

13023



*Oncopeltus fasciatus*'da (Hemiptera :  
Lygaeidae) GÖÇ UÇUŞUNUN  
NÖROSEKRESYON KONTROLÜ

Reyhan VERİMLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
1990 - ANKARA

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

*Oncopeltus fasciatus*'da (Hemiptera : Lygaeidae)

GÖÇ UÇUŞUNUN NÖROSEKRESYON KONTROLÜ

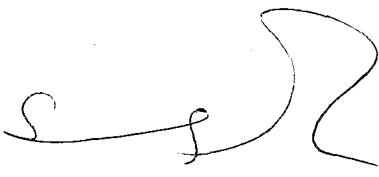
Reyhan VERİMLİ

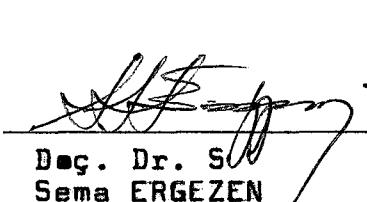
T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

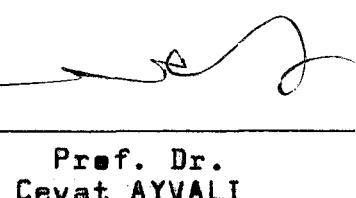
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

Bu tez 20.9.1990.. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından 100.. (Yüz.) not takdir edilerek oybirliği ile kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. Sevinç KAROL  
Danışman

  
Doç. Dr. Sema ERGEZEN

  
Prof. Dr.  
Cevat AYVALI

**O Z E T**

**Yüksek Lisans Tezi**

*Oncopeltus fasciatus*'da (Hemiptera : Lygaeidae)

**GÖÇ UÇUŞUNUN NÖROSEKRESYON KONTROLÜ**

**Reyhan VERİMLİ**

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dah

Danışman : Prof.Dr. Sevinç KAROL  
1990, Sayfa : 37

Jüri : Prof.Dr. Sevinç KAROL  
Prof.Dr. Cevat AYVALI  
Doç. Dr. Sema ERGEZEN

*Oncopeltus fasciatus* dişilerinin beyini ön beyin, orta beyin ve arka beyin olmak üzere üç kısımdan meydana gelmiştir. Subözofagus gangliyonu sirkum özofagal konnektifler ile arka beyine bağlanmıştır. Bir çift oval *corpora cardiaca* beyinin hemen arkasında *corpora allata* ile birleşmiştir.

"Performik asit - Victoria blue 4R" total boyama tekniği ile beyindeki nörosekresyon bölgeleri boyanmamış, sadece aort duvarı boyanmıştır.

Histolojik incelemeler için kesitlere Hematoksilin-Eosin, Krom Hematoksilin Filoksin ve Paraldehit Fuksin boyama teknikleri uygulanmıştır. Paraldehit fuksin tekniği ile hücre büyülüğüne ve graniüllerine göre A, B ve C tipi nörosekresyon hücreleri ayırt edilmiştir.

Kısa gün fotoperiyodunda yetiştirilen ve uçuş deneyi yapılan böceklerde A ve B tipi nörosekresyon hücreleri sadece beyinin medyan bölgesinde görülmüştür. Uzun gün fotoperiyodunda yetiştirilen ve uçmayan böceklerde ise bu hücreler beyinin hem medyan hem de lateral bölgesinde görülmüştür.

Bu çalışmada ayrıca nörosekresyon hücrelerinin fotoperiyot, uçuş ve yumurta gelişimi ile ilişkileri incelenerek tartışılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER :** *Oncopeltus fasciatus*, nörosekresyon, fotoperiyot, beyin, göç uçuşu.

A B S T R A C T

Masters Thesis

THE NEUROSECRETION CONTROL OF MIGRATORY  
FLIGHT IN *Oncopeltus fasciatus* (*Hemiptera : Lygaeidae*)

Reyhan VERİMLİ

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology

Supervisor : Prof.Dr. Sevinç KAROL  
1990, Sayfa : 37

Jury : Prof.Dr. Sevinç KAROL  
Prof.Dr. Cevat AYVALI  
Asocc.Dr.Sema ERGEZEN

Female *Oncopeltus fasciatus* brain is composed of three parts; protocerebrum, deutocerebrum and tritocerebrum. The suboesophageal ganglion is joined to tritocerebrum by circum oesophageal connectives. A pair of *corpora cardiaca* is fused with unpaired *corpora allata*, just behind the brain.

Neurosecretory areas in brain were not stained with "Performic acid - Victoria blue 4 R" total staining technique, but only aorta wall were stained.

For histological studies the "haematoxylien - eosin, chrome - haematoxylin - phloxine and paraldehyde fuchsin stain techniques have been applied to the sections. Neurosecretory cells have been classified A, B and C types according to their granules and the size and to paraldehyde fuchsin technique.

In insects flight testing was applied to the specimens that reared under short day photoperiod. A and B types of neurosecretory cells were shown only median region in brain. However, in insects reared under long day photoperiod and not flown, they were shown in both median and lateral regions of the brain.

In addition, the relations between neurosecretory cells, photoperiod, flight and egg development were studied and discussed.

KEY WORDS : *Oncopeltus fasciatus*, neurosecretion, photoperiod, brain, migratory flight.

**T E S E K K Ü R**

Tez çalışmam süresince bana her konuda destek olan bilgi ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Prof.Dr. Sevinç KAROL'a (Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü) teşekkür ederim. Bana bu çalışmayı tavsiye eden ve çalışmamın her safhasında yardımlarını gördüğüm Sayın Doç.Dr. Sema ERGEZEN'e (Marmara Üniversitesi, Atatiirk Eğitim Fakültesi, Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi) sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmalarımda bana yol gösteren A.Ü.F.F. Biyoloji Bölümü Zooloji Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Cevat AYVALI ve Gazi Üniversitesi, Fen ve Edebiyat Fakültesi Öğretim Üyesi Doç.Dr. Zekiye SULUDERE'ye, diseksiyon ve kesitlerimi tanımda yardımcı olan A.Ü.F.F. Biyoloji Bölümü Öğretim Üyelerinden Yard.Doç.Dr. Hakkı SAYAR ve Dr. Aydın ÖZLÜK'e çok teşekkür ederim.

## K I S A L T M A L A R

- AKH : Adipokinetik hormon  
CA : *Corpora allata*  
CC : *Corpora cardiaca*  
JH : Juvenil hormon  
KHF : Krom hematoksilin filoksin  
NCC : *Nervi corporis cardiaci*  
PAVB : Performik asit - Victoria blue 4R  
PF : Paraldehit fuksin

## İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>iv</b>
<b>KISALTIMALAR .....</b>	<b>v</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERİYAL VE METOD .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Böceklerin Yetiştirilmesi ve Deney Böceklerinin Seçimi ..</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Uçma Deneyinin Yapılışı .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3. Diseksiyon ve Histolojik Teknikler .....</b>	<b>9</b>
<b>3. SONUÇLAR .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1. Beyin ve Beyine Bağlı Organların Morfolojisi .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2. Total Boyama Sonuçları .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3. Nörosekresyon Hücreleri .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4. Fotoperiyot, Uçma ve Nörosekresyon İlişkisi .....</b>	<b>22</b>
<b>4. TARTIŞMA .....</b>	<b>28</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>33</b>

## 1. GİRİŞ

Gerek dünyada gerekse memleketimizde kültür bitkileri üzerinde zararlı çok sayıda böcek türü olduğu bilinmektedir. Bu böceklerden bazıları iklim şartlarına bağlı olarak kışlama bölgesi ile tarla arasında göç uçuşu denilen uzun uçuşlar yaparak etkili olmaktadır.

Göçmen böceklerde göç uçuşu üreme aktivitesi ile ters bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Yani göç uçuşları genellikle üreme mevsimlerinden önce veya sonra olmaktadır.

Göç uçuşlarına veya üreme aktivitesine etki eden önemli üç faktör beslenme, fotoperiyot ve çevresel sıcaklığıdır (Dingle, 1968, Caldwell 1974, Rankin ve Riddiford 1977). Uzun gün fotoperiyodunun (16 saat aydınlık : 8 saat karanlık) ve nispeten yüksek sıcaklığın ( $27^{\circ}\text{C}$ ) yumurtlamayı başlatmasına rağmen yumurtlama öncesi uzun uçuşları önemli derecede azalttığı, buna karşılık kısa gün fotoperiyodunun (12 saat aydınlık : 12 saat karanlık) ve nispeten düşük sıcaklığın ( $23-24^{\circ}\text{C}$ ) yumurtlamayı geciktirmesine rağmen yumurtlama öncesi periyodda uzun uçuş yapan böceklerin oranında artışa sebep olduğu Caldwell ve Rankin (1972) tarafından ileri sürülmüştür.

Caldwell ve Rankin (1972) ile Rankin (1974) çevresel faktörlerin yanında juvenil hormonun (JH) ve *corpora allata*'nın (CA) da ovaryum gelişimi için gerekli olduğu kadar uçma faaliyeti üzerinde de belirgin bir etkisi olduğunu açıklamışlardır.

Rankin ve Riddiford (1978) ergin *Oncopeltus fasciatus*'un hemoleninde JH seviyelerini üreme ve göç zamanlarında ölçmüştür. Bu araştırmacılar böcekleri uzun gün fotoperiyodunda yetistirdiklerinde hemolenf JH seviyesinde ani bir artış olduğunu görmüşlerdir. Oysa böcekleri kısa gün fotoperiyodunda yetistirdiklerinde JH seviyelerinde daha tedrici bir artış gözlemiştir. Bu araştırmacılar yüksek JH seviyelerinin ovaryum gelişiminde etkili olmasına rağmen düşük JH seviyelerinin normal olarak ovaryumu gelişmemiş erginlerde uçmayı uyardığı sonucuna varmışlardır.

Besinin miktarı ve elde edilmesi de göç faaliyetini etkilemektedir. Aşlık sonucu uçma faaliyeti kısa süre de olsa artış gösterir fakat bu durum geçici olmaktadır (Rankin, 1974). Çünkü açlık, beyin tarafından CA'da nöral inhibisyon'a neden olur. Bunun sonucunda da ovaryum gelişiminde *pseudoallatektomi* şeklinde bir gerileme meydana gelir (Johansson, 1958). Uzun süreli açlıklar uçuş aktivitesinde gerilemeye neden olmaktadır, kısa süreli açlıklar sonucunda ise göç uçuşu uyarılmaktadır. Rankin ve Riddiford (1977) uzun süre aç bırakılan hayvanlara JH veya CA aşılaması yaptıklarında uçuşların yeniden başladığını açıklamışlardır. Diğer taraftan da *corpora cardiaca* (CC) aşılanması veya CC ekstraktlarının enjeksiyonu hem aç bırakılan hem de beslenen *O.fasciatus*'da uçuşları etkilememiştir.

Stengel (1974) *Melolontha melolontha*'da CA'nın uçma oriyantasyonuna etkili olduğunu bildirmiştir.

De Wilde ve de Boer (1961) *Leptinotarsa decemlineata*'da kısa gün fotoperiyodunun erginlerde üreme diyapozuna yol açtığı ve patates tarlalarından ormana doğru göçü uyardığını söylemişlerdir.

Rankin (1978) *Locusta migratoria migratorioides* ve *Schistocerca gregaria*'da uçma üzerine JH'un etkisine ilâveten adipokinetik hormonun (AKH) ve muhtemelen de ekdison hormonunun etkili olduğunu belirtmiştir.

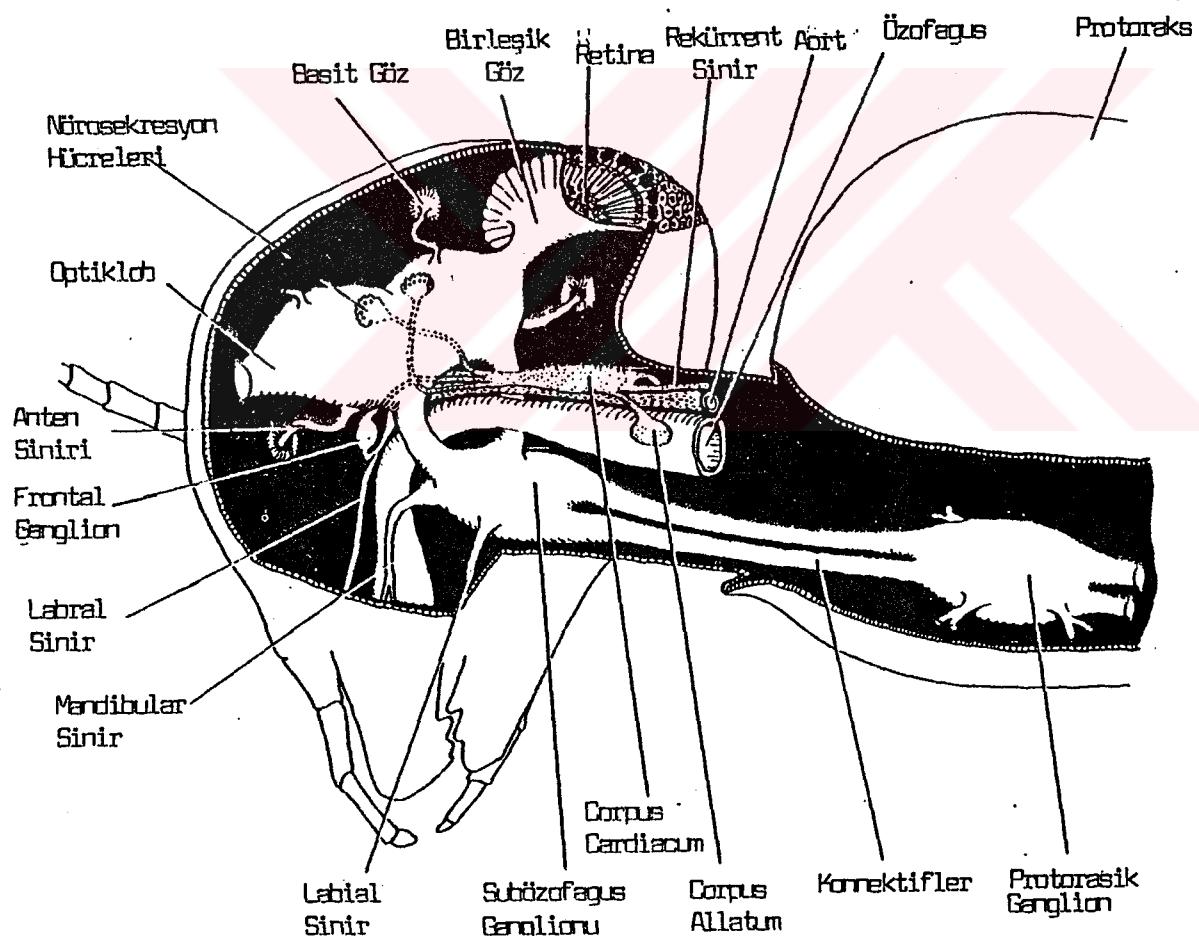
Herman (1973) *Danaus plexippus* adında bir tür kelebeğin her yıl ilkbaharda Kanada ve Kuzey Amerika'dan Güney Kaliforniya, Florida ve Meksika'ya kadar uzun bir mesafeyi katettiğini açıklamıştır. Araştırcı burada muhtemelen CA'nın daha etkin olduğunu belirtmiştir.

Endokrin sistemin böceklerdeki uçma metabolizması üzerine etkisi incelenmiş ve özellikle AKH'un lokustalarda çok etkili olduğu gözlenmiştir (Stone ve ark., 1976). Lokustalarda AKH'un yağ dokusunda trigliseridlerin parçalanmasını başlattığı ve bunların hemolenfe salındığı da Goldsworthy (1983) tarafından açıklanmıştır. Gene Goldsworthy ve arkadaşları (1977) beyinde belirli nörosekresyon hücrelerini tahrip ederek nörosekresyon salgısı ve uçuş arasındaki ilişkiyi göstermişlerdir.

Bu çalışmalar böceklerde göç uçuşu ve üreme aktivitesinde nöroendokrin sistemin rollünü göstermektedir.

Böceklerde nöroendokrin sistem beyin, *corpora allata*, *corpora cardiaca*, protorasik bezler ve ganglionlardan oluşmuştur (Şekil 1.1). Ganglionlar; subözofagus ganglionu, torasik ve abdominal ganglionlar şeklindedir. Bu merkezlerde salgı yapan ve nörosekresyon hücreleri denilen hücreler bulunmaktadır. Bu hücreler ürettikleri ve salgıladıkları hormonlarla böceğin hayatsal faaliyetlerini kontrol ederler.

Nörosekresyon hücreleri ışık mikroskopunda krom hematoksi琳 filoksin (KHF), paraldehit fuksin (PF) ve Azan gibi boyalarla kolayca tanınabilirler. Bu, böceklerde çok kullanılan bir metoddur (Gomori, 1941, 1950; Halmi, 1952; Dawson, 1953). Bu boyalar özellikle hormon boyamazlar fakat hormonun taşıyıcı proteinini boyarlar (Friedel ve Loughton, 1982)



Şekil 1.1. Böceklerde beyin ve beyine bağlı organların genel morfolojisi (Mordue ve ark., 1980).

Beyin ve beyine bağlı merkezler özel boyama teknikleriyle total olarak da incelenmiş ve nörosekresyon hücrelerinin merkezi sistem üzerinde dağılımı gösterilmiştir (Dagra ve Tandon 1964, 1967 a, b; Topçuoğlu, 1972, Sayar 1989).

Nörosekresyon hücreleri çok çeşitli şekillerde olabilir. Sitoplazmalarında boyanabilir graniüller ihtiva ederler. Bazı araştırmacılar hücrelerin şekli, büyüklüğü ve faaliyetine, sitoplazmalarındaki granüllerin büyülüklük, dağılış ve boyanma tarzına göre çeşitli nörosekresyon hücre tipleri ayırt etmişlerdir (Ewen, 1962; Ganagarajah, 1965; Siew, 1965; Saini, 1966; Credland ve Scales, 1976; Tabakoğlu, 1982; Özluık, 1986).

Bazı araştırmacılar ise, farklı nörosekresyon hücre tipleri ayırt etmemiştir. Çünkü bu araştırmacılar nörosekresyon graniüllerinin çeşitli renklerde boyanabilmelerinin, salgı maddesinin sentezlenmesindeki farklı safhalarдан dolayı olabileceğini, bundan dolayı da çok sayıda ayrı tipte hücre olabileceğini açıklamışlardır (Nayar, 1955; Sayar, 1982).

Böceklerdeki nörosekresyon hücreleri merkezi sinir sisteminin çeşitli yerlerinde, değişik konumlarda bulunabilirler. Bu hücreler esas olarak beyinde toplanmıştır (Wiglessworth, 1972; Heller ve Clark, 1972; Novak, 1975). Beyinde nörosekresyon hücre gruplarından en önemlileri ön beyinin *pars interserebralis* bölgesinde yer alır. Bunlar bir çift medyan ve bir çift de lateral nörosekresyon hücre gruplarıdır. Medyan nörosekresyon hücreleri ön beyinin her iki lobunu birleştiren orta bölgenin üst kısmında, birbirine yakın iki grup halinde, bazen de bu iki grup birbirine kaynaşmış olarak bulunur (Dogra, 1967 a, b). Medyan nörosekresyon hücrelerinin aksonları *nervi corporis cardiaci I* (NCCI)'leri teşkil ederler. Bu aksonlar beyinin orta kısmında ancak dorsalinde çaprazlanarak bulunduğu beyin yarımküresinden diğer yarımküreye geçerler ve ventralde beyinden ayrılarak CC'ya uzanırlar. Lateral nörosekresyon hücre grubu ise medyan bölgenin her iki tarafında ve beyinin yan üst bölgelerinde yer alır (Dogra, 1967 a, b). Lateral nörosekresyon hücrelerinin aksonları da *nervi corporis cardiaci II* (NCC II)'yi teşkil ederler ve çapraz yapmadan beyini terk ederek CC'ya kadar uzanırlar. Credland ve Scales (1976) adlı araştırmacılar, ön beyinin alt bölgesinde, göz sapında, orta ve arka beyinde de nörosekresyon hücreleri ayırt etmişlerdir.

Beyinde medyan ve lateral bögelerde bulunan nörosekresyon hücrelerinin salgıladıkları hormonlarla böceğin bir çok hayatsal faaliyetinin etkilendiği bilinmektedir. Bu hücrelerin salgıları özellikle CA'yı aktive eder ve oositlerin gelişmesini uyarır (Saini, 1966; Barth ve Sroka, 1975). CC genellikle salgı ve nörohemal organ vazifesi görür. Bezden izole edilen proteinlerin beyin nörosekresyon hücrelerinden elde edilen proteinlerle aynı olduğu *Locusta migratoria migratorioides*-de gösterilmiştir (Loughton ve Friedel, 1980).

Çeşitli böceklerde beyin ve beyine bağlı merkezlerin ince yapısı ve nörosekresyon hücreleri ile yapılan çok sayıda elektron mikroskoplu çalışması vardır. Bu çalışmalarında böceklerin hayat devresi ve çeşitli faaliyetleri sırasında nöroendokrin sistemdeki yapısal değişiklikler incelenmiştir (Odhiambo, 1966 a, b; Panov ve Bassurmanova, 1970; Beattie, 1971; Kono, 1977; Unnithan ve ark., 1971, 1977; Nyhof ve Mc Iver, 1989).

Yukarıdaki bilgilerden anlaşılabileceği gibi böceklerde beyin ve beyine bağlı merkezlerin morfolojileri, histolojileri ve bu merkezlerde bulunan nörosekresyon hücrelerinin yapısı çalışılmış, fakat bu merkezlerin göçluğu ile ilişkisi araştırılmamıştır. Göçluğun metabolizmasının anlaşılmaması birçok zararlı göçmen böcek türü ile yapılacak mücadelede yararlı olacaktır. Özellikle hemipter böceklerden *Aelia* ve *Eurygaster* türleri ülkemizde tarım alanlarında önemli zararlara yol açan göçmen böceklerdir.

Brown (1965), Hemiptera ordosundan *Eurygaster* ve *Aelia* cinslerinin bazı türlerini göçmen, bazılarını ise göçmen olmayan türler olarak ayırmıştır. Özellikle *Eurygaster integriceps*, *Eurygaster maura* ve *Aelia rostrata*'nın Orta Anadolu bölgesinde, *Aelia syriaca*'nın Güneydoğu Anadolu bölgesinde göçmen türler olduğunu belirtmiştir. Bunlar ilkbaharda 1500-1800 m. yükseklikteki meşe ormanlarından daha alçak yerlerdeki tarlalara göç ederler. Kışın tekrar yüksek yerlere taşınırlar. Aynı araştıracı *Eurygaster hottentota*, *Aelia acuminata* ve *Aelia furcula* gibi hemipter türlerini de göçmen olmayan türler olarak gruplandırmıştır.

Bu çalışmanın temel amacı *Eurygaster* ve *Aelia*'nın göç uçuşu ile beyin ve nöroendokrin sistem arasındaki fizyolojik ilişkiyi açıklayabilmektir. Ancak *Eurygaster* ve *Aelia*'nın laboratuvar koşullarında yetişmesinin güçlüğü, istenildiği zaman araziden toplanılamaması ve beyini koruyan kafatasının diseksiyon için çok sert olması nedeniyle bu çalışmalar için uygun deney hayvanı olamamışlardır.

Bu çalışmada *Oncopeltus fasciatus*, *Aelia* ve *Eurygaster*'e çok benzer yaşam biçimini olan diğer bir hemipter olduğundan ve laboratuvar koşullarında çok kolay yetiştirilip üzerinde deneysel uygulamalar yapılabildiğinden bir model deney hayvanı olarak kullanılmıştır. Daha önceki çalışmalar örnek alınarak (Rankin ve Riddiford, 1977, 1978; Rankin, 1978, 1980) *O.fasciatus*'da yumurtlama öncesi fotoperiyot, besin ve sıcaklık koşulları yapay olarak değiştirilerek bunların yumurtlama ve nöroendokrin sistem üzerindeki etkileri çalışılmak istenmiştir. Bu nedenle üremeyi önleyici ve uçmayı uyarıcı çevresel koşullarda beyin ve beyine bağlı organlarda nörosekresyon aktivitesi normal koşullardaki durumla karşılaştırılmak istenmiştir.

Bu çalışmalar için ilk yaklaşım ise *O.fasciatus*'un beyinini ve beyine bağlı organlarını ışık mikroskopu altında tanıtmak olmuştur.

## 2. MATERİYAL VE METOD

### 2.1. Böceklerin Yetiştirilmesi ve Deney Böceklerinin Seçimi

Bu çalışma ergin *Oncopeltus fasciatus* dişileri ile yapılmıştır. Böcekler laboratuvara şeffaf plastik kafeslerde, uzun gün fotoperiyodunda (16 saat aydınlatma : 8 saat karanlık),  $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta ve % 50-60 nemde yetişirilmiştir. Böcekler ayıklanmış ayçiçeği (*Helianthus annuus*) tohumu ile beslenmişlerdir. Ayrıca böceklerin su ihtiyacını karşılamak için kafeslerin tabanına ağızı pamuk ile kapatılmış su dolu deney tipleri konmuştur. Böceklerin stok kültürüni hazırlaması için şeffaf plastik kafeslere 10 adet erkek, 10 adet dişi birey konarak yumurtlamaya bırakılmıştır. Deneylerde kullanılacak böceklerin aynı yaşı olmalarını sağlamak için yumurtalar her gün toplanarak su ve besin konmuş, temiz kafeslere alınmıştır.

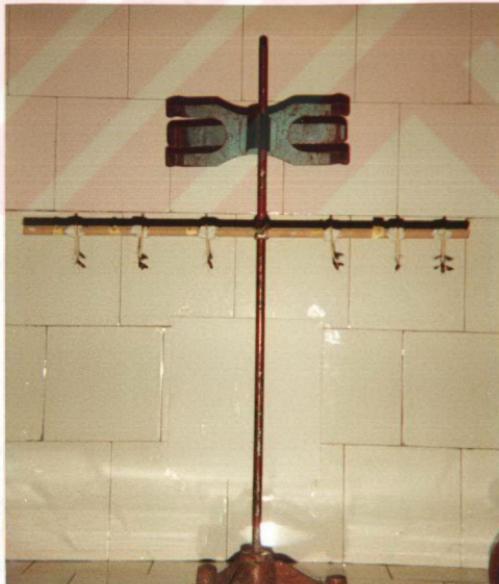
*O.fasciatus* bireyleri ergin oluncaya kadar üç devre geçirmektedir. Bunlar yumurta, nimf ve ergin devresidir. Laboratuvar şartlarında *O.fasciatus* ergin oluşundan yaklaşık 12 gün sonra eşyel olgunluğa erişerek yumurta bırakmaya başlar. Yumurta bırakılmasından 6-7 gün sonra gelişmeleri tamamlanan yumurtalardan nimfler çıkar. Nimfler 1. evreden itibaren beş kez deri değiştirerek yaklaşık bir ayda ergin olurlar. Erginlerin yaşama süresi yaklaşık 2,5-3 aydır. Dişiler eşyel olgunluğa erişmelerinden itibaren sürekli yumurta bırakırlar.

Bu türde uçma faaliyeti, yumurtaları olgunlaşmamış dişilerde, uygun şartlarda 5. ve 12. günler arası gerçekleşir. Yumurta bırakan dişi bireyler uçmadığı için, tüm deneylerde 10-11 günlük çiftleşmemiş ergin dişi bireyler kullanılmıştır. Deneylerde kullanılacak böcekler, dördüncü evreye kadar uzun gün fotoperiyodunda ve  $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de yetişirilmiştir. Dördüncü evrenin sonunda ve beşinci evrenin başında dişiler ayrılarak kısa gün fotoperiyoduna (12 saat aydınlatma : 12 saat karanlık) ve  $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklığına alınmıştır. Çünkü kısa gün fotoperiyodu ve düşük sıcaklık bu türde yumurtlamayı geciktirerek göç uçuşu yapacak böceklerin sayısında artış sağlar (Dingle, 1974). Kısa gün fotoperiyodunda böcekler ayıklanmış ayçiçeği tohumu ile beslenmişlerdir. Böceklerin ergin olmalarından yedi gün sonra kafeslerindeki besin-

ler alınmış ve kafeste sadece su bırakılmıştır. Deneyler 3-4 gün aç bırakılmış, 10-11 günlük ergin dişilerle yapılmıştır. Deney için ayrılan böceklerin bir kısmı kontrol grubu olarak uzun gün fotoperiyodunda bırakılmıştır.

## 2.2. Uçma Deneyinin Yapılışı

Uçuş deneyleri Dingle (1965)'in tarif ettiği metoda göre yapılmıştır. Uçuş deneyi yapılacak böcekler kısa gün fotoperiyodu ve düşük sıcaklıktan alınarak bir saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Böceği uçuşa hazırlamak için, ucunda yapışkan plastik hamur bulunan bir çubuk böceğin pronotomuna tutturulmuştur. Uçuşu başlatmak için böceğin başı daima rüzgar yönünde olacak şekilde havada 8 şeklinde yol çizilerek hareket ettirilmiştir. Böcek kanatlarını çırpmaya başladığında böceğe bağlı çubuk Şekil 2.1'de görüldüğü gibi sabit bir deney aletine tutturularak uçuşa başlama süresi kayıt edilmiştir. Böcek uçmazsa veya uçmayı bıraktığında aynı işlem beş defa daha tekrar edilmiş ve toplam uçuş süresi belirlenmiştir. Bu işlem beş kereden fazla tekrar edilmemiştir.



Şekil 2.1. Böceklerde uçuş deneyinin yapıldığı deney düzeneği.

*O.fasciatus* uçuş sürelerine göre üç gruba ayrılmıştır: Birkaç saniye ile 3-4 dakika uçanlar (çok kısa uçanlar veya uçmayanlar); 10-25 dakika uçanlar (kısa uçanlar); 30 dakika ile birkaç saat uçan böcekler (uzun uçanlar). Uzun uçuş yapan böceklerde 30 dakikanın üstündeki uçuşlar göç uçuşu olarak tanımlanmıştır (Dingle, 1965; Rankin, 1974).

Uçuşun bitimini takiben derhal böceğin gözleri, antenleri, hortumu ve ağız parçaları kesilerek total olarak Bouin tespit solüsyonuna alınmıştır. Kontrol grubu olarak ayrılan böcekler de uçuş deneğinin yapıldığı aynı gün Bouin tespit solüsyonuna alınmıştır.

### 2.3. Diseksiyon ve Histolojik Teknikler

Işık mikroskopu incelemeleri için böcekler total olarak Bouin tespit solüsyonunda 24 saat bırakıldıktan sonra tabanı parafinli petri kutusuna yerleştirilerek üzerini örtecek kadar tespit solüsyonu konmuştur. Binoküler diseksiyon mikroskopu altında diseksiyon iğneleri, ince uçlu makas ve pens yardımı ile basın üst kısmındaki kitin tabakası kesilerek tamamen kaldırılmıştır. Daha sonra basın yan ve alt kısımlarındaki kitinler tamamen temizlenmiştir. Beyin ve beyine bağlı organları birbirine bağlayan sinirlerin kopmaması için dışarıdan verilen ışık ayarlanarak bu kısımlar daha görünür hale getirilmiş ve etraflarındaki kas ve bağ dokusu temizlenmeden bırakılmıştır. Kitinden tamamen temizlenmiş olan baş kesilerek tekrar Bouin tespit solüsyonuna konmuştur. Baş 3-4 saat sonra % 70'lük alkole alınmış ve Bouin'in sarı rengi kalmayınca kadar % 70'lük alkol ile yıkamıştır.

Beyin ve beyine bağlı organların dehidrasyon ve bloklama işlemleri bilinen metodlarla, 55-60°C'lik parafin kullanılarak yapılmıştır. Bu bloklardan mikrotomla 5 mikron kalınlığında seri kesitler alınmıştır. Kesitler Hematoksilin-Eosin, Gomori (1941)'nin krom hematoksilin filoksin (KHG), Halmi (1952) ve Dawson (1953)'un paraldehit fuksin (PF) teknikleriyle boyanmıştır. Kesitler Olympus Vanox marka ışık mikroskobunda incelenerek fotoğrafları çekilmiştir.

Kesit boyama işleminden başka nörosekresyon bölgelerinin görülebilmesi için 10 adet böceğin beyin ve beyine bağlı organları etraflarındaki kas ve bağ dokusu temizlenerek Ephrussi ve Beadle'nin fizyolojik suyu ile hazırlanmış % 10'luk formaldehit çözeltisinde 24 saat tespit edilmiş ve Performik asit-Victoria blue 4 R (PAVB) ile total olarak boyanmıştır (Dogra ve Tandon, 1964).

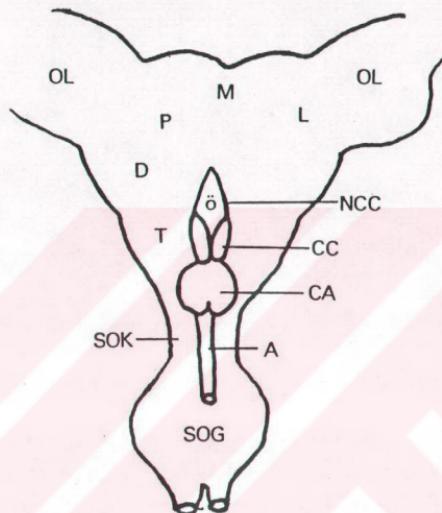
### 3. SONUÇLAR

#### 3.1. Beyin ve Beyine Bağlı Organların Morfolojisi

*Oncopeltus fasciatus*'da beyin ve beyine bağlı organların yerleşimi Şekil 3.1'de gösterilmektedir.

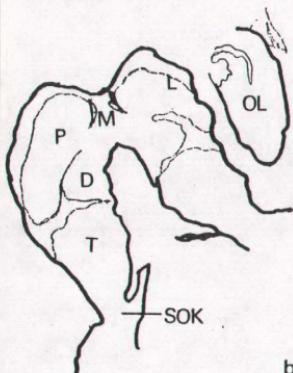
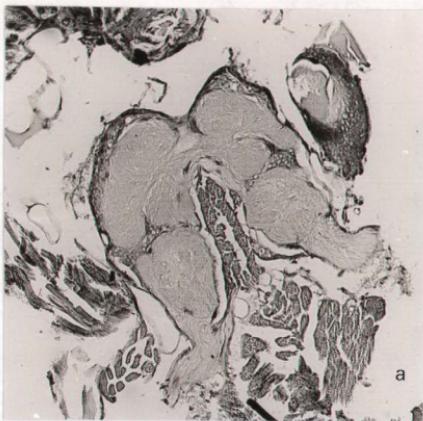
*O.fasciatus*'un beyini, ön beyin (*protocerebrum*), orta beyin (*deutocerebrum*) ve arka beyin (*tritocerebrum*) olmak üzere üç kısımdan meydana gelmektedir (Şekil 3.2). Benzeri yerleşim hemipter böceklerden *Adelphocoris lineolatus*'da (Ewen, 1962) ve *Ranatra elongata*'da (Dogra, 1967, a) görülmektedir. Ön beyinin iki yanında bileşik gözlerle ait sinirlerin birleşmesinden oluşmuş bir çift optik lob bulunmaktadır (Şekil 3.3, 3.4). Ön beyinin üzerine oturmuş iki ayrı lobdan oluşan orta beyinden antenlere ait sinirler çıkmaktadır (Şekil 3.4). Bir çift olan arka beyin, birbirinden ayrı iki lobdan oluşmakta ve bu loblardan subözofagus gangliyonuna doğru biri sağdan diğer soldan olmak üzere bir çift "sirkum özofagal konnektif" denilen kalınca sinirler çıkmaktadır (Şekil 3.2). Subözofagus gangliyonu oldukça uzun olan bu sinirlerle beyine bağlıdır (Şekil 3.5, 3.6, 3.7). Özofagusun arkadan beyine girdiği bölgede bir çift *corpora cardiaca* (CC) bulunmaktadır. Bunların arasından aort geçmektedir (Şekil 3.5, 3.6). *Corpora allata* (CA) CC'nin alt arka tarafında yer almaktadır. Tek halde bulunan ve CC'ya göre oldukça büyük olan CA, küre şeklinde ve CC'ya yapışmış haledir (Şekil 3.4, 3.8). *O.fasciatus*'da CC ve CA'nın yerleşimi *A.lineolatus*'daki gibidir (Ewen, 1962). Unnithan ve arkadaşları (1971) *O.fasciatus*'un nöroendokrin sisteminde yaptıkları çalışmada, CC'nin aort duvarına dorsal olarak ve CA'ya posterior olarak yaptığı belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar inceledikleri böceklerin tümünde CA'nın tek olmadığını, bazlarında çift olarak düzenlendigini gözlemişlerdir.

Bu çalışmada incelenen *O.fasciatus* bireylerinin tümünde CA boğumlu tek bir yapı şeklinde görülmektedir. CA'nın hücreleri birbirine benzeyen homojen yapılı, sitoplazmaları açık renk boyanmış olarak görülmektedir. CA'ya yapışmış bir çift CC'da ise sitoplazmaları koyu renge boyanmış hücreler görülmektedir. Ayrıca beyinden çıkan *nervi corporis cardiaci* (NCC) sinirlerinin CC'ya girdiği görülmektedir (Şekil 8 a, b).



Şekil 3.1. *Oncopeltus fasciatus*'da beyin ve beyine bağlı organların yerleşimi.

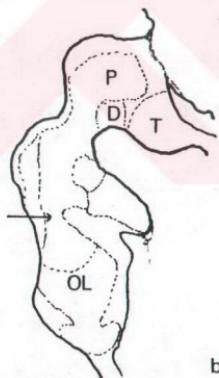
P: *Protocerebrum* (ön beyin); D: *Deutocerebrum* (orta beyin); T: *Tritocerebrum* (arka beyin); M: Medyan bölge; L: Lateral bölge; A: Aort; OL: Optik lob; Ö: Özofagus; SOG: Subözofagus gangliyonu; SOK: Sirkum özofagal konnektif; CA: *Corpora allata*; CC: *Corpora cardiaca*; NCC: *Nervi corporis cardiaci*



**Şekil 3.2.** a - *O.fasciatus*'un beyin bölgelerinin (frontal kesit) mikroskopta çekilmiş fotoğrafı.

Boya: Hematoxilin-Eosin Büyütme: X 100

b - Aynı fotoğrafta ait şematik çizim. P: Ön beyin,  
D: Orta beyin; T: Arka beyin; OL: Optik lob; SOK: Sirkum  
özofagal konnektif; M: Medyan bölge; L: Lateral bölge



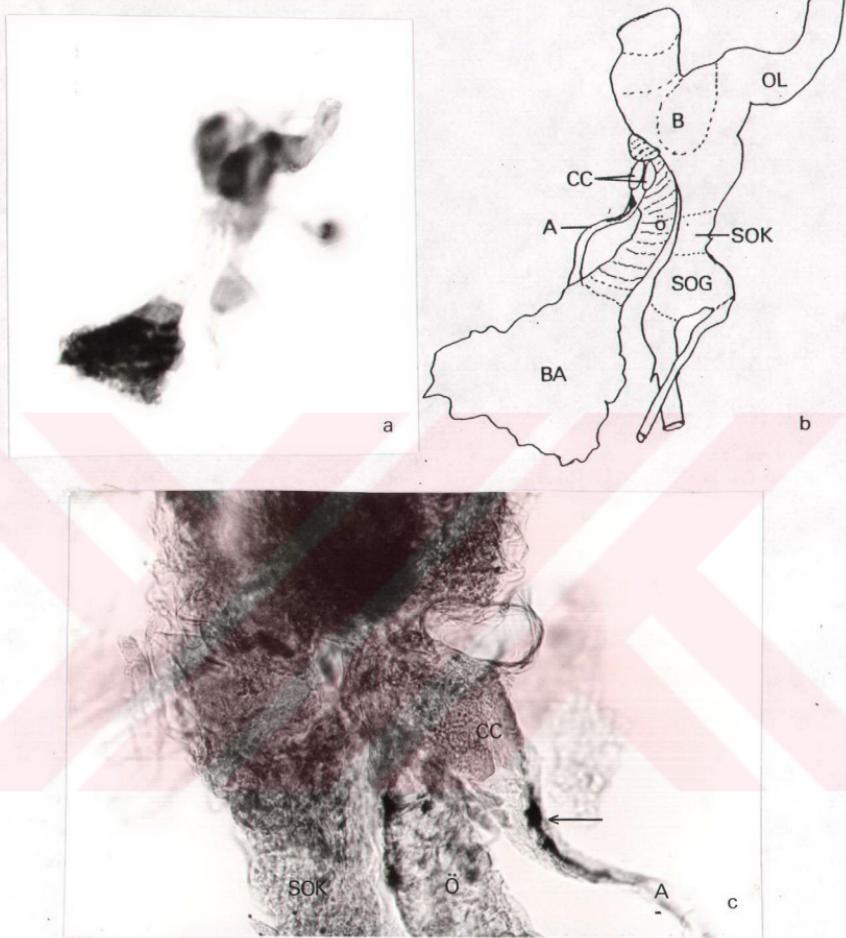
**Şekil 3.3.** a - Ön beyine bağlı olan optik lob (OL). Optik lobu beyine bağlayan sinirler (→) ve bu bölgedeki hücreler.

Boya: KHF, Büyütme: X 100

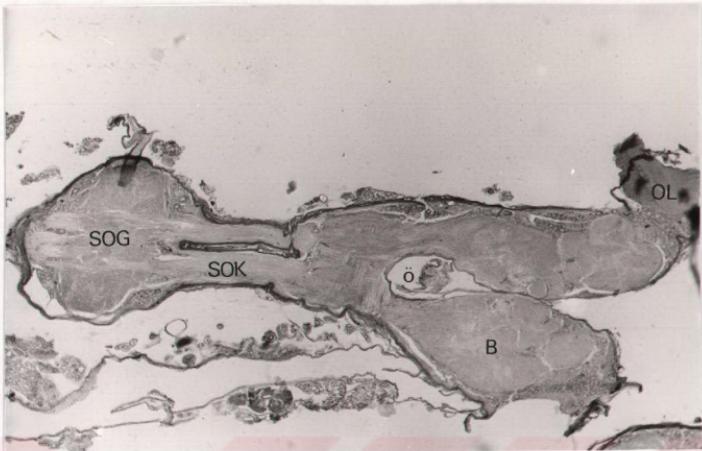
b - Aynı fotoğrafta ait şematik çizim



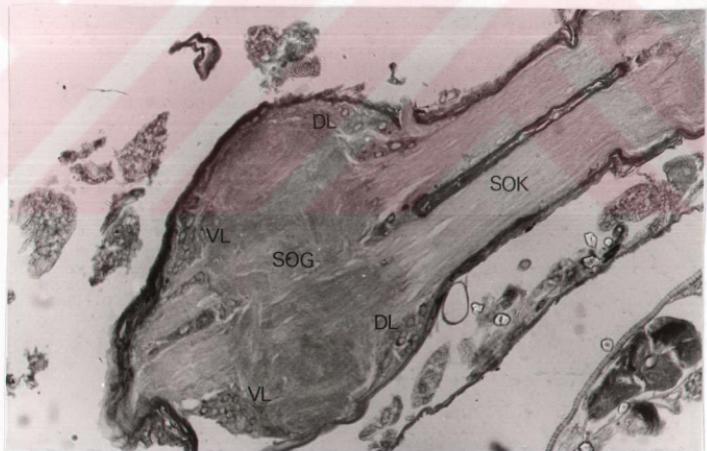
**Şekil 3.4.** a - PAVB metodu ile total olarak boyanmış olan beynin üstten çekilmiş fotoğrafı. Büyütme: X 80  
 b - Aynı fotoğrafta ait şematik çizim.  
 B: Beyin; OL: Optik lob;  
 SOG: Subbözofagus gangliyonu;  
 CA: *Corpora allata*; CC: *Corpora cardiaca*;  
 AS: Anten sinirleri



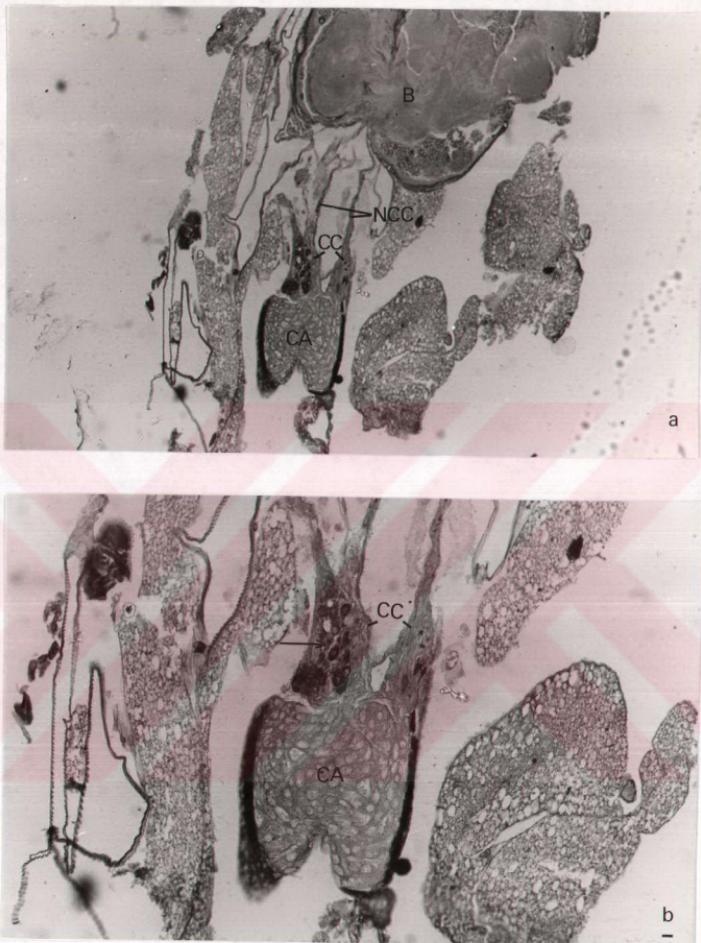
**Şekil 3.5.** a - PAVB metodu ile total olarak boyanmış beyinin yandan çekilmiş fotoğrafı. Büyütme: X 40  
 b - Aynı fotoğrafa ait şematik çizim.  
 A: Aort; B: Beyin; BA: Bağırsak;  
 CC: *Corpora cardiaca*; OL: Optik lob;  
 Ö: Özofagus; SOG: Subözofagus gangliyonu;  
 SOK: Sirkum özofagal konnektif  
 c - Beyin - Aort - CC - Özofagus ilişkisi.  
 Aort duvarında mor renge boyanmış granüller (→).  
 Büyütme: X 200



**Şekil 3.6. a -** Beynin frontal kesitinde sirkum özofagal konnektifler. (SOG) ile beyine (B) bağlanmış subözofagus gangliyonu (SOG). OL: Optik lob; Ö: özofagus yeri. Boya: PF, Büyütme X 100



**Şekil 3.7.** Subözofagus gangliyonunun (SOG) dorsalateral (DL) ve ventrolateral (VL) bölgelerindeki nörosekresyon hücreleri ve sirkum özofagal konnektifleri (SOK). Boya: PF, Büyütme X 200



**Şekil 3.8.** a - *Corpora allata'ya* (CA) yapmış bir çift *corpora cardiaca* (CC) ve beyindeki (B) nörosekresyon hücrelerinin aksyonlarının birleşmesinden oluşan bir çift *nervi corporis cardiaci* (NCC) sinirlerinin CC'ya girdiği görülmeye. Büyütme: X 100  
 b - CA'nın birbirine benzeyen homojen hücrelerden meydana geldiği, CC'da ise PF ile sitoplasmaları mor renge boyanmış hücreler (→) görülmeye. Büyütme: X 200

### 3.2. Total Boyama Sonuçları

Daha önceki çalışmalarda böceklerin nöroendokrin merkezlerinin yerlesimi performik asit Victoria blue 4 R (PAVB) metodu ile nörosekresyon hücreleri içindeki salgı maddesi boyanarak tespit edilmiştir (Dogra ve Tondan, 1964; Dogra 1967 a, b; Topçuoğlu, 1972; Sayar, 1989). Bu çalışmada da *O.fasciatus*'da beyin ve beyine bağlı merkezlerde nörosekresyon bölgeleri PAVB metodu ile total boyama işlemi yapılarak gözlenilmiştir.

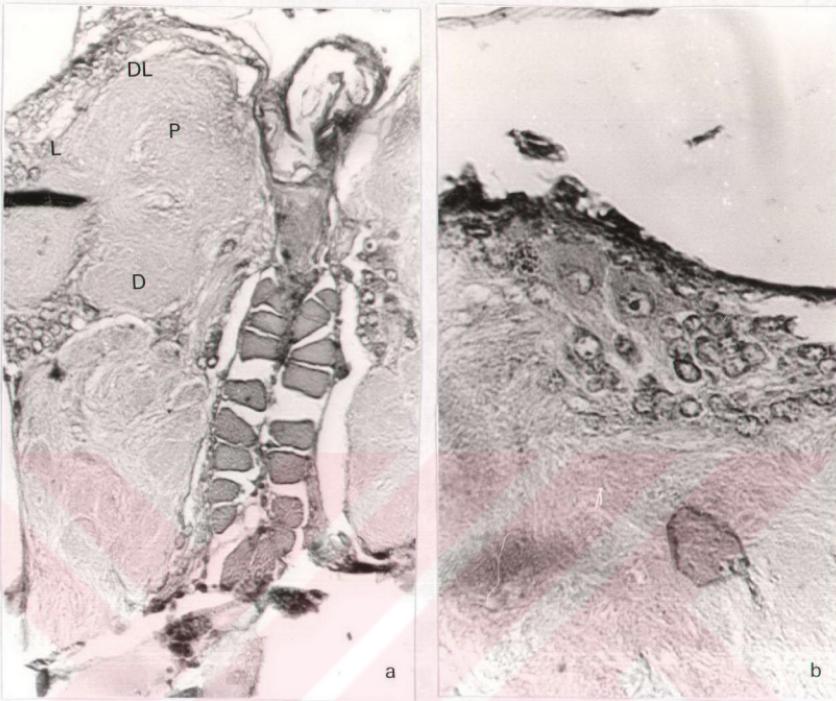
Boyanan total preparatlarda beyin şeffaf olarak yeşilimsi kahverengine boyanmaktadır. Fakat nörosekresyon bölgeleri ayrıt edilememektedir (Şekil 3.4, 3.5.a). Sadece aort duvarında nörosekresyon materyali olduğu sanılan mor renge boyanmış granüller görülmektedir (Şekil 5.c).

Dogra (1967 a, b) da, *Ranatra elongata*'da ve *Dysdercus koenigi*'de yaptığı çalışmalarda beyinin medyan bölgesindeki A hücrelerinde ve aort duvarında PAVB ile boyanan materyal gözlemiştir ve aortun nörosekresyon materyali için depo ve salgı organı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Unnithan ve arkadaşları (1971) *O.fasciatus*'da aort duvarında çok miktarda PAVB ile boyanabilen materyal bulunduğuunu, buna rağmen beyindeki nörosekresyon bölgelerinin yalnızca hafifçe boyandığını açıklamışlardır. Halbuki bu çalışmada beyindeki nörosekresyon bölgelerinde ve A hücrelerinde nörosekresyon için özel boyanma gözlenilmemektedir. Bu durum bu çalışmada kullanılan böceklerin fizyolojik şartlarının farklı olmasından veya boyama tekniğindeki değişik koşullardan sonuçlanmış olabilir.

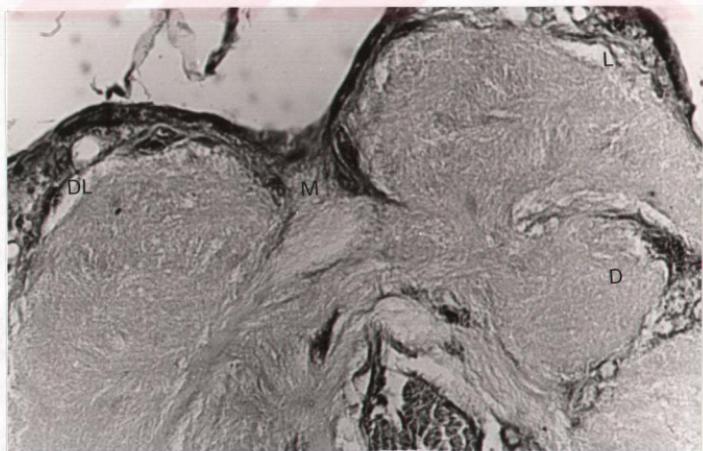
### 3.3. Nörosekresyon Hücreleri

Beyin ve beyine bağlı organlarda yapıyı tanımak ve nörosekresyon hücrelerinin yerlerini belirlemek için Hematoksilin-Eosin, Krom Hematoksilin Filoksin (KHF) ve Paraldehit fuksin (PF) boyama teknikleri uygulanmıştır. PF boyama tekniği ile nörosekresyon hücreleri en iyi gözlenilmektedir.

Nörosekresyon hücreleri ön beyinin medyan, lateral ve dorsalateral bölgelerinde, orta beyinde, optik lobların beyine bağlılığı bölgelerde bulunmaktadır (Şekil 3.2, 3.3, 3.9, 3.10). Ayrıca subözofagus ganglionunun dorsalateral ve ventrolateral bölgelerinde de nörosekresyon hücreleri bulunmaktadır (Şekil 3.7).



**Şekil 3.9.** a - Ön beyinin (P) lateral (L) ve dorsolateralinde (DL) ve orta beyinde (D) bulunan nörosekresyon hücreleri. X 100  
 b - Ön beyinin medyan bölgesinde bulunan nörosekresyon hücreleri. Boya: KHF, Büyütme: X 200



**Şekil 3.10.** Ön beyinin medyan (M), lateral (L), dorsolateral (DL) bölgesinde ve orta beyinde (D) nörosekresyon hücreleri. Boya: Hematoksiilen-Eosin, Büyütme: X 400

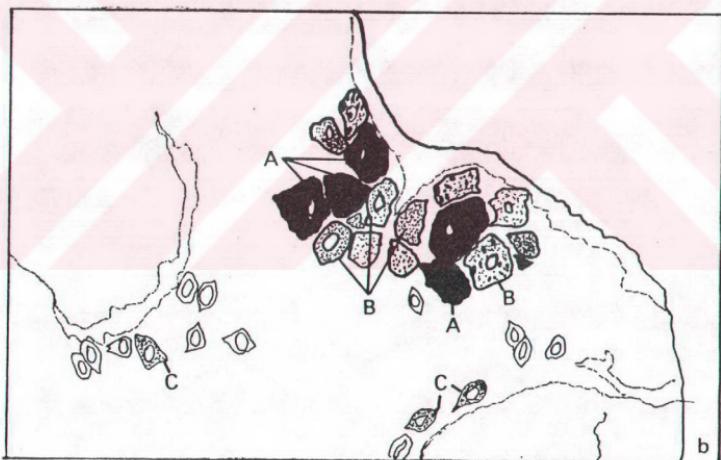
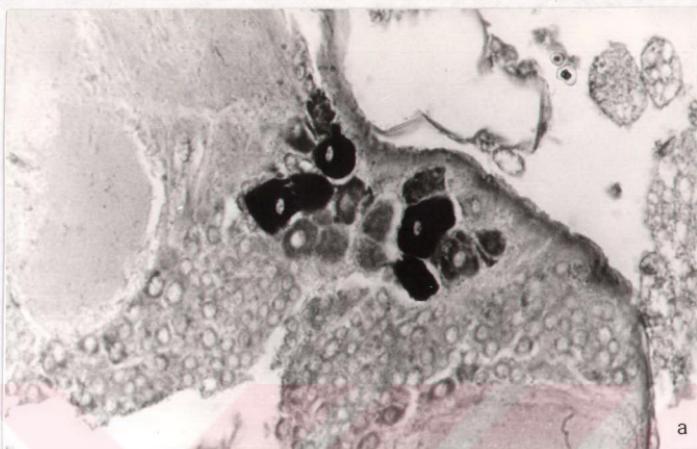
KHF tekniği ile boyanan kesitlerde beyindeki akson bölgeleri açık maviye, hücrelerin sitoplazmaları koyu maviye boyanmıştır. Sitoplazma içindeki granüller çok belirgin değildir (Şekil 3.3, 3.9).

Hematoksilin-Eosin tekniği ile beyindeki akson bölgeleri pembe renge boyanmıştır. Bu boyalı ön beyinin medyan bölgesinde sitoplazmalarında koyu kahverengi granüller bulunan büyük hücreler görülmektedir (Şekil 3.10). Ayrıca ön beyinin lateral dorsolateralinde ve orta beyinde de büyük çekirdekli, birbirine benzeyen çok sayıda nörosekresyon hücresi bulunmaktadır (Şekil 3.2, 3.10).

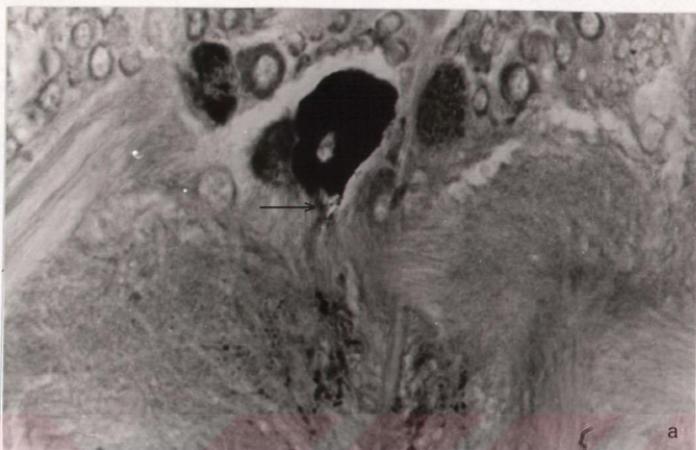
PF tekniği ile nörosekresyon hücre sitoplazmaları ve granülleri açık eflâtun ve koyu mor olarak farklı boyanmaktadır. Farklı büyüklüklerde olan nörosekresyon hücreleri yuvarlak, oval, köşeli, iğ veya armut şeklinde gözükmektedirler. Hücrelerin çekirdekleri genellikle oval veya yuvarlaktır. Kromatin maddesi çekirdek içinde dağılmış haldedir ve kırmızıya boyanmış belirgin bir çekirdekçik bulunmaktadır. Bu hücrelerin büyüklüklerine, şekillerine, boyanma yoğunluklarına ve granüllerine göre üç farklı tip nörosekresyon tiçresi ayrıntı edilmiştir. Bu hücreler A, B ve C tipleri olarak isimlendirilmiştir (Şekil 3.11).

A tipi nörosekresyon hücreleri: Ortalama  $14 \times 27 \mu$  ölçülerinde olan bu hücreler beyinin medyan bölgesinde 8-10 tane görülmekte ve beyini çeviren kılıfın hemen altında yer almaktadır. Kesitlere göre bu hücreler armut, mekik ya da köşeli şekiller göstermektedirler. Hücrelerin tam yapısı ve aksonları ışık mikroskopunda tam olarak takip edilememektedir. Çekirdekten geçen kesitlerde çekirdek genellikle oval şekilde olup hücrenin dörtte biri kadar büyülüktedir. Bu hücrelerin sitoplazması tamamen koyu mor renge boyanan granüller ile dolu olduğundan ışık mikroskopunda homojen olarak mor renge boyanmış gibi görülmektedirler. Bazı hücrelerde nörosekresyon granüllerinin hücrenin akson başlangıç kısmında birliği veya aksonlar boyunca gruplar halinde görülmektedir (Şekil 3.12 a,b). Bu hücrelerin aksonlarının, beyinin medyan kısmındaki hücrelerin biraz altında yer aldığı granüllerinden anlaşılmaktadır (Şekil 3.12, b).

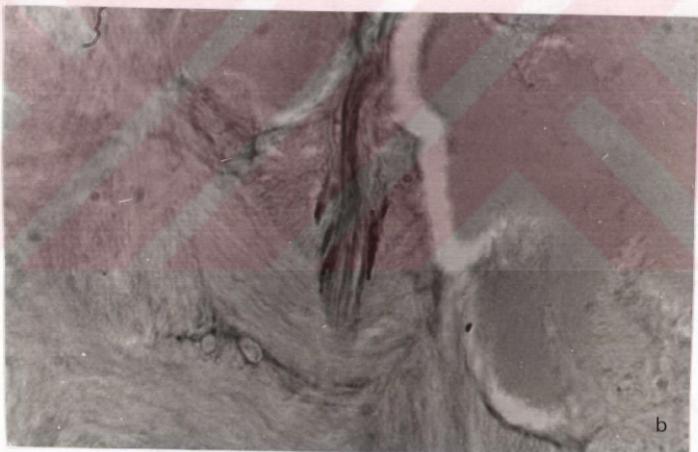
B tipi nörosekresyon hücreleri: Ön beyinin medyan bölgesinde ortalama  $14 \times 25 \mu$  ölçüsünde olan bu hücreler A tipi hücrelerle karışık ve yan yana bulunmaktadır (Şekil 3.11) ve bu hücrelerde granüller A hücrelerine göre daha açık renk boyanmakta ve sitoplaz-



**Şekil 3.11.** a - *O. fasciatus*'un beyininin medyan bölgesindeki A ve B tipi nörosekresyon hücreleri ve bunların çevresinde çok sayıda C tipi nörosekresyon hücreleri.  
Boya: PF, Büyütme: X 400  
b - Aynı fotoğrafta alt şematik çizim.



a



b

Şekil 3.12. a - Ön beyinin medyan bölgesinde A tipi nörosekresyon hücresinin akson başlangıç kısmında granüllerini serbest bırakmaya başladığı görülmeye (→). Büyütme: X 800  
b - Beyinin medyan bölgesinin hemen altında bulunan aksyonlardaki nörosekresyon granülleri görülmeye. Boya: PF, Büyütme: X 800

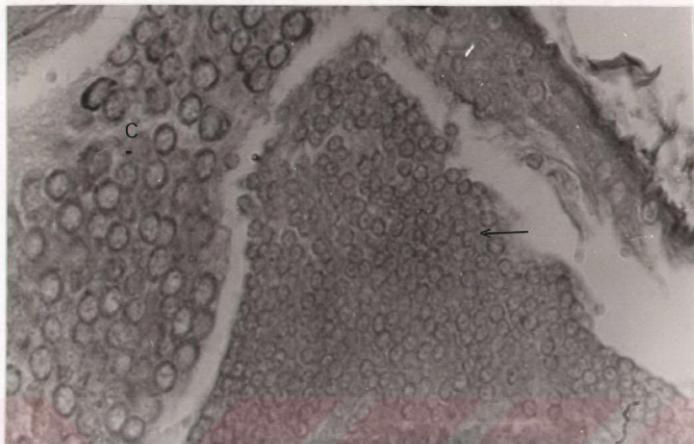
mada sayıca yoğun görülmektedirler. B tipi hücrelerde açık renk boyandıklarından ışık mikroskopunda granülleri tek tek seçmek mümkün olabilmektedir. Şekilleri A tipi hücrelere benzemektedir.

C tipi nörosekresyon hücreleri: Beyinin çeşitli bölgelerinde dağınık vaziyette ve çok sayıda bulunmaktadır. Ortalama  $9 \times 13 \mu$  ölçüsünde olan bu hücreler A ve B tipi hücrelerin yaklaşık yarısı kadardır. Şekilleri yuvarlak veya oval olan bu hücreler diğer hücrelerden kolayca ayırt edilmektedir. Bu hücrelerin çekirdekleri büyük ve yuvarlaktır, sitoplazmaları ise azdır. Sitoplazmalarında tek tek görülebilen granüller, diğer iki tipe göre daha az yoğunluktadır ve daha küçüktürler. İncelenen bütün böceklerin beyininde C tipi hücreler, A ve B tipi hücrelerin çevresinde çok sayıda ve gruplar halindedir (Şekil 3.11). Bu hücreler ön beyinin medyan, lateral ve dorsalateral bölgesinde, orta beyinde ve subözofagus gangliyonunda çok sayıda bulunmaktadır.

Nörosekresyon hücrelerinde başka, beyinde çok sayıda diğer nöronlar ve glia hücreleri bulunmaktadır. Sıradan nöronlar tüm beyinde, nörosekresyon hücre gruplarının çevresinde, özellikle optik lobların beyine bağlılığı kısımlarda yaygın ve çok sayılıdır (Şekil 3.13). PF ile çok soluk boyanan bu hücrelerin çekirdekleri yuvarlaktır. Sitoplazmaları çekirdek etrafında oldukça incedir.

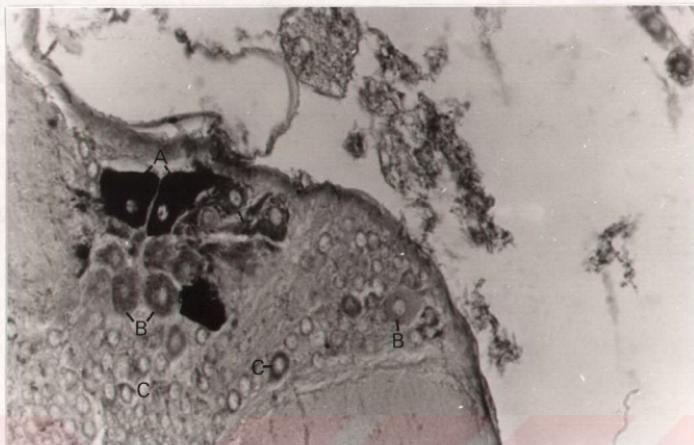
### 3.4. Fotoperiyot, Uçma ve Nörosekresyon İlişkisi

Uzun gün fotoperiyodunda yetiştirilen böceklerden hem normal beslenen hem de aç bırakılanlarda 5. ve 12. günler arasında uçma davranışları görülmemektedir. Bu böcekler 12. günden itibaren yumurta bırakmaya başlamaktadırlar. Kontrol grubu olarak 10. ve 11. günlerde tespit edilen bu böceklerin ovaryumları açıldığında, yumurtalarının olgunlaşlığı görülmektedir. Bu kontrol grubu böceklerin beyinden alınan kesitlerde, ön beyinin medyan bölgesinde birbirile karışık ve yan yana bulunan A ve B tipi nörosekresyon hücrelerinden 8-10'ar tane yer almaktadır (Şekil 8.14). Bu hücrelerden ayrıca beyinin lateral bölgesinde de 1-2 tane bulunmaktadır (Şekil 3.15, 3.16, 3.17). Bu böceklerden bazılarında beyinin dorsalateral bölgesinde de 1-2 tane B tipi hücre bulunmaktadır (Şekil 3.14, 3.16, 3.17). A ve B tipi hücre grubunun çevresinde çok sayıda C tipi nörosekresyon hücresi görülmektedir (Şekil 3.14, 3.15, 3.16, 3.17). Bunların etrafında da nörosekresyon hücresi olmayan sıradan nöronlar ve glia hücreleri bulunmaktadır.

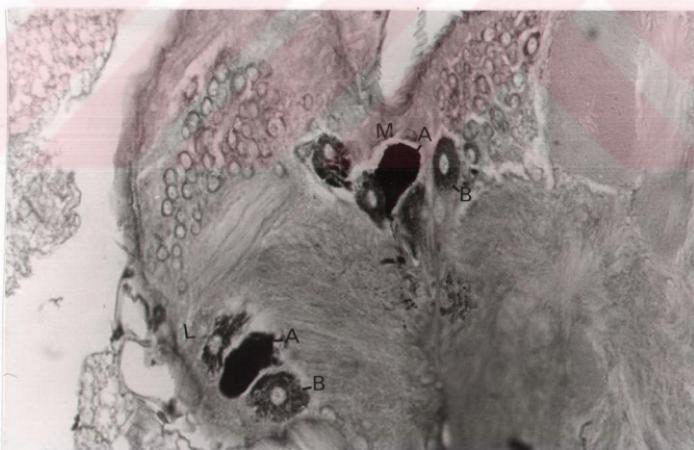


Şekil 3.13. Optik lobun beyine bağlılığı bölgede C tipi nörosekresyon hücreleri ve sıradan nöronlar (→).  
Boya: PF, Büyütme: X 800

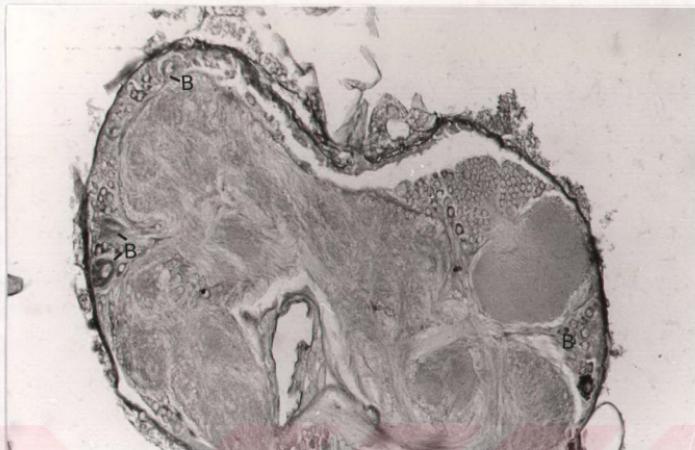
Kısa gün fotoperiyodunda ve düşük sıcaklıkta yetişirilen böcekler, erginleşmelerinden sonra 5. ve 12. günler arası 3-4 gün aç bırakıldıklarında böceklerin bir kısmı uzun uçuşlar yapmakta, bir kısmı kısa süreli uçuş yapmakta, az bir kısmı da hiç uçuş yapmamaktadır. Bu böceklerin ovaryumları açıldığından, ovaryumlarındaki yumurtaların henüz gelişmelerini tamamlamadıkları görülmektedir. Bu şartlarda yetişirilen ve çeşitli uçma sürelerine göre tespit edilen bu böceklerin beyininden alınan kesitlerde sadece medyan bölgede A ve B tipi büyük nörosekresyon hücreleri görülmektedir (Şekil 3.18, 3.19, 3.20). Bu şartlarda incelenen böceklerin hiçbirinin beyinde lateral ve dorsalateral bölgelerde A ve B tipi hücrelere rastlanılmamaktadır. Bu bölgelerde sadece C tipi hücreler çok sayıda bulunmaktadır. Kısa gün fotoperiyodunda yetişirip uçmayan ve farklı uçuş aktiviteleri gösteren böceklerin beyininin nörosekresyon hücrelerinde ışık mikroskopu seviyesinde büyülük, sayı ve granül bakımından bir fark görülememektedir (Şekil 3.18, 3.19, 3.20). Buna rağmen uzun gün fotoperiyodunda bırakılan böceklerin beyinde lateral bölgede görülen A ve B tipi hücrelere bu böceklerin beyinde rastlanamamaktadır.



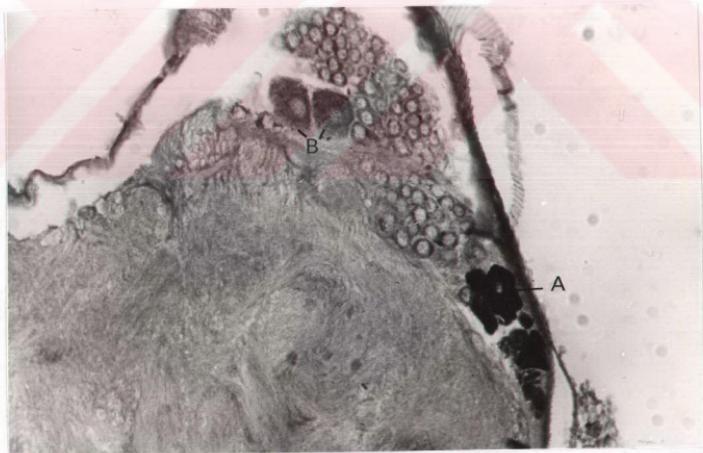
**Sekil 3.14.** Uzun gün fotoperiyodunda yetiştirilen ve uçmayan böceğin beyininin medyan bölgesinde A ve B tipi nörosekresyon hücreleri. Dorsalateral bölgede B tipi nörosekresyon hücresi ve çok sayıda C tipi nörosekresyon hücresi. Boya: PF, Büyütme: X 400



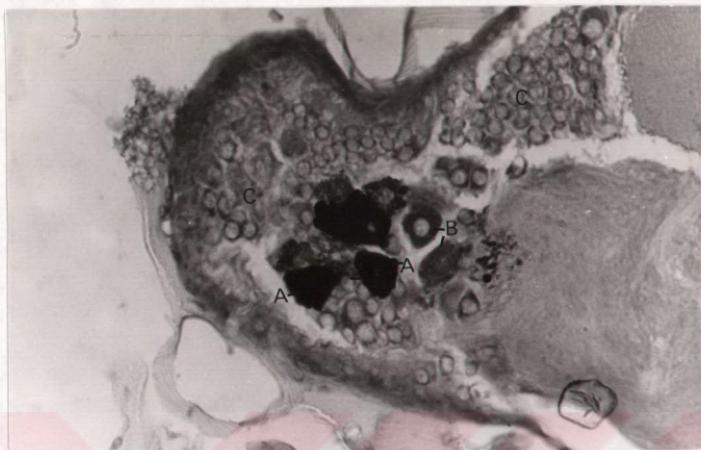
**Sekil 3.15.** Uzun gün fotoperiyodunda yetiştirilen ve uçmayan böceğin beyininin medyan (M) ve lateral (L) bölgelerindeki A ve B tipi hücreler. Boya: PF, Büyütme: X 400



Şekil 3.16. Uzun gün fotoperiyodunda yetiştirilen ve uçmayan böceğin beyininde lateral ve dorsolateral bölgelerde B tipi nörosekresyon hücreleri.  
Boya: PF, Büyütme: X 200

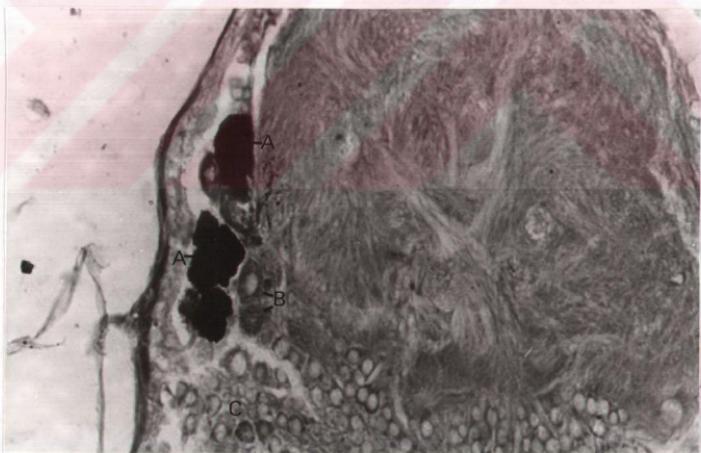


Şekil 3.17. Uzun gün fotoperiyodunda yetiştirilen ve uçmayan böceğin beyininde lateral bölgede A tipi, dorsolateral bölgede B tipi nörosekresyon hücreleri.  
Boya: PF, Büyütme: X 400



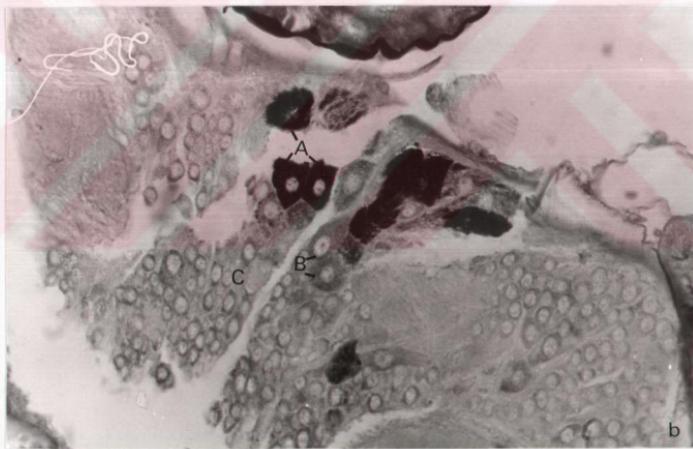
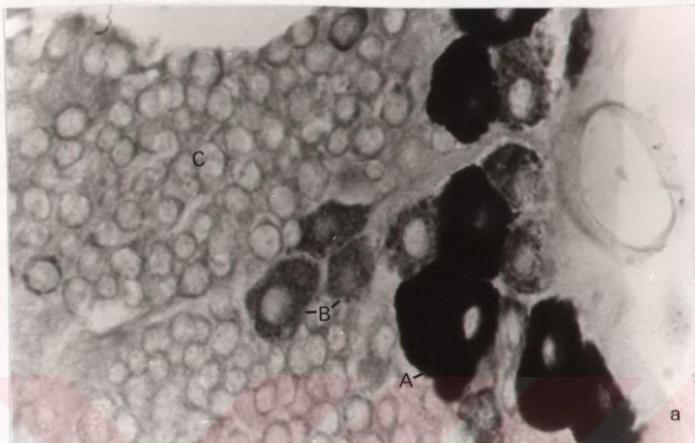
Şekil 3.18. Kısa gün fotoperiyodunda yetiştirilen ve uçmayan böceğin beyininin medyan bölgesinde A, B ve C tipi nörosekresyon hücreleri.

Boya: PF, Büyütme: X 400



Şekil 3.19. Kısa gün fotoperiyodunda yetiştirilen ve kısa uçuş (10 dakika) yapan bir böceğin beyininin medyan bölgesinde A, B ve C tipi nörosekresyon hücreleri.

Boya: PF, Büyütme: X 400



Şekil 3.20. 45 dakika (a) ve 64 dakika (b) uçuş yapan böceklerin beyininin medyan bölgesinde A, B ve C tipi nörosekresyon hücreleri. Boya: PF, Büyütme: X 400

#### 4. TARTIŞMA

Çeşitli böceklerde beyin ve beyine bağlı organların morfolojik ve histolojik araştırması birçok çalışmaya konu olmuştur (Johansson, 1957, 1958; Nayar, 1955; Ewen, 1962; Ganagarajah, 1965; Siew, 1965; Saini, 1966; Dogra, 1967 a, b; Beattie, 1971; Unnithan ve ark., 1971; Topçuoğlu, 1972; Barth ve Sroka, 1975; Credland ve Scales, 1976; Sayar, 1982, 1989; Özliük, 1986; Nyhorf ve Mc Iver, 1989).

Bu çalışmada total boyama ve histolojik tekniklerle *O.fasciatus* dişilerinin beyin ve beyine bağlı organlarla ilgili bulguları, *O.fasciatus* ve diğer hemipterlerle yapılan önceki çalışmalarda (Johansson, 1957, 1958; Ewen, 1962; Dogra, 1967 a, b; Unnithan ve ark., 1971) bulunan sonuçlara benzemekle beraber bazı farklılıklar göstermektedir.

Bu çalışmada yapılan total preparatlarda ve kesitlerde, *O.fasciatus*'da bir çift oval CC'nın tek bir yapı halinde görülen CA'ya yapıştığı gözlenmiştir. Johansson (1957, 1958) da *O.fasciatus*'da yaptığı çalışmalarda bir çift CC'nin posterior kısımlarından CA'ya bağlandığını belirtmiştir. Aynı şekilde, hemipter böceklerden *A.lineolatus*'da (Ewen, 1962) ve *D.koenigi*'de (Dogra, 1967, b) de bir çift CC'nin CA'ya yapışık yer aldığı gösterilmiştir. Bunun aksine Dogra (1967, a) *R.elongata*'da bir çift oval CC'nin bir çift oval veya yuvarlak CA'ya kısa bir köprü ile bağlandığını göstermiştir. Unnithan ve ark., (1971) ise *O.fasciatus*'un nöroendokrin sisteminde yaptıkları incelemede bir çift CC'nin CA'ya yapıştığını gözlemişler fakat CA'nın, inceledikleri bazı böceklerde tek, bazlarında ise çift olarak görüldüğünü açıklamışlardır. Bu bilgilerden, değişik hemipter türlerinde hatta aynı türün farklı bireylerinde değişik yapılar görülmesi, hayvanın değişik fizyolojik şartlarda olmasından veya preparasyonlar sırasında farklı tespit ve boyamadan veya organların farklı yönlerde yerleştirilmelerinden dolayı olabileceği düşünülebilir.

Bir çok çalışmada beyindeki nörosekresyon bölgelerini tayin etmek için Dogra ve Tandan'ın (1964) PAVB total boyama tekniği kullanılmıştır (Dogra, 1967 a, b; Unnithan ve ark., 1971; Topçuoğlu, 1972; Özliük, 1986; Sayar, 1989). Bu çalışmada *O.fasciatus*'a uygulanan PAVB ile boyama sonucunda beyindeki nörosekresyon bölgeleri boyanmamış,

sadece aort duvarında nörosekresyon materyali olduğu sanılan mor renge boyanmış granüller görülmüştür. Topçuoğlu (1972) *Anacridium aegyptium'a*, Sayar (1989) *Calliptamus tenuicercis'e* PAVB tekniğini uyguladıklarında beyinin medyan bölgesindeki nörosekresyon hücreleri ile aksonlarının ve CC'nın anterior kısmının boyandığını ancak CC'nın posterior kısmı ile CA'nın boyanmadığını gözlemişlerdir. Bu iki araştıracı da inceledikleri türlerde anterior CC'nın nörohemal organ olduğunu açıklamışlardır. Dogra (1967 a, b) *R.elongata* ve *D.koenigi*'de beyinin medyan bölgesindeki A hücrelerinde ve aortta nörosekresyon materyalinin PAVB ile boyandığını, CA ve CC'nın boyanmadığını açıklamıştır. Araştıracı burada aortun A materyali için nörohemal organ olduğunu belirtmiştir. Unnithan ve arkadaşları da (1971) *O.fasciatus'da* medyan bölgedeki A hücrelerinde ve aort duvarında PAVB ile boyanan nörosekresyon materyali gözlemiştir.

Özlük (1986) ise *Pimpla turionellae'ya* uyguladığı PAVB metodunu ile nöroendokrin bölgelerin boyanmadığını belirtmiştir. Arvy ve Gabe (1962) çalışmalarında böcek türlerinde salgı maddesinin histokimyasal özelliklerinin farklı olduğunu, çeşitli boyalara karşı değişik tepki gösterdiklerini ve bazı türlerde nörosekresyon hücrelerinin etrafının kuvvetli bir dokuya çevrili olduğunu açıklamışlardır.

Nörosekresyon hücrelerindeki salgılama faaliyetinin günlük değişiklikler gösterebileceği *Iphata limbata* (Nayar, 1955), *Acheta domesticus* (Dutkowski, 1971) ve *Calliptamus tenuicercis* (Sayar, 1989) ile yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Sayar (1989) *C.tenuicercis* beyininde medyan nörosekresyon hücreleri ve aksonlarının sabah saatlerinde disekte edildiğinde iyi boyandığını, öğleden sonra disekte edildiğinde ise boyanmadığını açıklamıştır. Araştıracı bu durumun nörosekresyon materyalinin belirli zamanlarda depolanıp serbest bırakıldığına ve bu faaliyetin günlük bir ritm gösterdigine delil olabileceğini ileri sürmüştür.

Bu çalışmada *O.fasciatus'un* beyin nörosekresyon bölgelerinin boyanmayıp sadece aort duvarının boyanması, bu durumun kullanılan böceklerin fizyolojik durumunun farklı olmasından, diseksiyon saatlerine dikkat edilmemesinden veya boyama tekniğindeki farklı koşullardan sonuçlanmış olabileceği düşünülebilir.

Birçok araştırmacı nörosekresyon hücrelerini tanımak için KHF ve PF gibi çeşitli boyama teknikleri kullanmışlardır. Bu hücrelerin yerlerine, boyanma rengine ve granüllerinin şekline göre farklı nörosekresyon hücre tipleri ayırt etmişlerdir (Ewen, 1962; Siew, 1964; Credland ve Scales, 1976).

Bu çalışmada *O.fasciatus*'un ergin dişilerinde nörosekresyon hücrelerinin ön beyinin medyan, lateral ve dorsalateral bölgesinde, optik lobların beyine bağlı olduğu bölgelerde, orta beyinde ve subözofagus gangliyonunda bulunduğu görülmüştür. Hücrelerin büyüklüğüne ve PF ile mor boyanan granüllerin durumuna göre A, B ve C olmak üzere üç tip nörosekresyon hücresi ayırt edilmiştir. C tipi nörosekresyon hücreleri beyinin çeşitli bölgelerinde çok sayıda olmasına rağmen A ve B tipi hücreler sadece beyinin medyan ve lateral bölgesinde bulunmaktadır.

Johansson (1957, 1958) *O.fasciatus*'da KHF ve aldehit fuksin (AF) boyama teknikleriyle farklı renklere boyanmalarına, hücrelerin büyüklüğüne ve yerlerine göre A, B, C ve D olmak üzere dört tip nörosekresyon hücresi ayırt etmiştir. Dogra (1967 a, b) *R.elongata* ve *D.koenigii* ile yaptığı çalışmalarda, kesitleri PF ile boyadığında beyinin medyan bölgesindeki A hücrelerinin koyu mor renge boyandığını beyinin lateral bölgesindeki B hücrelerinin ise açık yeşil renge boyandığını açıklamıştır. Ewen (1962) *A.lineolatus*'da KHF ve AF tekniklerini kullanarak büyülüklük ve boyanma özelliklerine göre iki ayrı nörosekresyon hücre tipi ayırt etmiştir. Araştırmacı medyan bölgede bulunan A hücrelerinin KHF ile mavi-siyah, AF ile mor boyandığını, medyan ve lateral bölgede bulunan B hücrelerinin KHF ile kırmızımsı AF ile mavi-yeşil boyandığını gözlemiştir. Sonuç olarak tek bir boyama tekniği bile hemimetabol böceklerde farklı sonuçlar gösterebilmektedir (Dogra 1967, b).

Unnithan ve arkadaşları (1971) ise *O.fasciatus*'un beyininde elektron mikroskopu ile granüllerin büyüklüğüne ve şekline göre dört tip hücre (Tip I, II, III, IV) ayırt etmişlerdir. Bu araştırmacılar tanımladıkları hücrelerin daha önce Johansson (1958)'un ışık mikroskopu ile tanımladığı hücrelerle ilişkisini gösterememişlerdir. Araştırmacılar tanımladıkları hücre tiplerinden Tip I, II ve III'ün nörosekresyon hücresi

olabileceğini, Tip IV'ün ise sıradan nöronlar gibi gözüktüğünü ve nörotransmitter madde depoladığını gözlemişlerdir.

Unnithan ve arkadaşlarının Tip I, II ve III olarak tanımladıkları hücreler büyülüklük ve granül bakımından bizim ışık mikroskopu ile A, B ve C olarak tanımladığımız hücrelere benzemektedir. Bu araştırmacıların elektron mikroskopu ile gösterdikleri Tip IV hücreleri bu çalışmada ışık mikroskopu ile yapılan gözlemlerdeki sıradan nörlara benzemektedir.

Beyindeki nörosekresyon hücrelerinin aksonlarının birleşerek NCC sinirlerini oluşturduğu, bu sinirlerin de nörosekresyon materyalini nörohemal organlara taşıdığı bilinmektedir. Johansson (1958)'un *O.fasciatus*'da NCC I ve NCC II olarak tanımladığı sinirleri Unnithan ve arkadaşları (1971) birleşmiş olarak gözlemişler ve NCC olarak tanımlamışlardır. İlk olarak Johansson (1958) *O.fasciatus*'un aort duvarında nörosekresyon materyali gözlemiştir. Daha sonraki çalışmalarında hemipter böceklerde aortun A hücreleri için nörohemal organ olduğu gösterilmiştir (Dogra, 1967 a, b; Unnithan ve ark., 1971). Dogra (1967, a) CC'nın NCC sinirlerini karşılamadığını ve NCC yerine *nervus aorta* teriminin daha uygun olacağını belirtmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada NCC sinirlerinin yolları tam olarak izlenmemiştir. Ayrıca aortta nörosekresyon materyali gözlenmiştir, fakat aksonların aorta girdiği tespit edilememiştir.

Böceklerde beyin ve beyine bağlı endokrin bezlerin ve bunların salgılarının üreme ile ilişkisini gösteren birçok çalışma vardır (Siew, 1965; Ganagarajah, 1965; Saini, 1966; Barth ve Sroka, 1975).

Ganagarajah (1965) hormonların böceklerin üremesi üzerinde önemli rol oynadığını ve bu hormonların kaynağının beyinin medyan nörosekresyon hücreleri ve CA olduğunu belirtmiştir. Araştırcı *Nebria brevicollis* üzerinde yaptığı çalışmada beyinin medyan bölgesinde A tipi, lateral bölgesinde B tipi hücreler gözlemiştir ve bu hücrelerdeki nörosekresyon materyalinin üreme ve diyapoz sırasında mevsimsel olarak farklı renklere boyandığını açıklamıştır. Medyan bölgedeki A hücrelerinin ovaryum gelişimini kontrol ettiğini bildirmiştir.

Saini (1966) *Aulacophora foveicollis*'de beyinin medyan bölgesindeki A hücrelerinin salgılarının CA'yı uyardığını ve ovaryum gelişimini başlattığını ileri sürmüştür. Lateral bölgedeki B hücrelerinin ise salgı aktivitesi göstermediğini belirtmiştir. Araştırcı çiflesen dişilerde yumurta bırakmadan önce medyan nörosekresyon hücrelerinin salgı ile dolu olduğunu, yumurtlama sırasında bu hücrelerin salgılarını serbest bırakmaya başladığını ve CA'nın büyüdüğünü, çifleşmemiş dişilerde ise medyan hücrelerin salgı ile dolu olduğunu gözlemiştir.

Barth ve Sroka (1975) *Nauphoeta cinerea*'da CA'nın ameliyatla çıkarılmasının oosit gelişimini engellediğini fakat hayvana JH enjeksiyonunun ovaryum gelişimini yeniden başlattığını bildirmiştir.

*O.fasciatus*'da medyan nörosekresyon hücrelerinin tahrib edilmesi sadece total yumurta sayısında azalmayla sonuçlanmıştır (Johansson, 1958). Ayrıca *O.fasciatus*'un aç bırakılması CA'nın nöral inhibisyonuna sebep olduğu ve aç bırakılan hayvanlarda ovaryum gelişiminin durduğu Johansson (1958) ve Rankin (1974) tarafından ileri sürülmüştür.

Bizim yaptığımız gözlemlerde ovaryumu gelişmemiş *O.fasciatus* dişilerinde sadece beyinin medyan bölgesinde A ve B tipi nörosekresyon hücresi görülmüştür. Ovaryumları olgunlaşmış dişilerde ise bu hücrelerin hem medyan hem de lateral bölgelerde bulunması, tıremede medyan hücrelerin yanında lateral hücrelerin de rol oynadığını düşündürebilir. Ayrıca *O.fasciatus*'da uçma faaliyetine bağlı olarak medyan nörosekresyon hücrelerinde ışık mikroskopu seviyesinde bir fark görülmemiştir.

Bu çalışma sonucundaki bulgular Unnithan ve arkadaşları (1971) ile Johansson (1958)'un *O.fasciatus* beyini ve beyine bağlı organlardaki açıklamalarını desteklemektedir. Ancak nörosekresyon aksonlarının yollarının CA-CC ve aort duvarı ile ilişkisi tam olarak gösterilememiştir. Sonuç olarak bu çalışmanın bir ön araştırma olduğunu ve *O.fasciatus*'un beyin ve beyine bağlı organlarının yapısı ve nöroendokrin aktiviteleri ile uçma fizyolojisi arasındaki ilgiyi açıklayabilmek için ileride daha çok sayıda fizyolojik ve tamamlayıcı histolojik ve sitolojik çalışmalara ihtiyaç olduğu söylenebilir.

## KAYNAKLAR

- ARVY,L. ve GABE,M.,1962. Histochemistry of the neurosecretory product of the pars intercerebralis of pterygote insects. In Neurosecretion (Ed.H.Heller and R.B. Clark) pp. 331-334.
- BARTH,R.H. ve SROKA,P., 1975. Initiation and regulation of oöcyte growth by the brain and corpora allata of cockroach, *Nauphaeta cinerea*. J.Insect Physiol. 21 : 321-330.
- BEATTIE,T.M., 1971. Histology, histochemistry and ultrastructure of neurosecretory cells in the optik lobe of the cockroach *Periplaneta americana*. J.Insect Physiol. 17:1843-1855
- BROWN,E,S., 1965. Notes on the migration and direction of flight of *Eurygaster* and *Aelia* species (Hemiptera,Pentatomoidae) and their possible bearing on invasions of cereal crops. J.Animal Ecology. 34:93-107
- CALDWELL,R.L. ve RANKIN,M.A., 1972. Effects of a juvenile hormone mimic on flight in the milkweed bug,*Oncopeltus fasciatus*. Gen Compar.Endocr., 19: 601-605.
- CALDWELL,R.L., 1974. A comparison of the migratory strategies of two milkweed bugs *Oncopeltus fasciatus* and *Lygaeus kalmii*. In Experimental Analysis of Insect Behaviour. Edited by L.Barton Browne. Pages 304-316. Springer, Berlin.
- CREDLAND,P.F. ve SCALES,M.D.C., 1976. The neurosecretory cells of the brain and suboesophageal ganglion of *Chironomus riparius* J.Insect Physiol. 22:633-642
- DAWSON,A.B., 1953. Evidence for the termination of neurosecretory fibers within the pars intermedia of the hypopysis of the frog, *Rana pipiens*. Anat.Rec. 115:63-69
- DE WILDE,J. ve DE BOER,J.A., 1961. Physiology of diapause in the adult Colorado beetle. II.Diapause as a case of pseudoallatectomy. J.Insect Physiol., 6:152-161
- DINGLE, H., 1965. The relation between age and flight activity in the milkweed bug, *Oncopeltus*. J.Exp.Biol., 42: 269-283
- DINGLE,H., 1968. The influence of environment and heredity on flight activity in the milkweed bug, *Oncopeltus*. J.Exp.Biol. 48:175-184

- DINGLE, H., 1974. The experimental analysis of migration and life history strategies in insects. In Experimental Analysis of Insect Behaviour. Edited by L.Barton Browne. Pages 329-342 Springer, Berlin.
- DOGRA,G.S. ve TANDAN,B.K., 1964. Adaptation of certain histological techniques for in situ demonstration of the neuroendocrine system of insects and other animals. Q.J.Mic Science, 105:455-466
- DOGRA,G.S., 1967,a. Studies on the neurosecretory system of *Ranatra elongata* Fabricius (Hemiptera:Nepidae) with reference to the distal fate of NCC I and II. J.Morph. 121:223-240
- DOGRA,G.S., 1967,b. Studies on the neurosecretory system and the functional significance of NSM in the aortal wall of the bug, *Dysdercus koenigii*. J.Insect Physiol. 13:1895-1906
- DUTKOWSKI, A., 1971. Circadian changes in the ultrastructure of neurosecretory cells of the pars intercerebralis of the house cricket. J.Insect Physiol. 17:1763-1772
- EWEN, A.B., 1962. Histophysiology of the neurosecretory system and retrocerebral endocrine glands of the Alfalfa plant bug, *Adelphocoris lineolatus* (Goeze)(Hemiptera:Miridae).J.Morph.111:255-273.
- FRIEDEL,T.ve LOUGHTON,B.G., 1982. Insect neurophysins. In Insect Endocrinology. Edited by R.G.H. Downer and H.Laufer. Alan R.Liss. Inc. New York
- GANAGARAJAH,M., 1965. The neuroendocrine complex of adult *Nebria brevicollis*(F.) and its relation to reproduction. J.Insect Physiol. 11:1377-1387
- GOLDSWORTHY,G.J., 1983. The endocrine control of flight metabolism in Locust. Advances in Insect Physiology. pp.149-203. Academic Press,London and New York.
- GOLDSWORTHY,G.J., LEE,S.S. ve JUTSUM,A.R., 1977. Cerebral Neurosecretory cells and flight in the locust. J.Insect Physiol. 23:717-721
- GOMORI,G,1941. Observation with differential stains on human islets of langerhans. Amer. J.Path. 17:395-406.
- GOMORI,G., 1950. Aldehyde fuchsins a new stain for elastic tissue. Amer.J.Clin.Path. 20: 665-666

- HALMI, N.S., 1952. Differantiation of two types of basophils in the adenohypophysis of the rat and mouse. *Stain Technnology* 27:61-64
- HELLER,H ve CLARK,R.B., 1962. Neurosecretion. Academic Press. London and New York
- HERMAN,W.S., 1973. The endocrine basis of reproductive inactivity in monarch butterflies overwintering in central California. *J.Insect Physiol.* 19:1883-1887
- JOHANSSON, A.S., 1957. The nervous system of the milkweed bug *Oncopeltus faciatus* (Heteroptera:Lygaeidae). *Trans. Amer.Ent.Soc.* 83:119-183
- JOHANSSON, A.S., 1958. Relation of nutrition to endocrine-reproductive functions in the milkweed bug *Oncopeltus faciatus* (Dallas) (Heteroptera : Lygaeidae). *Nytt.Mag.zool.* 7:1-132
- KONO,Y., 1977. Ultrastructural changes of neurosecretory cells in the pars intercerebralis during diapause development in *Pieris rapae*. *J.Insect Physiol.* 23:1461-1473
- LOUGHTON,B.G. ve FRIEDEL,T., 1980. The synthesis of neurosecretory protein during the fifth instar of *Locusta migratoria migratorioides*. *Gen. Comp. Endocr.* 40:261-267
- MORDUE,W., GOLDSWORTHY,G.J., BRADY,J., BLANEY,W.M., 1980. *Insect Physiology*. Blackwell Scientific Publications. Printed in Great Britain
- NAYAR,K.K., 1955. Studies on the neurosecretory system of *Iphita limbata* Stal. I. Distribution and structure of the neurosecretory cells of the nerve ring. *Biol Bull.* 108:296-307
- NOVAK,V.J.A., 1975. *Insects Hormones*. Chapman and Hall.London.
- NYHOF,J.M. ve MCIVER,S.B., 1989. Structural organization of the brain and supesophageal ganglion of male *Aedes aegypti* (L) (Diptera : Culicidae). *J.Insect Morphol. and Embryol.* 18 (1):13-37
- ODHIAMBO,T.R., 1966 a. The fine structure of the corpus allatum of the sexually mature male of the desert Locust. *J.Insect Physiol.* 12:819-828
- ODHIAMBO,T.R., 1966 b. Ultrastructure of the development of the corpus allatum in the adult male of the desert Locust. *J.Insect Physiol.* 12:995-1002

- ÖZLÜK.A., 1986. *Pimpla turionella* L. (Hymenoptera:Ichneumonidae) da endokrin merkezlerin histolojik tetkiki ve yumurta gelişimi ile ilişkisi. Ank.Ünv.Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- PANOV,A.A. ve BASSURMANOVA,O.K., 1970. Fine structure of the gland cells in inactive and active corpus allatum of the bug, *Eurygaster integriceps*. J.Insect Physiol. 16:1265-1281
- RANKIN,M.A., 1974. The hormonal control of flight in the milkweed bug, *Oncopeltus faciatus*. In Experimental Analysis of Insect Behaviour. (Ed.by Barton Browne L.), pp.317-328, Springer,New York.
- RANKIN,M.A.ve RIDDIFORD,L.M., 1977. Hormonal control of migratory flight in *Oncopeltus faciatus* : The effect of corpus cardiacum and starvation on migration and reproduction. Gen.Comp.Endocr. 33:309-321
- RANKIN,M.A.ve RIDDIFORD,L.M., 1978. Significance of haemolymph juvenile hormone titer changes in timing of migration and reproduction in adult *Oncopeltus faciatus*. J. Insect Physiol. 24:31-38
- RANKIN,M.A., 1978. Hormonal control of insect migratory behaviour in evolution of insect migration and diapause. Ed. by H.Dingle pp.5-32. Springer .,New York
- RANKIN,M.A., 1980.Effects of precocene I and II on flight behaviour in *Oncopeltus faciatus* the migratory milkweed bug. J.Insect Physiol. 26:67-73
- SAINI; R.S., 1966. Neuroendocrine control of oocyte development in the beetle, *Aulacophora faveicollis* Luc. J.Insect Physiol. 12:1003-1008
- SAYAR,A.H., 1982. *Oedipoda miniata* (Pall.) (Acrididae: Orthoptera) erginlerinde baş bölgesi nöroendokrin merkezleri,bu merkezlerin terminal oosit ve erkek eşeysel olgunlaşması ile ilişkileri, Ank.Ünv, Fen Fakültesi Doktora Tezi.
- SAYAR,A.H., 1989. *Calliptamus tenuicercis* Tarb. (Acrididae:Orthoptera) de baş endokrin sisteminin morfolojisi. C. Ü. Fen-Ed Fak. Fen Bilimleri Dergisi 8:1-16.
- SIEW,Y.C., 1965. The endocrine control of adult reproductive diapause in the Chrysomelid beetle, *Galeruca tanaceti* (L.) J.Insect Physiol. 11:1-10.

- STENGEL,M., 1974. Migratory behaviour of female of the common cockchafer *Melolontha melolontha* L. and its neuroendocrine regulation. In Experimental Analysis of Insect Behaviour. Barton Browne, L. (Ed.). Berlin-Heidelberg-New York, Springer.
- STONE,J.V., MORDUE,W., BATLEY,K.E. ve MORRIS,H.R., 1976. Structure of locust adipokinetic hormone, a neurohormone that regulates lipid utilisation during flight. Nature,263:207-211.
- TABAKOĞLU-OĞUZ,A., 1982. Ergin dişi *Calliphora vicina* Rab.-Desv. (Erythrocephala Meig.) da nörosekresyon hücre tipleri ve <sup>14</sup>C-sistein tekniğinin uygulanması. İst.Üniv.Fen Fakültesi Doçentlik tezi.
- TOPÇUOĞLU,N., 1972. Mısır çekirgesi (*Anacridium aegyptium*)'da beyin ve ona bağlı endokrin bezlerin morfolojisi. Ege Univ. Fen Fak. İlmi Raporlar Serisi 131:1-17.
- UNNITHAN,G.C., BERN,H.A. ve NAYAR,K.K., 1971. Ultrastructural analysis of the neuroendocrine apparatus of *Oncopeltus fasciatus* (Heteroptera). Acta Zoologica, 52:117-143.
- UNNITHAN,G.C., NAIR,K.K. ve BOWERS,S.W., 1977. Precocene-induced degeneration of the corpus allatum of adult females of the bug. *Oncopeltus fasciatus*. J.Insect Physiol. 23:1081-1094.
- WIGLESSWORTH, V.B., 1972. The Principles of Insects Physiology. Chapman & Hall. London, New York.