

40656



T. C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Histoloji - Embriyoloji Anabilim Dalı

# ALABALIKLARIN KUYRUK KASLARINDA MOTOR SİNİR SONLARININ MORFOLOJİK VE HİSTOŞİMİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

(DOKTORA TEZİ)

ARAŞ. GÖR. HATİCE ERDOST

Danışman: Doç. Dr. Mine YAKIŞIK

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANLARI

BURSA - 1994

# İÇİNDEKİLER

TÜRKÇE ÖZET.....	1
İNGİLİZCE ÖZET.....	3
GİRİŞ.....	5
GEREÇ ve YÖNTEM.....	14
BULGULAR.....	16
TARTIŞMA ve SONUÇ.....	36
EKLER.....	47
KAYNAKLAR.....	49
TEŞEKKÜR.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	55

## ÖZET

Çalışmada, alabalıklarda kuyruğun hızlı hareketini sağlayan kuyruk kaslarının güçlü kasılma yeteneğini açıklayabilmek için kuyruk bölgesi kas fibrillerinin ve bu fibrillerdeki sinir-kas ilişkilerinin incelenmesi amaçlandı. Alabalıkların kuyruk bölgesi kaslarının yapısal özellikleri, sinir sonlarının tipleri ve biçimleri ışık mikroskopik düzeyde incelendi.

Alabalığın kuyruk bölgesinde bulunan 7 kastan hazırlanan preparatlar incelendiğinde m.lateralis superfisialis'in küçük çaplı kırmızı kas fibrillerinden oluştuğu görüldü. M.lateralis superfisialis dışında kalan diğer 6 kas grubunun çoğunluğunun büyük çaplı beyaz kas fibrillerinden oluştuğu ve bunların aralarında intermediyet tip kas fibrillerinin yer aldığı saptandı. Bu kas fibrillerinden başka küçük çaplı üçgen şekilli miyosatellit hücrelerinin de mevcut olduğu tespit edildi.

M.lateralis superfisialis'i oluşturan kırmızı kas fibrillerinin horizontal septum bölgesinde 2 katman halinde bulunduğu, çaplarının yaklaşık 16-17 mikron olduğu, bol miktarda lipid içerdikleri ve innervasyonun multiple ve end plate tip sinir sonları ile sağlandığı tespit edildi.

Alabalıklarda m.lateralis superfisialis dışında kalan

diğer kuyruk bölgesi kaslarında yaygın olarak bulunan ortalama 70-100 mikron çapa sahip, lipid yönünden fakir olan beyaz kas fibrillerinin multiple ve end grappe tip sinir sonları ile innerve olduğu görüldü. Ayrıca sadece beyaz kas fibrillerinde sinir sonları dışında kalan bölgelerde endomizyumun AChE pozitif reaksiyon verdiği saptandı.

**Anahtar kelimeler: Motor sinir sonları - Histokimya - Salmo irideus gairdneri - Kas fibrilleri.**

## **SUMMARY**

### **Studies on the Morphological and Histochemical Properties of Motor Nerve Terminals of the Tail Muscles of Trout**

In this study, muscle fibers of tail and neuro-muscular relations of fibers were investigated in order to define the capability of strong contraction of trout (*Salmo irideus gairdneri*) tail muscles which provided rapid tail movements. Structural properties, shapes and types of motor nerve terminals of tail muscles were observed by the light microscopy.

In the light of the examinations of slides taken from 7 different muscles of tail region, it was observed that, *m. lateralis superficialis* was formed from small diameter red muscle fibers whereas the larger part of the other 6 muscles were formed from large diameter white fibers. Meanwhile, intermediate type muscle fibers were found among these muscles. In addition to them, small, triangled myosatellite cells were observed too.

It has been established that the red muscle fibers of *m. laterales superficialis* consisted of two layers at the horizontal septal region and their diameters were approximately 16-17 microns and that they contained a large quantity of lipid and the innervation occurred by multiple end plate type.

White muscle fibers which are extensively found in the other muscles of the tail in trout, except m.lateralis superficialis, with a diameter of 100 microns, poor in lipid are innervated by multiple and end grappe type nerve terminals.

Also, it has been determined that endomysium had positive AChE activity only in white muscle fibres in the other regions except nerve terminals.

**Key words:** Motor Nerve Terminals- Histochemistry - *Salmo irideus gairdneri*- Muscle fibers.

# GİRİŞ

Sportif ve ekonomik değeri yüksek olan alabalıklar, Salmonidae familyasına ait olup, bu familya içersinde sekiz cins bulunur. Bunlar *Salmo salar*, *Salmo trutta*, *Salmo trutta lacustris*, *Salmo trutta fario*, *Salmo irideus gairdneri*, *Salmo fontinalis*, *Salmo alpinus* ve *Salmo hucho*'dur (1). Kültür balığı olarak yetiştirilenlerden en yaygın olanı *Salmo irideus gairdneri* (Gökkuşaağı alası) dir. Gökkuşaağı alasının vatanı Kuzey Kalifornia'nın dağlık kesimleri olup kültür balığı olarak bu bölgeden dünyanın her tarafına yayılmışlardır. Bu balıklar kültür balıkçılığına tamamen adapte olmuş ve evcilleşmişlerdir. Son 20 yıl içinde yurdumuzda yaygın olarak yetiştirilmektedirler. Boyları 30-60 cm arasında olup, gövdeleri ince pullarla kaplıdır. Sırt koyu, yanlar açık renklidir. Yan çizgi boyunca gökkuşaağı renklerinden oluşmuş bir şerit görülür. Gövde ve yüzgeçlerde koyu renkli benekler bulunur. Kuyruk hafif oyuktur (Ek-1). Saldırgan bir balıktır, genellikle suyun yüzeyinde dolaşır, gölgelik yerleri sever. Yemini severek kapar. Göllere ve nehirlere kolaylıkla adapte olarak yaban yaşamı sürdürebilir (2-5). Gökkuşaağı alasının yaşaması için gerekli optimal ısı sınırı 10-17°C arasındadır. Daha yüksek ısılarda oksijen azlığı tehlikesi baş gösterir. Suda oksijenin eriyik olarak bulunması birçok faktöre bağlıdır. Eriyik oksijen miktarı suyun ısısı ile tersine orantılıdır (6-9).

Alabalık yetiştiriciliğinde oksijenin bolluğu ve ısının düşük olması nedeniyle kaynak suları tercih edilmektedir(3).Göllerde ve havuzlarda bulunan su miktarı alabalık yetiştiriciliğinde önem taşır. Su ne kadar soğuk ve ne kadar oksijenden zengin ise, balık başına ihtiyaç duyulacak suyun miktarı o kadar azalır. Şubat-Mayıs ayları kuluçka dönemidir. Bir yaşındaki balıklar yemeklik olarak değerlendirilir (1,3).

Alabalıklar üreme mevsimlerinde çağlayanların üst bölgelerine yüzerler. Suyun akış istikametinin tersi yönünde yüzebilmeleri, çağlayanları sıçrayarak aşabilmeleri, suyun akış hızını kesebilecek ve hızlı şekilde yüzebilecek bir güce sahip olmalarından ileri gelir. Bu güç, alabalığın kuyruk kaslarının oldukça kuvvetli ve hızlı kasılma yeteneğinde olmasıyla sağlanır. Alabalıklarda gövdeyi oluşturan kaslar segmentlerden oluşmuştur. Bu kas segmentlerine miyomer; kas segmentlerini birbirinden ayıran bağ doku septumlarına da miyoseptum adı verilir. Miyomerlerin sayısı her balık türü için az çok sabit olup bölgedeki omur sayısına eşittir. Dolayısıyla bu sayı türler arasında değişiklik arzeder. Miyomerler yan dönmüş W şeklinde olup üst kısmı başa (-3-) doğru yöneliktir (Ek.2). Balığın hareketi bu kasların kontraksiyonu sonucunda sağlanır. Bunlar bütünüyle somatik orjinli kaslardır. Bu kaslar medyan iskelet septumu ile birbirinden ayrılmış iki lateral yarım teşkil ederler. Ayrıca her lateral yarım, horizontal iskelet septumu ile bir dorsal, bir de ventral kas grubuna ayrılmıştır. Dorsalde kalan gruba "epaksial kaslar" veya "m.lateralis superior", ventralde kalan gruba ise "hipoksial kaslar" ya da "m.lateralis inferior" adı verilir(10). Epaksial kaslar kısmen baş içine doğru da uzanarak başın



arkasından kuyruk yüzgeci kaidesine kadar bir bölgesel farklılaşma göstermezler(8).Kuyruk bölgesinde bulunan epaksial kaslar dorsalden ventrale doğru sırasıyla; m.suprakarinalis, m.dorsalis lateralis, m.lateralis dorsalis'tir. Hipoksial kaslar ise dorsalden ventrale doğru; m.lateralis ventralis, m.ventralis lateralis ve m.infrakarinalis' tir (Ek-3). Ayrıca hem epaksial hem de hipoksial kasların lateraline yerleşmiş bulunan m.lateralis superfisialis de bulunmaktadır. Bu kas, horizontal iskelet septumuyla bir dorsal bir ventral iki yarıma ayrılmış olan ve başlıca kuyruk bölgesinde gelişmiş olan lateral bir kas kümesidir. Siyah et olarak da adlandırılan bu yüzlek kas, kuyruk bölgesinin enine kesitinde genellikle üçgen tarzında görülür. Bu üçgenin tepesi m.lateralis dorsalis ile m.lateralis ventralis arasına girmiş ve yanlara doğru incelmıştır (11,12).

Memeli hayvanlarda iskelet kası dokusunun, yapısal ve fonksiyonel özellikleri gözönünde tutularak histokimyasal teknikler ile 3 tip kas fibrili içerdiği bilinmektedir. Tip I yavaş kontraksiyon yapan, yorulmaksızın uzun süre çalışabilen kırmızı kas fibrilleridir. Kırmızı kas fibrilleri küçük çaplı olup bol miktarda mitokondriyon taşırlar. Aynı zamanda aeorobik metabolizmaya sahiptirler ve primer enerji kaynakları yağ asitleridir. Bol miktarda miyogloblin içerirler. Tip II genelde hızlı kontraksiyon yapma yeneğinde ve çabuk yorulan kas fibrilleri olup iki alt gruba ayrılır. Tip IIa kas fibrilleri oksidatif-glikolitik yolla enerji sağlayabilirken, Tip IIB'deki kas fibrilleri glikolitik yolla enerji sağlarlar. Tip IIa intermediyet fibriller, Tip IIB ise beyaz fibriller olarak adlandırılırlar, beyaz kas fibrilleri büyük çaplı olup,

mitokondriyon yönünden fakirdir (13-15). Bir kas fibrilinin hızlı ya da yavaş kontraksiyon yapması kendi morfolojik özellikleri yanında kas fibriline gelen sinir telinin sonlanma durumu ile de yakından ilgilidir. Memeli ve kanatlı hayvanların iskelet kaslarının büyük çoğunluğunda hızlı ve yavaş kontraksiyon yapan kas fibrilleri aynı kasta bulunmaktadır. Böyle kaslara miks kaslar denilmektedir. Kanatlılarda sadece hızlı ya da sadece yavaş kontraksiyon yapan kas fibrillerinden oluşmuş kaslar da bulunmaktadır (16).

Memeli hayvanlarda beyaz kas fibrilleri sadece birer noktadan, pek ender olarak da iki noktadan ve motor plak tipinde sinir sonları ile kayrılırlar. Motor plak genellikle oval şekillidir. Motor plak alanına gelen sinir teli birçok kollara ayrılır; bu kollar ileti bölgesinde kas fibriline 200<sup>Å</sup> mesafe ile yaklaşır. Sinir teline en çok yaklaştığı kısımlarda sarkolem ve bunu örten bazal lamina kas fibrili içine doğru invaginasyonlar yapar. Sinir ve kas fibriline ait bu oluşumlar subnöyral aparat diye de adlandırılırlar. Subnöyral aparat kas fibrili yüzeyinde uyarımların şekillenmesi için yeterli bir alan sağlamaya yarar. Kırmızı kas fibrillerinde nöyromusküler ileti bölgesi tamamen değişik biçimdedir. Bu tür kas fibrillerine yaklaşan motor sinirlerin aksonları birçok kollara ayrılır; bu kollardan herbiri kas fibrili yüzeyinde birbirinden uzak noktalarda hafif şişkinliklerle sonlanır. Bu şişkinlikler subnöyral aparat yapmazlar (17).

Kanatlı hayvanlarda hızlı ve yavaş çalışan kas fibrilleri ve buna bağlı olarak da iki türlü kayrılma bulunmaktadır. Kanatlı hayvanlarda memeli hayvanlardakinin aksine

hızlı kontraksiyon yapan kırmızı kas fibrilleri genellikle bir noktadan ve tek bir sinir sonu ile kayrılırlar. Bu tür innervasyonda kas fibriline ulaşan sinir teli kas fibrili üzerinde ağaç dalını andıran şekilde ince dallara ayrılarak sona erer. Bu ince dalların kas fibrili üzerinde oluşturdukları yapıya motor end plate adı verilir. Yavaş kontraksiyon yapan beyaz kas fibrilleri ise, hızlı çalışanların aksine birçok noktadan sinir sonları ile kayrılırlar. Bu kas fibrillerine bir ya da birkaç tane sinir teli gelir, sinir sonlarının her biri ufak şişkinlikler yaparak, kas fibrili yüzeyinin değişik yerlerinde üzüm salkımı şeklinde sona ererler. Oluşan bu yapıya motor end grappe adı verilir (16).

Balıkların kas dokuları üzerinde çalışmalar yapan araştırmacılardan bir kısmı (18-22) kas fibrillerini yapısal ve fonksiyonel özelliklerine göre 4 grupta toplamışlardır. Bunlar kırmızı, beyaz, intermediyet ve tonik kas fibrilleridir. Kılarski ve Kozłowska (23) teleost balığı (*Noemacheilus barbatulus* L.) ile yaptıkları çalışmada kas fibrillerini kırmızı, beyaz, intermediyet, transizyonal ve tonik olarak gruplandırmışlardır. Patterson ve Goldspink (24) ise, coalfish (*Gadus virens*) ile yaptıkları çalışmada iki esas kas fibril tipi üzerinde durarak, bunları kırmızı ve beyaz olarak belirtmişlerdir. Bazı araştırmacılar (18-23) kırmızı kas fibrillerinin lateral bölgede derinin hemen altında dar ince bir katman halinde lokalize olduğunu, bu katmanın horizontal septum (miyokomata) düzeyinde kalınlaştığını ve kırmızı kas fibrillerinin yavaş fakat sürekli yüzmede etkili olduğunu belirterek mitokondriyonlar yönünden oldukça zengin olduklarını bildirmişlerdir. Bir kısım

araştırmacılar (18,23) kırmızı kas fibrillerinin yüksek succinate dehydrogenase (SDH) pozitif (+) aktiviteye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Dikenli balık (*Gasterosteus aculeatus*) ile yapılan bir çalışmada (25) tüm vücut kaslarında kırmızı kas fibrillerinin yok denecek kadar az sayıda olduğu saptanarak bu kas fibrillerinin intermediyet fibriller arasında yerleşim gösterdikleri ortaya konmuştur. Kılarskı ve arkadaşları (23) teleost balığı ile yaptıkları çalışmada kırmızı kas fibrillerinin miyokomata hizasında iki katman halinde bulunduğunu, çaplarının 21-46 mikron civarında olduğunu ve miyotomun dorsal ya da ventralinde kırmızı kas fibrillerinin monofibril katmanı oluşturduklarını belirtmişlerdir.

Bazı araştırmacılar (18,19,23,24,26) alıştıkları balıklarda beyaz kas fibrillerinin miyotomdaki büyük çoğunluğu oluşturduğunu ve bu fibrillerde SDH aktivisinin düşük olduğunu (18,23,26) saptamışlardır. Zawadowska ve arkadaşları (18) turna balığında (*Esox lucius L.*) beyaz kas fibrillerinin yüksek ATP-ase aktivitesini ancak alkali inkübasyondan sonra gösterdiğini belirlemişlerdir. Walker (27) coalfish (*Gadus virens L.*) ve cod balığı (*Gadus morrhua L.*) ile yaptığı çalışmada beyaz kas fibrillerinin hem hızlı hem de orta hızda yüzmede etkili olduğunu saptamıştır. Bir kısım araştırmacılar (10,18-21,23,24,28,29) beyaz kas fibrillerinin hızlı yüzmede, ani ve ileri fırlama şeklindeki yüzmelerde etkili olduğunu belirterek, büyük çaplı yuvarlak ya da poligonal şekilli olup 48-72 mikron çapında olduğunu saptamışlardır. SDH enzimi üzerinde çalışmalar yapan araştırmacılar (18,23,26) beyaz kas fibrillerinin SDH negatif reaksiyon gösterdiğini gözlemişlerdir. İnce yapı düzeyinde

çalışmalar yapan araştırmacılar (22,26) beyaz kas fibrillerinde mitokondriyonların az sayıda küçük ve az gelişmiş kristallara sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

İntermediyet tip fibrillerin balıklarda kırmızı ile beyaz kas fibrilleri arasında özellikle miyokomata hizasında kalın bir katman oluşturduğu saptanmıştır (18,23). Kırmızı kas fibrillerinin bulunmadığı dikenli balıkta intermediyet tip kas fibrillerinin iki alt tipinin mevcut olduğu ve lateral bölgede miyokomata hizasında üçgen şekilli bir grup oluşturdukları saptanmıştır (26). İntermediyet fibrillerin asit ve alkali sabit ATP-ase pozitif reaksiyon gösterdikleri (18); çaplarının ortalama 10-39 mikron olduğu saptanmıştır (23). İntermediyet fibrillerin orta hızda yüzmede aktif oldukları bildirilmektedir (30).

Tonik fibrillerin kas dokuda kırmızı fibriller arasına tek tek dağılmış fibril şeklinde (18,24) ya da bir araya gelerek ince uzun parça halinde derinin altında (26) veya grup yapmış şekliyle kırmızı ile intermediyet fibriller arasında sınır oluşturduğu (23) ve çaplarının oldukça küçük (ortalama 8-24 mikron) olup SDH negatif reaksiyon verdiği belirtilmektedir (23,26). Tonik kas fibrillerinin iskelet ve dinlenme durumundaki fazik kas sisteminin duruşunu destekleyici özellikte ve suyun altında hareketsiz ya da dinlenme durumundaki vücut pozisyonunun sağlanmasında belirgin bir fonksiyona sahip ve oldukça düzensiz polihedral biçimli oldukları bildirilmektedir (31).

Balıklarda kas dokuda bu kas fibrillerinden başka oldukça küçük çaplı üçgen şekilli ve yüksek ATP-ase aktivitesi gösteren miyosatellit fibriller de saptanmıştır. Bunlar genç kas hücreleri olarak bildirilirken (18) postembriyonik miyojenik

satellit hücreler olarak da tanımlanmaktadır (32). Powell ve arkadaşları (32) bu hücrelerin, iskelet kasının hipertrofi ve hiperplazi şeklindeki büyümesinden sorumlu olduğunu belirtmişlerdir.

iskelet kasları medulla spinalisin kornu ventralisinde bulunan motor nöronların aksonları tarafından innerve edilirler. Motor nöronlardan ayrılan aksonlar miyelinlidir. Miyelinli aksonlarda uyarımın iletilmesinin oldukça hızlı olabilmesi yanında mükemmel bir yalıtkanlık ve iyon kaybının azaltılması da sağlanmıştır. Aksiyon potansiyelinin sadece Ranvier boğumlarını depolarize ederek sinir telinin uzamı boyunca uzun aralarla sıçraması iletinin hızını 5-7 kat arttırmaktadır. Akson nöyromuskuler bölgeye yaklaştığında miyelin kaybolur ve aksonun son kısmı genişler, burada acetylcholine taşıyan çok miktarda presinaptik veziküller ve mitokondriyonlar yer alır. Sinir sonu membranı presinaptik membran adını alır. Aradaki 200<sup>0</sup>A mesafeden sonra kas fibrili membranında (postsinaptik membran) invaginasyonlar mevcuttur. Sinirsel uyarım ile akson membranının depolarize olmasıyla sinaptik aralıktan akson içersine Ca<sup>+</sup> iyonu geçişi gerçekleşir(17). Böylece, kalsiyum iyonları acetylcholine veziküllerinin membranlara açılmasına neden olur. Kas fibrili membranında bulunan acetylcholine reseptörlerine acetylcholine bağlanınca membran permeabilitesi artar. Sodyumun kas fibrili sarkoplazmasına geçmesi postsinaptik membranda depolarizasyona ve membran potansiyeli oluşmasına neden olur. Bu depolarizasyon, enine tubuluslar (T tubulleri) ile kas fibrili içine yayılır. Bu tubullere komşu sarkoplazmik retikulumdan, kalsiyum dışarı çıkarak kas kontraksiyonunu başlatır. Uyarım kesildiğinde kas

fibrili membranında bulunan AChE enzimi sinaptik aralıktaki acetylcholine, acetat ile choline'e parçalandığından kas fibrili membranındaki depolarizasyon kısa sürer. Sinirsel uyarıma karşı cevap süresi kısıtlıdır(33)iskelet kası hücrelerinde T tubul sisteminin bulunuşu bütün myofibrillerin aynı anda kasılmasını sağlar. Sarkoplazmik retikulumdan kalsiyumun sarkoplazmaya verilışı troponin-C'nin kalsiyum ile bağlanmasına, dolayısıyla tropomiyozinin aktin üzerinden kaymasına neden olur. Aktin yüzeyi serbestleşir ve miyozin başı ile aktinin serbest yüzeyi birleşir. Böylece ince aktin filamentleri miyozin filamentlerinin iç taraflarına kadar girer, sonunda aktin filamentleri myozin filamentleri içinde uçuşa gelir. Sinirsel uyarım kesildiğinde kalsiyum yeniden sarkoplazmik retikuluma döner(34).Kalsiyum ayrılınca troponin aktin ilişkisi başlangıç konumuna kavuşur. Kontraksiyon durur, repolarizasyon şekillenir, kas hücresi içersine potasyum geçışı artar (35-37).

Balıklarda hızlı yüzme, düşmanlarından korunmalarında ve avlarını yakalayabilmelerinde yaşamsal öneme sahiptir. Ülkemizde gökkuşuğu alasıyla ilgili yapılan çalışmalar bakım, besleme (yetiştiricilik) ve makroskopik alanlarda yoğunlaşmış olup hızlı yüzmede etkin faktör olan kuyruk bölgesi kasları, bu kasların kasılma gücü ve bunu sağlayan sinir-kas ilişkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanamamıştır. Yaptığımız bu çalışmada alabalıklarda kuyruğun hızlı hareketini sağlayan kuyruk kaslarının güçlü kasılmasını hedef alarak kuyruk kaslarını ve bu kaslardaki sinir-kas ilişkilerini incelemeyi amaçladık.

## GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamızda materyal olarak; özel bir alabalık üretim merkezinden temin ettiğimiz 12 aylık 20 adet; ortalama 150 gr ağırlığında yetişkin alabalıklar kullanıldı. Bu balıklar Salmonidae familyasına ait kültür balığı olarak ülkemizde en yaygın olan Gökkuşluğu alasıdır (*Salmo irideus gairdneri*-Rainbow Trout).

Alabalığın kuyruk bölgesindeki kasların yapısal özelliklerinin belirlenmesi; sinir telleri ve sinir sonlarının tipleri ve biçimlerinin saptanması için histolojik ve histokimyasal yöntemlerden yararlanıldı. Kuyruk bölgesinde bulunan 7 ayrı kastan - m.suprakarinalis, m.dorsalis lateralis, m.lateralis dorsalis, m.lateralis superfisialis, m.lateralis ventralis, m. ventralis lateralis, m.infrakarinalis - doku örnekleri alındı. Balık canlı iken alınan doku örnekleri çeşitli amaçlar için % 10 formol, formol-alkol, formol-salin ve susa tespit solüsyonlarına konuldular. Alınan kas örnekleri üzerindeki deri yaklaşık 1 saat sonra çıkartıldı. Yeterli zaman tespit sıvılarında kalan örnekler histoloji tekniğine uygun işlemlerden geçirildi. Sonunda, parafin impregnasyonundan geçirilerek bloklandılar. Bloklardan elde edilen 5-7 mikron kalınlığındaki histolojik kesitlerin bir kısmı yapısal özelliklerin belirlenmesi için Crossman'ın üçlü boyama



tekniki (38) ile boyandılar. Ayrıca enine kesitlerden hazırlanan bu preparatlardan kas fibrillerinin çapları mikrometrik oküler yardımıyla saptanmaya çalışıldı.

Kas fibrillerinde mevcut lipid varlığının ortaya konması amacıyla % 10 formol-salin solüsyonunda  $4^{\circ}\text{C}$ 'de tesbit edilen kas parçalarından dondurma mikrotomunda 10-15 mikron kalınlığında kesitler alındı ve Sudan Black-B metodu (39) ile boyandı. Böylece kas fibrillerinin hızlı ya da yavaş kontraksiyon yapmasında kısmen etkili olan hücre içi enerji kaynağı lipidin kasta ve kas fibrillerinde yoğunluğu saptanmaya çalışıldı.

% 10 formol, formol-alkol solüsyonunda tespit edilen kas parçalarından hazırlanan bloklardan elde edilen 7-8 mikronluk kesitler sinir telleri, sinir sonlarının tipleri ve biçimlerini saptamak amacıyla Marsland-Gless'in gümüş impregnasyonu yöntemi (40) kullanılarak boyandılar.

Kas fibrillerinde sonlanan motor sinir sonlarının tiplerini daha kesin bir şekilde saptayabilmek amacıyla sinir sonları çevresinde lokalize olan acetylcholinesterase enzimi (AChE), Gomori metodu (41) ile ortaya çıkarıldı. Bu amaçla alınan kas örnekleri  $4^{\circ}\text{C}$ 'de tamponlu formol tespitinde 24 saat bekletildi. Daha sonra dondurma mikrotomunda 10 mikronluk kesitler alınarak yöntemine uygun olarak boyandılar ve ışık mikroskopunda incelendiler. Gomori metodunda inkubasyon süresi 10-60 dakika iken çalışmamızda bu süre literatür (19) ışığında 180 dakika olarak uygulandı.

## BULGULAR

Alabalığın kuyruk bölgesinde bulunan 7 kastan elde edilen histolojik kesitler üçlü boyama tekniği ile boyanarak incelendiler. Bu bölgedeki kasların segmentlerden (miyomer) oluştuğu ve bu segmentlerin birbirlerinden ince bir bağ doku tabakası (miyoseptum) ile ayrıldığı görüldü (Resim-1). Miyoseptum içersinde bol miktarda yağ hücreleri (Resim-2) ve kan damarlarının (Resim-3) bulunduğu saptandı.

Lateral bölgede derinin hemen altında seyreden m. lateralis superfisialis'in ortalama 16-17 mikron çapta olan kas fibrillerinden oluştuğu ve bu fibrillerin homojen bir yapı oluşturdukları tespit edildi (Resim-3). Fibrillerin çevresinde çok ince bir endomizyum tabakasının varlığı saptandı (Resim-4). Kas fibrillerinin enine kesitlerinde sarkolemin hemen altında yassı biçimli nukleusların yerleşmiş olduğu görüldü (Resim-5). M. lateralis superfisialis'in, horizontal iskelet septumu bölgesinde 2 katman halinde bulunduğu saptandı. Bu katmanların özellikle m. lateralis dorsalis ve m. lateralis ventralis bölgesinde oldukça kalınlaştığı gözlemlendi (Resim-6,7). İkinci katmanda yer alan kas fibrillerinin, derinin hemen altında bulunan birinci katmandaki kas fibrillerinden daha az düzenli bir yapı oluşturdukları görüldü (Resim-6). Bu katmanda değişik sayıdaki kas fibrillerinin bir araya gelerek gruplar oluşturdukları ve bu grupların yağ

hücrelerinden zengin perimizyum karşılığı olan bir bağ dokusu ile sarıldıkları saptandı (Resim-8). M. lateralis superfisialis horizontal iskelet septumunda kalın bir katman oluştururken, horizontal septumun dorsalinde ve ventralinde incelendiği (Resim-9), m.suprakarinalis'in dorsali ile m. infrakarinalis'in ventralinde ise bulunmadığı (Resim-1,10) gözlemlendi.

Alabalığın kuyruk bölgesinde bulunan diğer 6 kasta, kas fibrillerin çoğunluğunun 70-100 mikron çapa sahip oldukları ve bu kas fibrillerinin aralarında orta büyüklükte çapa sahip kas fibrillerinin de yer aldığı görüldü (Resim-11). Suprakarinalis ve infrakarinalis kaslarında miyomerlerin birbirlerine paralel seyrettiği ve miyoseptum ile birbirlerinden ayrıldıkları gözlemlendi (Resim-1,10). M. lateralis dorsalis'le aynı biçime sahip olan m. lateralis ventralis'de miyomerlerin sirküler şekilde yerleşim gösterdikleri (Resim-12), m. ventralis lateralis'le aynı biçime sahip olan m.dorsalis lateralis'de ise miyomerlerin yarım daire tarzında bir yerleşime sahip buldukları saptandı (Resim-13). Bu kaslarda kas fibrillerinin çoğunluğunun büyük çaplı oldukları görüldü. M. lateralis superfisialis'in I.katmanını oluşturan kas fibrillerinde görülen birbirlerine benzer çapta ve homojen yapılaşmanın diğer kas fibrillerinde bulunmadığı, kas fibrillerinin çevresinde yer alan endomizyumun kan damarları yönünden fakir olduğu ve kas fibrillerinin arasında küçük çaplı, üçgen şekilli miyosatellit hücrelerinin mevcut olduğu tespit edildi (Resim-11).

Kuyruk bölgesindeki kasların lipid varlıklarının ortaya konulması amacıyla yapılan preparatlar incelendiğinde kas fibrillerinin içerdikleri lipid miktarlarına göre farklı

reaksiyonlar verdiği görüldü. Bu farklılıklar gözönünde tutularak fazla lipid içeren kas fibrilleri preparatlarda koyu tonda görülürken, diğer kas fibrillerinin lipid içeriği miktarına bağlı olarak orta derecede koyulukta ve açık tonda reaksiyon verdikleri saptandı. Kas fibrilleri arasında bulunan yağ hücreleri de içermiş oldukları nötr yağlardan dolayı siyah renkte gözlendi (Resim-14).

Lipidin miyoseptumda kitleler halinde yağ hücrelerinden ibaret olduğu saptandı (Resim-14). Derinin hemen altında lateral bölgede yer alan m.lateralis superfisialis'i oluşturan küçük çaplı kas fibrillerinde lipidin hücre içersinde homojen şekilde yayılmış iri vakuoller halinde olduğu (Resim-15,16), aynı zamanda bu kas fibrillerinin endomizyumunda (Resim-16) ve perimizyumunda (Resim-17) lipidin bol miktarda bulunduğu saptandı.

M.lateralis superfisialis dışında kalan diğer 6 kasta kas fibrillerinin lipid miktarları açısından farklı reaksiyon verdikleri ve lipidden fakir, büyük çaplı kas fibrillerinin açık tonda boyandıkları görüldü (Resim-18). Bu kas fibrillerinde lipidin oldukça küçük veziküller halinde miyofibriller arasında bulunduğu gözlenirken endomizyum tabakasının da lipid yönünden fakir olduğu gözlendi (Resim-19). Bu kas fibrillerinin aralarında orta büyüklükte çapa sahip olarak saptanan fibrillerin lipid içeriği yönünden küçük çaplı kas fibrillerinden az, büyük çaplı kas fibrillerinden daha çok miktarda lipid içerdikleri saptandı (Resim-19). Ayrıca küçük çaplı üçgen biçimli miyosatellit hücrelerinin de lipidden oldukça zengin olduğu gözlendi (Resim18).

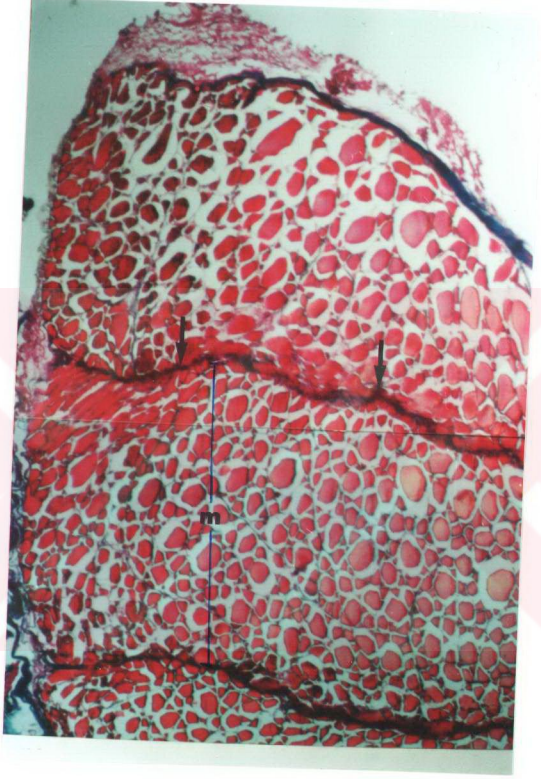
Hücre içinde fazla miktarda lipidin varlığı sayesinde

hücre içi enerji gereksinimi büyük oranda aerobik yolla lipidlerden sağlandığı gözönünde bulundurulduğunda, küçük çaplı kas fibrillerinden oluşan m.lateralis superfisialis'in gerek hücre içinde gerekse hücre dışında bol miktarda lipid içermesiyle kırmızı tip kas fibrillerine benzer özelliklere sahip olduğu saptandı. Aynı şekilde m.lateralis superfisialis dışında kalan diğer 6 kas grubunun büyük çoğunluğunu oluşturan; kan damarları ve lipid içeriği yönünden fakir, büyük çaplı kas fibrillerinin beyaz tip kas fibrillerine benzer morfolojik özelliklere sahip olduğu görüldü. Buna göre m.lateralis superfisialis'i oluşturan kas fibrillerinin kırmızı tip kas fibrillerinden oluştuğu, diğer 6 kas grubunda çoğunluğu oluşturan büyük çaplı kas fibrillerinin ise beyaz tipte; bunların aralarında yer alan orta derecede lipid içeren ve ortalama 35-50 mikron çapa sahip olan fibrillerin de intermediyet tip kas fibrilleri olduğu belirlendi.

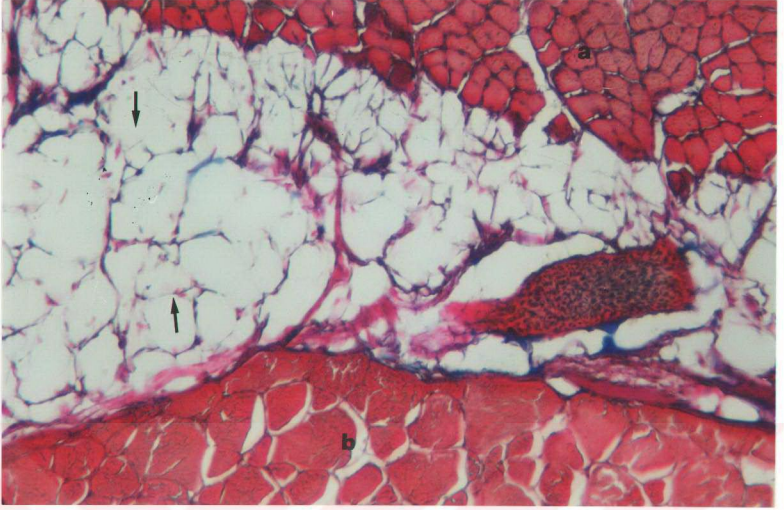
Sinir telleri ve sonlarının tespiti amacıyla alabalığın kuyruk bölgesindeki kaslardan hazırlanan kesitlere uygulanan Marsland-Gless'in gümüş impregnasyonu tekniği sonucunda elde edilen preparatların incelenmesinde m.lateralis superfisialis'de kas fibrillerini innerve eden motor sinir sonlarının, kas fibrili üzerinde tesbih taneleri gibi dizi tarzında sıralandıkları görüldü (Resim-20). M. lateralis superfisialis dışında kalan 6 kas grubundan hazırlanan preparatlarda sinir tellerinin miyoseptumlardan kas fibrillerine doğru demetler halinde dağıldığı ve kas fibrilleri arasında yine demetler halinde seyrettiği gözlemlendi (Resim-21). Endomizyum içersinde seyreden demetlerden ayrılan aksonlardan bir kısmının kas fibrili üzerinde dallanarak birbirlerine yakın noktalarda sonlandıkları tespit

edildi (Resim-22).

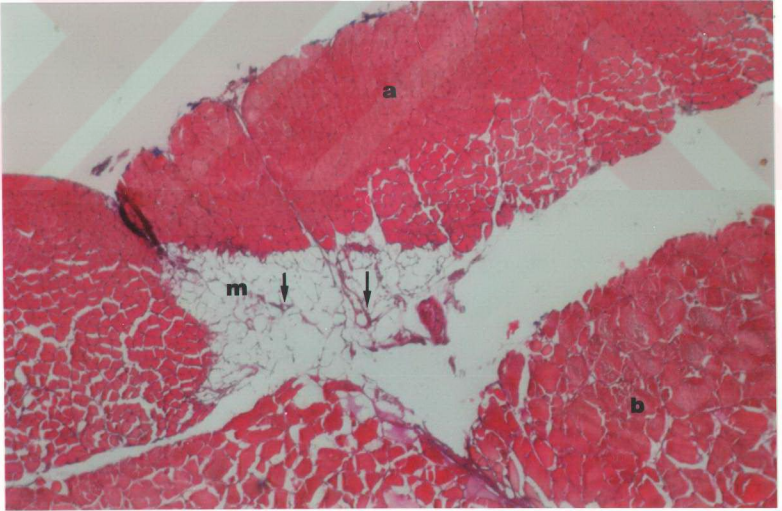
AChE enziminin demonstrasyonu amacıyla Gomori metodu ile yapılan preparatlarda m.lateralis superfisialis'i oluşturan kırmızı kas fibrillerinin birbirine yakın birçok noktadan yassılmış oval şekilli sinir sonları ile innerve edildiği görüldü (Resim-23,24). Böylece gümüşleme ve AChE enzimi demonstrasyonu preparatlarının incelenmesi sonunda alabalıklarda m. lateralis superfisialis fibrillerinin çok noktadan (multiple), end plate tipinde bir innervasyona sahip oldukları tespit edildi. Alabalığın kuyruk bölgesinde m.lateralis superfisialis kası dışında diğer 6 kastan AChE enzimi demonstrasyonu amacıyla hazırlanan preparatlarda beyaz kas fibrillerinin çok noktadan (multiple), end grappe tip sinir sonlarına sahip oldukları gözlemlendi (Resim-25,26). AChE enzimi demonstrasyonu tekniği uygulamaları sonucunda m.lateralis superfisialis dışında kalan kas gruplarında beyaz kas fibrillerinde sarkolem üzerindeki sinir sonları dışında kalan bölgede, endomizyumda da pozitif reaksiyon görüldü (Resim-27). Literatür bilgileri ışığında, bu reaksiyonun endomizyum içersinde bol miktarda bulunan AChE enzimi nedeniyle oluşabildiği düşüncesindeyiz.



Resim-1: M.infrakarinalis'de miyomer (m) ve miyoseptum (ok)  
Üçlü. boy.tek. X 200.

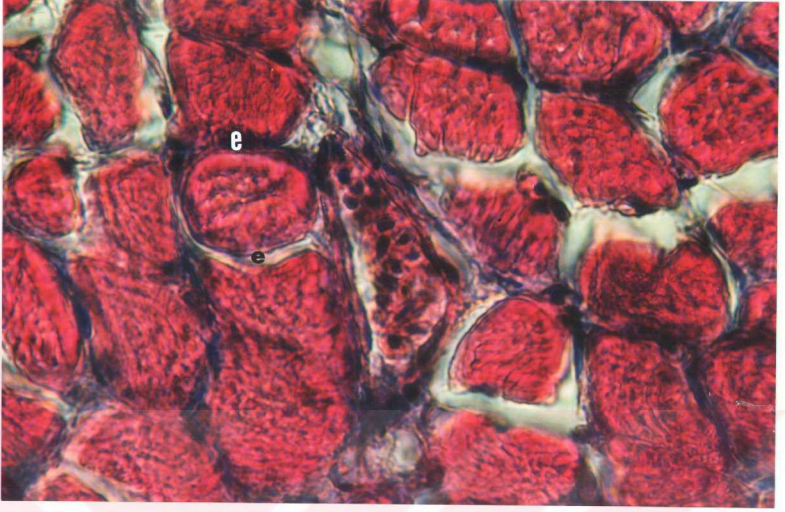


Resim-2: Miyoseptum içinde yağ hücreleri (ok), m.lat.sup.(a) ve m.lat.vent. (b) Üçlü.boy.tek. X 500.

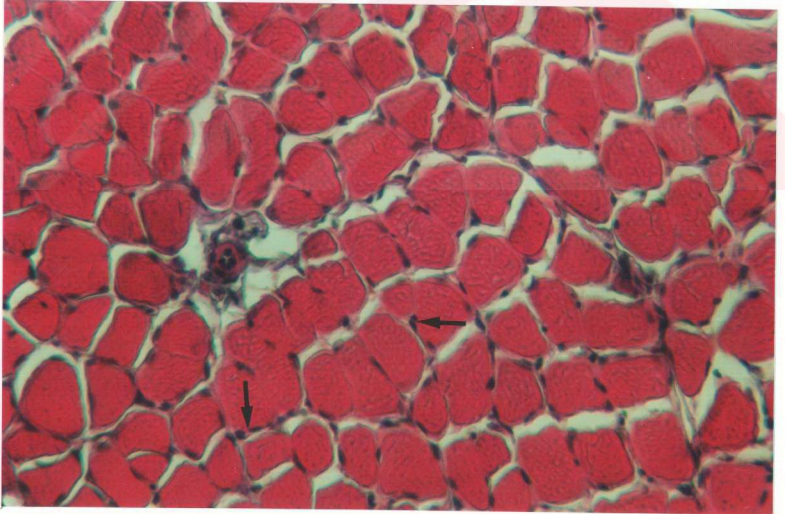


Resim-3: Miyoseptum (m) içersinde kan damarları (ok) m.lat.sup. (a), m.lat.dor.(b). Üçlü.boy.tek. X 200.

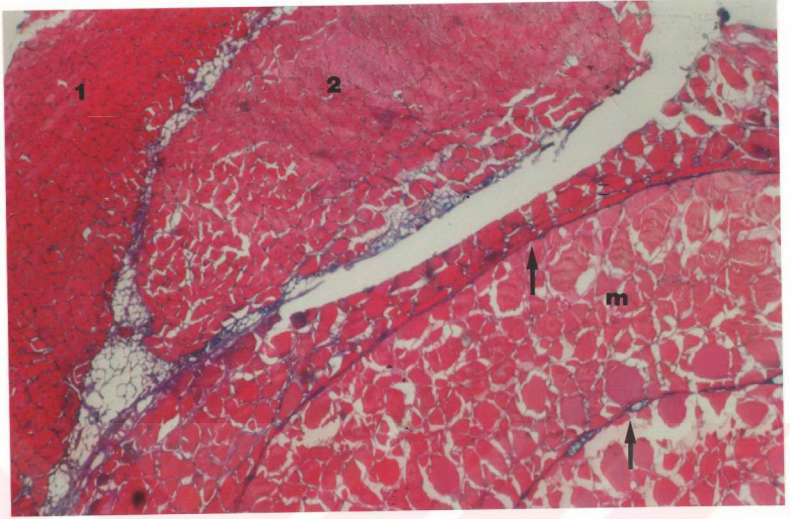




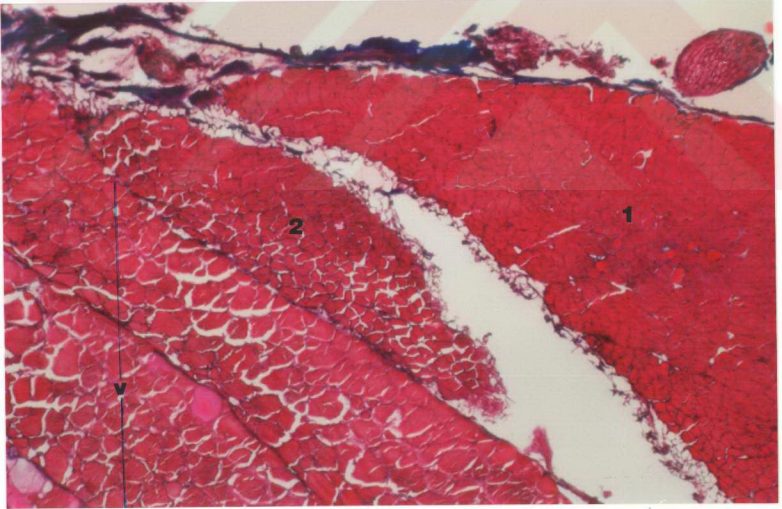
Resim-4: M.lat.sup.'i oluşturan kas fibrilleri çevresinde endomizyum (e) l.boy.tek. X 1600.



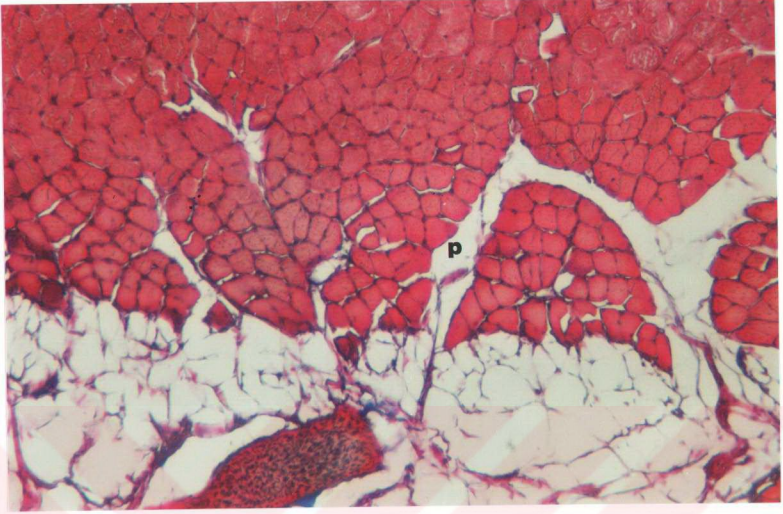
Resim-5: M.lat.sup.'i oluşturan kas fibrillerinin enine kesiti ve sarkolemin hemen altında yer alan nukleuslar (ok) l.boy.tek. X 800.



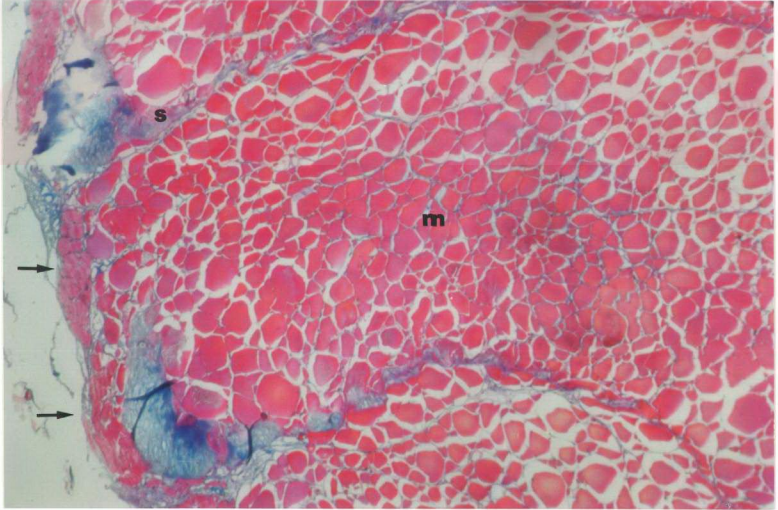
Resim-6: M.lat.dor.'de miyomer (m) ve miyoseptum (ok) ile m.lat.sup.'in birinci (1) ve ikinci (2) katmanları. Üçlü.boy.tek.X200.



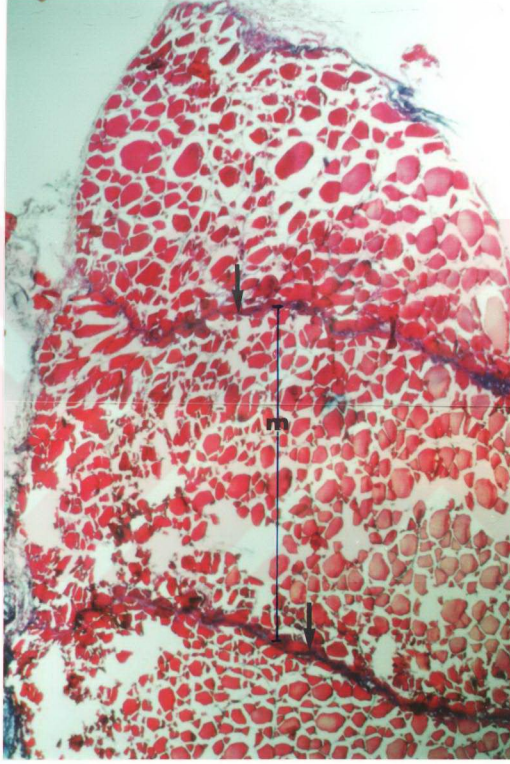
Resim-7: M.lat.vent.'in (v) lateralinde yer alan m.lat.sup.'in iki katman halinde kalınlaşması (1 ve 2). Üçlü.boy.tek. X 200.



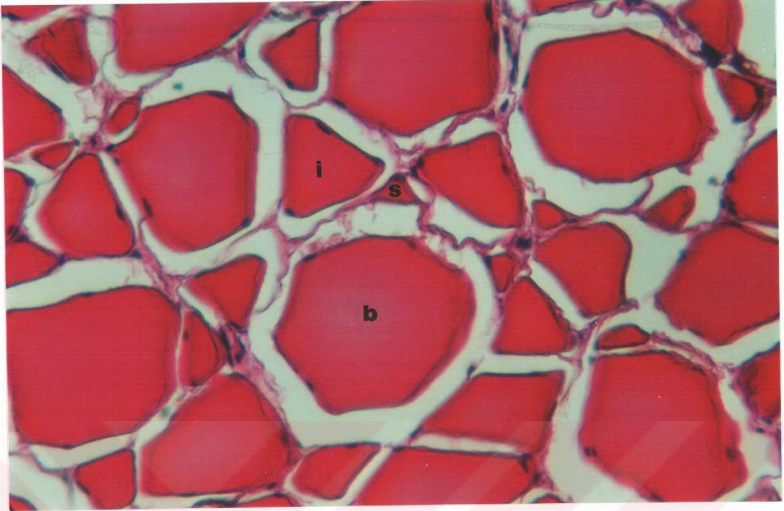
Resim-8: M.lat.sup.'in ikinci katmanı çevresinde yağ hücrelerinden zengin perimizyum (p). Üçlü.boy.tek. X 500.



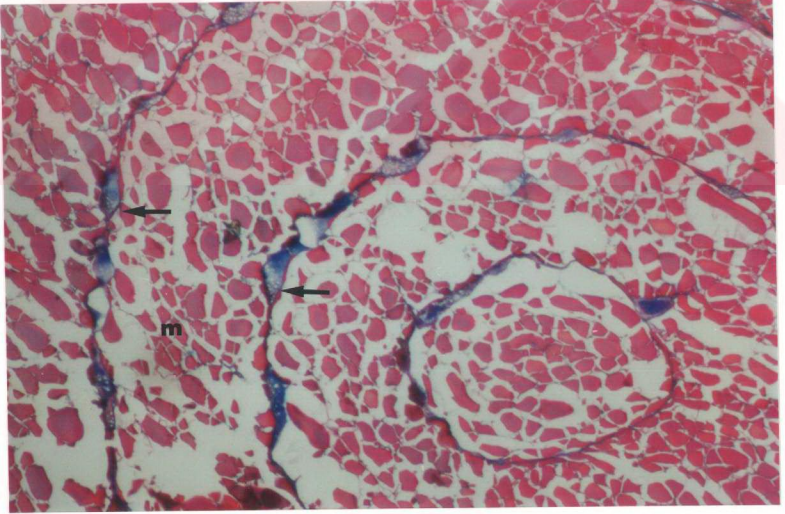
Resim-9: M.dor.lat.'de miyomer (m), miyoseptum (s) ve m.lat.sup. (ok) Üçlü.boy.tek. X 200.



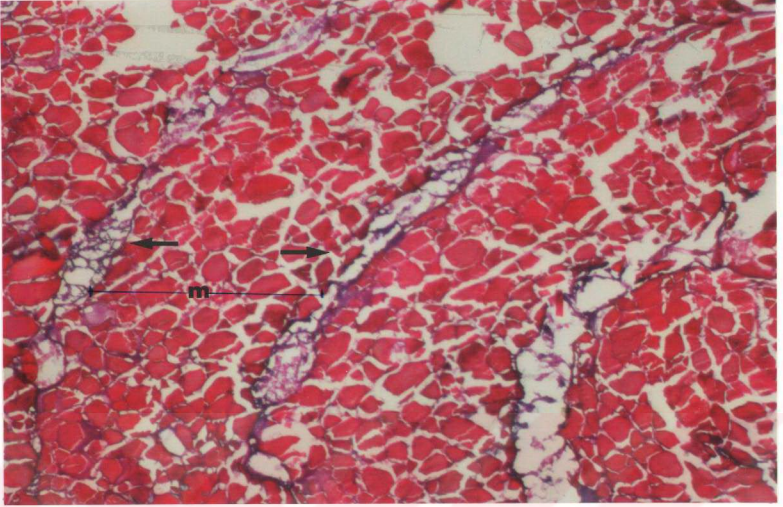
Resim-10: M.suprakarinalis'te miyomer (m) ve miyoseptum (ok)  
üçlü.boy tek. X 200



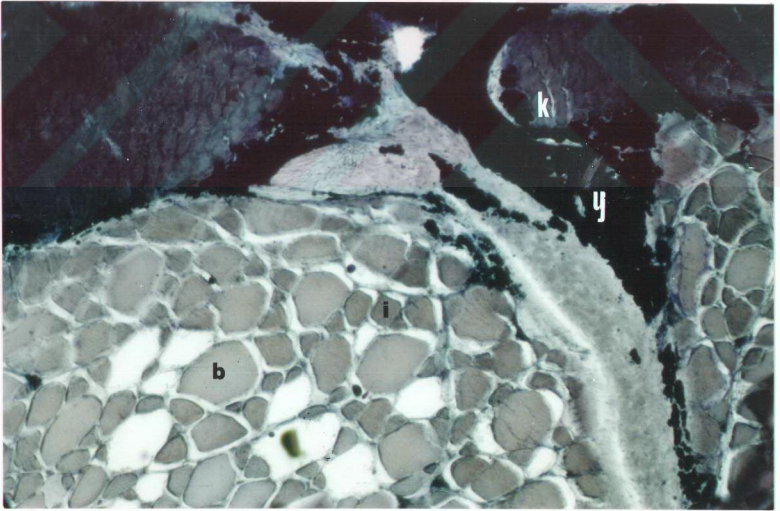
Resim-11: M.vent.lat.'de büyük (b), orta büyüklükte (i) kas fibrili ve üçgen şekilli miyosatellit hücreleri (s) Üçlü.boy.tek. X 900.



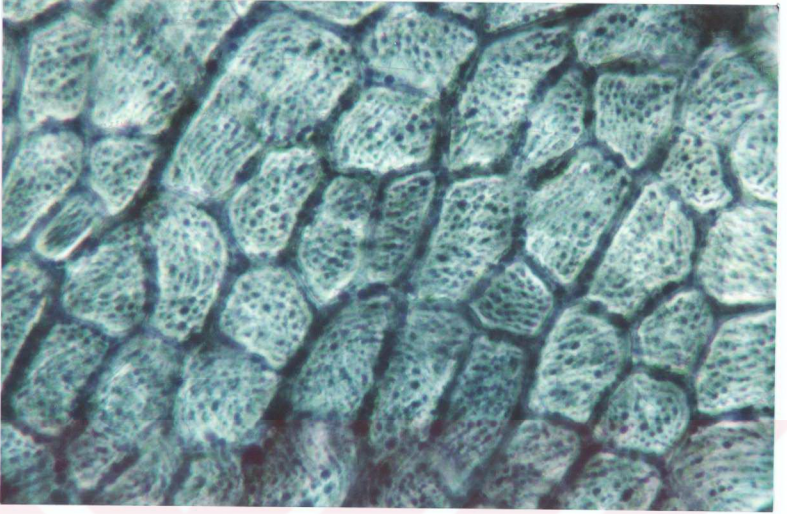
Resim-12: M.lat.dor.'de miyomer (m) ve miyoseptumların (ok) sirküler yerleşimi. Üçlü.boy.tek. X 200.



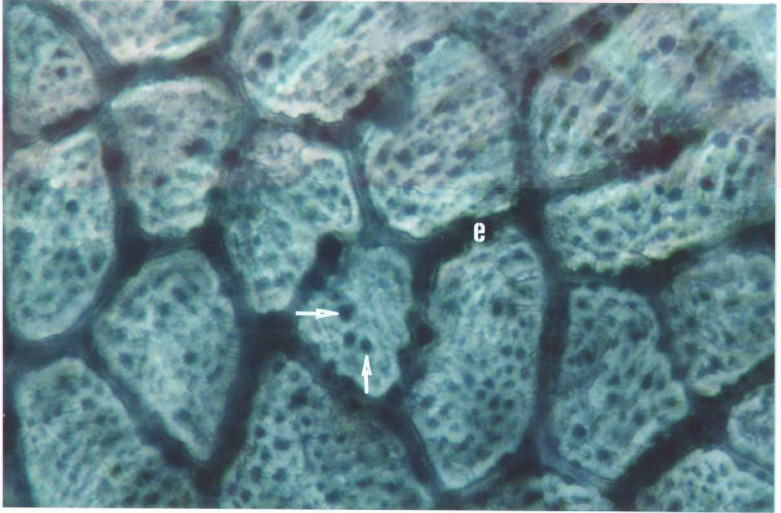
Resim-13: M.vent.lat.'de miyoseptum (ok) ve miyomerlerin (m) yarım daire tarzında yerleşimi.Üçlü.boy.tek. X 200.



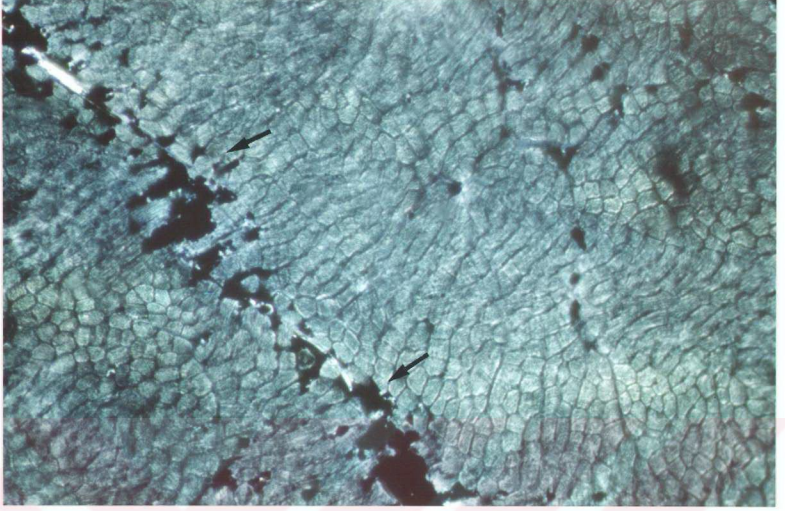
Resim-14: M.lat.sup.'de lipidden zengin kas fib.(k), m.lat.dor.'de lipidden fakir kas fib.(b),orta derecede lipid içerenler (i), miyoseptumda yağ hüc.(y). Sudan Black-B boy.tek. X 200.



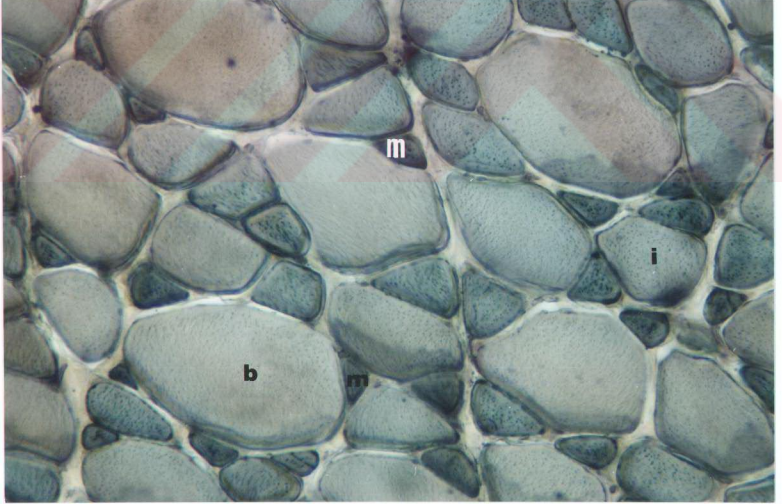
Resim-15: M.lat.sup.'i oluşturan kas fibrilleri.  
Sudan-Black-B boy.tek. X 1250.



Resim-16: M.lat.sup.'de lipid vakuolleri (ok) ve  
endomizyumda lipid (e) Sudan-Black-B boy.tek. X 2500.

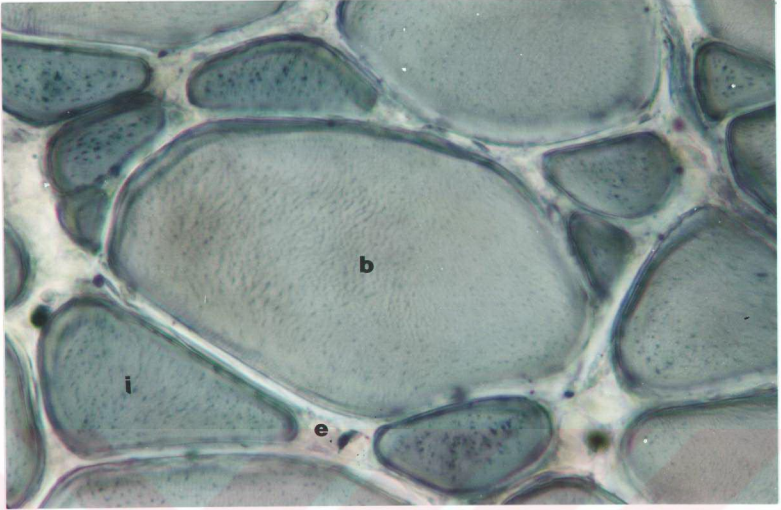


Resim-17: M.lat.sup.perimizyumda lipid (ok).  
Sudan-Black-B boy.tek. X 200.

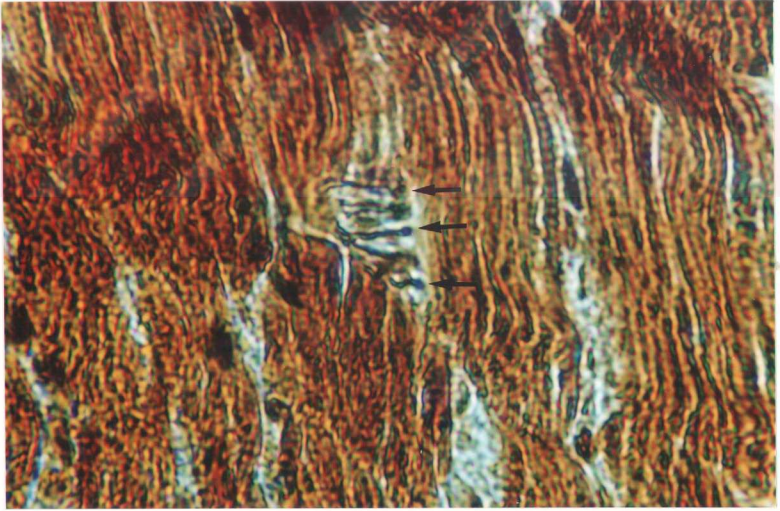


Resim-18: M.lat.vent.'de lipiddenden fakir büyük çaplı kas fib.(b)  
orta çaplı kas fib. (i), miyosatellit hücreleri (m).  
Sudan Black-B boy.tek. X 500.





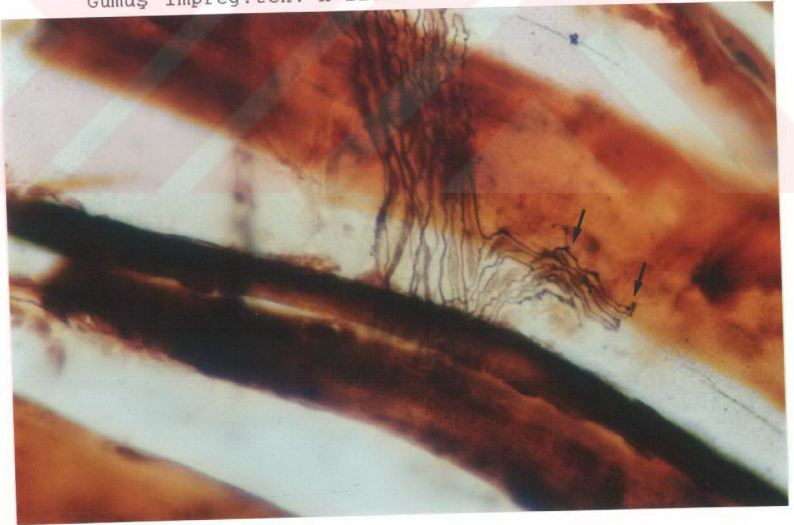
Resim-19: M.lat.vent.'de büyük çaplı kas fib.(b),orta çaplı kas fib.(i) ve endomizyum (e).Sudan Black-B boy.tek.X 1500.



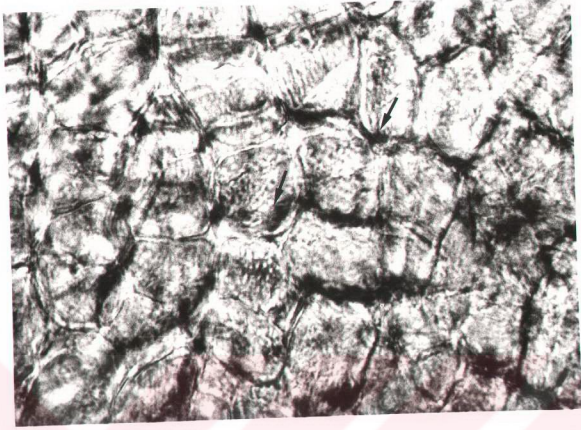
Resim-20: M.lat.sup.'i innerve eden motor sinir sonları (ok) Gümüş impreg.tek. X 3000.



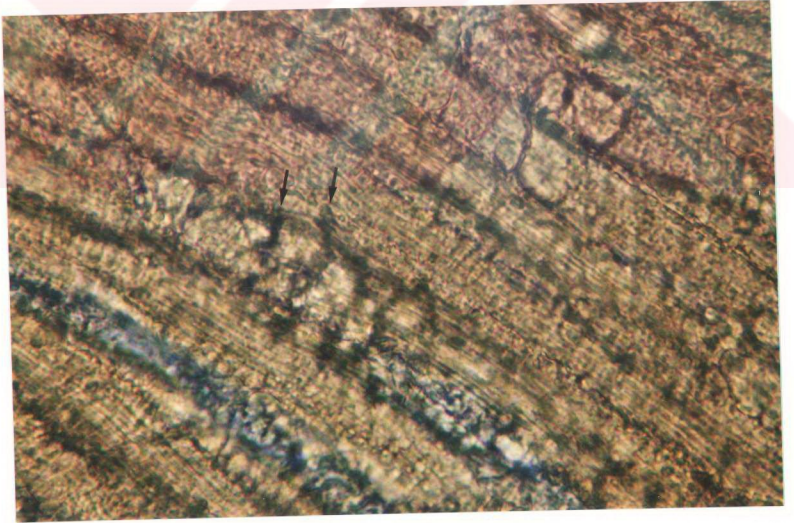
Resim-21: M. vent.lat.'de sinir tellerinin (t) myoseptumdan (m) kas fibrillerine demetler halinde dağılması ve demetler halinde kas fibrilleri arasında seyri (s). Gümüş impreg.tek. X 1250.



Resim-22: M.lat.vent.'in endomizyumunda seyreden sinir teli demetlerinden ayrılan aksonların bir kısmının kas fib. üzerinde sonlanmaları(ok).Gümüş impreg.tek.X 1500.



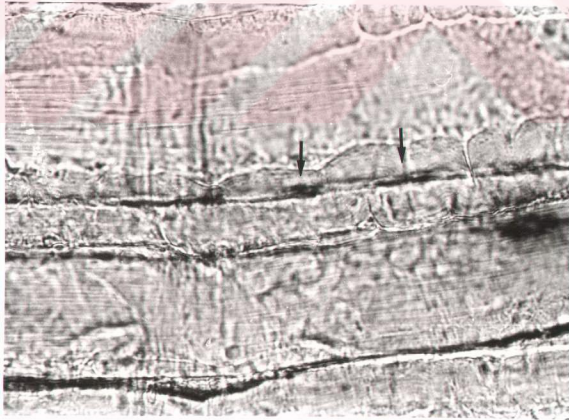
Resim-23: M.lat.sup.'in enine kesitinde sinir sonları (ok).  
AChE demons. X 700.



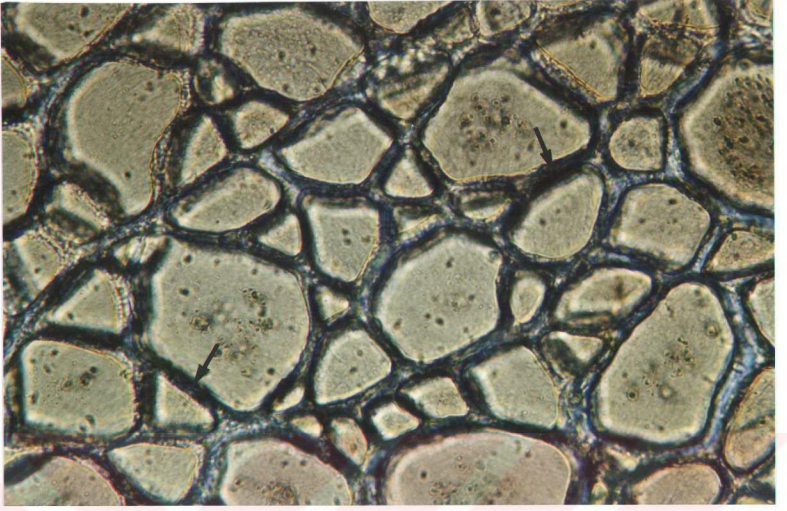
Resim-24: M.lat.sup.'in uzunlamasına kesitinde sinir sonları(ok)  
AChE demons. X 1000.



Resim-25: M.lat.dor. enine kesitinde büyük çaplı kas fibrillerinde görülen end grappe tip sonlanmalar (ok) AChE demons. X 850.



Resim-26: M.lat.vent.'in uzunlamasına kesitinde end grappe tip sonlanmalar (ok). AChE demons. X 700.



Resim-27: M.dor.lat.'in enine kesitinde endomizyumda AChE enziminin varlığı (ok) AChE demons. X 500.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Balıklarda kas fibrillerinin özellikleri ve sinir-kas ilişkisi üzerinde çalışmalar yapan bazı araştırmacılar (20,23,24, 26) incelemelerini genellikle çalışmamızda tercih ettiğimiz gibi balığın kuyruk bölgesi kasları üzerinde yoğunlaştırmışlardır.

Alabalığın kuyruk bölgesini oluşturan hipoksial ve epaksial kaslar (m.suprakarinalis, m.dorsalis lateralis, m. lateralis dorsalis, m.lateralis ventralis, m.ventralis lateralis, m.infrakarinalis, m.superficialis) ve bu kasları oluşturan miyomer ve miyoseptumların yapısal özellikleri üzerindeki bulgularımız klasik kitaplarda (5-8,11,12) yer alan bilgiler ile aynı doğrultudadır.

Klasik kitaplarda (13-15) memeli hayvanların iskelet kası dokusunun histokimyasal teknikler ile yapısal ve fonksiyonel özellikleri gözönünde tutularak 3 tip kas fibrilinden, Tip I (kırmızı), Tip IIa (intermediyet), Tip IIb (beyaz) olduğu belirtilmiştir. Balıklarda iskelet kas dokusunun histokimyasal ve ultrastruktürel özellikleri üzerinde incelemeler yapan pek çok araştırmacı (18-22) yaptıkları çalışmalarda kas fibrillerini kırmızı, beyaz, intermediyet ve tonik kas fibrilleri olarak 4 grupta toplamışlardır. Kılarski ve Kozłowska (23) teleost balığı ile yaptıkları çalışmada kas fibrillerini kırmızı, beyaz, intermediyet, transizyonal ve tonik olarak sınıflandırmışlardır.

Patterson ve Goldspink(24) ise coalfish ile yaptıkları çalışmada iki temel kas fibril tipi üzerinde durarak bunları kırmızı ve beyaz olarak belirtmişlerdir. Biz de ışık mikroskopik düzeyde histolojik ve histokimyasal yöntemlerle alabalıklarda kas fibrillerinin kırmızı, beyaz ve intermediyet tipte olduğunu saptadık.

Klasik kitaplarda (5-9) balıklarda siyah et olarak adlandırılan m.lateralis superfisialis'in özellikle kuyruk bölgesi enine kesitlerinde üçgen şeklinde yerleşim gösterdiğinin belirtilmesi, bizim bulgularımızı destekler durumdadır. Pek çok araştırmacı (18-23) yaptıkları çalışmalarda m.lateralis superfisialis kas fibrillerinin, lateral bölgede derinin hemen altında, dar ince bir katman halinde lokalize olduğunu ve bu katmanın horizontal septum düzeyinde kalınlaştığını belirtmişlerdir. Biz de incelediğimiz preparatlarda aynı durumu saptamakla birlikte m.lateralis superfisialis kas fibrillerinin horizontal iskelet septumu bölgesinde yoğunlaşarak, iki katman oluşturduklarını gözledik. Kılarski ve Kozłowska (23) teleost balığında m.lateralis superfisialis fibrillerinin miyotomun dorsal ve ventralinde monofibril katmanı oluşturduklarını belirtmişlerdir. Ancak biz çalışmamızda alabalıkta horizontal septum bölgesinden dorsal ve ventral yönde uzaklaştıkça m.lateralis superfisialis'in oldukça incelendiğini ve m.infrakarinalis ile m.suprakarinalis bölgelerinde ise bu tür kas fibrillerinin bulunmadığını saptadık.

Alabalıklarda lateralis superfisialis kas fibrillerinin hemen hepsinin aynı kalınlıkta ve yaklaşık 16-17 mikron çapa sahip bulduklarını tespit ettik. Ancak Kılarski ve Kozłowska

(23) teleost balığında aynı tür kas fibrillerinin çaplarını 21-46 mikron olarak belirtmişlerdir.

Klasik kitaplarda (13-15) memeli hayvanlarda yavaş kontraksiyon yapan, yorulmaksızın uzun süre çalışabilen kırmızı kas fibrillerinin aerobik metabolizmaya sahip oldukları, yağ asitlerini primer enerji kaynağı olarak kullandıkları ve yüksek ATP-ase aktivitesi gösterdikleri belirtilmektedir. Çalışmamızda Sudan-Black-B metodu uyguladığımız preparatlarda *lateralis superfisialis* kas fibrillerinin lipid yönünden zengin olduklarını tespit ettik.

Te Kronnie ve arkadaşları (25) dikenli balık ile yaptıkları çalışmada kırmızı kas fibrillerinin yok denecek kadar az sayıda olduğunu ve bu fibrillerin intermediyet fibriller arasında yerleşim gösterdiğini saptamışlardır. Çalışmamızda dikenli balıkta saptanan bu durumdan oldukça farklı olarak *m.lateralis superfisialis*'in klasik kitap bilgileri (5-9) ve bu konuda çalışan araştırmacıların (18-23) bulguları doğrultusunda kırmızı kas fibrillerinden oluştuğunu tespit ettik.

Memeli hayvanlarda kırmızı kas fibrillerine yaklaşan motor sinir tellerinin bir çok kola ayrıldığı, bu kollardan herbirinin kas fibrili yüzeyinde birbirinden uzak noktalarda hafif şişkinlikler ile sonlandığı belirtilmiştir (17). Çalışmamızda alabalıklarda kırmızı kas fibrillerinin birden fazla akson tarafından end plate tipte ve multiple sinir sonlarına sahip olduğunu saptadık.

Sağlam ve Özer (16) tavuk ve bıldırcın kanat kaslarından anterior latissimus dorsi (ALD) ve posterior latissimus dorsi (PLD) ile çalışarak ALD kasının sadece yavaş



çalışan beyaz kas fibrillerinden, PLD kasının ise hem hızlı (kırmızı) hem yavaş (beyaz) çalışan kas fibrillerinden oluştuğunu saptamışlardır. Hızlı kontraksiyon yapan kırmızı kas fibrillerinin genellikle tek bir noktadan tek bir sinir sonu ile end plate tipinde innerve edildiğini bildirmişlerdir. Bizim kırmızı kas fibrillerinde saptamış olduğumuz sonlanma tipi kanatlıların kırmızı kas fibrillerindeki end plate tip sonlanma biçimiyle benzerlik göstermekle birlikte, kanatlılarda bu kas fibrilleri hızlı kontraksiyon yaparken alabalıklarda yavaş kontraksiyon yapmaktadırlar. Birçok araştırmacının (10,18,21, 23,24,28,29) da belirttiği gibi balıklarda kırmızı kas fibrilleri yavaş kontraksiyon yapmalarıyla kanatlıların kırmızı kas fibrillerinden ayrılmaktadır. Ayrıca kanatlılardaki hızlı kontraksiyon yapmaya ilave olarak saptamış olduğumuz, alabalıkların kırmızı kas fibrillerinin birden fazla (multiple) sinir sonuyla innerve olması bulgumuz bir başka farklılığı oluşturmaktadır. Sağlam (42) ağağkakanın boyun kaslarından m.biventer cervicis, m.rectus capitis dorsalis ve m.rectus capitis lateralis'te bulunan kas mekikleri üzerinde çalışarak, motorik ve sensorik sinirlerin mekik içi kas fibrillerindeki sonlanmalarını incelemiş, motor aksonun birçok kollara ayrıldığını, bu kollardan her birinin bir kas fibrili üzerinde sonlandığını saptamıştır. Biz çalışmamızda m.lateralis superfisialis'te kırmızı kas fibrillerinin birden fazla akson tarafından innerve edildiklerini tespit ettik.

Mos ve arkadaşları (19), teleost balığının axial iskelet kas fibrillerinde AChE reaksiyonunu ve acetylcholine reseptörlerini saptayarak kırmızı kas fibrillerinin birçok küçük

end plate'lerden ibaret zincir şeklinde bir innervasyona sahip olduklarını belirtmişlerdir. Patterson ve Goldspink (24) coalfish ile yaptıkları çalışmada kırmızı kas fibrillerinin multiple innervasyona sahip olduklarını belirterek, kırmızı kas fibrilleri üzerinde sıraya dizilmiş biçimde bulunan sinir sonlarının komşu kas fibrilleri ile de ilişkili olduğunu saptamışlardır. Korneliussen (21) farklı tipte kas fibrillerindeki motor sinir sonlarının ince yapısını atlantik hagfish ile çalışarak kırmızı kas fibrillerinde innervasyonun 1-2 axonun fibril uzunluğunca dallanmasıyla gerçekleştiğini belirterek innervasyon tipini "en passage" olarak tanımlamıştır. Bergman (28) deniz atı ile yaptığı çalışmada kırmızı kas fibrillerinin yavaş kontraksiyon yapma yeteneğinde olduğunu ve multiple tipte bir innervasyonun bulunduğunu belirterek sinir sonlarının kas fibrili yüzeyinde derin olmayan çukurluklarda yer aldığını saptamıştır. Takeuchi (29) brachydonio rerio balığı ile çalışarak, yavaş çalışan kırmızı kas fibrillerinin end grappe tip sinir sonlarına sahip olduklarını belirtmiştir. Nishihara (10) carassius auratus balığıyla yaptığı çalışmada kırmızı kas fibrillerinde multiple innervasyon bulunduğunu, ancak sinir sonlarının end grappe ya da end plate olarak tiplendirmeler yapılmaksızın kas fibrili ile arasında yer alan miyonöyral ileti bölgesinin düz bir alan oluşturduğunu bildirmiştir. Yaptığımız incelemelerde kırmızı kas fibrillerinin bol miktarda lipid içerdiklerini, kapillar damardan zengin olduklarını, bunlara bağlı olarak kas fibrillerinin enerji kaynaklarını aerobik yolla lipidlerden sağladıklarını ve yavaş kontraksiyon yaptıklarını, çaplarının yaklaşık 16-17 mikron olduğunu saptadık. Ayrıca bir kırmızı kas fibriline birden fazla

sinir telinin geldiğini ve birbirine yakın birçok noktadan yassılmış oval şekilli sinir sonları ile end plate tipte bir innervasyonun mevcut olduğunu tespit ettik.

Klasik kitaplarda (13-15) memeli hayvanlarda Tip II olarak belirtilen kas fibrillerinin, iki alt gruba ayrılarak hızlı fakat kısa süreli kontraksiyon yapan kas fibrillerinden oluştuğu belirtilmektedir. Tip II-a kas fibrillerinin oksidatif-glikolitik yolla enerji sağlayan intermediyet, Tip II-b kas fibrillerinin ise glikolitik yolla enerji sağlayan beyaz kas fibrilleri olduğu ifade edilmektedir. Biz de çalışmamızda alabalıkların kuyruk bölgesinde m.lateralis superfisialis kas fibrilleri dışında kalan kas fibrillerinin çoğunluğunun kalın çaplı, az miktarda lipid içeren, kapillar damarlardan fakir, beyaz tip kas fibrillerinden oluştuğunu saptadık. Bu bulgumuz değişik balıklarda incelemeler yapan pekçok araştırmacı (18-30) tarafından desteklenmektedir.

İnce yapı düzeyinde çalışmalar yapan araştırmacılar (22,26) beyaz kas fibrillerinin mitokondriyonlarının az sayıda ve az gelişmiş kristalara sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bazı araştırmacılar (18,23,26) balıklarda beyaz kas fibrillerinin SDH negatif reaksiyon gösterdiğini gözlemişlerdir. Klasik kitaplarda (13-15) memeli hayvanlarda beyaz kas fibrillerinin kapillar damar ağı yönünden fakir oldukları ve anaerobik bir metabolizmaya sahip oldukları belirtilmiştir. Biz de yaptığımız yağ boyamasıyla beyaz kas fibrillerinin az miktarda lipid içerdiğini saptadık. Bu da bize beyaz kas fibrillerinin primer enerji kaynağı olarak lipidleri kullanmadıklarını göstermektedir. Ayrıca çalışmamızda beyaz kas fibrillerinin kapillar damar yönünden oldukça fakir

olduğunu da tespit ettik.

Intermediyet fibrillerin balıklarda kırmızı ile beyaz kas fibrilleri arasında özellikle miyokomata hizasında kalın bir katman oluşturduğu belirtilmiştir (18,23). Kırmızı kas fibrillerinin bulunmadığı dikenli balıkta intermediyet tip fibrillerin iki alt tipinin mevcut olduğu ve lateral bölgede miyokomata hizasında üçgen şekilli bir grup oluşturduğu belirtilmektedir (25). Biz çalışmamızda bu kas fibrillerinin beyaz kas fibrilleri arasında ortalama 35-50 mikron çapa sahip ve kırmızı kas fibrillerinden az, beyaz kas fibrillerinden daha fazla miktarda lipid içerdiklerini saptadık.

Powel ve arkadaşları (32)'nin *Salmo gairdneri* balığı ile Zawadowska ve Kilariski (18)'nin teleost balığında yaptıkları çalışmalarda miyotom içersinde beyaz ve intermediyet tip kas fibrillerinden başka oldukça küçük çaplı üçgen şekilli miyosatellit fibrillerinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Dellmann (14) genç rat ve farelerde miyosatellit hücrelerini genç kas hücreleri olarak tanımlamıştır, biz de incelediğimiz preparatlarda beyaz kas fibrillerinin aralarında oldukça küçük, üçgen şekilli miyosatellit hücrelerini saptadık.

Pekçok araştırmacı (10,18-21,23,28,29) balıklarda beyaz kas fibrillerinin hızlı yüzmede, ani ve ileri fırlama şeklindeki yüzmelerde etkili olduğunu belirtmekle birlikte Walker (27) coalfish ve cod balığı ile yaptıkları çalışmada beyaz kas fibrillerinin hem hızlı hem de orta dereceli hızla yüzmede etkili olduğunu bildirmiştir. Histolojik ve histokimyasal metodları uygulayarak hazırladığımız preparatlarda beyaz kas fibrillerinin innervasyon şeklinin multiple, end grappe tipte olması ve AChE

aktivisinin endomizyum içersinde de geniş bir sahada görülmesi sebebiyle beyaz kas fibrillerinin hızlı kontraksiyon yapabilme yeteneğinde olduğunu saptadık.

Walker'in (27) coalfish ve cod balıklarında beyaz kas fibrillerinin miyotomdaki en kalın çaplı fibriller olduğunu belirtmesi bizim bulgularımızı desteklemektedir. Aynı araştırmacı tarafından beyaz kas fibrillerinin çapları 48-72 mikron olarak saptanmıştır. Ancak çalışmamızda alabalıkta kuyruk kaslarında beyaz kas fibrillerinin çaplarının ortalama 70-100 mikron arasında değiştiğini belirledik.

Memeli hayvanlarda hızlı kontraksiyon yapan beyaz kas fibrillerinin sadece birer noktadan, pek ender olarak da iki noktadan motor plak biçiminde sinir sonları aldığı belirtilmiştir. Bu alana gelen sinir telinin birçok kollara ayrıldığı, bu kolların sözü edilen alan içinde anastomozlaşarak sonlandığı ve sinir telinin kas fibriline yaklaştığı kısımlarda sarkolemin kas fibirili içine doğru invaginasyonlar yaptığı ifade edilmiştir (17). Çalışmamızda alabalığın kuyruk bölgesi kaslarında çoğunluğu oluşturan hızlı kontraksiyon yapabilme yeteneğindeki beyaz kas fibrillerinin birden fazla sinir telinin birbirine yakın end grappe tipte ve multiple innervasyona sahip olduklarını tespit ettik.

Kanatlı hayvanlarda yavaş fakat uzun süreli kontraksiyon yapan beyaz kas fibrillerinin, hızlı çalışanların aksine birçok noktadan end grappe tipte sinir sonları ile innerve olduğu belirtilmektedir (16,17). Kanatlılarda beyaz kas fibrillerinin end grappe tipte sinir sonu alması, bizim çalışmamızı destekler biçimde görülüyorsa da, kanatlılarda bu kas

fibrillerinin yavaş kontraksiyon yapması fonksiyonel farklılığı oluşturmaktadır.

Patterson ile Goldspink (24) coalfish ile yaptıkları çalışmada beyaz kas fibrillerinin fibril uzamınca birbirinden uzak bir dağılım gösteren farklı sayıda sinir sonları ile multiple innervasyona sahip olduklarını saptamışlardır. Kılarski ve Kozłowska (26) dikenli balıkta beyaz kas fibrillerinin, nöromusküler ileti bölgesindeki motor sinir telleri tarafından sirküler bir şekilde sarıldığını tespit etmişlerdir. Tek bir beyaz kas fibrilinde birçok motor sinir sonu bulunabildiğini ve motor sinir sonunun sarkolem içersine gömülmüş olduğunu belirtmişlerdir. Korneliussen (21) atlantik hagfish ile yaptığı çalışmada, beyaz kas fibrillerinin bir uçtan oldukça yassı biçimde ve end plate tipte sinir sonlarıyla innerve olduğunu saptamıştır. Bergman (28) deniz atı ile yaptığı çalışmada hızlı kontraksiyon yapma yeteneğinde olan beyaz kas fibrillerinin multiple innervasyona sahip olduğunu belirtmiş, ancak sinir sonlarının tipi üzerinde herhangi bir ayrıntıya değinmemiştir. Takeuchi (29) brachydanio rerio balığında hızlı çalışan beyaz kas fibrillerinin end grappe tipte sinir sonlarına sahip olduğunu belirtmiştir. Nishihara (10) carassius auratus balığıyla yaptığı çalışmada beyaz kas fibrillerinin multiple sinir sonlarına sahip olduklarını, sinir sonu ile kas fibrili arasında yer alan nöromusküler ileti bölgesinin düz bir alan oluşturduğunu bildirmiştir. Sinir sonlarının end grappe ya da end plate tipte olup olmadığı ayrıntısına ise bu çalışmada değinilmemiştir. Mos ve arkadaşları (19) teleost balığında beyaz kas fibrillerinin birden fazla sinir sonu ile end plate tipte bir innervasyona

sahip olduklarını ve tek bir end plate'in iki komşu kas fibrilini innerve edebildiğini belirtmişlerdir. Beyaz kas fibrilleri çevresinde sinir sonu bulunmayan kısımlarda da AChE pozitif reaksiyon veren alanlar saptamışlardır. Beyaz kas fibrillerinde sarkolem çevresinin AChE pozitif reaksiyon vermesi beyaz kas fibrillerinin sadece aktif end plate bölgelerinde AChE enzimini içermediği ve bu enzimin tüm endomizyum içersinde bol miktarda bulunabileceği üzerinde durmuşlardır. Yaptığımız incelemelerde alabalıklarda kuyruk kaslarında beyaz kas fibrillerinde birbirine yakın end grappe tipte multiple innervasyonun bulunduğunu saptadık. Saptamış olduğumuz multiple innervasyon tipi Patterson ile Goldspink (24), Bergman (28), Nishihara (10) ve Mos ile arkadaşları (19) tarafından da desteklenmektedir. Çalışmamızda sinir sonlarını beyaz kas fibrili üzerinde birbirine yakın noktalar halinde saptamamıza rağmen Patterson ve Goldspink'in (24) coalfish ile yaptıkları çalışmada sinir sonlarının beyaz kas fibrili uzamınca birbirinden uzak bir dağılım gösterdiğini saptamışlardır. Takeuchi (29) brachydanio rerio balığında beyaz kas fibrillerinin end grappe tipte sinir sonlarına sahip olduğunu belirtmesi bulgularımızı destekler durumdadır. Mos ve arkadaşlarının (19) teleost balığında beyaz kas fibrillerinde saptamış oldukları end plate tip sonlanma bizim bulgularımıza ters düşmekle birlikte beyaz kas fibrilleri çevresinde sinir sonu bulunmayan kısımlarda saptamış oldukları AChE pozitif reaksiyon veren alanları biz de çalışmamızda gördük.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulguları literatür bilgileri ışığında değerlendirdiğimizde:

- a) Lateral bölgede derinin hemen altında seyreden

m.lateralis superfisialis'in birbirine benzer çapta olan kırmızı kas fibrillerinden oluştuğunu ve horizontal iskelet septumu bölgesinde 2 katman halinde bulunduğunu saptadık.

b) Alabalığın kuyruk bölgesinde bulunan diğer 6 kas grubundaki kas fibrillerinin çoğunluğunun kalın çaplı beyaz kas fibrillerinden oluştuğunu, aralarında intermediyet tip fibriller ile miyosatellit hücrelerinin yer aldığını tespit ettik.

c) M.lateralis superfisialis'i oluşturan kırmızı kas fibrillerinin lipidden oldukça zengin, beyaz kas fibrillerinin ise fakir olduğunu saptadık.

d) M.lateralis superfisialis'i oluşturan kırmızı kas fibrillerinin birbirine yakın birçok noktadan (multiple) yassılmış oval şekilli sinir sonları ile end plate tipte innervasyonla yavaş fakat uzun süreli kontraksiyon yapabilme özelliğine sahip olduğunu tespit ettik.

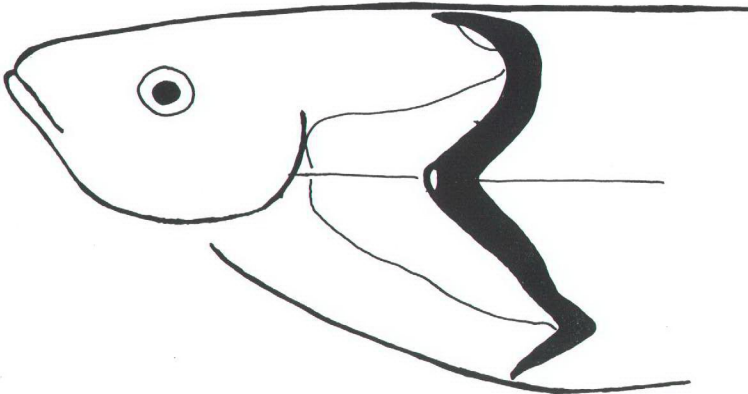
e) Alabalıkta m.lateralis superfisialis dışında kalan diğer kuyruk kaslarında yaygın olarak bulunan beyaz kas fibrillerinin ise, çok noktadan (multiple) end grappe tipte sinir sonları ile innerve olduğunu hızlı, kısa süreli kontraksiyon yapabilme özelliğine sahip olduklarını gördük. Ayrıca sadece beyaz kas fibrillerinde sinir sonları dışında kalan bölgelerde endomizyumun AChE pozitif reaksiyon verdiğini saptadık. Endomizyum içersindeki AChE enziminin yüksek oranda bulunması bize uyarımların sinir tellerinden kas fibrillerine çok daha sık ve hızlı iletildikleri fikrini vermektedir. Bu sayede alabalıklarda kuyruk bölgesinde yoğun olan beyaz kas fibrillerinin kısa süreli fakat hızlı kontraksiyon yapabilme özelliğine sahip olmaları nedeniyle, kuyruğun hızlı ve güçlü hareket edebildiğini düşünmekteyiz.



## EKLER



Ek-1: Çalışmamızda kullandığımız, Salmonidae familyasına ait Gökkuşaağı alası (*Salmo irideus gairdneri*).



Ek-2: Salmonidae familyasında miyomer yapısı.

Ek-3:1-M.suprakarinalis

2-M.dorsalis lateralis

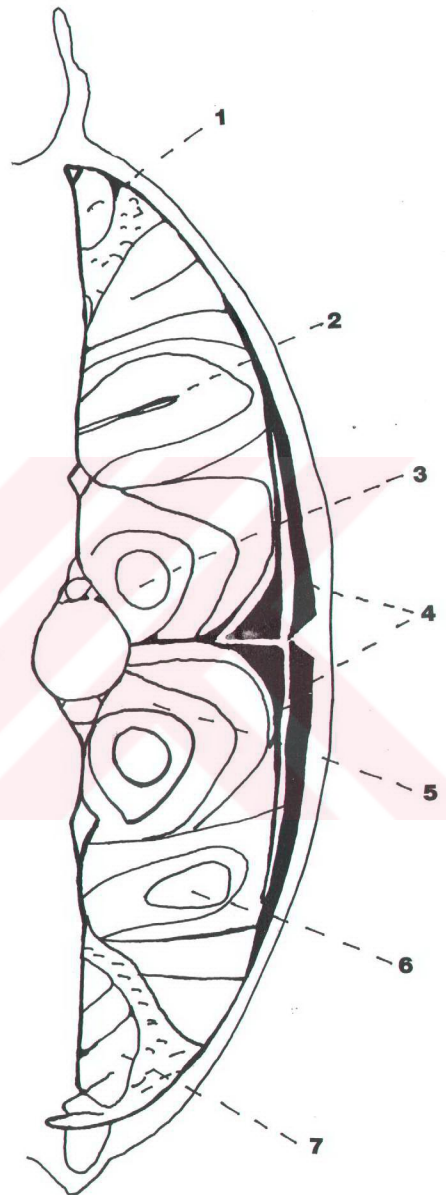
3-M.lateralis dorsalis

4-M.lateralis superficialis

5-M.lateralis ventralis

6-M.ventralis lateralis

7-M.infrakarinalis



## KAYNAKLAR

- 1- ERENÇİN, Z.: Alabalık Yetiştiriciliği, Ankara Üniv.Vet.Fak.Halk Yayın., Ankara Üniv, Basımevi, Ankara, 1974, 5-7.
- 2- ERENÇİN, Z.: Av Hayvanları ve Av, Ankara Üniv.Vet.Fak.Yayın.: 338, Ders Kitabı: 238, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara, 1977, 12-17.
- 3- ERENÇİN, Z.: Su Ürünleri Denizler-İç Sular, Ankara Üniv.Vet.Fak. Yayın.: 305, Ders Kitabı: 206, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara, 1974, 69-72.
- 4- EKİNGEN, G.: Su Ürünleri ve Balıkçılık, Ankara Üniv.Vet.Fak. Yayın.: 32, Ders Kitabı: 14, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara, 1983, 91.
- 5- BARAN, İ., TİMUR, M.: Ichthyologie, Ankara Üniv. Vet. Fak. Yayın.: 392 Ders Kitabı, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara, 1983, 54-55.
- 6- HARDER, W.: Anatomy of Fishes, Vol I, Nagele Obermiller Company, Stuttgart, 1975, 96-103.
- 7- LAGLER, K.F., BARDACH, J.E.: Ichthyology, 4. edition Michigan Ann Arbor Company, Michigan, 1967, 74-77.
- 8- LAGLER, K.F., BARDACH, J.E., MILLER, R.R., MAY PASSINO, D.R.: Ichthyology, Second edition, JOHN WILEY and SONS, Canada, 1977, 73-75.
- 9- NORMAN, J.R.: A History of Fishes, 3 edition, P.H.Greenwood, Great Britain, 1975, 137-154.
- 10- NISHIHARA, H.: Studies on the fine structure of red and white fin muscles of the fish, carassius auratus, Arch.Histol. Jap., 28: 425-447, 1967.

- 11- KORU,M.: Omurgalı Hayvanlar,Atatürk Üniv.Yayın.,No:646,  
Atatürk Üniv.Basımevi,Erzurum,1987,65,84.
- 12- ÇELİKKALE,M.S.: Balık Biyolojisi,Karadeniz Üniv.Sürmene Deniz  
Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokul Yayınevi,Trabzon,1986,  
160-166.
- 13- BLOOM,W.,FAWCETT,D.W.: A Textbook of Histology,Tenth edition,  
W.B.Saunders Com.,Toronto,1975,295-313.
- 14- DELLMANN,H.D.,BROWN,M.E.: Textbook of Verinary Histology,  
Second edition,Lea and Febiger,Philedelphia,1981,97-112.
- 15- JUNQUEIRA,C.L.,CARNEIRO,J.,KELLEY,O.R.: Basic Histology,  
Seventh edition,Appleton and Lange,Cannecticut,1992,195-214.
- 16- SAĞLAM,M.,ÖZER,A.: Tavuk ve bıldırcında motorik sinir  
sonlarının morfolojik ve histoşimik farklılıkları,Vet.Hay./  
Tar.Orm.,4:37-40,1980.
- 17- SAĞLAM,M.: Genel Histoloji,Genişletilmiş 4.baskı,Yorum  
Matbaacılık Sanayi,Ankara,1993,221-243.
- 18- ZAWADOWSKA,B.,KILARSKI,W.: Histochemical characterization of  
the muscle fiber types of the Teleost (Esöx Lucius L.) Acta  
Histochem.,75:91-100,1984.
- 19- MOS,W.,MASLAM,S.,RAAMSDONK,V.W.,KILARSKI,W.,JAGER,S.D.:  
Acetylcholinesterase and acetylcholine receptor  
histochemistry on end plate regions,myotendinous  
junctions,and sarcolemma in the axial musculature of three  
teleost fish species,Acta Histochem.72:39-59,1983.
- 20- KILARSKI,W.,KOZLOWSKA,M.: Comparision of ultrasturctural and  
morphometrical analysis of tonic,white and red muscle fibers  
in the myotome of Teleost Fish (Noemacheilus barbatulus L.),  
Z Mikrosk.-Anat,Forsch.Leipzig.,101:(4),636-648,1987.

- 21- KORNELIUSSEN, H.: Ultrastructure of motor nerve terminalis on different types of muscle fibers in the Atlantic Hagfish (*Myxine glutinosa*, L.), *Z. Zellforsch.*, 147:87-105, 1973.
- 22- KILARSKI, W.: The fine structure of striated muscles in Teleosts, *Zeitschrift für Zellforsch.*, 79:562-580, 1967.
- 23- KILARSKI, W., KOZLOWSKA, M.: Histochemical and Electronmicroscopical analysis of muscle fiber in myotomes of Teleost fish, (*Noemacheilus barbatulus* L.) *Jahrb., Leipzig.*, 131:(1), 55-72, 1985.
- 24- PATTERSON, S., GOLDSPIK, G.: The fine structure of red and white myotomal muscle fibers of the coalfish (*Gadus virens*), *Z. Zellforsch.*, 133:463-474, 1972.
- 25- TE KRONNIE, G., TATARCZUCH, L., VAN RAAMSDONK, W., and KILARSKI, W.: Discrimination between fiber types in fish skeletal muscle. The stickleback (*Gastreosteus aculeatus*), *J. Fish. Biol.*, 22:303-316, 1983.
- 26- KILARSKI, W., KOZLOWSKA, M.: Ultrastructural characteristic of the Teleostean muscle fibers and their nerve endings, The Stickleback (*Gastreosteus aculeatus* L.), *Z. Mikrosk. - Anat. Forsch. Leipzig.*, 97:(6), 1022-1036, 1983.
- 27- WALKER, M.G.: Effects of starvation and exercise on the skeletal muscles fibers of the cod (*Gadus morrhua* L.) and the coalfish (*Gadus virens* L.) respectively, *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 33:421-426, 1971.
- 28- BERGMAN, R.A.: Motor nerve endings of twitch muscle fibers in *Hipocampus hudsonius*, *J. Cell. Biol.*, 32:751-757, 1967.
- 29- TAKEUCHI, A.: Neuromuscular transmission of fish skeletal muscles investigated with intracellulär microelectrod, J.

- Cell, Comp. Pysiol., 54:211-220, 1959.
- 30- JOHNSTON, I.A.: A comparative study of glycolysis in red and white muscles of the trout (*Salmo gairdneri*) and mirror carp (*Cyprinus carpio*), *J. Fish. Biol.*, 11:575-588, 1977.
- 31- JOHNSTON, I.A.: Sustained force development, specializations and variation among the vertebrates, *J. exp. Biol.*, 115:239-251, 1985.
- 32- POWEL, R.L., DODSON, M.V., CLOUD, J.G.: Cultivation and differentiation of satellite cells from skeletal muscle of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *J. Exp. Zool.*, 250:(3), 333-338, 1989.
- 33- ECKERT, R., RANDALL, D.: *Animal Physiology*, Freeman, W.H. and Company, San Francisco, 1978, 286-305.
- 34- KALAYCI, Ş.: *Histoloji*, Uludağ Üniv. Basımevi, Bursa, 1990, 174-180.
- 35- GUYTON, A.C.: *Tıbbi Fizyoloji*, Çevir. GÖKHAN, N., ÇAVUŞOĞLU, H., Cilt 1, 3. Baskı, Nobel tıp kitabevi, İstanbul, 1989, 156-178.
- 36- ERSOY, E., BAYŞU, N.: *Biyokimya*, Ankara Üniv. Vet. Fak. Yayın.: 408, Ders Kitabı, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara, 1986, 251-267.
- 37- TELFORD, I.R., BRIDGMAN, C.F.: *Introduction to functional Histology*, 7. edition, Harper and Row, New York, 1990, 175-177.
- 38- CROSMANN, G.: A Modification of Mollory's connective tissue stain with a discussion of the principles involved, *Anat. Rec.*, 69:33-38, 1937.
- 39- HERXHEIMER, G.W.: Sudan Black B method for fat, *Zbl. allg. Path. Anat.*, 14:481, 1903.
- 40- MARSLAND, T.A., GLEES, P.: Modification of the Gless silver impregnation for parafin section, *I. Neoropathology and exp.*

Neurology,13:(6),587-591,1954.

41- GOMORİ,G.: Microscopic histochemistry.Univ.,Chicago Press.  
Chicago,1952,352-353.

42- SAĞLAM,M.: Ağačkakanın (Dendrocopus syriascus)boyun  
kaslarından m.biventer cervicis,m.rectus capitis dorsalis ve  
m.rectus capitis lateralis'de bulunan kas mekikleri üzerinde  
histolojik ve kantitatif araştırmalar,Ankara Üniv.Vet.Fak.  
Yayın.: 235,Çalışmalar;137, Ankara Üniversitesi Veteriner ve  
Ziraat Fakültesi Basımevi,Ankara,1968,62-63.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURUMLARI  
BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYINLAR GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

## TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim süresince bana yol gösteren değerli hocalarım Prof. Dr. Aytekin ÖZER'e, Doç. Dr. Mine YAKIŐIŐIK'a ve her konuda bilgi ve yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarıma, tezimin yazımında emeği geçen U.Ő. Tıp Fakóltesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı teknisyeni Necla KARAKMAN'a ve teziminin tüm aşamalarında her türlü desteği sağlayan eŐim Erhan ERDOST'a da teŐekkürlerimi sunarım.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANLAR BÖLÜMÜ



## ÖZGEÇMİŞ

1965 yılında Bursa'da doğmuşum. İlk ve orta eğitimimi Bursa'da tamamladım. 1982 yılında kazandığım Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Yabancı Diller Bölümü'nde 1 yıl öğretim gördüm. 1983 yılında Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde başladığım yüksek öğrenimimi 1988 yılında tamamladım. 1989 yılında Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Bilim Dalı'nda araştırma görevlisi kadrosunda doktora öğrenimime başladım. Halen Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi ve doktora öğrencisiyim. Türk Histoloji Derneği ile Türk Elektron Mikroskopi Derneği üyesiyim. İki yıllık evliyim.