

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

**TAVUS KELEBEĞİ, *Inachis io* (L.),  
(LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE)'NİN  
BESİN TERCİHİNE ETKİ EDEN  
KİMYASAL FAKTÖRLER**

**NURVER ALTUN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

127249

TAVUS KELEBEĞİ, *Inachis io* (L.),  
(LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE)'nın  
BESİN TERCİHİNE ETKİ EDEN KİMYASAL FAKTÖRLER

NURVER ALTUN

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

PROF. DR. MAHMUT BİLGENER

SAMSUN-2002

127249

**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ**

Bu çalışma jürimiz tarafından 06.09.2002 tarihinde yapılan sınav ile Biyoloji  
Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Mahmut BİLGİNER



Üye: Prof. Dr. Ünal ZEYBEKOĞLU

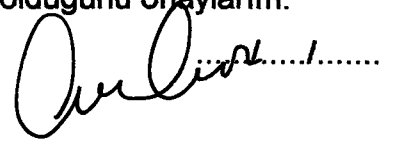


Üye: Yrd. Doç. Dr. Yunus BEKDEMİR



ONAY:

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.



Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**TAVUS KELEBEĞİ, *Inachis io* (L.),  
(LEPIDOPTERA: NYMPHALİDAE)'NİN BESİN TERCİHİNE ETKİ EDEN  
KİMYASAL FAKTÖRLER**

**ÖZET**

Bu çalışmada, monofaj herbivor bir böcek olan *Inachis io* (L.) larvalarının besin tercihi, bitkinin kimyasal içeriği bakımından araştırılmıştır. *I. io* larvaları 41 gün süren beslenme deneyiyle incelenmiştir.

*I. io* larvalarının *Urtica dioica* (L.) ile beslendiği haziran ayında bitki yapraklarının su içeriği yaklaşık % 74, toplam protein içeriği yaklaşık % 21, lif miktarının % 57,5, toplam fenolik madde içeriğinin ise yaklaşık % 2,6 oranında olduğu belirlenmiştir. Larva beslenmesinin olmadığı temmuz ayında ise fenolik madde miktarında, lif miktarında ve su seviyesinde düşüş kaydedilirken toplam protein miktarı artmıştır. Haziran ayında yüksek fenolik içeriği erken böcek beslenmesine tepki olarak ortaya çıkmış olabilir.

*I. io* larvalarının son larva dönemleri süresince tükettikleri besini biyomasa dönüştürebilme oranları (ECI) ve sindirilen besini biyomasa dönüştürebilme oranları *Celerio euphorbiae* (L.) ile karşılaştırılırsa *C euphorbiae*'dan daha düşük değerler elde edilmiştir. Bu sonuç, *C. euphorbia* larvalarının beslendiği *Euphorbia rigida* (L.)'nın su içeriğinin *U. dioica*'dan daha yüksek olmasından kaynaklanabilir.

*U. dioica*'nın besin kalitesi oldukça yüksek olduğu için *I. io*, *Vanessa atalanta* (L.) ve *Aglais urticae* (L.) gibi birçok böcek tarafından besin olarak tercih edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Inachis io*, *Urtica dioica*, protein içeriği, ECD, ECI

## THE CHEMICAL FACTORS INFLUENCING ON THE FOOD CHOICE OF PEACOCK, *Inachis io* (L.), (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE)

### ABSTRACT

In this study, the food choice of *Inachis io* larvae, a monofagous insect herbivore, was investigated in respect to chemical contents of food plant. The feeding experiment was carried out with *I. io* larvae in a 41-day experiment.

Water, total protein, fiber and total phenolic contents of *Urtica dioica* (L.) in June when the larvae of *I. io* were fed on were 74 %, 21 %, 57,5 % and 2,6 % respectively. But, there was increase in the total protein content of the plant in July when the larvae were not feed, while the water and total phenolic and fiber contents were decreased. The higher total phenolic contents of the plant food in June was probably a response to the insect feeding.

When the efficiency of conversion of ingested food to biomass (ECI) and the efficiency of digested food to biomass (ECD) ratios during the last instar of the *I. io* larvae were compared with those of *Celerio euphorbiae* (L.), it was found that the values belonged to *I. io* were lower than *C. euphorbiae*'s. These results were due to the higher water content of *Euphorbia rigida* (L.) that were fed by *C. euphorbiae* than *U. dioica*'s.

Because of the higher food quality of *U. dioica*, it has been chosen as food plant by many insects such as *I. io*, *Vanessa atalanta* (L.) and *Aglais urticae* (L.).

**Key words:** *Inachis io*, *Urtica dioica*, protein content, ECD, ECI

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmalarım süresince verdiği bilgiler ve maddi, manevi desteğinden dolayı değerli hocam sayın Prof. Dr. Mahmut Bilgener'e çok teşekkür ederim.

Çalışmalarımda analizlerim sırasında her zaman bana yardımcı olan, desteğini esirgemeyen değerli arkadaşım Oğuzhan YANAR'a teşekkür ederim.

Tüm yaşantım süresince olduğu gibi yüksek lisans öğrenimim süresince de benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olan ve beni gerçekten anlayan sevgili aileme de teşekkürü bir borç bilirim.



## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. GİRİŞ.....                                                                                                        | 1  |
| 1.1. <i>Inachis io</i> (L.)'nin Karakteristik Özellikleri.....                                                       | 1  |
| 1.2. Spesiyalistler ve Generalistler.....                                                                            | 3  |
| 1.3. Herbivorlarda Besin Seçimi.....                                                                                 | 4  |
| 1.4. Konak Kalitesi.....                                                                                             | 5  |
| 1.4.1. Azot.....                                                                                                     | 6  |
| 1.4.2. Su Miktarı.....                                                                                               | 7  |
| 1.4.3. Sekonder Metabolitler.....                                                                                    | 8  |
| 1.4.4. Yapraktaki Su Miktarı / Azot Miktarı Oranına Dayanan<br>Bitki Uygunluğunun Fizyolojik Verimliliği Modeli..... | 10 |
| 1.4.5. Zaman ve Mekanda Elde Edilebilirlik.....                                                                      | 11 |
| 2. MATERYAL ve METOT.....                                                                                            | 12 |
| 2.1. Larvaların Toplanması ve Ergin Hale Getirilmesi.....                                                            | 12 |
| 2.2. Yaprakların Kurutulması ve Öğütülmesi.....                                                                      | 13 |
| 2.3. Asimilasyon Deneyi.....                                                                                         | 13 |
| 2.4. Kimyasal Analizler.....                                                                                         | 14 |
| 2.4.1. Bitki Ekstraktının Hazırlanması.....                                                                          | 14 |
| 2.4.2. Toplam Fenolik (Folin Denis) Analizi.....                                                                     | 15 |
| 2.4.3. Kjedahl Metodu İle Toplam Protein Analizi.....                                                                | 15 |
| 2.4.4. Lif Miktarının Ölçülmesi.....                                                                                 | 16 |
| 3. BULGULAR.....                                                                                                     | 17 |
| 3.1. Asimilasyon Deney Sonuçları.....                                                                                | 17 |
| 3.2. Bitkilerdeki Su Miktarı.....                                                                                    | 21 |
| 3.3. Toplam Fenolik İçeriği Sonuçları.....                                                                           | 22 |
| 3.4. Kjedahl Metodu İle Toplam Protein Analizi Sonuçları.....                                                        | 22 |
| 3.5. Lif Miktarının Ölçülmesi Analizi Sonuçları.....                                                                 | 23 |
| 3.6. Bitki Örneklerinin Kimyasal İçerikleri.....                                                                     | 23 |
| 4. TARTIŞMA ve SONUÇ.....                                                                                            | 25 |
| 5. ÖNERİLER.....                                                                                                     | 29 |
| 6. KAYNAKLAR.....                                                                                                    | 30 |
| 7. ÖZGEÇMİŞ.....                                                                                                     | 34 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil. 1.1.a. <i>I. io</i> (Larva evresi).....                                                                                                            | 2  |
| Şekil. 1.1.b. <i>I. io</i> (Pupa evresi).....                                                                                                             | 2  |
| Şekil 1.1.c. <i>I. io</i> (Ergin).....                                                                                                                    | 2  |
| Şekil 3.1. <i>I. io</i> Larvalarının Günlere Göre Tükettikleri Bitki Miktarı.....                                                                         | 17 |
| Şekil 3.2. <i>I. io</i> Larvalarının Ürettiği Günlük Ortalama Dışkı Değerleri.....                                                                        | 17 |
| Şekil 3.3. <i>I. io</i> Larvalarının Günlere Göre Ağırlık Artışı.....                                                                                     | 18 |
| Şekil 3.4. <i>I. io</i> Larvalarının Günlük Ortalama Yaklaşık Sindirebilme Değerleri.....                                                                 | 19 |
| Şekil 3.5. <i>I. io</i> Larvalarının Günlük Sindirilen Besinleri Biyomasa (Biyokütleye) Dönüştürebilme Verimliliği.....                                   | 19 |
| Şekil 3.6. <i>I. io</i> Larvalarının Son larva Dönemindeki Tükettikleri Besinleri Biyomasa Dönüştürebilme Verimlilikleri.....                             | 20 |
| Şekil 3.7. <i>I. io</i> Larvalarının <i>U. dioica</i> Bitkilerini Tüketim Miktarı, Larvaların Ağırlık artışı ve Günlük Dışkı Üretim Miktarları.....       | 20 |
| Şekil 3.8. <i>I. io</i> Larvalarının <i>U. dioica</i> Bitkilerini Tüketim Miktarı, Larvaların Ağırlık Artışı ve Yaklaşık Sindirebilme (AD) Değerleri..... | 21 |
| Şekil 3.9. Bitkilerdeki Su Miktarları.....                                                                                                                | 21 |
| Şekil 3.10. Bitkilerin Toplam Fenolik Madde İçeriği.....                                                                                                  | 22 |
| Şekil 3.11. Bitkilerin ve Dışkının Toplam Protein Miktarı.....                                                                                            | 22 |
| Şekil 3.12. Bitki Örneklerinin ve Dışkının Toplam Lif Miktarı.....                                                                                        | 23 |
| Şekil 3.13.21 Haziran Tarihinde Toplanan <i>U. dioica</i> Yapraklarının Kimyasal İçeriği.....                                                             | 23 |
| Şekil 3.14. 9 Temmuz Tarihinde Toplanan <i>U. dioica</i> Yapraklarının Kimyasal İçeriği.....                                                              | 23 |

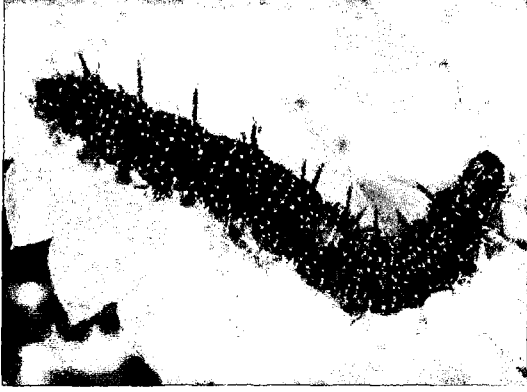


## 1. GİRİŞ

### 1.1. *Inachis io* ( L.)'nun Karakteristik Özellikleri

Tavus kelebeği yada göz kelebeği olarak bilinen *Inachis io* (L.) taksonomide Insecta: Pterygota: Lepidoptera: Frenata (Heteroneura): Nymphalidae: Nymphalinae alt familyasına aittir. *I. io*, Nymphalinae alt familyasının *Inachis* cinsindendir. *I. io* (L.) kanatlarında, kahverengimsi kırmızı zemin üzerinde, tipik birer göz beneğine sahiptir. Günün sıcak saatlerinde çiçekten çiçeğe uçarak nektar emer (Şekil 1.1.c). Larvalar ait oldukları familyanın karakteristik özelliklerine uygun olarak güçlü yapılı ve dallı dikenlerle donatılmış olup siyah renklidirler (Şekil 1.1.a). Bu tür nispeten geniş, "açık" populasyonlu, kolayca habitat değiştiren ve özelleşmiş habitat gereksinimleri olmayan bir türdür. *I. io* larvaları *Urtica dioica* (L.) (ısırgan) ile beslenen (Bryant ve ark., 1997) tür seviyesinde spesiyalist herbivorlardır (Pullin, 1986). *I. io* sıcaklığa bağlı olarak değişmekle birlikte, genellikle yılda bir kez, güney Avrupa'da yılda iki kez nesil verir. Larvalar toplu olarak yaşarlar (Pullin, 1986).

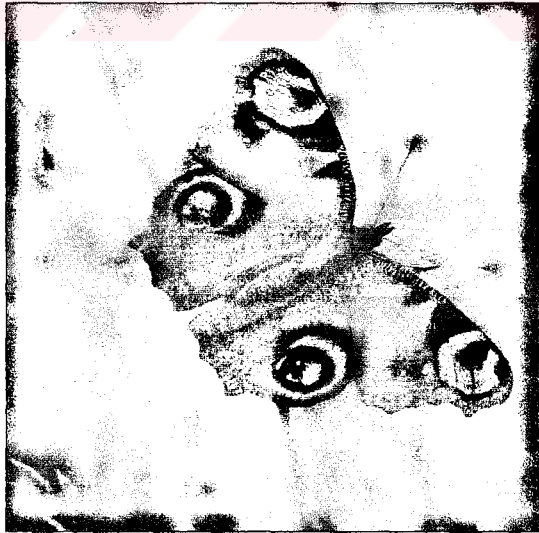
*I. io* erginlerinin uçuş süreleri Mart-Nisan aylarından itibaren başlar. Dişi bireyler, yumurtalarını *U. dioica* yapraklarının alt yüzeylerine piramit şeklinde toplu olarak bırakırlar (Hondo ve ark., 1995). Larvalar yumurtadan ilkbaharda çıkarlar, 5 kere (Bryant ve ark., 1997) deri değiştirdikten sonra kendilerini bir yere asarak pupa haline geçerler. Pupalar metalik renklidirler ve üzerlerinde değişik yapılı tüberküller ve çıkıntılar taşırlar (Şekil1.1.b).



Şekil 1.1. a. *I. io* (Larva evresi)



Şekil 1.1.b. *I. io* (Pupa evresi)



Şekil 1.1.c. *I. io* (Ergin)

## 1.2. Spesiyalistler ve Generalistler

*I. io* larvaları *Urtica* sp. için spesiyalist yada monofaj türlerdir. Spesiyalistlik için çok çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Bunlardan Smiley'e (1978) göre monofajlık, lokal bir populasyon derecesinde herbivorun sadece tek bir konak türüyle beslenmesi olarak tanımlanır. Rosenzweig (1974), spesiyalistleri "spesiyalist" ve "ekstrem spesiyalist" olarak ayırırken Maynard-Smith (1974), spesiyalistlerin sadece bir yada birkaç bitki türünü kullandıklarını belirtmişlerdir. Generalistler ise birden fazla tür, cins yada familyayla beslenen herbivorlardır. Spesiyalist ve generalistleri birbirinden ayırabilmek için bireylerin özelliklerini yada komitedeki aktif rollerini bilmek gereklidir. Mesela; Avustralya'da dominant olarak yetişen bir ağaç cinsi olan *Eucalyptus*'larla beslenen fitofaj böcekler incelendiğinde belirli bir alanda bulunan böcekler sadece bulundukları bölgedeki bir cinse ait bitkilerle beslendikleri için cins seviyesinde spesiyalist olarak adlandırılırlar. Fakat, bulundukları alandaki birden çok *Eucalyptus* türüyle beslendikleri için de tür seviyesinde generalisttirler (Fox ve Morrow , 1981).

Bu tanımlamalara göre, *I. io* sadece *U. dioica* türüyle beslendiği için tür seviyesinde spesiyalisttir.

Yaprak yiyen böcekler arasında monofaj böcekler yaygın olarak rastlanır. Monofajlık özellikle yüksek yapılı bitkilerin yapraklarında bulunan çeşitli sekonder maddelere bir adaptasyon olarak kabul edilmektedir. Monofajlıkla bitki bileşikleri doğrudan ilişkilidir (Smiley, 1978). Fakat, monofajlıkta etkili olan yegane faktör bitki sekonder maddeleri değildir. Kelebek türleriyle yapılan üç farklı çalışmada kelebeklerin habitatlarında kimyasal olarak uygun fakat kullanılmayan bitki türlerinin bulunduğu gösterilmiştir. Benzer şekilde *Heliconius melpomene* türünün habitatında *Passiflora* cinsinden kimyasal olarak birbirine yakın 5 türün bulunmasına rağmen *H. melpomene*'in bunlardan bir türe yumurta bıraktığı tespit edilmiştir. *H. melpomene*'in özelleşmesinde bitki tadındaki farklılıklardan ziyade, diğer 4 türe özelleşmiş avcı hayvanlardan (karınca gibi) korunmanın rol oynayabileceği ileri sürülmüştür (Smiley, 1978).

Monofaj türler, generalistlerle karşılaştırılırsa hem bazı avantajlara hem de dezavantajlara sahip oldukları anlaşılır. Tür seviyesinde uzmanlaşmış olan herbivorların populasyon dinamiği yalnız bir konak bitki türünü kullandıkları için besin elde etmesindeki değişimlere karşı nispeten duyarlıdır. Birden fazla sayıda bitki türüyle beslenebilmelerine karşın sadece bulundukları lokalitedeki konak bitkileriyle beslenen herbivor türler *yerel uzmanlaşmışlar* olarak adlandırılırlar (Fox ve Morrow, 1981). Yerel uzmanlaşmışların populasyon dinamiği ise, bir bitki türünden daha fazla sayıda türle beslenebildiklerinden monofajlara oranla daha avantajlıdır.

Buna karşılık, besin bitkilerinin sınırlandırılmasının evrimsel yönden tercih edilen bir durum olabileceği ileri sürülmüştür. Uzmanlaşmanın evrimsel sebeplerinden biri, beslenme verimliliğinde görülen artıştır. Farklı taksonomik gruplardan bitkilerle beslenen, herbivor türler sadece bir tek familyaya ait bitkilerle beslenen hayvanlara göre daha çeşitli savunma maddeleriyle karşılaşılırlar. Öne sürülen bu hipotezi destekleyen kanıtlar olduğu gibi desteklemeyen veriler de mevcuttur. *Passiflora* türlerine özelleşmiş olan *Heliconius* türleri aynı bitki türüyle beslenenler, polifaj türlerden daha verimli bir şekilde besinlerini sindirebilirler. Fakat; *Lepidoptera* türleriyle yapılan çeşitli çalışmalar familya uzmanlaşmışları ve generalistleri arasında sindirim verimliliği açısından bir fark olmadığını göstermiştir (Fox ve Morrow , 1981).

### 1.3. Herbivorlarda Besin Seçimi

Herbivorlar yedikleri besinlerden büyüme, gelişme ve üremeleri için gerekli elementleri ve gıdaları yeterli miktarda elde etmek ve besinlerdeki çeşitli toksinleri asgari seviyede almak için geniş alanlara yayılan belirli bitki türleriyle yada bitki organlarıyla beslenirler ( Waldbauer ve Friedman, 1991).

Herbivorların besin seçiminde iki genel yaklaşım ileri sürülmüştür. Bunlar sırasıyla:

- 1) Freeland ve Janzen (1974)'e göre herbivorlar besin ihtiyaçlarını uygun besinlerden karşılayıp zehirli ve caydırıcı sekonder maddelerden kaçınırlar.

- 2) Optimal besin arama ve elde etme teorisine göre, hayvanların birim zamanda elde ettikleri enerjiyi azami değerlere eriştirecek şekilde beslendikleri ileri sürülmektedir ( Belovsky, 1984).

Bu modellere ek olarak, yeni modellerde azami besin alınmasında bazı sınırlayıcıların bulunduğu ileri sürülmektedir. Bu modellerden birisi self seleksiyon modelidir. Self seleksiyon modeline göre, hayvanların bir enerji kaynağından azami derecede gıda ve enerji elde etme yerine, gıda dengesini koruyarak besinleri seçerek yemek üzere adapte olduklarını ortaya koymuşlardır. Buna göre, hayvanlar, ihtiyaçları olan gıdaları dengeli elde ederek beslenirler (Waldbauer ve Friedman, 1991). Self seleksiyon modelinin iki kriterine göre:

- 1) Hayvanlar besinlerini rasgele seçmeyip bilinçli bir seçim uygularlar.
- 2) Temel gıdalarını (proteinler, karbonhidratlar, yağlar...) belli oranlarda almaya çalışırlar.

Böceklerin besinsel gereksinimleri türden türe değişir. Gıdaların optimal dengesi, türe, bireyin cinsiyetine ve yaşına göre değişir. Aynı türün aynı cinsiyetteki bireylerinin ihtiyaçları aşağı yukarı aynıdır. Herbivorların yedikleri besinin değeri, vitamin yada sterol içeriğine, aminoasit dengesine, toplam azot içeriğine, toplam azot oranına göre değişir. Besin değeri bitkilerde türe göre değiştiği gibi bitki organları arasında da farklılıklar gösterir. Bu çeşitlilik değişik bitkilerle ve bitki organlarıyla beslenen herbivora besin dengelerini ayarlamaları için geniş bir tolerans sağlar (Waldbauer ve Friedman, 1991).

#### **1.4. Konak Kalitesi**

Herbivor böceklerin gelişmesi ve hayatlarını sürdürmeleri için konak bitkilerin kalitesi önemlidir (Pullin, 1986). Böcekler ve bitkiler arasındaki ilişkiler çok çeşitlilik gösterir. Karnivor böcekler bitki kimyasından doğrudan etkilenmezken, fitofaj böcekler konak bitkilerinin kalitesinden nispeten daha fazla etkilenebilirler.

Böceklerin seçici beslenme davranışının yalnız gıda gereksinimleri tarafından mı yoksa bitki doku ve organlarında bulunan sekonder maddeler tarafından mı belirlendiği uzun zamandır tartışılmaktadır (Harborne, 1994).

Bitkilerin konak olarak kabul edilmesinde sekonder maddelere ek olarak besin kalitesi yani besin içeriği, bitki uygunluğu önemli rol oynar (Jaenike, 1990).

Besin kalitesi, bitki uygunluğu (azot miktarı, su miktarı, azot elde edilebilirliği, sekonder maddeler ve oranları) ve bitkinin yer ve zamanda elde edilebilirliği gibi faktörlerle belirlenir.

#### 1.4.1. Azot

Bir bitkinin azot içeriği çeşitli bitki özelliklerinden sadece biri olup herbivorlar için hayati öneme sahiptir. Azot ve azotlu bileşikler, zar yapısı, genetik kodlama gibi birçok metabolik faaliyette görev yaptığından organizmaların gelişiminde önemli bir elementtir (Mattson, 1980). Bir böceğin üreme ve gelişme başarısı böceğin bitkileri sindirebilme ve bitkilerden azotu veya azotlu gıdaları elde edebilme başarısına bağlıdır (Scriber, 1984). Azot, herbivorların popülasyon dinamiğini sınırlayan bir elementtir.

Genellikle bitkilerin azot içeriği arttıkça herbivorların popülasyon dinamiği artar. Bunun tersini destekleyen kanıtlar da mevcuttur. Artan bitki azot içeriğiyle yapılan 115 çalışma zararlı böcek fekonditesinin ve popülasyonunun arttığını gösterirken, 44 çalışma ise yüksek azot içeriğinde herbivor popülasyonlarının azaldığını yada düşük azot içeriğinde popülasyonların arttığını göstermiştir (Scriber, 1984). Bitkilerdeki azot içeriğinin böceklerin popülasyon yoğunluğunu etkilemesiyle ilgili olarak en güçlü kanıtlar yaprak emici böceklerle yapılan çalışmalardan elde edilmiştir. Besinlerdeki yüksek azot içeriği afidlerde büyümenin artmasını ve hızlı gelişmeyi teşvik eder. Gözlemler "düşük azot miktarı"nın bitkilerin böcek beslenmesine karşı bir savunma mekanizması olmadığını göstermiştir. Hamilton ve Moran (1980) bitkilerin düşük azot içeriğinin böceklerde bitki tüketimini artırabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Bitkilerin düşük azot içeriği herbivor üreme kapasitesini etkiler. Yılda bir döl veren, univoltin, türlerde herhangi bir yılda konak bitkilerin besin içeriğindeki değişim o konak bitkiyle beslenen böceklerin bir sonraki yılda popülasyon yoğunluğunu etkileyebilir (Wint, 1983).



Bir böceğin gelişiminde yenen besinleri biyomasa dönüştürebilme verimliliği (ECI) ile tüketilen bitkinin azot miktarı arasında Mattson (1980) tarafından ileri sürülen bir ilişki mevcuttur.

$ECI = \text{Vücut gelişimi yada Üretim} / \text{Besin sindirilebilirliği}$

Yapılan incelemelerde ECI ile azot içeriği arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Azotun kullanılabilirliğini etkileyen çeşitli faktörler vardır. Su miktarı ve sekonder metabolitler bu faktörlerdendir (Mattson, 1980).

#### 1.4.2. Su Miktarı

Genellikle gıda olarak kabul edilmeyen su, böceklerin gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Yapay besinlerin su miktarlarındaki değişiklikler ve suyu çıkarılmış kiraz yaprakları, *Lepidopter*lerin metabolik ürünlerini, verimliliğini, gelişme oranlarını etkiler. Yeterli su elde etmek ve kuraklıktan korunmak için çeşitli davranışsal, fizyolojik ve ekolojik adaptasyonlar geliştirmelerine rağmen yaprakların düşük su içeriği fitofaj böceklerin çoğunda gelişme için önemli bir engeldir (Scriber, 1984).

Besin su içeriğindeki değişiklikler, herbivorların azot kullanımında çeşitli etkilere sahip olabilir. Artan nem, hem azotça zengin hem de sukkulent bitkilerde gelişmeyi teşvik eder. Bitkilerdeki azotun tamamı kullanılmayabilir. Bir kısmı anorganik formda yada sekonder metabolitler olarak bulunabilir. Su miktarındaki azalma da bitkilerin azot içeriğindeki değişiklikleri hızlandırabilir. Bitki dokularında stres altında birçok protein hidroliz olur. Muhtemelen azotlu sekonder metabolitlerin içeriğinde değişikliklere sebep olabilir. White (1974, 1976, 1978) bitki azotundaki temel değişikliklerin sebebinin mevcut nem miktarındaki değişikliklerden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Aslında su içeriği ve azot içeriği birbirleriyle pozitif olarak ilişkilidir. Düşük nem miktarı, böceğin besini yaklaşık sindirebilme oranı (AD) ve sindirilen besinleri biyomasa dönüştürebilme verimliliği (ECD) indekslerinin her ikisini de etkileyebilir. Reese ve Beck (1978) ve Scriber (1977) böcek besinlerinin su miktarını yapay olarak ayarlamışlar ve ECD değerinin su miktarıyla pozitif olarak ilişkili fakat AD'nin ilişkili olmadığını belirlemişlerdir. Diğer bazı çalışmalarda AD'de pozitif olarak

ilişkili olarak gözlenmiştir. En önemli nokta azot kullanma verimliliği bitki su içeriğiyle doğrudan ilişkilidir. Böceklerin gelişme hızları bitkilerin azot içeriğine bağlı olduğu için, besinlerdeki su miktarındaki değişikliklerin sebep olduğu azot asimilasyonundaki değişiklikler böcekler için çok önemlidir (Mattson, 1980)

#### 1.4.3. Sekonder Metabolitler

Bir organizma tarafından üretilen diğer canlıların ekolojisini, sağlığını, davranışını etkileyen fakat gıda olarak kullanılmayan maddeler olan sekonder metabolitler çok çeşitli organik maddeleri kapsar. Bir herbivor türüne toksik etkileri olan bir bitki türünün farklı bir herbivor türüne toksik etkileri olmayabilir. Çünkü ikinci herbivor türü, bitki türünün toksik maddesini detoksifike ederek, bitkinin proteinlerini ve diğer gıda içeriklerini kullanabilir. Halbuki birinci tür bitkinin toksik maddelerini etkisiz hale getiremediği için onun gıda içeriklerini kullanamaz. Mesela; L-canavanin bazı herbivorlar için toksik etki gösterirken; bu sekonder maddeyi içeren bitki türlerine özelleşmiş herbivorlar için ise bu madde azot kaynağı olabilir (Scriber, 1984). Yani bir maddenin veya bir bitki türünün toksikliği daima izafidir. Toksiklik, belirli bir zaman periyodunda herbivorlar tarafından alınan doza, hayvanların yaşına, sağlık durumuna, o maddeyi absorpsiyonuna ve dışarı atmasına bağlıdır. Solanin alkaloidleri kültür patateslerinin tamamında bulunmaktadır. Fakat, patateslerin toprak üstü kısımlarının yeşil renk almasıyla alkaloid öldürücü konsantrasyonlara erişebilmektedir. Toksik bir maddenin vücut içine alınarak öldürücü etki göstermesinin sebebi o maddeyi alan canlının zehire küçük konsantrasyonlarda alışık olup olmamasına ve detoksifikasyon mekanizmasına sahip olup olmamasına bağlıdır (Harborne, 1994).

Sekonder metabolitler, çeşitli bakteri, mantar, hayvan ve bitki taksonlarında yaygın olarak dağılış gösterirler. Ancak yapısı bilinen sekonder metabolitlerin 4/5'i bitkilerden elde edilmiştir (Harborne, 1994). Sekonder metabolitler, alkaloidler, aminler, toksik aminoasitler, siyanojenik glikozitler, glukosinolatlar, terpenler, kardiyak glikozitleri, fenoller, flavonoidler gibi çeşitli kimyasal maddeleri içerir (Scriber, 1984). Caydırıcı sekonder metabolitler,



sindirilebilirliği azaltanlar ve toksik etki gösterenler olarak iki kısma ayrılabilir. Feeny (1976); Rhoades ve Cates (1976), sindirilebilirliği azaltanlar genelde azotça zengin, uzun ömürlü bitkilerde ve bitki kısımlarında bulunurlarken (k stratejistler), toksik savunma maddelerinin genellikle kısa ömürlü, hızlı büyüyen bitkilerde (r stratejistler) bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Fenolikler, tanenler ve çeşitli terpenoid bileşikler gibi sindirilebilirliği azaltan bileşikler azot içermezler. Toksik sekonder maddeler ve azotça zengin bitkilerin ilişkisi ilginçtir. Çünkü alkaloidler, siyanojenik glikozitler, glukosinolatlar, çeşitli proteinler, peptitler ve non-protein aminoasitler gibi birçok toksin azot ihtiva eder. Çok toksik olan bileşikler yeni gelişen dokularda yer alırken tam tersine sindirilebilirliği azaltan bileşikler, azotça fakir bitkilerde veya bitki organlarında ve yavaş büyüyen odunsu yapılar ile yaşlı yapraklarda bulunur. Elde edilebilirlik hipotezi, azotlu sekonder bileşiklerin azot kaynağının ihtiyaç duyulandan fazla miktarda olduğu yerlerde yetişen bitkilerde bulunması gerektiğini ileri sürer (Mattson, 1980).

Sekonder metabolitler, bitkilerin herbivorlara karşı geliştirdikleri savunma mekanizmalarından birisidir. Bunun dışında herbivorları bitkilere cezbedici yada caydırıcı rolleri de herbivorların konak bitkilerini seçmelerinde ve beslenmelerinde önemlidir. Bu gibi bileşikler ya beslenmeyi uyarır ya da inhibe eder (Harborne, 1994). *Agasicles* cinsi böceklerin *Alternanthera phylloxeroides* bitkisiyle beslenmesini cezbedici sekonder bileşik flavon 6-metoksiluteolin 7-ramnozittir. Yine *Bombyx mori*'nin yalnızca *Morus alba* ve *Morus nigra* ile beslenmesi oldukça ilginçtir. Hamamura ve arkadaşlarının (1962)'de yaptıkları araştırmaların sonuçları ipekböceğinin özel beslenme davranışında dut yapraklarında bulunan kimyasal maddelerin görev yaptığı ortaya koyulmuştur. Cezbedici maddeler, koku atraktantları, ısırma cezbedicileri ve yutma atraktantları olarak 3 gruba ayrılır (Harborne, 1994). Diğer bir deyişle sekonder metabolitler, bir bitkinin azot elde edilebilirliğini, herbivorun beslenme davranışını, toplam tüketimi ve tüketim hızını etkiler. Benzer şekilde, toksik sekonder metabolitler de herbivorların ömrünü etkileyerek toplam tüketime yada tüketim miktarına tesir eder (Mattson, 1980).

#### 1.4.4. Yapraktaki “Su Miktarı / Azot Miktarı” Oranına Dayanan Bitki Uygunluğunun Fizyolojik Verimliliği Modeli

Yapraktaki su miktarı, yaprak azot içeriği (Scriber and Feeny, 1979) ve tanenler, ligninler, lifler, yağlar gibi bazı sekonder maddeler böcek-bitki ilişkilerini etkileyebilir. Bitki kimyasındaki günlük değişme bazen mevsimsel değişikliklerle karşılaştırılabilir. Mattson (1980) incelemeleri ve beslenme deneyleri sonucunda larva gelişmesi ve fizyolojik verimlilik modeli şeklinde bir model önermiştir. Bu modelle farklı bitki formlarıyla, bitki kimyasındaki mevsimsel değişikliklerle, bitki görünürlüğü olarak adlandırılan kalitatif ve kantitatif bitki savunmalarıyla larvaların gelişme verimlilikleri arasındaki ilişkileri belirlemenin mümkün olabileceğini ileri sürmüştür.

Bitkilerin mevsimsel gelişmeleri sonucunda bitki kalitesinde meydana gelen değişiklikler herbivorları oldukça fazla etkiler. Bazı çevrelerde herbivorların besleneceği bitki yaprakları belirli dönemlerde bulunmayabilir. Mevsimsel değişiklikler ortamı herbivorlar için uygun olmayan bir hale getirebilir (Pullin, 1987). Pullin (1986), bitkilerin farklı gelişme dönemlerinde yapraklardaki kimyasal içeriğin değişmesinin herbivor beslenmesi üzerine bir etkisi olup olmadığını araştırmıştır. Bu amaçla, farklı *I. io* gruplarını yeni gelişmekte olan ve yaşlı *U. dioica* yapraklarıyla beslemiştir. *U. dioica*'nın genç yapraklarında yaşlı yapraklara oranla daha yüksek oranda su, toplam azot ve çözülebilir protein azotu mevcuttur. Son üç larva dönemleri boyunca yeni gelişmekte olan yapraklarla beslenen *I. io* larvaları aynı dönemler süresince yaşlı yapraklarla beslenen larvalara nazaran larva dönemi sonunda daha fazla vücut ağırlığına ulaşmışlar ve daha kısa sürede pupa evresine geçmişlerdir. Bu da farklı gelişme dönemlerine ait bitkilerin larva gelişimini ve gelişim süresini etkilediğini göstermektedir.

#### 1.4.5. Zaman ve Mekanda Elde Edilebilirlik

Böcekler tarafından konak olarak kabul edilebilecek bitkilerin yerlerinin bulunması, konak bitkilerin seçimi ve kabul edilmelerinde bitkilerdeki kimyasal maddeler çok önemlidir. Bitkilerin böcekler tarafından bulunmasında sadece kimyasallar değil bitkilerin komünite içerisindeki dağılımı ve bolluğu da etkili olabilir (Scriber, 1984). Herhangi bir bölgede nisbi besin elde edilebilirliği bitkilerin farklı gelişimlerinden dolayı mevsimsel olarak değişir. *Lygaeus equestris* gibi hemipterler ve bazı yumuşak tahtakuruları her yıl çeşitli bitkileri konak olarak kabul ederler. Fakat, beslenebilecekleri bitkilerin hepsi aynı anda aynı yerde bulunmadığı için bir seferde ya sadece bir tane yada birkaç tane bitki türüyle beslenebilir. Yine *Lymantria dispar* ve çekirgeler birden çok bitki türünü konak olarak kabul edebilirler. Fakat, primer konak bitkileri zarar gördükten sonra daha az tercih ettikleri konak bitkilerle beslenirler (Fox ve Morrow, 1981).

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Larvaların Toplanması ve Ergin Hale Getirilmesi

Çalışma materyalini oluşturan *I. io* larvaları Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüsü öğretim elemanları lojmanları civarında 2000-2001 yıllarının haziran aylarında *U. dioica* bitkileri üzerinde toplu halde beslenirlerken toplanmışlardır. Her toplama döneminde çeşitli larva dönemlerine ait larvalar, konak bitki türü üzerinden toplanmıştır. *I. io* larvaları taşıma kolaylığı açısından üzerinde yaşadıkları konak bitkilerle birlikte alınarak laboratuvar ortamına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen *I. io* larvaları plastik kaplar içerisinde, kutuların ağızları tülbentle kapatılarak beslenmiştir. Larvalar 12 adet tekli larva gruplarına ayrılmışlardır. Larvalara her gün tartılarak taze bitki verilmiştir ve bitkinin su kaybetmemesi için de çiçekçilerin kullandığı ovasız adlı sünger kullanılmıştır. Çünkü; bitkinin su kaybetmesi durumunda larvalar bitkileri yemeyi reddetmektedir. Ayrıca bitkilerin su kaybının olması larvanın yemediği bitki miktarının belirlerken yanıltıcı olabilir. *I. io* larvalarının beslenme deneyleri için günlük olarak verilen bitkinin ağırlığı, bir önceki gün yenmeden kalan bitki miktarı ve günlük üretilen dışkı miktarları tartılmıştır. Larvalar pup devresine geçerken kendilerini kutuların üst kısmında bulunan tülbentlere asarlar. Pup devresi laboratuvar şartlarında 11 gün sürer.

Bu devrenin sonunda pup kılıfı ayrılarak ergin kelebekler ortaya çıkar. *I. io* erginleri için telden bir kafes hazırlanmıştır. Kelebeklerin kafeslerine yumurta bırakmak için konak bitkisi olmasından dolayı sık sık *U. dioica* bitkisi konulmuştur. Erginler % 10'luk bal çözeltisiyle beslenmişlerdir. Bal çözeltisi, bir parça pamuk ıslatılarak verilmiştir. Hava sıcaklığının yüksek olmasından dolayı her gün yeni ballı pamuk kafeslere konulmuştur. Ayrıca bazı dönemlerde nektar açısından bol miktarda çeşitli çiçek türlerinden kafeslere konulmuştur. *I. io* yumurta bırakmak için özel tercihlere sahiptir. Bunun için bu kelebeklerin bulunduğu kafesler sürekli güneş alan balkonda bulundurularak ergin bireyler yetiştirilmişlerdir. Larvalardan elde edilen erginlerin tamamı öldüğünde bunlarla inceleme sona ermiştir.

yetiştirilmişlerdir. Larvalardan elde edilen erginlerin tamamı öldüğünde bunlarla inceleme sona ermiştir.

Yaklaşık sindirebilme (AD), sindirilen besinleri biyomasa dönüştürebilme verimliliği (ECD), yenen besinleri biyomasa dönüştürebilme verimliliği (ECI) hesaplanmasında kullanılacak olan larvaların dışkıları yaşken sağlıklı sonuç vermeyeceği için alüminyum folyoya sarılarak bekletilmiş ve larva döneminin sonunda hepsi 45-50<sup>0</sup> C'ye ayarlanmış etüvde 48 saat bekletilerek kurutulmuştur.

## 2.2. Yaprakların Kurutulması ve Öğütülmesi

Kimyasal analizlerde kullanılacak olan *U. dioica* bitkileri 21.06.2001 ve 09.07.2001 tarihlerinde larvaların beslendiği, Ondokuz Mayıs Üniversitesi öğretim elemanları lojmanları civarından toplanmıştır. 21 Haziran tarihli bitki örnekleri *I. io* larvalarının *U. dioica* ile beslendiği tarihe denk gelmektedir. Analizlerde kullanılacak olan bitkiler yıkanarak tozlardan, afitlerden temizlenmiş ve yapraklar bitkilerden ayrılmıştır. Yapraklar tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra ilk önce oda sıcaklığında 4 hafta daha sonra etüvde 60<sup>0</sup> C'de iki gün bekletilerek kurutulmuştur. Tamamen kuruyan yapraklar öğütülerek analizlerde kullanılmak üzere naylon poşetler içerisinde saklanmıştır.

## 2.3. Asimilasyon Deneyi

Bu deney için son larva dönemindeki *I. io* larvalarından 9 adet larva seçilmiştir. Larvaların biri 13, biri 15, ikisi 16, biri 17, ikisi 18, biri 19 ve biri 20 miligram olup larvaların ortalama ağırlıkları  $17 \pm 2$  miligramdır. Larvalar beslenecekleri ve deney sonuna kadar kalacakları etiketlenmiş olan kaplara teker teker yerleştirilmiştir ve verilen bitki miktarı tartılıp not edilmiştir. Her gün düzenli olarak her kaptaki larvanın ağırlığı, yenmeden kalan bitki miktarı, o gün verilen bitkinin ağırlığı not edilmiştir ve böylece materyallerin yaş ağırlıkları belirlenmiştir.

belirlenebilmesi için *U. dioica* yapraklarının yaş ağırlıkları belirlenmiş daha sonra etüvde 45-50<sup>0</sup> C'de 4 gün kurutularak kuru yapraklar tartılmıştır. Böylece bitkilerdeki su miktarları belirlenmiştir. Aynı işlem larvalardan belirli sayıda alınarak yapılmıştır.

Larvaların besin tüketim etkinliğinin hesaplanmasında aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır:

AD: Yaklaşık sindirebilme

$$AD = (\text{Tüketim} - \text{Üretilen dışkı miktarı}) / \text{Tüketim}$$

ECD: Sindirilen besinleri biyomasa dönüştürebilme verimliliği

$$ECD = \text{Büyüme} / (\text{Tüketim} - \text{Dışkı})$$

ECI: Yenen besinleri biyomasa dönüştürebilme verimliliği

$$ECI = \text{Vücut ağırlığındaki artış} / \text{Tüketim}$$

veya

$$ECI = AD \times ECD$$

## 2.4. Kimyasal Analizler

### 2.4.1. Bitki Ekstraktının Hazırlanması

Öğütülmüş bitki örneklerinin her birinden 400 mg alınarak erlenmayer içerisine konulmuştur. Üzerine % 50'lik metil alkol (*Carlo Erba*, % 99,5) hazırlanarak kaynatılıp her bir erlenmayere 40 ml ilave edilmiştir. Karışım soğuyana kadar bekletilmiş ve Buchner hunisiyle süzölmüştür. Bu işlem 2 kere daha tekrarlanmıştır. Örneklere ait ekstraktlar rotary evaporatör ile 10 ml'ye yoğunlaştırılmıştır. Balonda kalan kısmın % 50'lik olması için üzerine % 100'lük metil alkol ilave edilmiştir.

### 2.4.2. Toplam Fenolik (Folin Denis) Analizi

Toplam Fenolik analizi Swain ve Hillis metoduna göre yapılmıştır (Swain ve Hillis, 1959). Analiz için 0,25 M Folin Denis çözeltisi ve 2 M sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) çözeltisi kullanılmıştır. 0,25 M'lık Folin Denis çözeltisi için 1 M'lık Folin Denis (*Sigma*, 2 N) çözeltisinden 25 ml alınarak üzerine 75 ml saf su ilave edilerek hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır. 2 M'lık sodyum karbonat çözeltisi için 35 g sodyum karbonat (*Mera*) tartılarak üzerine 100 ml saf su ilave edilmiştir ve sodyum karbonatın iyice çözülmesi için 75-80<sup>0</sup> C'de bir süre ısıtılmıştır. Hazırlanan çözelti oda sıcaklığında bir gün bekletildikten sonra kullanılmıştır. Toplam fenolik analizi yapılacak her örnek için 4 tüp kullanılmıştır. Tüplerin bir tanesi kontrol tüpü olarak kullanılmış ve 1 ml bitki ekstraktı ve 2 ml su ilave edilmiştir. Üç tanesine 1 ml bitki ekstraktı ve 1ml Folin Denis çözeltisi konulup karıştırılmış ve 3 dakika beklendikten sonra tüplere 1 ml sodyum karbonat ilave edilerek karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra renk değişimi gözlenmiştir. Her örneğin absorbansı spektrofotometrede 725 nm dalga boyunda ölçülmüştür.

Toplam fenolik miktarını ölçebilmek için tanik asitle 0,01-0,03 mg.ml<sup>-1</sup> konsantrasyonlarında standart eğri hazırlanmıştır.

### 2.4.3. Kjeldahl Metodu ile Toplam Protein Analizi

Azot tayini semi mikro Kjeldahl metodu ile Kjeltac Auto 1030 analizörü (Tecator, Sweden) ile yapılmıştır. Bunun için bitki örneklerinden ve dışkı örneğinden 0,25 g tartılmış ve üzerine 5 ml sülfürik asit ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) (*Fisons*) ve katalizör olarak kjeldahl tableti ilave edilerek yaş yakma işleminden geçirilmiştir. Daha sonra % 40'lık NaOH ile distile edilmiş ve çıkan azotlu maddeler 3 damla metil red içeren 10 ml % 4'lük borik asit içerisinde tutulmuştur. Borik asit çözeltisi; 0,1 N HCl ile geri titrasyona tabi tutulmuştur (Allen ve ark., 1986). Sonuçta harcanan HCl (*Birpa*) miktarları ml olarak okunmuştur. Bu sonuçlardan % N miktarları aşağıdaki formülle bulunmuştur:

$$\% N = (\text{ml Harcanan } 0,1 \text{ N HCl} \times 0,14) / \text{Örnek Miktarı}$$



Protein miktarı ise bulunan % N değerlerinin 6,25 katsayısıyla çarpılmasıyla hesaplanmıştır.

#### **2.4.4. Lif Miktarının Ölçülmesi**

Kurutulup öğütölmüş bitki ve dışkı örneklerindeki lif miktarı Morrison (1972 a, b)'un metodunda değışiklikler yapılarak belirlenmiştir.

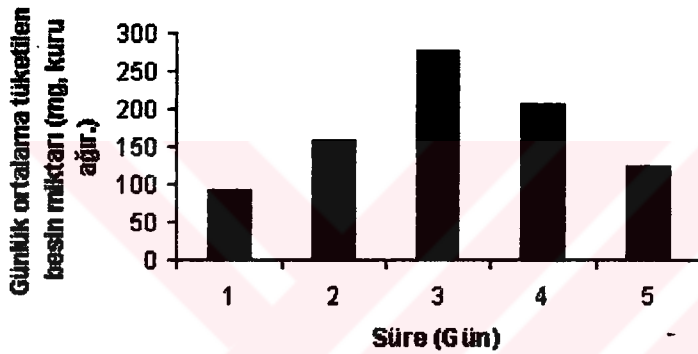
Bitki ve dışkı örneklerinden 400 mg alınarak ağzı vida kapaklı deney tüplerine konulmuştur. Üzerlerine 10 ml % 80'lik metanol ilave edilip ve 80<sup>0</sup> C'de 30 dakika ısıtılmış ve 20 dakika oda sıcaklığında soğutulduktan sonra, tüpler 3000-3500 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Süspansiyonun üzerindeki süpernatant atılıp metanol ekstraksiyonu çökelti üzerinde ikinci kez tekrarlanmıştır. Süpernatant atıldıktan sonra kalan çökelti üzerine 10 ml metilen klorit-eter (3:1) ilave edilmiştir ve yine tüpler 3000-3500 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant atıldıktan sonra çökeltinin üzerine 10 ml % 3'lük H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilmiş ve 100<sup>0</sup> C'de 30 dakika hidroliz edilmiştir. Süspansiyon oda sıcaklığında soğutulduktan sonra ağırlıkları daha önceden tartılarak not edilmiş filtre kağıtlarından süzölmüştür. Çökeltiiler metil alkol ve saf su ile yıkanmıştır. 30<sup>0</sup> C'ye ayarlanmış etüvde 4 gün kurutulduktan sonra filtre kağıdıyla birlikte tartılmıştır. Filtre kağıdının kuru ağırlığından sonra kalan miktar 400 mg örnekteki lif miktarıdır. Buradan % lif miktarı hesaplanmıştır.



### 3. BULGULAR

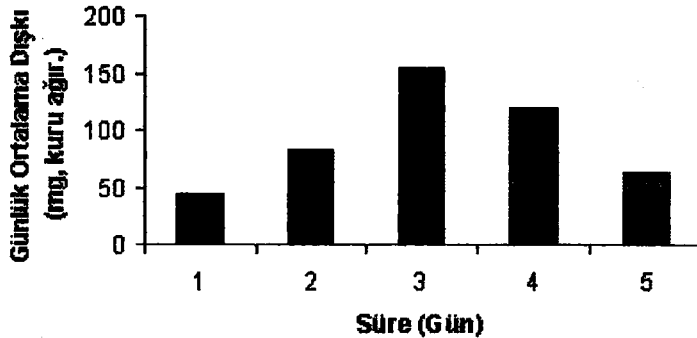
#### 3.1. Asimilasyon Deney Sonuçları

*I. io* larvalarının son larva dönemi süresince günlük ortalama olarak yedikleri bitki miktarı Şekil 3.1'de verilmiştir. İlk 3 gün süresince besin tüketiminde bir artış gözlenmiş ve en fazla besin tüketimi 3. günde gerçekleşmiştir. 4. ve 5. günlerde larva pupa evresine hazırlandığı için besin tüketiminde azalma gözlenmiştir.



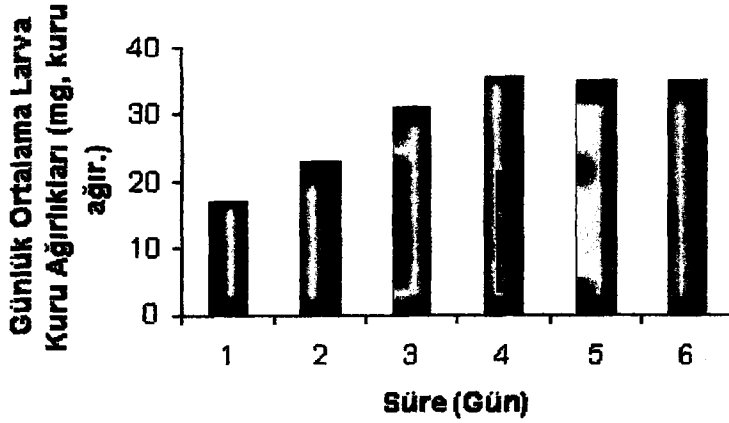
Şekil 3.1. *I. io* Larvalarının Günlere Göre Tükettikleri Bitki Miktarı

Larvaların son larva dönemlerinde günlük olarak dışarı attıkları dışkı miktarları Şekil 3.2'de verilmiştir. Dışkı miktarının günlük olarak tükettikleri bitki miktarıyla ilişkili olduğu gözlenmektedir. Dışkı miktarı ilk üç günde artış gösterirken 4. ve 5. günlerde azalmaktadır. Bu değerler larvaların tükettikleri bitki miktarıyla uygunluk göstermektedir.



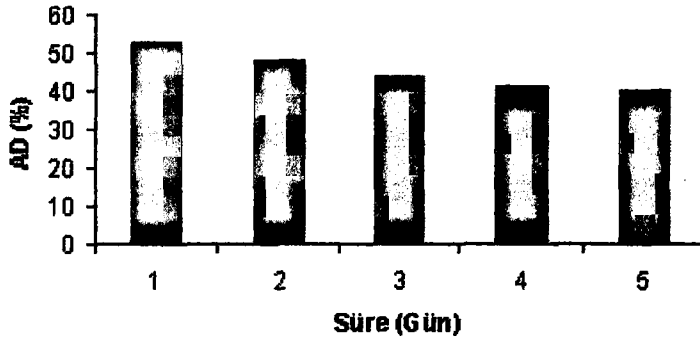
Şekil 3.2. *I. io* Larvalarının Ürettiği Günlük Ortalama Dışkı Değerleri

Larvaların son larva döneminde ağırlıklarında, ilk üç gün düzenli bir artış gözlenmiştir. 4. günden sonra larva ağırlığı aynı seviyede kalmıştır (Şekil 3.3.). Deneyde kullanılan larvalar arasında ağırlık artışında önemli bir varyasyon gözlenmemiştir.



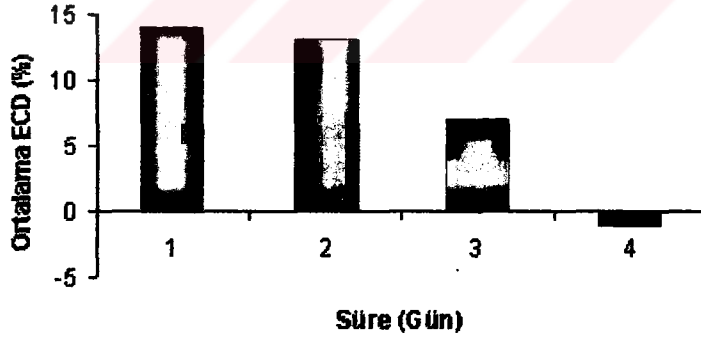
Şekil 3.3. *I. io* Larvalarının Günlere Göre Ağırlık Artışı

*I. io* larvalarının son larva dönemlerindeki günlük ortalama yaklaşık sindirebilme değerleri (AD= Apparent Digestibility) yüzde olarak Şekil 3.4'de verilmiştir. Larvaların tükettikleri bitki miktarı 1. gün az olmasına karşılık dışkı miktarları da az olduğu için yaklaşık sindirebilme değeri en yüksek değerindedir. Diğer günlerde yaklaşık sindirebilme değerlerinde düşüş kaydedilmiştir. Son larva döneminin 3. gününde larvaların tükettikleri ortalama bitki miktarı en yüksek değerde olmasına karşılık atılan dışkı miktarı da oldukça fazla olduğu için yaklaşık sindirebilme değeri düşük çıkmıştır. 4. ve 5. günlerde larva pupa devresine hazırlandığından dolayı AD değeri düşmüştür.



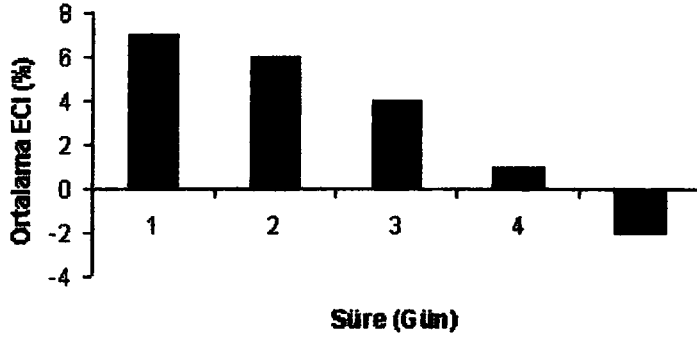
Şekil 3.4. *I. io* Larvalarının Günlük Ortalama Yaklaşık Sindirebilme Değerleri

Şekil 3.5'te larvaların son larva dönemlerinde günlük sindirilen besinleri biyomasa (biyokütle)ye dönüştürebilme oranları (ECD= Efficiency of conversion of digested food) % olarak verilmiştir. Larvaların ECD değerleri 1. günde oldukça fazlayken sonraki tükettikleri besin miktarına yakın dışkı ürettikleri için azalma görülmektedir. 4. gündeki negatif değerin nedeni larvaların pupa evresine hazırlanmalarından dolayı aldıkları besinleri pupa evresine hazırlık safhalarında kullanmalarından kaynaklanabilir.



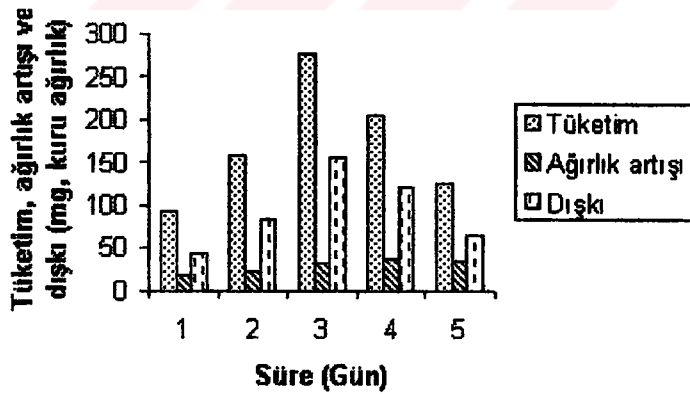
Şekil 3.5. *I. io* Larvalarının Günlük Sindirilen Besinleri Biyomasa (Biyokütle)ye Dönüştürebilme Verimliliği

*I. io* larvalarının tükettikleri besini biyomasa dönüştürebilme verimlilikleri (ECI= Efficiency of conversion of ingested food) Şekil 3.6'da görülmektedir. Son larva devresi boyunca en yüksek değer ilk gün gözlenmiş olup ilerleyen günlerde ECI değerlerinde düşüş kaydedilmiştir. Değerin 5. gün negatif olmasının nedeni larvanın pupa evresine hazırlanması şeklinde yorumlanabilir.



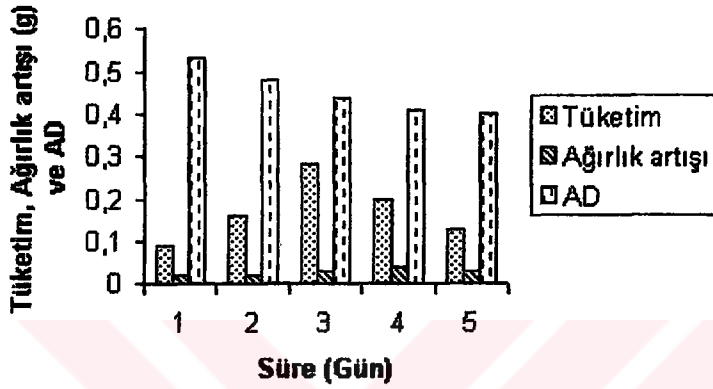
Şekil 3.6. *I. io* Larvalarının Son larva Dönemindeki Tükettikleri Besinleri Biyomasa Dönüştürebilme Verimlilikleri

Şekil 3.7.'de *I. io* larvalarının son larva dönemlerinde günlük besin tüketim miktarları, larvaların günlük ağırlık artışı ve ürettikleri dışkı miktarları gösterilmiştir.



Şekil 3.7. *I. io* larvalarının *U. dioica* bitkilerini tüketim miktarı, larvaların ağırlık artışı ve günlük dışkı üretim miktarları

Şekil 3.8.'de *I. io* larvalarının son larva dönemlerinde bitkileri tüketme miktarları, ağırlık artışı ve yaklaşık sindirebilme (AD) değerleri bir arada gösterilmiştir. İlk 3 günde tüketim miktarı artarken larva ağırlığı da artış göstermektedir. Tüketim miktarı azaldıktan sonra da larvanın ağırlığı az çok sabit kalmaktadır. AD değerinde ise bir azalma söz konusu olmaktadır.



Şekil 3.8. *I. io* larvalarının *U. dioica* bitkilerini tüketim miktarı, larvaların ağırlık artışı ve yaklaşık sindirebilme (AD) değerleri

### 3.2. Bitkilerdeki Su Miktarı

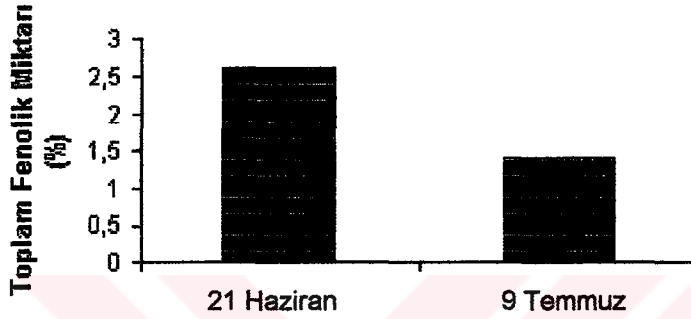
Bitkilerin toplandıkları tarihlerde içerdikleri su miktarları Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Su miktarları 21 Haziranda toplanan bitki örneğinde % 73,9 Temmuzda % 71 oranındadır.



Şekil 3.9. Bitkilerdeki Su Miktarları

### 3.3. Toplam Fenolik İçeriği Sonuçları

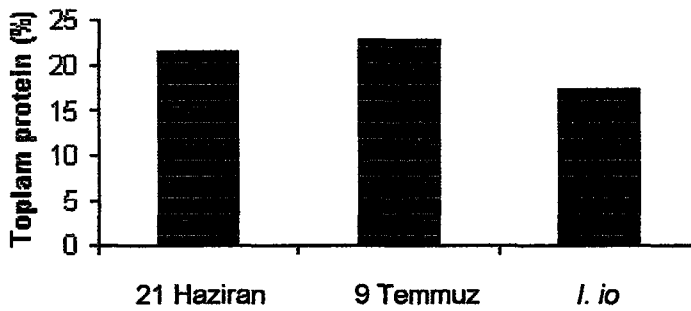
21 Haziran ve 9 Temmuz tarihlerinde toplanan bitkilerin içerdikleri toplam fenolik miktarları Şekil 3.10'da gösterilmiştir. *I. io* larvalarının beslendiği tarihe denk gelen 21 Haziran tarihli bitkinin toplam fenolik miktarı larvanın beslenmediği 9 Temmuz tarihli bitkinin fenolik miktarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Haziran ayına ait *U. dioica* bitkisinde fenolik miktarı yüksek iken temmuz ayında bitkinin fenolik madde içeriğinde düşüş kaydedilmiştir.



Şekil 3.10. Bitkilerin Toplam Fenolik Madde İçeriği

### 3.4. Kjeldahl Metodu ile Toplam Protein Analizi Sonuçları

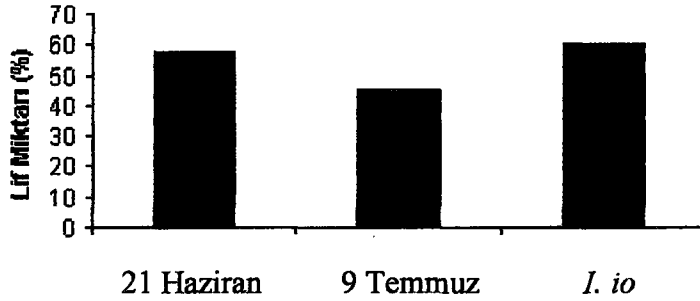
Bitkilerin içerdikleri toplam protein miktarı 21 Haziranda % 21,4 ve 9 Temmuzda % 22,8 olarak bulunmuştur. *I. io* larvalarının dışkılarının içerdikleri protein miktarı ise % 17,33'tür (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Bitkilerin ve Dışkının Toplam Protein Miktarı

### 3.5. Lif Miktarının Ölçülmesi Analizi Sonuçları

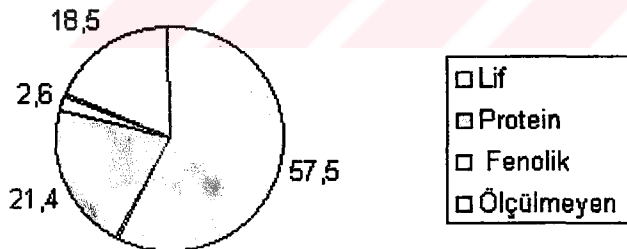
Bitkilerin içerdikleri lif miktarları 21 Haziran'da % 57,5 ve 9 Temmuz'da % 45'dir. *I. io* larvalarının dışkıları ise % 60 oranında bulunmuştur (Şekil 3.12).



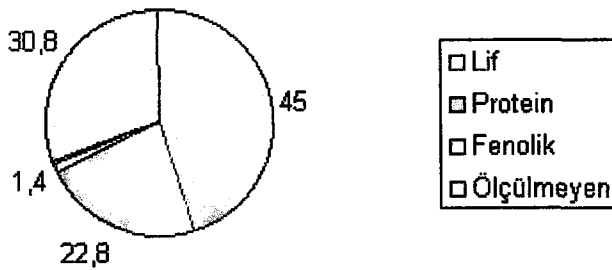
Şekil 3.12. Bitki Örneklerinin ve Dışkının Toplam Lif Miktarı

### 3.6. Bitki Örneklerinin Kimyasal İçerikleri

21 Haziran ve 9 Temmuz tarihlerinde üniversite lojmanları civarından toplanan bitki örneklerinin kimyasal içerikleri grafik olarak sırasıyla Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'de gösterilmiştir.



Şekil 3.13. 21 Haziran tarihinde toplanan *U. dioica* yapraklarının kimyasal içeriği



Şekil 3.14. 9 Temmuz tarihinde toplanan *U. dioica* yapraklarının kimyasal içeriği

21 Haziran tarihinde toplanan *U. dioica* bitkilerinin yapraklarının kimyasal içerikleri incelendiğinde; yaprakların protein, lif ve toplam fenolik madde içerikleri toplamı % 81,5'tir. Geriye kalan % 18,5'luk kısım kantitatif olarak ölçülmemiştir. Şekil 3.13'te bu değer ölçülmeyenler olarak gösterilmiştir. 9 Temmuz tarihinde toplanan *U. dioica* bitkilerinin yapraklarının kimyasal içerikleri incelendiğinde ise yaprakların protein, lif ve toplam fenolik madde içerikleri toplamının % 69,2 olduğu belirlenmiştir. Geriye kalan % 30,8'lik kısım ise ölçülmemiştir. Yine bu değer Şekil 3.14'te ölçülmeyenler olarak gösterilmiştir.

Farklı tarihlerde aynı lokaliteden toplanan bitki örneklerinin kimyasal içerikleri karşılaştırıldığında, *I. io*'nun pupa devresine geçtiği dolayısıyla da beslenmenin olmadığı Temmuz ayında bitki yapraklarının lif miktarının azaldığı, protein miktarında artış olduğu ve toplam fenolik madde miktarında ise azalma olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.14.).



#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

AD değeri azot miktarına bağlıdır. Azot miktarının yüksek olduğu durumlarda AD değeri yüksek olabilir. Kural olarak bitkisel besinlerin azot içeriği yükseldikçe AD değeri artar (Mattson, 1980). Buna karşılık, Pullin (1986) çalışmasında azot miktarıyla AD değerinin pozitif olarak ilişkili olmadığını belirtmiştir. *I. io* gibi monofaj bir tür olan *Celerio euphorbia* (L.)'nin AD değeri ortalama takriben % 70 iken (Uysal, 1993), bu çalışmada *I. io*'nun AD değerinin % 53 olduğu belirlenmiştir. Pullin (1986)'in *I. io* larvalarıyla yaptığı çalışmasında AD değerinin % 65 civarında olduğunu tespit etmiştir.

Slansky ve Feeny (1977)'nin belirttiği gibi ECI değerleri genellikle besinin azot içeriğiyle artış gösterir. Yaprığın su miktarı ise böcekler tarafından besin azotunun elde edilmesini önemli derecede etkileyen faktörlerdendir (Mattson, 1980). Bu çalışmada bitki azot miktarının temmuz ayına göre daha az olduğu haziran ayında, *I. io* larvaları *U. dioica* bitkisiyle beslenmektedir. Bunun nedeni haziran ayında yapraktaki su miktarının temmuz ayına göre daha yüksek olması nedeniyle azotun kullanılabilirliğinin daha yüksek olması olabilir. Ayrıca genç bitkilerle beslenme su içeriğinin yüksek olmasındandır. Aslında genç bitkiler veya yapraklar yaşlılara göre daha fazla su içerir. Bu durum larvaların hayat devriyle uyumludur. Larvaların yumurtadan çıkma zamanı, genç bitkilerin yeni yaprak üretme zamanına rastlayacak biçimde çevrenin fiziksel uyarıcılarıyla (sıcaklık, gün uzunluğu v.s.) başlatılabilir. Literatürde herbivorların ECI değerlerinin yaklaşık olarak % 0,3-58 arasında değiştiği belirtilmektedir (Mattson, 1980). Azotça fakir bitkilerle beslenen sucül ve karada yaşayan eklembacaklıların ECI değerlerinin yaklaşık % 0,3 civarında olduğu belirlenmiştir. Yüksek enerjili, sindirilebilirlik oranı yüksek proteinler ve aminoasitlere sahip, düşük oranda sekonder maddeleri içeren bitkilerle beslenen böceklerin ECI değerlerinin ise % 40-58 civarında olduğu belirtilmektedir. Genellikle, yaprak yiyen böceklerin ECI değerleri % 20-30 arasındadır (Mattson, 1980). Sukkulent ve odunsuz bitkilerle beslenen böceklerin ECI değerleri % 20'den büyükken lif yada silikaca zengin bitkilerle

beslenen böceklerin ECI değerleri % 20'den düşüktür (Scriber, 1977). Bunun nedeni de sindirilebilirliği azaltan tanenler, hücre duvarı materyalleri gibi etkenler olabilir (Scriber ve Feeny, 1978). Nitekim odunlu, toplam fenolik madde içeriği yaklaşık olarak % 10 olan *Quercus cerris*'le beslenen generalist bir tür olan *Lymantria dispar* (L.) (meşe kelebeği) larvalarının ECI değerleri % 32'dir (Yanar, 2000). Buna karşılık otsu bir bitki olan *Euphorbia rigida* türüyle beslenen spesiyalist *C. euphorbia*'nın, (mekik kelebeği), ECI değeri ortalama % 65-70 seviyesindedir (Uysal, 1993). *C. euphorbia* larvalarının ECI değerlerinin *L. dispar* larvalarının ECI değerlerinden daha yüksek olması, Mattson (1980) verileriyle uygunluk göstermektedir. Çünkü, tanenler "sindirimi azaltıcı faktörler" (digestibility reducing agents) olarak bilinirler (Bernays ve ark., 1989). *U. dioica* ile beslenen *I. io* larvalarında ise ECI % 6 civarındadır. Bu değer Pullin (1986)'in verileriyle uygunluk göstermektedir. *I. io* larvalarının günlük ortalama tüketilen besini biyomasa dönüştürebilme oranları *C. euphorbia*'dan daha düşüktür. *E. rigida*'nın protein miktarı yaklaşık olarak % 19 civarındayken *U. dioica*'daki protein miktarı % 21 civarındadır. *E. rigida* ile *U. dioica*'nın protein miktarlarının önemli derecede farklı olmasına karşın *C. euphorbia*'nın ECI değerlerinin *I. io* larvalarının ECI değerlerinden daha yüksek olmasının nedeni, *E. rigida*'nın su içeriğinin *U. dioica*'dan daha yüksek olması olabilir. Çünkü; su miktarı azotun kullanımını etkileyen önemli faktörlerden birisidir (Mattson, 1980). *I. io* larvalarının ECI değerlerinin *L. dispar*'ın ECI değerlerinden düşük olmasının nedeni ise *L. dispar* larvalarının ağırlıklarının *I. io* larvalarının ağırlıklarından yaklaşık olarak 67 kat daha ağır olmasından kaynaklanabilir.

Bu çalışmada *I. io* larvalarının ECI değerleri son larva dönemlerinde 1. günde maksimum değerindeyken daha sonra azalmaya devam etmiştir. Bu bulgularımız Pullin (1986)'in *I. io* larvalarıyla yaptığı çalışmanın bulgularıyla uygunluk göstermektedir.

Analizlerini yaptığımız bitki örneklerinin kimyasal içerikleri incelendiğinde, haziran ayına ait bitki örneğinde % 21,4 oranında protein, % 2,6 oranında fenolik maddeler, % 18,5 oranında ise lif bulunduğu belirlenmiştir. Temmuz ayındaki bitki ise % 22,8 oranında protein, % 1,4 oranında fenolik maddeler, % 30,8 oranında lif içermektedir. Şekil 3.13. ve Şekil 3.14'te bitki kimyasal

içeriklerinde ölçülmeyenler olarak belirtilen kısımdaki bitki içerikleri nişasta ve yağlar olabilir. Temmuz ayında ölçülmeyenler grubundaki artışın nedeni ise değerler % olarak verildiğinden protein fenolik madde yüzdelerindeki azalmadan dolayı nişasta ve yağların yoğunlaşmış olmasından kaynaklanabilir. *U. dioica*'da 2-metilhepten-(2)-on-(6), 5-hidroksitriptamin, asetik asit, asetofenon, asetilkolin, alfatokoferol, beta-karoten, betain, bromin, butirik asit, kafeik asit, kalsiyum, selüloz, klorofiller, kolin, krom, ferulik asit, florin, folasin, formik asit, gliserol, histamin, koproporfin, lesitin, müsilaaj, *p*-kumarik asit, protoporfirin, skopoletin, serotonin, silikon, sitosterol, sitosterol glikozit, violaksantin, ksantofilepokzit gibi fenolik maddeler bulunmaktadır (<http://www.rain-tree.com/nettles.htm>). *U. dioica*'daki sekonder metabolitlerinin hepsi oldukça önemli görevlere sahiptirler. Bunlardan kolin ve betain bitkilerde yaygın olarak bulunur ve kolin, zar lipidlerinin yapıtaşı olarak görev alır. Müsilaaj, bağırsaklardan geçişi kolaylaştırırken (Harborne, 1994); sitosterol genel olarak böceklerde olduğu gibi *I. io* türünde de hücre zarlarının ve gömlek değiştirme hormonlarının yapısında görev yapar. Böcekler, sterollerini hücre içerisinde sentezleyemedikleri için dışarıdan besinleriyle birlikte almak zorundadırlar (Behmer ve Grebenok, 1998).

*U. dioica* yapraklarında suda çözünebilen birçok glikoprotein bulunmaktadır. Bunlardan biri asidik kısmı galakturonik asit olan ve suda çözülebilen bir glikoproteindir (Andersen ve Wold, 1978).

Bitkilerin fenolik madde içeriklerinde mevsimsel olarak görülen değişimlerle ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Feeny (1968) bunun nedeninin böcek beslenmesi olduğunu ileri sürmüştür. Çünkü, bitkiler sekonder metabolitleri herbivora savunma amaçlı olarak kullanmaktadırlar. Nitekim, *U. dioica* yapraklarının fenolik madde içeriğine bakıldığında *I. io*'nun beslenmediği temmuz ayında fenolik madde içeriğinde azalma görüldüğü tespit edilmiştir. *U. dioica*'nın su, toplam organik azot, çözünebilir protein azotu, çözünmeyen organik azot ve lif içeriklerinin mevsimsel olarak değişimiyle ilgili olarak Pullin (1987)'in yaptığı bir çalışmada, yaprakların kesilmesiyle kimyasal içeriklerinin değiştiği görülmüştür. Genel olarak bitkilerde çiçeklenme döneminin başlamasıyla toplam azot miktarında bir azalma gözlenir (Pullin, 1987). Fakat, bu çalışmada çiçeklenme döneminin başlamasıyla azot miktarında bir artış

gözlenmiştir. Bu durum, çiçeklenmenin sonunda oluşacak tohumların endospermine nişasta ve yağ gibi fotosentez ürünü depo maddeleri ihtiyacını karşılamak için yaprakta fotosentez hızının artmasından kaynaklanabilir. Fotosentez hızının artması; ancak ya yaprakların sıcaklığının artmasıyla yada yapraklardaki enzim miktarının artmasıyla sağlanabilir. Yani yapraklardaki protein artışı aslında fotosentetik enzimlerin artışına denk gelmektedir. Çünkü toplam yaprak proteinlerinin % 50'den fazlasını *Rubisco* (rubiloz bisfosfat karboksilaz/oksidaz) oluşturur (Van sumene ve ark., 1975). Temmuz ayında bitkinin su içeriğindeki azalışın nedeni lif içeriğinin artışıdır. Lif içeriğinin temmuz ayında artış göstermesi de yine mevsimsel değişime bağlı olarak açıklanabilir.

Bitki ve *I. io* larvalarının dışkılarının kimyasal içerikleri karşılaştırıldığında dışkıda protein miktarının bitkiye göre daha az olduğu buna karşılık lif miktarının yaprakların lif miktarından daha fazla olduğu belirlenmiştir. Dışkıda protein miktarının azlığı larvanın yapraktaki proteinleri sindirip vücudunda tutmasından, lif miktarının yaprağa göre artmasının nedeni ise larvanın yapraktaki lifi sindiremeyip dışarı atmasından kaynaklanabilir.

*U. dioica*, bitki yüzeyinde çeşitli yoğunlukta yakıcı tüyleri bulunan, oldukça geniş yayılış alanları bulunan bir türdür. *U. dioica*'nın yakıcı tüylerinin (trikom) insanlara ve hayvanlara karşı acı verici özellikleri olduğu için, memelilere karşı beslenmeyi caydırıcı yada önleyici bir görevi olduğu uzun zamandan beri bilinmektedir. İnekler ve tavşanlar gibi birçok memeli *U. dioica*'yla beslenmekten kaçınmaktadır. Yine de tavşanların besin kaynaklarının çok sınırlı olduğu durumlarda çok az miktarda *U. dioica*'yla beslendiği kaydedilmiştir. Memeli herbivorlara karşı savunma fonksiyonu olan tüylerin böceklerle karşı herhangi bir fonksiyonu olmadığı kaydedilmiştir. Özellikle, *I. io*, *Vanessa atalanta* (L.) ve *Aglais urticae* (L.)'nın *U. dioica* ile beslendiği bilinmektedir. Larvaların vücut büyüklükleri oldukça küçük olduğu için trikomlar, larvalar için engel teşkil etmemektedirler (Pollard ve Briggs, 1984).

*U. dioica* bitkisini besin değerinin yüksek olmasından dolayı seçmektedir. Yaprığın besin kalitesi, yapraktaki su miktarı, yapraktaki toplam azot miktarı, yaprağın sertliği (lif miktarı, selüloz), sindirilebilirliği azaltan (tanenler) metabolitler, fenolik maddelerin içeriğiyle belirlenir (Wint, 1983). *U. dioica*'nın da

protein miktarının % 21 gibi yüksek bir seviyede bulunması, su miktarının % 70'lere varması, sindirilebilirliği azaltan maddelerin az oranda bulunmasından dolayı besin kalitesi yüksektir. Ayrıca böceğin gelişimi için gerekli olan birçok kimyasal maddeyi içermesi, C vitamini gibi vitaminlerin de bol miktarda bulunmasından dolayı da böcekler tarafından besin olarak tercih edilir. *U. dioica* bitkisi ise canlılığın gelişimi için gerekli olan gıdayı yeterli oranda sağlar.

*U. dioica*, besleyici özelliklerinden ve içerisindeki fenolik maddelerden dolayı halk arasında da astım, bronşit, romatizma tedavisinde, deri enfeksiyonlarında, kanamayı kontrol altına almada, doku ve damarları daraltıcı, diüretik, uyarıcı olarak kullanılmaktadır (<http://www.rain-tree.com/nettles.htm>).

## 5. ÖNERİLER

*I. io* (L.) bir yabancı ot olan *U. dioica* ile beslendiği için yabancı otlarla mücadelede kullanılabilir. Yabancı otlarla mekanik mücadelelerde kısa bir süre sonra yabancı otlar yeniden tarlayı sarar. En etkili mücadele yöntemi *I. io* ve *U. dioica* beslenen diğer böcek türlerinin kullanılmasıyla olabilir.

Bundan sonraki çalışmalarda yakın akraba türler olan, *U. dioica* ile beslenen *A. urticae*, *V. atalanta* gibi diğer Lepidoptera türlerinin besin verimliliğine *U. dioica*'nın etkisi araştırılabilir.

## KAYNAKLAR

- Allen, S. E., Grimshaw, H. M., Parkinson, J. A., Quarmby, C. and Roberts, J. D., 1986.** Chemical Analysis. In: Champman, S. B. (eds) Methods in Plant Ecology, pp. 411-466. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Andersen ve Wold, 1978.** Water-soluble glycoprotein from *Urtica dioica* leaves. Phytochemistry, 17, 1875-1877.
- Behmer, S. T. and Grebenok, R. J., 1998.** Impact of dietary sterols on life-history traits of a caterpillar. Physiological Entomology, 23, 165-175.
- Belovsky, G. E., 1984.** Herbivory optimal foraging. A comparative test of tree models. Am. Naturalist, 124, 97-115.
- Bernay, E. A., Driver G. C., Bilgener, M., 1989.** Herbivores and plant tannins. Advances in Ecological Research, 19, 263-302.
- Bryant, S. R., Thomas, C. D. and Bale, J. B., 1997.** Nettle Nymphalid Butterflies: Temperature, development and distribution. Ecological Entomology, 22, 390-398.
- Feeny, P., 1968.** Seasonal changes in the tannin content of oak leaves. Phytochemistry, 7, 871-880.
- Feeny, P., 1976.** Plant apparency and chemical defenses. Rec. Adv. Phytocem., 10, 1-42
- Freeland, W. J. and Janzen, D. H., 1974.** Strategies in herbivory by mammals: The role of plant secondary compounds. Am. Naturalist, 108, 268-289.
- Fox, LR, Morrow, PA., 1981.** Specialization: Species property or local phenomenon? Science, 211, 887-892.
- Hamamura Y., Hayashiya, K., Naito, K., Matsuura, K. And Nishida, J., (1962).** Nature (Lond.) 194, 754-755.
- Hamilton, W. D. and Moran, N., (1980).** Low nutritive quality as a defence against herbivores. Journal of Theoretical Biology, 86, 247-254.
- Harborne, J. B., 1994.** Introduction to Ecological Biochemistry. Academic Press (Çeviri: Bilgener, M., 2002. Ekolojik Biyokimyaya Giriş. Ondokuzmayıs Üniversitesi Yayınları. Samsun).



- Hondo, M., Onodora, T and Morimoto, N., 1995.** Parasitoid attack on a pyramid-shaped egg mass of the peacock butterfly, *Inachis io*, Geisha (Lepidoptera. Nymphalidae). *Applied Entomology and Zoology*, 30 (2), 271-276.
- Mattson, J. , 1980.** Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 11, 119-161.
- Morrison, I. M., (1972a).** 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.
- **(1972b).** Improvements in the acetyl bromide technique to determine lignin and digestibility and its application to legumes. *J. Sci. Food Agric.*, 23, 1463-1469.
- Pollard, A. J. and Briggs, D., 1984.** Genecological studies of *Urtica dioica* L. III. Stinging Hairs and Plant- Herbivore Interactions. *New Phytologist*, 97, 507-522.
- Pullin, A. S., 1986.** Influence of the food plant, *Urtica dioica*, on larval development, feeding efficiencies, and voltinism of a specialist insect, *Inachis io*. *Holarctic Ecology*, 9, 72-78.
- Pullin, A. S., 1987.** Changes in leaf quality following clipping and regrowth of *Urtica dioica*, and consequences for a specialist insect herbivore, *Aglais urticae*. *Oikos*, 49, 39-45.
- Reese, J. C., Beck, S. D., 1978.** Interrelationships of nutritional indices and dietary moisture in the black cutworm, *Agrotis ipsilon*, digestive efficiency. *J. Insect Physiology*, 24, 473-479.
- Rhoades, D. F., Cates, R. G., 1976.** Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry. *Rec. Adv. Phytochem.* 10, 168-213.
- Scriber, J. M., 1984.** Host- Plant Suitability. *Chemical Ecology of Insects*,
- Scriber, J. M., 1977.** Limiting effects of low leaf-water content on the nitrogen utilization, energy budget, and larval growth of *Hyalophora cecropia* (Lepidoptera: Saturniidae). *Oecologia* 28, 269-287.
- Smiley, J., 1978.** Plant Chemistry and the Evolution of Host Specificity: New Evidence from *Heliconius* and *Passiflora*. *Science*, 201, 745-747.

- Scriber, J. M. and Feeny, P. P., 1979.** The growth of herbivorous caterpillars in relation to degree of feeding specialization and to growth form of foodplant. *Ecology*, 60, 829-850.
- Slansky, F. Jr., Feeny, P., 1977.** Stabilization of the rate of nitrogen accumulation by larvae of the cabbage butterfly on wild and cultivated plants. *Ecol. Monogr.* 47, 209-228.
- Swain, T. and Hillis, W. E., 1959.** The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *J. Sci. Food Agric.*, 10, 63-68.
- Uysal, S., 1993.** Ölübaşı Mekik Kelebeği, *Celerio euphorbiae* L. (Lepidoptera: Sphingidae)'nin Besin Seçimine Etki Eden kimyasal Faktörler, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 40 s.
- Van Sumere, C. F., Albrecht, J., Dedonder, A., De Pooter, H. and Pe, I., 1975.** Plant proteins and Phenolics. In "The Chemistry and Biochemistry of Plant Proteins" (eds J. B. Harborne, C. F. Van Sumere), Academic Press, New York, 1975.
- Waldbauer, G. P., Friedman, S., 1991.** Self-selection of optimal diets by insects. *Annu. Rev. Entomol.*, 36, 43-63.
- White, T. C. R., 1974.** A hypothesis to explain outbreaks of looper caterpillars, with special reference to populations of *Selidosema suavis* in a plantation of *Pinus radiata* in New Zealand. *Oecologia*, 16, 279-301.
- White, T. C. R., 1976.** Weather, food and plagues of locusts. *Oecologia*, 22, 119-134.
- White, T. C. R., 1978.** The importance of a relative shortage of food in animal ecology. *Oecologia*, 33, 71-86.
- Wint, G. R. W., 1983.** The effect of foliar nutrients upon the growth and feeding of a Lepidopteran Larva. In the Nitrogen as an Ecological Factor (eds J. A. Lee, S. MsNeill and I. H. Rorison). pp 301-320. Blackwell scientific Publications, Boston.



**Yanar, O., 2000.** Meşe Güvesi, *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae)'nin Besin Tercihi ve Besin İçeriği Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 34 s.

<http://www.rain-tree.com/nettles.htm>.



## ÖZGEÇMİŞ

18.08.1978 tarihinde Samsun'da doğdum. İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimimi Samsun'un Terme ilçesinde tamamladım. 1995 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği programını kazandım ve 1999 yılında bu bölümden mezun oldum. Aynı yıl eylül ayında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı olarak Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde yüksek lisans programına kayıt yaptırdım. Kasım 1999 Tarihinde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde Fen Bilimleri Enstitüsü kadrosunda araştırma görevliliğine atandım.

