

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**DEĞİŞİK BESİN KALİTESİNDEKİ KIZILAĞAÇ, SALKIM SÖĞÜT VE FINDIK
YAPRAKLARININ *AGELASTICA ALNI* (L.) (COLEOPTERA:
CHRYSOMELİDAE)'NİN BESLENME VE GELİŞİMİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Beran FİRİDİN

**MART 2008
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**DEĞİŞİK BESİN KALİTESİNDEKİ KIZILAĞAÇ, SALKIM SÖĞÜT VE FINDIK
YAPRAKLARININ *AGELASTICA ALNI* (L.)
(COLEOPTERA;CHRYSOMELIDAE)'NİN BESLENME VE GELİŞİMİNE
ETKİSİ**

Beran Firidin

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nce
“Doktor (Biyoloji)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15.02.2008
Tezin Savunma Tarihi : 06.03.2008**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Cengiz MUTLU
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mahmut EROĞLU
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Faik Ahmet AYAZ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Nuri YILMAZ
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Bilal KUTRUP**

Enstitü Müdürü V. : Doç. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2008

ÖNSÖZ

Değişik besin kalitesindeki kızılâğaç, salkım söğüt ve findık yapraklarının *Agelastica alni* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae)' nin beslenme ve gelişmesine etkisi adlı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı'nda "Doktora Tezi" olarak hazırlanmıştır. Bu çalışma, Kızılâğaç yaprak böceği *A. alni*'nin konak bitkilerinin değişik besin kalitesine sahip yapraklarıyla laboratuvar şartları altında beslendiğinde, vücut azot içeriği ve beslenme performansı test edilerek, besin kalitesi değiştirilmiş konak bitkilerdeki sekonder metabolitlerin *A. alni*' nin azot kullanımı ve beslenme verimi üzerine etki biçimleri incelenmiştir. Bu çalışmanın bu alanda yapılacak yeni çalışmalara temel oluşturacağı inancını taşıyorum.

Tez süresince doktora tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmanın planlanmasından sonuçlandırılmasına kadar yardımlarını ve desteğini esirgemeyen değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Cengiz MUTLU, Prof. Dr. Mahmut EROĞLU ve Prof. Dr. Faik Ahmet AYAZ'a, çalışmanın gerçekleştirilmesinde laboratuvar imkanlarından yararlanmamı sağlayan Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölüm başkanlığına ve öğretim elemanlarından Araş. Gör. Hakan BEKTAŞ'a teşekkürü borç bilirim.

Beran FİRİDİN

Trabzon 2008

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Bitki Sekonder Bileşiklerinin Herbivorların Beslenme Davranışına Etkisi.....	3
1.3 Bitki Tanenlerinin Sınıflandırılması.....	5
1.3.1. Hidroliz Olabilen (Hydrolyzible) Tanenler.....	5
1.3.1.1 Gallotanenler.....	5
1.3.1.2 Ellagitanenler.....	6
1.3.1.3 Proantosiyanidin (Kondense Tanen)' ler.....	7
1.4. Herbivor Canlıların Beslenmesine Bitki Tanenlerinin Etki Mekanizmaları.....	7
1.5 Bitkilerin Azot Metabolizması ile Fenolik Ürün Sentezi Arasındaki İlişki.....	10
1.6 <i>A. alni</i> 'nin Yaşam Döngüsü.....	12
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	16
2.1. Larvaların Toplanması ve Laboratuarda Yetiştirilmesi.....	16
2.2 Kimyasal Analizler.....	18
2.2.1 Yaprakların Kurutulması ve Öğütülmesi.....	18
2.2.2 Fenolik Madde Ekstraksiyonu	18
2.2.3 Toplam Fenolik Madde Analizi.....	18
2.2.4. Proanthocyanidin (Kondens Tanen) Analizi	19
2.2.5 Gallotanen Analizi.....	20
2.2.6. Kjeldahl Metodu İle Toplam Azot Analizi.....	21
2.2.7. Lif Miktarının Belirlenmesi.....	21
2.3. Larvaların beslenmesi.....	22

2.4.	İstatistik Analizler	23
3.	BULGULAR	24
3.1.	Kimyasal Analiz Sonuçları	24
3.2.	İstatistik Analiz Sonuçları	30
4.	TARTIŞMA	75
5.	SONUÇLAR	85
6.	ÖNERİLER	86
7.	KAYNAKLAR	87
	ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Bu çalışmada, oligofaj herbivor bir yaprak böceği olan *Agelastica alni* (L., 1758) larvalarının beslendiği *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. ssp. *glutinosa*, *Salix babylonica* ve *Corylus avellana* türlerinin besin kalitesi gübreleme yoluyla değiştirilmiştir. Son gelişim evresine ulaşan *A. alni* larvaları besin kalitesi değiştirilmiş, genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa*, yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa*, *Salix babylonica* ve *Corylus avellana* yapraklarıyla laboratuvar ortamında 10 gün süren beslenme deneyi ile incelenmiştir. Ülkemizde özellikle Kuzey Doğu Anadolu bölgesindeki kızılçam populasyonuna zarar veren *A. alni* larvalarının beslenme performansı üzerine, çalışmada kullanılan bitki türlerindeki azot, toplam fenolik, proantosiyanidin, gallotanen gibi çeşitli kimyasal maddelerin etki biçimleri incelenmiştir. *A. alni* larvalarının genel olarak yaprak azot içeriğindeki artışa rağmen, azot kullanımını belirli oranda dengede tuttuğu tespit edilmiştir. *Corylus avellana* türünde bitkinin azot içeriği %2,97 den 4,33'e kadar değişmesine rağmen larva azot kullanım etkinliği % 16,54 ten % 12,77'ye düşmüştür. *Salix babylonica* türünde de azot içeriği % 2,47 den 3,68'e kadar artmasına karşın larva azot kullanımı etkinliği % 11,92 den % 14,86'ya çıkmıştır. Genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* türünde ise azot miktarı % 4,27 den 5,34'e kadar yükselmiş olup böcek azot kullanımı ise % 22,72 dan % 24,53'e çıkmıştır. Yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* türünde azot seviyesi % 4,04 den 4,66'ya çıkmasına rağmen larva azot kullanım etkinliği % 21,27 den % 23,71'e çıkmıştır. Kimyasal analizler toplam fenolik ve proantosiyanidin içeriğinin çalışılan bitki türlerinde yüksek oranlarda olduğunu göstermiştir. İstatistik analiz sonuçları bu tip sekonder metabolitlerin *A. alni* larvalarının sindirim verimini önemli derecede etkilemediğini ortaya koymasına rağmen sindirilen besinlerin biyokütleyle dönüştürülebilme veriminin genellikle düşük çıkması, sekonder metabolitlerin bazı canlılarda sindirim sonrası etkilerinin olduğu düşüncesini desteklemiştir.

Bu çalışma *A. alni* larvalarının avlanma riskini de azaltan gelişmiş bir azot homeostazisine sahip olduğunu ve muhtemelen konak bitkilerindeki caydırıcı sekonder kimyasallara karşı sindirim metabolizmasında düzenleyici mekanizmalar geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Agelastica alni*, Larva, Azot Homeostazisi, Proantosiyanidin, AD, NUE, ECI

SUMMARY

The Effect of the Different Food Quality of the Leaves of Alder, Cluster willow and Hazelnut on the Feeding and Development of *Agelastica alni* (L.) (Coleoptera; Chrysomelidae)

In this study, food quality of the some plant species that feeding of *Agelastica alni* (L., 1758) larvae, a oligophagous herbivore, were changed via fertilization. *A. alni* larvae, reached the last instar, were investigation in 10 day-feeding experiment using the changed food quality of leaves of young *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. ssp. *glutinosa*, old *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa*, *Salix babylonica* and *Corylus avellana*. Especially, effect types of various chemical compounds was investigated on the larvae of *A. alni*, damage to the northeast population of alder in our country.

It was determinated that *A. alni* larvae balanced to the nitrogen utilization at some degree, despite to the increase on nitrogen level of the leaves. Although the nitrogen content of *Corylus avellana* changes from 2,97 % to 4,33, the efficiency of nitrogen utilization of larvae decrease from 16,54 % to 12,77. Although the nitrogen content of, *Salix babylonica* changes from 2,47 % to 3,68, the efficiency of nitrogen utilization of larvae increase from 11,92 % to 14,86. Although the nitrogen content of young *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* changes from 4,27 % to 5,34 the efficiency of nitrogen utilization of larvae decrease from 22,72 % to 24,53. Although the nitrogen content of old *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* changes from 4,04 % to 4,66, the efficiency of nitrogen utilization of larvae increase from 21,27 % to 23,71 The chemical analysis demonstrated that the total phenolics and proanthocyanidin leves of the leaves were high on using plant species. Although the efficiency of conversion of digested food of the larvae was low, the statistical analysis indicated that the digestion efficiency of the larvae weren't effect from this type of secondary compounds. This finding supported that the idea of secondary compounds have post-digestive effects on some organisms.

This study indicated that the larvae of *A. alni* have a developed nitrogen homeostasis, which containing the decrease of the predation risk, and regulatory mechanisms to the deterrent secondary compounds on it's digestion system.

Key Words: *Agelastica alni*, Larva, Nitrogen Homeostasis, Proanthocyanidin, AD, NUE, ECI

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 1.	Tabiattaki azot döngüsü.....	2
Şekil 2.	Gallotanenlerin kimyasal yapısı.....	6
Şekil 3.	Ellagitanenlerin kimyasal yapısı.....	6
Şekil 4.	Proantosiyanidin ve gallotanenlerin alt birimleri.....	7
Şekil 5.	Yoğunlaşmış tanen (Proantosiyanidin)' lerin dimerik yapısı.....	8
Şekil 6.	Şikimik asit metabolik yolu.....	11
Şekil 7.	<i>Agelastica alni</i> (L.)'nin 3. larva evresi.....	12
Şekil 8.	<i>Agelastica alni</i> (L.)'nin ergin evresi.....	13
Şekil 9.	<i>Agelastica alni</i> (L.)'nin ergini.....	13
Şekil 10.	<i>Agelastica alni</i> (L.)'nin pupa evresi.....	14
Şekil 11.	<i>Agelastica alni</i> (L.)'nin yumurtaları	14
Şekil 12.	<i>Agelastica alni</i> (L.)'nin zararı	15
Şekil 13.	<i>Agelastica alni</i> (L.)'nin birinci evredeki larvaları	16
Şekil 14.	<i>Agelastica alni</i> (L.)'nin ikinci ve üçüncü evrelerdeki larvaları.....	16
Şekil 15.	<i>Agelastica alni</i> (L.) larvalarının deri değiştirmesi.....	17
Şekil.16.	Araziden toplanan <i>Agelastica alni</i> (L.) larvalarının laboratuvar ortamında yetiştirilmesi.....	17
Şekil 17.	Tanik asitle hazırlanan standart eğri (725 nm).....	19
Şekil 18.	Tanik asitle hazırlanan standart eğri (550 nm).....	20
Şekil 19.	<i>Salix babylonica</i> L. yaprağını tüketen bir <i>Agelastica alni</i> (L.) larvası.....	22
Şekil 20.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak azot (kontrol) içeriği ve larva NUE değeri arasındaki ilişki.....	54
Şekil 21.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak azot (emdirme) içeriği ve larva NUE değeri arasındaki ilişki	54
Şekil 22.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak azot (püskürtme) içeriği ve larva NUE değeri arasındaki ilişki	55
Şekil 23.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak azot (kontrol) içeriği ile larva NUE değeri arasındaki ilişki	55

Şekil 24.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak azot (emdirme) içeriği ile larva NUE değeri arasındaki ilişki	56
Şekil 25.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak azot (püskürtme) içeriği ile larva NUE değeri arasındaki ilişki	56
Şekil 26.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Salix babylonica</i> yaprak azot (kontrol) içeriği ile larva NUE değeri arasındaki ilişki.....	57
Şekil 27.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Salix babylonica</i> yaprak azot (emdirme) içeriği ile larva NUE değeri arasındaki ilişki	57
Şekil 28.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Salix babylonica</i> yaprak azot (püskürtme) içeriği ile larva NUE değeri arasındaki ilişki.....	58
Şekil 29.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Corylus avellana</i> yaprak azot (kontrol) içeriği ile larva NUE değeri arasındaki ilişki.....	58
Şekil 30.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Corylus avellana</i> yaprak azot (emdirme) içeriği ile larva NUE değeri arasındaki ilişki.....	59
Şekil 31.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Corylus avellana</i> yaprak azot (püskürtme) içeriği ile larva NUE değeri arasındaki ilişki.....	59
Şekil 32.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak proantosiyanidin içeriği ile larva AD değeri arasındaki ilişki	60
Şekil 33.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak proantosiyanidin içeriği ile larva AD değeri arasındaki ilişki	61
Şekil 34.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Salix babylonica</i> yaprak proantosiyanidin içeriği ve larva AD değeri arasındaki ilişki.....	61
Şekil 35.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Corylus avellana</i> yaprak proantosiyanidin içeriği ve larva AD değeri arasındaki ilişki.....	62
Şekil 36.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak gallotenen içeriği ve larva AD değeri arasındaki ilişki	62
Şekil 37.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak gallotenen içeriği ve larva AD değeri arasındaki ilişki	63
Şekil 38.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Salix babylonica</i> yaprak gallotenen içeriği ve larva AD değeri arasındaki ilişki	63
Şekil 39.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Corylus avellana</i> yaprak gallotenen içeriği ve larva AD değeri arasındaki ilişki.....	64
Şekil 40.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak toplam fenolik içeriği ile larva AD değeri arasındaki ilişki	64

- Şekil 41. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak toplam fenolik içeriği ile larva AD değeri arasındaki ilişki65
- Şekil 42. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Salix babylonica* yaprak toplam fenolik içeriği ile larva AD değeri arasındaki ilişki.....65
- Şekil 43. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Corylus avellana* yaprak toplam fenolik içeriği ile larva AD değeri arasındaki ilişki.....66

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1.	Değişik besin kalitesine sahip <i>Alnus glutinosa</i> ssp <i>glutinosa</i> (6 yaş) yapraklarının gübreleme deney gruplarında ortalama sekonder kimyasal, lif, su ve azot içeriği.....	24
Tablo 2.	Değişik besin kalitesine sahip <i>Alnus glutinosa</i> ssp <i>glutinosa</i> (16 yaş) yapraklarının gübreleme deney gruplarında ortalama sekonder kimyasal lif, su ve azot içeriği.....	24
Tablo 3.	Değişik besin kalitesine sahip <i>Salix babylonica</i> yapraklarının gübreleme deney gruplarında ortalama sekonder kimyasal, lif, su ve azot içeriği.....	25
Tablo 4.	Değişik besin kalitesine sahip <i>Corylus avellana</i> gübreleme deney gruplarında ortalama sekonder kimyasal, lif, su ve azot içeriği.....	25
Tablo 5.	<i>A. alni</i> 'nin larva performansı ; performans parametreleri.....	26
Tablo 6.	<i>Agelastica alni</i> (L.) larvalarının günlük azot kullanım verimi yüzdesi.....	27
Tablo 7.	<i>Agelastica alni</i> (L.) larvalarının günlük yaklaşık sindirilebilirlik değerleri.....	29
Tablo 8.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp <i>glutinosa</i> yapraklarında toplam azot içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi.....	30
Tablo 9.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp <i>glutinosa</i> yapraklarında toplam azot içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	30
Tablo 10.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Salix babylonica</i> yapraklarında toplam azot içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	31
Tablo 11	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Corylus avellana</i> yapraklarında toplam azot içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	31
Tablo 12	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp <i>glutinosa</i> yapraklarında toplam fenolik içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	31
Tablo 13.	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp <i>glutinosa</i> yapraklarında toplam fenolik içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	32
Tablo 14	Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Salix babylonica</i> yapraklarında toplam fenolik içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	32

ablo 15. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Corylus avellana</i> yapraklarında toplam fenolik içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	32
Tablo 16. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp <i>glutinosa</i> yapraklarında gallotanen içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi.....	33
Tablo 17. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp <i>glutinosa</i> yapraklarında gallotanen içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	33
Tablo 18 Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Salix babylonica</i> yapraklarında gallotanen içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	33
Tablo 19. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Corylus avellana</i> yapraklarında toplam fenolik içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	34
Tablo 20. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp <i>glutinosa</i> yapraklarında proantosiyanidin içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	34
Tablo 21 Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp <i>glutinosa</i> yapraklarında proantosiyanidin içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	34
Tablo 22. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Salix babylonica</i> yapraklarında proantosiyanidin içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	35
Tablo 23. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış <i>Corylus avellana</i> yapraklarında gallotanen içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi	35
Tablo 24. Genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp <i>glutinosa</i> bitkisi ile beslenen larvaların gübreleme grupları için NUE homojen alt grup ortalamaları, Tukey HSD.....	36
Tablo 25. Yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp <i>glutinosa</i> bitkisi ile beslenen larvaların gübreleme grupları için NUE homojen alt grup ortalamaları, Tukey HSD.....	36
Tablo 26. <i>Salix babylonica</i> bitkisi ile beslenen larvaların gübreleme grupları için NUE homojen alt grup ortalamaları, Tukey HSD.....	36
Tablo 27. <i>Corylus avellana</i> bitkisi ile beslenen larvaların gübreleme grupları için NUE homojen alt grup ortalamaları, Tukey HSD.....	37
Tablo 28. Genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, azot içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	37
Tablo 29. Yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, azot içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	37

Tablo 30.	<i>Salix babylonica</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, azot içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	38
Tablo 31.	<i>Corylus avellana</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, azot içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	38
Tablo 32.	Genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, proantosiyanidin içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	39
Tablo 33.	Yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, proantosiyanidin içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	39
Tablo 34.	<i>Salix babylonica</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, proantosiyanidin içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	40
Tablo 35.	<i>Corylus avellana</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, proantosiyanidin içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	40
Tablo 36.	Genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, gallotenen içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	41
Tablo 37.	Yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, gallotenen içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	41
Tablo 38.	<i>Salix babylonica</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, gallotenen içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	42
Tablo 39.	<i>Corylus avellana</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, gallotenen içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	42
Tablo 40.	Genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, toplam fenolik içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	43
Tablo 41.	Yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, toplam fenolik içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	43
Tablo 42.	<i>Salix babylonica</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, toplam fenolik içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	44
Tablo 43.	<i>Corylus avellana</i> yapraklarının gübreleme gruplarında, toplam fenolik içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.....	44
Tablo 44.	Genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak azot içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi.....	45
Tablo 45.	Yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak azot içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi.....	46
Tablo 46.	<i>Salix babylonica</i> yaprak azot içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi.....	46
Tablo 47.	<i>Corylus avellana</i> yaprak azot içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi.....	47

Tablo 48.	Genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak proanthocyanidin içeriğinin gün, işlem, gün- işlem arasındaki ilişkisi.....	47
Tablo 49.	Yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak proanthocyanidin içeriğinin gün, işlem, gün- işlem arasındaki ilişkisi.....	48
Tablo 50.	<i>Salix babylonica</i> yaprak proanthocyanidin içeriğinin gün, işlem, gün- işlem arasındaki ilişkisi.....	48
Tablo 51.	<i>Corylus avellana</i> yaprak proanthocyanidin içeriğinin gün, işlem, gün- işlem arasındaki ilişkisi.....	49
Tablo 52.	Genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak gallotanen içeriğinin gün, işlem, gün- işlem arasındaki ilişkisi.....	49
Tablo 53.	Yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak gallotanen içeriğinin gün, işlem, gün- işlem arasındaki ilişkisi.....	50
Tablo 54.	<i>Salix babylonica</i> yaprak gallotanen içeriğinin gün, işlem, gün- işlem arasındaki ilişkisi.....	50
Tablo 55.	<i>Corylus avellana</i> yaprak gallotanen içeriğinin gün, işlem, gün- işlem arasındaki ilişkisi.....	51
Tablo 56.	Genç <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak toplam fenolik içeriğinin gün, işlem, gün- işlem arasındaki ilişkisi.....	51
Tablo 57.	Yaşlı <i>Alnus glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> yaprak toplam fenolik içeriğinin gün, işlem gün- işlem arasındaki ilişkisi.....	52
Tablo 58.	<i>Salix babylonica</i> yaprak toplam fenolik içeriğinin gün, işlem, gün- işlem arasındaki ilişkisi.....	52
Tablo 59.	<i>Corylus avellana</i> yaprak toplam fenolik içeriğinin gün, işlem, gün- işlem arasındaki ilişkisi.....	53
Tablo 60.	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> (6 yaş) ile beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı proantosiyanidin miktarı (mg / g) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)......	67
Tablo 61.	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> (16 yaş) ile beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı proantosiyanidin miktarı (mg / g) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)......	68
Tablo 62.	<i>Salix babylonica</i> ile beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı proantosiyanidin miktarı (mg / g) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)......	69
Tablo 63.	<i>Corylus avellana</i> ile beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı proantosiyanidin miktarı (mg / g) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)......	70
Tablo 64.	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> (6 yaş) ile beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı toplam fenolik miktarı (mg / g) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)......	71

Tablo 65.	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> (16 yaş) ile beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı toplam fenolik miktarı (mg / g) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%).....	72
Tablo 66.	<i>Salix babylonica</i> ile beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı toplam fenolik miktarı (mg / g) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%).....	73
Tablo 67.	<i>Corylus avellana</i> ile beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı toplam fenolik miktarı (mg / g) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%).....	74

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AD	: Apparent Digestibility
ECD	: Efficiency of Conversion of Digested food
ECI	: Efficiency of Conversion of Ingested food
NUE	: Nitrogen Utilization Efficiency
ϵ	: Extinction coefficient
$^{\circ}\text{C}$: Santigrad derece
α	: Alfa
β	: Beta

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Herbivorların besin tercihi konusunda iki genel yaklaşım ileri sürülmüştür. Birinci modele göre herbivorlar, besin gereksinimlerini uygun besinlerden karşılayıp zehirli veya caydırıcı serkonder maddelerden kaçınırlar (Janzen, 1974). İkinci model ise optimal besin arama ve elde etme teorisine dayanmakta ve hayvanların birim zamanda elde edecekleri enerjiyi azami değerlere eriştirecek şekilde beslendiklerini ileri sürmektedir (Belovsky, 1984). Bu temel yaklaşımların yanında son yıllarda öne sürülen yeni modellerde ise azami besin alınmasında bazı sınırlayıcıların bulunduğu ileri sürülmektedir. Bu yeni modellerden biri self-seleksiyon modelidir. Self-seleksiyon araştırmacıları, bir çok hayvanın bir enerji kaynağından maksimum düzeyde beslenme yerine, dengeli bir beslenmeyi sağlayacak şekilde besin seçimine ve elde etmeye uyum sağladıklarını ortaya koymuşlardır. Bu düşünceye göre bir hayvan ihtiyaç duyduğu besin maddelerini dengeli olarak elde edecek biçimde beslenir (Waldbauer ve Friedman, 1991). Bu model optimal besin arama modeline de yakın bir modeldir.

Self-seleksiyonun iki temel kriteri şu şekilde ifade edilmektedir. Birincisi, hayvanlar besinleri rastgele seçmeyip bilinçli bir seçim yaparlar. İkincisi ise hayvanlar temel gıdalarını belli oranlarda almaya çalışırlar.

Canlılar aleminde böceklerin ihtiyaç duyduğu maddeler bir çok canlı grubunda olduğu gibi protein, karbonhidrat ve yağlar olmak üzere üç kısımda toplanabilir. Bununla birlikte su ve mineral maddelerin alınması ve tutulması da önemlidir. Genel olarak larvalarda su miktarı yüksektir. Böcekler yaşadıkları habitatlarda, ihtiyaçları olan suyu içerek veya besinlerinden karşılarlar (Scriber, 1979). Bununla birlikte azotun böceklerde büyümeyi sınırlayıcı en önemli besin elemanı olduğu ileri sürülmüştür (Mattson, 1980).

Bu görüşe göre, böcek türlerinin önemli bir kısmında, populasyon yoğunluğunun, besinlerin elde edilebilir azot içeriğiyle sınırlandırıldığı ileri sürülmektedir.

Bitkilerin yaprak azotu, mevsimsel ya da ontogenik gelişmelerle (Feeny, 1970; Mattson ve Scriber, 1987), toprak besinleri gibi çevresel şartlar (Cotrufo ve ark. , 1998; Lower ve Orians, 2003) ve de herbivor faaliyetleriyle (Faeth, 1986; Martinsen ve ark. ,1998) değişmektedir. Eski çalışmalar genellikle, herbivor böceklerin üreme, gelişme,

1977; Simpson ve Raubenheimer, 2001; Lee ve ark., 2002, 2004). Bununla birlikte, konak bitki kalitesinde doğal bir değişim gerçekleştiğinde, herbivor böceklerinin vücut element kompozisyonlarını nasıl dengelediği hala bilinmemektedir.

1.2. Bitki Sekonder Bileşiklerinin Herbivorların Beslenme Davranışına Etkisi

Böcek beslenme davranışında bitki sekonder bileşiklerinin doğrudan etkili olduğu görüşü ilk kez Fraenkel (1959) tarafından ileri sürülmüştür. Ehrlich ve Raven (1965), bazı kelebek larvalarının belirli bitki türlerini tercih etmesinde bitki sekonder bileşiklerinin rol oynadığını ileri sürmüştür. Bu çalışmaları takiben alkaloidler, terpenoidler, flavanoidler ve tanenler gibi çeşitli sekonder maddelerin bitkilerdeki görevleri ve böceklerle bitkiler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Konukçu bitki seçiminin fenolik bileşiklerin niceliği ve çeşitlerine bağlı olduğuna dair yeterince kanıt vardır (Smiley, 1978).

Bitkilerin herbivor canlıların saldırılarına karşı en önemli savunma aracı kimyasal silahlarıdır. Bitkilerde bulunan kimyasal maddeler, bitki yapraklarının besinsel değerini düşürerek ya da yenilebilirliğini azaltarak yani dokuda bir toksin, kötü tat ve kokunun oluşmasını sağlayarak herbivor böceklerin saldırılarını önlemede önemli bir rol oynarlar. Bir çok bitki sekonder bileşiğinin özellikle tanenlerin böcek beslenme davranışında etkili olduğu bilinmektedir (Harborne, 1977).

Nadir rastlanan kimyasal maddelere sahip bitkiler, kendilerinden beslenmeye özelleşmiş çok sayıda böcek türüne konaklık yaparlar (Dukas ve Ellner, 1993). Bu durum kimyasal maddelerin bitkilerde herbivorlar tarafından sadece mücadele edilmesi gereken maddeler olmadığını aynı zamanda böcekler için pozitif seçim yapmayı sağlayan, yararlı sinyaller olarak kullanıldığını gösterir. Konak bitkilerin pozitif sinyalleri ile konak olmayan objelerin negatif sinyalleri arasındaki zıtlıktan monofag herbivorların faydalandığı düşünülmektedir (Hartmann, 1996)

Bitki fenolik maddeleri, alkaloidleri, terpenoid, iridoid, flavonoid, steroid ve diğer sekonder kimyasallar herbivor böceklerin hepsine olumsuz etkili değildir. Hatta bazı böcekler için beslenme uyarıcısıdır. Genel olarak toksik maddelerin çoğu, bir çok herbivora karşı bitki savunmasına yardımcı olur. Toksinlerle başa çıkmanın kaybedilmiş bir yetenek olup olmadığı veya bitkilerin belirli tip herbivor böceklerle karşı özel savunmalar evrimleştirip evrimleştirmede kesinlik kazanmamıştır (Rosenthal ve Berenbaum, 1991).

Fenoller, oksijenli aromatik bileşiklerden olup, bir veya daha fazla hidroksil (OH) grubu taşıyan en az bir aromatik halkaya sahip organik ve kristal yapıdaki maddelerdir. Bu maddeler renksizdir ancak hava ile temas ettiklerinde kırmızı renk gösterirler. Suda orta derecede, organik çözücülerde (alkol, eter vb.) iyi çözünür. Çok zehirlidir, cilde değmesi durumunda yanıklar meydana getiriler. Fenoller aynı zamanda tanenleri de içeren birden çok polimerin (Polifenoller, flavonoidler) çıkış maddesidir.

Bitki kimyası ile ilgili, herbivor böceklerin besin seçimi ve kullanımını ilgilendiren bu tür yaklaşımlar, birçok araştırmanın konusunu teşkil etmektedir. Bu çalışmalarda bitki kimyasalları, primer bitki metabolitleri ve allelokimyasallar olmak üzere iki kategori altında incelenmektedir.

Bitki primer metabolitleri, bitkilerin temel fizyolojik faaliyetlerinde yer alan ve herbivor böceklere besin sağlayan önemli bileşik gruplarını içerir.

Bitki sekonder metabolitleri ise, bitkilerin metabolik fonksiyonlarının merkezinde olmayan ve herbivorlar için besin değeri taşımayıp, ekolojik etkileşimlerde diğer canlılarla ilişkilerinde rol oynar. (Whittaker and Feeny, 1971).

Besin maddeleri ve allelokimyasallarla karşılaştırılacak olursa, herbivorların diyetinin üçüncü bir kimyasal bileşeni de bitkilerin yapısal bileşikleridir ki, bunlar böceklerin beslenme ekolojisini yorumlamada fazla önem taşımazlar (Hochuli, 1996). Selüloz, hemiselüloz gibi kompleks polisakkaritleri ve de lignin gibi fenolik polimerleri içeren bitki yapısal bileşikleri, yaklaşık kuru ağırlık olarak, yaprak döken odunsu bitkilerin odununda % 90, yapraklarında % 50 ve otsu bitkilerde de % 66 lık oranıyla bitkisel dokuların önemli bir yapıtaşdır (Abe and Higashi, 1991). Yapısal bileşenler aynı zamanda, yüksek yapılı bitkilerde, özel olarak, birçok böceğin enerji ve yapısal ihtiyaçlarını karşılayan temel besinlerden (protein, yağlar, şekerler ve nişasta) yoksun olan hücre duvarında da mevcuttur. Bu yapısal elemanlar arasında en fazla olanı, kuru ağırlık olarak yaprak döken bitkilerin odununda % 47, yapraklarında % 16, otsu bitkilerde de %30 luk oranıyla selülozdur (Abe and Higashi, 1991). Selülozun monomerleri olan β -glukoz molekülleri birbirlerine, amilaz tarafından hidroliz edilemeyen ($\beta_{1\rightarrow4}$) glikozit bağlarıyla bağlıdır (Lehninger ve ark., 1993). Bu nedenle selüloz, simbiyotik selülitik organizmaları barındıranlar hariç, birçok böcek türü için önemsiz derecede besinsel değere sahiptir (Martin, 1991). Bununla birlikte selüloz mevcut besinlerin kullanımını engelleyen fiziksel unsurlar teşkil ederek ve besinsel konsantrasyonu azaltarak, bitki besin karakterini önemli derecede etkiler (Howe and Westley, 1988)

Aslında, selülozun bitki-böcek etkileşimlerinin ekolojik yapısında merkezi bir rol oynayarak (Hochuli, 1996) herbivor böceklere karşı geniş spektrumlu bir savunma unsuru olduğu düşünülmektedir (Abe and Higashi, 1991).

1.3. Bitki Tanenlerinin Sınıflandırılması

Tanenler bitkilerde bulunan bir çok tip sekonder bileşik grubundan bir tanesidir. Serbest fenolik gruplarla çoklu yapısal birimler oluşturabilirler. Molekül ağırlıkları 500-20.000 dalton arasındadır. Molekül ağırlığı çok yüksek olanlar hariç suda çözünürler. Proteinlerle bağlanıp çözünebilir ya da çözünemeyen tanen-protein kompleksi oluştururlar.

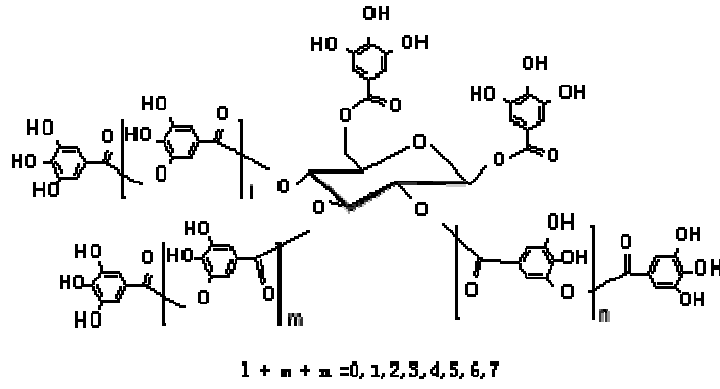
Tanenler genellikle; hidroliz olabilen tanenler ve yoğunlaşmış (kondense) tanenler olmak üzere iki alt gruba ayrılırlar.

1.3.1. Hidroliz Olabilen (Hydrolyzible) Tanenler

Hidroliz olabilen tanenler merkezinde bir polyol (genellikle D-glukoz) bulunan moleküllerdir. Bu karbonhidratların hidroksil grupları, gallik asit veya elajik asit gibi fenolik gruplarla kısmen veya tamamen esterleşmiştir. Hidroliz olabilen tanenler genellikle bitkilerde düşük miktarda bulunurlar. Bazı bilim adamları hidroliz olabilen tanenlere, taragallotanenler ve kaffetanenler olmak üzere iki sınıf daha eklemektedirler. Zayıf asitler, sıcak su ve tannaz gibi enzimler tarafından hidrolize edilebilirler.

1.3.1.1. Gallotanenler

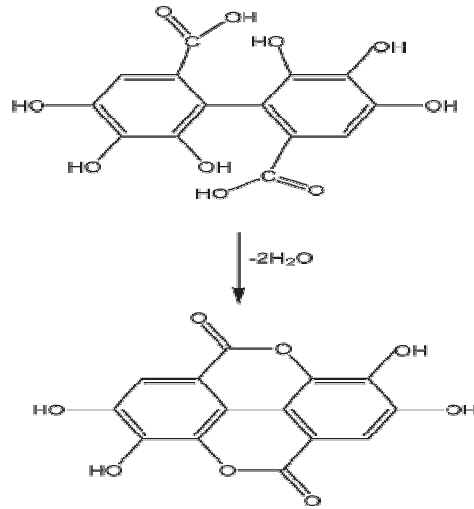
Gallik asidin yüksek oligomerleri ya da dimerlerinin oluşturduğu merkezi molekülle esterleşmiş fenolik gruplardır. Her hidrolize olabilen tanen molekülü merkezde bir D-glukoz ve 6-9 galloyl grubundan oluşur (Gross, 1992). Tabiatta bol miktarda glukozun mono ve di galloyl esterleri mevcuttur. Bunlar tanen olarak değerlendirilmezler. Tanenler gibi yüksek bağlanma kapasitesi gösterebilmeleri için glukozun en az üç hidroksil grubunun esterleşmesi gerekmektedir. Gallotanenlerin en fazla bilinen kaynağı *Rhus coriaria* L. bitkisinden elde edilen tanik asittir.



Şekil 2. Gallotaneninlerin kimyasal yapısı (Gross, 1992)

1.3.1.2. Elagitanenler

Hekzahidroksidiferik asitten meydana gelen fenolik gruplardır. Bu fenolik gruplar doğal olarak elajik asit gibi lakton formuna dehidre olabirler. Molekül ağırlıkları 2000-5000 dalton arasındadır (Gross, 1992).

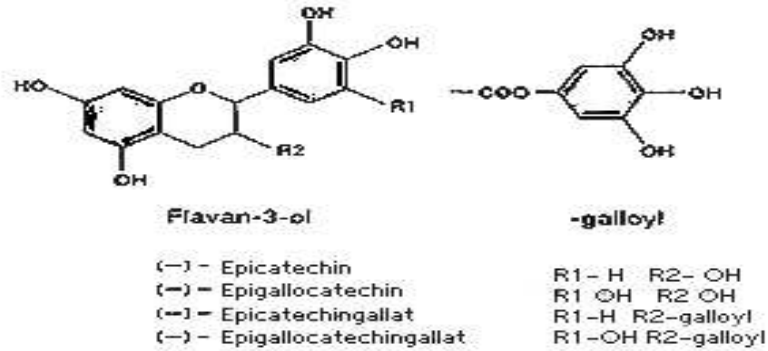


Şekil 3. Ellagitanenlerin kimyasal yapısı (Gross, 1992)

1.3.1.3. Proantosiyanidin (Kondense Tanen)' ler

Hidroliz olabilen tanenlerden daha yaygın bulunurlar. Proantosiyanidinler, hidroliz ile koparılamayan C-C bağları ile bağlı flavan-3-ol gibi flavonoid birimlerinin polimer veya oligomerleridir.

Proantosiyanidinler, yoğunlaşmış kimyasal yapılarından dolayı genellikle kondense taneneler olarak adlandırılırlar. Proantosiyanidin terimi, kondense tanenelerin asidik alkol çözeltilerinin ısıtılmasıyla kırmızı antosiyanidinleri üreten asit katalizli oksidasyon reaksiyonlarından türemiştir. En yaygın antosiyanidinler prosiyanidinden elde edilen siyanidin ve prodelfinidinden elde edilen delfinidinden meydana gelirler. Proantosiyanidinler 2-50 veya daha fazla flavonoid birimi içerebilirler. Proantosiyanidin polimerleri, farklı bölgelerdeki interflavan bağlarıyla yapıları değişebilen kompleks flavonoid birimlerine sahiptir. Bitkilerdeki mavi, menekşe, mor, ve kırmızı renklenmelerden büyük ölçüde antosiyanidinler sorumludur. Antosiyanidinler ayrıca meyvelerdeki ve şaraptaki buruk tattan da sorumludurlar. Sulu organik çözücülerde çözünebilmeleri kimyasal yapılarına ve polimerizasyon derecelerine bağlı olarak değişir.



Şekil 4. Proantosiyanidin ve gallotanenlerin alt birimleri (Stafford,1983)

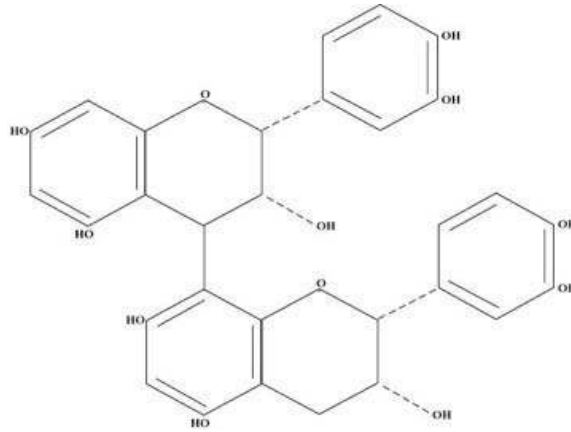
1.4. Herbivor Canlıların Beslenmesine Bitki Tanenlerinin Etki Mekanizmaları

Tanenlerin molekül yapısında bulunan hidroksil grupları doğal bileşiklerle kompleks oluşturmada etkilidir. Dolayısıyla tanenler; besin proteinleri, sindirim enzimleri, polisakkaritler (nişasta, selüloz, hemiselüloz gibi) (Loomis 1974, Mole ve Waterman 1987; Price ve ark., 1980), yağlar, nükleik asitler ve aminoasitler (Mole ve Waterman 1987) gibi doğal bileşiklerle kompleks oluştururlar (Takechi ve Tanaka, 1987). Tanen-

protein kompleksinin oluşması molekül yapılarına, ortamın *pH* değerine ve diğer kimyasal maddelerin varlığına bağlıdır. Tanenler ve diğer makromoleküller arasında kovalent, iyonik, hidrojen bağ ilişkileri ve hidrofobik ilişkiler oluşabilir. Tüm bu ilişkiler de ortamın *pH*'sına bağlıdır (Berenbaum, 1980).

Proteinler küçükse ve sıkıca katlanmışsa tanenlerle bağlanma kapasitesi düşüktür. Bazı glikoproteinlerin tanenlerle bağlanma kapasitesi düşük olmasına karşın özellikle prolin bakımından zengin proteinler tanenlerle çok yüksek bir bağlanma kapasitesine sahiptir (Bernays ve Simpson, 1989). Sindirim enzimlerinin tanenler tarafından inhibe edilmesinin kinetiği Bilgener (1988) tarafından pepsin, pankreatik proteaz, bakterial proteaz, α -amilaz ve hemiselüloz ile çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda, tanenlerle enzim inhibe etmenin, kullanılan tanenlerin kimyasal yapısına, karışımın pH değerine ve ortamda bulunan diğer besin polimerlerine (selüloz gibi) bağlı olduğu ortaya çıkmıştır.

Yaşam ortamında besinlerin yeterli düzeyde olmadığı durumlarda, böcekler esas besinlerinin yerine geçen fakat tanen içeren besinlerle beslenebilir. Bu besin sindirildikten sonra olumsuz etkiler ortaya çıkarsa, böcekler tanenli besinden kaçınmayı öğrenebilir. Diğer taraftan tanenlerin farklı böcek türlerine düşük konsantrasyonlarda uyarıcı olduğu ancak yüksek konsantrasyonlarda da beslenmeyi engelleyici olduğu bilinmektedir (Bernays ve Simpson, 1989).



Şekil 5. Yoğunlaşmış tanen (Proantosiyaniidin)' lerin dimerik yapısı (Stafford, 1983)

Tanenlerin etkisi, besinlerle alınan proteinlere ve sindirimde rol oynayan enzimlere bağlanarak onların aktivitelerini kaybetmelerine neden olmaktadır. Tanenler kullanılarak yapılan çalışmalarda ölen böceklerin sindirim boruları, incelendiğinde, sindirim içeriğinin

hemolimfe karışmasına neden olacak derecede büyük yaraların olduğu gözlenmiştir (Bernays ve Simpson 1989). Tanence zengin besinlerle beslenen bazı böceklerde doğal olarak orta bağırsak epitelinde koruyucu bir kitin tabakası ya da glikoproteinlerden oluşan peritrofik membran adı verilen koruyucu bir katmana sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu membranların tanenlerin etkisinden orta bağırsak epitelini bir barikat gibi koruduğu ve bağırsak lümeninde tanenleri seçici olarak tuttuğu gösterilmiştir (Berenbaum, 1980).

Peritrofik membranın proteinlerine bağlanan tanenler dışkıyla kaybedilir. Sonuçta besinlerdeki mevcut proteinden yararlanma düzeyi azalır. Bu durum, muhtemelen sindirimi önleyici etkilerin artması ve sindirimin yavaşlamasından dolayı meydana gelir (Berenbaum, 1980).

Çekirgelerle yapılan araştırmalar sonucunda, peritrofik membranın tanenleri emip onların sindirim enzimleri ya da besinlerdeki proteinlerle bağ kurmalarını engellediği gösterilmiştir (Bernays ve Chamberlain, 1980).

Genellikle larvaların mide pH'sının yüksek olması ağaç yapraklarından fazla miktarda aldıkları tanenlerin proteinlerle bağlanma kapasitesini düşüren önemli bir faktördür. Bu nedenle yüksek pH'nın, tanen miktarı fazla olan besinlerle beslenen larvalarda tanenlerin sindirimi önleyici etkilerini azalttığı ileri sürülmüştür (Feeny, 1970; Berenbaum, 1980). Böceklerde besinlerin tanen içeriğinden kaçınmanın değişik mekanizmaları ortaya çıkarılmıştır. Bunların bir kısmı doğrudan besin sağlama sürecinde ve besin sağlama sırasında sergilenen davranışlardır. Örneğin don tırtıllarının (*Operophtera bromata*) birinci nesli tanen içeriği düşük körpe meşe yapraklarıyla hızla beslenerek gelişimlerini kısa sürede tamamlarlarken ikinci dölün bireyleri uzun bir beslenme dolayısıyla gelişme dönemi sergileyerek gelişmiş yapraklardaki yüksek tanen içeriğinden olabildiğince kaçınmaya çalışırlar (Feeny, 1968). Kısaca bu tırtıllar, sindirimsel ve metabolik önlemlerin yanında beslenme düzeni ile de tanenlerin etkisinden korunmaya çalışmaktadırlar

Böceklere tanenlerin negatif bir etkisi ise sindirim sisteminde yer alan simbiyotik mikroorganizmaların gelişmesini engellemesidir. Bu konuda yeterli düzeyde bilgi olmamasına rağmen yeşil bitkilerle beslenen çoğu böcek grubu için bağırsak mikroorganizmalarının önemli oldukları düşünülmez (Schultz ve Lechowicz, 1986).

Termitler gibi ağaçlarla beslenen canlılarda bu olasılık değerlendirilebilir fakat bu konuda henüz bir çalışma bulunmamaktadır. Yaprak kesen karıncalarla (*Atta ssp.*) yapılan incelemelerde mantarla simbiyotik yaşayan bu canlıların mantar büyötmek için uygun

yaprak seçmeleri gerektiği bulunmuştur. Bu nedenle de tanik asit ve diğer bazı fenolik maddeler gibi mantar gelişimini engelleyen maddelerin seçilen yapraklardaki miktarı önemlidir (Seaman, 1984).

Tanik asidin beslenmeye olumlu bir etkisi ağaç çekirgesi *Anacridium melonorhodon*'da görülmüştür. Fenolik madde içeriği düşük yapraklara tanik asit tatbik edilince, besin tüketiminde artış kaydedilmiştir. Bunun sonucu olarak, büyüme oranında %15'lik bir artış görülmüştür (Bernays ve Chamberlain, 1980).

Böceklerde tanenler hidroliz edilip oluşan gallik asit kütikülada biriktirilir ve depolanan aromatik aminoasitlerden doğal olarak üretilen dihidroksifenilalanin (DOPA)'nin yerine kütikular sklerizasyonda kullanılır (Bernays ve Woodhead, 1982).

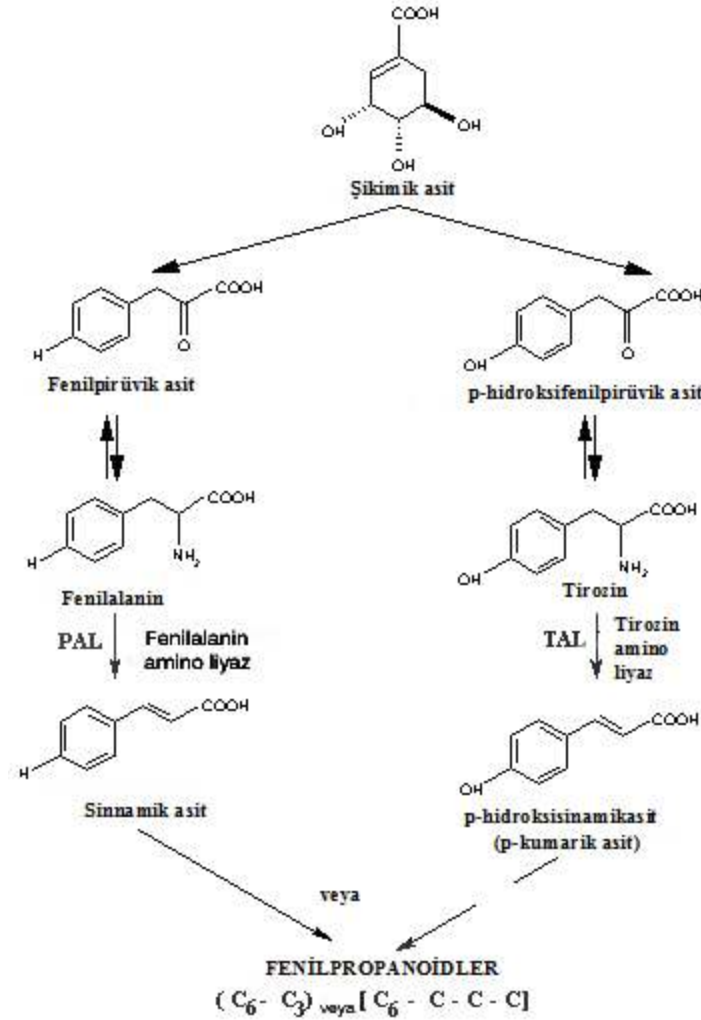
Tanenler antiviral özellik taşıdıkları için herbivorların bu özellikten faydalandıkları ileri sürülmektedir. Tanence zengin bitkilerle beslenen böceklerin bağırsaklarında bu antiviral etki görülebilir (Schultz ve Lechowicz, 1986).

Chrysomelidae türleri az sayıdaki bitki türünden beslenmeye ileri derecede özelleşmişlerdir. Karakteristik olarak, tüm evreleri aynı bitki üzerinde ve onun altındaki toprakta geçen basit bir yaşam döngüsüne sahiptirler (Kelly and Curry, 1991 a). Larva ve erginleri, muhtemelen predasyonun farklı kaynaklarına karşılık vermek için kullandıkları, değişik çeşitlilikte kimyasallar salgılar. Erginler tarafından salgılanan en yaygın kimyasal gruplar izoxazolin-5-one glucosides ve doymuş hidrokarbonlardır (Deroe ve Pasteels, 1992). Larvalar tarafından salgılananlar ise çoğunlukla monoterpenler or fenolik glikozitler (Matsuda ve Sugawara, 1980). Birinci gruptakiler organizma tarafından sentezlenir. Bu salgıların, ilkel savunma mekanizmasının bir parçası olduğu düşünülmektedir. İkinci gruptakiler konukçu bitki bileşiklerinden türetilirler. Besin tercihindeki bir değişiklik, türün fenolik glikozitler salgılamasına neden olabilir (Deroe ve Pasteels, 1992; Matsuda ve Sugawara, 1980).

1.5. Bitkilerin Azot Metabolizması ile Fenolik Ürün Sentezi Arasındaki İlişki

Fenolik bileşiklerin biyosentetik olarak kendi içerisinde heterojen bir grup olması karbon orjinli sekonder bileşiklerin gübrelemeye verdiği farklı tepkilerin farklı biyosentetik orjinlerinin bağımsız olarak belirlenebilmesine olanak sağlar. Fenolik bileşiklerin geniş ve çeşitli bir grubu olan fenilpropanoid ve türevi bileşikler

(Hidroksisünamik asitler, flavonoidler, kondens tanenler ve lignin) fenilalanin tarafından sentezlenirler ve böylece protein sentezi ile doğrudan rekabet halindedirler.



Şekil 6. Şikimik asit metabolik yolu (Ishikura ve ark, 1984)

Bunun yanında fenolik maddelerin ikinci büyük grubu, öncü maddesi gallik asit olan hidrolize olabilen tanenlerdir. Bu bileşik grubunun iki ayrı orjini olduğu bilinmektedir. Bu orjinlerden bir tanesi, şikimet (shikimate) yolunun bir arametaboliti olan dehidroşikimik asit, diğeri ise fenilalanindir (Ishikura ve ark 1984; Waterman ve Mole 1989; Gross 1992; Ossipov ve ark., 1995). Böylece, dehidroşikimik asit vasıtasıyla gallik asit sentez yolunun gücüne bağlı olarak protein sentezi ile doğrudan bağlantılı ya da değildirler. Dehidroşikimik asit yoluyla hidrolize olabilen tanen sentezlenmesi, fenilpropanoidler kullanılarak sentezlenmesine göre çok daha az karbon ve enerji gerektirir.

1.6. *Agelastica alni* (L.)'nin Yaşam Döngüsü

Genellikle kızılâğaç (*Alnus* sp.) ve söğüt (*Salix* sp.) türlerinde populasyon patlaması düzeyinde ortaya çıkan (Tischler,1977) oligofaj bir yaprak böceği olan *A. alni* hemen her yıl düzenli olarak kızılâğaçlarda önemli oranlarda yaprak asimilasyon yüzeyi kaybına neden olmaktadır. Bazı yıllarda kızılâğaçların tüm yapraklarının *A. alni* tarafından tüketildiği görülmektedir.



Şekil.7. *Agelastica alni* (L.)'nin 3. larva evresi [URL-2,2006]

A. alni, özellikle kızılâğaç (*Alnus* sp.), söğüt (*Salix* sp.) ve huş (*Betula* sp.) türlerinde populasyon patlaması yaptığı dönemlerde önemli düzeyde yaprak kayıplarına neden olmaktadır (Tischler,1977). Yılda bir döl veren *A. alni* 'nin hem ergin hem de larvaları konak bitki yapraklarıyla beslenir. Erginler kışı toprakta geçirirler ve mayıs ayında aktif hale geçerek beslenmeye başlarlar. Belli bir süre beslenen erginler çiftleşir ve dişiler 60-70' li gruplar halindeki yumurtalarını konak bitkinin yaprak altına bırakırlar. Larvalar 5-14 gün sonra yumurtadan çıkarak yaprak altı epidermasıyla beslenmeye başlarlar. Larva dönemi yaklaşık üç haftadır ve bu dönem üç larva evresine karşılık gelir. Pupa dönemi Temmuz ve Ağustos aylarında toprak altında geçer ve yaklaşık 10 gün sürer. Ortaya çıkan erginler, Ağustos ayı boyunca yapraklarla beslenirler. [URL-1,2006] . *A. alni* larvaları rahatsız edildiklerinde birinci ve sekizinci abdominal segmentler arasında dorso lateral olarak yer alan ekzokrin bezlerinden bir sıvı salgılar. Bu salgı bir çok polifag

predatörden sakınmaya yarayan kimyasal savunma sistemini teşkil eder (Baur ve Rank, 1996).



Şekil. 8. *Agelastica alni* (L.)'nin ergin evresi [URL-3, 2006]



Şekil. 9. *Agelastica alni* (L.)'nin ergini [URL-4, 2006]

A. alni salgın yaptığı dönemlerde ikincil konak olarak fındık bitkisini de tercih etmektedir. Bu özelliğinden dolayı, salgın dönemlerinde yörede kültürü yapılan fındık bitkisinin zarar görmesi zararlının ekonomik önemini arttırmaktadır.



Şekil 10. *Agelastica alni* (L.)'nin pupa evresi
[URL-5, 2006]



Şekil 11. *Agelastica alni* (L.)'nin yumurtaları
[URL-6, 2006]



Şekil 12. *Agelastica alni* (L.)'nin zararı. [URL-7, 2006]

A. alni'nin bölgemizde özellikle kızılâğaç bitkisini tercih etmesinin, bu bitkinin kimyasal özelliklerinin, zararlının besinsel ihtiyaçlarını karşılamada doğrudan ya da ekolojik ilişkilerini ilgilendiren dolaylı etkilerinin olabileceği düşüncesini doğurmaktadır. Bu düşünceden yola çıkarak gerek kızılâğaç gerekse zararlının ikincil olarak tercih ettiği konak bitkilerin besin kalitesi gübreleme yoluyla değiştirilmesi durumunda bu ilişki tiplerinin hangi yönde değişim göstereceği araştırılmıştır. Kızılâğaç yaprak böceği *A. alni* larvalarının konak bitkilerinin değişik besin kalitesine sahip yapraklarıyla laboratuvar şartları altında beslendiğinde, larvaların azot kullanım etkinliği ve beslenme performansı test edilerek, aynı zamanda konak bitkilerdeki sekonder metabolitlerin böceğin beslenme verimi üzerine etki biçimleri de belirlenmiş olacaktır. Yukarıda belirtilen beslenme performansı ve beslenme verimi kavramları, larvaların tükettikleri besin miktarı, tüketilen besinlerin sindirilebilme ve biyokütleyle dönüştürülebilme oranı ile sindirilen besinlerin biyokütleyle dönüştürülebilme oranını ifade etmektedir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Larvaların Toplanması ve Laboratuarda Yetiştirilmesi

Agelastica alni (L.)'nin birinci evredeki larvaları Karadeniz sahil kesimine yakın, Trabzon ili Araklı ilçesi Küçükdere mevkiinden Temmuz ayının ilk haftasında toplanmıştır. Larvaların tamamına yakını birinci larva evresinde, çok az bir kısmı da ikinci larva evresinde toplanmıştır.



Şekil 13. *Agelastica alni* (L.)'nin birinci evredeki larvaları
[URL-8, 2006].



Şekil 14. *Agelastica alni* (L.)'nin ikinci ve üçüncü evrelerdeki larvaları. [URL-9, 2006]



Şekil 15. *Agelastica alni* (L.) larvalarının deri değiştirilmesi
[URL-10, 2006]



Şekil 16. Araziden toplanan *Agelastica alni* (L.) larvalarının laboratuvar ortamında yetiştirilmesi.

A. alni larvaları, yeterince geniş ve ışık geçirebilen ortak bir toplama kabına alınarak son larva evresine kadar kıızılağaç yaprakları ile beslenmiştir. Beşinci gelişim evresine geçen larvalar, çalışmanın amacına uygun olarak, kullanılan her bitki türü için 10 ayrı yetiştirme kabına 1 larva düşecek şekilde yerleştirilmiştir. Sonuçta kullanılacak her bitki türü için 10 adet yetiştirme kabı hazırlanıp deney grupları oluşturulmuştur. Larvalar bitki yaprakları ile beslenmeye başlanmış ve her gün yapraklar değiştirilerek, verilen yaprak ile kalan yaprak miktarı tartılmıştır. Yapraklar değiştirilirken aynı zamanda larvaların ağırlıkları ve ürettikleri dışkı miktarları da kaydedilmiştir. Dışkılar tarih ve kap numaraları yazılarak ependorf tüplerinde saklanmıştır. Bu işlemler larvaların beslenmeyi bırakıp pupa olmaya başlamasına kadar sürdürülmüştür.

2.2. Kimyasal Analizler

2.2.1. Yaprakların Kurutulması ve Ögütülmesi

Kimyasal analizler için, çalışmada kullanılan bitkilerden alınan yaprak örnekleri, toplandıkları tarih kaydedilerek alüminyum folyo içine konulmuş ve buzdolabında 4⁰ C’de yaklaşık 1,5 ay bekletilmiştir. Yaprak örnekleri 2 gün süreyle 40⁰ C’de etüvde bekletilmiş ve sabit ağırlığa kadar tekrar kurutulmuştur.

2.2.2. Fenolik Madde Ekstraksiyonu

Kurutulan bitki yaprak örneklerinin ögütülme işlemine geçilmeden önce yaklaşık 10 günlük ölçümleri kapsayan bitki örneklerinden her bir günü içine alacak şekilde örnek setleri oluşturulmuş ve oluşturulan bu setlere ait yapraklar ögütülmüştür. Sonuç olarak her bitki türünden 10 adet örnek ögütülmüştür.

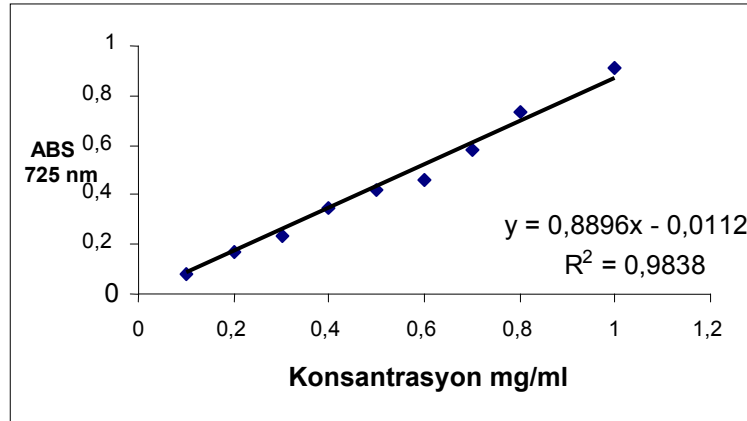
Ögütülen örneklerin her birinden 400 mg alınarak erlenmayer içine konulmuştur. Daha sonra her örneğin üzerine, hazırlanan % 50’lik sıcak metil alkolden 40 ml ilave edilerek kaynatılmıştır. Kaynama işlemi gerçekleştikten sonra karışım oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Yeterince soğuyan karışımlar filtre kağıdı yerleştirilmiş Buchner hunisinde vakum pompası yardımı ile hassas bir şekilde süzölmüştür. Bu işlem her örnek seti için 3 kez yapılmıştır. Örnek setlerinden elde edilen karışımlar rotary evaporatör cihazıyla yaklaşık 10 ml kalana kadar yoğunlaştırılmıştır. Bu işlem sırasında karışımdan ayrılan metil alkolün saydamlığı sürekli kontrol edilerek karışımın, alkol toplama bölümüne sızıp sızmadığı kontrol edilmiştir. Sonuç olarak karışımdan elde edilmesi hedeflenen bitki ekstraktlarının % 50’lik olması için balonda kalan ekstrakt hacmi kadar saf metil alkol ilave edilmiştir.

2.2.3. Toplam Fenolik Madde Analizi

Swain ve Hillis (1981) metoduna göre yapılan bu analiz için 0,25 M Folin Denis ve 2 M’lik sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltileri kullanılmıştır. 0,25 M Folin Denis çözeltisi

için 1 M'lık Folin C (Sigma) çözeltisinden 250 ml alınarak üzerine 750 ml saf su ilave edilerek 1000 ml'ye tamamlanmıştır. 2 M'lık sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisi için, 2 M sodyum karbonattan 35 gr alınarak 100 ml saf su ilave edilmiştir. Daha sonra bu çözelti $70-80^\circ\text{C}$ de ısıtılarak Na_2CO_3 tam olarak çözünene kadar oda sıcaklığında yaklaşık 2 gün bekletilmiştir. Bu iki çözeltinin hazırlanmasının ardından örneklerin her biri için 4 tüp alınarak 1 ml bitki ekstraktı konulmuş ve üzerine 1 ml 0,25 M'lık Folin Denis ayırıcından ilave edilmiştir. Yaklaşık 3-4 dakika beklemenin ardından tüplere 1 ml 2 M sodyum karbonattan ilave edilerek 30 dakika oda sıcaklığında beklemeye bırakılmıştır. Renk değişimi ve çökelti oluşumu gözlenerek oluşan çökeltinin üstteki sıvı kısma karışma ihtimali göz önüne alınarak tüpler 3000 rpm'de 15 dk santrifüj edilmiştir. Daha sonra tüplerden bir miktar örnek alınarak spektrofotometre'de 725 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçülmüştür. Bu işlemler her örnek için tekrar edilmiştir.

Sonuç olarak toplam fenolik miktarını belirleyebilmek için tanik asitle (Merck) bir standart eğri hazırlanmıştır. Bu standart eğri oluşturulurken tanik asidin 0,1-0,7 $\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}$ lik konsantrasyonları değerlendirmeye alınmıştır.



Şekil 17. Tanik asitle hazırlanan standart eğri (725 nm).

2.2.4. Proantosiyanidin (Kondense Tanen) Analizi

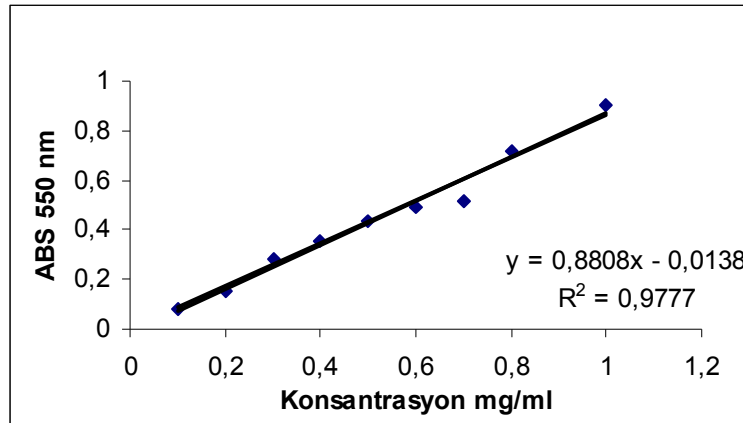
Bate-Smith (1975) metoduna göre yapılan bu analizde her bir örnek için vida kapaklı 4 adet kültür tüpü hazırlanmıştır. Hazırlanan bu 4 tüpe her örneğin ekstraktından 0,25 ml konulmuştur. Daha sonra 4 tüpten 3'ünün üzerine 2 ml % 5'lik HCl 'li bütan-1-ol çözeltisinden, 4. tüpe ise kontrol için sadece 2 ml bütan-1-ol ilave edilmiştir. Bu işlem tamamlandıktan sonra hazırlanan tüpler ısıtılmak üzere alüminyum bloklar üzerinde kuru

banyoda 95° C 'de 2 saat bekletilmiştir. Isıtma işlemi tamamlandıktan sonra tüpler bloklar üzerinden alınarak soğumaya bırakılmıştır. Soğutma işlemi tamamlanan tüplerdeki örneklerden bir miktar alınarak Spektrofotometrede 547 nm'de absorpsanları ölçülmüştür. Örneklerdeki proantosiyanidin konsantrasyonunu "C" hesaplanırken $Abs = \epsilon \times C \times L$ formülünde siyanidin için geçirgenlik katsayısı $\epsilon = 150$ değeri kullanılmıştır (Bate-Smith, 1977).

2.2.5. Gallotanen Analizi

Gallotanen analizi için Bate-Smith medodu (Bate-Smith, 1977) esas alınmıştır. Bu analizde de kullanılmak üzere 10 ml'lik kapaklı tüplerden her örnek için 4 adet hazırlanmıştır. Gerekli ayıraç olan % 5'lik KIO_3 (potasyum iyodat) çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltiyi hazırlamak için KIO_3 'ten (Surechem) 5 gr alınarak üzerine 100 ml saf su eklenmiştir. Hazırlanan 4 tüpe örnekten 0,5 ml konulmuştur. Tüplere konulan örneklerin 3 tanesinin üzerine önceden hazırlanmış olan % 5'lik KIO_3 çözeltisinden 1 ml ilave edilmiştir. Kontrol için 4. tüpe sadece 1 ml saf su ilave edilmiştir. Tüpler hazırlandıktan sonra 60-75 dakika buz banyosunda bekletilmiştir. Bu süre sonunda buz içerisinden çıkarılan tüplerdeki örneklerden bir miktar alınıp Spektrofotometre'de 550 nm dalga boyunda absorpsan değerleri kaydedilmiştir.

Örneklerdeki mevcut gallotanen miktarını hesaplayabilmek için, tanik asit çözeltileriyle 0,1-0,7 mg.ml⁻¹lik bir standart eğri oluşturulmuştur. Bu standart eğri üzerinden de örneklerdeki gallotanen konsantrasyonu hesaplanmıştır.



Şekil 18. Tanik asitle hazırlanan standart eğri (550 nm).

2.2.6. Kjeldahl Metodu ile Toplam Azot (Protein) Analizi

Toplam protein analizi, bitki örneklerinde mevcut azot miktarı tespit edilmek suretiyle yapılmıştır. Bu işlem için de semi-mikro Kjeldahl Metodu kullanılmıştır. Bu metod uygulanırken Kjeltex Auto 1030 analizörü (Tecator, Sweeden) kullanılmıştır. Analiz için öğütülmüş bitki örneklerinin her birinden 1 gram alınarak konsantre sülfürik asit ve potasyum sülfat- bakır sülfat (95:5) karışımında yaş yakmaya tâbi tutulmuştur. Bu işlem her örnek için 3 kez tekrarlanmıştır. Daha sonra örneklere % 40'lık NaOH ilave edilerek distile edilmiş ve çıkan azotlu maddeler % 4'lük borik asit içinde tutulmuştur. Daha sonra borik asit çözelti 0,1 N HCl ile titrasyona tâbi tutulmuştur (Allen ve ark., 1986). Örneklerdeki % N (Azot) miktarlarını hesaplamak için $\% N = (\text{Harcanan HCL} \times 0,14) / 0,25$ formülü kullanılmıştır (Monk, 1987).

2.2.7. Lif Miktarının Belirlenmesi

Kurutulup öğütülmüş bitki ve dışkı örneklerindeki lif miktarı Morrison (1972)'un metodunda değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Bitki yapraklarındaki lifin içeriğinde selüloz, protein, pektin, kül, mum (yüksek alkol ve organik asitler), şekerli maddeler, pigment ve sitrik asit, malik asit, B1, B6, biotin gibi bileşenler bulunmaktadır.

Bitki ve dışkı örneklerinden 400 mg alınarak vida kapaklı deney tüplerine konulmuştur. Her bir tüpe 10 ml % 80'lik metanol ilave edilip iyice karıştırıldıktan sonra 80° C'de 30 dakika ısıtılmış ve 20 dakika oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Tüpler yeterince soğuduktan sonra 3000-4000 rpm'de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Süspansiyonun üzerinde kalan süpernatant atılıp metanol ekstraksiyonu kalan çökelti için tekrar uygulanmıştır. Süpernatant atıldıktan sonra çökelti üzerine 10 ml metilen klorit-eter (3:1) ilave edilmiştir ve tüpler tekrar 3000-4000 rpm' 20 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant atıldıktan sonra kalan çökeltinin üzerine 10 ml % 3'lük H₂SO₄ ilave edilmiş ve 100° C'de 30 dakika hidroliz edilmiştir. Süspansiyon oda sıcaklığında soğutulduktan sonra ağırlıkları daha önceden tartılan filtre kağıtlarından Buchner hunisi ve vakum pompası yardımı ile süzölmüştür. Çökelti metil alkol ve saf su ile yıkanmıştır. Etüvde 30° C'de 3 gün kurutulduktan sonra filtre kağıdı ile birlikte tartılmıştır. Filtre kağıdının

kuru ağırlığı çıkarıldıktan sonra kalan miktar 400 mg örnekte mevcut olan lif miktarıdır. Bu miktar üzerinden % lif miktarları hesaplanmıştır.

2.3. Larvaların Beslenmesi

Bu çalışma için kullanılacak olan *A. alni* larvaları Trabzon ili Araklı ilçesi Küçükdere mevkiinden Temmuz ayının ilk haftasında toplanmıştır. Toplanan larvalar, laboratuvar ortamında yeterince geniş ve ışık geçirebilen kaplar içerisinde 22° C de son larva evresine ulaşana kadar Kızılağaç (*Alnus* sp.) yaprakları ile beslenmiştir. Son gelişim evresine geçen larvalar çalışmanın amacına uygun olarak biri genç (6 yıllık) diğeri ise daha yaşlı (16 yıllık) olan *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. ssp *glutinosa* alt türüne ait iki ayrı ağaçtan ve ikincil konakları olan *Salix* ve *Corylus* cinslerine ait birer ağaçtan alınmış yapraklarla beslenmeye başlanmıştır.



Şekil 19. *Salix babylonica* L. yaprağını tüketen bir *Agelastica alni* (L.) larvası.

A. alni larvalarından, beslenmek üzere, her bitki türü için 30 adet seçilip ağırlıkları tartılarak besleme kaplarına yerleştirilmiştir. Bu 30 adet kaptan 10 tanesine her gün düzenli olarak ağırlığı ölçülmüş taze yaprak verilip ertesi gün ise kalan yaprak, üretilen dışkı ve larvanın ağırlığı ölçülerek değerler kaydedilmiştir. Diğer 20 kaptan 10 tanesine gübre çözeltisi emdirilmiş yapraklar, kalan 10 tanesine ise gübre çözeltisi püskürtülmüş yapraklar verilerek aynı değerler kaydedilmiştir. Gübreleme işlemi, emdirme yoluyla günde 10 saat, püskürtme yoluyla ise günde 3 kez uygulanmıştır. Çalışmada A-crop N-P-K katı gübre (Agro altın, Samsun-TÜRKİYE) kullanılmıştır. Seçilen katı gübreden çözelti

hazırlamak için çözücü olarak saf su kullanılmış olup çözelti konsantrasyonu 10 mg / ml ve ortalama *ph* değeri 6,2 olarak tespit edilmiştir. Gübrenin bileşimi aşağıda verilmiştir.

Toplam Azot : %18 (Amonyum azotu: %3.5, Nitrat azotu: %5.1, Üre azotu : % 9,4)

Fosfor Penta Oksit: %18

Potasyum Oksit: %18

Deneylerin başladığı 18 Temmuz 2006 ve 03 Temmuz 2007 (tekrar) tarihi dahil olmak üzere, çalışma süresi tamamlanana kadar her güne ait dışkı örnekleri tarih kaydedilerek ependorf tüplerinde, bitki örnekleri ise yine tarih kaydedilip alüminyum folyolar içinde buzdolabında analizleri yapılmak üzere saklanmıştır. Larvaların besin tüketim etkinliğinin hesaplanmasında Waldbauer (1968), azot kullanım etkinliğinin hesaplanmasında ise Tabashnik (1982) metodlarından yararlanılmıştır:

AD: Yaklaşık sindirilebilme(Apparent Digestibility)

AD= Tüketim – Üretilen dışkı miktarı / Tüketim

ECD: Sindirilen besinleri biyomasa dönüştürebilme verimliliği(Efficiency of Conversion of Digested food)

ECD=Vücut ağırlığındaki artış / Tüketim – Dışkı

ECI: Yenen besinleri biyomasa dönüştürebilme verimliliği (Efficiency of Conversion of Ingested food)

ECI= Vücut ağırlığındaki artış / Tüketim veya

NUE: (Nitrogen utilization efficiency)

NUE = Kazanılan azot / Tüketilen azot

Ayrıca, bitki yapraklarında ve larvalardaki su miktarını hesaplamak için belirli sayıda yaş yaprak ve larva etüvde 60° C'de 4 gün bekletilmiştir.

2.4. İstatistik Analizler

Bu araştırmada gübreleme işlemi sonuçları değerlendirilirken günler ve gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla SPSS istatistik paket programından, yaprak kimyasalları ile böcek beslenme parametreleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla SPSS ve EXCEL paket programından yararlanılmıştır. İstatistik analiz sonuçları 0,05 önem düzeyine göre değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Kimyasal Analiz Sonuçları

Gübreleme işlemi yapılan bitki türlerinin çalışma süresi boyunca ölçülen (9 günlük) ortalama sekonder kimyasal (yoğunlaşmış tanen, gallotanen, toplam fenolik), azot, lif ve su miktarları tablo 1, 2, 3 ve 4 te verilmiştir.

Tablo 1. Değişik besin kalitesine sahip *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* (6 yaş) yapraklarının gübreleme deney gruplarında ortalama (standart sapma) sekonder kimyasal, lif, su ve azot içeriği yüzdesi.

Kimyasal madde	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
Toplam azot	4,27 (0,74)	4,56 (0,32)	5,34 (0,62)
Toplam fenolik	11,22 (0,28)	9,23 (0,28)	10,85 (0,16)
Gallotanen	2,76 (0,04)	2,27 (0,04)	1,77 (0,05)
Proanthocyanidin	8,43 (1,98)	8,31 (2,23)	8,26 (1,98)
Lif miktarı	39,58 (4,36)	37,25 (2,84)	40,12 (5,72)
Su miktarı	72,38 (6,13)	68,41 (9,35)	61,96 (4,44)

Tablo 2. Değişik besin kalitesine sahip *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* (16 yaş) yapraklarının gübreleme deney gruplarında ortalama (standart sapma) sekonder kimyasal, lif, su ve azot içeriği yüzdesi.

Kimyasal madde	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
Toplam azot	4,04 (0,18)	4,28 (0,29)	4,66 (0,66)
Toplam fenolik	11,02 (0,36)	10,29 (0,81)	11,07 (1,10)
Gallotanen	2,72 (0,83)	2,51 (0,27)	3,12 (0,52)
Proanthocyanidin	7,36 (1,67)	8,31 (2,01)	7,45 (1,51)
Lif miktarı	45,52 (2,37)	48,62 (4,26)	54,20 (4,95)
Su miktarı	53,67 (3,61)	60,21 (5,63)	58,25 (9,38)

Tablo 1 ve 2 de görüldüğü gibi, çalışmada kullanılan iki ayrı kızılğaçtan sağlanan yapraklarda ortalama sekonder kimyasal, lif, su ve azot içeriği birbirine yakınlık göstermekte ancak 16 yaşındaki kızılğacın yapraklarında, püskürtme grubunda gallotanen

miktarı diğerinden yaklaşık iki (1,8) kat fazladır. Ayrıca 16 yaşındaki kızılğacın yapraklarında su içeriğinin 6 yaşındaki kızılğaç yapraklarından özellikle kontrol ve emdirme gruplarında daha düşük değerlerde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Değişik besin kalitesine sahip *Salix babylonica* L. yapraklarının gübreleme deney gruplarında ortalama (Standart sapma) sekonder kimyasal, lif, su ve azot içeriği yüzdesi.

Kimyasal madde	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
Toplam azot	2,47 (0,30)	2,82 (0,24)	3,68 (0,42)
Toplam fenolik	11,61 (1,04)	10,49 (0,69)	12,17 (0,92)
Gallotanen	2,47 (0,30)	2,77 (0,31)	3,5 (0,52)
Proanthocyanidin	7,62 (2,32)	5,78 (1,34)	7,45 (1,60)
Lif miktarı	32,18 (3,45)	35,84 (2,56)	31,68 (3,12)
Su miktarı	84,67 (3,61)	80,11 (5,63)	68,25 (9,38)

Tablo 3 te, *Salix babylonica* gübreleme deney gruplarında ortalama su miktarının yüksek, azot miktarının ise düşük olduğu görülmektedir. Lif miktarı bakımından *Salix babylonica* diğer bitkilerden daha düşük içeriğe sahiptir.

Tablo 4. Değişik besin kalitesine sahip *Corylus avellana* L. yapraklarının gübreleme deney gruplarında ortalama (standart sapma) sekonder kimyasal, lif, su ve azot içeriği yüzdesi.

Kimyasal madde	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
Toplam azot	2,97 (0,43)	4,17 (0,25)	4,33 (0,38)
Toplam Fenolik	8,76 (1,00)	7,45 (1,00)	7,48 (1,10)
Gallotanen	2,63 (0,30)	3,21 (0,79)	2,84 (0,63)
Proanthocyanidin	8,65 (3,51)	7,02 (1,93)	9,55 (4,20)
Lif miktarı	41,21 (4,15)	40,10 (5,68)	43,59 (6,35)
Su miktarı	60,08 (4,96)	69,24 (10,54)	82,68 (7,01)

Corylus avellana bitkisinde gübreleme deney gruplarında ortalama toplam fenolik içeriğinin diğer bitkilerden belirgin şekilde düşük olduğu, bunun yanında azot içeriğinin gübreleme gruplarında kontrole oranla belirgin artışlar gösterdiği Tablo 4 te görülmektedir.

Tablo. 5. *Agelastica alni* (L.)'nin larva performansı; performans parametreleri (standart sapma).

Bitki türü ve muamele	Ort tüketim (mg) kuru ağırlık (günlük)	Ort. pupa ağırlığı (mg) kuru ağırlık	Ort. yumura (adet)	Açılan yumurta oranı(%)	Ortalama AD değeri(%)	Ortalama ECD değeri(%)	Ortalama ECI değeri(%)
<i>A. glutinosa ssp. glutinosa</i> (6 yaş)							
Kontrol	34,44(5,04)	5,43(1,12)	242(30)	83(11)	0,40(0,06)	0,19(0,01)	0,32(0,01)
Emdirme	32,0(11,20)	7,22(0,09)	324(11)	88(12)	0,50(0,05)	0,17(0,01)	0,44(0,02)
Püskürtme	40,56(6,63)	7,01(1,28)	368(28)	78(05)	0,57(0,04)	0,22(0,02)	0,31(0,05)
<i>A. glutinosa ssp. glutinosa</i> (16 yaş)							
Kontrol	74,2(10,34)	6,04(0,04)	415(14)	82(06)	0,37(0,05)	0,14(0,02)	0,16(0,02)
Emdirme	57,2(12,4)	6,27(1,85)	322(14)	82(02)	0,45(0,05)	0,11(0,01)	0,14(0,04)
Püskürtme	40,74(3,78)	6,21(2,02)	346(12)	87(07)	0,46(0,04)	0,12(0,02)	0,27(0,01)
<i>Salix babylonica</i>							
Kontrol	20,16(1,76)	4,24(0,07)	114(22)	64(07)	0,18(0,03)	0,08(0,01)	0,12(0,01)
Emdirme	22,2(5,29)	5,21(1,54)	172(09)	51(10)	0,25(0,04)	0,12(0,01)	0,17(0,02)
Püskürtme	32,64(12,1)	7,14(0,08)	150(15)	58(01)	0,21(0,02)	0,12(0,02)	0,18(0,01)
<i>Corylus avellana</i>							
Kontrol	36,8(14,0)	4,02(1,23)	106(17)	76(02)	0,18(0,04)	0,06(0,00)	0,13(0,00)
Emdirme	26,66(8,37)	3,27(1,89)	119(28)	41(24)	0,20(0,04)	0,09(0,01)	0,11(0,00)
Püskürtme	14,58(4,5)	4,88(0,03)	147(07)	59(11)	0,27(0,04)	0,11(0,01)	0,22(0,02)

Tabloda belirtilen her parametre için günlük 10 tekerrürlü ölçüm ortalamaları ve standart sapma verilmiştir

A. alni'nin larva performansı Tablo 5 de görülmektedir. Toplam bitki tüketimi açısından 16 yaşındaki kızılgağaç yapraklarının *A. alni* larvaları tarafından diğer bitkilerden daha fazla tercih edildiği görülmektedir. *Corylus avellana* ile beslenen larvaların ortalama pupa ağırlığının diğer bitkilerden daha az olduğu *Salix babylonica* ile beslenen larvalarda ise pupa ağırlığı gübreleme gruplarında kontrolden belirgin şekilde farklılık göstermiştir.

Ortalama yumurta bırakma ve açılan yumurta sayısı bakımından *A. alni* için kızılgağaç diğer iki türden daha verimli olmuştur. Yine larvaların besin sindirimi ve biyokütleye çevrimi kızılgağaçta söğüt ve fındığa oranla daha yüksek değerler almıştır.

Tablo 6. *Agelastica alni* (L.) larvalarının günlük azot kullanım verimi yüzdesi

Azot Kullanım Etkinliği (NUE)			
<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> 6 yaş	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> 16 yaş	<i>Salix babylonica</i>	<i>Corylus avellana</i>
Kontrol	Kontrol	Kontrol	Kontrol
21,3 ± 0,41	25,2±0,34	14,9±0,21	12,4±0,51
28,7±0,30	21,3±0,13	17,5±0,42	12,2±0,38
21,2±0,42	24,6±0,41	16,2±0,10	13,8±0,35
23,1±0,39	17,8±0,31	18,0±0,31	13,0±0,21
24,7±0,55	21,3±0,12	11,4±0,26	29,1±0,73
18,6±0,13	16,7±0,29	9,4±0,15	21,9±0,43
21,4±0,11	23±0,42	3,4±0,15	17,5±0,36
26,7±0,21	24,9±0,51	18,5±0,13	11,4±0,52
19,0±0,20	16,0±0,04	18,0±0,07	17,6±0,56
$\chi^2 = 5,82$	$\chi^2 = 5,43$	$\chi^2 = 16,90$	$\chi^2 = 16,37$
Emdirme	Emdirme	Emdirme	Emdirme
24,6±0,53	30,1±0,24	18,6±0,23	13,3±0,53
23,8±0,42	19,7±0,41	16,7±0,27	14,±0,26
25,2±0,61	28,6±0,33	14,8±0,05	20,2±0,28
26,6±0,42	21,1±0,24	16,6±0,12	10,2±0,13
27,1±0,28	25,6±0,82	12,8±0,09	08,4±0,21
19,1±0,13	24,3±0,65	19,7±0,30	08,1±0,26
18,8±0,29	27,3±0,11	13,4±0,38	09,8±0,38
25,8±0,34	19,1±0,35	10,1±0,15	15,4±0,27
25,3±0,25	17,5±0,21	11,1±0,34	15,6±0,28
$\chi^2 = 4,97$	$\chi^2 = 8,48$	$\chi^2 = 5,85$	$\chi^2 = 10,03$
Püskürtme	Püskürtme	Püskürtme	Püskürtme
23,3±0,26	21,6±0,13	08,4±0,43	11,8±0,23
25,8±0,45	17,8±0,34	09,1±0,25	13,4±0,55
26,1±0,13	13,9±0,06	10,6±0,03	22,2±0,83
31,7±0,69	23,2±0,39	16,3±0,25	23,6±0,40
27,5±0,68	23,3±0,24	14,6±0,57	24,5±0,65
22,2±0,27	23,3±0,8	13,1±0,30	12,3±0,41
18,1±0,05	25,8±0,31	18,7±0,11	13,1±0,34
19,7±0,03	18,4±0,36	09,3±0,02	09,2±0,48
26,9±0,54	21,3±0,21	11,7±0,41	11,9±0,67
$\chi^2 = 9,64$	$\chi^2 = 9,17$	$\chi^2 = 8,08$	$\chi^2 = 17,59$

Larvaların günlük azot kullanım etkinliği hesaplanırken her gün için 10 tekerrürlü ölçümlerin ortalama ve standart sapmaları verilmiştir.

χ^2 testi , serbestlik derecesi: (n-1=8), P=0.05 anlam düzeyine göre uygunluk testi tablo değeri :15,5

A. alni larvalarının azot kullanım veriminin işlem grupları içerisinde homojenitesi "ki kare" (χ^2) testi ile incelenmiştir. Test sonuçlarına göre ($P=0,05$) anlam düzeyinde serbestlik derecesi "8" olan uygunluk testi tablo değeri olan 15,5'ten büyük (16,90) çıkan *Salix babylonica* kontrol grubunda grup içi ortalamadan anlamlı farklılık gösteren 4. gün en yüksek, 7. gün ise en düşük değeri almıştır (Tablo 6).

Yine uygunluk testi tablo değeri olan 15,5'ten büyük (16,39) çıkan *Corylus avellana* kontrol ve püskürtme (17,59) grubunda 5. gün en yüksek değer olarak farklılık arzederken, yaprak azot içerikleri ise Duncan^{a,b} çoklu karşılaştırma testinde yine 5. gün için kontrolde en yüksek, püskürtme grubunda ise en düşük değeri almıştır (Tablo 11).

Larvaların günlük yaklaşık sindirilebilirlik değerlerinin ise muamele grupları içerisinde homojenitesi yine χ^2 testi ile incelenmiştir. Test sonuçlarına göre tüm gruplarda grup içi homojenite yüksek çıkmıştır. Ki kare hesap değeri, *Corylus avellana* kontrol grubunda $\chi^2 =10,19$ ile en yüksek, *Salix babylonica* püskürtme grubunda $\chi^2 =2,30$ ile en düşük değerleri almıştır (Tablo 7).

Tablo 7. *Agelastica alni* (L.) larvalarının günlük yaklaşık sindirilebilirlik değerleri.

Yaklaşık Sindirilebilirlik (%) (AD)			
<i>A.glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> 6 yaş	<i>A.glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i> 16 yaş	<i>Salix babylonica</i>	<i>Corylus avellana</i>
Kontrol	Kontrol	Kontrol	Kontrol
38,1±0,19	31,8±0,16	21,5±0,14	17,6±0,08
44,±0,12	32,7±0,07	17,±0,03	12,5±0,09
36,2±0,28	31,2±0,03	16,8±0,07	15,8±0,07
31,8±0,17	35,8±0,11	17,6±0,05	18,1±0,06
34,6±0,38	44,1±0,04	21,8±0,01	16,6±0,06
51,9±0,14	43,4±0,09	21,5±0,08	20,4±0,04
48,8±0,14	41,7±0,12	13,4±0,06	14,8±0,05
41,1±0,09	42,2±0,09	17,6±0,08	22,8±0,02
34,9±0,08	31,5±0,08	22,±0,09	28,8±0,04
$\chi^2 = 9,37$	$\chi^2 = 6,75$	$\chi^2 = 3,84$	$\chi^2 = 10,19$
Emdirme	Emdirme	Emdirme	Emdirme
41,6±0,11	51,3±0,16	30,8±0,05	28,5±0,08
42,2±0,19	44,8±0,06	28,7±0,08	22,2±0,05
48,9±0,13	51,9±0,26	29,1±0,03	20,1±0,10
51,5±0,16	42,8±0,15	25,6±0,02	15,7±0,05
52,8±0,19	44,5±0,18	21,1±0,01	14,±0,07
61,1±0,11	51,±0,08	26,7±0,09	18,5±0,06
54,2±0,28	48,3±0,09	26,5±0,08	20,8±0,09
51,8±0,13	41,5±0,14	21,8±0,11	19,5±0,11
50,2±0,20	33,5±0,03	19,±0,07	22,3±0,02
$\chi^2 = 5,64$	$\chi^2 = 6,18$	$\chi^2 = 5,06$	$\chi^2 = 6,92$
Püskürtme	Püskürtme	Püskürtme	Püskürtme
52,4±0,18	41,3±0,08	19,8±0,05	25,3±0,04
56,1±0,17	46,5±0,09	22,1±0,03	29,1±0,06
61,8±0,23	50,8±0,17	23,4±0,05	24,7±0,03
60,9±0,14	53,4±0,13	23,2±0,05	20,8±0,07
61,4±0,18	50,2±0,12	25,±0,04	24,1±0,04
62,2±0,18	42,3±0,13	23,1±0,02	25,6±0,04
54,4±0,14	41,8±0,09	21,7±0,05	30,1±0,08
51,5±0,18	41,5±0,16	21,1±0,07	32,1±0,03
52,6±0,1	49,1±0,07	16,4±0,08	34,4±0,12
$\chi^2 = 2,85$	$\chi^2 = 3,84$	$\chi^2 = 2,30$	$\chi^2 = 5,50$

Larvaların günlük azot kullanım etkinliği hesaplanırken her gün için 10 tekerrürlü ölçümlerin ortalama ve standart sapmaları verilmiştir.

χ^2 testi , serbestlik derecesi: (n-1=8), P=0.05 anlam düzeyine göre uygunluk testi tablo değeri :15,5

3.2. İstatistik Analiz Sonuçları

Gübreleme deney gruplarında toplam azot, proantosiyanidin, gallotanen ve toplam fenolik içeriklerinin günler ve işlemler bazında Duncan ^{a,b} çoklu karşılaştırma analizi ile değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 8-23 te görülmektedir. Günler ve işlemler için mevcut değer esas alınarak farklılıklar harflendirme sistemiyle belirtilmiştir.

Tablo.8. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan genç *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarında toplam azot içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi *

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	4,15±0,17 ^y b	4,41±0,20 ^y b	5,74±0,13 ^x a
3	4,28±0,18 ^y ab	4,22±0,06 ^y b	5,50±0,27 ^x a
5	4,19±0,18 ^y b	4,20±0,08 ^y b	4,98±0,16 ^x b
7	4,51±0,25 ^y ab	5,05±0,11 ^y a	5,66±0,20 ^x a
9	4,75±0,18 ^y a	4,93±0,17 ^{xy} a	5,29±0,03 ^x ab

*Günler ve muameleler arasındaki ortalama değerler Duncan ^{a,b} çoklu karşılaştırma analizi ile değerlendirilmiştir. a,b,c harfleri günler, x,y,z harfleri muameleler arasındaki ortalama değer farklılığını tanımlamaktadır.

6 yaşındaki kızılgağaç yapraklarında toplam azot değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımı, günler için kontrol grubunda, muameleler için ise 9. günde göstermiştir

Tablo.9. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan yaşlı *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarında toplam azot içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	3,98±0,01 ^z ab	4,20±0,07 ^y ab	4,63±0,07 ^x ab
3	4,07±0,07 ^y a	4,01±0,24 ^y b	5,23±0,12 ^x a
5	4,08±0,09 ^y a	4,09±0,08 ^y b	5,07±0,15 ^x a
7	3,86±0,11 ^y b	4,73±0,11 ^x a	4,18±0,08 ^y ab
9	4,16±0,05 ^x a	4,52±0,22 ^x ab	3,30±1,29 ^x c

*Bkz Tablo 8. açıklama

16 yaşındaki kızılgağaç yapraklarında toplam azot değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımı, günler için püskürtme grubunda, işlemler için ise 1. günde göstermiştir

Tablo.10. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan *Salix babylonica* yapraklarında toplam azot içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	2,52±0,37 ^y a	2,68±0,14 ^y a	3,97±0,19 ^x a
3	2,42±0,04 ^z a	2,89±0,23 ^y a	4,22±0,06 ^x a
5	2,26±0,20 ^y a	2,96±0,23 ^{xy} a	3,53±0,43 ^x a
7	2,82±0,44 ^x a	2,89±0,07 ^x a	3,36±0,56 ^x a
9	2,89±0,22 ^y a	2,99±0,03 ^y a	3,56±0,18 ^x a

*Bkz Tablo 8. açıklama

Salkım söğüt yapraklarında toplam azot değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımı, işlemler için 3. günde göstermiştir.

Tablo.11. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan *Corylus avellana* yapraklarında toplam azot içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	2,65±0,82 ^y a	4,02±0,22 ^{xy} a	4,88±0,33 ^x a
3	2,60±0,27 ^y a	3,97±0,15 ^x a	4,19±0,18 ^x bc
5	3,22±0,15 ^x a	4,32±0,72 ^x a	3,78±0,06 ^x c
7	2,93±0,15 ^y a	4,23±0,03 ^x a	4,15±0,11 ^x bc
9	2,91±0,20 ^y a	4,33±0,21 ^x a	4,64±0,24 ^x ab

*Bkz Tablo 8. açıklama

Fındık yapraklarında toplam azot değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımı, günler için püskürtme grubunda, işlemler için ise 1. günde göstermiştir

Tablo.12. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan genç *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarında toplam fenolik içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	1,13±0,07 ^x a	0,70±0,06 ^z c	0,94±0,01 ^y c
3	0,84±0,02 ^y b	0,95±0,01 ^x a	0,97±0,01 ^x b
5	1,18±0,02 ^x a	0,88±0,01 ^z b	0,93±0,02 ^y c
7	0,84±0,03 ^y b	0,66±0,02 ^z c	1,00±0,01 ^x a
9	0,84±0,02 ^y b	0,66±0,02 ^z c	0,88±0,04 ^x d

*Bkz Tablo 8. açıklama

6 yaşındaki *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarında toplam fenolik değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımı, günler için püskürtme grubunda, işlemler için ise 1,5,7,9. günlerde göstermiştir.

Tablo 13. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan yaşlı *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarında toplam azot içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	0,77±0,44 ^x b	0,95±0,01 ^x d	0,94±0,05 ^x b
3	1,11±0,09 ^x a	0,73±0,01 ^y a	1,11±0,09 ^x a
5	0,89±0,03 ^x ab	0,88±0,03 ^x b	0,87±0,03 ^x bc
7	0,77±0,01 ^z b	0,93±0,05 ^x a	0,81±0,02 ^y c
9	0,96±0,02 ^x ab	0,82±0,01 ^z c	0,92±0,03 ^y b

*Bkz Tablo 8. açıklama

16 yaşındaki kızılgaç yapraklarında toplam azot değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımı, günler için emdirme grubunda, işlemler için ise 7. ve 9. günde göstermiştir.

Tablo 14. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan *Salix babylonica* yapraklarında toplam fenolik içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	1,00±0,01 ^x a	0,84±0,07 ^y bc	1,03±0,06 ^x b
3	0,93±0,03 ^z b	1,04±0,06 ^y a	1,12±0,01 ^x a
5	1,92±0,00 ^x b	0,80±0,02 ^y c	0,94±0,02 ^x c
7	0,80±0,03 ^y c	0,87±0,03 ^x b	0,90±0,04 ^x c
9	1,00±0,02 ^x a	0,89±0,02 ^y b	1,00±0,07 ^x b

*Bkz Tablo 8. açıklama

Salkım söğüt yapraklarında toplam azot değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımı, günler için emdirme grubunda, işlemler için ise 3. günde göstermiştir

Tablo 15. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan *Corylus avellana* yapraklarında toplam fenolik içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	0,56±0,01 ^y e	0,74±0,02 ^x a	0,54±0,01 ^y c
3	0,69±0,01 ^x d	0,64±0,03 ^y b	0,64±0,01 ^y b
5	0,72±0,02 ^y c	0,55±0,03 ^z c	0,79±0,02 ^x a
7	0,91±0,01 ^x a	0,57±0,02 ^z c	0,75±0,01 ^y a
9	0,82±0,02 ^x b	0,58±0,01 ^y c	0,50±0,01 ^z c

*Bkz Tablo 8. açıklama

Fındık yapraklarında toplam azot değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımı, günler için kontrol grubunda, işlemler için ise 5, 7 ve 9. günlerde göstermiştir

Tablo 16. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan genç *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarında gallotenen içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	0,31±0,00 ^x a	0,27±0,02 ^x ab	0,17±0,02 ^y ab
3	0,24±0,01 ^x bc	0,24±0,00 ^x ab	0,20±0,00 ^y a
5	0,33±0,02 ^x a	0,21±0,06 ^y b	0,15±0,01 ^y bc
7	0,25±0,02 ^x b	0,22±0,01 ^x b	0,13±0,00 ^y c
9	0,28±0,05 ^y c	0,31±0,01 ^x a	0,20±0,02 ^y a

*Bkz Tablo 8. açıklama

6 yaşındaki kızılgaç yapraklarında gallotenen değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımı, günler için püskürtme grubunda, işlemler için ise bütün günlerde göstermiştir.

Tablo 17. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan yaşlı *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarında gallotenen içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	0,40±0,00 ^x a	0,24±0,04 ^y b	0,23±0,01 ^y b
3	0,21±0,00 ^z c	0,26±0,01 ^y ab	0,32±0,00 ^x a
5	0,28±0,07 ^x bc	0,24±0,03 ^x b	0,34±0,03 ^x a
7	0,35±0,02 ^x ab	0,24±0,01 ^x b	0,32±0,06 ^x a
9	0,33±0,02 ^x ab	0,31±0,00 ^x a	0,27±0,02 ^x ab

*Bkz Tablo 8. açıklama

16 yaşındaki kızılgaç yapraklarında gallotenen değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımı, günler için kontrol grubunda, işlemler için ise 3. günde göstermiştir.

Tablo 18. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan *Salix babylonica* yapraklarında gallotenen içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	0,25±0,04 ^y a	0,27±0,01 ^y a	0,40±0,02 ^x ab
3	0,24±0,00 ^z a	0,29±0,02 ^y a	0,42±0,01 ^x a
5	0,23±0,02 ^y a	0,30±0,02 ^{xy} a	0,35±0,04 ^x b
7	0,28±0,04 ^x a	0,29±0,01 ^x a	0,29±0,01 ^x c
9	0,29±0,02 ^x a	0,25±0,07 ^x a	0,36±0,02 ^x b

*Bkz Tablo 8. açıklama

Salkım söğüt yapraklarında gallotanın değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımlı, günler için püskürtme grubunda, işlemler için ise 3.günde göstermiştir.

Tablo 19. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan *Corylus avellana* yapraklarında gallotanın içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	0,22±0,01 ^z b	0,39±0,01 ^x a	0,36±0,00 ^y a
3	0,26±0,03 ^x ab	0,40±0,02 ^x a	0,32±0,12 ^x ab
5	0,26±0,00 ^x a	0,26±0,01 ^x b	0,22±0,00 ^y ab
7	0,29±0,02 ^x a	0,25±0,00 ^y b	0,21±0,00 ^z b
9	0,29±0,02 ^x a	0,28±0,03 ^x b	0,30±0,02 ^x ab

*Bkz Tablo 8. açıklama

Fındık yapraklarında gallotanın değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımlı, günler için tüm işlemlerde, işlemler için ise 1. ve 7. günde göstermiştir.

Tablo.20. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan genç *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarında proantosiyanidin içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	0,21±0,01 ^x a	0,20±0,01 ^x a	0,22±0,01 ^x a
3	0,18±0,01 ^y b	0,20±0,01 ^x a	0,21±0,02 ^x ab
5	0,22±0,02 ^x a	0,16±0,00 ^z c	0,18±0,00 ^y cd
7	0,22±0,02 ^x a	0,19±0,01 ^y b	0,17±0,01 ^y d
9	0,18±0,01 ^z b	0,21±0,00 ^x a	0,19±0,00 ^y bc

*Bkz Tablo 8. açıklama

6 yaşındaki kızılâğaç yapraklarında proantosiyanidin değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımlı, günler için püskürtme grubunda, işlemler için ise 5. ve 9.günde göstermiştir.

Tablo.21. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan yaşlı *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarında proantosiyanidin içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	0,16±0,01 ^z c	0,19±0,01 ^y b	0,20±0,00 ^x a
3	0,17±0,01 ^x bc	0,17±0,00 ^x c	0,17±0,01 ^x b
5	0,19±0,01 ^y a	0,21±0,00 ^x a	0,19±0,01 ^y a
7	0,16±0,00 ^y c	0,21±0,00 ^x a	0,17±0,02 ^y b
9	0,18±0,02 ^y b	0,21±0,01 ^x a	0,16±0,00 ^y b

*Bkz Tablo 8. açıklama

16 yaşındaki kızılâğaç yapraklarında proantosiyanidin değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımlı, günler için kontrol grubunda, işlemler için ise 1. günde göstermiştir.

Tablo.22. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan *Salix babylonica* yapraklarında proantosiyanidin içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	0,14±0,01 ^y c	0,13±0,00 ^z b	0,19±0,00 ^x b
3	0,22±0,00 ^x a	0,12±0,00 ^z b	0,17±0,00 ^y c
5	0,17±0,01 ^x b	0,15±0,01 ^y a	0,16±0,00 ^x c
7	0,20±0,01 ^x a	0,12±0,01 ^y b	0,19±0,00 ^x b
9	0,16±0,00 ^y bc	0,16±0,01 ^y a	0,20±0,02 ^x a

*Bkz Tablo 8. açıklama

Salkım söğüt bitkisinde proantosiyanidin değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımı, günler için kontrol grubunda, işlemler için ise 1. ve 3. günde göstermiştir.

Tablo.23. Değişik besin kalitesine maruz bırakılan *Corylus avellana* yapraklarında proantosiyanidin içeriğinin gübreleme gruplarında günler ve işlemler arası değişimi

Gün	Kontrol	Emdirme	Püskürtme
1	0,11±0,01 ^z d	0,13±0,01 ^y d	0,19±0,01 ^x b
3	0,22±0,01 ^x b	0,15±0,01 ^y c	0,21±0,01 ^x a
5	0,25±0,02 ^x a	0,19±0,00 ^y a	0,21±0,01 ^y a
7	0,24±0,01 ^x ab	0,16±0,00 ^z b	0,18±0,00 ^y b
9	0,15±0,01 ^x c	0,16±0,00 ^x b	0,17±0,01 ^x b

*Bkz Tablo 8. açıklama

Fındık bitkisinde proantosiyanidin değerleri istatistiksel olarak en yüksek ayrımı, günler için kontrol grubunda, işlemler için ise 1. ve 7.günde göstermiştir.

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre gübreleme deney gruplarında günler ve işlemler bazında azot, proanthocyanidin, gallotanen ve toplam fenolik madde miktarları istatistiksel ayırım göstermekle birlikte genellikle larvaların NUE (tablo 24-27) ve AD (şekil 31-42) değerleri bu değerlere paralel değişimler göstermemiştir.

Gübreleme işlem gruplarının ortalama NUE değerleri farklılıkları Tukey HSD ve yine azot, proanthocyanidin, gallotanen ve toplam fenolik içerikleri Duncan ^{a,b} çoklu varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Kontrol, emdirme ve püskürtme gruplarının 5 günlük ortalamalarının farklılıkları Tablo 28-43'te gösterilmiştir.

Tablo 24 Genç *Alnus glutinosa* ssp *glutinosa* bitkisi ile beslenen larvaların gübreleme grupları için NUE homojen alt grup ortalamaları

		Örnek sayısı	Alt grup için Alfa: 0,05
	İŞLEM		1
Tukey HSD	Kontrol	9	22,72
	Emdirme	9	24,02
	Püskürtme	9	24,53
	Önem		0,78

Örnek büyüklüğü (n) = 9

Tablo 25. Yaşlı *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* bitkisi ile beslenen larvaların gübreleme grupları için NUE homojen alt grup ortalamaları

		Örnek sayısı	Alt grup için Alfa: 0,05
	İŞLEM		1
Tukey HSD	Püskürtme	9	20,90
	Kontrol	9	21,27
	Emdirme	9	23,71
	Önem		0,52

Örnek büyüklüğü (n) = 9

Tablo 26. *Salix babylonica* bitkisi ile beslenen larvaların gübreleme grupları için NUE homojen alt grup ortalamaları

		Örnek sayısı	Alt grup için Alfa: 0,05
	İŞLEM		1
Tukey HSD	Kontrol	9	11,92
	Püskürtme	9	12,42
	Emdirme	9	14,86
	Önem		0,28

Örnek büyüklüğü (n) = 9

Tablo 27. *Corylus avellana* bitkisi ile beslenen larvaların gübreleme grupları için NUE homojen alt grup ortalamaları

		Örnek sayısı	Alt grup için Alfa: 0,05
	İŞLEM		1
Tukey HSD	Emdirme	9	12,77
	Püskürtme	9	15,77
	Kontrol	9	16,54
	Önem		0,30

Örnek büyüklüğü (n) = 9 , P = 0,05

Tablo 28. Genç *A.glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarının gübreleme gruplarında azot içeriğinin homojen alt grup ortalamaları

	Örnek sayısı	Alt grup		
İŞLEM		1	2	3
Kontrol	15	4,3720		
Emdirme	15		4,5620	
Püskürtme	15			5,4240
Önem		1,000	1,000	1,000

Kareler ortalaması (hata) = 0,02

örnek büyüklüğü = 27 , P = 0,05.

Tablo 29. *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* (16 yaş) bitkisi gübreleme grupları için yaprak azot içeriği homojen alt grup ortalamaları

	Örnek sayısı	Alt grup		
İŞLEM		1	2	3
Kontrol	15	4,0330		
Emdirme	15		4,3110	
Püskürtme	15			4,6883
Önem		1,000	1,000	1,000

Kareler ortalaması (hata) = 0,08

örnek büyüklüğü = 18, P = 0,05.

Tablo 30. *Salix babylonica* yapraklarının gübreleme gruplarında azot içeriğinin homojen alt grup ortalamaları

	Örnek sayısı	Alt grup		
İŞLEM		1	2	3
Kontrol	15	2,4860		
Emdirme	15		2,8830	
Püskürtme	15			3,7290
Önem		1,000	1,000	1,000

Kareler ortalaması (hata) = 0.08
örnek büyüklüğü = 27 , P = 0,05

Tablo.31. *Corylus avellana* yapraklarının gübreleme gruplarında azot içeriğinin homojen alt grup ortalamaları

	Örnek sayısı	Alt grup	
İŞLEM		1	2
Kontrol	15	2,8630	
Emdirme	15		4,1780
Püskürtme	15		4,3310
Önem		1,000	0,323

Kareler ortalaması (hata) = 0,1
örnek büyüklüğü = 18 , P = 0,05.

Gübreleme deney gruplarında tüm bitkiler için azot içeriğinin üç farklı homojen alt gruba ayrıldığı görülmektedir. Bu grupların önem (significance) değerleri de kontrol dahil olmak üzere "1" olması alt grupların kendi içerisinde farklılık göstermediğini ortaya koymaktadır. Fındıkta emdirme ve püskürtme işlemleri aynı alt grupta yer alarak kontrolden önemli derecede farklılık göstermiştir.

Yaprak azot içeriği tüm bitkilerde, kontrole göre işlem gruplarında belirgin farklılıklar göstermesine karşın, larvaların azot kullanımları işlem gruplarında istatistiksel olarak ayırım göstermemiştir.

Tablo 32. Genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarının gübreleme gruplarında proanthocyanidin içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.

	Örnek sayısı	Alt grup	
İŞLEM		1	2
Püskürtme	15	0,1917	
Emdirme	15	0,1949	0,1949
Kontrol	15		0,2023
Önem		0,407	0,632

Kareler ortalaması (hata) = 0,00
örnek büyüklüğü = 15, P = 0,05

6 yaşındaki kızılâğaçta proanthocyanidin içeriği kontrol grubunda işlem gruplarından daha fazla çıkararak istatistiksel ayırım göstermiştir.

Tablo 33. Yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarının gübreleme gruplarında proanthocyanidin içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.

	Örnek sayısı	Alt grup		
İŞLEM		1	2	3
Kontrol	15	0,1719		
Püskürtme	15		0,1803	
Emdirme	15			0,1984
Önem		1,000	1,000	1,000

Kareler ortalaması (hata) = 0,00
örnek büyüklüğü = 15, P = 0,05

16 yaşındaki kızılâğaçta proanthocyanidin içeriği, emdirme grubunda diğer gruplardan fazla çıkararak istatistiksel ayırım göstermiştir.

Tablo 34. *Salix babylonica* yapraklarının gübreleme gruplarında proanthocyanidin içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.

	Örnek sayısı	Alt grup		
İŞLEM		1	2	3
Emdirme	15	0,1357		
Püskürtme	15		0,1767	
Kontrol	15			0,1827
Önem		1,000	1,000	1,000

Kareler ortalaması (hata) = 0,0000
örnek büyüklüğü = 15, P = 0,05

Salkım söğütte proanthocyanidin içeriği püskürtme ve kontrol grubunda emdirme grubundan fazla tespit edilmiştir.

Tablo. 35. *Corylus avellana* yapraklarının gübreleme gruplarında proanthocyanidin içeriğinin homojen alt grup ortalamaları

	Örnek sayısı	Alt grup	
MUAMELE		1	2
Emdirme	15	0,1603	
Kontrol	15	0,1938	0,1938
Püskürtme	15		0,2354
Önem		0,343	0,241

Kareler ortalaması (hata) = 0,00
örnek büyüklüğü =15, P = 0,05

Fındıkta ise kontrol grubu iki ayrı homojen alt grupta yer almış ve “0.2” lik önem derecesiyle püskürtme grubu ile önem derecesi “0.3” olan emdirme grubundan daha fazla farklılık göstermiştir.

Tablo 36. Genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarının gübreleme gruplarında için gallotanen içeriğinin homojen alt grup ortalamaları

	Örnek sayısı	Alt grup	
İŞLEM		1	2
Püskürtme	10	0,1777	
Emdirme	10		0,2485
Kontrol	10		0,2670
Önem		1,000	0,052

Kareler ortalaması (hata) =0,0004
örnek büyüklüğü = 15 , P = 0,05

6 yaşındaki kızılâğaç gallotanen içeriği bakımından emdirme ve püskürtme gruplarında kontrolden düşük değerler vermiştir.

Tablo 37. *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaşlı yapraklarının gübreleme gruplarında gallotanen içeriğini homojen alt grup ortalamaları

	Örnek sayısı	Alt grup	
İŞLEM		1	2
Emdirme	10	0,2415	
Kontrol	10		0,2971
Püskürtme	10		0,3126
Önem		1,000	0,271

Kareler ortalaması (hata) =0,0007
örnek büyüklüğü = 15, P = 0,05

Gallotanen içeriği bakımından 16 yaşındaki kızılâğaç püskürtme grubunda kontrolden çok emdirme grubunda ise düşük değerler almıştır. Gallotanen içeriğinin yapraktan alınan azot ile artış gösterdiği düşünülebilir.

Tablo 38. *Salix babylonica* yapraklarının gübreleme gruplarında gallotenen içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.

	Örnek sayısı	Alt grup	
İŞLEM		1	2
Kontrol	10	0,2586	
Emdirme	10	0,2780	
Püskürtme	10		0,3637
Önem		0,160	1,000

Kareler ortalaması (hata) = 0,001
örnek büyüklüğü = 10, P = 0,05

Gallotenen içeriği salkım söğütte gübreleme muamelesiyle artış göstermiş olması dikkat çekicidir. Özellikle püskürtme grubunda yapraktan alınan azot ile gallotenen miktarının önemli bir artış gösterdiği söylenebilir,

Tablo 39. *Corylus avellana* yapraklarının gübreleme gruplarında gallotenen içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.

	Örnek sayısı	Alt grup	
İŞLEM		1	2
Kontrol	10	0,2628	
Püskürtme	10	0,2821	0,2821
Emdirme	10		0,3146
Önem		0,068	0,197

Kareler ortalaması (hata) = 0,001
örnek büyüklüğü = 10, P = 0,05

Fındıkta da gallotenen miktarı gübreleme işlemiyle artış göstermiş olup püskürtme işlemi ortalama olarak kontrol grubuna yakın bir değer almıştır. Ancak önem derecesinin “0.06” olması püskürtme ile kontrol grubu arasında da dikkate değer bir farklılık olduğunu göstermektedir.

Tablo. 40. Genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarının gübreleme gruplarında toplam fenolik içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.

	Örnek sayısı	Alt grup		
İŞLEM		1	2	3
Emdirme	20	0,7711		
Püskürtme	20		0,9435	
Kontrol	20			0,9653
Önem		1,000	1,000	1,000

Kareler ortalaması (hata) = 0,01

örnek büyüklüğü = 20, P = 0,05

Toplam fenolik içeriği 6 yaşındaki kızılâğaç işlem gruplarında kontrolden daha düşük bulunmuştur. Bu bitkinin azot alımının, fenolik kompozisyonunu toplam düzeyde azalttığı düşünülebilir.

Tablo 41. Yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yapraklarının gübreleme gruplarında toplam fenolik içeriğinin homojen alt grup ortalamaları.

	Örnek sayısı	Alt grup	
İŞLEM		1	2
Emdirme	20	0,8634	
Kontrol	20	0,9008	0,9008
Püskürtme	20		0,9326
Önem		1,000	0,846

Kareler ortalaması (hata) = 0,008

örnek büyüklüğü = 20, P = 0,05

Toplam fenolik içeriği 16 yaşındaki kızılâğaçta emdirme grubunda kontrolden daha düşük bulunmuştur. Bu bitkinin azot alım şeklinin, fenolik kompozisyonunu toplam düzeyde etkilediği düşünülebilir. Çünkü kontrol grubunun püskürtme grubuna çok yakın (0,84) ve emdirme grubundan da fazla olması, azotun püskürtme yoluyla daha hızlı kullanıldığını düşündürülebilir.

Tablo 42. *Salix babylonica* bitkisi gübreleme grupları için toplam fenolik içeriği homojen alt grup ortalamaları.

	Örnek sayısı	Alt grup		
MUAMELE		1	2	3
Emdirme	20	0,8889		
Kontrol	20		0,9301	
Püskürtme	20			0,9974
Önem		1,000	1,000	1,000

Kareler ortalaması (hata) = 0,0008
örnek büyüklüğü = 20, P = 0,05

Toplam fenolik içeriği salkım söğütte emdirme grubunda kontrolden daha düşük bulunmuştur. Bu bitkinin azot alım şeklinin, bitki yapraklarındaki fenolik kompozisyonunu toplam düzeyde etkilediği düşünülebilir. Çünkü kontrol grubunun püskürtme ve emdirme grubundan önemli derecede farklı çıkması dikkat çekicidir.

Tablo 43. *Corylus avellana* L. bitkisi gübreleme grupları için yaprak toplam fenolik içeriği homojen altgrup ortalamaları.

	Örnek sayısı	Alt grup		
MUAMELE		1	2	3
Emdirme	20	0,6168		
Püskürtme	20		0,6441	
Kontrol	20			0,7406
Önem		1,000	1,000	1,000

Kareler ortalaması (hata) = 0,0004
örnek büyüklüğü = 20, P = 0,05

Toplam fenolik içeriği fındıkta emdirme ve püskürtme grubunda kontrolden daha düşük bulunmuştur, bitki yapraklarındaki fenolik kompozisyonunun, azot alımından toplam düzeyde etkilediği düşünülebilir.

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre gübreleme deney gruplarında özellikle azot miktarının, çalışmada kullanılan bütün bitki türlerinde kontrole göre işlemde anlamlı düzeyde fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu artış işlem grupları içinde püskürtme grubunda emdirme grubuna oranla daha fazla olmuştur.

Proanthocyanidin miktarının ise gübreleme gruplarında yaşlı kızılğaç dışında işlem gruplarında kontrolden daha az olduğu tespit edilmiştir. Gallotanen miktarı da genç kızılğaçta kontrol grubunda işlem gruplarına oranla fazla çıkmıştır. Salkım söğüt ve fındıkta bu durumun aksine işlem gruplarında kontrolden fazla gallotanen tespit edilmiştir. Yaşlı kızılğaçta ise kontrol grubunda püskürtme grubuna oranla az, emdirme grubuna oranla daha fazla gallotanen tespit edilmiştir.

Toplam fenolik içeriği genç kızılğaç ve fındıkta kontrol grubunda işlem gruplarına oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Bu durumun aksine yaşlı kızılğaç ve salkımın söğütte kontrol grubu, püskürtme grubuna oranla daha az, emdirme grubuna oranla daha fazla toplam fenolik içeriğine sahiptir. Sonuç olarak çalışmada kullanılan bitki türlerinde toplam fenolik kompozisyonunun işlem gruplarında kontrolden daha az olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 44. Genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak azot içeriğinin gün, işlem gün - muamele arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem.
Düzeltilme faktörü	8,793	14	0,623	23,631	0,000
Aralık	687,174	1	687,174	24173,565	0,000
İşlem	6,286	2	3,143	110,568	0,000
Gün	1,501	4	0,375	13,198	0,000
İşlem * Gün	1,006	8	0,126	4,425	0,006
Hata	0,426	15	0,02		
Toplam	696,394	30			
Toplam düzeltme	9,220	29			

$R^2 = 0,954$

Toplam azot içeriği, 16 yaşındaki kızılğaçta, önem derecelerinin “0” olmasından dolayı günler arası, işlemler arası ve gün-işlem arasında önemli farklılıklar göstermiştir.

Tablo.45.Yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak azot içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	6,725	14	0,480	3,830	0,07
Aralık	548,696	1	548,696	4374,174	0,000
Muamele	1,044	2	0,522	4,160	0,037
Gün	0,741	4	0,185	1,478	0,258
Muamele * Gün	4,940	8	0,618	4,923	0,004
Hata	1,882	15	0,125		
Toplam	557,303	30			
Toplam düzeltme	8,607	29			

$$R^2 = 0,781$$

Toplam azot içeriği, 16 yaşındaki kızılâğaçta, önem derecelerinin çok düşük (P= 0,03 ve 0,00) olmasından dolayı, işlemler arası ve gün- işlem arasında önemli farklılıklar göstermiş olup, günler arasında “0.25” olması , farklılık düzeyinin günler arasında, diğer etkileşimlere göre daha düşük olduğunu göstermektedir.

Tablo 46. *Salix babylonica* yaprak azot içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	8,738	14	0,624	8,156	0,000
Aralık	282,011	1	282,011	3685,130	0,000
İşlem	7,035	2	3,517	45,962	0,000
Gün	0,258	4	0,064	0,841	0,520
İşlem * Gün	1,446	8	0,181	2,361	0,072
Hata	1,148	15	0,076		
Toplam	291,896	30			
Toplam düzeltme	9,886	29			

$$R^2 = 0,884$$

Toplam azot içeriği, salkım söğütte, önem derecesinin çok düşük (0) olmasından dolayı, işlemler arasında önemli farklılıklar göstermiş olup, günler arasında “0.52” olması farklılık düzeyinin günler düşük, ancak işlem-gün etkileşiminde (0.07) daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 47. *Corylus avellana* yaprak azot içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	15,252	14	1,089	9,719	0,000
Aralık	431,075	1	431,075	3845,676	0,000
İşlem	13,026	2	6,513	58,101	0,000
Gün	0,448	4	0,112	0,998	0,439
İşlem * Gün	1,779	8	0,222	1,984	0,120
Hata	1,681	15	0,112		
Toplam	448,008	30			
Toplam düzeltme	16,934	29			

$R^2 = 0,901$

Toplam azot içeriği fındıkta, önem derecesinin çok düşük (0) olmasından dolayı, işlemler arasında önemli farklılıklar göstermiş olup, günler arasında “0.43” olması , farklılık düzeyinin günler arasında düşük, ancak işlem-gün etkileşiminde (0.12) günlere oranla daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 48. Genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak proanthocyanidin içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA– Duncan^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	0,015	14	0,001	10,175	0,000
Aralık	1,734	1	1,734	15988,436	0,000
İşlem	0,000	2	0,000	4,033	0,028
Gün	0,01	4	0,000	7,622	0,000
İşlem * Gün	0,01	8	0,001	12,988	0,000
Hata	0,003	30	0,000		
Toplam	1,753	45			
Toplam düzeltme	0,01	44			

$R^2 = 0,745$

Proanthocyanidin içeriği 6 yaşındaki kızılâğaçta, önem derecesinin çok düşük (0) olmasından dolayı, günler arasında ve gün-işlem arasında önemli farklılıklar göstermiş

olup, yine önem derecesinin işlemler arasında yaklaşık “0.3” olması, farklılık düzeyinin işlemler arasında daha düşük olduğunu göstermektedir.

Tablo 49. Yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak proanthocyanidin içeriğinin, gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	0,015	14	0,001	17,090	0,000
Aralık	1,516	1	2,641	41275,690	0,000
İşlem	0,005	2	0,004	63,490	0,000
Gün	0,004	4	0,000	15,504	0,000
İşlem * Gün	0,006	8	0,000	12,083	0,000
Hata	0,002	30	0,000		
Toplam	1,534	45			
Toplam düzeltme	0,018	44			

$R^2 = 0,954$

Proanthocyanidin içeriği 6 yaşındaki kızılâğaçta, önem derecesinin çok düşük (sig=0) olmasından dolayı, işlemler, günler ve gün-işlem arasında önemli farklılıklar göstermiştir.

Tablo 50. *Salix babylonica* yaprak proanthocyanidin içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	0,03	14	0,002	71,108	0,000
Aralık	1,225	1	1,225	31601,992	0,000
İşlem	0,01	2	0,009	253,565	0,000
Gün	0,002	4	0,000	16,350	0,000
İşlem * Gün	0,01	8	0,002	52,872	0,000
Hata	0,001	30	0,000		
Toplam	1,265	45			
Toplam düzeltme	0,03	44			

$R^2 = 0,971$

Proanthocyanidin içeriği *Salix babylonica* bitkisinde, önem derecesinin çok düşük (0) olmasından dolayı, işlemler, günler ve gün-işlem arasında önemli farklılıklar göstermiştir.

Tablo 51. *Corylus avellana* yaprak proanthocyanidin içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	0,186	14	0,013	1,467	0,184
Aralık	1,738	1	1,738	191,846	0,000
İşlem	0,04	2	0,012	2,342	0,113
Gün	0,04	4	0,001	1,208	0,328
İşlem * Gün	0,09	8	0,001	1,377	0,246
Hata	0,272	30	0,000		
Toplam	2,195	45			
Toplam düzeltilme	0,458	44			

$$R^2 = 0,406$$

Proanthocyanidin içeriği fındıkta, önem derecesinin düşük (0.11) olmasından dolayı, işlemler arasında farklılıklar göstermiş olup, günler arasında “0.32” olması , farklılık düzeyinin işlemlere oranla günler arasında düşük, işlem-gün arasında (0.24) günlere oranla daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 52. Genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak gallotenen içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	0,009	14	0,006	17,965	0,000
Aralık	1,557	1	1,557	4042,198	0,000
İşlem	0,005	2	0,002	72,094	0,000
Gün	0,000	4	0,000	4,955	0,010
İşlem * Gün	0,003	8	0,000	10,937	0,000
Hata	0,000	15	0,000		
Toplam	1,659	30			
Toplam düzeltilme	,103	29			

$$R^2 = 0,944$$

Gallotenen içeriği 6 yaşındaki kızılgağaçta, önem derecesinin çok düşük (0) olmasından dolayı, işlemler, günler ve gün-işlem arasında önemli farklılıklar göstermiştir.

Tablo 53. Yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak gallotenen içeriğinin, gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	0,007 ^a	14	0,000	6,165	0,01
Aralık	2,522	1	2,522	2744,645	0,00
İşlem	0,001	2	0,00	7,884	0,05
Gün	0,00	4	0,000	1,870	0,168
İşlem * Gün	0,005	8	0,000	7,883	0,000
Hata	0,001	15	0,000		
Toplam	2,616	30			
Toplam düzeltme	0,009	29			

$$R^2 = 0,852$$

Gallotenen içeriği 16 yaşındaki *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* bitkisinde, önem derecesinin çok düşük (0,05 ve 0,00) olmasından dolayı, işlemler ve gün-işlem arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Günler arasında ise farklılık derecesi (0,16) olmasından dolayı işlemler ve gün-işlem'den daha düşüktür.

Tablo 54. *Salix babylonica* yaprak gallotenen içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	0,009 ^a	14	0,000	7,590	0,000
Aralık	2,702	1	2,702	3135,430	0,000
İşlem	0,006	2	0,003	36,298	0,000
Gün	0,00	4	0,000	1,048	0,416
İşlem * Gün	0,002	8	0,000	3,684	0,014
Hata	0,001	15	0,000		
Toplam	2,806	30			
Toplam düzeltme	0,104	29			

$$R^2 = 0,876$$

Gallotenen içeriği salkım söğütte, önem derecesinin çok düşük (0) olmasından dolayı, işlemler arasında önemli farklılıklar göstermiş olup, günler arasında “0.41” olması , farklılık düzeyinin günler arasında düşük, işlem-gün arasında (0.01) da yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 55. *Corylus avellana* yaprak gallotanen içeriği gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	0,101 ^a	14	0,007	6,049	0,01
Aralık	2,462	1	2,462	2064,385	0,00
İşlem	0,003	2	0,000	5,745	0,014
Gün	0,003	4	0,000	7,728	0,001
İşlem * Gün	0,005	8	0,000	5,285	0,003
Hata	0,001	15	0,000		
Toplam	2,581	30			
Toplam düzeltme	0,119	29			

$R^2 = 0,850$

Gallotanen içeriği fındıkta, önem derecesinin çok düşük ($P \approx 0$) olmasından dolayı, işlemler, günler ve gün-işlem arasında önemli farklılıklar göstermiştir.

Tablo 56. Genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak toplam fenolik içeriği, gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	1,250 ^a	14	0,008	109,235	0,000
Aralık	47,874	1	47,874	58583,835	0,000
İşlem	0,453	2	0,226	277,011	0,000
Gün	0,311	4	0,007	95,048	0,000
İşlem * Gün	0,486	8	0,006	74,385	0,000
Hata	0,003	45	0,000		
Toplam	49,160	60			
Toplam düzeltme	1,286	59			

$R^2 = 0,971$

Toplam fenolik içeriği 6 yaşındaki kızılgağaçta, önem derecesinin çok düşük (0) olmasından dolayı, işlemler, günler ve gün-işlem arasında önemli farklılıklar göstermiştir.

Tablo 57. Yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak toplam fenolik içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	0,702 ^a	14	0,04	3,423	0,01
Aralık	48,483	1	87,936	3307,509	0,000
İşlem	0,004	2	0,04	1,639	0,205
Gün	0,137	4	0,03	2,334	0,070
İşlem * Gün	0,518	8	0,05	4,413	0,01
Hata	0,660	45	0,008		
Toplam	49,845	60			
Toplam düzeltme	1,362	59			

$R^2=0,516$

Toplam fenolik içeriği 16 yaşındaki kızılâğaçta, önem derecesinin çok düşük (0.01) olmasından dolayı, gün-işlem arasında önemli farklılıklar göstermiştir.

Tablo 58. *Salix babylonica* yaprak toplam fenolik içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	0,459 ^a	14	0,003	32,327	0,000
Aralık	52,879	1	52,879	52194,807	0,000
İşlem	0,120	2	0,006	59,270	0,000
Gün	0,213	4	0,005	52,542	0,000
İşlem * Gün	0,125	8	0,001	15,483	0,000
Hata	0,004	45	0,000		
Toplam	53,383	60			
Toplam düzeltme	0,504	59			

$R^2 = 0,910$

Toplam fenolik içeriği salkım söğütte, önem derecesinin çok düşük (0) olmasından dolayı, işlemler, günler ve gün-işlem arasında önemli farklılıklar göstermiştir.

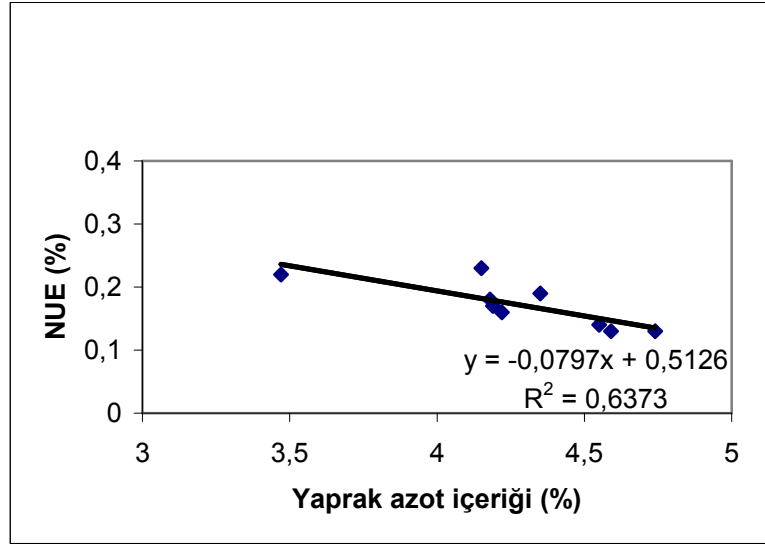
Tablo 59. *Corylus avellana* yaprak toplam fenolik içeriğinin gün, işlem, gün-işlem arasındaki ilişkisi (ANOVA – Duncan ^{a,b})

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem
Düzeltilme faktörü	0,785	14	0,005	86,716	0,000
Aralık	26,707	1	26,707	41287,642	0,000
İşlem	0,169	2	0,008	131,001	0,000
Gün	0,118	4	0,002	45,797	0,000
İşlem * Gün	0,497	8	0,006	96,105	0,000
Hata	0,002	45	0,000		
Toplam	27,521	60			
Toplam düzeltme	0,814	59			

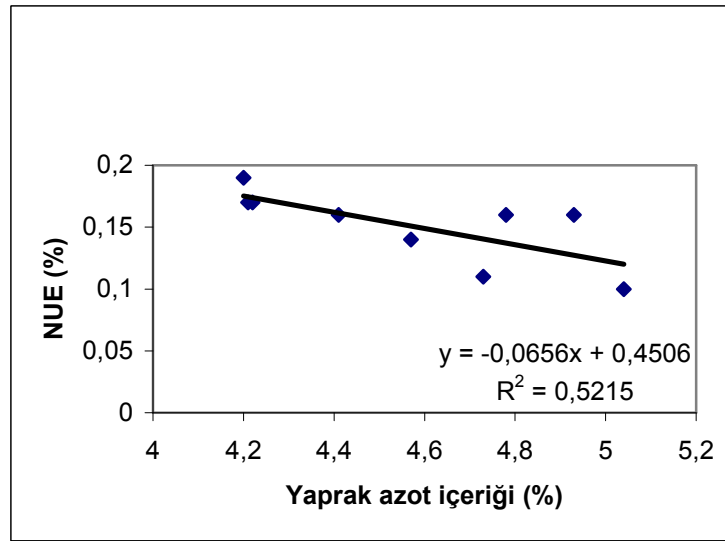
$R^2 = 0,964$

Toplam fenolik madde içeriği fındıkta, önem derecesinin çok düşük (0) olmasından dolayı, işlemler, günler ve gün-işlem arasında önemli farklılıklar göstermiştir.

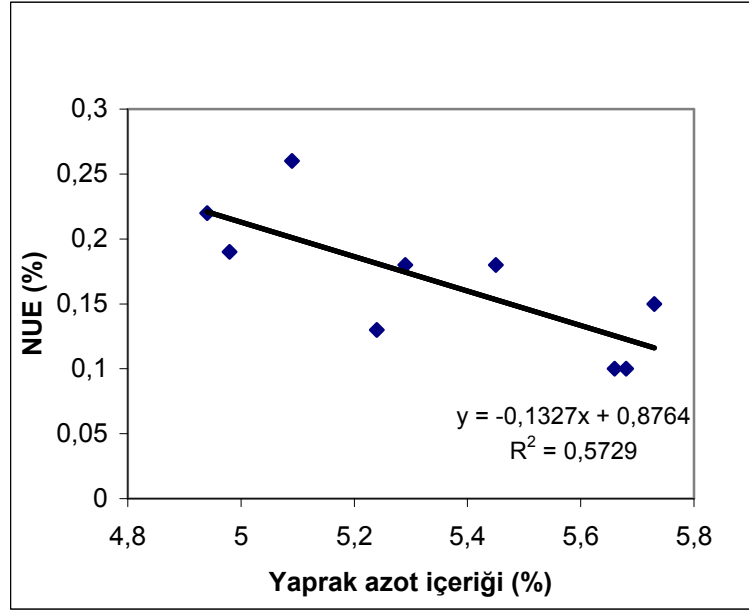
A. alni larvalarının azot kullanım özelliklerini anlayabilmek amacıyla yaparak azot içeriği ve larva azot kullanım verimi arasında linear regresyon analizi uygulanmıştır. Regresyon analiz sonuçları Şekil 20-31 de verilmiştir.



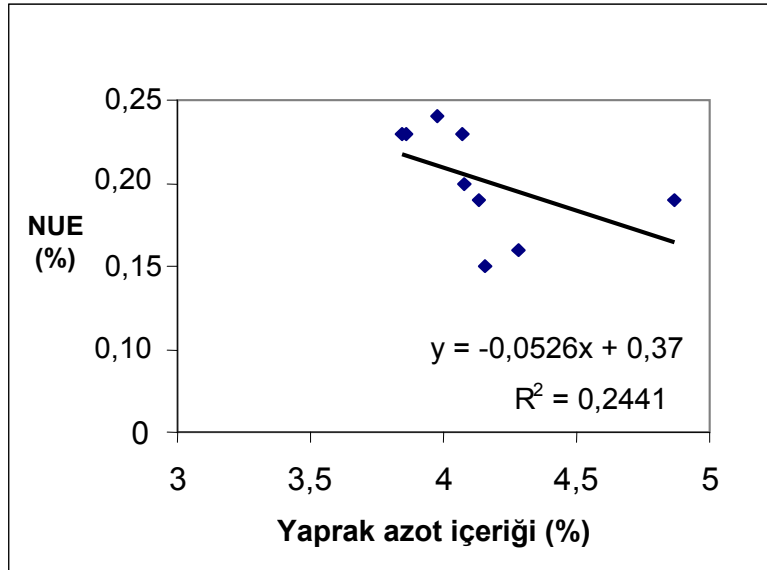
Şekil 20. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak azot içeriği (kontrol) ile larvaların NUE değeri arasındaki ilişki



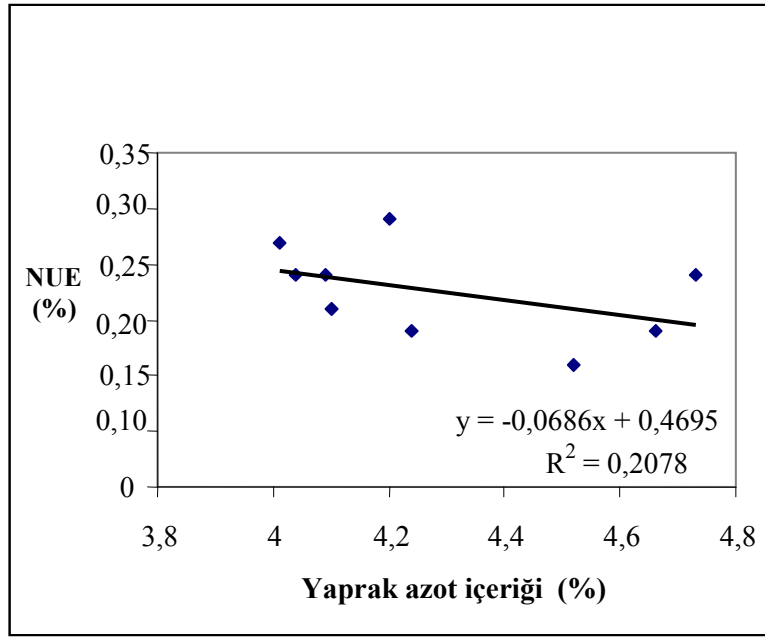
Şekil 21. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak azot içeriği (emdirme) ile larvaların NUE değeri arasındaki ilişki



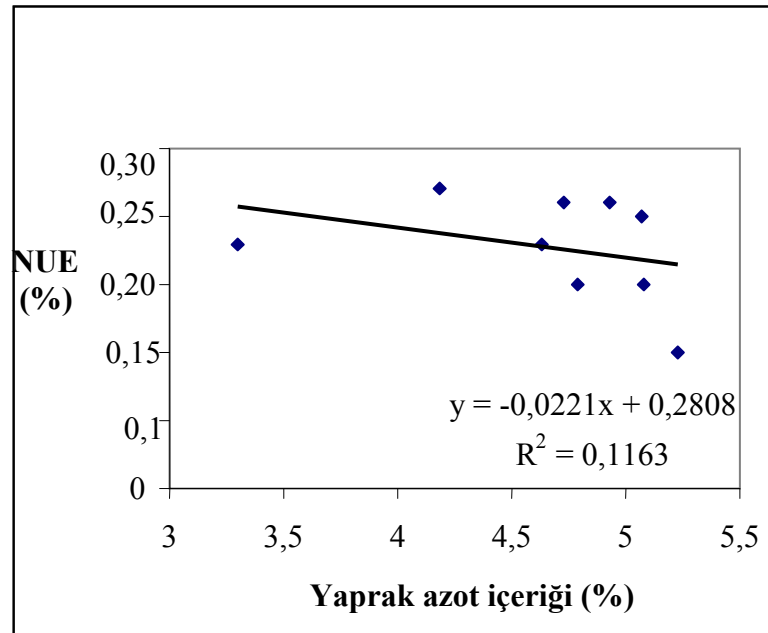
Şekil. 22. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak azot içeriği (püskürtme) ile larvaların NUE değeri arasındaki ilişki



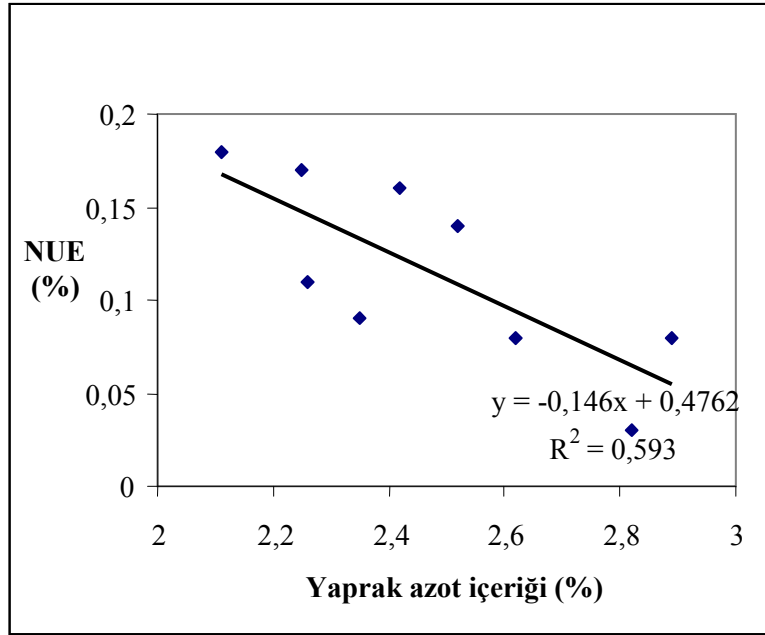
Şekil.23. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak azot içeriği (kontrol) ile larvaların NUE değeri arasındaki ilişki



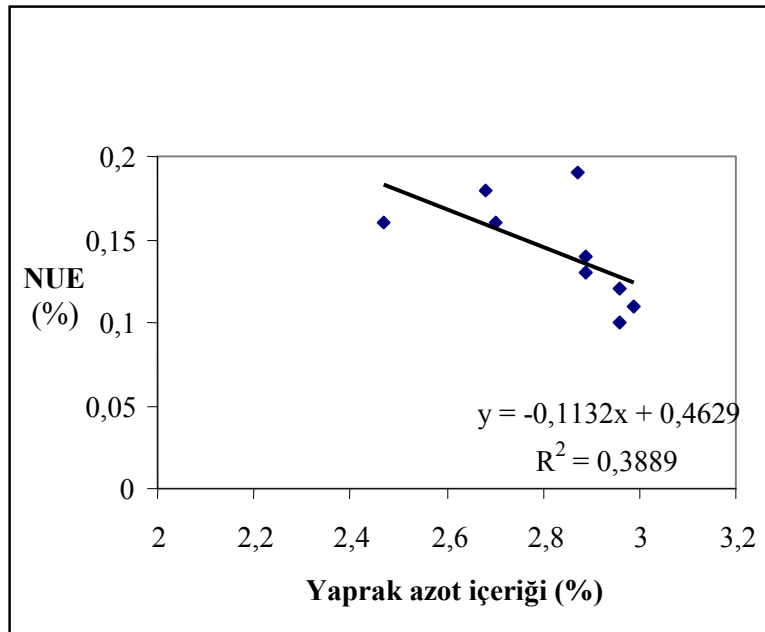
Şekil.24. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak azot içeriği (emdirme) ile larvaların NUE değeri arasındaki ilişki



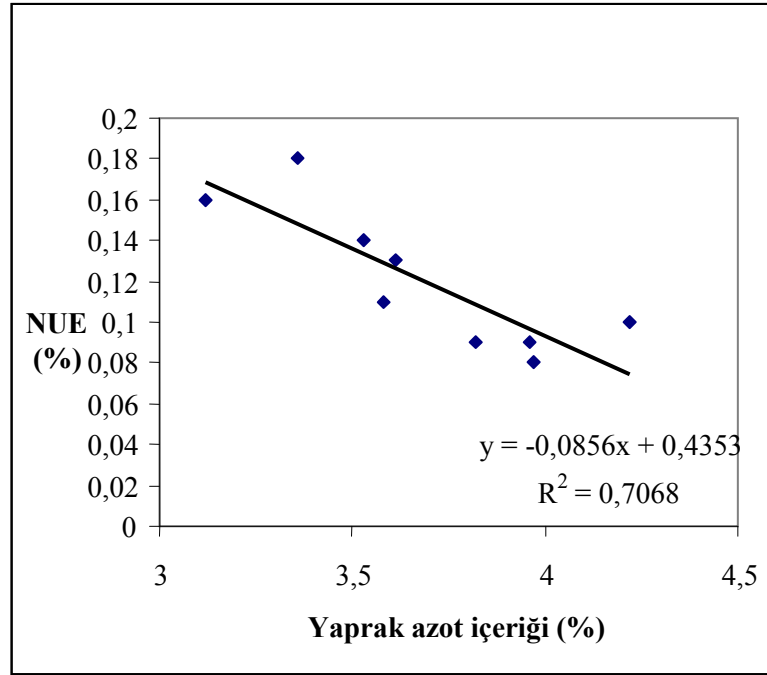
Şekil.25. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak azot içeriği (püskürtme) ile larvaların NUE değeri arasındaki ilişki



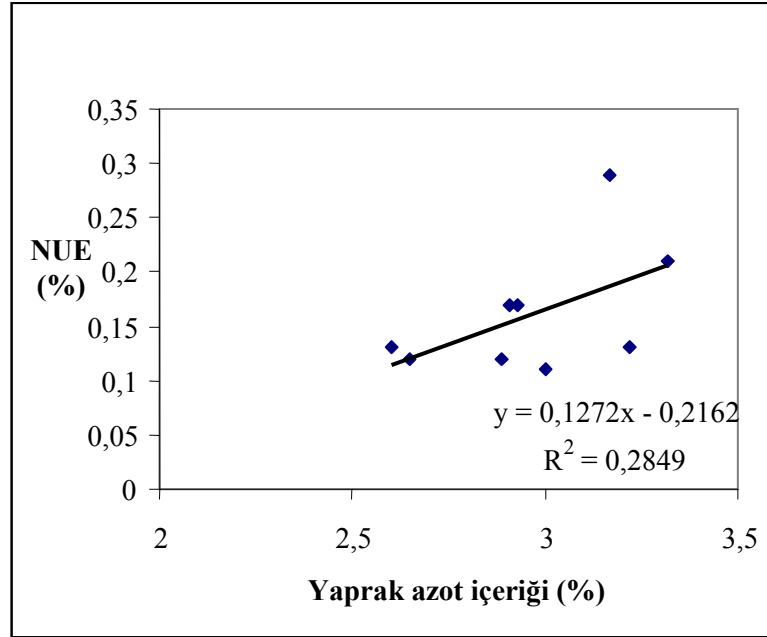
Şekil.26. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Salix babylonica* yaprak azot içeriği (kontrol) ile larvaların NUE değeri arasındaki ilişki



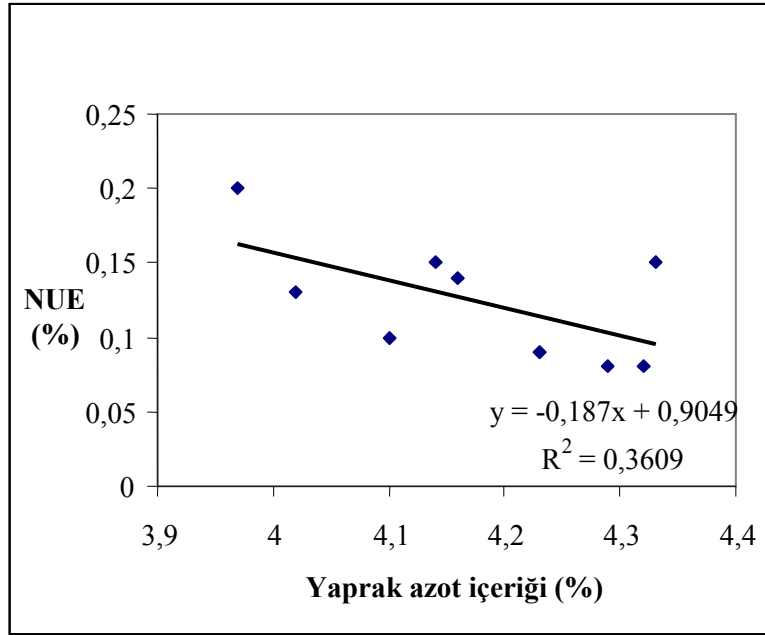
Şekil.27. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Salix babylonica* yaprak azot içeriği (emdirme) ile larvaların NUE değeri arasındaki ilişki



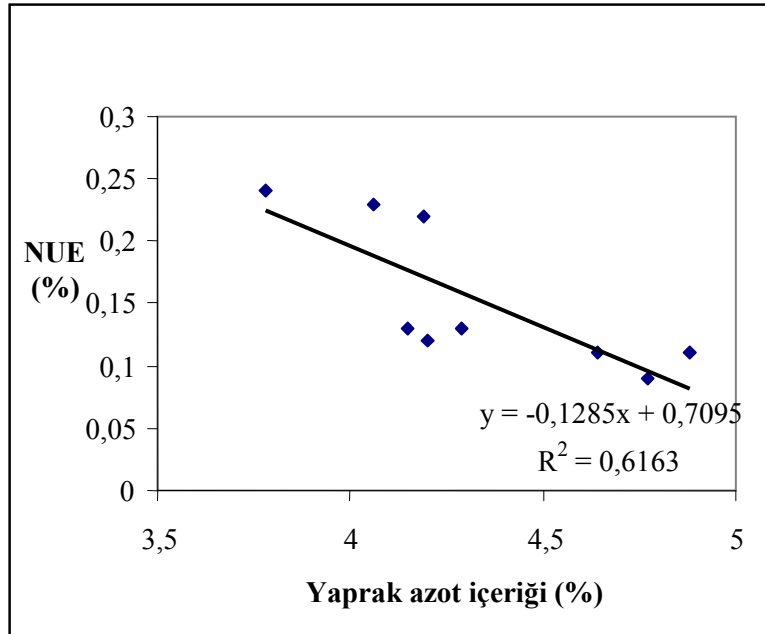
Şekil. 28. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Salix babylonica* yaprak azot içeriği (püskürtme) ile larvaların NUE değeri arasındaki ilişki



Şekil. 29. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Corylus avellana* yaprak azot içeriği (kontrol) ile larvaların NUE değeri arasındaki ilişki



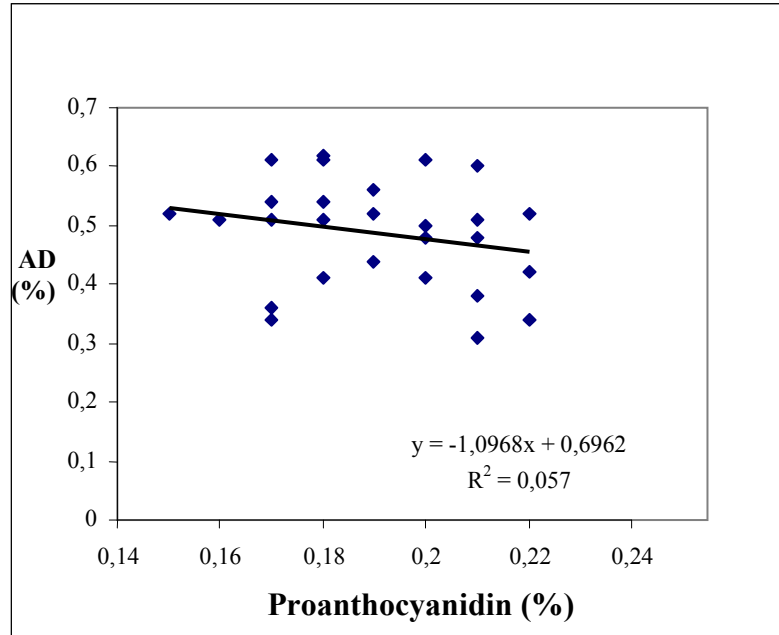
Şekil. 30. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Corylus avellana* yaprak azot içeriği (emdirme) ile larvaların NUE değeri arasındaki ilişki



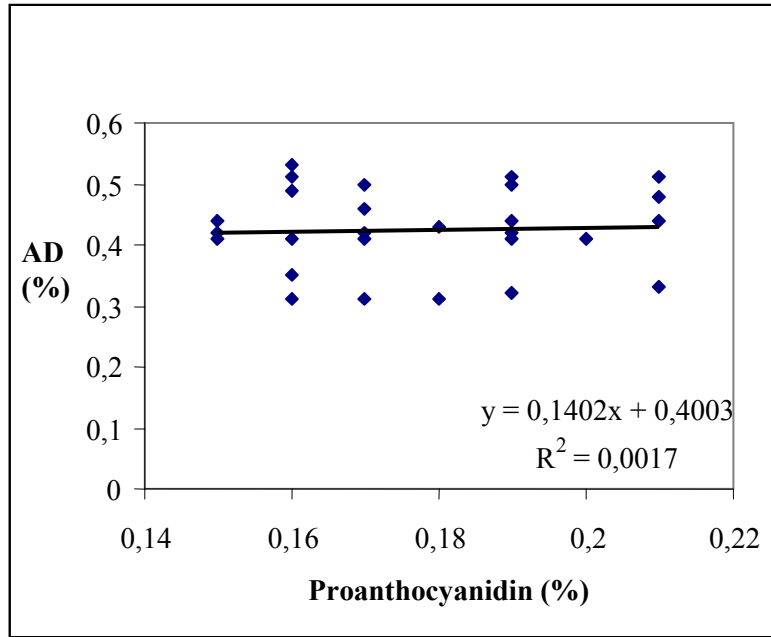
Şekil. 31. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Corylus avellana* yaprak azot içeriği (püskürtme) ile larvaların NUE değeri arasındaki ilişki

Regresyon analiz sonuçları tüm işlem gruplarında genel olarak larvaların azot kullanımını sınırladığını göstermektedir. Çünkü fındık kontrol grubu hariç, larvaların azot kullanımını yaprak azot içeriğindeki artışa paralel olarak azalma göstermektedir. Fakat bu sınırlamanın derecesi çalışmada kullanılan bitki türleri arasında hatta aynı türün genç ve yaşlı bireyleri arasında bile değişmektedir. Genç kızılgaç yaprakları ile beslenen larvaların azot kullanımının daha yaşlı kızılgaç yapraklarına oranla daha sınırlı olduğu görülmektedir (Şekil 20-31).

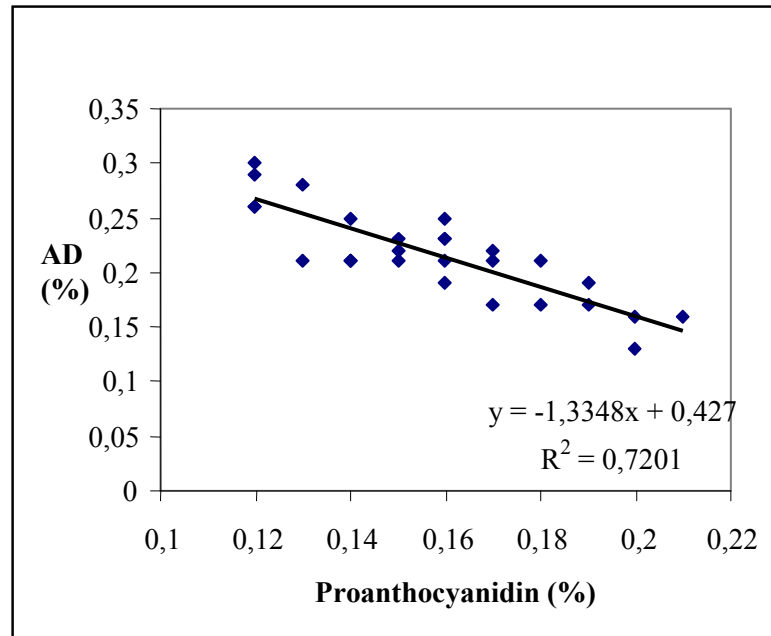
Çalışmada kullanılan bitki türlerindeki mevcut olan ve larva sindirim metabolizmasını olumsuz etkilemesi muhtemel sekonder kimyasalların, larvaların yaklaşık sindirilebilirlik değerlerine etkisi linear regresyon analizi ile incelenmiştir. Regresyon analiz sonuçları (Şekil 32-43) de verilmiştir.



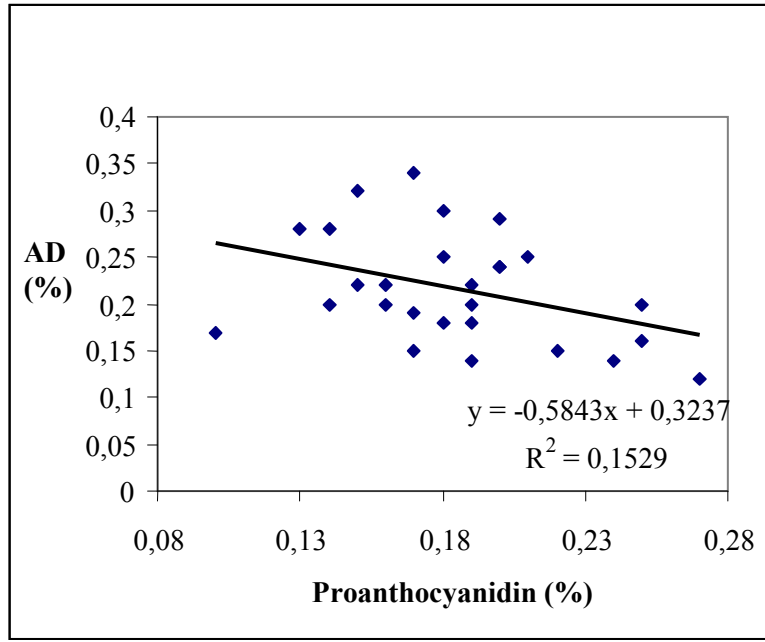
Şekil 32. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak proanthocyanidin içeriği ile larvaların AD değeri arasındaki ilişki.



Şekil. 33. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak proanthocyanidin içeriği ile larvaların AD değeri arasındaki ilişki.

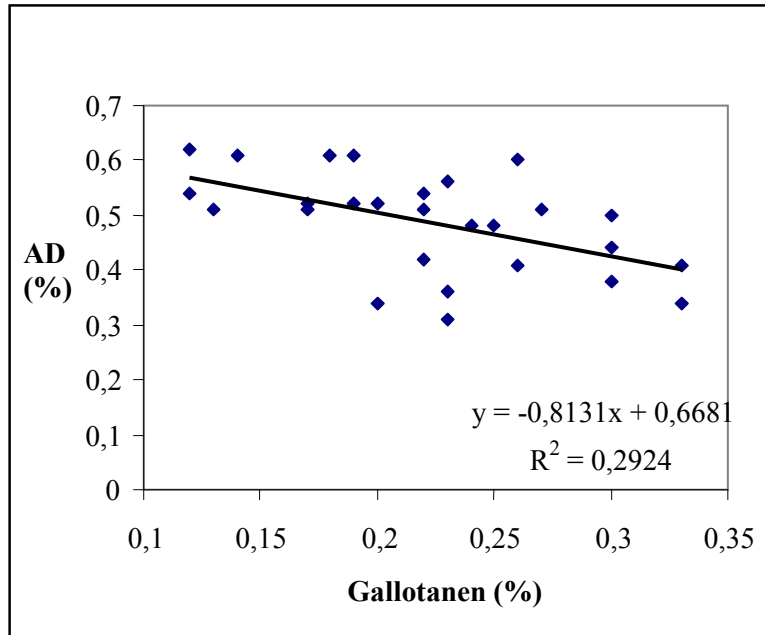


Şekil. 34. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Salix babylonica* yaprak proanthocyanidin içeriği ile larvaların AD değeri arasındaki ilişki.

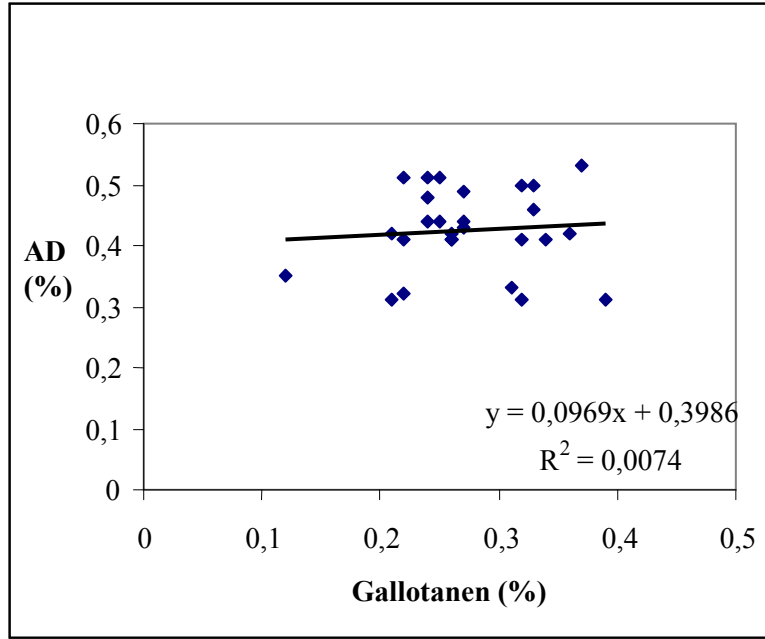


Şekil 35. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Corylus avellana* yaprak proanthocyanidin içeriği ile larvaların AD değeri arasındaki ilişki.

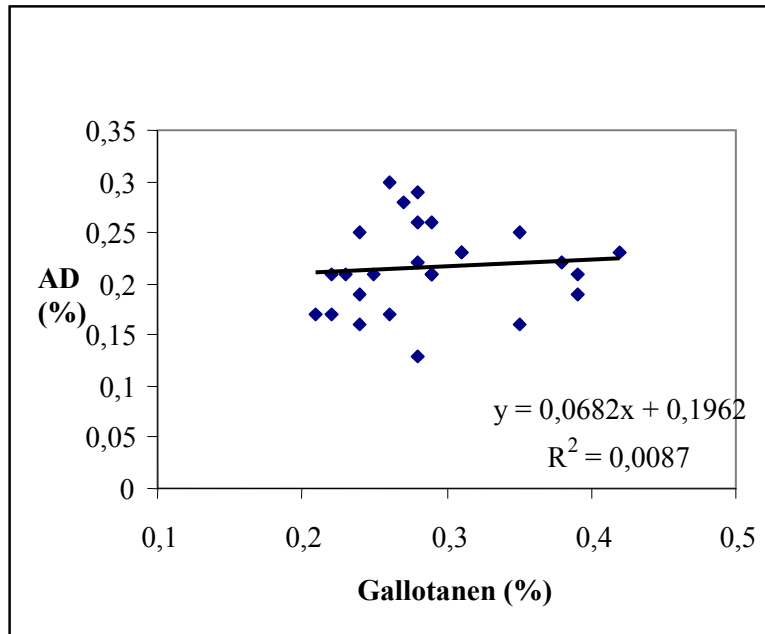
Larvaların AD değerleri ile fındık ve 6 yaşındaki kızılgaç yaprak proanthocyanidin içeriği arasında negatif yönde çok zayıf bir ilişki belirlenirken, korelasyon katsayısının salkım söğütte diğer bitkilerle beslenen larvalardan yüksek çıkması dikkat çekmektedir. Ayrıca *A. alni* larvalarının sindirim etkinliğinin de 16 yaşındaki kızılgaç yaprak proanthocyanidin içeriğinden etkilenmediği söylenebilir (Şekil 32-35).



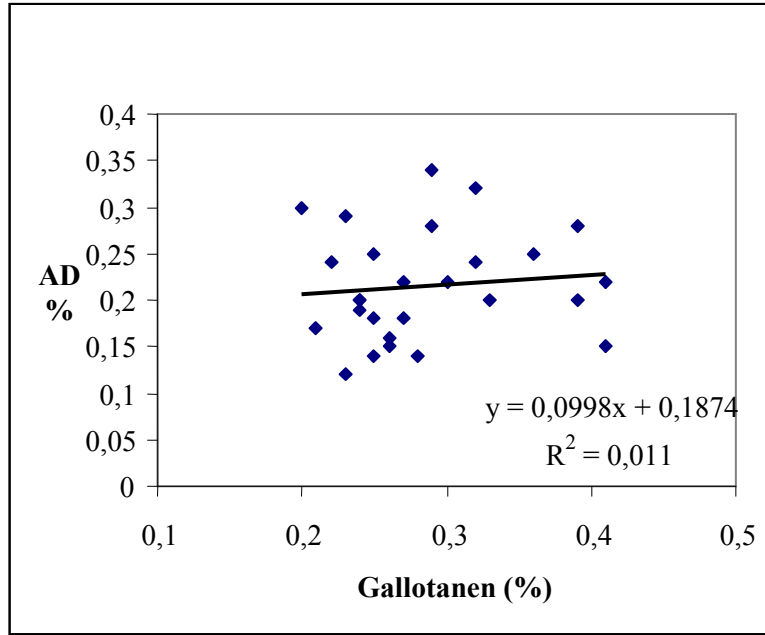
Şekil 36. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak gallotanen içeriği ile larvaların AD değeri arasındaki ilişki.



Şekil 37. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak gallotanen içeriği ile larvaların AD değeri arasındaki ilişki.

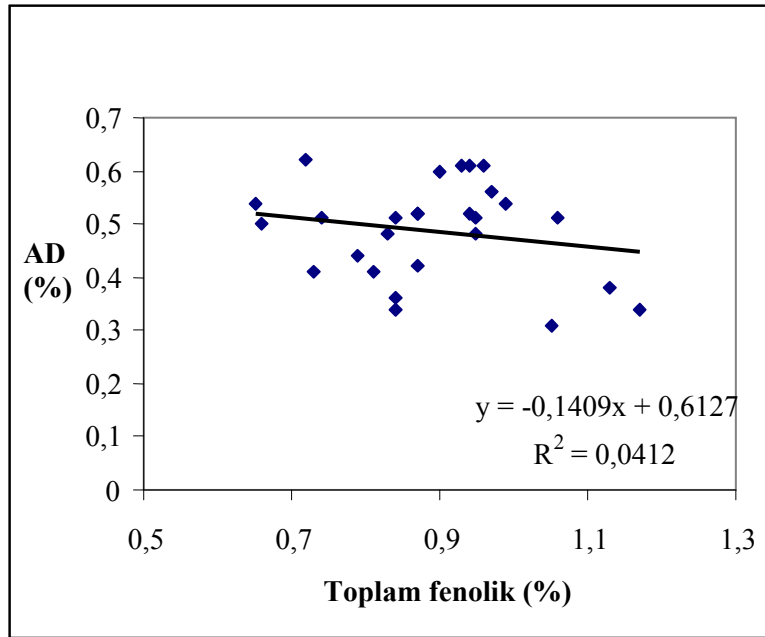


Şekil 38. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Salix babylonica* yaprak gallotanen içeriği ile larvaların AD değeri arasındaki ilişki.

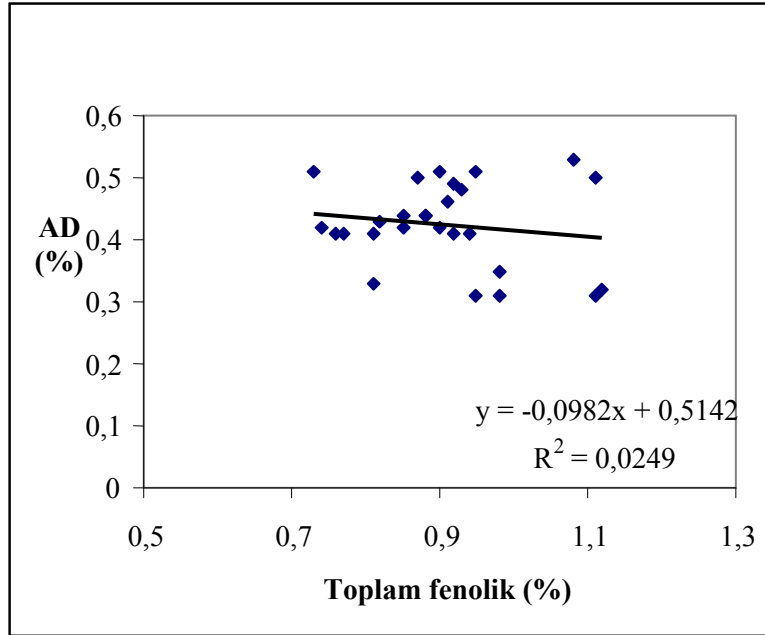


Şekil 39. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Corylus avellana* yaprak proanthocyanidin içeriği ile larvaların AD değeri arasındaki ilişki.

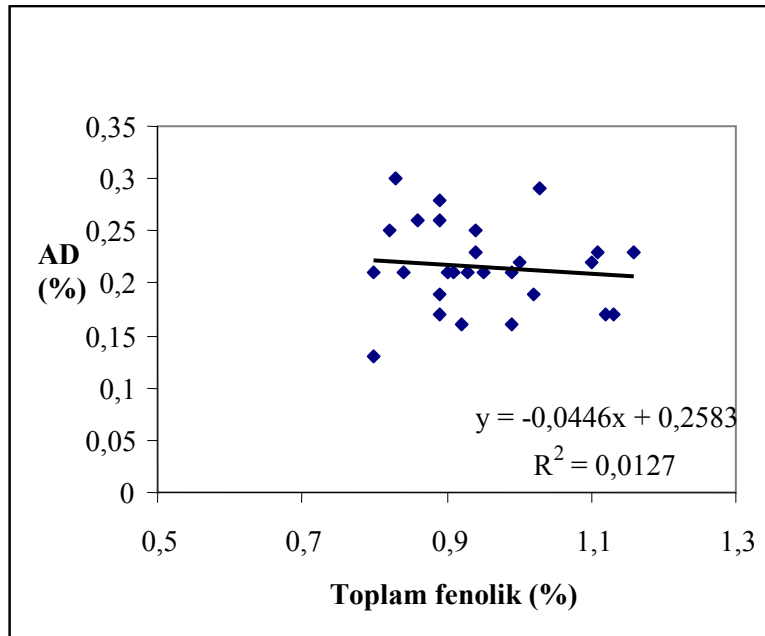
Regresyon analiz sonuçları *A. Alni* larvalarının beslenme etkinliğinin çalışmada kullanılan tüm bitki türlerinin yaprak gallotanen içeriğinden etkilenmediğini ortaya koymaktadır (Şekil 36-39).



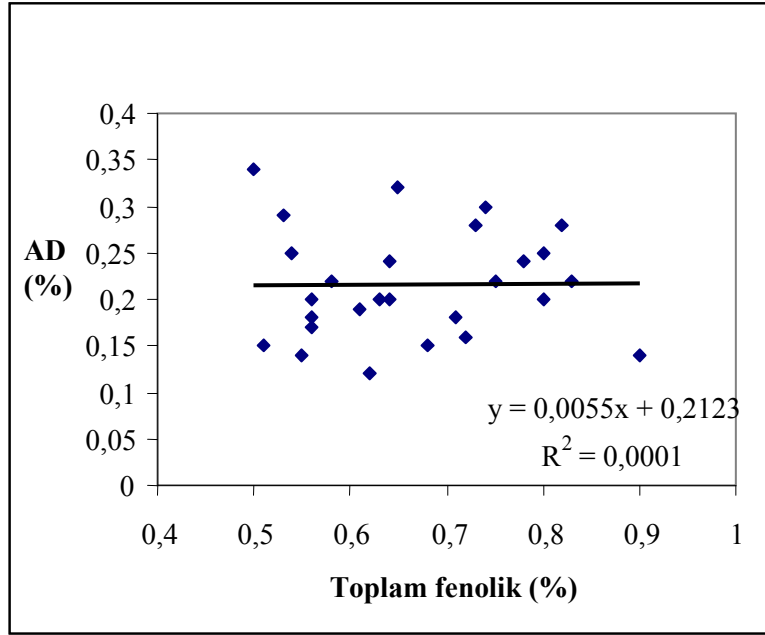
Şekil 40. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak toplam fenolik içeriği ile larvaların AD değeri arasındaki ilişki.



Şekil 41. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* yaprak toplam fenolik içeriği ile larvaların AD değeri arasındaki ilişki.



Şekil 42. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Salix babylonica* yaprak toplam fenolik içeriği ile larvaların AD değeri arasındaki ilişki.



Şekil 43. Değişik besin kalitesine maruz bırakılmış *Corylus avellana* yaprak toplam fenolik içeriği ile larvaların AD değeri arasındaki ilişki.

Regresyon analiz sonuçları *A. alni* larvalarının beslenme etkinliğinin çalışmada kullanılan tüm bitki türlerinin yaprak toplam fenolik içeriğinden etkilenmediğini ortaya koymaktadır (Şekil 40-43).

Sonuç olarak regresyon analiz sonuçları çalışmada kullanılan bitki türlerindeki mevcut sekonder bileşiklerin *A. alni* larvalarının sindirim metabolizması üzerine önemli derecede bir etkisi olmadığını göstermektedir.

A. alni larvalarının dışkı proantosiyanidin ve toplam fenolik madde analizi sonuçları ve larvalar tarafından vücuda alınan proantosiyanidin ve toplam fenolik madde miktarları ve dışkıda tespit edilen miktarlar *t* test'i karşılaştırılarak larvaların proantosiyanidin ve toplam fenolik madde kullanım ya da dönüştürebilme kapasiteleri tablo 62-69 da verilmiştir.

Tablo 60. *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* (6 yaş) yapraklarıyla beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı proantosiyanidin miktarı (mg / g) (k.a) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)

	Alınan PA.	Atılan PA.	Alınan PA.	Atılan PA.	Alınan PA.	Atılan PA.
	Kontrol		Emdirme		Püskürtme	
Gün 1-2-3	2,88	1,26	2,94	1,75	2,44	1,26
	2,49	1,05	2,04	1,84	4,26	1,22
	2,64	1,18	3,12	1,3	2,48	1,04
ort.	2,67+0,19	1,16+0,10	2,70+0,57	1,63+0,28	3,06+1,03	1,17+0,11
% Dönüş.	44		60,4		38,24	
G/Ç	2,31		1,66		2,62	
Gün 4-5-6	2,11	0,82	2,9	0,78	2,14	0,67
	2,68	0,93	2,74	0,44	2,47	0,44
	1,94	0,64	2,56	0,45	2,15	0,41
ort.	2,24+0,38	0,79+0,14	2,73+0,17	0,55+0,19	2,25+0,18	0,50+0,14
% Dönüş.	35,27		20,15		22,23	
G/Ç	2,84		4,97		4,5	
Gün 7-8-9	2,37	0,91	3,12	1,04	2,93	0,52
	2,94	0,74	2,08	0,96	1,76	0,88
	2,44	0,91	3,41	0,81	2,88	0,24
ort.	2,58+0,31	0,85+0,09	2,87+0,69	0,93+0,11	2,52+0,54	0,54+0,32
% Dönüş.	32,95		32,41		21,43	
G/Ç	3,04		3,09		4,67	
% Toplam Dönüştürülen PA	62,29**		62,34**		72,70**	
Sig.	0,00		0,00		0,00	

Tablo verileri, alınan ve atılan madde ile tanımlanan gruplar arasında *t*-test ile değerlendirilmiştir.

* (p < 0,05) ** (p < 0,01). G/Ç = Alınan proantosiyanidin'in atılana oranı. Dönüş. = Dönüştürülen PA.= Proantosiyanidin. Sig.= Significance (önem).k.a= Kuru ağırlık

Genç kızılgaç yapraklarıyla beslenen larvaların dışkı Proantosiyanidin miktarı ve proantosiyanidin kullanma oranı tablo 60 ta görülmektedir. Tüm muamele gruplarında larvaların ortalama proantosiyanidin dönüştürebilme oranının yüksek (yaklaşık % 65) olduğu görülmektedir.

Tablo 61. *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* (6 yaş) yapraklarıyla beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı proantosiyanidin miktarı (mg / g) (k.a) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)

	Alınan PA.	Atılan PA.	Alınan PA.	Atılan PA.	Alınan PA.	Atılan PA.
	Kontrol		Emdirme		Püskürtme	
Gün 1-2-3	3,15	0,73	3,59	1,16	2,18	1,13
	4,84	0,41	3,74	1,44	1,29	0,54
	3,06	0,26	3,78	1,07	2,43	0,5
ort.	3,68+1,00	0,46+0,24	3,70+0,10	1,22+0,19	1,96+0,59	0,72+0,35
% Dönüş.	12,5		32,98		36,74	
G/Ç	8,00		3,09		2,72	
Gün 4-5-6	3,24	1,14	3,18	0,85	1,95	0,62
	4,91	1,12	3,81	0,61	2,44	0,81
	4,66	0,86	2,86	0,97	1,61	0,26
ort.	4,27+0,90	1,04+0,15	3,28+0,48	0,81+0,18	2,0+0,41	0,56+0,27
% Dönüş.	24,36		24,7		28	
G/Ç	4,10		4,04		3,57	
Gün 7-8-9	4,48	0,82	3,08	0,85	1,82	0,69
	3,14	0,56	2,61	1,03	1,95	0,81
	4,67	0,83	4,25	0,71	2,81	0,26
ort.	4,09+0,83	0,73+0,15	3,31+0,84	0,86+0,16	2,19+0,53	0,58+0,28
% Dönüş.	17,85		25,99		26,49	
G/Ç	5,60		3,84		3,77	
% Toplam Dönüştürülen PA	81,76**		72,11**		69,59**	
Sig.	0,00		0,00		0,00	

Bkz. (Tablo 60) açıklama

Yaşlı kızılgaç yapraklarıyla beslenen larvaların dışkı Proantosiyanidin miktarı ve proantosiyanidin kullanma oranı tablo 61 de görülmektedir. Tüm muamele gruplarında larvaların ortalama proantosiyanidin dönüştürebilme oranının çok yüksek (yaklaşık % 75) olduğu görülmektedir.

Tablo 62. *Salix babylonica* yapraklarıyla beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı Proantosiyanidin miktarı (mg / g) (k.a) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)

	Alınan PA.	Atılan PA.	Alınan PA.	Atılan PA.	Alınan PA.	Atılan PA.
	Kontrol		Emdirme		Püskürtme	
Gün 1-2-3	2,09	1,04	1,92	1,35	2,15	1,87
	1,58	1,83	1,65	1,02	2,43	1,58
	1,91	0,96	1,88	1,51	2,11	1,95
ort.	1,86+0,25	1,27+0,48	1,81+0,14	0,96+0,42	2,23+0,17	1,8+0,19
%	68,28		53,04		80,72	
G/Ç	1,46		1,88		1,23	
Gün 4-5-6	2,58	1,85	1,61	1,14	2,03	1,14
	2,24	2,04	0,88	0,81	1,68	1,28
	2,71	1,91	2,13	1,53	1,96	1,34
ort.	2,51+0,24	1,93+0,11	1,54+0,62	1,16+0,36	1,89+0,18	1,25+0,10
%	76,9		75,33		66,14	
G/Ç	1,30		1,32		1,51	
Gün 7-8-9	1,94	0,81	1,94	0,67	2,37	1,88
	1,26	0,67	1,68	1,49	2,46	1,97
	1,58	0,58	1,41	0,86	2,36	2,01
ort.	1,59+0,34	0,68+0,11	1,67+0,26	1,07+0,42	2,39+0,05	1,95+0,07
%	42,77		64,08		81,59	
G/Ç	2,33		1,56		1,22	
% Toplam Dönüştürülen PA	37,35*			35,85*		23,85*
Sig.		0,016		0,016		0,013

Bkz. (Tablo 60) açıklama

Salkım söğüt yapraklarıyla beslenen larvaların dışkı Proantosiyanidin miktarı ve proantosiyanidin kullanma oranı tablo 62 de görülmektedir. Tüm muamele gruplarında larvaların ortalama proantosiyanidin dönüştürebilme oranının yaklaşık % 32 olduğu görülmektedir.

Tablo 63. *Corylus avellana* yapraklarıyla beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı proantosiyanidin miktarı (mg / g) (k.a) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)

	Alınan PA.	Atılan PA.	Alınan PA.	Atılan PA.	Alınan PA.	Atılan PA.
	Kontrol		Emdirme		Püskürtme	
Gün 1-2-3	2,45	1,24	1,71	0,67	2,1	1,37
	1,18	0,83	1,43	0,53	1,68	0,56
	2,06	1,16	0,96	0,44	1,61	0,97
ort.	1,89+0,65	1,07+0,21	1,36+0,37	0,54+0,11	1,61+0,51	0,96+0,40
%	56,62		39,71		59,63	
G/Ç	1,76		2,51		1,67	
Gün 4-5-6	2,1	0,82	1,93	1,21	2,04	1,32
	1,43	1,16	2,16	1,36	1,61	1,08
	2,16	1,91	0,84	0,43	2,16	1,11
ort.	1,89+0,40	1,29+0,55	1,64+0,70	1+0,49	1,93+0,28	1,17+0,13
%	68,26		60,98		60,63	
G/Ç	1,46		1,64		1,64	
Gün 7-8-9	2,43	1,36	1,64	0,65	2,21	1,37
	2,15	0,71	1,84	0,76	0,68	0,88
	1,78	0,8	2,17	0,83	0,98	0,56
ort.	2,12+0,32	0,95+0,35	1,88+0,26	0,74+0,09	1,29+0,81	0,93+0,40
%	44,82		39,37		72,1	
G/Ç	2,23		2,61		1,38	
%	Toplam Dönüştürülen PA	43,43**		53,31**		35,88*
Sig.		0,006		0,00		0,024

Bkz. (Tablo 60) açıklama

Fındık yapraklarıyla beslenen larvaların dışkı Proantosiyanidin miktarı ve proantosiyanidin kullanma oranı tablo 63 te görülmektedir. Tüm muamele gruplarında larvaların ortalama proantosiyanidin dönüştürebilme oranının yaklaşık % 45 olduğu görülmektedir.

Tablo 64. Genç *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* ile beslenen larvaların 9 günlük ortalama dışkı toplam fenolik miktarı (mg / g) (k.a) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)

	Alınan TP.	Atılan TP.	Alınan TP.	Atılan TP.	Alınan TP.	Atılan TP.
	Kontrol		Emdirme		Püskürtme	
Gün 1-2-3	3,96	1,37	3,3	1,77	3,14	1,16
	2,81	1,84	3,44	1,18	3,22	0,74
	2,54	0,68	3,12	1,24	2,85	0,82
ort.	3,10+0,75	1,29+0,58	3,28+0,16	1,39+0,32	3,07+0,19	0,90+0,22
%	41,62		42,38		24,33	
G/Ç	2,40		2,35		3,41	
Gün 4-5-6	3,21	0,99	3,21	1,78	3,05	1,47
	2,64	0,48	2,84	1,14	4,74	0,58
	3,18	1,16	2,61	1,43	2,17	1,15
ort.	3,01+0,32	0,87+0,35	2,88+00,30	1,45+0,32	3,32+1,30	1,06+0,45
%	28,91		50,35		31,93	
G/Ç	3,45		1,98		3,13	
Gün 7-8-9	3,44	1,92	3,52	1,07	3,97	0,72
	2,86	1,84	3,16	1,24	2,22	0,48
	3,28	1,06	3,08	0,81	3,04	0,44
ort.	3,19+0,29	1,60+0,47	3,25+0,23	1,04+0,21	3,08+0,86	0,54+0,15
%	50,16		32		17,54	
G/Ç	1,99		3,12		5,70	
%	Toplam Dönüştürülen TP.	59,77**		58,42**		75,40**
Sig.		0,00		0,00		0,00

Bkz. (Tablo 60) açıklama. TP.= Toplam fenolik

Genç kızılâğaç yapraklarıyla beslenen larvaların dışkı toplam fenolik ürün miktarı ve toplam fenolik ürün kullanma oranı tablo 64 te görülmektedir. Tüm muamele gruplarında larvaların ortalama toplam fenolik ürün dönüştürebilme oranının yüksek (yaklaşık % 65) olduğu görülmektedir.

Tablo 65. Yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* ile beslenen larvaların dışkı Toplam fenolik miktarı (mg / g) (k.a) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)

	Alınan TP.	Atılan TP.	Alınan TP.	Atılan TP.	Alınan TP.	Atılan TP.
	Kontrol		Emdirme		Püskürtme	
Gün 1-2-3	4,73	1,83	4,41	2,15	3,22	1,18
	3,58	1,52	4,22	1,93	2,68	1,35
	4,92	1,08	3,88	1,61	2,74	0,64
ort.	4,41+0,72	1,47+0,37	4,17+0,26	1,89+0,27	2,88+0,29	1,05+0,37
%	33,34		45,33		36,46	
G/Ç	3,00		2,20		2,74	
Gün 4-5-6	6,92	2,04	4,18	2,06	3,06	1,33
	4,95	1,55	4,42	1,51	3,71	2,14
	4,4	1,58	6,26	1,34	2,98	1,45
ort.	5,42+1,39	1,72+0,27	4,95+1,13	1,63+0,37	3,25+0,40	1,64+0,43
%	31,74		32,93		50,47	
G/Ç	3,15		3,03		1,98	
Gün 7-8-9	5,18	1,89	3,82	1,61	4,82	1,34
	4,49	1,46	3,95	1,88	2,69	1,15
	5,12	1,17	4,18	1,88	2,59	1,47
ort.	4,93+0,38	1,50+0,36	3,98+0,18	1,79+0,15	3,36+1,25	1,32+0,16
%	30,43		44,98		39,29	
G/Ç	3,28		2,22		2,54	
%	Toplam Dönüştürülen TP.	68,16**		58,92**		57,92**
Sig.		0,00		0,00		0,00

Bkz. (Tablo 60) açıklama

Yaşlı kızılgağaç yapraklarıyla beslenen larvaların dışkı toplam fenolik ürün miktarı ve toplam fenolik ürün kullanma oranı tablo 65 te görülmektedir. Tüm muamele gruplarında larvaların toplam fenolik ürün dönüştürebilme oranının yüksek (yaklaşık % 60) olduğu görülmektedir

Tablo 66. *Salix babylonica* ile beslenen larvaların dışkı Toplam fenolik miktarı (mg / g) (k.a) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)

	Alınan TP.	Atılan TP.	Alınan TP.	Atılan TP.	Alınan TP.	Atılan TP.
	Kontrol		Emdirme		Püskürtme	
Gün 1-2-3	2,19	1,47	3,56	2,31	3,48	2,75
	2,64	2,15	3,24	2,44	1,69	1,16
	3,02	1,94	3,78	2,08	3,97	2,43
ort.	2,61+0,41	1,85+0,34	3,52+0,27	2,27+0,18	3,04+1,20	1,44+0,29
%	70,89		64,49		47,37	
G/Ç	1,41		1,55		2,11	
Gün 4-5-6						
	2,84	2,19	3,39	2,31	3,24	1,46
	2,82	2,09	3,14	2,77	2,61	2,27
	3,54	1,26	1,1	0,86	2,15	1,54
ort.	3,06+0,41	1,84+0,51	2,54+1,25	1,98+0,99	2,66+0,54	1,09+0,71
%	60,13		77,96		40,98	
G/Ç	1,66		1,28		2,44	
Gün 7-8-9						
	3,02	1,94	3,4	0,99	3,16	2,94
	2,05	1,62	3,14	1,86	3,88	2,46
	2,15	1,28	1,46	1,24	3,74	1,96
ort.	2,40+0,53	1,61+0,33	2,66+1,05	1,36+0,44	3,59+0,38	1,78+0,28
%	67,09		51,13		49,59	
G/Ç	1,49		1,95		2,01	
%	Toplam Dönüştürülen TP.	33,96**		35,47*		54,02**
Sig.		0,00		0,017		0,009

Bkz. (Tablo 60) açıklama

Salkım söğüt yapraklarıyla beslenen larvaların dışkı toplam fenolik ürün miktarı ve toplam fenolik ürün kullanma oranı tablo 66 da görülmektedir. Tüm muamele gruplarında larvaların ortalama toplam fenolik ürün dönüştürebilme oranının yaklaşık % 40 olduğu görülmektedir

Tablo 67. *Corylus avellana* ile beslenen larvaların dışkı Toplam fenolik miktarı (mg / g) (k.a) ve proantosiyanidin kullanma oranı (%)

	Alınan TP.	Atılan TP.	Alınan TP.	Atılan TP.	Alınan TP.	Atılan TP.
	Kontrol		Emdirme		Püskürtme	
Gün 1-2-3	2,36	1,14	1,76	0,95	1,16	0,75
	1,62	1,08	0,82	0,47	1,51	0,98
	3,17	1,81	1,14	0,45	1,44	0,76
ort.	2,38+0,77	1,34+0,40	1,24+0,47	0,62+0,33	1,37+0,18	0,83+0,13
%	56,31		50		60,59	
G/Ç	1,77		2,00		1,65	
Gün 4-5-6						
	2,08	1,62	2,98	1,26	1,95	1,1
	1,64	1,16	1,41	0,68	1,68	0,81
	2,41	1,58	1,08	0,74	2,09	1,47
ort.	2,04+0,38	1,45+0,25	1,82+1,01	0,89+0,37	1,90+0,20	1,12+0,35
%	71,08		48,91		58,95	
G/Ç	1,40		2,04		1,69	
Gün 7-8-9						
	2,51	0,84	1,74	1,46	1,81	0,82
	2,15	1,67	1,48	1,12	1,18	0,95
	2,18	1,69	1,15	0,45	2,17	1,86
ort.	2,28+0,19	1,4+0,48	1,45+0,29	1,01+0,51	1,72+0,50	0,97+0,17
%	61,41		69,66		56,4	
G/Ç	1,62		1,43		1,77	
%	Toplam Dönüştürülen TP.	37,06**		43,81*		41,35**
Sig.		0,001		0,016		0,003

Bkz. (Tablo 60) açıklama

Fındık yapraklarıyla beslenen larvaların dışkı toplam fenolik ürün miktarı ve toplam fenolik ürün kullanma oranı tablo 67 de görülmektedir. Tüm muamele gruplarında larvaların ortalama toplam fenolik ürün dönüştürebilme oranının yaklaşık % 40 olduğu görülmektedir.

4. TARTIŞMA

Muzika ve Pregitzer (1992), bitkilerde azot içeriğinin fenolik bileşiklerin konsantrasyonunu, terpenoidlerden daha fazla etkilediğini ileri sürmektedir. Çünkü fenolik bileşikler, şikimik asit yoluyla aromatik aminoasitlerden üretilir. Bu nedenle proteinlerin ve fenolik bileşiklerin sentezi arasında güçlü bir biyokimyasal bağlantı olduğu söylenebilir. Böylesi doğrudan bir metabolik ilişki, birçok bitki türünde ortaya konmuştur (Margna, 1990). Bu konudaki en aydınlatıcı örnekler, soya fasülyesi (Hahlbrock ve ark.,1974) ve akçaağaç (Westcott ve Henshaw ; Phillips ve Henshaw 1977) hücreleri ile yapılan çalışmalardan elde edilmiştir. Akçaağaç hücre kültürlerinde, ortalama azot miktarı tükendikten sonra net protein sentezi azalırken kondens tanen (proantosiyanidin) birikiminde artış meydana gelmiştir. Bu birikim gerçekleşirken kültüre üre ilave edilmesiyle ortalama azot miktarı ikiye katlanmış ve tanen birikimi durmuştur. Bu örnek, bitki doku ve hücrelerindeki fenolik madde miktarının kolaylıkla değiştirilebilir olduğunu göstermektedir. Çünkü yüksek seviyede azot varlığında fenolik ürünler azalırken, azot seviyesi yetersiz olduğunda fenolik ürünler artmıştır.

Bu çalışmada proanthocyanidin (kondens tanen) miktarının genç kızılâğaç yapraklarında kontrol grubunda işlemlerden fazla olduğu, yaşlı kızılâğaç yapraklarında ise emdirme grubunda püskürtme ve kontrole oranla artış kaydettiği tespit edilmiştir. Salkım söğütte türünde yine kontrol grubunun emdirme ve püskürtme gruplarına oranla daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Fındıkta ise püskürtme grubunda kontrol ve emdirme gruplarına oranla daha yüksek değerler tespit edilmiştir. Bu sonuçlar literatürde (Hahlbrock ve ark.,1974; Westcott ve Henshaw ; Phillips ve Henshaw 1977) belirtilen gübreleme uygulamasıyla yaprak azotu artışının proanthocyanidin sentezinde keskin bir azalmaya yol açtığı düşüncesiyle tam olarak uyum göstermemiştir. Çünkü proanthocyanidin miktarı gübrelemenin uygulama şekline bağlı olarak kontrol grubundan az çıkabildiği gibi yüksek değerlere de ulaşmıştır. Bu farklılık bitkilerin genel azot metabolizma hızlarıyla ilgili olabileceği gibi uygulanan işlemin azot kullanım hızına etki biçimiyle de bağlantılı olabilir.

Gallotanen miktarı da genç kızılâğaç yapraklarında kontrol grubunda işlem gruplarına oranla fazla çıkmıştır. Salkım söğüt ve fındıkta bu durumun aksine işlem gruplarında kontrolden fazla gallotanen tespit edilmiştir. Yaşlı kızılâğaç yapraklarında ise

kontrol grubunda püskürtme grubuna oranla az, emdirme grubuna oranla daha fazla gallotenen tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan bitki türleri arasında gallotenen miktarlarının gübrelemeye verdiği farklı tepkilerin önemli bir nedeni öncü maddesi gallik asit olan hidroliz olabilen tanenlerin sentez yolu için yukarıda belirtilen farklılıklar olabilir.

Toplam fenolik içeriği, Hahlbrock ve arkadaşlarının (1974) soya fasülyesinde ve Westcott ve Henshaw; Phillips ve Henshaw (1977)'ın Akçaağaç hücre kültürlerinde gösterdiği gibi, genç kızılâğaç ve fındıkta kontrol grubunda işlem gruplarına oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Bu duruma benzer şekilde yaşlı kızılâğaç ve salkım söğütte kontrol grubu, püskürtme grubuna oranla daha az, emdirme grubuna oranla daha fazla toplam fenolik içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Bu iki bitkiden yaşlı kızılâğaç türünde püskürtme yoluyla azot alım hızı, bitkideki mevcut azot miktarındaki fazlalıktan etkilenmiş olabilir. Ancak püskürtme yoluyla azot miktarında belirgin düzeyde artış kaydedilen salkım söğütte toplam fenolik madde içeriğinde artış tespit edilmiştir. Francis ve Atwood (1961) *Vaccinium macrocarpum* da antosiyanin oluşumunun azot ve fosfor uygulamasıyla önemli ölçüde ilişkili olduğunu, Bravdo ve Hepner (1987) de benzer şekilde *Vitis vinifera* da azot ve fosfor uygulamasının antosiyanin içeriğini azaltarak meyve gelişimini geciktirdiğini ileri sürmüşlerdir. Bu durumun aksine aynı çalışmada Bravdo ve Hepner (1987) *V. vinifera* da azot ve fosfor uygulamalarının serbest monoterpen içeriğini artırdığını iddia etmişlerdir. Diğer taraftan potasyum uygulamasının yaban mersininde antosiyanin içeriğini artırdığı gösterilmiştir (Percival ve Sanderson, 2004). İstatistik analiz sonuçlarına göre gübreleme deney gruplarında günler bazında azot ve toplam fenolik madde miktarları, muhtemlen uygulanan işlemlerde kök yoluyla gübre alımı yapılmaması veya azot, potasyum ve fosfor gibi mikronütrientlerin bitki biyokimyasını yukarıda verilen örnekler gibi farklı şekillerde etkilemesi nedeniyle düzensiz artış ve azalışlar göstermiştir. Regresyon analizi sonuçlarına göre, genellikle yaprak azot içeriği ile larvaların azot kullanımı negatif yönde ve zayıf bir ilişki ortaya koymuştur. Yaprak azot içeriği ile larva azot kullanımı arasındaki en kuvvetli ilişki genç kızılâğaç yapraklarında 7. günde gerçekleşmiş olup yaprak azot içeriği kontrol ve gübreleme gruplarında keskin bir artış göstermesine karşın (Tablo 10) larva azot kullanımında da aynı derecede sınırlanma tespit edilmiştir (Tablo 8). Larvaların pupa dönemine yaklaştığı bu evrede beslenme isteğinde azalma olduğu düşünülebilir. Yine regresyon analizi sonuçlarına göre, çalışmada kullanılan bitki türlerinde genellikle toplam

fenolik, proanthocyanidin ve gallotanen içeriğindeki artış ve azalmaların larvaların AD değerlerini etkilemediği belirlenmiştir (Şekil 31-42).

Bu genellemeye aykırı bir durum olarak, salkım söğütte proanthocyanidin içeriğinin 1. günde en düşük, 9. günde ise en yüksek değerleri alırken larvaların AD değerlerinin de 1. günde en yüksek 9. günde ise en düşük değerleri alması dikkat çekmektedir. Bu sonuçlar, *A. alni* larvalarının besin sindirim etkinliğine olumsuz etki göstermesi beklenen bazı sekonder yaprak kimyasallarının bu etkiyi beslenme süreci boyunca gösteremediğini ortaya koymaktadır.

Diğer taraftan Simpson ve Simpson (1990) ve Slansky (1993) böceklerin besinsel konsantrasyonu düşük bir besinle karşılaştıklarında, besin alım miktarı üzerinde düşük konsantrasyonun olumsuz etkisini hafifleten tolere edici bir artış gösterdiklerini ileri sürmüşlerdir. Bu artış, çekirgeler (Mc Ginnis and Kasting,1967; Raubenheimer, 1992; Raubenheimer and Simpson, 1993), hamamböcekleri (Bignell, 1978; Jones and Raubenheimer, 2001) ve tırtılları da (Timmins ve ark. , 1988; Slansky and Wheeler, 1989; Wheeler and Slansky, 1991) içeren çeşitli böcek gruplarında gösterilmiştir. Bu çalışmada benzer bir tepki oligofaj bir yaprak böceği olan *A. alni* larvalarında gözlenmiştir. Larvalar, çalışmada kullanılan bitkiler arasında ortalama lif miktarı % 49 ile en fazla olan yaşlı kızılgağaç yapraklarını toplam 398 mg (yaş ağırlık) ile en fazla düzeyde tüketmişlerdir. Bu tüketim oranı lif miktarı % 38,6 olan genç kızılgağaç yaprakları için 327 mg (yaş ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte çekirgelerle (Raubenheimer and Simpson, 1993) karşılaştırıldığında, *A. alni* larvalarında tüketim tolerasyonu tam anlamıyla gelişmemiştir. Sonuç olarak bu çalışmada *A. alni* larvalarının, büyümede azalma ve besin alımında bir yetersizliğe neden olacak şekilde seyreltik besinle beslendikleri kabul edilirse bu veriler, düşük besin kalitesinin bitkiler tarafından herbivorlara karşı bir savunma aracı olarak kullanılıp kullanılmadığı tartışmasına katkı sağlamaktadır (Moran ve Hamilton 1980; Neuvonen ve Haukioja, 1984; Lundberg ve Astrom, 1990; Augner, 1995; Berenbaum, 1995). Kalitesiz besin alımının, sindirim sonrası besin kullanma verimi ile de ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Slansky and Feeny, 1977; Scriber and Slansky, 1981; Slansky and Wheeler,1989; Simpson and Raubenheimer, 2001; Lee ve ark. , 2002). Bu çalışmada, tırtıllar protein içeriğine oranla yüksek miktarda lif içeren besinlerle beslenmiştir. Aynı zamanda bu çalışma, Raubenheimer and Simpson'un (1994) ileri sürdüğü gibi, homeostatik besin sistemlerinin genel prensibine uygun olarak, az miktarda azot tüketen tırtılların sınırsız miktarda

tüketenlere oranla azotu daha verimli kullandıkları düşüncesini destekleyen sonuçlar içermektedir. Protein ağırlıklı diyetlerde azotun sınırlı kullanılması, bu besinlerdeki karbonhidrat eksikliğinin, tüketilen proteinin bir kısmının glikoneogenesis ile karbonhidratlara dönüştürülmesinden kaynaklanabileceğini göstermiştir (Thompson and Redak, 2000). Bununla birlikte, sınırlı azot alımı, besin kalitesindeki ayarlamadan ziyade besin konsantrasyonunun düşük oluşundan kaynaklanıyorsa bu durumda olumsuz bir etki gözlenir ki bu etki, besindeki selüloz içeriğine bağlı olarak tüketilen karbonhidrat ve azotun kullanımındaki verimin azalması şeklinde ortaya çıkar. Bu mekanizmanın ilginç etkilerini belirlemek için hiçbir ölçüm yapılmamasına karşın iki muhtemel neden akla gelmektedir. Birincisi, herbivor böcekleri de içeren birçok hayvan grubunda (Yang and Joern, 1994a) sindirilemeyecek yapıdaki partiküllerle konsantrasyonu düşen besinlerin, mideden doğrudan (sindirilmeden) geçiş oranında bir artışa neden olduğu görüşüdür. Bu geçiş oranındaki artış sindirim enzimiyle besin substratları arasındaki teması azaltır ve böylece tüketilen besinlerin sindirilme oranı düşer (Afik and Karasov, 1995). Aynı zamanda, sindirilemeyen selülozun varlığı, kinetik dengenin, sindirilebilir ürünlerden ziyade sindirilemeyen substratlara doğru kaymasına neden olarak midedeki besinlerin etkili konsantrasyonlarını düşürür.

Mekanizma ne olursa olsun, düşük besleyicilikle savunma hipotezi açıktır. Herbivor böcekler seyreltik besinleri tüketim yoluyla tolere ederken sindirim gücünde bir azalmayı da içeren, besin kaybındaki artışa karşı peritrofik membran oluşumu, midede salgı ve örtü miktarı ile besin tüketimi ve işlenmesinde enerji maliyetinin artması gibi mekanizmaları da ortaya çıkarır (Martin and Van't Hof, 1988; Slansky, 1993). Bunlar, tolere edici beslenmeden kaynaklanan besin kazanımlarını kısmen dengeler. Bu sonuçlar, besin seyrelmesinde olduğu gibi, besin orantısızlığının da *A. alni*'nin besin tüketim ve kullanım performansını etkilediğini göstermek suretiyle Lee ve arkadaşlarının (2002) mevcut çalışmasındaki bulguları doğrulamaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen diğer verilere göre, besin dengesizliği ve seyreltilmesinin *A. alni*'ye karşı etkili bir savunma teşkil etmediği düşünülebilir. Besin dengesizliğinden kaynaklanan tüketim tolerasyonundaki azalmaya rağmen besin tüketim analizlerinin ortalama ECI değerleri, bu böceklerin sınırlı besinler için tolerasyon kabiliyetleri üzerinde, bu dengesizliğin önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Simpson ve Raubenheimer (2001), dengesiz besin verildiğinde çekirgelerin allelokimyasallara karşı hassasiyetinin arttığını ileri sürmüştür ve bu etkinin ayrıntılarının dengesizliğin

yönetimine bağlı olduğunu ileri sürmüştür. Bu çalışmada proteine oranla aşırı miktarda lif içeren bir beslenmede, proantosiyanidin kuvvetli bir caydırıcı etki göstermemiştir. Besin dengesizliği ve seyrelmesinin, bitkileri böcek saldırılarına karşı savunmada kuvvetlendirici etkide bulunduğu dair bir kanıt ta yoktur. Bu çalışmada, doğal ortamlarında büyük bir ihtimalle bir ağaç üzerinde yaşayan ve hayat döngüsünü burada tamamlayan bir kınkanatlı larvası, azot oranı değişik yapraklarla beslenmeye zorlanmıştır. Bu durum, Augner'in (1995) ileri sürdüğü gibi belki daha hareketli besin arayan türler için önem arzedebilir.

Azot miktarındaki mevsimsel değişimler, herbivor böceklerin performansında farklılık yaratan önemli faktörlerden biri olabilir (Mattson, 1980). Bununla birlikte sadece azot içeriği değil aynı zamanda, su içeriği, sertlik derecesi ve kimyasal savunma maddelerinin miktarı da yaprak yaşıyla değişir (Mattson, 1980).

Bu yaprak karakterleri de birçok herbivor böceğin performansını etkiler (Mattson and Scriber, 1987; Casher, 1996; Donaldson and Lindroth, 2004). Bu çalışmada, azot içeriğinde gübreleme yoluyla farklılık oluşturulan ve sekonder metabolit düzeyleri de farklılaşan yapraklarla beslenen yaprak böceklerinin gelişim performanslarında farklılık olduğu belirlenmiştir. Ancak regresyon analiz sonuçlarında görüldüğü üzere bu durum muhtemelen, yapraklardaki kimyasal savunma maddelerinin, böceklerin performansını sindirim sonrası etkilerle değiştirmesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin tanenlerin, söğüt türlerini de içeren (Ayres ve ark. , 1997; Hayashi ve ark. ,2005) birçok ağaç türünde bulunduğu (Kraus ve ark, 2003) ve yaprağın yaşıyla arttığı (Feeny, 1970) bilinmektedir. Bu bileşikler, azot tüketim ve kullanım verimini düşürerek, bazı herbivor böceklerin performansını olumsuz etkileyebilir (Simpson and Raubenheimer, 2001; Nomura and Itioka, 2002; Ayres ve ark. , 1997). Slansky ve Feeny' nin (1977) belirttiği gibi canlıların ECI değerleri genellikle besinin azot içeriğiyle bağlantılı olarak artış gösterir. Yaprağın su miktarı da herbivor böcekler tarafından besin azotunun elde edilmesini önemli derecede artıran faktörlerdendir (Mattson, 1980). Bu çalışmada kullanılan bitki örneklerinin azot içerikleri göz önüne alınırsa ortalama % 4,6 lık azot oranına sahip genç *Alnus glutinosa* ssp *glutinosa* yaprakları ile beslenen larvaların ortalama ECI değerinin % 35,6 ile en yüksek olduğu görülmektedir. Bunun yanında ortalama % 4,2 oranında azot içeren yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* ile beslenen larvaların ortalama ECI değerinin % 19 gibi düşük bir değerde olması dikkat çekmektedir. Yüksek azot oranına karşın yaşlı *Alnus glutinosa* ssp. *glutinosa* ile beslenen larvaların düşük ECI değeri vermesi, muhtemelen bu

bitkinin ortalama % 49 ile en yüksek lif, % 57 ile en düşük su ve % 7,6 lık yüksek bir proanthocyanidin oranına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Yaprak böceklerinin farklı performans göstermelerinin sebebini belirlemek için daha fazla fitokimyasal analiz gerekmektedir.

Diğer taraftan, böceklerin azot içeriği çevresel şartlardan etkilenmeyebilir (Fagan ve ark., 2002). Örneğin Slansky ve Feeny (1977) Cruciferae familyasına ait bir bitkinin azot içeriğini gübrelemek suretiyle 4,1 kat artırmasına karşın, gübrelenmiş bu bitkiyle beslenen kabak kelebeği larvalarının azot içeriği sadece 1,1 kat artmıştır. Çünkü larvalar, düşük kaliteli bitkilerle beslendiklerinde azot homeostazisini korumak için azot birikim oranını artırmışlardır.

Söğüt yapraklarının azot içeriği mevsimsel olarak değişebilmektedir (Kudo, 2003). Söğüt yaprak böceği *Plagioderia versicolora* multivoltindir ve generasyonları söğüt gelişim sezonu boyunca ortaya çıkar (Kimoto and Takizawa, 1994). Böylece, söğüt yaprak böceğinin azot homeostazisinin derecesi, değişik yaşlardaki söğüt yapraklarıyla beslenen söğüt yaprak böceklerinin azot içeriklerinin karşılaştırılmasıyla belirlenebilir.

Kagata ve Ohgushi, (2005) söğüt yapraklarında mevcut azot içeriğindeki değişimlerin aksine söğüt yaprak böceğinin (*P. versicolora*) azot içeriğinin değişmeden kaldığını ve regresyon eğilim çizgisinin eğiminin 0,02 çıkmasıyla konak bitkinin yaprak azot seviyesinden hemen hemen hiç etkilenmediğini ortaya koymuşlardır. Bu durum, *P. versicolora*'nın, konak bitki kalitesindeki doğal değişimlere karşı kuvvetli bir azot homeostazisine sahip olduğunu göstermektedir.

Bu nedenle, yaprak böceği, azot içeriği düşük yapraklarla beslendiğinde, beslenme süresini uzatarak azot birikimini ve azot kullanım verimini artırmalı ya da vücuttaki mevcut azot içeriğini korumak için vücut büyüklüğünü azaltmalıdır (Mattson, 1980).

Aksine herbivorlar çok fazla azot içeren besinlerle beslendiğinde, homeostasiyi korumak için ihtiyaç fazlası azotu atmalıdırlar (Anderson ve ark. , 2005). Bu bağlamda, mayıs ve haziran aylarındaki primer yapraklar, bu böceğin ihtiyacından daha fazla azot içermektedir ve böcekler bu fazla azotu atmaktadırlar. Düşük kaliteli besinlerde bu şekilde bir tolere edici strateji veya ot homeostazisini korumak için fazla besinlerin atılması başka herbivor böceklerde de görülmektedir (Slansky and Feeny, 1977; Obermaier and Zwölfer, 1999; Lee ve ark. , 2002, 2003; Rubenheimer and Simpson, 2004).

Böcek takımlarından elde edilen veriler, gıda homeostazisinde hemolenfin merkezi bir rolünün olduğunu göstermektedir (Simpson ve Raubenheimer, 1993). Böcek vücut sıvısı hayvanın o anlık gıda durumunun bir indikatörüdür (Abisgold ve Simpson, 1988).

Sindirimden sonra bağırsaktaki gıdalar ya yağ dokularında (karaciğere analog) depo edilir ya da bir süre bağırsakta tutularak atılır. Sonuç olarak hemolenf böceğin gıda durumu hakkında sürekli değişen bilgiler sağlar. Gıda homeostazisinde kullanılan bunun gibi bilgiler spesifik gıdaların (özellikle aminoasitler ve şekerler) kandaki konsantrasyonları ve hemolenf osmolalitesi ile de etkilenen (Abisgold ve Simpson, 1987; Bernays ve Chapman, 1974; Gelperin, 1966) beslenme davranışını açıklar (Abisgold ve Simpson, 1987, 1988). Hemolenf osmolalitesi, hemolenfin çözünebilir konsantrasyonunu belirtmektedir. Buna ilaveten, hem konak bitkilerin hem de böceklerin azot kullanım verilerini içeren mevcut bir başka çalışmada, Slansky ve Feeny (1977) gübrelenme düzeyleri değiştirilmiş *Brassica oleracea* ya da çeşitli Cruciferae türleriyle beslendiğinde kabak kelebeği *Pieris rapae*'nin gelişme verimini test etmişlerdir. Çalışma sonuçları, konak bitkideki azot değişiminin % 1,48 den 6,11'e kadar değişim göstermesine karşın böcekteki azotun % 7,11 den 9,40'a kadar değişim gösterdiğini ortaya koymuştur. Mevcut çalışmadaki bu metod kullanıldığında regresyon eğrisinin eğimi 0,02 olarak bulunmuştur ki bu sonuç ta kelebekte kuvvetli bir azot homeostazisinin olduğunu göstergesidir. Benzer şekilde, Fox ve Macauley (1977) bir yaprak böceği olan ve *A. alni* ile aynı familyaya ait olan *Paropsis atomaria*'nın birkaç *Eucalyptus* türüyle gelişimini test etmişlerdir. Çalışma sonuçları, konak bitkinin azot içeriğinin % 0,49 dan 1,85'e kadar değişmesine karşılık böcek azot içeriğinin yalnızca % 4,6 dan 8,6 ya kadar değiştiğini göstermiştir. Regresyon eğrisinin eğiminin 0,23 olması *P. atomaria*'nın da azot homeostazisine sahip olduğunu göstergesidir.

Bu çalışmada ise fındıkta azot içeriği %2,86 dan 4,33'e kadar değişmesine rağmen larvaların azot kullanım etkinliği % 16 dan % 11'e düşmüştür. Ayrıca günlük yaprak azot içeriğiyle larva azot kullanım etkinliği arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde böcek azot kullanımı yalnızca kontrol grubunda az miktarda artış göstermiş olup ($r= 0,53$) püskürtme grubunda ($r= -0,78$) ve emdirme ($r= -0,60$) grubunda ise azalma göstermiştir. Yine salkım söğütte de azot içeriği % 2,48 den 3,72'ye kadar artmasına karşın böcek azot kullanımı etkinliği % 11 den % 14'e çıkmıştır. Ayrıca günlük yaprak azot içeriğiyle larva azot kullanım etkinliği arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde kontrol grubunda ($-0,70$), emdirme grubunda ($-0,62$), püskürtme grubunda ($-0,80$) olarak belirlenmiştir.

Genç kızılağaçta ise azot miktarı salkım söğüt ve fındık kadar olmamakla birlikte % 4,37 den 5,42'ye kadar yükselmiş olup böcek azot kullanımı ise % 22 den % 24'e çıkmıştır. Ayrıca günlük yaprak azot içeriğiyle larva azot kullanım etkinliği arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde korelasyon katsayıları kontrol grubunda (-0,89), emdirme grubunda (-0,72), püskürtme grubunda ise (-0,75) olarak tespit edilmiştir. Çalışılan türler arasında % 4,03 ten 4,68'e kadar olmak suretiyle azot artışı en az yaşlı kızılağaçta gerçekleşmiş olup larva azot kullanım etkinliği % 21 den % 23 e çıkmıştır. Bitki günlük azot içeriğindeki değişimle böcek azot kullanımı arasındaki korelasyon katsayısı kontrol grubunda (-0,49) emdirme grubunda (-0,15) püskürtme grubunda ise (-0,34) olarak belirlenmiştir.

Doğrusal regresyon analizi sonuçlarına göre, çalışmada kullanılan bitki yapraklarında, başta tanenler olmak üzere sekonder metabolitlerin larvaların sindirim metabolizmasına önemli bir etkisi olmadığı ifade edilebilir. Çünkü larvaların sindirimi üzerine olumsuz etki göstermesi beklenen kondens tanen (proanthocyanidin) içeriğiyle yaklaşık sindirilebilirlik değerlerinin regresyon analizi yapıldığında korelasyon katsayısı genç kızılağaçta (-0,23), yaşlı kızılağaçta (0,04), salkım söğütte (-0,85), fındıkta ise (-0,39) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, salkım söğütte yaprak tanen içeriğiyle larva AD değerleri arasında negatif yönde zayıf bir ilişkiden söz edilebilirken, diğer bitkilerin tanen içeriğinin larva sindirimi üzerine herhangi bir etkisi olmadığı sonucuna varılabilir.

Herbivor böceklerde yumurtlama veriminin birim zamanda alınan azot miktarı ile doğru orantılı olduğu ileri sürülmüştür (Mattson, 1980). Ortalama yumurta sayısı larvaların beslendiği bitkiler arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Azot oranı kontrol grubunda en yüksek (% 4.37) olan genç kızılağaç yapraklarıyla beslenen larvaların ergin formunda dişi birey başına ortalama yumurta sayısı 242 iken bu sayı azot oranı düşük salkım söğüt (% 2,48) ve fındık (% 2,86) ile beslenen erginlerde sırasıyla 114 ve 106 olarak tespit edilmiştir (Tablo 7).

Roininen ve arkadaşları (1999) konak bitkisindeki salikortin ve tremulasin gibi fenolik glikozitlerin *Euura lasiolepis* için yumurtlama uyarıcısı olduğunu iddia etmişlerdir

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre yaşlı kızılağaç yapraklarıyla beslenen larvaların ergin evrede ortalama 361 yumurta ile en fazla yumurta bırakan grup olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni yaşlı kızılağaç yapraklarının % 4,2 ile yüksek azot oranının yanında % 10,78 ile yüksek toplam fenolik içeriğinden kaynaklanmış olabilir. Larvalarda özellikle son gelişim evresinde alınan besinlerin biyokütleye dönüşme oranının yüksek

olduğu ileri sürülmüştür (Scriber ve Slansky, 1981). Bu düşünceye paralel olarak pupa evresinde yoğun metamorfik faaliyetler için kullanılmak için gerekli enerji kazanımı, böceklerin neslini devam ettirme şansını artıran diğer bir özelliktir.

Çalışmada kullanılan bitkilerden kıızılağaçla beslenen larvaların ortalama pupa ağırlığının (6,55 - 6,17 mg) diğer türlerle beslenen larvalardan (5,53 - 4,05 mg) daha yüksek olması genç ve yaşlı kıızılağaç yapraklarının azot içeriğinin yüksek olmasının yanında larvalar için daha kolay sindirilebilir olmasından kaynaklanmış olabilir.

A. alni larvalarının dışkılarının proantosiyanidin ve toplam fenolik içeriği incelendiğinde kıızılağaç yapraklarıyla beslenen larvaların dışkılarında proantosiyanidin ve toplam fenolik içeriğinin düşük (< % 50), salkım söğüt ve fındıkla beslenen larvaların dışkılarında proantosiyanidin ve toplam fenolik içeriğinin yüksek (> % 50) olduğu görülmektedir.

Salkım söğüt ve fındık yapraklarının fenolik ürünlerinin büyük bir bölümünün larvaların sindirim sisteminden doğrudan geçmesinin çeşitli nedenleri olabilir.

Kondense tanenleri de içeren bu bitkilerinin fenolik bileşikleri proteinlere etkili bir şekilde bağlanamıyor olabilir. Larvaların mide pH'sı tanen protein kompleksinin oluşmasını engelleyecek düzeyde yüksek olabilir. Besinlerin midede kalma süresi tanen protein kompleksinin oluşması için yeterli olamayabilir. Bir miktar protein bağlansa bile besinden yeterli düzeyde protein alınmış olabilir. Larvalar fenolik bileşikleri bir şekilde etkisizleştiriyor olabilir.

Bir çok Lepidopter ve Coleopter larvasının mide pH'sı 8,4 - 9,8 arasında (House, 1974) olmakla birlikte Chrysomelidae familyasına ait bir yaprak böceği olan *Paropsis atomaria* nın ortalama mide pH'sı 8,4 olarak tespit edilmiştir (Fox ve Macauley, 1977). Diğer taraftan hem kondense hem de hidroliz olabilen tanenlerin proteinlere bağlanma kapasitesi ortamın ph sına önemli derecede bağlıdır (Berenbaum, 1980). Kondense tanenler için pH değerinin 8'in, hidroliz olabilen tanenler için ise 5'in üzerinde olması doğal polimerlere bağlanma kapasitelerini önemli ölçüde düşürür (Loomis ve Bataille, 1966).

Bu çalışmada elde edilen veriler daha çok bir miktar protein bağlansa bile besinden yeterli düzeyde protein alınmış olabilir düşüncesini desteklemektedir. Çünkü salkım söğüt ve fındık yapraklarıyla beslenen larvaların AD (yaklaşık sindirilebilirlik) değerleri % 18 – 27 değerleri arasında (Tablo 9), NUE (azot kullanım etkinliği) değerleri de ortalama % 15 (Tablo 8) düzeyindedir ve bu değerler de optimum değerlerin altındadır.

A. alni larvalarının rahatsız edildiklerinde birinci ve sekizinci abdominal segmentler arasında dorso lateral olarak yer alan ekzokrin bezlerinden bir sıvı salgıladığı bilinmektedir. Bu salgı bir çok polifag predatörden sakınmaya yarayan kimyasal savunma sistemini teşkil eder (Baur ve Rank, 1995).

Bu çalışmada larvaların dışkı analizleri, özellikle kızılağaç yapraklarıyla beslenen larvaların fenolik ürünleri dönüştürebilme kapasitesinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgudan yola çıkarak, *A. alni* larvalarının predatör canlılara karşı kullanmak amacıyla beslendiği bitki yapraklarından almış olduğu fenolik ürünlerden savunma amaçlı faydalandığı düşüncesini ortaya koyabiliriz. Çünkü, Bünnige ve Hilker (1999) *A. alni* larvalarının sahip olduğu bu ekzokrin bezlerin morfolojik, salgıladığı sıvının ise biyokimyasal analizlerini yapmış ve analiz sonuçları bu ekzokrin salgının biyokimyasal olarak hemolenfe önemli ölçüde benzerlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Daha da dikkat çekici olan diğer bir bulgu ise, bu ekzokrin salgıda fenolik bileşiklerin ve terpen türevi maddelerin tespit edilmiş olmasıdır.

Diğer taraftan, kızılağaç yapraklarıyla beslenen larvaların AD (yaklaşık sindirilebilirlik) değerleri % 31 – 61 değerleri arasında, NUE (azot kullanım etkinliği) değerleri de ortalama % 23 düzeyindedir ve bu değerler de optimum değerlere yakındır.

Bu çalışmadan elde edilen veriler, larvaların rahatsız edildiklerinde gösterdiği bu davranış mekanizmasının, dolayısıyla bu salgı bezlerinin biyolojik işlevlerinin savunma ile ilgili olduğu kanısını (Baur ve Rank, 1996) kuvvetlendirmektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma, herbivor böceklerin beslenme kalitesinin, konak bitki kalitesiyle değiştiği düşüncesini, böcek gelişimi için temel bir element olan azot bakımından desteklememiştir.

Çalışma sonuçları daha çok, böceklerde self-seleksiyon teriminin, 60 yıldır memelilerde kullanılan anlamıyla, azot kullanımındaki sınırlanma yönüyle paralellik göstermektedir.

Agelastica alni'nin, özellikle kızılâğaç, söğüt ve fındık gibi tanence zengin bitkilerle beslenirken, "sindirim verimini" tanen gibi fenolik bileşiklerin olumsuz etkilerinden koruyabildiği ortaya konulmuştur.

A. alni larvalarının, özellikle kızılâğaç bitkisinden almış olduğu fenolik ürünleri dönüştürebilme kabiliyetinin söğüt ve fındık bitkilerinden almış olduğu fenolik ürünlere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Lif oranı yüksek kızılâğaç yapraklarının *A. alni* larvaları tarafından daha fazla tüketildiği ortaya konulmuştur.

Larva evresinde azot içeriği yüksek yapraklarla beslenen *A. alni* larvalarının ergin dönemde yumurta üretme verimliliklerinde artış kaydedilmiştir.

6. ÖNERİLER

Herbivor böceklerin beslenme kalitesinin, konak bitki kalitesiyle değiştiği düşüncesinin, böcek gelişimi için temel bir element olan azot bakımından desteklenmemesi sonucu, böceğin savunma stratejisinin bir gerekçesi olup olmadığı açısından araştırılmaya değer görülmektedir.

Diğer yandan, bitkilerde ikincil metabolik ürünlerin varlığının gerekçelerini açıklayan alternatif varsayımlar yeterince açıklanabilmiş değildir. Bazı ikincil metabolitler, böceklerin belirli bitkilerden beslenmeye uyarlanmış veya uyarlanmamış olmalarına göre beslenmeyi engelleyici ya da uyarıcı her iki etkiye sahip olabilmektedir. Ayrıca, bu kimyasallar bitkilerde primer metabolizmada da kullanılabilirler. Açık olarak, ikincil metabolik bileşiklerin varlık gerekçesini açıklamada pek çok alternatif varsayımları kapsayan daha çok çalışmanın yapılması arzulanmaktadır.

Herbivorlarda bitki toksinlerini seyrelten veya dönüştürebilen işleyişin daha açık bir şekilde ortaya konulması, herbivorların besin tüketimini ve kullanımını sınırlandırmada, dengeli beslenmenin mi yoksa bitki sekonder bileşiklerinin olumsuz etkilerinin mi daha fazla etkisi olduğu sorusunu cevaplayabilmek açısından önem taşımaktadır.

A. alni gibi oligofaj bir böceğin sınırlı sayıdaki konak bitkilerle özelleşmiş ilişkilerinin biyokimyasal temellerinin aydınlatılması, bu türün diğer canlılarla olan ekolojik etkileşimlerini anlamaya katkı sağlayacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Abe, T. and Higashi, M., 1991. Cellulose Centered Perspective On Terrestrial Community Structure. Oikos, 60, 127- 133.
- Abisgold, J. D. and Simpson, S. J., 1987. The Physiology Of Compensation By Locust For Changes In Dietary Protein. J. Exp. Biol, 129, 329-346
- Abisgold, J. D. and Simpson, S. J., 1988. The Effect Of Dietary Protein Levels And Haemolymph Composition On The Sensitivity Of Maxillary Palp Chemoreceptors Of Locust. J. Exp. Biol, 135, 215-229.
- Afik, D. and Karasov. W.H., 1995. The Trade-Offs Between Digestion Rate And Efficiency In Warblers And Their Ecological Implications. Ecology, 76, 2247- 2257.
- Anderson, T.R., Hessen, D.O., Elser, J. J. and Urabe, J., 2005. Metabolic Stoichiometry And The Fate Of Excess Carbon And Nutrients In Consumers. The American Naturalist, 165, 1- 15.
- Augner, M., 1995. Low Nutritive Quality As A Plant Defence: Effects Of Herbivore Medicated Interactions. Evolutionary Ecology, 9, 605- 616.
- Ayres, M.P., Clausen, T.P., MacLean, S.F. Jr, Redman, A.M. and Reichard, P.B., 1997. Diversity Of Structure and Antiherbivore Activity in Condensed Tannins. Ecology, 78, 1696- 1712.
- Bate-Smith, E. C., 1975. Phytochemistry of Proantocyanidins, Phytochemistry 14, 1107-1113.
- Bate-Smith, E. C., 1977. Astringent Tannis Of *Acer* Species, Phytochemistry, 16, 2331-2336.
- Baur, R. and Rank, N. E., 1996. Influence Of Quality And Natural Enemies On The Life History Of The Alder Leaf Beetles *Agelastica alni* and *Linaeidae aenea*. in Jolivet PHA. and Cox M (eds) Chrysomelidae Biology. Ecological Studies. 173-194. SPB Academic Publishing, Amsterdam
- Belovsky, G. E., 1984. Herbivory Optimal Foraging: A Comparative Test Of Three Models, Am Nat., 124, pp. 97-115.
- Berenbaum, M. R. 1980. Adaptive significance of midgut pH in larval Lepidoptera Amer. Nat., 115, 138-146.
- Berenbaum, M. R. 1995. Turnabout Is Fair Play: Secondary Roles For Prima Compounds. Journal of Chemical Ecology, 21, 925- 940.

- Bernays, E. A. and Chamberlain, D., 1980. A Study Tolerance of Ingested Tannin in *Schistocerca gregaria*. J. Insect Physiol. 26, 415-420.
- Bernays, E. A. and Woodhead, S., 1982. Plant Phenols Utilized as Nutrients by a Phytophagous Insect. Science, 216, 201-203.
- Bernays, E. A. and Simpson, S. J., 1989. Feeding and nutrition. In: Biology of Grasshopper, Eds R. F. Chapman and A. Joern, Wiley, Chichester, 143-151.
- Bernays, E. A. and Chapman, R. F., 1974. The Effect Of Haemolymph Osmotic Pressure On The Meal Size Of Nymphs Of *Locusta migratoria* L. J. Exp. Biol. 61, 473-48.
- Bignell, D. E., 1978. Effects Of Cellulose in The Diets Of Cockroaches. Entomologia Experimentalis et Applicata, 24, 25- 257.
- Bilgener, M., 1988. Chemical Component of Howler Monkeys (*Aloutta papillata*) Food Choise and Kinetics of Tannin Binding with Natural Polymers. PhD Dissertation, Boston University.
- Bravdo, B. and Hepner, Y., 1987. Irrigation Managementand Fertigation to Optimize Grape Compositionand Vine Performance. Acta Horticulturae 206:49-67.
- Bünnige, M. and Hilker, M. 1999. Larval exocrine glands in the galerucine *Agelastica alni* L. (Coleoptera:Chrysomelidae) : their morphology and possible functions. Chemoecology, 9, 55-62.
- Casher, L. E., 1996. Leaf Toughness In *Quercus Agrifolia* And Its Effects On Tissue Selection By First Instars Of *Phryganidia californica* (Lepidoptera: Diopitidae) and *Bucculatrix albertiella* (Lepidoptera: Lyoneiidae). Annals of the Entomological Society of America, 89, 109- 121.
- Cotrufo, M. F., Ineson, P. and Scott, A., 1998. Elevated CO₂ Reduces The Nitrogen Concentration Of Plant Tissues. Global Change Biology, 4, 43- 54.
- Çanakçıoğlu, H., 1983. Orman Entomolojisi Özel Bölüm. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3152, Orman Fakültesi Yayın No:349,VIII + 536 s.
- Denno, R. F. and Fagan, W. F. 2003. Might Nitrogen Limitation Promote Omnivory Among Carnivorous Arthropods. Ecology, 84, 2522- 2531.
- Deroe, C. and Pasteels J. M. 1992. Distribution of Adult Glands In Chrysomelids (Coleoptera: Chrysomelidae) and Its Significance In the Evolution of Defense Mechanisms Within the Family. J. Chem. Ecol. 8, 67-82.
- Donaldson, J. R. and Lindroth, R. L., 2004. Cottonwood Leaf Betle (Coleoptera: Chrysomelidae) Performance İn Relation To Variable Phytochemistry İn Juvenile Aspen (*Populus tremuloides* Michx.). Environmental Entomology, 33, 1505- 1511.

- Dukas, R. and Ellner, S. 1993. Information Processing and Prey Detection. Ecology 74,1337- 1346.
- Ehrlich, P. R and Raven, P. H., 1965. Butterflies and Plants: A Study In Coevolution. Evolution, 18, 586-608.
- Faeth, S. H., 1986. Indirect Interactions Between Temporally Separated Herbivores Mediated By The Host Plant. Ecology, 67, 479- 494.
- Fagan, W. F., Siemann, E., Mitter, C., Denno, R. F. and Huberty, A. F., 2002. Nitrogen In Insects: Implications For Trophic Complexity And Species Diversification. The American Naturalist, 160, 784- 802.
- Feeny, P., 1968. Effects of oak leaf Tannins on Larval Growth of the Winter Moth Operoptera brumata. J. Insect Phsyol. 14:805-817
- Feeny, P., 1970. Seasonal Changes in Oak Leaf Tannins And Nutrients As A Cause Of Spring Feeding By Winter Moth Caterpillars. Ecology, 51, 555- 581.
- Fischer, K. and Fiedler, K. 2000. Response Of The Copper Butterfly *Lycaena Tityrus* To Increased Leaf Nitrogen in Natural Food Plants. Oecologia, 124, 235- 241.
- Fox, L. R. and Macauley, B. J., 1977. Insect Grazing On *Eucalyptus* In Response To Variation In Leaf Tannins And Nitrogen. Oecologia, 29, 145- 162.
- Fraenkel, G. S., 1959. The Raison Detre of Secondary Plant Substances. Science 129: 1466-1470.
- Francis, F. J and Atwood, W. M., 1961. The Effect of Fertilizer Treatment on The Pigment Content of Cranberries, Proceedings of American Horticultural Science 77, 351– 358.
- Gelperin, A., 1966. Control Of Crop Emptying In The Blowfly. J. Insect Physiol, 12, 331- 345.
- Gross, G., 1992. Enzymatic Synthesis Of Gallotannins And Related Compounds. Rec Adv Phytocem 26, 297-324.
- Hahlbrock, K., Ebel, J., Oaks, A., Auden, J. and Liersch, M. 1974 Determinants Of Specific Growth Stages Of Plant Cell Suspension Cultures By Monitoring Conductivity Changes In The Medium. Planta 118, 75-84
- Harborne, J. B., 1977. Introduction to Ecological Biochemistry. Academic Press.
- Hartmann, T., 1996. Chemical ecology of pyrrolizidine alkaloids. Planta, 207, 483-495
- Hayashi, T., Tahara, S. and Ohgushi, T., 2005. Genetically-Controlled Leaf Traits In Two Che Motypes Of *Salix sachalinensis* Fr. Schm. (Salicaceae), Biochemical Systematics and Ecology, 33, 27- 38.

- Hochuli, D. F., 1996. The Ecology Of Plant/Insect Interactions: Implications Of Digestive Strategy For Feeding By Phytophagous Insects. Oikos, 75, 133- 141.
- Horie, Y. and Watanabe, K., 1983. Effect Of Various Kinds Of Dietary Protein And Supplementation With Limiting Amino Acids On Growth, Haemolymph Components And Uric Acid Excretion In The Silkworm, *Bombyxmori*. Journal of Insect Physiology, 29, 187- 199.
- House, H. L., 1974. Digestion In: The Physiology of Insects. Vol:5, 63-117, New York, Academic Press.
- Howe, H. F. and Westley, L. C., 1988. Ecological Relationships of Plants and Animals. Oxford University Press, Oxford.
- Ishikura, N., Hayashida S. and Tazaki, K., 1984. Biosynthesis Of Gallic Acids With ¹⁴C-Labeled Compounds In *Acer* And *Rhus* Leaves. Bot Mag (Tokyo), 97, 355-367.
- Jaenika, J., 1990. Host Specialization in Phytophagous Insects. Annu Rev Ecol Syst 21, 243-273.
- Janzen, D. H., 1974. Tropical Blackwater Rivers, Animals And Mast Fruiting By The Dipterocarpaceae. Biotropica, 6, 69-103.
- Jiang, M. and Cheng, J., 2004. Feeding, Oviposition and Survival of Overwintered Rice Water Weevil (Coleoptera: Curculionidae) Adults in Response to Nitrogen Fertilization of a Rice at Seedling Stage. Applied Entomology and Zoology, 38, 543- 549.
- Joern, A. and Behmer, S. T., 1997. Importance Of Dietary Nitrogen And Carbohydrates To Survival, Growth, And Reproduction In Adults Of The Grasshopper *Agenolettix deorum* (Orthoptera: Acridae). Oecologia, 112, 201- 208.
- Jones, S. A. and Raubenheimer, D., 2001. Nutritional Regulation In Nymphs Of The German Cockroach, *Blatella Germanica*. Journal of Insect Physiology, 47, 1169-1180.
- Kagata, H., Nakamura, M. and Ohgushi, T., 2005. Bottom-Up Cascade In A Tri-Trophic System: Different Impacts Of Host-Plant Regeneration On Performance Of A Willow Leaf Beetle And Its Natural Enemy. Ecological Entomology, 30, 58- 62.
- Kelly, M. T. and Curry J. P. 1991a. The Biology and Population Density of the Willow Beetle (*Phratora vulgatissima* [L.]) on *Salix viminalis* in Reclaimed Cutaway Peat. K. Appl. Ent. 111, 44-56.
- Kelly, M. T. and Curry, J. P., 1991b. The Influence Of Phenolic Compounds On The Suitability Of Three *Salix* Species As Hosts For The Willow Beetle *Phratora vulgatissima*. Entomol Exp Appl 61:25-32

- Kimoto, S. and Takizawa, H., 1994. Leaf Beetles (Chrysomelidae) of Japan. Tokai University Pres, Tokyo, Japan
- Kraus, T. E. C., Dahlgren, R. A. and Zaoski, R. J., 2003. Tannins In Nutrient Dynamics Of Forest Ecosystems- A Review. Plant and Soil, 256, 41- 66.
- Kudo, G., 2003. Variations In Leaf Traits And Susceptibility To Insect Herbivory Within A *Salix Miyabeana* Population Under Field Conditions. Plant Ecology, 169, 61- 69.
- Lee, K. P., Behmer, S. T., Simpson, S. and Raubenheimer, D. 2002. A Geometric Analysis Of Nutrient Regulation In The Generalist Caterpillar *Spodoptera littoralis* (Boisduval). Journal of Insect Physiology, 48, 655- 665.
- Lee, K. P., Raubenheimer, D., Behmer, S. T. and Simpson, S. J., 2003. A Correlation Between Macronutrient Balancing And Insect Host-Plant Range:Evidence From The Specialist Ceterpillar *Spodoptera exempta* (Walker). Journal of Insect Physiology, 49, 1161- 1171.
- Lee, K. P., Raubenheimer, D. and Simpson, S. J., 2004. The Effects Of Nutritional Imbalance On Compensatory Feeding For Cellulose-Mediated Dietary Dilution In A Generalist Caterpillar. Physiological Entomology, 29, 108- 117.
- Lehninger, A. L., Nelson, D. L. and Cox, M. M., 1993. Principles of Biochemistry, 2nd edn. Worth Publishers, New York.
- Lindroth, R. L., Scriber, J. M. and Hsia, M. T. S., 1988. Chemical Ecology Of The Tiger Swallowtail: Mediation Of Host Use By Phenolic Glycosides. Ecology 69, 814-822.
- Loomis, W. D. and Battaile, J., 1966. Plant phenolic compounds and the isolation of plant enzymes. Phytochemistry, 5, 423-438.
- Loomis, W. D., 1974. Overcoming Problems Of Phonemics And Quinines In The Isolation Of Plant Enzymes And Organelles. Methods of Enzyme. 31, 528-544.
- Lower, S. S. and Orians, C. M., 2003. Soil Nutrients And Water Availability Interact To Influence Willow Growth And Chemistry But Not Leaf Beetle Performance. Entomologia Experimentalis et Applicata, 107, 69- 79.
- Lundberg, P. and Åström, M., 1990. Low Nutrivite Quality As A Defense Aganist Optimally Foraging Herbivores. American Naturalist, 135, 547- 562.
- Margna, U., 1990. Biological Chemistry, V. 33: Control Of Flavonoid Biosynthesis With Primary Metabolism Of Plants (in Russian). Moscow: IISTI.
- Martin, M. M. and Van Hof, H. M., 1988. The Cause Of Reduced Growth Of *Manduca Sexta* Larvae On A Low-Water Diet: Increased Metabolic Processing Costs Or Nutrient Limitation? Journal of Insect Physiology, 34, 515- 525.

- Martin, M. M., 1991. The Evolution of Cellulose Digestion in Insects. Philosophical Transaction Of The Royal Society of London B, 333, 281-288.
- Martinsen, G. D., Driebe, E. M. and Whitham, T. G., 1998. Indirect Interactions Mediated By Changing Plant Chemistry: Beaver Browsing Benefits Beetles. Ecology, 79, 192- 200.
- Mattson, W. J. ve Addy, N. D., 1975. Phytophagous Insects As Regulators Of Forest Primary Production. Science, 190, 515-22.
- Mattson, W. J., 1980. Herbivory In Relation To Plant Nitrogen Content. Annual Review of Ecology and Systematics, 11, 119- 161.
- Mattson, W. J. and Scriber, J. M., 1987. Nutritional Ecology Of Insect Folivores Of Woody Plants Nitrogen, Water, Fiber, And Mineral Considerations. Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders, and Related Invertebrates (ed. by F. Slansky and J.G. Rodrigues). John Wiley and Sons, New York, NY, USA, 105-46
- Matsuda, K. and Sugawara, F., 1980. Defensive secretion of chrysomelid larvae *Chrysomela vingintipunctata costella* (Marseul), *C. populi* L. and *Gastrolina depressa* Baly (Coleoptera: Chrysomelidae). Appl. Ent. Zool. 15, 316-320.
- Matsuda, K., and Matsuo, H., 1985. A Flavonoid, Luteolin-7-Glucoside, As Well As Salicin And Populin, Stimulating The Feeding Of Leaf Beetles Attacking Salicaceous Plants. Appl Ent Zool 20, 305-313
- Mayntz, D., and Toft, S., 2001. Nutrient Composition Of The Prey's Diet Affects Growth And Survivorship Of A Generalist Predator. Oecologia, 127, 207- 213.
- McGinnis, A. J. and Kasting, R., 1967. Dietary Cellulose: Effect On Food Consumption And Growth Of A Grasshopper. Canadian Journal of Zoology, 45, 365- 367.
- Mole, S. and Waterman, P. G., 1987. Tanic Acid And Proteolytic Enzyme Inhibition Or Substrate Deprivation. Phytochemistry 26, 99-102.
- Monk, C. D., 1987. Sclerophylly in *Quercus virginiana* Mill, Castanea, 52, 4, 256-261
- Morrison, I. M., 1972. A Semi-Micro Method For The Determination Of Lignin And Its Use In Predicting Digestibility Of Forage Crops. J. Sci. Food Agric., 23, 455-463
- Moran, N. and Hamilton, W. D., 1980. Low Nutrivite Quality As Defense Aganist Herbivores: Journal of Theoretical Biology, 86, 247- 254.
- Muzika, R. M and Pregitzer, K. S., 1992. Effect Of Nitrogen Fertilization On Leaf Phenolic Production Of Grand Fir Seedlings. Trees, 6, 241-244
- Neuvonen, S. and Haukioja, E., 1984. Low Nutrivite Quality As Defense Aganist Herbivores: Induced Responses In Birch. Oecologia, 63, 71- 74.

- Nomura, M. and Itioka, T., 2002. Effects Of Synthesized Tannin On The Growth And Survival Of A Generalist Herbivorous Insect, The Common Cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). Applied Entomology and Zoology, 37, 285- 289.
- Obermaier, E. and Zwölfer, H., 1999. Plant Quality Or Quantity? Host Exploitation Strategies In Three Chrysomelidae Species Associated With Asteraceae Host Plants. Entomologia Experimentalis et Applicata, 92, 165- 177.
- Ossipov, V., Chernov, A., Zrazhevskaya, G. and Shein, I., 1995. Quinate:NAD(P)[±]-Oxidoreductase From *Larix Sibirica*: Purification, Characterization And Function. Trees, 10:46-51.
- Percival, D. and Sanderson, K., 2004. Main and Interactive Effects Of Vegetative-Year Applications Of Nitrogen, Phosphorus, And Potassium Fertilizers On The Wild Blueberry. Small Fruits Review. 3, 1-2 , 105-121. In Proceedings Of The Ninth North American Blueberry Research And Extension Workers Conference.
- Phillips, R. and Henshaw, G. G., 1977. The Regulation Of Synthesis Of Phenolics In Stationary Phase Cell Cultures Of *Acer pseudoplatanus* L. J Exp Bot, 28, 785-794.
- Price, P. W. E., Bouton, P., Gross, B. A., McPheron, J. N. and Thompson, A. E., 1980. Interactions Among Three Trophic Levels: Influence Of Plants On Interactions Between Insect Herbivores And Natural Enemies. Annu. Rev. Ecol. Syst. 11, 41-65.
- Rank, N. E., 1992. Host Plant Preference Based On Salicylate Chemistry In Willow Leaf Beetle (*Chrysomela aeneicollis*). Oecologia 90, 95-101.
- Raubenheimer, D. 1992. Tannic Acid, Protein, And Digestible Carbohydrate: Dietary Imbalance And Nutritional Compensation In Locusts. Ecology, 73, 1012- 1027.
- Raubenheimer, D. and Simpson, S. J., 1993. The Geometry Of Compensatory Feeding In The Locust. Animal Behaviour, 45, 953- 964.
- Raubenheimer, D. and Simpson, S.J., 1994. The Analysis Of Nutrient Budgets. Functional Ecology, 8, 783- 791.
- Raubenheimer, D. and Simpson, S. J., 2004. Organismal Stoichiometry: Quantifying Non-Independence Among Food Components. Ecology, 85, 1203- 1216.
- Roininen, H., Price, P. W., Julkunen-Tiitto, R., Tahvanainen, J. and Ikonen, A. 1999. Oviposition Stimulant For A Gall-Inducing Sawfly, *Euura Lasiolepis*, On Willow Is A Phenolic Glucoside, J Chem Ecol 25, 943-953
- Rosenthal, G. A. and Berenbaum, M. R., 1991. Herbivores. Their Interactions with Secondary Plant Metabolites, 2nd edn. Academic Press, San Diego, CA.

- Schultz, J. C. and Lechowicz, J. M., 1986. Hostplant, larval age, and feeding behavior influence midgut pH in the gypsy moth (*Lymantria dispar*). Oecologia 71, 133-137.
- Scriber, J. M., 1979. Effects of leaf-water supplementation upon post-ingestive nutritional indices of forb, shrub, vine, and tree feeding Lepidoptera. Entomol Exp Appl, 25, 203-215.
- Scriber, J. M. and Slansky, F., 1981. The Nutritional Ecology Of Immature Insects. Annual Review of Entomology, 26, 183- 211.
- Seaman, F.C., 1984. The effects of tannic acid and other phenolics and on the growth of the fungus cultivated by the leaf cutting ant *Myrmicocrypta buenzlii*. Biochem. Syst. Ecol, 12, 155-158.
- Simpson, S. J. and Raubenheimer, D., 2001. The Geometric Analysis Of Nutrient-Allelochemical Interactions: A Case Study Using Locusts. Ecology, 82, 422- 439.
- Simpson, S. J. and Simpson, C. L., 1990. The Mechanism Of Nutritional Compensation By Phytophagous Insects. Insect- Plant Interactions, Vol. 2 (ed. by E. A. Bernays), 111- 160. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Simpson, S. J., Raubenheimer, D. and Chambers, P. G., 1995. The Mechanism Of Nutritional Homeostasis. Regulatory Mechanisms in Insect Feeding (ed. by R. F. Chapman and G. De Boer), 251- 78. Chapman and Hall, New York.
- Slansky, F., 1993. Nutritional Ecology: The Fundamental Quest For Nutrients. Caterpillars: Ecological and Evolutionary Constraints on Foraging (ed. by N. E. Stamp and T. M. Caesy), 29- 91. Chapman and Hall, New York.
- Slansky, F. and Feeny, P., 1977. Stabilization Of The Rate Of Nitrogen Accumulation By Larvae Of The Cabbage Butterfly On Wild And Cultivated Food Plants. Ecological Monographs, 47, 207- 228.
- Slansky, F. and Wheeler, G. S., 1989. Compensatory Increases In Food Consumption And Utilization Efficiencies By Velvetbean Caterpillars Mitigate Impact Of Diluted Diets On Growth. Entomologia Experimentalis et Applicata, 51, 175- 187.
- Smiley, J., 1978. Plant Chemistry And The Evolution Of Host Specificity: New Evidence From *Heliconius* And *Passiflora*. Science 201, 745-747
- Soetens, P. H. and Pasteels, J. M. 1994. Synergistic Effect Of Secondary Compounds And Nutrients In The Host Plant Choice Of A Salicaceous-Feeding Leaf Beetle: *Phratora vitellinae* (Coleoptera: Chrysomelidae). Med Fac Landouww Univ Gent 59, 2b, 685-689.
- Stafford, H. A., 1983. Enzymic regulation of procyanidin biosynthesis. Phytochemistry 22, 2643-2646.

- Sterner, R. W. and Esler, J. J., 2002. Ecological Stoichiometry. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.
- Swain, T. and Hillis, W. E., 1959. The Phenolic Constituents Of *Prunus domestica*, J. Sci. Food Agric 10, 63-68
- Tabashnik, B. E., 1982. Responses of pest and non-pest *Colias* butterfly larvae to intraspecific variation in leaf nitrogen and water content. Oecologia, 55, 389-394.
- Takechi, M. and Tanaka, Y., 1987. Binding of 1,2,3,4,6-Pentagalloyl Glucoseto Proteins, Lipids, Lipids, Nucleic Acids And Sugars, Phytochemistry, 26, 94-97.
- Teder, T. and Tammaru, T., 2002. Cascading Effects Of Variation In Plant Vigour On The Relative Performance Of Insect Herbivores And Their Parasitoids. Ecological Entomology, 27, 94- 104.
- Thompson, S. N. and Redak, R. A., 2000. Interactions Of Dietary Protein And Carbohydrate Determine Blood Sugar Level And Regulate Nutrient Selection In The Insect *Manduca sexta* L. Biochimica et Biophysica Acta, 1523, 91- 102.
- Timmins, W. A., Bellward, K., Stamp, A. J. and Reynolds, S. E., 1988. Food Intake, Conversion Efficiency, And Feeding Behaviour Of Tobacco Hornworm Caterpillars Given Artificial Diet Of Varying Nutrient And Water Content, Physiological Entomology, 13, 303- 314.
- Tischler, W., 1977. Kontinuität, Des Biosystems Erle (*Alnus*) Erlenblattkäfer (*Agelastica alni*). Z angew Zool, 64, 69 -92.
- Waldbauer, G. P., 1968. The Consumption and Utilization of Food by Insect. Adv. Insect Physiol, 5, 229-289.
- Waldbauer, G. P. and Friedman, S., 1991. Self-Selection Of Optimal Diet By Insects. Ann. Rev. Entomol., 36, 43-63.
- Waterman, P. G. and Mole, S., 1989. Extrinsic Factors In Influencing Production Of Secondary Metabolites In Plants. 107-134 In Bernays EA (Ed) Insect-Plant Interaction, CRC Press.
- Waterman, P. G. and Mole, S., 1994. Analysis of Plant Phenolic Metabolites. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Westcott, R. J. and Henshaw, G. G., 1976. Phenolic Synthesis And Phenylalanine Ammonia-Lyase Activity In Suspension Cultures Of *Acer pseudoplatanus* L. Planta, 131,67-73.
- Wheeler, G. S. and Slansky, F., 1991. Compensatory Response Of The Fall Armyworm (*Spodoptera Frugiperda*) When Fed Water- And Cellulose-Diluted Diets. Physiological Entomology, 16, 361- 374.

- White, T. C. R., 1993. The Inadequate Environment. Nitrogen and the Abundance of Animals. Springer-Verlag, Berlin.
- Whittaker, R. H. and Feeny, P., 1971. Allelochemicals: Chemical Interactions Between Species. Science, 17, 757- 770.
- URL-1, www.biyolojidunyasi.net/ekoloji.htm. 18 Ekim 2003.
- URL-2, www.faunistik.net/detinvert/coleoptera/agelas. 09 Mayıs 2006.
- URL-3, www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1370065. 29 Mayıs 2006.
- URL-4 ,www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1220018. 29 Mayıs 2006.
- URL-5, www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1121047. 24 Eylül 2006.
- URL-6, www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1121049. 24 Eylül 2006.
- URL-7, www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=0541017. 14 Haziran 2006
- URL-8, www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1121055. 14 Haziran 2006.
- URL-9, www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1281036. 24 Eylül 2006.
- URL-10, www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1121042. 19 Eylül 2004.
- Yang, Y. and Joern, A., 1994. Compensatory Feeding In Response To Varying Food Quality By *Melanoplus differentialis*. Physiological Entomology, 19, 75- 82.

ÖZGEÇMİŞ

01.04.1977 tarihinde Samsun'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Samsun İlkadım İlköğretim Okulunda tamamladı. Lise öğrenimini ise Samsun Ondokuz Mayıs Lisesinde tamamladı. 1996 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği programını kazanarak yüksek öğrenimine başladı ve 2000 yılında iyi derece ile mezun oldu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünün 2000 yılında açmış olduğu yüksek lisans sınavını kazanarak Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisans programına başladı. Aynı yıl Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümüne araştırma görevlisi olarak atandı. 2002 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesindeki görevinden ayrıldı ve Karadeniz Teknik Üniversitesinin açmış olduğu araştırma görevlisi sınavını kazanarak Giresun Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümüne araştırma görevlisi olarak atandı. 2003 yılında yüksek lisans öğrenimini başarı ile tamamladı. Halen Giresun Fen Edebiyat Fakültesinde görevine devam etmektedir. Yabancı dili İngilizcedir.