

KAZLARDA M.ILIOFIBULARIS VE M.BIVENTER CERVICIS'IN EKSTRAFUZAL KAS TELLERİNDE ENZİM AKTİVİTELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI *

Hikmet Altunay ** Belma Alabay ** Ziya Özcan ***
Levent Ergün****

**The comparison of the enzyme activities in extrafusul muscle
fibers of M.biventer cervicis and M.iliofibularis in geese**

Summary

In this study, the histochemical characteristics of M.biventer cervicis and M.iliofibularis were examined in adult and goslings geese. Tree types of muscle fibers (type I, IIA and IIB) were identified by oxydative and glycolytic enzymes and ATP-ase reactions after acid (pH:4.6) and alkaline (pH:10.5) preincubations in M.biventer cervicis. The same types of muscle fibers were determined in M.iliofibularis as well. However, their distribution throughout the muscle was different and there were more fast fibers than slow fibers.

These findings could be related with the swimming ability and the locomotion of heavy body of geese.

Key words : Histochemistry, ATP-ase, oxydative and glycolitic enzymes, M.biventer cervicis, M.iliofibularis.

Özet :

Bu çalışmada, erişkin kaz ve palazların biventer cervicis ve iliofibularis kaslarının histokimyasal özellikleri incelenmiştir. M.biventer cervicis'de, oksidatif ve glikolitik enzimler ile, asit (pH:4.6) ve alkali (pH:10.5) preinkubasyon sonrası ATP-ase reaksiyonuyla 3 tip kas teli (tip I, tip IIA ve tipIIB) tespit edilmiştir. M.iliofibularis'de de, kas içindeki dağılımı farklı olmak üzere aynı tip kas telleri belirlenmiş, fakat burada hızlı tellerin yavaş tellerden sayıca daha fazla olduğu görülmüştür. Bu bulgular, yüzme yeteneği ve yürüyüş sırasında ağır bedenın taşınması ile ilişkilendirilebilir.

Anahtar kelimeler : Histokimya, ATP-ase, oksidatif ve glikolitik enzimler, m.biventer cervicis, m.iliofibularis.

* Bu çalışma Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: 97.10.00.09)

** Dr., AÜ Veteriner Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

*** Doç.Dr., AÜ Veteriner Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

**** Prof.Dr., AÜ Veteriner Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

GİRİŞ

İskelet kaslarındaki ekstrasfuzal kas tellerinin histokimyasal olarak incelenerek belirlenmesi, o canlının kas metabolizması ile fonksiyonu hakkında bilgi vermekte ve insanların önemli bir hastalığı olan müsküler distrofinin tanısında önemli kriterler ortaya koymaktadır (37). Ekstrasfuzal kas telleri tiplerinin identifikasyonunda pek çok enzim-histokimyasal teknikler kullanılmış (5,8,10,24) ve tablo I'de gösterildiği gibi çok sayıda

klasifikasyon yöntemleri önerilmiştir (4,5,7,9,12,16,17,24,27,28,32). Geniş ölçüde kabul gören ve bu çalışmada da kullanılan sistemlerden biri, preinkubasyon solusyonunun pH'sı ile ilişkili olarak her bir tel için ATP-ase labilitesinin veya stabilitesinin baz olarak alındığı Brook-Kaiser sınıflandırmasıdır. Memeliler için ortaya konan bu sınıflandırmanın kanatlılara da uyarlanabileceği, Barnard ve arkadaşları (5) ile Zhang ve arkadaşları (36) tarafından ileri sürülmüştür.

TABLO I : Literatür bilgilerine göre kas teli tiplerinin sınıflandırılması.

TABLE I: Classification of fiber types according to the previous studies.

	YAVAŞ KASLAR	HIZLI KASLAR	
	KIRMIZI	KIRMIZI	BEYAZ
Brooke ve Kaiser (1970)	I	IIA	IIB
Peter ve ark.(1972) •	SO	FOG	FG
Stein ve Padykula (1962)	B	C	A
Burke (1978) *	S	FR	FF
Ashmore ve Doerr (1971)	β red	α red	α white
Shafiq ve ark.(1971)	I	IIA	IIB
Koenig ve Fardeau (1973)	F ₁	F ₂ B	F ₂ A
Khan (1976)	I red A ve I red B	II red	II white
Toutant ve ark. (1981)	β_1 ve β_2	α R	α W
Gauthier ve Lowey (1979)	Red (slow)	Red (fast)	White
Barnard ve ark. (1982)	I	IIA	IIB

• SO : Slow oxidative ; FOG: Fast oxidative glycolytic; FG: Fast glycolytic.

* S: Slow,fatigue resistant; FR: Fast, fatigue resistant; FF:Fast, fatigue sensitive.

İskelet kaslarının ultrastrüktürel, enzim-histokimyasal ve biyokimyasal incelemeler sonucunda kırmızı (tip I ve tip IIA) ve beyaz (tip IIB) biçiminde sınıflandırıldıkları, kırmızı kasların enerjisi lipidlerden sağladığı, çok sayıda mitokondriyon içerdikleri, yüksek oksidatif metabolizma aktivitesi gösteren kas tellerinden oluştuğu, beyaz kasların ise düşük oksidatif metabolizmaya sahip, az sayıda

mitokondriyon içeren ve enerji kaynağı olarak da glikojeni kullanan kas tellerinden şekillendikleri bildirilmiştir (11,25,28).

Kaslar arasında ya da kasın kendi içerisinde kas teli tipleri yönünden farklılık olması, onun fonksiyonu ile ilişkili bulunmuştur (14). Nitekim uçuş, koşma yüzme ve fonksiyonlarını yerine getiren kaslarda fazla enerji kullanıldığından, bu kaslardaki kas teli tipinin

oranı ile enerji tüketimi arasında paralellik görülmüştür (11,14,15,31,35). Ayrıca kastaki kas teli çeşidinin oransal dağılımının, aynı türün farklı ırklarında dahi değişik olabileceği belirtilmiştir (1,18,34).

Memelilerden farklı olarak, kanatlılarda mikst kaslar yanında yalnız hızlı veya yalnız yavaş kas tellerinden oluşan kaslar da belirlenmiştir. Anteriyör latissimus dorsi (ALD) kasının tamamen hızlı, posteriyör latissimus dorsi (PLD) kasının tamamen yavaş çalışan kaslara örnek olduğu (2,23) ve bu nedenle çalışmalarda kontrol olarak kullanıldığı kaydedilmiştir (21). Maier (20), güvercinin bacak ve kanat kasları üzerinde yaptığı araştırmanın sonucuna göre tip I, IIA, IIB olarak ayırımını yaptığı 14 bacak kasında hızlı tellerin % 70-95, yavaş kas tellerin ise % 5 - 30 dolaylarında bulunduğunu bildirmiştir; buna karşılık 14 kanat kasından, 12 tanesinin tamamının hızlı, 2 tanesinin de % 5-10 gibi düşük oranda yavaş kas teli içermesinin dikkat çekici olduğunu belirtmiştir. Kanatlılarda yapılan benzeri çalışmalarda kas teli tipine göre dağılımın farklılığı yanında, konsantrasyonlarının da farklı olabileceği belirtilmiştir (18,20,30).

Tavuk ve bıldırcınların biventer cervicis kaslarında ektrafuzal kas tellerinin incelenmesinde tip I, IIA, IIB olmak üzere 3 tip kas teli tespit edildiği, tip II'lerin tip I tellere oranla fazla olduğu bildirilmiştir (3,29,32). M.iliofibularisin ektrafuzal kas telleri üzerinde yapılan çalışmalarda tavukta (26) 3 tip (tip I, IIA, IIB), bıldırcında (3) ise 2 tip (tip IIA, IIB) kas teli bulunduğu gösterilmiştir.

Bu çalışmada, enzim histokimyasal yöntemlerle kazlarda m.iliofibularis ile m.biventer cervicis'in metabolik ve fonksiyonel özellikleri incelenerek, elde edilen sonuç-

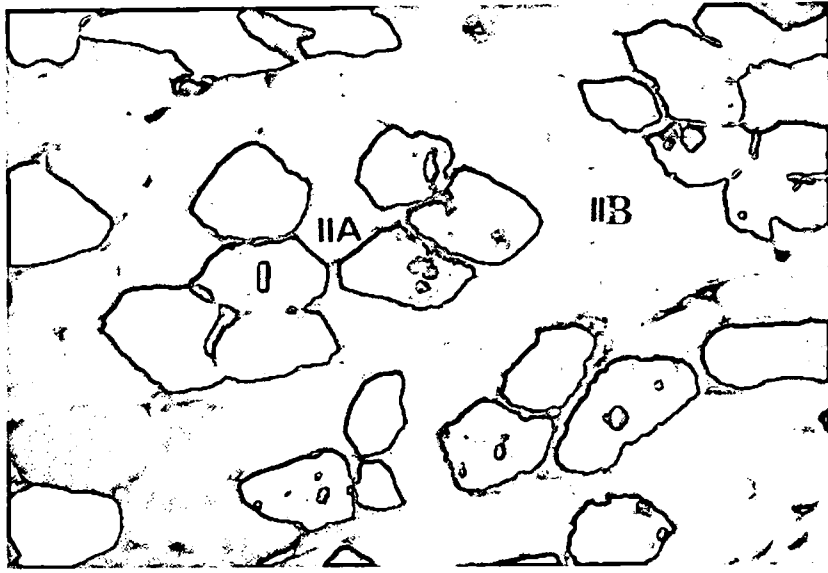
ların memeli ve diğer kanatlı türleriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve metot

Bu çalışmada materyal olarak, 2'şer adet 1 günlük, 1, 2 ve 5 haftalık kaz palazları ile erişkin kazlardan alınan 20 örnek iliofibularis kası ve 20 örnek biventer cervicis kası kullanıldı. Derin narkoz altındaki kazlardan adı geçen kaslar çıkarıldıktan sonra, proksimalden distale doğru enine olarak 0.5-1 cm aralıklarla kesildiler. Kesit alma sırasında donmaya bağlı artefaktı önlemek amacıyla kaslar, talk pudrasında bir süre bekletildi, sığır kası ile sandviç yapıp sıvı azotta (-196 °C) donduruldu ve kullanılmaya kadar orada tutuldu. Bright marka kriyostat ile (-20 °C'da) 10 µ'luk seri kesitler alındı. ATP-ase'a bağlı kas teli tipinin belirlenmesinde Brook ve Kaiser'in (7) modifiye yöntemi uygulandı. Bu yöntemde asit preinkubasyon için pH:4.6, alkali preinkubasyon için pH: 10.5 kullanıldı. Lojda ve arkadaşlarının (19) yöntemi ile de, oksidatif ve glikolitik aktivite göstergesi sayılan süksinat dehidrogenaz ve α-gliserofosfat dehidrogenaz reaksiyonları uygulanarak, oksidatif ve glikolitik aktivite durumları belirlendi. Boyamalar, ATP-ase (asit ve alkali preinkubasyonlarda), süksinat dehidrogenaz ve α-gliserofosfat dehidrogenaz reaksiyonları için, seri kesitlerin dörtlü gruplarında gerçekleştirildi.

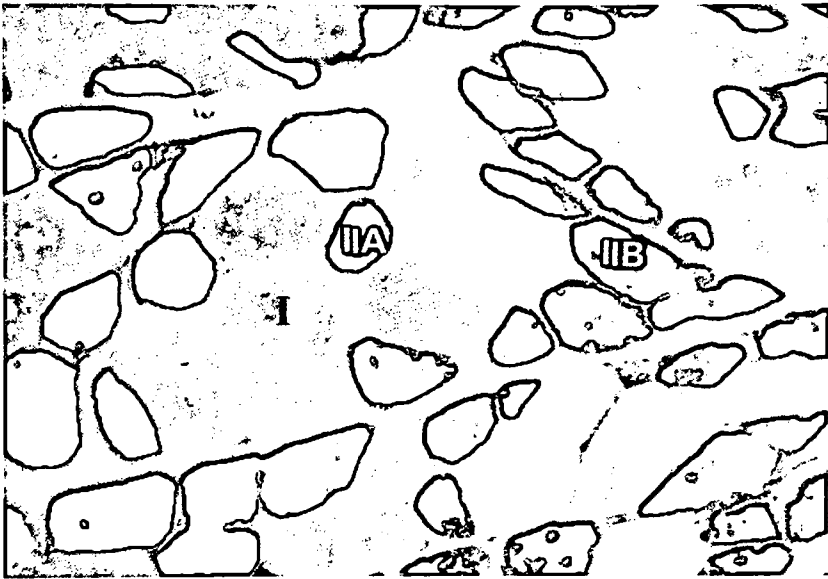
Bulgular

Araştırmada, kaz'ın yumurtadan çıktığı günden, erişkin duruma gelene kadarki çeşitli dönemlerinde incelenen kaslarından m. biventer cervicis'in 2 haftalık palazlarda, m. iliofibularis'in ise 5 haftalık palazlarda gelişimlerini tamamladıkları görüldü



Şekil 1: Erişkin kazda, biventer cervicis kasının ektrafuzal kas tellerinde asit (pH:4.6) preinkubasyondan sonra ATP-ase reaksiyonu. I : tip I kas teli, IIA : tip IIA kas teli, IIB: tip IIB kas teli., X 400.

Figure 1: ATP-ase reaction in extrafusal fibers of m.biventer cervicis after acid (pH:4.6) preincubation in adult goose. I: type I fiber , IIA : type IIA fiber , IIB: type IIB fiber. , X 400.



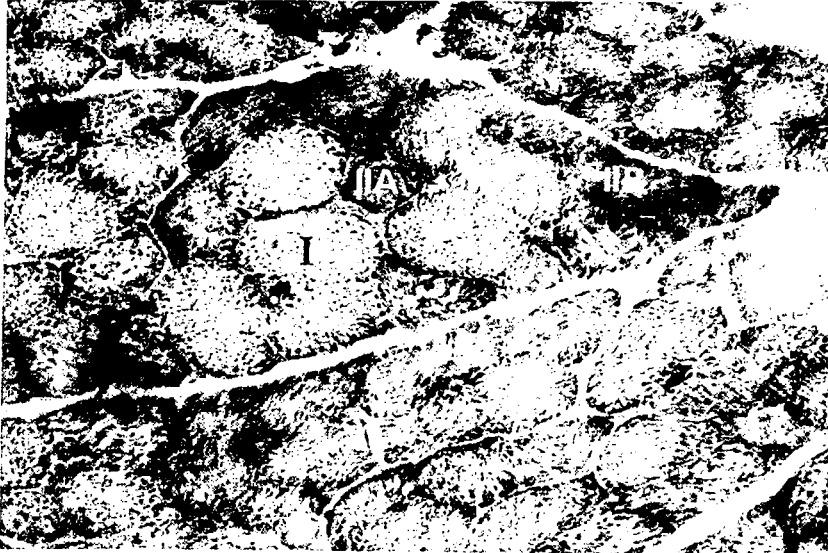
Şekil 2: Erişkin kazda, biventer cervicis kasının ektrafuzal kas tellerinde alkali (pH:10.5) preinkubasyondan sonra ATP-ase reaksiyonu. I: tip I kas teli, IIA : tip IIA kas teli, IIB: tip IIB kas teli. , X 400.

Figure 2: ATP-ase reaction in extrafusal fibers of m.biventer cervicis after alkaline (pH:10.5) preincubation in adult goose. I: type I fiber , IIA : type IIA fiber , IIB: type IIB fiber. , X 400.



Şekil 3: Erişkin kazda, biventer cervicis kasının ektrafuzal kas tellerinde süksinat dehidrogenaz reaksiyonu. I: tip I kas teli, IIA : tip IIA kas teli, IIB: tip IIB kas teli., X 400.

Figure 3: Succinate dehydrogenase reaction in extrafusal fibers of m.biventer cervicis in adult goose. I: type I fiber , IIA : type IIA fiber , IIB: type IIB fiber., X 400.



Şekil 4: Erişkin kazda, biventer cervicis kasının ektrafuzal kas tellerinde α -gliserofosfat dehidrogenaz reaksiyonu. I: tip I kas teli, IIA : tip IIA kas teli, IIB: tip IIB kas teli., X 400.

Figure 4: α -glycerophosphate dehydrogenase reaction in extrafusal fibers of m.biventer cervicis in adult goose. I: type I fiber , IIA : type IIA fiber , IIB: type IIB fiber. , X 400.

Erişkin kazların biventer cervicis kasında asit (pH:4.6) preinkubasyondan sonra tip I ve tip II olmak üzere yaklaşık eşit dağılımlı iki tip kas teli belirlendi. Buna göre koyu boyananların asit stabil tip I kas telleri, açık tonda boyanan tip IIB teller ile hiç boyanmayan tip IIA tellerin ise asit labil kas telleri oldukları saptandı (şek 1).

Alkali (pH:10.5) preinkubasyona tabi tutulan kesitler boyanma yönünden dönüşüm

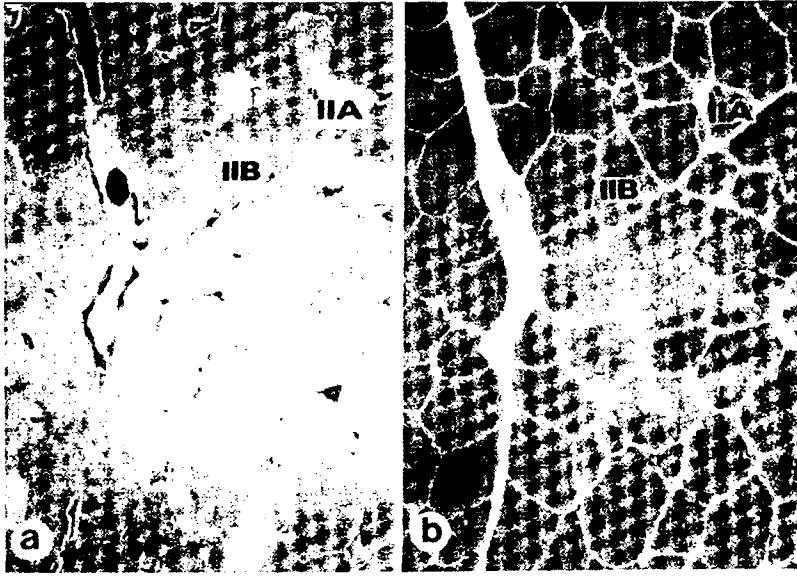
göstererek tip II teller koyu (alkali stabil) , tip I teller ise açık (alkali labil) boyandılar (şek 2).

Süksinat dehidrogenaz enzim boyasında tip I ve tip IIA kas tellerinin iyi boyanması-na karşılık, tip IIB'lerin zayıf boyandıkları (şek 3), α -gliserofosfat dehidrogenaz enzim boyasında tip IIA ve IIB kas tellerinin iyi , tip I'lerin soluk boyandıkları görüldü (şek 4).



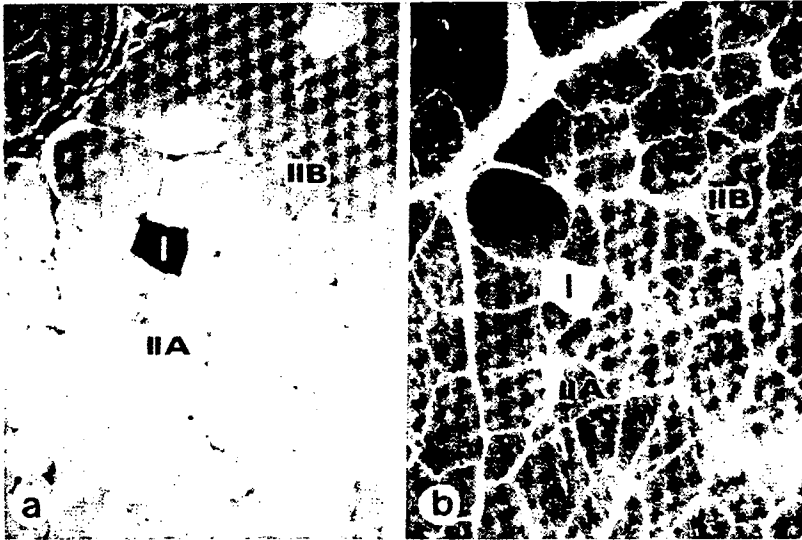
Şekil 5: 15 günlük palazda, iliofibularis kasının ektrafuzal kas tellerinde asit (pH:4.6) preinkubasyondan sonra ATP-ase reaksiyonu., X 160.

Figure 5: ATP-ase reaction in extrafusal fibers of m.iliofibularis after acid (pH:4.6) preincubation in 15 day old gosling. , X 160.



Şekil 6: Erişkin kazın iliofibularis kasında, sadece hızlı kas tellerinin olduğu alanda ekstrasfuzal kas tellerinde asit (pH:4.6) (a) ve alkali (pH:10.5) (b) preinkubasyondan sonra ATP-ase reaksiyonunun karşılaştırılması. IIA: tip IIA kas teli, IIB: tip IIB kas teli., X 280.

Figure 6: ATP-ase reaction comparison in extrafusal fibers after acid (pH:4.6) (a) ve alkali-
ne (pH:10.5) (b) preincubation of m.iliofibularis of adult goose in fast fiber area. IIA : type IIA fiber ,
IIB: type IIB fiber., X 280.

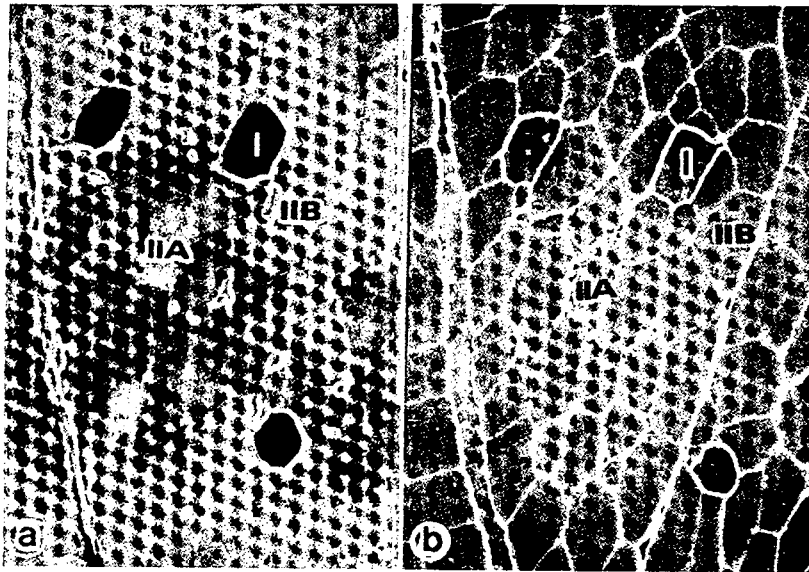


Şekil 7: Erişkin kazın iliofibularis kasında, ekstrasfuzal kas tellerinde asit (pH:4.6) (a) ve alkali (pH:10.5) (b) preinkubasyondan sonra ATP-ase reaksiyonunun karşılaştırılması. Çoğunluğu hızlı ve bir yavaş kas teli. I: tip I kas teli, IIA : tip IIA kas teli, IIB: tip IIB kas teli. , X 280.

Figure 7: ATP-ase reaction comparison in extrafusal fibers after acid (pH:4.6) (a) ve alkali-
ne (pH:10.5) (b) preincubation of m.iliofibularis of adult goose. Majority fast and one slow fiber. I:
type I fiber , IIA : type IIA fiber , IIB: type IIB fiber. , X 280.

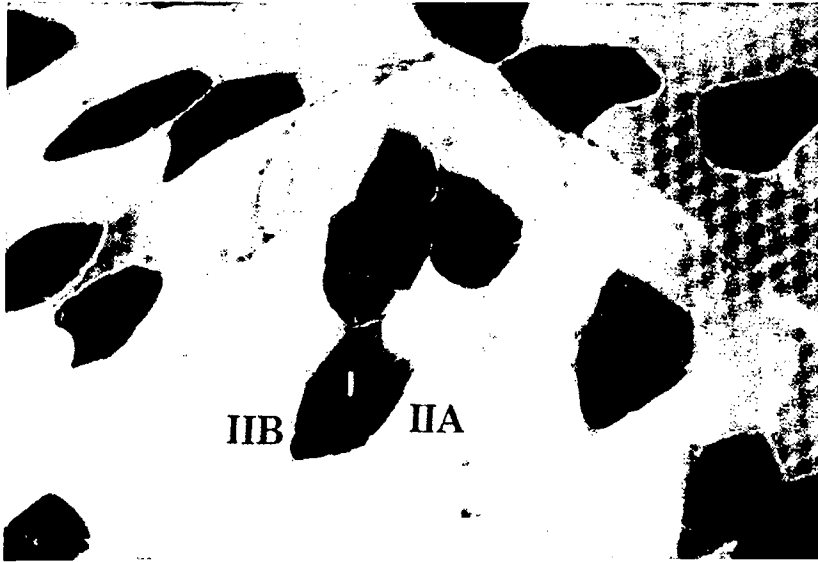
M.iliofibularis'de de, m. biventer cervicis'de olduğu gibi tip I, tip IIA ve tip IIB olmak üzere üç tip kas teli görüldü. Ancak bu tellerin dağılımı yönünden bölgesel farklılık olduğu dikkati çekti. Onbeş günlük palazın iliofibularis kasının ortasından alınan enine kesitin asit (pH:4.6) preinkubasyondan sonraki incelenmesinde dağılım farklılığı panoramik olarak gösterilmiştir (şekil 5). Bir bölge tamamen tip II kas tellerinden oluşurken (şekil 5,

1), diğer bölgelerde tip I teller sayıca ya tek (şekil 5, 2) ya seyrek (şekil 5, 3) ya da tip II ile eşit durumdaydı (şekil 5, 4). Erişkin kazda kasın büyüklüğü nedeniyle, bölgesel dağılım farklılığı, ayrı ayrı mikrofotografalarda gösterilebildi. Burada da bir bölge tamamen tip II kas tellerinden oluşmuştu (şekil 6). Diğer bölgelerde ise bunların arasında ya yok denecek kadar az (şekil 7) ya da az sayıda (şekil 8) tip I kas telleri olduğu görüldü.



Şekil 8: Erişkin kazın iliofibularis kasında, ekstrasüzel kas tellerinde asit (pH:4.6) (a) ve alkali (pH:10.5) (b) preinkubasyondan sonra ATP-ase reaksiyonunun karşılaştırılması. Çoğunluğu hızlı ve üç yavaş kas teli. I: tip I kas teli, IIA : tip IIA kas teli, IIB: tip IIB kas teli. , X 280.

Figure 8: ATP-ase reaction comparison in extrafusal fibers after acid (pH:4.6) (a) ve alkaline (pH:10.5) (b) preincubation of m.iliofibularis of adult goose. Majority fast and three slow fiber. I: type I fiber , IIA : type IIA fiber , IIB: type IIB fiber. , X 280.



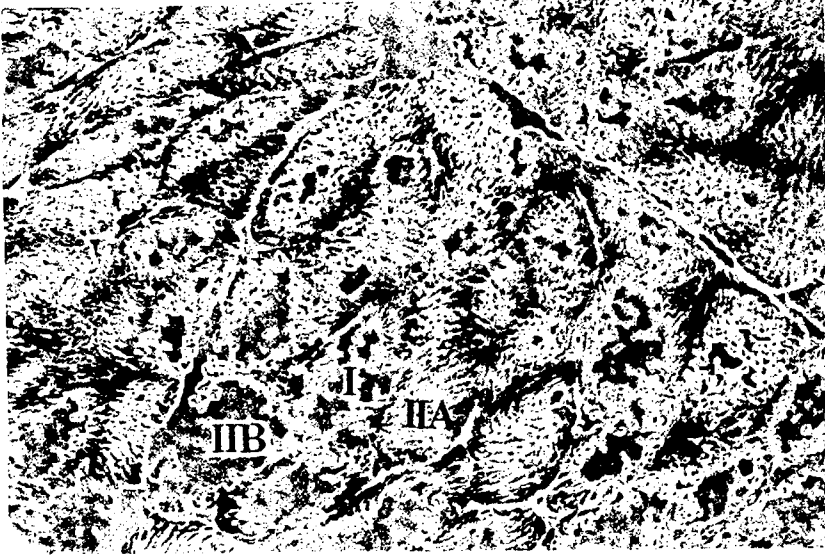
Şekil 9: Erişkin kazda, iliofibularis kasının ektrafuzal kas tellerinde asit (pH:4.6) preinkubasyondan sonra ATP-ase reaksiyonu. I: tip I kas teli, IIA: tip IIA kas teli, IIB: tip IIB kas teli., X400.

Figure 9: ATP-ase reaction in extrafusal fibers of m.iliofibularis after acid (pH:4.6) preincubation in adult goose. I: type I fiber , IIA : type IIA fiber , IIB: type IIB fiber. , X 400.



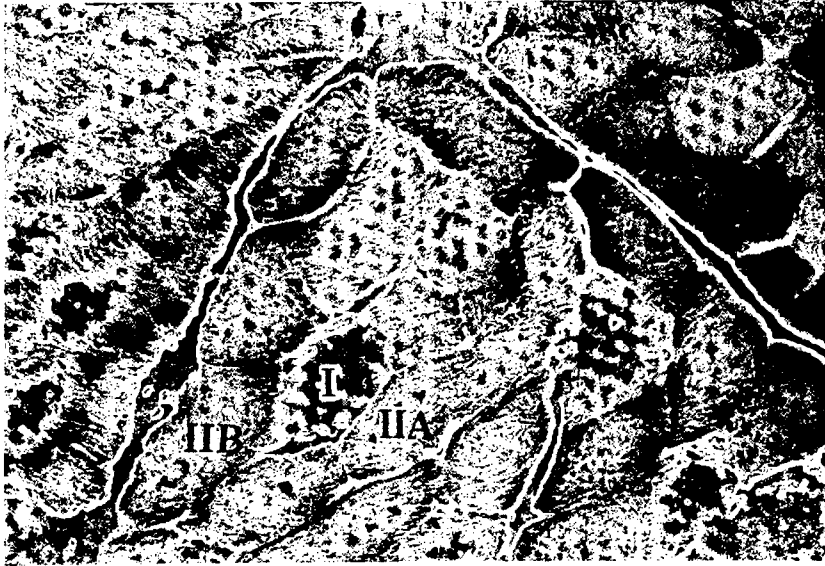
Şekil 10: Erişkin kazda, iliofibularis kasının ektrafuzal kas tellerinde alkali (pH:10.5) preinkubasyondan sonra ATP-ase reaksiyonu. I: tip I kas teli, IIA: tip IIA kas teli, IIB:tip IIB kas teli., X 400.

Figure 10: ATP-ase reaction in extrafusal fibers of m.iliofibularis after alkaline (pH:10.5) preincubation in adult goose. I: type I fiber , IIA : type IIA fiber , IIB: type IIB fiber., X 400.



Şekil 11: Erişkin kazda, iliofibularis kasının ektrafuzal kas tellerinde süksinat dehidrogenaz reaksiyonu. I: tip I kas teli, IIA : tip IIA kas teli, IIB: tip IIB kas teli , X 400.

Figure 11: Succinate dehydrogenase reaction in extrafusal fibers of m.iliofibularis in adult goose. I: type I fiber , IIA : type IIA fiber , IIB: type IIB fiber. , X 400.



Şekil 12: Erişkin kazda, iliofibularis kasının ektrafuzal kas tellerinde α -gliserofosfat dehidrogenaz reaksiyonu. I: tip I kas teli, IIA : tip IIA kas teli, IIB: tip IIB kas teli , X 400.

Figure 12 : α -glycerophosphate dehydrogenase reaction in extrafusal fibers of m.iliofibularis in adult goose. I: type I fiber , IIA : type IIA fiber , IIB: type IIB fiber., X 400.

Şekil 9 asit (pH:4.6) preinkubasyondan sonra tip I tellerin en yoğun olduğu alandan alındı. Burada da tip IIA teller hiç boya almamış, tip IIB teller ise orta derecede boyanmıştır. Alkali (pH:10.5) preinkubasyondan sonra alkali stabil ektrafuzal kas tellerinin koyu, alkali labil tellerin ise açık boyandığı görüldü (şek 10). Bu kasta bulunan tip I ve tip II teller, süksinat dehidrogenaz ve α -gliserofosfat dehidrogenaz boyamalarında biventer cervicis kasındaki tabloya benzer durumdaydı. Süksinat dehidrogenaz ile tip I ve tip IIA kas telleri kuvvetli, tip IIB kas telleri soluk (şek 11), α -gliserofosfat dehidrogenazla da tip IIA ve tip IIB kas telleri kuvvetli, tip I'ler zayıf (şek 12) reaksiyon verdiler.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Kanatlı ve memelilerde yapılan kas ile ilgili embriyonal çalışmalarda hızlı tellerde değişim olduğu bildirilmiştir (5,32). Bu değişimin, başlangıçta tümü tip IIA olan hızlı kas tellerinin tip IIB'ye dönüşümü şeklinde olduğu ve bunun da canlıya göre değişen sürelerde tamamlandığı belirtilmiştir (4,5,13,32,33). Barnard ve arkadaşlarının (5) civcivlerde yaptıkları çalışmada değişimin pektoral kasta 2-3 haftada, posteriyör latissimus dorsi (PLD)'de ise 4 haftada, Alabay ve arkadaşlarının (2) bıldırcında gerçekleştirdikleri çalışmada anteriyör latissimus dorsi (ALD) kasında 1 haftada, posteriyör latissimus dorsi (PLD) kasında ise 15 günde, Wegner ve arkadaşlarının (33) domuzların m.longissimus dorsi üzerinde yaptıkları çalışmada 70 -100 günde gerçekleştiği açıklanmıştır. Gille ve arkadaşları (13), beyaz pekin ördeğinin pektoral kasında tip IIB kas tellerine ilk olarak 20.günde rastladıklarını belirtmişlerdir. Müsküler distrofi olgularında bu değişimin, gereken oranlarda olmadığı ileri sürülmüş ve civciv pectoral kasında yapılan çalışmada tip IIA'dan IIB'ye dö-

nüşümün, normal olan civcivlerde %99'a kadar ulaştığını, buna karşılık müsküler distrofi hayvanlarda % 90-95 dolayında olduğu bildirilmiştir (5).

Çalışmada m.biventer cervicis'in gelişiminin palazlarda 15 günde tamamlandığı, m.iliofibularisin gelişiminin ise 5 haftaya kadar uzadığı saptanmıştır.

Tavuk (29,32) ve bıldırcınlarda (3) m.biventer cervicis'in histokimyasal incelenmesinde tip I, IIA ve IIB olmak üzere 3 tip kas teli belirlenmiştir. Kazlarda da bu kasın aynı yöntemle incelenmesi sonucu elde ettiğimiz bulgular, diğer araştırmacılarınkiler ile uyum göstermiştir.

Kanatlı bacak kaslarında yapılan çalışmalarda tip I, IIA ve IIB olarak üç kas teli tipi saptanmasına karşılık, oran yönünden bakıldığında tip II tellerin daha fazla bulunduğu bildirilmiştir (1,6,11,22,31,32). M.iliofibularis'in enzim-histokimyasal incelenmesindeki bulgularımız, kanatlı bacak kaslarında görülen genel tablo ile uyum içindedir. Bölgesel dağılım farklılığı olduğu görülen bu kasta çoğunluğun hızlı tellerden ve özellikle de tip IIB tellerden oluştuğu saptandı. Tavuk (31) ve bıldırcında (3) da aynı kasın incelenmesinde hızlı tellerden tip IIB'nin daha fazla bulunduğu belirtilmiştir. Bıldırcında saptanamayan (3), tavuklarda bulunduğu bildirilen (31) tip I kas teline, bu çalışmada kazlarda da rastlanmıştır.

Sonuç olarak mikst bir kas olarak bilinen boyun kası m.biventer cervicis ile ilgili bulgularımız, diğer türlerden elde edilen bulgularla uyum gösterirken, bacak kaslarından m.iliofibularis histokimyasal özelliği yönünden diğer türlerle aynı, fakat bıldırcından farklı bulunmuştur. Bu farklılığın, yüzme yeteneği de olan kazın, yürüyüş sırasında ağır bir vücudu taşıma gibi fonksiyona bağlı durumundan kaynaklanabileceği kanısına varıldı.

KAYNAKLAR

1. **Aguera, E., Diz, A., Vazquez-Auton, J. M., Vivo, J., Monterde, J. G.** (1990) *Differences in fibre population in dog muscles of different functional purpose.* Anat Histol Embryol , **19**, 128-134.
2. **Alabay, B., Sağlam, M., Yörük, M., Ergün, L.** (1995) *Bıldırcında anterior latissimus dorsi ve posterior latissimus dorsi' de ektrafuzal ve intrafuzal kas tellerinde ATP-ase aktivitesi üzerindeki araştırmalar.* AÜ Vet Fak Derg, **42** , 295-300.
3. **Alabay, B., Sağlam, M., Özcan, Z., Altunay, H., Ergün, L.** (1997) *Bıldırcında m.iliofibularis ve m.biventer cervicis'in ektra-ve intrafuzal kas tellerinde enzim aktivitelerinin karşılaştırılması.* AÜ Vet Fak Derg , **43**, 139-145.
4. **Ashmore, C. R., Doerr, L.** (1971) *Postnatal development of fiber types in normal and dystrophic skeletal muscle of the chick.* Expl Neurol, **30** , 431-446.
5. **Barnard, E.A., Lyles, J.M., Pizzey, J.A.** (1982) *Fibre types in chicken skeletal muscles and their changes in muscular dystrophy.* J Physiol , **331**, 333-354.
6. **Boesiger, B.** (1991) *Histochimie, immunocytochimie, biométrie des fibres musculaires et de leur innervation du muscle peroneus longus.* Acta Anat, **141**, 109-118.
7. **Brook, M. H., Kaiser, K.K.** (1970) *Muscle fiber types: How many and what kind?* Arch Neurol, **23**, 369-379.
8. **Brooke, M.H., Kaiser, K.K.** (1970) *Three "myosin ATPase" systems: the nature of their pH lability and sulphhydryl dependence.* J Histochem Cytochem, **18**, 670-672
9. **Burke, R.** (1978) *Motor units: physiological/histochemical profiles, neural connectivity and functional specialization.* Am Zool, **18**, 127-134. In: **Rokx, J. T. M., Van Willigen, J. D., Jansen, H. W. B.** (1984) *Muscle fibre types and muscle spindles in the jaw musculature of the rat.* Archs oral Biol, **29**, 25-31.
10. **Callister, R. J., Callister, R., Peterson, E. H.** (1989) *Histochemical classification of neck and limb muscle fibers in a turtle, Pseudemys scripta: A study using microphotometry and cluster analysis techniques.* J Morphol, **199**, 269-286.
11. **Deshpande, B. R., Kallapur, V. L., Venkatesh, K.** (1984) *Metabolic differentiation of homologous leg muscles of two aquatic birds at the level of enzymatic organization.* Arch Int Physiol Biochem, **92**, 65-72.
12. **Gauthier, G.F. and Lowey, S.** (1979) *Distribution of miyosin isoenzymes among skeletal muscle fibre types.* J Cell Biol, **81**, 10-25. In: **Rokx, J. T. M., Van Willigen, J. D., Jansen, H. W. B.** (1984) *Muscle fibre types and muscle spindles in the jaw musculature of the rat.* Archs oral Biol, **29**, 25-31.
13. **Gille, U., Salomon, F.V., Kattein, S.** (1988) *Posthatching myofiber development in the M. pectoralis of white Pekin Ducks.* Anat Rec. **250**, 154-158.
14. **Horák, V., Ševčíková, K., Knízetová, H.** (1989) *Histochemical fiber types in the thigh muscles of 4 chicken inbred lines.* Anat Anz, **169**, 313-320.
15. **Kaiser, C.E., George, J.C.** (1973) *Interrelationship amongst the avian orders Galliformes, colimbiformes, and anseriformes as evinced by the fiber types in the pectoralis muscle.* Can J Zool, **51**, 887-892.
16. **Khan, M.A.** (1976) *Histochemical sub-types of three fiber-types of avian skeletal muscle.* Histochemie, **50**, 9-16. In: **Barnard, E.A., Lyles, J.M., Pizzey, J.A.** (1982) *Fibre types in chicken skeletal muscles and their changes in muscular dystrophy.* J Physiol , **331**, 333-354.
17. **Koenig, J. and Fardeau, M.** (1973) *Étude histochimique des muscles grands dorsaux antérieur et postérieur du poulet et des modifications observées après dénervation et réinnervation homologue ou croisée.* Archs Anat Microsc, **62**, 249-267. In: **Barnard, E.A., Lyles, J.M., Pizzey, J.A.** (1982) *Fibre types in chicken skeletal muscles and their changes in muscular dystrophy.* J Physiol , **331**, 333-354.
18. **Lalatta-Costerbosa, G., Scapolo, P. A., Barazzoni, A. M., Petrosino, G., Clavenzani,**

- P., Lucchi, M. L., Bortolami, R. (1990) *Analysis of the sternotrachealis muscle fibers in some anseriformes: Histochemistry and sex differences.* Am J Anat, **189**, 357-364.
19. Lojda, Z., Gossrau, R., Scheibler, T. H. (1976) *Enzym histochemische Methoden.* 233-259, Springer Verlag, Berlin.
20. Maier, A. (1983) *Differences in muscle spindle structure between pigeon muscles used in aerial and terrestrial locomotion.* Am J Anat, **168**, 27-36.
21. McVean, A., Stelling, J., Rowleron, A. (1987) *Muscle fibre types in the external eye muscles of the pigeon, Columba livia.* J Anat, **154**, 91-101.
22. Nemeth, P., Pette, D. (1981) *Succinate dehydrogenase activity in fibers classified by myosin ATP-ase in three hind limb muscles of rat.* J Physiol, **320**, 73-80.
23. Ovalle, W. K. (1978) *Histochemical dichotomy of extrafusal and intrafusal fibres in an avian slow muscle.* Am J Anat, **152**, 587-598.
24. Peter, J. B., Barnard, R. J., Edgerton, V. R., Gillespie, C. A., Stempel, K. E. (1972) *Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in guinea pigs and rabbits.* Biochemistry, **11**, 2627-2633.
25. Rodrigues, A. C., Silva, M. D. P., Pai, V. D. (1994) *Distribution of different fibre types of M. extensor carpi radialis longus of the rat.* Anat Histol Embryol, **23**, 352-356.
26. Rokx, J. T. M., Van Willigen, J. D., Jansen, H. W. B. (1984) *Muscle fibre types and muscle spindles in the jaw musculature of the rat.* Archs oral Biol, **29**, 25-31.
27. Shafiq, S. A., Askanas, V., Milhorat, A. T. (1971) *Fiber types and preclinical changes in chicken muscular dystrophy.* Arch Neurol, **25**, 560-571. In: Suzuki, A., Tsuchiya, T., Ohwada, S., Tamate, H. (1985) *Distribution of myofiber types in thigh muscles of chickens.* J Morph, **185**, 145-154.
28. Stein, J. M., Padykula, H. A. (1962) *Histochemical classification of individual skeletal muscle fibers of the rat.* Am J Anat, **110**, 103-124.
29. Suzuki, A. (1972) *Histochemistry of the chicken skeletal muscles. I. Classification of individual muscle fibers.* Tohoku J Agr Res, **23**, 45-57.
30. Suzuki, A. (1978) *Histochemistry of the chicken skeletal muscles. II. Distribution and diameter of three fiber types.* Tohoku J Agr Res, **29**, 38-43.
31. Suzuki, A., Tsuchiya, T., Ohwada, S., Tamate, H. (1985) *Distribution of myofiber types in thigh muscles of chickens.* J Morph, **185**, 145-154.
32. Toutant, J. P., Rouaud, T., Le Douarin, G. H. (1981) *Histochemical properties of the biventer cervicis muscle of the chick : A relationship between multiple innervation and slow-tonic fibre types.* J Histochem, **13**, 481-493.
33. Wegner, J., Fiedler, I., Klosowska, D., Klosowski, B., Ziegan, B. (1993) *Veränderungen der Muskelfasertypenverteilung im M. longissimus dorsi von Ebern während des Wachstums, dargestellt mit verschiedenen histochemischen Methoden.* Anat Histol Embryol, **22**, 355-359.
34. Weiler, U., Appell, H. -J., Kremser, M., Hofäcker, S., Claus, R. (1995) *Consequences of selection on muscle composition. A comparative study on gracilis muscle in wild and domestic pigs.* Anat Histol Embryol, **24**, 77-80.
35. Yellin, H., Guth, L. (1970) *The histochemical classification of muscle fibers.* Exp neurol, **26**, 424-432.
36. Zhang, Y., Rushbrook, J. I., Shafiq, S. A. (1985) *Avian adductor profundus muscle: characterization of a pure slow tonic region by histochemical, monoclonal antibody and peptide mapping studies.* J Muscle Res Cell Motil, **6**, 333-345.
37. Ziegan, J. (1979) *Combinations of enzyme-histochemical methods for differentiating of fibers types and evaluating the skeletal musculature.* Acta hictochem, **65**, 34-40.