

KRUSTASELERDE RENK DEĞİŞİMİNİN HORMONAL KONTROLÜ

HORMONAL CONTROL OF COLOUR CHANGE IN CRUSTACEA

Sabire KARAÇALI

Ege Üniversitesi, Genel Zooloji Kürsüsü

Çeşitli hayvanların vücut renklerinin değişiklikleri iki şekilde meydana gelir : 1. Belirli gelişme devrelerinde yeni pigmentlerin teşekkülü ile hasıl olan renk değişikliğidir. Bu renk değişikliği, uzun zamanda meydana gelir ve irreversibeldir ; örneğin kelebeklerin larva safhasındaki renkleri. Buna morfolojik renk değişikliği denir. 2. Pigment miktarında bir değişiklik olmadan mevcut pigmentlerin buldukları hücreler içinde yer değiştirmesiyle meydana gelen renk değişikliğidir ki fizyolojik renk değişikliği diye tanımlanır. Fakat her iki durumda da fizyolojik olaylar söz konusudur, olaya katılırlar. Dolayısıyla renk değişikliğini sürekli (permanent) ve geçici (temporer) diye ayırmak daha uygun olur.

GEÇİCİ RENK DEĞİŞİKLİĞİ

Çeşitli hayvanlar, kromatofor adı verilen pigment hücrelerine sahiptir. Pigmentlerin bu hücrelerde hareket etmesi, geçici renk değişikliğine sebep olur. Meydana gelen bu değişiklikler zemine veya açık koyu etkilere uyma gösterir. Kromatoforlarda depo edilmiş pigmentler, herhangi bir uyarıyla aynı zamanda hareket ederek bütün hücreye yayılır veya hücrede toplanırlar. Hücrede pigmentlerin sentrifugal hareketi renk koyulaşmasına, sentripetal hareketi ise renk açılmasına sebep olur. Ayrıca epitel hücrelerindeki pigmentlerin horizontal hareketleri de renk değişikliğine sebep olur.

Fizyolojik renk değişikliği (temporer renk değişikliği) omurgasız hayvanlar arasında özellikle *Cephalopoda*, *Echinodermata*, *Insecta*, *Gastropoda* ve *Crustacea*'da meydana gelir. *Cephalopod*'lar, dış uyarılara, vücut rengindeki bir değişikliklerle derhal reaksiyon gösterirler. Diğer gruplarda ise renk değişikliği daha yavaş meydana gelir.

Krustaselerden yalnız *Malacostraca*'lar temporer renk değişikliğine sahiptir. *Entomostraca*'larda kromatofor yoktur. *Entomostraca*'lardan *Copepod*'larda

görülen frapan renkler, epitel hücrelerindeki hareketsiz guanin benzeri kristallerden meydana gelir. *Entomostraca*'ların kromatoforları olmadığı halde merkezi sinir sistemlerinde bazı hormonal maddelerin var olduğu tespit edilmiştir. *Entomostraca*'ların sinir sistemi ekstratları *Malacostraca*'lara şırınga edildiğinde, onların kromatoforlarına etki yaparlar. *Artemia salina*'nın baş ekstratının, göz sapı çıkarılmış *Leander adspersus*'a enjeksiyonu *Leander*'de pigmentlerin kontraksiyonuna sebep olur. Çeşitli *Cirripedia*'ların (*Balanus*, *Lepas*) sinir sistemi ekstratı, *Leander*'e enjekte edildiğinde *Leander*'de kırmızı pigmentlerin ekspansiyonuna sebep olur. Bunun gibi çeşitli örneklerden *Entomostraca*'ların kendileri geçici renk değişikliği göstermedikleri halde, aktif faktörleri ihtiva ettiği anlaşılır.

Fizyolojik renk değişikliğinin hormonal kontrolü özellikle *Decapod*'lardan *Brachyura*'lar ve *Macrura*'lar da araştırılmıştır.

Malacostraca'lar bir veya daha fazla pigment ihtiva eden kromatoforlara sahiptir. Kromatoforlar, ihtiva ettikleri pigment tiplerine göre monokromatik, dikromotik, trikromatik ve tetrakromatik diye adlandırılır.

Polikromatik renk hücrelerinde bulunan pigmentlerin herbiri hücre içinde özel yayılma şekline sahiptir. Çeşitli monokromatik renk hücreleri birbirine bağlı olmadan hareket ederler. Polikromatik bir pigment hücrelerinin çeşitli pigmentleri de birbirine bağlı olmadan, bağımsız olarak hareket ederler ; örneğin, *Palaeomonetes*'in kırmızı dikromatik kromatoforları, kırmızının yanında sarı pigment de ihtiva eder. Aynı hücrede bulunan bu kırmızı ve sarı pigmentin her ikisi de göz çubuğu ekstratının etkisiyle toplanırlar, kontraksiyona uğrarlar. Gene onların her ikisi açık zemin üzerinde toplanırlar, koyu zemin üzerinde yayılırlar. Buradaki fark, kırmızı ve sarı pigmentin ekspansiyon ve kontraksiyon hızındadır (Brown 1933-35). Göz çubuğu çıkarıldığı takdirde, beyaz kromatoforlar toplanır, aynı anda kırmızı kromatoforlar yayılır ve renk koyulaşması meydana gelir. Yengeçlerde farklı şekildeki bağımsız pigment hareketleriyle, kuvvetli renk değişiklikleri meydana gelir. Bu kompleks olaylar renk değişimi kontrolünde olaya katılan faktörlerin açıklanmasını güçleştirir.

DIŞ FAKTÖRLERİN GEÇİCİ RENK DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Kromatoforlarda pigmentin hareketine etki yapan en önemli dış faktörler, ışıklenme şartları, zeminin açık-koyu renklilik derecesi ve sıcaklıktır. Bu faktörlerin iç regülasyon mekanizmasıyla olan ilişkileri birçok hallerde açıklanamamıştır. Kromatoforların hareketi osmotik şartlara da bağlıdır. Örneğin, *Uca*'nın melanoforları hipotonik çözeltilerde hipertonic çözeltilere nazaran daha fazla yayılır (Fingerman, Miyawaki ve Oguro 1963).

Işığın etkisi: Işıқта pigmentler kromatoforlar içinde yayılırlar. Karanlıkta ise toplanırlar. Primer reaksiyon olarak adlandırılan ve diğer hayvan gruplarında da görülen bu reaksiyonda kromatoforların çeşidi çok az önemlidir ve pigmentlerin ekspansiyon derecesi indirekt olarak aydınlanma şiddetine bağlıdır. Işığın direkt etkisi yanında aynı anda zeminin de etkisi vardır. Kromatoforlarda pigmentin ekspansiyonu, primer olarak ışık intensitesine, sekonder olarak da zeminden yansıyan ışık şartlarına bağlıdır. *Eupagurus prideauxi*'nin karanlıkta pigment kontraksiyonu sonucunda renkleri solar. Normal bir ışıkta açık bir zemin üzerinde de pigmentler kontraksiyona uğrar ve renkleri açılır. Fakat kuvvetli ışık altında, açık renk zeminde oldukları halde pigmentler ekspansiyona uğrar ve renk koyulaşması görülür (Stephenson 1932). Bu sonuçtan ışığın etkisi yanında zeminin de etki yaptığı, fakat ışık etkisinin direkt olduğu anlaşılır. Diğer bir örnek: *Uca pugilator*'un bir ekstremitesinin proksimal segmenti örtülmüştür ve hayvan kuvvetli ışık altında bırakılmıştır. Başlangıçta normal ışıkta hücrelerde toplanmış olan pigmentler ışıklanmadan sonra yayıldığı halde örtülmüş segmentte değişiklik olmaz (Brown, Guyselman ve Sandeen 1949).

Işığın kromatoforlar üzerine direkt etkisi yanında sinir sistemi üzerine de etkisi vardır. Dolayısıyla hormonal regülasyon da olaya karışmış olur. *Eupagurus*'un normal ve şiddetli ışıkta açık zemin üzerindeki davranışı bir örnek olarak verilebilir. *Uca*'da iyi gelişmiş gündüz-gece ritmi vardır. Hayvanlar, sürekli (örneğin 10 gün) ve şiddetli ışık altında bulundurulurlarsa, bunlardaki gündüz-gece ritmi kaybolur ve sürekli olarak koyu renklerini korurlar (Brown ve Webb 1949). Yaşlı *Carcinus*'larda renk uygunluğunun, değişiminin azalması, zayıflaması da hormonal regülasyonun olaya karışmasıyla açıklanabilir (Stephenson 1932).

Zeminin etkisi: Açık ve koyu zemin üzerinde meydana gelen pigment hareketleri hormonal olarak yönetilir. Koyu zemin üzerinde koyu pigmentler ışıkta normal olarak yayılırlar. Bu şartlar altında açık pigmentler ise toplanırlar. Açık zeminde ise bunun aksine hareket ederler (Perkins 1928, Brown 1933 ve 1950, Smith 1938, Fingerman, Sandeen ve Lowe 1958, Nomoto 1961). Pigmentler beyin sircumoesophageal konnektifleri ve göz çubuğundaki hormonal faktörlerle dağılırlar veya toplanırlar. Hayvanlar aynı zemin üzerinde kaldıkları sürece zamanın uzunluğuyla eş değerdeki uyma yeteneği azalır. Açık renge adapte olmuş hayvanlarda koyu renk pigmentler toplanmıştır. Yani kontraksiyon hormonu kullanılarak pigmentler toplanmıştır ve ekspansiyon hormonu biriktirilir, kullanılmaz. Halbuki koyu renge adapte olmuş hayvanlarda koyu renk pigmentler yayılmıştır. Yani ekspansiyon hormonu kullanılarak bu pigmentler yayılmış ve bu durumda kontraksiyon hormonu biriktirilir (Fingerman ve Lowe 1957

ve 1958, Fingerman ve Aoto 1961). Kandaki hormonların miktarı hayvanların açık koyu zeminde bulunma süreleriyle değişir.

Sıcaklığın da pigment hareketleri üzerine etkisi vardır. Türlerin normal şartlarına uygun olandan daha yüksek sıcaklıklar koyu renkli pigmentlerin kontraksiyonuna, açık renkli pigmentlerin ekspansiyonuna sebep olur. Bu korunma ve regülasyon mekanizması olarak düşünülür. Endokrin faktörlerin bu olayda nasıl etki yaptığı henüz açıklanamamıştır.

GEÇİCİ RENK DEĞİŞİKLİĞİNİN HORMONAL KONTROLÜ

Krustaselerde endokrin sistem: Fizyolojik renk değişikliği neurohormonlarla yönetilir. Neurohormon salgılayan neurosekresyon hücre grupları merkezi sinir sisteminin her yerinde bulunurlarsa da beyin ve özellikle göz sapı üzerinde yerleşmişlerdir. Farklı türlerde bulunduğu yerler ve sayıları bakımından büyük, özel farklar vardır (Şekil : 1). Daha 1931 de Hanström tarafından göz sapı üzerinde sinüs bezi diye adlandırılan bir yapının, çeşitli göz çubuğu hormonlarının kökeni olduğu açıklanmıştır. Göz sapı üzerinde x-organ diye adlandırılan bir yapı vardır. Bu pek çok neurosekresyon hücrelerinin topluluğu olarak görülür. Çeşitli türlerde sayıları değişiktir.

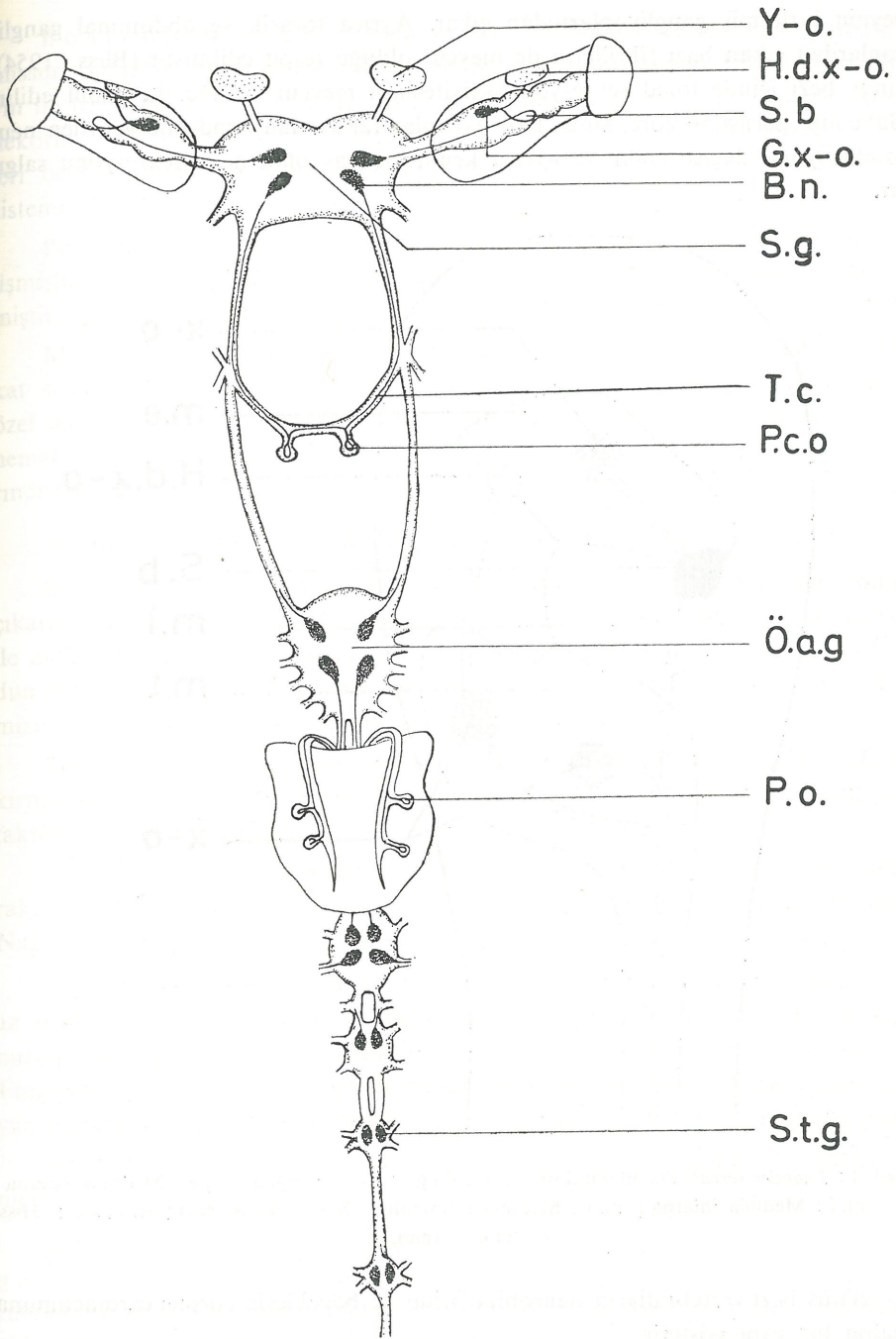
Krustaselerin endokrin sistemi, göz çubuğunda bulunan sinüs bezi, toraksta bulunan postcommissur organ, abdomende bulunan pericardial organ, göz çubuğunda bulunan sinirsel olmayan y-organ ve abdomende bulunan androgenik bezi içine alır. Sinüs bezi ve postcommissur organlar temporer renk değişiklikliğinde rolü olan en önemli neurohemal bezlerdir (Neurohemal bezler, neurohormonları kana veren bezlerdir).

Sinüs bezi: Decapod Krustaselerin göz sapında bulunan sinüs bezi, çok önemli bir neurohemal organdır. Göz sapı üzerinde bulunduğu yer bakımından türler arasında farklar vardır. Pek çok türlerde göz sapında bulunur. *Anomura*'larda, göz sapı olmyan türlerde ve *Isopod*'larda beynin yakınındadır.

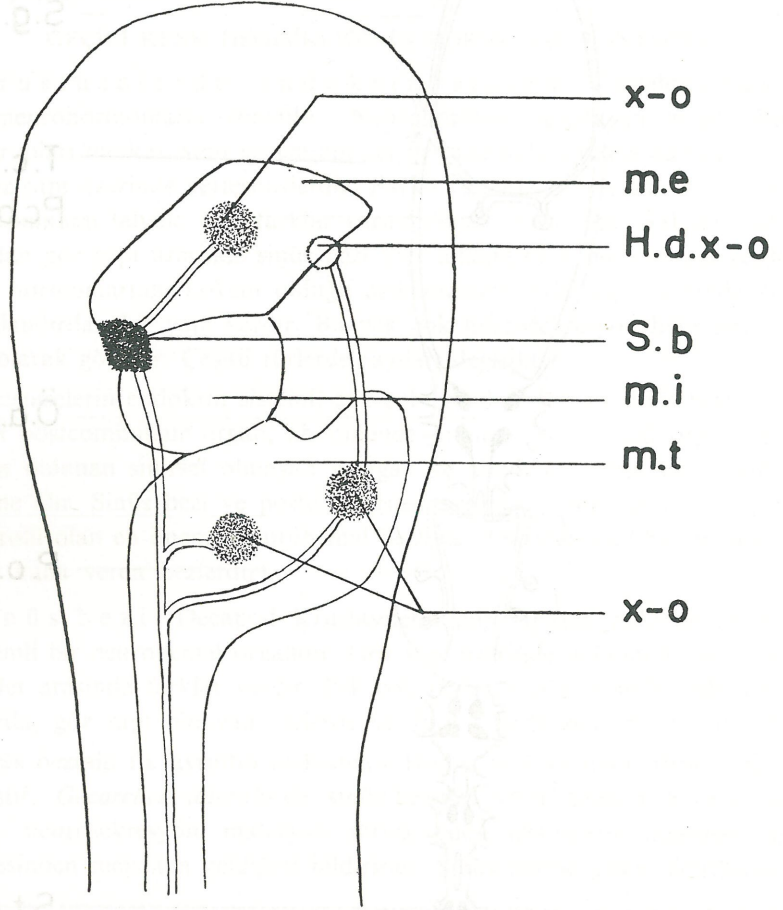
Sinüs bezinin ilk ayrıntılı açıklaması Hodge ve Chapman (1958) tarafından yapılmıştır. *Gecarcinus lateralis*'de sinüs bezinin 3-4 μ çapında hücreler ve miyelinsiz, neurosekresyon materyeli ihtiva eden aksonların düzensiz şekilde yerleşmesinden meydana geldiğini bildirirler. Sinüs bezine gelen fibrillerin çoğu

Karşı sayfada :

Şekil 1 : Krustaselerde endokrin sistem : Y-o. : Y-organ ; H.d. x-o. : Hissi delik x-organ ; S. b. : Sinüs bezi ; G. x-o : Gangliyonik x-organ ; B. n. : Beyinde bulunan neurosekresyon hücrelerinin toplulukları ; S. g. : Serebral gangliyon ; T. c. : Tritoserebral gangliyon ; P. c. o. : Postcommissur organ ; Ö. a. g : Özofagus altı gangliyonu ; P. o. : Pericardial organ ; S.t.g. : Son toraks gangliyonu.



beynin birleşmiş gangliyonlarından çıkar. Ayrıca torasik ve abdominal gangliyonlardan çıkan bazı fibrillerin de mevcut olduğu tespit edilmiştir (Bliss 1954). Sinüs bezi içinde lokal sekresyon aktivitesinin mevcut olduğu da kabul edilir. Gabe'nin görüşüne göre, sinüs bezi aksonlar tarafından kendisine getirilen neurosekresyonu değiştirebilir ve ayrıca kendisine has olan neurosekresyonu salgılar.



Şekil 2 : *Leander serratus*'ta büyütülmüş göz çubuğu : x-o : x-organ ; m. e : Medulla externa ; m. i : Medulla interna ; m. t : Medulla terminalis ; S. b : Sinüs bezi ; H. d. x-o : Hissi delik x-organ.

Sinüs bezi vertebratların neurohipofizine ve böceklerin corpus cardiacumuna analog bir yapı gösterir.

Postcommissur organ: Toraks bölgesinde bulunan postcommissur organlar *Malacostraca*'ların büyük grubunda aynı görünüştedir. Beyin ile tritoserebral konnektifler vasıtasıyla bağlantıdadırlar ve tritoserebral konnektifin bir devamı gibidir. Postcommissur organlardaki neurosekresyon fibrilleri beyin tritoserebrumundan çıkar. Krustaselerin beyin-postcommissur organ sistemi böceklerin beyin-corpus cardiacum sistemi ile homologdur.

Postcommissur organlar, göz çubuğu iyi gelişmiş olan Krustaselerde az gelişmiştir. Aksine göz çubuğu iyi gelişmemiş ise postcommissur organlar iyi gelişmiştir.

Merkezi sinir sisteminin bütün kısımları kromatoforları aktive edebilir. Fakat sinüs bezi circumoesophageal konnektif ve postcommissur organ bilhassa özel aktiviteye sahiptir. Merkezi sinir sisteminin çeşitli kısımlarının ve neurohemal alanlarının kromatoforlar üzerine etkisi Krustaselerin münferit gruplarında farklıdır.

BRACHYURA'LARDA RENK DEĞİŞİKLİĞİNİN HORMONAL KONTROLÜ

Sinüs bezinin önemi: Göz çubuğu ve sinüs bezinin önemi onun çıkarılmasından sonra kromatoforlarda pigmentlerin durumlarının değişmesi ile anlaşılır. *Brachyura*'larda sinüs bezinin göz çubuğu ile uzaklaştırılması vücudun renksizleşmesine, solmasına sebep olur. Bu renk açılması kahverengi, kırmızı ve siyah pigmentlerin kontraksiyonundan ilerigedir.

Sinüs bezi renk değişiminin birçok hormonlarını ihtiva eder. Sinüs bezinde kırmızı ve siyah pigmentler için ekspansiyon beyaz pigmentler için kontraksiyon faktörleri vardır (Şekil : 3).

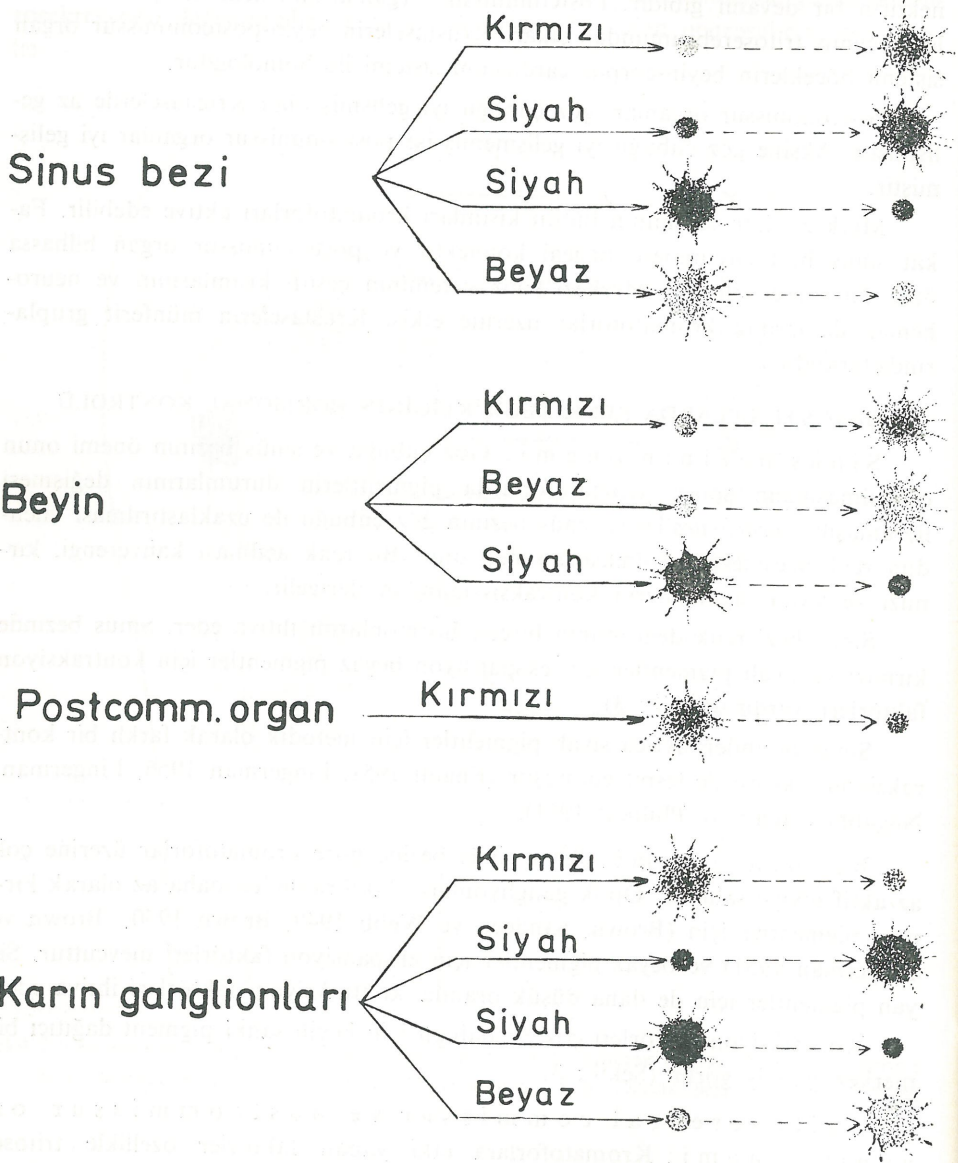
Sinüs bezinden ayrıca siyah pigmentler için metodik olarak farklı bir kontraksiyon faktörü de tespit edilmiştir (Enami 1951, Fingerman 1956, Fingerman, Nagabhushanam ve Philpott 1961).

Beynin önemi: Beyin sinüs bezine göre kromatoforlar üzerine çok az aktif etkiye sahiptir. Optik gangliyonların faktörlerinden daha az olarak kırmızı pigmentler için (Brown, Sandeen ve Webb 1949, Brown 1950, Brown ve Fingerman 1951) ve beyaz pigmentler için ekspansiyon faktörleri mevcuttur. Siyah pigmentler için de daha düşük oranda kontraksiyon faktörleri ihtiva eder.

Kontraksiyon faktörleri çok az olduğu için beyin sanki pigment dağıtıcı bir merkez gibi iş görür (Şekil : 3).

Tritoserebral commissur ve postcommissur organın önemi: Kromatoforlara etki yapan faktörler özellikle tritoserebral commissur ve postcommissur organda bulunur. Genellikle sinüs bezinden elde edilen neurohormonla postcommissur organdan elde edilen hormon pig-

mentler üzerinde zıt etkilidir. Sinüs bezinden elde edilen ektrat eritroforları dağıtır, tritoserebral commissur ve postcommissur organdan elde edilen ektrat ise eritroforları toplar (Brown 1950, Brown, Sandeen ve Weeb 1949) (Şekil : 3).



Şekil 3 : *Brachyura*'larda çeşitli endokrin bölgelerin kromatoforlar üzerine etkisi (Gersch'den, değiştirilerek).

gi-
ise
3).

Karın gangliyonlarının önemi: *Decapod*'ların toraks ve abdominal gangliyonları da renk değişimine etki yapan neurohormonal faktörleri ihtiva ederler. Bu alanda çalışmaların sayısı merkezi sinir sisteminin diğer alanlarında yapılmış çalışmalara nazaran daha azdır. *Seserma*'da toraksal gangliyonların ekstratı siyah pigmentler için kontraksiyon, beyaz pigmentler için ekspansiyon faktörü ihtiva eder (Enami 1951). Tatlısu yengeci *Eriocheir japonicus*'un toraksal gangliyonları koyu renk pigmentler için ekspansiyon, kırmızı pigmentler için kontraksiyon faktörü ihtiva eder (Matsumoto 1954). Hosoi (1932-34), *Penaeus japonicus*'da göz çubuğu ekstratından başka merkezi sinir sisteminin diğer kısımlarının kontraksiyon faktörleri ihtiva ettiğini, göz çubuğu ile karın gangliyonları arasında intensite bakımından derecelenme olduğunu tespit etmiştir (Şekil : 3).

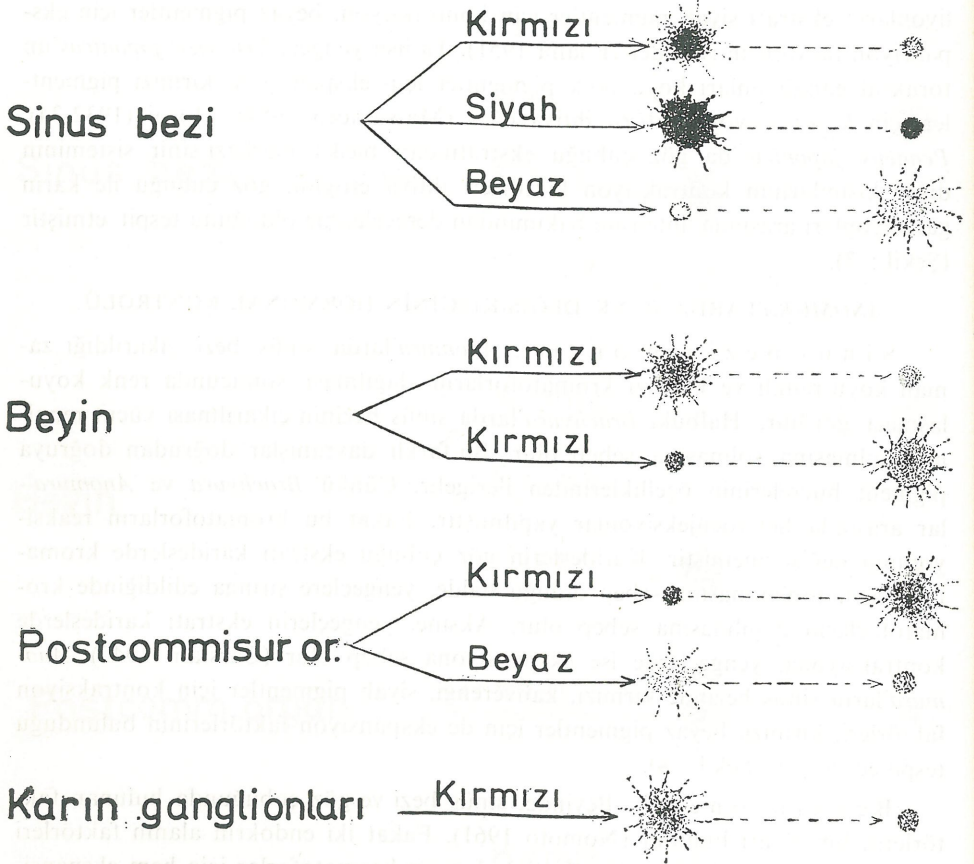
ANOMURA'LARDA RENK DEĞİŞİKLİĞİNİN HORMONAL KONTROLÜ

Sinüs bezinin önemi: *Anomura*'larda sinüs bezi çıkarıldığı zaman koyu renkli ve kırmızı kromatoforların dağılması sonucunda renk koyulaşması görülür. Halbuki *Brachyura*'larda sinüs bezinin çıkarılması vücut renginin açılmasına, solmasına sebep olur. Bu farklı davranışlar doğrudan doğruya pigment hücrelerinin özelliklerinden ilerigedir. Çünkü *Brachyura* ve *Anomura*'lar arasında heteroenjeksiyonlar yapılmıştır. Fakat bu kromatoforların reaksiyonunu değiştirmemiştir. Karideslerin göz çubuğu ekstratı karideslerde kromatoforların toplanmasına sebep olduğu halde, yengeçlere şırınga edildiğinde kromatoforların dağılmasına sebep olur. Aksine, yengeçlerin ekstratı karideslerde kontraksiyona, yengeçlerde ise ekspansiyona sebep olur (Carstam 1942). *Anomura*'ların sinüs bezinde kırmızı, kahverengi, siyah pigmentler için kontraksiyon faktörleri, kırmızı, beyaz pigmentler için de ekspansiyon faktörlerinin bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil : 4).

Beynin önemi: Beyinde, sinüs bezi ve göz çubuğunda bulunan faktörlerin birçokları bulunur (Nomoto 1961). Fakat iki endokrin alanın faktörleri arasında önemli farklar vardır. Beyinde kırmızı kromatoforlar için hem ekspansiyon, hem kontraksiyon faktörleri mevcuttur, fakat kontraksiyon faktörleri hakim durumdadır ve beyin kontraksiyon merkezi gibi iş görür (Şekil : 4).

Tritoserebral commissur ve postcommissur organının önemi: Tritoserebral commissur üzerinde çalışmalar özellikle *Natantia* ve *Reptantia*'larda yapılmıştır. Kırmızı pigmentler için ekspansiyon faktörü bütün *Natantia*'larda elde edilmiştir (Knowles 1954, Fingerman ve Aoto 1958, Fingerman 1959). Bu faktörler sinüs bezinin kırmızı pigmentin kontraksiyon faktörüne antagonistik etki gösterir. Beyaz pigment için de kontraksiyon faktörü *Leander*'de tespit edilmiştir (Knowles 1954) (Şekil : 4 ve 5).

Karın gangliyonlarının önemi: Karın gangliyonları daha ziyade kontraksiyon faktörleri ihtiva ederler. *Crangon*'un renk açılma hormonu (Kontraksiyon hormonu) circumoesophageal konnektiflerden başka özellikle toraksal gangliyonlarda da rastlanmıştır (Brown ve Saigh 1946) (Şekil : 4).

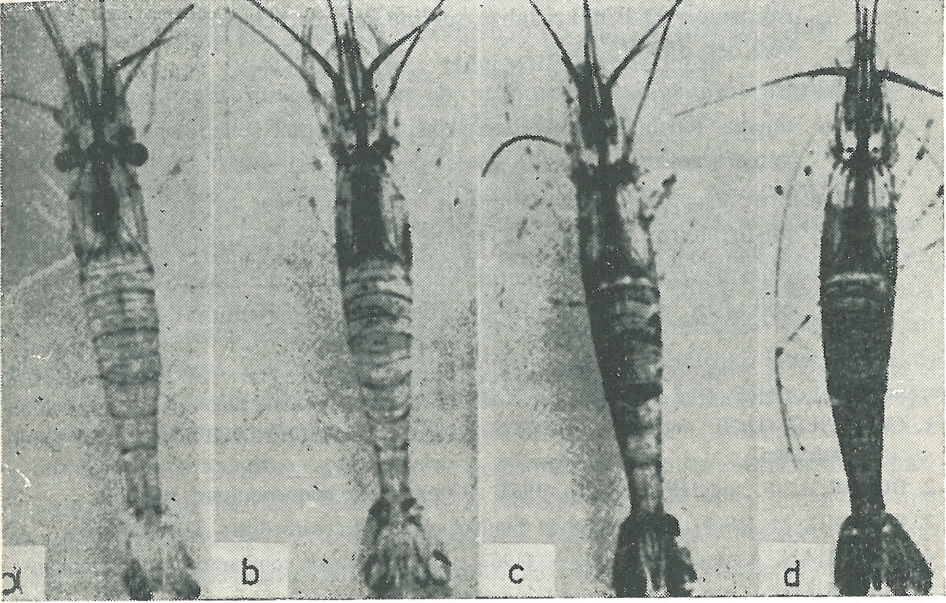


Şekil 4 : *Anomura*'larda çeşitli endokrin bölgelerin kromatoforlar üzerine etkisi (Gersch'den, değiştirilerek).

Merkezi sinir sisteminin çeşitli bölgeleri kromatoforları aktive eden faktörlere sahiptir. *Cambarellus shufeldti*'de göz çubuğunun uzaklaştırılması kırmızı ve beyaz pigmentlerin maksimal dağılmasına sebep olur. Halbuki göz çubuğunun hakim olan hormonu kırmızı pigmentler için ekspansiyon, beyaz pigmentler için kontraksiyon faktörü ihtiva eder. *Orconectes immunitis* (Tatlısu yengeci) de göz çubuğunun uzaklaştırılması kırmızı ve beyaz pigmentlerin maksimal yayılmasına sebep olur. Göz çubuğunun hakim olan hormonu ise kırmızı pigment için bir

kontraksiyon, beyaz pigmentler için bir ekspansiyon faktörü ihtiva eder. Bu örnekler gösteriyor ki kromatoforların nihaî durumu merkezi sinir sisteminin bütün endokrin alanları tarafından tayin edilir.

Merkezi sinir sisteminde kromatoforları aktive eden faktörler çok erken oluşur. Sinüs bezinden elde edilen faktörlerin 1. zoea larvası devrinde olduğu tespit edilmiştir. Bunu izleyen bütün devrelerde de görülmüştür (Broch 1960, Costlow 1961).



Şekil 5 : *Leander*'de somatik pigmentasyonun çeşitli örnekleri :

- Göz çubuğu mevcut normal açık renkli hayvan.
- Göz çubuğu çıkarıldıktan sonra iki sinüs bezinin ekstreği verilmiş hayvan.
- Göz çubuğu çıkarıldıktan sonra iki postcommissur organının ekstreği verilmiş hayvan.
b ve c de göz çubuğu çıkarılmış *Leander*'de iki endokrin alanın enjeksiyonlarının kromatoforların dağılımına farklı etki yaptığı görülüyor.
- Göz çubuğu çıkarılmış koyu hayvan (Knowles'dan).

Ayrıca eşem de pigmentlerin dağılmasında etkilidir. *Uca pugilator*'da dişiler yagın kromatoforlardan dolayı koyu renkli görünürler. Halbuki erkekler daha açık renklidir. Bu durum hayvanların vücut büyüklüğü farkından ilerigedir. Büyük olan erkek hayvanlarda kandaki hormon miktarı daha azdır. Erkek hayvanların vücut parçaları uzaklaştırılınca, vücut hacmi küçüldüğü oranda renklerini koyulaştırırlar (Fingerman ve Fitzpatrick 1956).

Krustaselerde merkezi sinir sisteminin çeşitli alanlarının ve sinüs bezinin ekstratlarının kâğıt kromatografisi ve elektroforetik ayrımıyla birkaç etki komponenti elde edilmiştir. Kesin olarak kimyasal yapıları ancak bazı hallerde belli olmuştur. Karşılaştırmalı araştırmalar ve biyokimyasal ayırmalarla *Leander*'de biyolojik etkileri farklı dört faktör elde edilmiştir:

A faktörü : Sinüs bezinden elde edilmiştir. *Brachyura*, *Reptantia*, *Natantia*'lar da aynı şekilde teşekkül eder. Kırmızı pigmentlerin kontraksiyonuna sebep olur (Carlisle ve Knowles 1959). Böceklerden elde edilen neurohormon D 1 in kristalize şekline benzer (Gersch, Fischer, Unger ve Koch 1960).

B faktörü : *Natantia*, *Reptantia*'lar da postcommissur organdan elde edilmiştir. Kırmızı pigmentlerin ekspansiyonuna sebep olur. Kimyasal yapısı serotoninidir.

A Faktörü : *Isopoda*, *Natantia*'lar da postcommissur organdan elde edilmiştir. Kırmızı ve beyaz pigmentlerin kontraksiyonuna sebep olur.

Uca-koyulaşma faktörü : *Natantia*, *Brachyura*'lar da sinüs bezinden elde edilmiştir. Kahverengi pigmentlerin ekspansiyonuna sebep olur.

BİBLİYOGRAFYA

1. CARLISLE, D. B. and KNOWLES, S. F. (1959) : Endocrine control in Crustaceans. Cambridge.
2. EULER, U. S. and HELLER, H. (1963) : Comparative endocrinology. London.
3. GERSCH, M. (1964) : Vergleichende Endokrinologie der wirbellosen Tiere. Leipzig.
4. GORBMAN, A. and BERN, H. A. (1962) : A textbook of comparative endocrinology. New York.
5. KNOWLES, F. (1955) : Crustacean colour change and neurosecretion. - Endeavour 14 (94) : 95 - 104.