

Gelişme Dönemindeki Japon Bıldırcınlarının Pankreasındaki Koyu ve Açık Sitoplazmalı Endokrin Hücreler Üzerine Elektron Mikroskopik Araştırmalar

Zekeriya ÖZÜDOĞRU¹ⁱ, Belma ALABAY², Nejdet ŞİMŞEK³

1: Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Ilıca / Erzurum

2: Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Dışkapı / Ankara

3: Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Ilıca / Erzurum

ÖZET: Bu çalışma, gelişme dönemindeki Japon bıldırcınlarının pankreasındaki alfa ve beta hücrelerinin elektron mikroskopik yapısının belirlenmesi amacıyla yapıldı. Alfa adacıkları çok sayıda alfa hücreleri ile az sayıda D ve birkaç adet pankreatik polipeptid (PP) hücrelerinden oluşurken, beta adacıkları çok sayıda beta hücreleri ile birkaç adet D ve nadiren de alfa hücrelerinden oluşmaktaydı. Ayrıca, endokrin adacıklardaki alfa ve beta hücrelerinin salgı granülü ve çekirdeklerinin görünüşüne, sitoplazmasındaki serbest ribozom ve polizomların miktarına göre koyu ve açık sitoplazmalı farklı 2 tipinin olduğu belirlendi. Koyu sitoplazmalı hücrelerin açık sitoplazmalı hücrelere göre; çok fazla serbest ribozom, polizom, endoplazmik retikulum ve olgunlaşmamış granüller içermekteydi. Bu çalışmamızın sonucunda, genç Japon bıldırcınlarının endokrin pankreasında alfa ve beta hücrelerinin olgunlaşmamış granül görünüşleriyle karakterize farklı tiplerinin bulunduğu belirlenmiş oldu. Endokrin adacıklarda belirlenen bu koyu sitoplazmalı endokrin hücrelerin ya dinlenme dönemindeki hücreler ya da henüz olgunlaşmamış hücreler olabileceği düşünüldü.

Anahtar kelimeler: Açık sitoplazmalı endokrin hücreler, Endokrin pankreas, Genç bıldırcın, Koyu sitoplazmalı endokrin hücreler.

Electron Microscopic Studies on the Dark and Light Endocrine Cells in Pancreas of Young Japanese Quails

SUMMARY: The aim of this study was to examine the electron microscobic structure of the young Japanese quail pancreas. Although alpha islets were comprised of abundant alpha, moderate D and a few PP cells, beta islets were comprised of numerous beta, a few D, and rare alpha cells. Furthermore, dark and light alpha and beta cell types were identified according to the amount of ribosomes and polysomes, and to the aspect of the nuclei and secret granules in endocrine islets. Dark endocrine cells were contained more free ribosomes, polisomes, rough endoplasmic reticulum (ER) and immature granules compared to light endocrine cells. According to the results of this study, we have previously identified a novel population of alpha and beta cells characterized by immature morphology in young Japanese quail pancreas. Dark endocrine cells identified in endocrine islets, which may be either quiescent cells or immature cells.

Key words: Endocrine cells containing dark cytoplasm, Endocrine cells containing light cytoplasm, Endocrine pancreas, Young quail.

GİRİŞ

Endokrin ve ekzokrin yapıya sahip olan pankreas, kuşlarda birbirinden belirgin bir bağ doku ile ayrılmış dorsal, ventral, üçüncü lop ve dalak lobundan oluşmaktadır. Dalak lobu pankreasın en küçük lobu olmasına rağmen

endokrin hücreler bakımından diğer loplara göre oldukça zengindir (Rawdon 1998; Gülmez ve ark., 2004). Memelilerde alfa, beta, D ve PP hücrelerini bir arada bulunduran Langerhans adacıkları (Böck ve ark., 1997), kanatlılarda içerdiği hücrelerin çoğunluğuna ya da boyaya

alma özelliğine göre alfa (koyu adacık) beta (açık adacık) (Manakova ve Titlbach, 2007) ve miks adacıklar olarak adlandırılmaktadır (Lucini ve ark., 1996). Kanatlılarda endokrin adacıkların morfolojik farklılığından başka memelilere göre glukagon/insulin oranının daha fazla (2:1) olduğu da bildirilmektedir (Epple ve Brinn 1987; Manakova ve Titlbach, 2007). Dalak lobunun merkezini tamamen dolduran oldukça büyük yapılı alfa adacığı, tavuklarda çok sayıda alfa hücreleri, az sayıda da D ve PP hücrelerinden oluşurken (Tomita ve ark., 1985), yetişkin bildircinlerde granülsüz endokrin hücreler olan C hücrelerine (Şimsek ve Alabay, 2008), genç bildircinlerde ise insülin immunpozitif beta hücrelerine rastlandığı da bildirilmektedir (Şimsek ve ark., 2008). Dalak lobunun periferinde küçük adacıklar olarak bulunan beta adacıkları; çok sayıda beta hücreleri ve bir kaç adet D hücrelerinden oluştuğu (Tomita ve ark., 1985; Manakova ve Titlbach, 2007), bazı kanatlılarda ise perifere yerleşmiş bir kaç adet alfa hücresi de içerdiği bildirilmektedir (Gülmez ve ark., 2004; Şimsek ve Alabay, 2008). Endokrin adacıkları oluşturan hücreler farklı sitoplazmik yoğunlukta ve granül yapısındadır. Alfa hücreleri sitoplazmalarında elektron çok yoğun oldukça büyük granülleriyle, beta hücreleri ise 4-5 farklı elektron yoğunlukta granül içeren sitoplazmalarıyla diğer endokrin hücrelerden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Smith 1974; Şimsek ve Alabay, 2008).

Embriyonal dönemde kanatlıların pankreasında glukagon, insulin, somatostatin, pankreatik polipeptid (PP), peptid YY (PYY) gibi hormonlar immunhistokimyasal olarak belirlenebilmektedir (Rawdon ve Larsson, 2000). Tavuk embriyolarında 5-9. günlerde glukagon salgılayan hücre oranı çok fazla olmasının yanısıra 12. günden sonra somatostatin ve insulin salgılayan hücrelerin sayısı da giderek artmaktadır (Manakova ve Titlbach, 2007). Lukinius ve ark., (1992) olgun endokrin hücrelerde sadece bir hormon salgılayan granüller bulunmasına rağmen olgunlaşmamış bazı hücrelerin insülin ve glukagon hormonlarının her ikisini birden salgıladığını, Jackerott ve ark., (1996) ise nöropeptid Y (NPY), PP, PYY gibi

hormonların tek bir hücre içerisinde bulunabileceğini bildirmişlerdir. Literatürlere göre embriyonal, gelişme ve olgunlaşma döneminde pankreasın endokrin hücrelerinde histokimyasal ve morfolojik farklılıklar olabilmektedir. Bu farklılığın belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, gelişme dönemindeki genç etçi tip Japon bildircinlerinin endokrin adacık hücrelerini oluşturan alfa ve beta hücreleri elektron mikroskopik olarak incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

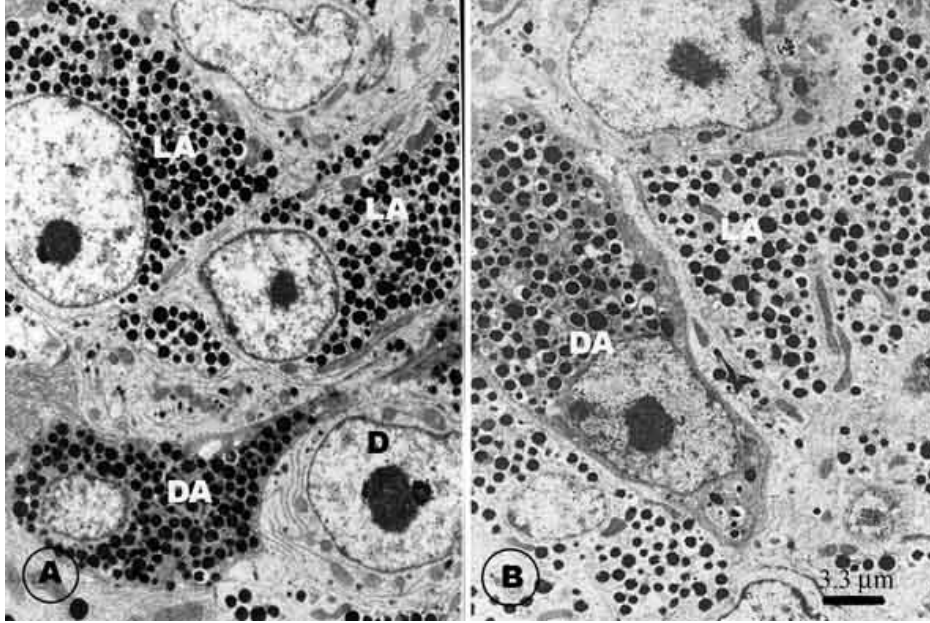
Bu çalışmada materyal olarak, bildircin çiftliğinde kesilen 21 günlük 10 adet etçi tip genç Japon bildircinlerinin pankreasları kullanıldı. Pankreasın dalak lobundan alınan doku örnekleri elektron mikroskopik incelemeler için Karnovsky (1965) metoduna göre glutaraldehit-paraformaldehit (pH 7.4) solüsyonunda 24 saat tespit edildi. Doku örnekleri 3 saat kakodilat tamponu, 2 saat %1 ozmik asit solüsyonu ve 2 saat %0.5 uranil asetat ile muamele edildikten sonra dereceli alkollerden ve propilen oksitten geçirilerek araldit M ile bloklandı. 300-400 Angström inceliğinde alınan kesitlere Veneable ve Coggeshall (1965) metoduna göre kontrast boyaması yapılarak Carl Zeiss EM 9 S-2 model transmission elektron mikroskopunda incelendi.

BULGULAR

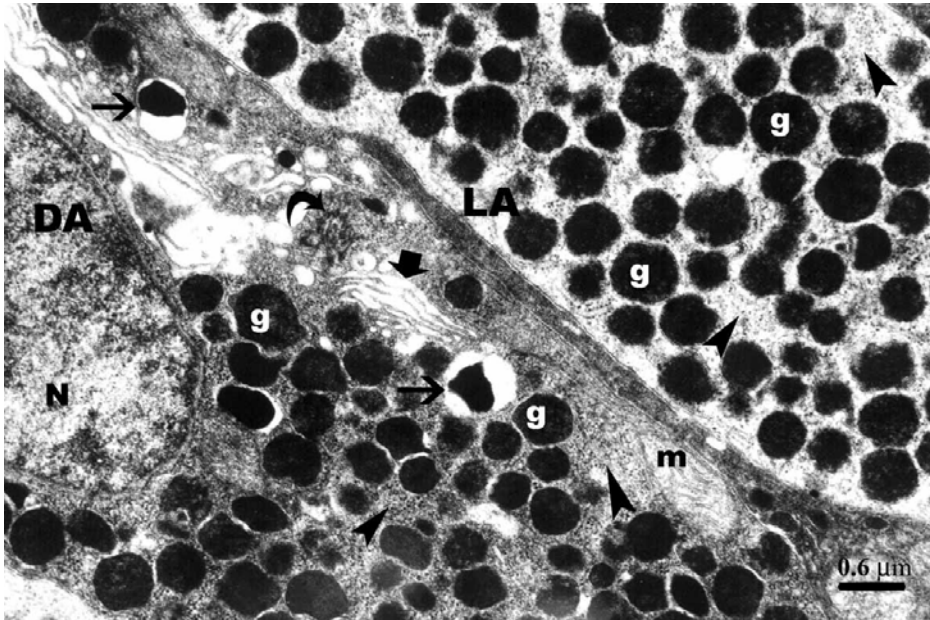
Genç etçi tip bildircinlerin pankreasında alfa adacıklarının çok sayıda alfa hücresi ile az sayıda D hücrelerinden ve nadiren de PP hücresinden oluştuğu gözlemlendi. Dalak lobu periferinde bulunan beta adacıklarını çok sayıda elektron açık sitoplazmalı beta hücreleri ile birkaç adet D ve alfa hücresinin oluşturduğu tespit edildi. Bazı endokrin adacıklarda alfa ve beta hücrelerinin açık ve koyu sitoplazmaya sahip 2 farklı tipinin bulunduğu saptandı. Alfa adacıklarında çok sayıda bulunan ökromatik çekirdekli açık sitoplazmalı alfa hücrelerinin az sayıda serbest ribozom ve polizoma, birkaç adet endoplazmik retikuluma, krista tipi mitokondriyonlara, granül çeperi düzenli ve yuvarlak olan salgı granüllerinin homojen elektron çok yoğun yapıya sahip olduğu belirlendi. Adacıklarda az sayıda rastlanan

heterokromatik çekirdeğe sahip koyu sitoplazmalı alfa hücrelerinin açık sitoplazmalı alfa hücrelerine göre sitoplazmalarında serbest ribozom ve polizomların çok daha yoğun olduğu ve salgı granülü ile salgı çeperi arasında boşluk bulunan çeperi düzensiz salgı granüllerine sahip olduğu gözlemlendi. Bu

hücrelerde Golgi kompleksi, olgunlaşmamış granüller ve sentriollerin çekirdeğe yakın bir şekilde yer aldığı da belirlendi (Şekil 1 ve 2).



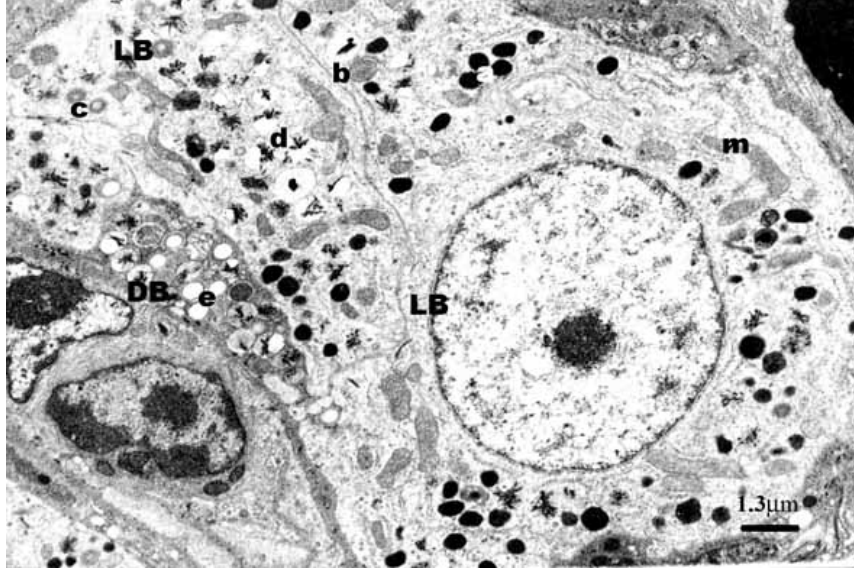
Şekil 1 A ve 1B. Alfa adasındaki açık ve koyu sitoplazmalı alfa hücreleri. Açık sitoplazmalı alfa hücreleri (LA), koyu sitoplazmalı alfa hücreleri (DA) X bar: 3.3 µm.



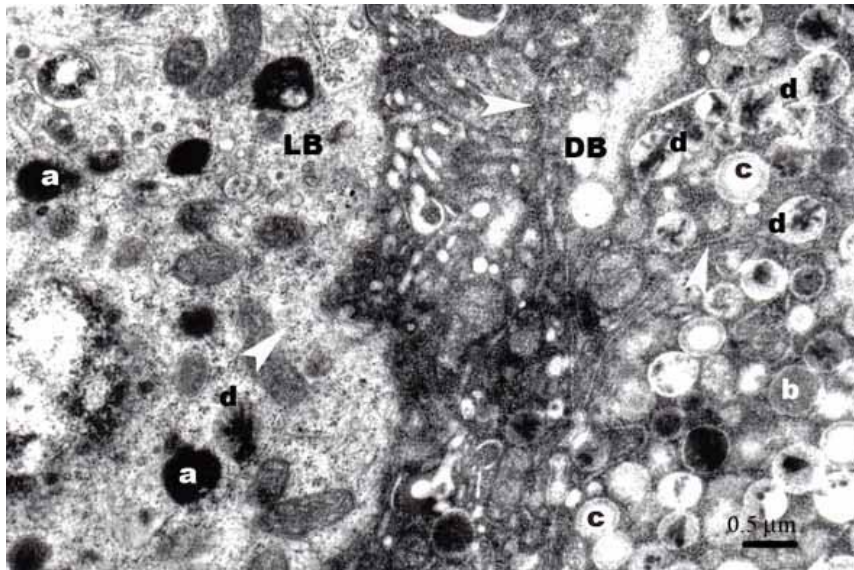
Şekil 2. Açık ve koyu sitoplazmalı alfa hücreler. Açık sitoplazmalı alfa hücreleri (LA), koyu sitoplazmalı alfa hücreleri (DA), çekirdek (N), salgı granülü (g), olgunlaşmamış granül (oklar), Golgi kompleksi (kalın ok), sentriol (eğri ok), mitokondriyon (m), serbest ribozom ve polizomlar (ok başları). X bar: 0.6. µm.

Yuvarlak ökratik çekirdekli ve açık sitoplazmalı beta hücrelerinin elektron çok yoğun, orta elektron yoğun, merkezi elektron açık ve kristaloid yapıda salgı granülü içerdiği gözlemlendi (Şekil 3). Bu adacıklarda, açık sitoplazmalı beta hücrelerinden farklı olarak küçük ve heterokromatik çekirdekli, hücre zarı

düzensiz yapıda, sitoplazmalarında serbest ribozom ve polizomları çok sayıda, sitoplazmaları değişik elektron yoğunluktaki çok sayıda granüllerle dolu koyu beta hücrelerine nadiren de olsa rastlandı (Şekil 4).



Şekil 3. Beta adasındaki açık ve koyu sitoplazmalı beta hücreleri. Açık sitoplazmalı beta hücreleri (LB), koyu sitoplazmalı beta hücreleri (DB), mitokondriyon (m), elektron çok yoğun granüller (a) elektron az yoğun granüller (b), merkezi elektron açık granüller (c), kristaloid granüller (d), boşalmış granüller (e). X bar: 1.3 µm.



Şekil 4. Açık ve koyu sitoplazmalı beta hücreler. Açık sitoplazmalı beta hücreleri (LB), koyu sitoplazmalı beta hücreleri (DB), serbest ribozom ve polizomlar (ok başları), elektron çok yoğun granüller (a) elektron az yoğun granüller (b), merkezi elektron açık granüller (c), kristaloid granüller (d) X bar: 0.5 µm.

TARTIŞMA

Kanatlılarda alfa, beta (Manakova ve Titlbach, 2007) ve miks adacıklardan oluşan endokrin alanlar (Lucini ve ark., 1996) hem memelilerde hem de kanatlılarda pankreasın dalak lobunda çok sayıda bulunmaktadır (Tomita ve ark., 1985; Ku ve ark., 2000). Alfa adacıkları, tavuklarda (Watanabe ve ark., 1984) ve genç bıldırcınlarda (Şimşek ve ark., 2008) alfa, D ve bir kaç adet beta hücrelerinden, kazlarda alfa ve D hücrelerinden (Gülmez ve ark., 2004), yetişkin bıldırcınlarda alfa, D, PP ve C hücrelerinden oluşmaktadır (Şimşek ve Alabay, 2008). Beta adacıkları ise çok sayıda beta hücreleri ve bir kaç adet D (Smith, 1974; Ku ve ark., 2000) ve nadiren de alfa hücrelerinden ibarettir (Gülmez ve ark., 2004).

Yetişkin bıldırcınlarda alfa hücreleri yuvarlak elektron yoğun granülleri bulunan hücrelerdir. Bu hücrelerin sitoplazmalarındaki granüller salgı içeriği ile tamamen dolu olmasına rağmen (Smith, 1974; Şimşek ve Alabay, 2008), tavuklarda salgı granülü ile salgı içeriği arasında bir boşluğun bulunduğu bildirilmektedir (Aluments ve ark., 1977). Beta hücreleri sitoplazmasında değişik elektron yoğunlukta granül içeren, az sayıda serbest ribozom ve polizoma sahip, alfa hücrelerine göre daha fazla sayıda mitokondriyon bulunması ile kolaylıkla ayırt edilebilen hücrelerdir (Smith, 1974; Şimşek ve Alabay, 2008). Smith (1974) ile Şimşek ve Alabay (2008)'ın bildirdiği alfa ve beta hücrelerin elektron mikroskopik özelliklerinin bu çalışmadaki açık sitoplazmalı alfa ve beta hücreleri olarak adlandırdığımız hücreler olduğu belirlendi. Gelişme dönemindeki bıldırcınların pankreasında bu hücrelerden başka koyu sitoplazmalı alfa ve beta hücrelerine de rastlandı. Koyu sitoplazmalı alfa hücrelerinin granül yapısının Aluments ve ark (1977)'nın bildirdiği hücrelerdeki granüllerle paralel olduğu saptandı.

Tavuk embriyolarının ilk dönemlerinde glukogon immunpozitif hücre oranı çok fazla olmasına rağmen son periyotta insulin immunpozitif hücrelerin sayısı da giderek artmaktadır (Manakova ve Titlbach, 2007). İntrauterin hayatta devamlı yenilenen beta

hücrelerinin doğumdan sonra da neogenezisinin devam ettiği (Petropavlovskaja ve ark., 2007), yetişkinlerde doğumdan sonra her gün %3 kadar yeni beta hücrelerinin ortaya çıktığı (Bonner-Weir, 2000), kemirgen hayvanlarda bu oranın 1 ay içerisinde 2 katını bulduğu bildirilmektedir (Scaglia ve ark., 1997). Olgunlaşmamış bazı hücrelerin (intermediate) sitoplazmasında insulin ve glukagon (Lukinius ve ark., 1992) içeren granüllerden başka NPY, PP, PYY gibi hormonlarında tek bir hücre içerisinde bulunabileceği bildirilmektedir (Jackerott ve ark., 1996). Bazı araştırmacılar birden fazla hormon salgılayan bu hücrelerin aktif olarak bölündüğünü ve farklı endokrin hücrelere dönüştüklerini ifade etmektedirler (Miralles ve ark., 2006). Epple ve Brinn (1987)'e göre genç kuşlarda glukagon seviyesi yetişkinlerden daha yüksek seviyededir ve bu yüksek glukagon düzeyi adacıklarda beta hücre neogenezisine neden olmaktadır. Deneysel diyabetik hastalarda da beta hücrelerini destekleyici ajanların endokrin adacıklarda beta hücre rejenerasyonunu artırdığı bildirilmektedir (Bernard ve ark., 1998; Kanter ve ark., 2004; Cemek ve ark., 2008). Sağlam (1976), dinlenme dönemindeki inaktif pankreatik hücrelerin yassılaştığı ER keseciklerinin aktif metabolizma fazında şişkinleştiğini, inaktif sitoplazmanın bu nedenle elektron mikroskopta oldukça farklı görüldüğünü bildirmektedir. Bu çalışmadaki elektron mikroskopik incelemelerde açık sitoplazmalı hücrelere göre, hücre zarı düzensiz görülen koyu endokrin hücrelerin granül içeriğinin ve zarının düzensizliği, olgunlaşmamış salgı granüllerinin, Golgi kompleksi ve sentriollerin çekirdeğe yakın olması, sitoplazmalarında serbest ribozom ve polizom yoğunluğunun daha fazla sayıda olması, açık sitoplazmalı hücrelere göre özellikle koyu beta hücrelerinin sitoplazmasında salgı granülünün çok fazla sayıda görülmesi, bu hücrelerin Epple ve Brinn, (1987), Bonner-Weir (2000) ve (Petropavlovskaja ve ark., 2007)'nın bildirdiği yenilenen hücreler ya da Sağlam (1976)'ın bildirdiği dinlenme dönemindeki inaktif hücreler olabileceği düşünülmüştür. Bazı organlarda tek bir hücre tipi histokimyasal boyamalarda koyu ve açık sitoplazmalı olarak

görülebilmektedir. Örneđin; Kodama (1983), pankreasın akıtıcı kanal epitelinde koyu ve açık sitoplazmalı prensipal hücreler içerdiğini, Tanyolaç (1993), paratiroidte farklı fonksiyon fazındaki aynı hücrelerin koyu ve açık sitoplazmalı görülebileceğini bildirirken, Böck ve Geleff (1984) bu tip hücrelerin tespit hatası nedeniyle farklı görüldüğünü ifade etmektedir. Bu çalışmada tespit edilen açık ve koyu sitoplazmalı alfa ve beta hücreleri arasında organel yapısının ve sayısının farklı oluşu, tespit hatasının olmadığını bunun aksine farklı fonksiyon fazındaki aynı hücreler olabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmanın sonucunda, gelişme dönemindeki bildiricilerin pankreatik dalak lobunun koyu ve açık sitoplazmalı alfa ve beta hücrelerini içerdiğini belirlenmiş oldu. Koyu ve açık sitoplazmalı endokrin hücrelerle ilgili elde edilen bu bulguların ileride yapılabilecek elektron-immunhistokimyasal ve fonksiyonel çalışmalara katkı sağlayacağı düşünöldü.

TEŞEKKÜR: Bu çalışmayı destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonuna (BAP- 2004–20), elektron mikroskopik incelemelerin yapıldığı Ankara Üniversitesi Veteriner Fakóltesi Histoloji Embriyoloji Anabilim Dalı'na ve desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Levent ERGÜN'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Aluments, J., Sundler, F., Hakanson, R., 1977. Distribution, ontogeny and ultrastructure of somatostatin immunoreactive cells in the pancreas and gut. *Cell Tissue Res.*, 185, 465– 479.
- Bernard, C., Thibault, C., Berthault, MF., Magnan, C., Saulnier, C., Portha, B., Pralong, WF., Pénicaud, L., Ktorza, A., 1998. Pancreatic B -cell regeneration after 48-h glucose infusion in mildly diabetic rats is not correlated with functional improvement. *Diabetes*, 47, 1058–1065.
- Bonner-Weir, S., 2000. Islet growth and development in the adult. *J. Mol. Endocrinol.*, 24, 297–302.
- Böck, P., Geleff, S., 1984. Pancreatic duct glands III. Morphology of secretory epithelium and endoepithelial glands. *Z. Mikrosk. Anat. Forsch.*, 98, 857 – 872.
- Böck P., Moneim, M., Egerbacher, M., 1997. Development of pancreas. *Microsc. Res. Techn.*, 37, 374 – 383.
- Cemek, M., Kađa, S., Şimşek N., Büyökokurođlu ME., Konuk M., 2008. Antihyperglycemic and antioxidative potential of *Matricaria chamomilla* L. in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Nat. Med.*, 62, 284-93.
- Epple, A., Brinn, JE., 1987. The comparative physiology of the pancreatic islets. Springer-Verlag, Berlin.
- Gölmez, N., Kocamiş, H., Aslan, Ş., Nazlı, M., 2004. Immunohistochemical distribution of cells containing insulin, glucagon and somatostatin in the goose (*Anser anser*) pancreas. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 28, 403–407.
- Jackerott, M., Oster, A. and Larsson, LI., 1996. PYY in developing murine islet cells: comparisons to development of islets hormones, NPY, and BrdU incorporation. *J. Histochem. Cytochem.*, 44, 809–817.
- Kanter, M., Coskun, O., Korkmaz, A., Oter, S., 2004. Effects of *Nigella sativa* on oxidative stress and β-cell damage in streptozotocin-induced diabetic rats. *Anat. Rec.*, 279A, 685–691.
- Karnovsky, M.J., 1965. Formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. *J. Cell Biol.*, 27, 137A–138A.
- Kodama, T. 1983. A light and electron microscopic study on the pancreatic ductal system. *Acta Pathol. Jpn.*, 33, 297–321.
- Ku, SK., Lee, JH., Lee, HS., 2000. An immunohistochemical study of the insulin-, glucagon- and somatostatin- immunoreactive cells in the developing pancreas of the chicken embryo. *Tissue Cell*, 32, 58–65.
- Lucini, C., Castaldo, L., Lai, O., 1996. An immunohistochemical study of the endocrine pancreas of ducks. *Eur. J. Histochem.*, 40, 45–52.
- Lukinius, A., Ericsson, J., Grimelius, L., Korsgren, O., 1992. Ultrastructural studies on the ontogeny of fetal human and porcine endocrine pancreas with special reference to colocalization of the four major islet hormones. *Dev. Biol.*, 153, 376–385.
- Manakova, E., Titlbach, M., 2007. Development of the Chick Pancreas with Regard to Estimation of the Relative Occurrence and Growth of Endocrine Tissue. *Anat. Histol. Embryol.*, 36, 127–134.
- Miralles, F., Lamotte, L., Couton, D., Joshi, RL. 2006. Interplay between FGF10 and Notch signalling is required for the self-renewal of pancreatic progenitors. *Int. J. Dev. Biol.*, 50, 17–26.
- Petrovavlovskaja, M., Bodnar, CA, Behie, LA., Rosenberg, L., 2007. Pancreatic small cells: analysis of quiescence, long-term maintenance

- and insulin expression in vitro. *Exp. Cell Res.*, 313, 931–942.
- Rawdon, BB., 1998. Morphogenesis and differentiation of the avian endocrine pancreas, with particular reference to experimental studies on the chick embryo. *Micros. Res. Tech.*, 43, 292–305.
- Rawdon, BB., Larsson, LI., 2000. Development of hormonal peptides and processing enzymes in the embryonic avian pancreas with special reference to co-localisation. *Histochem. Cell. Biol.*, 114, 105–112.
- Sağlam, M., 1976. Elektron mikroskopide tespit, gömme ve bloklama problemleri. *AÜ. Vet. Fak. Dergisi*, 3–4, 465–481
- Scaglia, L., Cahill, CJ., Finegood, DT., Bonner-Weir, S., 1997. Apoptosis is part of the remodeling of the endocrine pancreas in the neonatal rat. *Endocrinology*, 138, 1736–1741.
- Smith, PH., 1974. Pancreatic islets of the coturnix quail. A light and electron microscopic study with special reference to the islet organ of the splenic lobe. *Anat. Rec.*, 178, 567–585.
- Şimşek, N. Alabay, B. 2008. Light and electron microscopic examinations of the pancreas in quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Rev. Med. Vet.*, 159, 198–206.
- Şimşek, N., Özüdoğru, Z., Alabay, B. 2008. Immunohistochemical studies on the splenic lobe of the pancreas in young Japanese quails (*Coturnix c. japonica*). *Dtsch tierarztl Wschr.*, 115,189–193.
- Tanyolaç, A., 1993. Özel Histoloji, Yorum Basım Yayın Sanayi . Ankara. s.161.
- Tomita, T., Doull, V., Pollock, HG., Kimmell, JR., 1985. Regional distribution of pancreatic polypeptide and other hormones in chicken pancreas: reciprocal relationship between pancreatic polypeptide and glucagon. *Gen. Comp. Endoc.*, 58, 303–310.
- Veneable, JH., Coggeshall, R., 1965. A simplified lead citrate stain for use in electron microscopy. *J. Cell. Biol.*, 25, 407–408.
- Watanabe, T., Chikazawa, H., Yamada, J., 1984. Catecholamine-containing pancreatic islet cells of the domestic fowl. Light, fluorescence and electron microscopy, and immunohistochemistry. *Cell Tissue Res.*, 237, 239–144.

ⁱ **Yazışma Adresi**

Zekeriya ÖZÜDOĞRU
Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Anatomi Anabilim Dalı, Ilıca/Erzurum
E-posta: zekeriya42@hotmail.com