

A. Ü. Veteriner Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Kürsüsü
Prof. Dr. Zihni Erençin

**AĞAÇKAKANIN (*Dendrocopus syriacus* ve *Dendrocopus major*) BOYUN
KASLARI ÜZERİNDE ELEKTRON MİKROSKOPİK
ARAŞTIRMALAR**

Mahmut Sağlam*

Summary

**An Electron Microscopic Investigation on the Neck
Muscles of the Woodpeckers
(*Dendrocopus syriacus* and *Dendrocopus major*)**

In this study the ultrastructure of the neck muscles of the woodpeckers has been examined and the findings below have been established:

1- The type of the myofibrillar bands in these muscles are in complete resemblance to that of the muscles in the other animals.

2- The length of the sarcomeres is short; very much like the sarcomeres of the other fast-acting muscles.

3- The myofibrils composing groups of their own, constitute the fields of Cohnheim. The peculiar myofibrils in each groups happen to be compact so as to touch one another in their continuity.

4- The particular muscles although poor in sarcoplasm; are rich in sarcoplasmic reticulum.

5- There is an abundance of mitochondria which prove to have a complex structure in these muscles. The mitochondrial cristae are tubular in shape.

6- In these muscles the amount of glycogen is not much but the lipids turn out to be plenty.

All these above mentioned findings have duly been compared with the results of the former studies on the subject and these have thoroughly been discussed. The causes of the fast contractions of these muscles have also been specifically dealt with.

* A. Ü. Veteriner Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Kürsüsü Doçenti, Ankara, Türkiye.

Özet

Bu çalışmada ağaçkakanın boyun kaslarının ultrastrukturu incelendi ve aşağıdaki bulgular elde edildi:

1. Miyofibrillerinde bulunan bandların türü bakımından bu kaslar, diğer hayvanların kaslarına benzemektedir.
2. Sarcomere boyu, diğer hızlı çalışan kaslarda olduğu gibi, kısadır.
3. Miyofibriller gruplaşarak Cohnheim tarlaları teşkil etmektedir. Gruplardaki miyofibriller birbirlerine değmektedir.
4. Kaslar sarkoplazmadan fakir fakat sarkoplazmik retikulumdan zengin bulunmaktadır.
5. Mitokondriyumlar boldur ve kompleks bir yapı göstermektedir. Mitokondriyal kristaller tüpler şeklindedir.
6. Kaslarda glikojen az, yağlı maddeler ise bol olarak bulunmaktadır.

Bütün bu bulgular, konuyla ilgili literatürlerin sonuçlarıyla karşılaştırıldı; bunların tartışması yapıldı ve bu kasların hızlı kontraksiyon yapabilmelerinin nedenleri üzerinde özellikle duruldu.

Giriş

Bir kısım kasların diğerlerinden daha hızlı kontraksiyon yapabilmeleri durumu, birçok araştırmacıları kaslar üzerinde inceleme yapmağa yöneltmiştir. Bazı araştırmacılar (KRÜGER ve GÜNTHER, 18, 19; GRAY, 12; KRÜGER, 16, 17; GİNSBORG, 9; GİNSBORG ve MACKAY, 10) kasa gelen motor sinirlerin türü ile kastellerindeki miyofibriller organizasyon arasında bir ilişki ararken, diğer bazıları (VERNE, 27; BENNETT ve PORTER, 4; CHAPMAN, 7; BENNETT, 3; EDWARDS et al., 8; HODGE, 14; PORTER ve PALADE 20; BREMEN, 6; REGER, 22) kastellerinin yapısı üzerine eğilmiştir. Diğer bir grup araştırmacı da (BARKER ve IP, 2; HÄGGQVİST, 13; VOSS, 28) kasları sensorik innervasyon -kas mekikleri- yönünden incelemiştir.

Ağaçkakanın boyun kasları, hızlı kontraksiyon yapan kaslardır. Bu kasların sensorik ve motorik innervasyonu tarafımızdan daha önce incelenmiştir (SAĞLAM, 23, 24). Bu çalışmada ise, adı geçen kasların ultrastrukturu üzerinde durulmaktadır.

Materyal ve Metod

Bu araştırmada ağaçkakanın boyun kaslarından M. biventer cervicis, M. rectus capitis dorsalis, M. rectus capitis lateralis ve M. semispinalis capitis kullanıldı. Ağaçkakanlar, kasları alınmadan önce

iki türlü işleme tabi tutuldu. Bunlardan bir kısmına, herhangi bir cismi 15 dakika süre ile gagalamak suretiyle seri boyun hareketleri yaptırıldı; diğerleri ise, 60 dakika süresince boyunları sabit tutulmak suretiyle, hareketten alıkonuldu. Bundan sonra söz konusu kuşlar eterle bayıltıldı; kaslarından alınan parçalar ya oldukları gibi, kısalmış halleriyle, ya da daha önce bir kibrit çöpü üzerine, orijinal boylarını bulana kadar gerilip bağlanarak, tespit edildi. Çoğu olaylarda parçalar alınır alınmaz tespit solusyonuna aktarıldı. Bazan da, kas içi uyarımların giderilmesi amacıyla, kaslar serum fizyolojikli tülbente sarılı olarak 60 dakika bekletildi ve ondan sonra parçalara ayrılarak tespit edildi. Tespit işinde acetate-veronal (Michaelis) ya da S-collidine tamponu ile tamponlanmış % 1'lik Osmium tetroxide solusyonu kullanıldı. Acetate-veronal tamponu taşıyan solusyonlara, izotoniye sağlamak için 45 mg/ml Sucrose katıldı.

Parçalar buz dolabında (+ 4°C) 45-90 dakika süre ile tespit edildi; dereceli etil alkollerden geçirilip absolu alkole aktarıldı ve parçaları taşıyan şişe, bu dönemde buz dolabından oda ısısına çıkarıldı. Parçalardan bir kısmı Metacrylate, diğer kısmı ise Araldite M ile blokaja tabi tutuldu.

Blokların kesilmesinde Porter-Bloom mikrotomundan, alınan kesitlerin incelenmesinde ise Carl Zeiss EM9 elektron mikroskopundan yararlanıldı. Kesitler incelenmeden önce, Uranyl acetate ve kurşun sitrat ile boyandı.

Sonuçlar

Ağaçkakanın boyun kaslarında da miyofibriller metamerik dizilişteki A ve I bandlarından (anizotropik ve izotropik bandlar) meydana gelmiştir (Şek. 1). A bandlarının orta bölgelerinde H, bunların da tam ortalarında M tali bandları; I bandlarının ortalarında da Z bandları bulunmaktadır. A bandları koyu, I bandları ise açık bir ton göstermektedir. Z ve M tali bandları koyu, H tali bandları ise, I bandları kadar olmamakla beraber açık tondadır.

İstirahat halinde A bandları 1 mikronluk, I bandları ise 0,8 mikronluk bir uzunluğa sahip bulunmaktadır. Z bandları ise 600 Å'lık bir kalınlık göstermektedir. İstirahat halinde Sarcomere uzunluğu 1,8 mikron civarındadır.

A bandları kalın, I bandları ise ince filamentler taşımaktadır (Şek. 2). İnce filamentler, I bandlarının iki uçlarından A bandları içine doğru sokulmaktadır. Kalın filamentler (oklar) 110 Å kalınlık-

tadır; bunlar M bandlarında biraz daha kalınlık kazanmaktadır. Tespit solusyonları, ince filamentleri kalınlık kadar iyi tespit edememektedir. Bundan ötürü de I bandları, A bandları kadar bariz bir çizgилilik gösterememektedir. İnce filamentlerin kalınlıkları 50 \AA civarındadır. Uzunlamasına kesitlerde, özellikle kalın filamentler üzerinde, ard arda oturmuş tanecikler bulunmaktadır. Enine kesitlerden bunların, kalın filamentleri incelemek için bağlayan köprüler oldukları anlaşılmaktadır (Şek. 3).

Miyofibriller oval, hattâ bazan yassı şekillidir (Şek. 4). Enine kesitlerinin uzun eksenleri ortalama olarak 1 mikron, kısa eksenleri ise 0,4 mikron kadar gelmektedir. Bu durumdan ötürü, uzunlamasına kesitlerde miyofibriller değişik kalınlıklar göstermektedir.

Kastelleri içinde miyofibriller bir araya toplanarak gruplar teşkil etmektedir. Gruplardaki miyofibriller arasında az bir sarkoplazma bulunmaktadır. Çoğu hallerde, yan yana bulunan miyofibriller, birbirlerine değmiş vaziyettedir (Şek. 4).

Sıkı bir şekilde paketlenmiş miyofibril grupları arasında, mitokondriyumlar tarafından doldurulmuş olan genişçe sarkoplazma alanları bulunmaktadır (Şek. 5).

Kontraksiyon halinde miyofibrillerin bandlaşma durumunda değişiklikler olmaktadır. Bu durumda I bandları kaybolmakta, A bandları ise Z'den Z'ye kadar olan kısmı doldurmaktadır (Şek. 5). A bandlarındaki H tali bandları da kaybolmakta, ancak M bandları kontraksiyon halinde de görülebilmektedir.

Kontraksiyon sırasında Sarcomere uzunluğu 1 mikrona kadar inmekte; Z bandları üzerinde ve etrafında granüller bir materyal toplanmaktadır.

Sarkoplazmaya miyofibriller arasında az, miyofibril grupları arasında ise daha fazla olarak rastlanmaktadır. Bu madde struktur göstermeyen bir kuruluşadır. İçinde hemen hemen hiç glikojen bulunmamaktadır. Buna karşılık, özellikle miyofibril grupları arasındaki sarkoplazma yağ damlacıklarından zengin bulunmaktadır. Yağın miktarı, kasların aktivite durumuna göre değişmektedir. Seri kontraksiyonlar yaptırılan kaslardan alınan kesitlerde az, dinlenmiş kaslardan alınanlarda ise fazla miktarda yağ damlacığına rastlanmaktadır. Yağ damlacıkları, daha çok mitokondriyumların yakınlarında toplanmaktadır. Bunlar 0,4 mikronluk bir iriliğe sahip bulunmaktadır.

Kastelleri sarkoplazmik retikulumdan oldukça zengindir (Şek. 5). Bunu irili ufaklı veziküller (Şek. 6 v) ve ince tüpler (t) meydana getirmektedir. Sarkoplazmik retikuluma, mitokondriyumları taşıyan

miyofibril grupları arası sarkoplazmadan daha çok, interfibriller sarkoplazma içinde rastlanmaktadır (Şek. 5). Retikulumun çoğunluğu, miyofibriller boyunca uzunluğuna seyretmektedir. Ard arda bulunan iki Z bandı arasındaki kısma 3-5 adet vezikül düşmektedir. Vezikülleri birbirlerine ince tüpler bağlamaktadır. Veziküller ve tüplerden ayrılan ince yan kollar, miyofibrillerin etrafına bir halka şeklinde dolanmaktadır. Miyofibrilleri uzunlamasına rastlamış preparatlarda bu yan kolların daire şeklindeki kesitlerine rastlanmaktadır (Şek. 6 l). Sarkomerlerin iki uçlarında, veziküller ve tüplerle Z bandları arasında yakın bir temas bulunmaktadır (Şek. 7, oklar).

Mitokondriyumlar uzunca oval şekillidir. Bunların çoğunluğu, miyofibril grupları arasındaki sarkoplazma içinde, ard arda dizili olarak bulunmaktadır (Şek. 1 ve 5). Bu teşekküllerin boyları 3 mikrona kadar ulaşabilmektedir. Kalınlıkları 0,5 mikron civarındadır. Kontraksiyon sırasında mitokondriyumların boyları kısalmakta, buna karşılık kalınlıkları artmaktadır (Şek. 5).

Mitokondriyumlar çift membranlarla çevrilidir ve bol miktarda krista taşımaktadır (Şek. 5). Kristaların enine kesitleri daire şeklindedir (Şek. 8, oklar). Özellikle kısalmış kaslarda mitokondriyumların matriksleri açık bir ton göstermektedir. Aynı kastelinde bulunan mitokondriyumlardan bazıları çok iyi tespit oldukları halde, diğer bazılarında bir grup kristalar dağılmış olarak bulunmaktadır (Şek. 2 x; 3 x).

Tartışma

Ağaçkakanın boyun kaslarında bulunan miyofibriller, ana ve tali bandların türü bakımından, diğer hayvanlardakilere benzemektedir. Bu kastellerindeki miyofibrillerde de A ve I ana bandları ile, Z, H ve M tali bandları bulunmaktadır. EDWARDS et al. (8) sarkomer boyunun hızlı çalışan kaslarda 1,5-2 mikron, yavaş çalışanlarda ise 3-4 mikron arasında olduğunu bildirmektedir. Ağaçkakanda sarkomer boyu istirahat halinde 1,8 mikron kadardır; kısalma halinde ise 1 mikrona kadar gerilemektedir. Bu durumda I ve H bandları ortadan kalkmakta fakat M bandları yine de görülebilmektedir.

SPIRO (26) kalın miyofilamentlerin 120 A°, HUXLEY (15) ise incelerin 50 A° çapında olduklarını saptamışlardır. Ağaçkakanda kalın miyofilamentler 110 A°, inceler ise 50 A° kadar bir kalınlıktadır. Bu durum, ağaçkakanda miyofilamentlerin klâsik ölçülere uyduğunu göstermektedir. Kalın ve ince filamentler, HUXLEY'in de bildirdiği gibi, yan kollarla bir birlerine bağlanmışlardır. BENNETT ve POR-

TER (4)'in, özellikle I bandlarındaki filamentlerde rastladıklarını bildirdikleri boncuk şeklindeki şişkinliklerin, bu yan kolların enine kesitleri olmaları muhtemeldir.

Miyofibriller birbirlerine yaklaşmak suretiyle, "Cohnheim tarlaları" adı verilen gruplar meydana getirmişlerdir. Bu durum, daha önceki ışık mikroskopik bulgularımıza (SAĞLAM, 24) uymaktadır. Gruplarda bulunan miyofibriller, KRÜGER ve GÜNTHER (18)'in diğer hayvanlardaki bulgularına uyacak şekilde, birbirlerine değmiş vaziyettedir (Şek. 4).

Çeşitli hayvanların çeşitli kaslarını incelemiş olan GRAY (12), KRÜGER (16, 17), KRÜGER ve GÜNTHER (19) ve GINSBORG (9) gibi araştırmacılar, miyofibrilleri gruplar teşkil etmiş olan kastellerini "felder yapıdaki kastelleri" olarak isimlendirmekte ve böyle kastellerinin yavaş kontraksiyon yaptıklarını bildirmektedir. Buna karşılık BÖSİGER (5) ise, kuşlarda felder yapıdaki kastellerinin, hızlı çalışan ve ince işler gören kaslarda bulunduğu görüşündedir. Ağaçkakandaki durum, BÖSİGER'in bulgularına uymaktadır.

KRÜGER ve GÜNTHER (18) ve KRÜGER (16) sarkoplazmik retikulumun, felder yapı gösteren ve yavaş çalışan kaslarda az, fibriller yapıda olan ve hızlı çalışan kaslarda ise bol miktarda bulunduğunu bildirmektedir. REGER (22) de hızlı çalışan kasları sarkoplazmik retikulumdan zengin bulmuştur. Buna karşılık EDWARDS et al. (8) hızlı çalışan kaslarda az miktarda sarkoplazmik retikuluma rastlamışlardır. REGER ve bu son araştırmacılar, söz konusu kaslarda miyofibrillerin hangi şekilde yerleştiklerine değinmemiştir. Ağaçkakan boyun kasları büyük ölçüde felder yapıdaki kastellerinden meydana gelmiştir (SAĞLAM, 24); bu kaslarda felder yapıdaki her 50 kasteline ancak 1 adet fibriller kasteli düşmektedir. Bu duruma göre boyun kasları hızlı kontraksiyon yeteneklerini felder yapıdaki kastellerinden almak zorundadır. Bu tür kastelleri ise, KRÜGER ve GÜNTHER (18) ve KRÜGER (16)'in incelemiş oldukları felder yapıdaki kastellerinin aksine, sarkoplazmik retikulumdan oldukça zengin bulunmaktadır. Çok az olmalarından ötürü, "fibiller" kastellerine elektron mikroskopik preparatlarda hiç rastlanmamıştır.

PORTER ve PALADE (20) ve BREMEN (6)'e göre sarkoplazmik retikulum, hem besin maddelerinin ve hem de uyarımların kasteli içine yayılması işi ile görevlidir. PORTER ve PALADE sarkoplazmik retikulumun, intermedier veziküller aracılığı ile Z bandlarına girdiğini bildirmektedir. BENNETT (3)'e göre, sarkoplazmik retikulum, özellikle Z bandları hizasında miyofibriller

etrafında sirküler seyirli yan kollara sahiptir. Ağaçkakanda da sarkoplazmik retikulum ile Z bandları arasında yakın bir ilişki vardır (Şek. 7). Bu teşekkül ağaçkakanda da herhalde iki görevi birden yerine getirmektedir. EDWARDS et al. (8) kontraksiyon sırasında Z bandlarında koyu bir maddenin toplandığını bildirmektedirler. Aynı duruma, ağaçkakan boyun kaslarında da rastlanmaktadır (Şek. 6). HODGE (14) hernekadar bu maddenin Z bandlarına A bandlarından geçtiğini bildirmekte ise de, GOLDSTEİN (11) yaptığı histokimyasal çalışmada bunun mukopolisakkarit tabiatında olduğunu ispatlamıştır. Mukopolisakkaritlerin ise, proteinlerden yapılabilen A bandlarından gelmesi düşünülemez. Herhalde adı geçen madde, Z bandları ile ilişkide bulunan sarkoplazmik retikulumdan (Şek. 7, oklar) gelmektedir. BENNETT ve PORTER (4) de bu görüştedir.

Ağaçkakanın boyun kasları sarkoplazma yönünden pek zengin değildir. Miyofibriller arasında pek az sarkoplazma bulunmaktadır. Miyofibril grupları arasında bunun kapladığı alan biraz genişlemekte ise de, buralar da büyük ölçüde mitokondriyumlar tarafından doldurulmuştur.

Hem istirahat ve hem de kontraksiyon halindeki kaslarda sarkoplazma glikojenden çok fakir bulunmaktadır. Kontraksiyon halindeki kastelinde yağ maddesi de az miktardadır. Buna karşılık dinlek kaslar yağ damlacıklarından zengindir. Bu durumlar, ağaçkakanın boyun kaslarında enerjinin daha çok yağlı maddelerle sağlandığını göstermektedir. ASHHURST ve LUKE (1) de sineklerinin hızlı çalışan kanat kaslarında fazla lipid bulunduğunu, glikojene ise rastlamadıklarını bildirmektedir. Herhalde hızlı çalışan kaslar yakıt maddesi olarak daha çok yağlı maddelerden yararlanmaktadır. Yağlı maddelerin mitokondriyumlara yakın yerlerde bulunmaları ve kontraksiyon sırasında azalmaları da bunu göstermektedir. VERNE (27) de uyarımlar sonucu kastellerinde yağ damlacıklarının azaldığını görmüştür. BENNETT ve PORTER (4), tavuğun az hareket eden göğüs kaslarında yağ maddesine rastlayamamıştır.

Ağaçkakanın boyun kaslarında bol miktarda mitokondriyum bulunmaktadır. Ve bu mitokondriyumlar kompleks bir yapı göstermektedir.

KRÜGER ve GÜNTHER (18) de, bir doğan türünde, felder yapıdaki kastellerinin mitokondriyumlardan zengin olduğunu bildirmektedir. Ancak bu araştırmacılar, felder kastellerinin yavaş çalıştıkları kanısındadır; ağaçkakanın boyun kasları ise, felder yapıda olmalarına rağmen hızlı kontraksiyonlar yapmaktadır. ED-

WARDS et al. (8) da, Kolibri'in (sinek kuşu) çok hızlı çalışan göğüs kaslarını mitokondriyumlardan zengin bulmuşlardır. Araştırmacılar adı geçen kaslarda mitokondriyumların oval şekilli olduklarını ve ard arda dizilerek sıralar teşkil ettiklerini bildirmektedir. Ağaçkakanda da durum aynıdır.

SPIRO (25) insekt kanat kaslarında bulunan mitokondriyumların kompleks bir yapı gösterdiğini ve bu durumun, kasların yüksek aktivitesi ile ilgili bulunduğunu bildirmektedir. EDWARDS et al. (8)'a göre Kolibri'nin göğüs kaslarında mitokondriyumlar bol miktarda krista taşımaktadır. CHAPMAN (7) insekt kanat kaslarında bir kısım mitokondriyumların iyi tespit olmadıklarını bildirmekte ve bu durumu, mitokondriyumların devamlı olarak kimyasal değişikliğe uğramaları ile ilgili görmektedir. Sözü edilen bütün bu özellikleri, ağaçkakanın boyun kaslarındaki mitokondriyumlar da taşımaktadır.

Boyun kaslarında bulunan mitokondriyumlara ait kristaların enine kesitleri daire şeklindedir (şek. 8, oklar). Bu durum kristaların, yaprak şeklinde değil de tüp şeklinde olduklarını göstermektedir. Kaslarda kristaları tüp şeklinde olan mitokondriyum bulunduğundan hiç bir araştırmacı bahsetmemektedir. Ancak, ZEBE, et al. (29)' in insekt kanat kasları üzerindeki çalışmasına ait elektron mikrogramlarda, kristaların tüp şeklinde oldukları açıklıkla görülmektedir.

Steroid hormon salgılayan iç salgı bezlerinde mitokondriyal kristaların tüp şeklinde oldukları ve bunun, fazla enerji üretimi ile ilgili bulunduğu, PRIEDKALNS ve WEBER (21) tarafından bildirilmektedir. Araştırmacılara göre tubular kristalar, oksidasyon enzimlerinin lokalizasyonu için, laminar kristalardan daha geniş bir alan sağlamaktadır. Hızlı çalışan boyun kaslarında kristaların tüp şeklinde olmaları da herhalde bu kaslarda yüksek enerjiye ihtiyaç duyulmasından ileri gelmektedir.

Hızlı ve yavaş çalışan kaslar arasında literatüre göre şu morfolojik farklar bulunmaktadır: 1) Hızlı çalışan kaslar fibriller, yavaş çalışanlar ise felder yapıdadır; fibriller kastelleri tek noktadan, felder olanlar ise çok noktadan sinir sonu almaktadır (KRÜGER ve GÜNTHER, 18, 19; GRAY, 12; KRÜGER, 16, 17; GINSBORG, 9; GINSBORG ve MACKAY, 10). 2) Sarkoplazmik retikulum (KRÜGER ve GÜNTHER, 18; KRÜGER 16; REGER, 22), mitokondriyumlar (EDWARDS et al., (8) ve yağ damlacıkları (ASHHURST ve LUKE, 1) hızlı çalışanlarda bol, yavaş çalışanlarda ise az miktarda bulunmaktadır.

Yukarıdaki bulgularımız bu literatürlerin sonuçları ile karşılaştırıldığında, ağaçkakanın boyun kaslarının, kaslar arasında özel bir durumu olduğu ortaya çıkmaktadır. Şöyle ki: Bu kaslar, çok noktadan kayırılma (SAĞLAM, 24) ve felder yapı gösterme bakımlarından yavaş çalışan kaslara; sarkoplazmik retikulum, mitokondriyum ve lipid zenginliği bakımlarından ise hızlı çalışan kaslara benzemektedir. Adı geçen kaslar, sensorik innervasyon bakımından da özellik göstermektedir. Sensorik innervasyonu sağlayan, yani seri kontaksiyonlar için lüzumlu uyarımları üreten kas mekikleri, diğer hayvanların kaslarına kıyasla bu kaslarda çok daha bol olarak bulunmaktadır (SAĞLAM 23).

Literatür

- 1- **Ashhurst, D. E., Luke, B. M.** (1968): *Lipid inclusions in the flight muscles of belostomatid water-bugs.* Z. Zellforsch. 92: 270-274.
- 2- **Barker, D., Ip, M. C.** (1960): *The primary and secondary endings of the mammalian muscle spindles.* J. Physiol. (Lond.) 153: 8-10.
- 3- **Bennett, H. S.** (1956): *The sarcoplasmic reticulum of striated muscle.* J. biophys. biochem. Cytol. 2: 171-174.
- 4- **Bennett, H. S., Porter, K. R.** (1953): *An electron microscope study of sectioned breast muscle of the domestic fowl.* Amer. J. Anat. 93: 61-105.
- 5- **Bösiger, E.** (1950): *Vergleichende Untersuchungen über die Brustmuskulatur von Huhn, Wachtel und Star.* Acta Anat. 10: 385-429.
- 6- **Bremen, V. L.** (1960): *Ultrastructure of human muscle. I. Observations on normal striated muscle fibers.* Amer. J. Path. 37: 215-230.
- 7- **Chapman, G. B.** (1954): *Electron microscopy of ultrathin sections of insect flight muscle.* J. Morphol. 95: 237-251.
- 8- **Edwards, G., Ruska, H., Santos, P. D. S., Vallejo-Freire, A.** (1956): *Comparative cytophysiology of striated muscle with special reference to the role of the endoplasmic reticulum.* J. biophys. biochem. Cytol. 2: 143-156.
- 9- **Ginsborg, B. L.** (1960): *Some properties of avian skeletal muscle fibers with multiple neuromuscular junctions.* J. Physiol. (Lond.) 154: 581-598.
- 10- **Ginsborg, B. L., Mackay, B.** (1961): *A histochemical demonstration of two types of motor innervation in avian skeletal muscle.* Bibl. Anat. 2: 174-181.

- 11- **Goldstein, D. J.** (1959): *Some histochemical observations of human striated muscle.* Anat. Rec. 34: 217-237.
- 12- **Gray, E. G.** (1958): *The structure of fast and slow muscle fibers in the frog.* J. Anat. (Lond.) 92: 559-562.
13. **Häggqvist, G.** (1961): *A study of histology and histochemistry of the muscle spindles.* Z. Biol. 112: 11-26.
- 14- **Hodge, A. J.** (1956): *The fine structure of striated muscle. A comparison of insect flight muscle with vertebrate and invertebrate skeletal muscle.* J. biophys. biochem. Cytol. 2: 131-142.
- 15- **Huxley, H. E.** (1957): *The double array of filaments in cross-striated muscle.* J. biophys. biochem. Cytol. 3: 631-648.
- 16- **Krüger, P.** (1958): *Über den Nachweis von phasischen und tonischen motorischen Einheiten bei Säugetieren und dem Menschen.* Z. f. Nervenhilfkunde 178: 29-33.
- 17- **Krüger, P.** (1960): *Die Innervation phasisch bzw. tonisch reagierender Muskeln von Säugetieren und des Menschen.* Acta Anat. 40: 186-210.
- 18- **Krüger, P., Günther, P. G.** (1956): *Das "sarkoplasmatische Retikulum" in den quergestreiften Muskelfasern der Wirbeltiere und des Menschen.* Acta Anat. 28: 135-149.
- 19- **Krüger, P., Günther, P. G.** (1958): *Innervation und pharmakologisches Verhalten des M. gastrocnemius und M. pectoralis major der Vögel.* Acta Anat. 33: 325-338.
- 20- **Porter, K. R., Palade, G. E.** (1957): *Studies on the endoplasmic reticulum. I. Its form and distribution in striated muscle cells.* J. biophys. biochem. Cytol. 3: 269-300.
- 21- **Priedkalns, J., Weber, A. F.** (1968): *Ultrastructural studies of the bovine Graafian follicle and Corpus luteum.* Z. Zellforsch. 91: 554-573.
- 22- **Reger, J. F.** (1967): *The organisation of sarcoplasmic reticulum in direct flight muscle of the Lepidopteran Acharalus lyciades.* J. Ultrastr. Res. 18: 595-599.
- 23- **Sağlam, M.** (1968): *Morphologische und quantitative Untersuchungen über die Muskelspindeln in der Nackenmuskulatur (M. biventer cervicis, M. rectus capitis dorsalis und M. rectus capitis lateralis) des Bunt- und Blutspechtes.* Acta Anat. 69: 87-104.
- 24- **Sağlam, M.** (1970): *Ağaçkakanın boyun kaslarında miyofibriller organizasyon ve motorik innervasyon.* A. Ü. Vet. Fak. Derg. 17: 352-359.
- 25- **Spiro, D.** (1953): *Ultrastructure of mitochondria from insect flight muscle.* Fed. Proc. 12: 136-137.

- 26- **Spiro, D.** (1956): *The ultrastructure of striated muscle at various sarcomere lengths.* J. biophys. biochem. Cytol. 2: 157-162.
- 27- **Verne, J.** (1938): *Etude histochimiques des variations lipidiques de la fibre musculaire striée au cours de l'excitation.* C. R. Soc. Biol. (Paris) 129: 643-644.
- 28- **Voss, H.** (1963): *Untersuchungen über die absolute und relative Zahl der Muskelspindeln in weiteren Muskelgruppen (Mm. scaleni, und Rückenmuskeln) des Menschen.* Anat. Anz. 112: 276-279.
- 29- **Zebe, E., Meinrenken, W., Rüegg, J. C.** (1968): *Superkontraktion glycerinextrahierter asynchroner Insektmuskeln in Gegenwart von ITP.* Z. Zellforsch. 87: 603-621.

Yazı, "Dergi Yazı Kuruluna" 15. 8. 1970 günü gelmiştir.



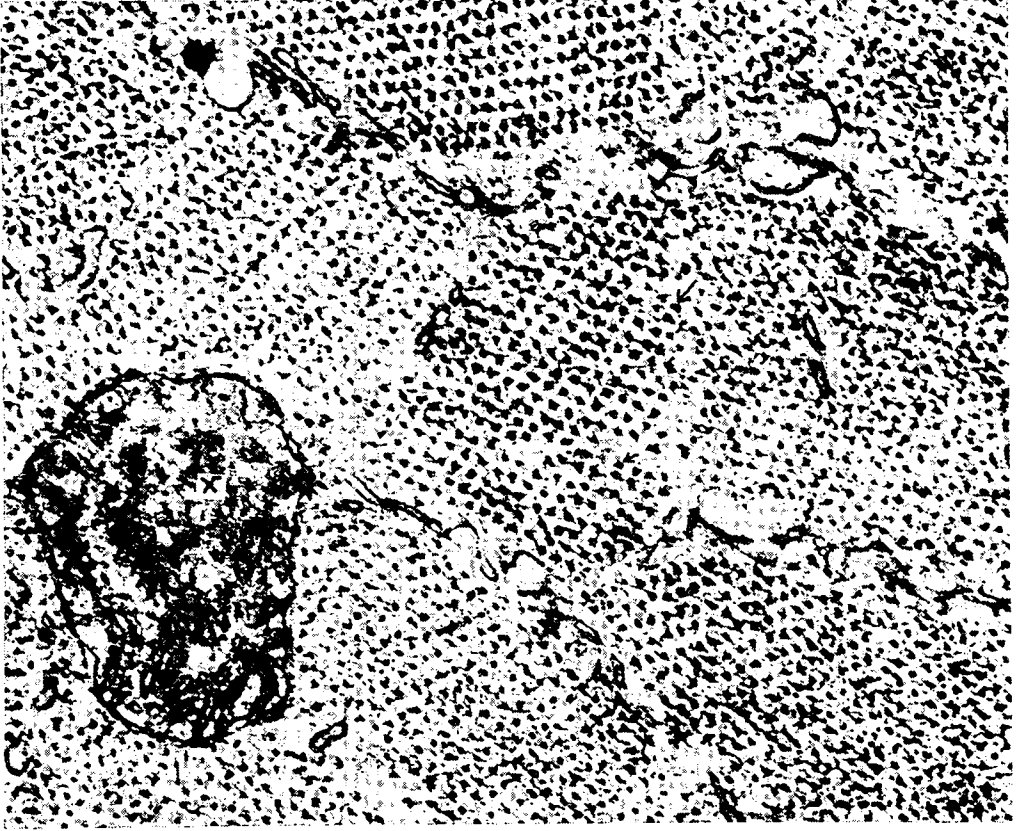
Şekil 1. İstirahat halindeki bir kastelinde, miyofibrillerde bulunan bandlar. A = A bandı, I = I bandı, Z = Z bandı, ok = H bandının ortasında seyreden M bandı, M = mitokondriyum. M. biventer cervicis, x 15,000.

Fig. 1. The bands found in the myofibrils of a resting muscle fiber. A = (A) band, I = (I) band, Z = (Z) band, arrow = (M) band found in the middle of the (H) band, M = mitochondrion. M. biventer cervicis, x 15,000.



Şekil 2. Miyofibrilleri teşkil eden miyofilamentler. A bandları kalın, I bandları ise ince filament taşımakta. Ortada bulunan mitokondriyumun x işaretli kısmında, kristalar crimiş vaziyette. *M. biventer cervicis*, x 37,800.

Fig. 2. The myofilaments building the myofibrils. (A) bands contain thick, (I) bands thin filaments. The part of a mitochondrion marked by (x) lost its cristae. *M. biventer cervicis*, x 37.800.



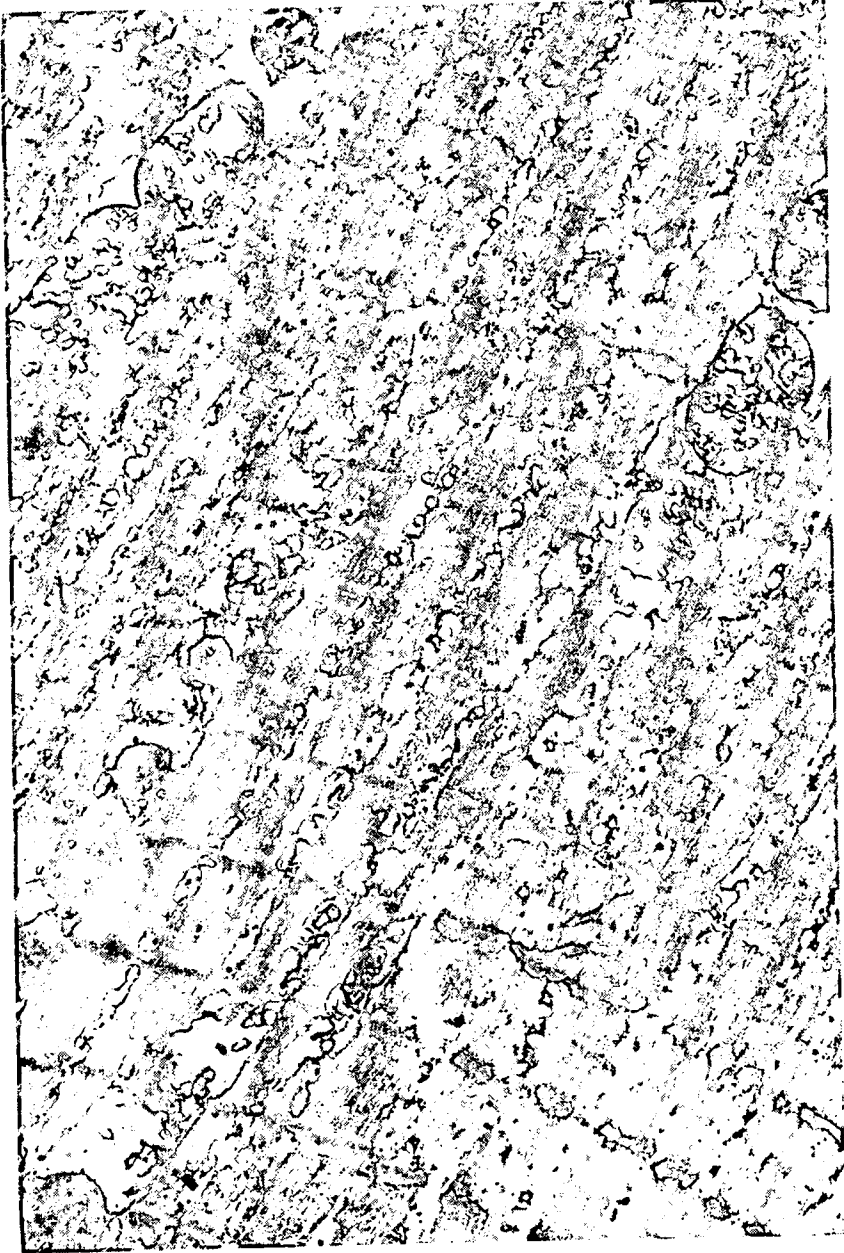
Şekil 3. Miyofibrillerin enine kesitleri (A bandları hizasından). Miyofibrilleri dolduran iri noktalar (oklar) kalın filamentlerin, bunlar arasında seyrek olarak rastlanan ince noktalar ise ince filamentlerin enine kesitleridir. Kalın filamentlerden çıkan yan kollar ise, iki tür filamenti birbirine bağlayan köprülere aittir. Miyofibrillerin arasında vezikül ve tüpler halinde sarkoplazmik retikulum bulunmakta. x = Kristalları dağılmış bir mitokondriyum. M. rectus capitis dorsalis, x 84,600.

Fig. 3. Cross sections of the myofibrils at the level of (A) bands. The large (arrows) and small dots filling each of the myofibrils represent the cross sections of the thick and thin myofilaments respectively. The lines leaving the thick filaments are the connecting bridges between the two kinds of filaments. The myofibrils are partly separated from each other by the vesicles and the tubules of the sarcoplasmic reticulum. x = A mitochondrion, which lost most of its cristae. M. rectus capitis dorsalis, x 84,600.



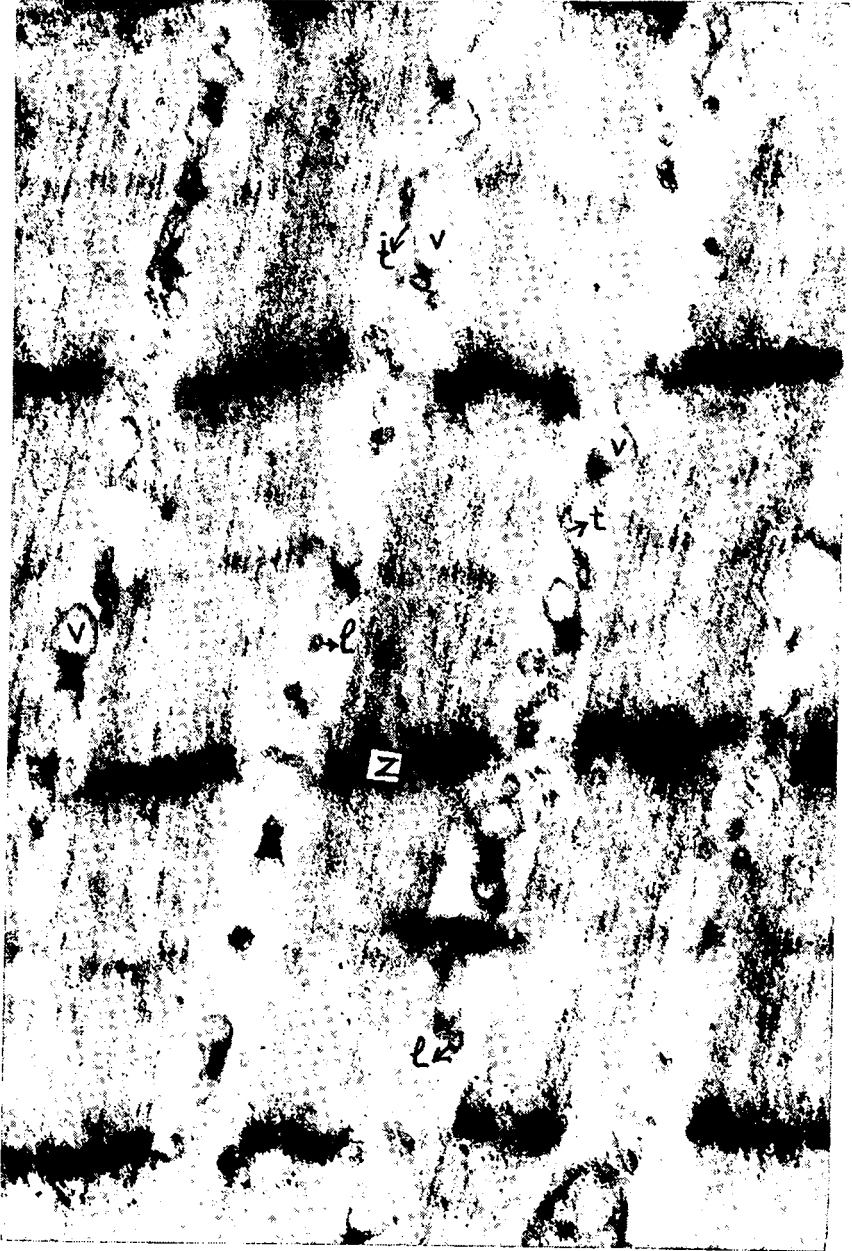
Şekil 4. Bir kastelinin enine kesiti. Oval ya da yassı teşekküllerden her biri bir miyofibrilin enine kesitidir. Bunların içindeki noktacıklar da miyofilamentlere aittir. Miyofibriller yer yer birbirlerine değmiş vaziyettedir. *M. rectus capitis dorsalis*, x 18,200.

Fig. 4. A cross section from a muscle fiber. Each of the oval or flattened structures is the cross section of a myofibril. The dots within the myofibrils belong to the myofilaments. The myofibrils are partly in close contact. *M. rectus capitis dorsalis*, x 18,200.



Şekil 5. Kasılmış bir kastelinde miyofibrillerin durumu. I ve H bandları kaybolmuş vaziyette. Kalın çizgiler Z bantları, ince çizgiler ise A bantlarının tam ortasında bulunan M bantlarıdır. Miyofibriller arasını dolduran sarkoplazma, sarkoplazmik retikulumdan zengin. *M. biventer cervicis*, x 18,000.

Fig. 5. The changes occurring in the myofibrils of a shortened muscle fiber. The (I) and (H) bands are disappeared. The thick and dens lines represent (Z) bands, and the thin lines the (M) bands. The sarcoplasm filling the spaces between the myofibrils is rich of sarcoplasmic reticulum. *M. biventer cervicis*, x 18,000.



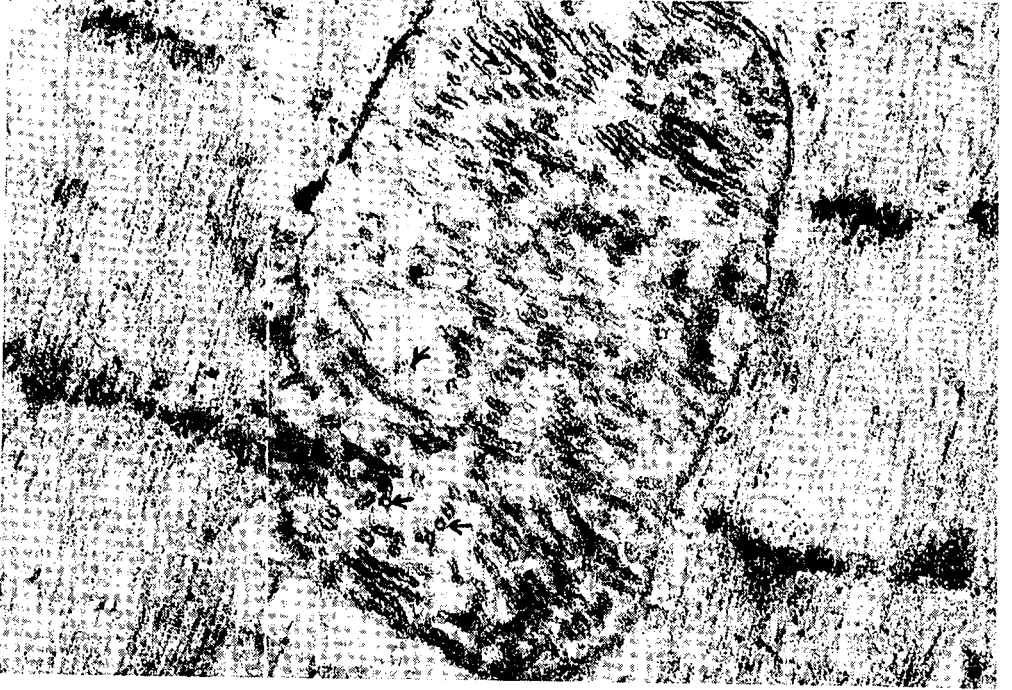
Şekil 6. Miyofibriller arasında sarkoplazmik retikulumun yerleşme durumu. Kasteli kasılmış halde. V = sarkoplazmik veziküller, t = sarkoplazmik tüpler, l = bu tüplerin enine kesitleri, Z = üzerine ve etrafına granüler materyal toplanmış olan Z bandı. *M. biventer cervicis*, x 54,000.

Fig. 6. The state of localisation of the sarcoplasmic reticulum between the myofibrils. v = Sarcoplasmic vesicles, t = sarcoplasmic tubules, l = the cross sections of these tubules, Z = (Z) bands containing a dens and granular material. *M. biventer cervicis*, x 54,000.



Şekil 7. Z bandlarının sarkoplazmik retikulum (oklar) ile olan yakın ilişkisi. Mitokondriyumların matriksleri açık renkte. *M. biventer cervicis*, x 54,000.

Fig. 7. The close relationship between the Z bands (Z) and the sarcoplasmic reticulum (arrows). The mitochondria are devoid of a dense matrix. *M. biventer cervicis*, x 54,000.



Şekil 8. Kastellerinde bulunan bir mitokondriyum. Çift membranla çevrili olan mitokondriyum bol miktarda tüp şekilli krista taşımakta. Kristaların enine kesitleri daire şeklinde görülmekte (oklar). *M. biventer cervicis*, x 54,000.

Fig. 8. A mitochondrion in a muscle fiber. The double membraned mitochondrion bears many cristae which are tubular in shape. The circlets (arrows) represent the cross sections of this type of cristae. *M. biventer cervicis*, x 54,000.