers, J., "Kinetics of Activation of Latent Mushroom (*Agaricus biporus*) Tyrosinase by Benzyl Alcohol", *J. Agric. Food Chem.* **47**, (1999), 3503-3508.
- [156] Singh, N; Singh, R; Kaur, K; Singh, H., "Studies of Physico-chemical properties and polyphenoloxidase activity in seeds from hybrid sunflower (*Helianthus annuus*) varieties grown in India", *Food Chemistry.* **66**, (1999), 241-247.
- [157] Espin, J.C., and Wichers, H.J., "Activation of a Latent Mushroom Tyrosinase Isoform by Sodium Dodecyl Sulfate (SDS). Kinetic Properties of the SDS-Activated Isoform", *J. Agric. Food Science.* **47**, (1999), 3518-3525.
- [158] Valero, E; and Garcia-Carmona, F., "pH-Dependent Effect of Sodium Chloride on Latent Grape Polyphenol Oxidase", *J. Agric. Food Chem.* **46**, (1998), 2447-2451.
- [159] Espin, J.C., Jolivet, S., and Wichers, H.J., "Inhibition of Mushroom Polyphenol Oxidase by Agaritin", *J. Agric. Food Chem.* **46**, (1998), 2976-

2980.

- [160] Espin, J.C.; Garcia-Ruiz, A.P.; Tudela, J.; Varon, R.; and Garcia-Canovas, F. "Monophenolase and Diphenolase Reaction Mechanisms of Apple and Pear Polyphenol oxidase", *J. Agric. Food Chem.* **46**, (1998), 2968-2975.
- [161] Rocha, A.; Cano, M. P.; Galeazzi, M. A. M.; and Morais, A. M. M. B. "Characterisation of 'Starking' Apple Polyphenoloxidase", *J. Sci. Food Agric.* **77**, (1998), 527-534.
- [162] Arslan, O., and Tozlu, I., "Substrate Specificity, Heat Inactivation and Inhibition of Polyphenoloxidase from *Anethum graveolens* L.", *Ital. J. Food Sci.* **9**, (1997), 249-253.
- [163] Weemaes, C.A., Cordt, S.V., Ludikhuyse, L.R., Broeck, I.V., Hendrickx, M.E., and Tobback, P.P., "Influence of pH, Benzoic Acid, EDTA, and Glutathione on the Pressure and/or Temperature Inactivation Kinetics of Mushroom Polyphenoloxidase", *Biotechnol. Prog.* **13**, (1997), 25-32.
- [164] Tronc, J.S., Lamarche, F., and Makhlouf, J., "Enzymatic Browning Inhibition in Cloudy Apple Juice by Electrodialysis", *Journal of Food Science.* **62**, (1997), 75-78.
- [165] Yemencioğlu, A., Özkan, M., Cemeroğlu, B., "Heat Inactivation Kinetics of Apple Polyphenoloxidase and Activation of its Latent Form", *Journal of Food Science.* **62**, (1997), 508-510.
- [166] Escribano, J., Cabanes, J., Chazarra, S., and Garcia-Carmona, F. "Characterization of Monophenolase Activity of Table Beet Polyphenol Oxidase. Determination of Kinetic Parameters on the Tyramine/Dopamine Pair", *J. Agric. Food Chem.* **45**, (1997), 4209-4214.
- [167] Das, J.R.; Bhat, S.G.; and Gowda, L.R., "Purification and Characterization of a Polyphenoloxidase from the Kew Cultivar of Indian Pineapple Fruit", *J. Agric. Food Chem.* **45**, (1997), 2031-2035.
- [168] Arslan, O., Temur, A., and Tozlu, İ., "Polyphenoloxidase from Malatya Apricot (*Prunus armeniaca* L.)". *J. Agric. And Food Chem.* **6**, (1998), 1239.
- [169] Güneş, T., "Polyphenoloxidase activity during rooting in cuttings of three different poplar species", *Tr. J. Of Botany.* **21**, (1997), 89-92.
- [170] Billaud, C., Lecornu, D., and Nicolas, J., "Substrates and Carboxylic Acid Inhibitors of a Partially Purified Polyphenol Oxidase from Gum Arabic". *J. Agric. Food Chem.* **44**, (1996), 1668-1675.
- [171] Chazarra, Garcia-Carmona, F.; and Cabanes, J., "Characterization of Monophenolase Activity of Polyphenol Oxidase from Iceberg Lettuce", *J. Agric. Food Chem.* **47**, (1999), 1422-1426.

- [172] Oktay, M., Kührevioğlu, İ., Kocaçalışkan, İ., and Şakiroğlu, H. "Polyphenoloxidase from Amasya Apple", *Journal of Food Science*. **60**, (1995), 1-3.
- [173] Lozano, J.E., Drudis-Biscarri, R., and Ibarz-Ribas, A., "Enzymatic Browning in Apple Pulps", *Journal Of Food Science*. **59**, (1994), 564-567.
- [174] Pizzocaro, F., Torreggiani, D., and Gilardi, G., "Inhibition of Apple Polyphenoloxidase (PPO) by Ascorbic Acid, Citric Acid and Sodium Chloride", *Journal of Food Processing and Preservation*. **17**, (1993), 21-30.
- [175] Raymond, J.; Rakariyatham, N.; and Azanza, J.L., "Purification and Some Properties of Polyphenoloxidase From Sunflower Seeds", *Phytochemistry*. **34**, (1993), 927-931.
- [176] Sapers, G.M., "Chitosan Enhances Control of Enzymatic Browning in Apple and Pear Juice by Filtration". *Journal of Food Science*. **57**, (1992), 1192-1193.
- [177] Pekyardımcı, Ş., Balaban, M.O., "Effect of high pressure CO₂ Treatment on polyphenoloxidase activity", *Doğa-Tr. J. of Chemistry*. **15**, (1992), 158-163.
- [178] Marques, M.R., and Filho, J.X., "Enzymatic and Inhibitory Activities of Cashew Tree Gum Exudate", *Phytochemistry*. **30**, (1991), 1431-1433.
- [179] Fujita, S., Tono, T., And Kawahara, H., "Purification And Properties Of Polyphenol Oxidase In Head Lettuce (*Lactuca sativa* L.)", *J.Sci. Food Agric*. **55**, (1991), 643-651.
- [180] Zhou, H; and Feng, X., "Polyphenol Oxidase from Yali Pear (*Pyrus breschneideri*)", *J. Sci. Food Agric*. **57**, (1991), 307-313.
- [181] Trejo-Gonzalez, A; and Soto-Valdez, H., "Partial Characterization of Polyphenoloxidase Extracted from "Anna Apple",", *J. Amer. Soc. Hort. Sci*. **116**(4), (1991), 672-675.
- [182] Yokotsuka, K., Shimizu, T., and Shimizu, T., "Polyphenoloxidase from Six Mature Grape Varieties and Their Activities towards Various Phenols", *Journal of Fermentation and Bioengineering*. **71**, (1991), 156-162.
- [183] Zemel, G.P., Sims, C.A., Marshall, M.R., and Balaban, M., "Low pH Inactivation of Polyphenoloxidase in Apple Juice", *Journal of Food Science*. **55**, (1990), 562-563.
- [184] Lourenço, E.J., de Souza Leao, J., and Neves, V.A., "Heat Inactivation and Kinetics of Polyphenoloxidase from Palmito (*Euterpe edulis*)", *J. Sci. Food Agric*. **52**, (1990), 249-259.

- [185] Sapers, g.m., Garzarella, and Pilizota, V., "Application of Browning Inhibitors to Cut Apple and Potato by Vacuum and Pressure Infiltration", *Journal of Food Science*. **55**, (1990), 1049-1053.
- [186] Lee, C.Y., Kagan, V., Jaworski, A.W., and Brown, S.K., "Enzymatic browning in relation to phenolic compounds and polyphenoloxidase activity among various peach cultivars", *J.Agric. Food Chem.* **38**, (1990), 99-101.
- [187] Wesche-Ebeling, P., and Montgomery, M.W., "Strawberry polyphenoloxidase: Extraction and Partial Characterization", *Journal Of Food Science*. **55**, (1990), 1320-1324.
- [188] Cano, P., Marin, M.A., and Fuster, C., "Effects of Some Thermal Treatmens on Polyphenoloxidase and Peroxidase Activities of Banana (*Musa cavendishii* var. *enana*)", *J Sci Agric* **51**, (1990), 223-231.
- [189] Janovitz-Klapp,A; Richard, F; and Nicolas,J., "Polyphenoloxidase From Apple, Partial Purfication and Some Properties", *Phytochemistry*.**28**, (1989), 2903-2907.
- [190] Martinez-Cayuela,M; Rodriguez-Vico, F; Faus, M. J. ; and Gil,A., "Partial Purification and Intracellular Localization of Cherimoya (*Annona cherimolia* Mill.) Polyphenoloxidase", *J.Plant Physiol.* **133**, (1989), 660-663.
- [191] Hsu, A.F., Shieh, J.J., Bills, D.D., and White, K., "Inhibition of Mushroom Polyphenoloxidase by Asorbic Acid Derivates", *Journal of Food Science*. **53**, (1988), 765-771.
- [192] Keleş, F., "Amasya ve golden elmalarının polifenoloksidazları üzerinde araştırmalar. I. Genel özellikler", *Doğa*. **10**, (1986), 224-233.
- [193] Jayaraman, K.S; and Ramanuja, M.N., "Studies on Multiple Forms of Polyphenoloxidase from Some Banana Cultivars Differing in Browning Rate", *Lebensm-Wiss. U.-Technol.* ,**20**, (1987), 16-18.
- [194] Mayer, A.M. "Polyphenoloxidase in plants-recent progress". *Phytochemistry*. **26**, 11-20 (1987).
- [195] Coseteng, M.Y., Lee, C.Y., "Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning". *Journal of Food Science*, **52**,4, (1987), 985-989.
- [196] Lanker, T., King, T.G., Arnold, S.W., and Flurkey, W., "Active, inactive and in vitro synthesized forms of polyphenoloxidase during leaf development", *Physiol. Plantarum*. **69**, (1987), 323-329.
- [197] Flurkey,W.H., "Polyphenoloxidase in Higher Plants". *Plant Physiol*.**81**, (1986), 614-618.

- [198] Watson, R.A., Flurkey, W.H., "Use of contact prints for recording Polyphenoloxidase isoenzymes separated by electrophoresis", *J. Sci. Food Agric.* **37**, (1986), 791-796.
- [199] Augustin, M. A; Ghazali, H. M; and Hashim, H., "Polyphenoloxidase from Guava (*Psidium guajava* L.)", *J. Sci. Food. Agric.* **36**, (1985), 1259-1265.
- [200] Wissemann, W.K; and Montgomery, M.W., "Purification of d'Anjou Pear (*Pyrus communis* L.) Polyphenoloxidase", *Plant Physiol.* **78**, (1985), 256-262.
- [201] Park, E. Y; and Luh, B. S., "Polyphenol Oxidase of Kiwifruit", *Journal Of Food Science*, **50** (1985).
- [202] Flurkey, W.H., "In Vitro Biosynthesis of Vicia faba Polyphenoloxidase". *Plant Physiol.* **79**, (1985), 564-567.
- [203] Trémolières, M; and Bieth, J.G., "Isolation and Characterization of the polyphenoloxidase from Senescent Leaves of Black Poplar", *Phytochemistry.* **23**, (1984), 501-505.
- [204] Lee, C. Y; Smith, N. L.; and Pennesi, A. P., "Polyphenoloxidase from DeChaunac Grapes", *J.Sci. Food. Agric.*, **34**, (1983), 987-991.
- [205] Mowlah, G., Takano, K., Kamoi, I., and Obara, T., "Characterization of Banana Polyphenoloxidase (PPO) Fractions With Respect to Electrophoretic and Gefiltration Behavior", *Lebensm.-Wiss. U.- Technol.*, **15**, (1982), 207-210.
- [206] Galeazzi, M., Sgorbieri, V.C. and Constantinides, S.M., "Isolation, purification and physicochemical characterization of polyphenoloxidases from a duorf variety of banana", *J. Food Sci.*, **46** (1981)150-155.
- [207] Cash, J.N; Sistrunk, A. W; and Stutte, A., "Characteristics of Concord Grape Polyphenoloxidase Involved In Juice Color Loss", *Jornal of Food Science.* **41**, (1976).
- [208] Erdoğan, T., Balıkesir İklim Etüdü, Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Araştırma Şubesi Basımı, ISBN 975-19-0059-1, (1988).
- [209] Kacar, B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme vakfi yayınları, No:3, Ankara, (1996).
- [210] Cornish-Bowden, A., Fundamentals of Emzyme Kinetics, Portland Press, London, (2001).
- [211] Edmondson, A., and Druce, D., Advanced Biology Statistics, Oxford University Press, Oxford, (1996).

- [212] Broll, G., Tarnocai, C., and Mueller, G., "Interactions between vegetation, nutrients and moisture in soils in the pangnirtung pass area, Baffin Island, Canada", *Permafrost and Periglacial Processes*. **10**, (1999), 265-277.
- [213] Öztürk, M., Gökçeoğlu, M., "Karacabey-Ekinli Lagünü Fanerogamlarından *Schoenoplectus litoralis* (Shrader) Pal. Rizosferinde Mineral Azot Oluşumu ve Verimlilik", XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 1,193-205, Edirne, 6-8 Temmuz (1994).
- [214] Stelzer, R., Lehmann, H., Kramer, D., Lüttge, U., "X-ray microprobe analyses of vacuoles of spruce needle mesophyll, endodermis and transfusion parenchyma cells at different seasons of the year", *Botanica Acta.*, **103**, (1990), 415-423.
- [215] Wheeler, G.S., and Center, T.D., "The Influence of Hydrilla leaf quality on larval growth and development of the biological control agent *Hydrellia pakistanae* (Diptera: Ephydriidae)", *Biological Control.*, **7**, (1996), 1-9.
- [216] Tinker, P.B., and Nye, P.H., "Solute movement in the rhizosphere", Oxford University Press, New York, NY (2000).
- [217] Lemaire, G., and Salette, I., "Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées", *Annals of Botany*, **35**, (1998), 213-219.
- [218] Tolbert, N.E., "Activation of polyphenol oxidase of chloroplast", *Plant Physiol.* **51**, (1973), 234.
- [219] Wood, E. J., Smith, C. A., & Pickering, W.R., Life chemistry and molecular biology, Portland Press, London, 88, (1999).
- [220] Robyt, J.F., and White, B.J., Biochemical Techniques, Waveland Press, (1990).

İC YÜSEKÖĞRETİM KURULU
BOKÜ MANTARYON MERKEZİ