

Seksen Günlük Yaban Domuzu Fetuslarında Kalbin İntraventriküler Yapılarının Morfolojisi[#]

Lütfi TAKCI¹, Sevinç ATEŞ¹, Feyza BAŞAK², Yeşim AKAYDIN BOZKURT², Tolunay KOZLU²

¹ Mustafa Kemal University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Anatomy Hatay

² Mustafa Kemal University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histologia-Embryologia, Hatay

[#]Bu makale 25-29 Ağustos 2016 tarihleri arasında Bosna-Hersek'te yapılan 1. Uluslararası Veteriner Bilimleri ve Tekniklerinde Gelişmeler Kongresi (1st International Congress On Advances In Veterinary Sciences And Technics (ICAVST))'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

*Corresponding author e-mail: lutfi_takci@hotmail.com

ÖZ

İnsanda ve birçok hayvan türünde kalbin makro ve mikro yapısının ortaya konulduğu çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Ancak yaban domuzu fetuslarında ayrıntılı morfolojik bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın var olan bilgi eksikliğinin giderilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada %10'luk formaldehit ile tespit edilen 80 günlük yaban domuzu fetusuna ait 7 adet kalp kullanıldı. Diseksiyon ve fotoğraflama işlemlerinden sonra alınan doku örneklerine rutin histolojik prosedür uygulandı. Hazırlanan bloklardan elde edilen 5 mikronluk kesitlere genel histolojik yapıyı ortaya koymak amacıyla Crossman'ın modifiye triple boyama tekniği uygulandı. Valva atrioventricularis dextra'nın incelenen tüm kalplerde cuspis septalis, cuspis angularis ve cuspis parietalis olmak üzere üç yapraklı olduğu belirlendi. Valva atrioventricularis sinistra'nın incelenen tüm kalplerde cuspis septalis ve cuspis parietalis olmak üzere iki yapraklı olduğu belirlendi. Ventriculus dexter'de dış duvara yerleşmiş 1 adet m. papillaris magnus'a, septal duvara yerleşmiş 1 adet m. papillaris subarteriosus'a ve 1-2 adet mm. papillares parvi'ye rastlandı. Ventriculus sinister'in dış duvarına yerleşmiş 1 adet m. papillaris subauricularis ve 1 adet m. papillaris subatrialis'e rastlandı. Sağ ventriküllerin hepsinde trabeculae septomarginalis'e rastlanırken, sol ventrikülde rastlanmamıştır. Sağ ventrikülde chordae tendineae sayısının 17-24 adet, sol ventrikülde ise 15-20 adet arasında değiştiği belirlenmiştir. Kalbin atrioventriküler hattı boyunca alınan transversal kesitlerde sol ventrikülün dış duvarında subendokardial purkinje hücreleri görüldü. Kalbin uzun eksenli boyunca gömülmesiyle elde edilen kesitlerde ise sol ventrikül septal duvarının subendokardında atrioventricular bundle ve Purkinje hücre toplulukları görüldü. Ayrıca sağ ventrikülün dış duvarından alınan kesitlerde periarterial purkinje hücrelerine rastlandı. Yapılan inceleme sonucunda 80 günlük yaban domuzu fetuslarına ait kalplerde bütün yapıların oluştuğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Anatomi, Fötüs, Kalp, Histoloji, Domuz

The Morphology of the Interventricular Structures of the Heart in 80-day-old Wild Pig Fetal Siblings

ABSTRACT:

Since there is no literature focused on the macro and micro structure of the heart of the wild pig fetuses, this study aimed to contribute to the lack of information in this area. In this study, 7 hearts which belongs to the 80 days old fetuses of the wild pigs were used after fixation. After dissection and photographing, Crossmans modified triple staining technique was applied on the sections taken. The right atrioventricular valves possessed septal, angular, and parietal; while the left atrioventricular valves composed septal and parietal cusps. In the right ventricle, there was one posterior papillary muscle on the outer wall, one anterior papillary muscle and 1-2 septal papillary muscles on the septal wall. In the parietal wall of the left ventricle, there was one subauricular papillary muscle and one subatrial papillary muscle. Even the septomarginal trabecula was seen in all right ventricles examined, the left ventricles possessed any. There were 17-24 in the right and 15-20 tendinous chords in the left ventricle. In the sections taken along the atrioventricular line, subendocardial purkinje cells were seen at the parietal wall of the left ventricle. In the long axis sections of the heart, there were purkinje cell aggregates and atrioventricular bundle at the subendocard of the septal wall of the left ventricle. Besides, periarterial purkinje cells were seen at the sections of the parietal wall of the right ventricle. It was determined that all the structures were formed at the hearts of 80 days old fetuses of the wild pig.

Keywords: Anatomy, Fetus, Heart, Histology, Pig

To cite this article: Takci L, Ateş S, Başak F, Akaydin Bozkurt Y, Kozlu T. Seksen Günlük Yaban Domuzu Fetuslarında Kalbin İntraventriküler Yapılarının Morfolojisi Kocatepe Vet J. (2017) 10(4): 235-240.

Kalp, vücutta oluşan kirli kanı akciğere, akciğerden gelen temiz kanı ise vücuda pompalayan bir organdır. Yerine getirdiği önemli ve karmaşık fonksiyonların sonucu olarak morfolojisi de kompleks bir yapı göstermektedir. İnsanda ve evcil memeli hayvanlarda kalbin göğüs kafesi içindeki konumu, şekli, boyutları, kalp kasının yapısı, intraatrial ve intraventriküler yapıları bilim dünyasında birçok çalışmanın konusu olmuştur. Bu sebepten kalp kapakları, chorda tendinea'lar ve musculus papillaris'lerin hem morfolojik hem de fonksiyonel özellikleri birçok bilimsel çalışmada incelenmiştir. (Wafae ve ark. 1990, Haligur ve Dursun 2009, Karaca ve Ülger 2009, Ateş ve Çakır 2010, Bombonato ve ark. 2012, Lima ve ark. 2013). Çeşitli araştırmalarda kalp kapakları ile ilgili hastalıkların ve iç ileti sistemindeki bozukluklardan kaynaklanan problemlerin teşhisi ve tedavisine ışık tutulmaya çalışılmıştır. Ayrıca doku ve organ transplantasyonu çalışmalarında da ilgili yapılar sebebiyle kalp, üzerinde en çok çalışılan organlardan olmuştur (Dooldeniya ve Warrens 2003; Yang ve Sykes 2007). Hayvandan insana doku ya da organ transplantasyonu (xenotransplantasyon) çalışmalarında filogenetik yakınlığın sebep olduğu komplikasyonlar primatların (Şempanze, babun) bu çalışmalarda önemini yitirmesine sebep olmuştur (Dooldeniya ve Warrens 2003). Boyutu, ağırlığı ve immunolojik uyumu domuz kalbini bu çalışmalarda üzerinde en çok çalışılan örneklerden biri haline getirmiştir (Dooldeniya ve Warrens 2003). Yapılan literatür araştırmasında birçok evcil memeli hayvanda ve insanda hem erginlerinde hem de fetuslarında kalbin iç yapısı ile ilgili birçok çalışmaya rastlanmış ancak yaban domuzu fetuslarında böyle bir çalışmanın yapılmadığı tespit edilmiştir (Ranganathan ve ark. 1970, Icardo ve ark. 1993, Bozbuğa 1998, Haligur ve Dursun 2009, Karaca ve Ülger 2009, Bombonato ve ark. 2012, Gulyaeva ve Roshchevskaya 2012, Lima ve ark. 2013, Ghonimi ve ark. 2014). Hem kalp hastalıklarında hem de xenotransplantasyon çalışmalarında anatomik bir model oluşturulması düşüncesi ile bu çalışma 80 günlük yaban domuzu fetuslarında kalbin intraventriküler yapılarının morfolojik özelliklerinin değerlendirilmesini amaçlamıştır. Ayrıca çalışma ile elde edilen bulguların gebeliğin belli bir döneminde (İkinci trimesterin sonu, üçüncü trimesterin başı) kalbe ait yapıların ne ölçüde geliştiğini göstermesi, erginleri ile arasında bir fark bulunup bulunmadığını saptaması ve diğer hayvanlarda yapılmış çalışmalar ile karşılaştırma imkanı sunması açısından bilim dünyasına katkı yapacağı düşünülmektedir.

Çalışmada Hatay yöresinde avcılar tarafından vurulmuş gebe bir yaban domuzundan elde edilen 7 adet fetus kalbi kullanıldı. Baş-kuyruk (Crown-rump) ölçülerine göre fetusların 80 günlük oldukları belirlendi (Henry 1968; Evans ve Sack 1973). Fetus kalpleri %10'luk formaldehit ile tespit edildikten sonra diseksiyonları yapılarak kalplerde musculus papillaris, chordae tendinea ve trabeculae septomarginalis'in sayıları ve şekilleri ortaya konuldu. Alınan doku örneklerine rutin histolojik prosedür uygulandı (Denk ve ark. 1989). Hazırlanan bloklardan elde edilen 5 mikronluk kesitler genel histolojik yapıyı ortaya koymak amacıyla crossman'ın modifiye triple boyama tekniği (Crossman's modified triple stain technique) ile boyandı (Denk ve ark. 1989).

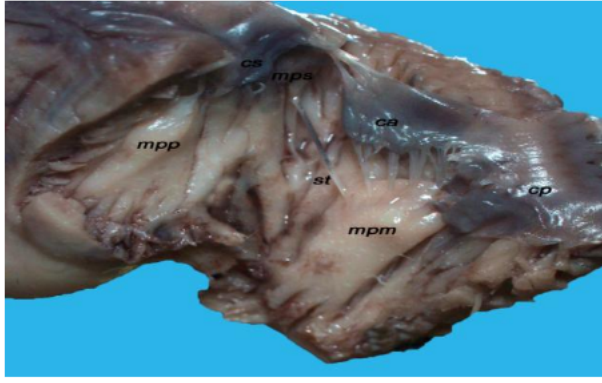
BULGULAR

Valva atrioventricularis dextra'nın incelenen tüm kalplerde cuspis septalis, cuspis angularis ve cuspis parietalis olmak üzere üç yapraktan oluştuğu belirlendi. Cuspis septalis ve cuspis angularisin tek parça, cuspis parietalisin 1 veya 2 parçadan oluştuğu gözlemlendi. (Şekil 1, 2)

Valva atrioventricularis sinistra'nın cuspis septalis ve cuspis parietalis olmak üzere iki yapraktan oluştuğu belirlendi. Cuspis septalis'in tek parça, cuspis parietalis'in ise 1-3 parçalı olduğu görüldü. (Şekil 3)

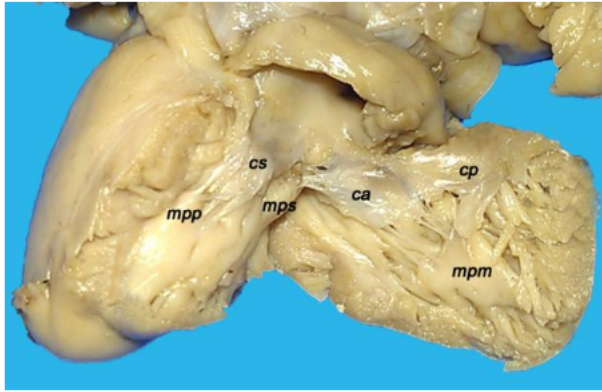
Ventriculus dexter'de bulunan musculus papillaris'lerden m. papillaris magnus'un yuvarlak koni veya yassı dikdörtgen şeklinde olduğu dış duvara yerleştiği görüldü. Musculi papillares parvi'nin yassı çift başlı koni şeklinde olduğu ve septal duvara yerleştiği belirlendi. Musculus papillaris subarteriosus'un çok belirgin olmayıp küçük bir kabartı şeklinde olduğu ve septal duvara yerleştiği saptandı (Şekil 1, 2). Chordae tendinea sayısının 17-24 adet arasında olduğu ve incelenen bütün kalplerde sağ ventrikülde, ventrikül duvarından septuma uzanan bir adet trabeculae septomarginalis'in varlığı tespit edildi (Şekil 1).

Ventriculus sinister'in dış duvarına yerleşmiş iki adet musculus papillaris'in mevcut olduğu görüldü. Musculus papillaris subatrialis'in ucu sivri, parçalı keskin bir koniye benzediği, m. papillaris subauricularis'in ise ucu yassı yuvarlak bir koniye benzediği tespit edildi. Sol ventrikülde 15-20 adet chordae tendinea sayılırken trabeculae septomarginalise rastlanmadı (Şekil 3).



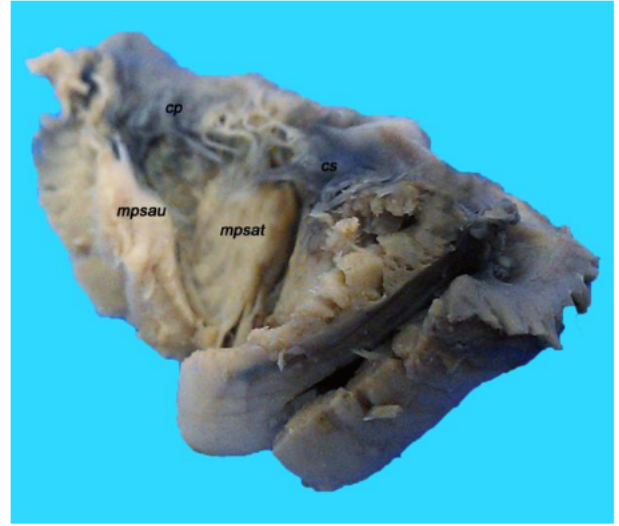
Şekil 1: Ventriculus dexter'de intraventriküler yapılar (cs: cuspis septalis, ca: cuspis angularis, cp: cuspis parietalis, mpp: musculi papillares parvi, mps: musculus papillaris subarteriosus, mpm: musculus papillaris magnus, st: trabeculae septomarginalis)

Figure 1: Intraventricular structures in right ventricles (cs: cuspis septalis, ca: cuspis angularis, cp: cuspis parietalis, mpp: musculi papillares parvi, mps: musculus papillaris subarteriosus, mpm: musculus papillaris magnus, st: trabeculae septomarginalis)



Şekil 2: Ventriculus dexter'de intraventriküler yapılar (cs: cuspis septalis, ca: cuspis angularis, cp: cuspis parietalis, mpp: musculi papillares parvi, mps: musculus papillaris subarteriosus, mpm: musculus papillaris magnus)

Figure 2: Intraventricular structures in right ventricles (cs: cuspis septalis, ca: cuspis angularis, cp: cuspis parietalis, mpp: musculi papillares parvi, mps: musculus papillaris subarteriosus, mpm: musculus papillaris magnus)

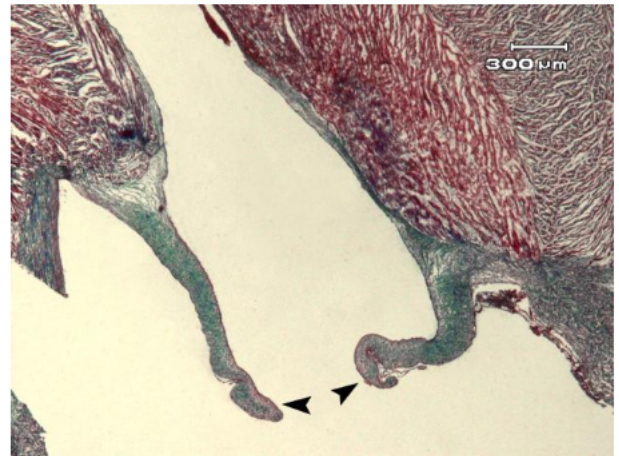


Şekil 3: Ventriculus sinister'de intraventriküler yapılar (cs: cuspis septalis, cp: cuspis parietalis, mpsau: musculus papillaris subauricularis, mpsat: musculus papillaris subatrialis)

Figure 3: Intraventricular structures in left ventricles (cs: cuspis septalis, ca: cuspis angularis, cp: cuspis parietalis, mpp: musculi papillares parvi, mps: musculus papillaris subarteriosus, mpm: musculus papillaris magnus)

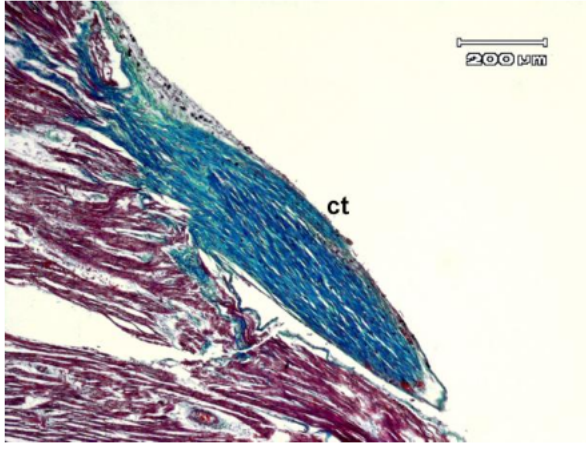
HİSTOLOJİK BULGULAR

Kalbe ait tüm yapıların (valvül (Şekil 4) chorda tendinea (Şekil 5), musculus papillaris (Şekil 6) purkinje hücresi (Şekil 7)) şekillenmiş olduğu görüldü. Kalbin atrioventriküler hattı boyunca alınan transversal kesitlerde sol ventrikül duvarının subendokardında purkinje hücreleri belirlendi (Şekil 7A). Kalbin uzun eksenı boyunca gömülmesiyle elde edilen kesitlerde (Lateral kesitlerde) ise sol ventrikül septal duvarının subendokardında His demetleri (Atrioventricular bundle) ve Purkinje hücresi toplulukları saptandı (Şekil 7C). Lateral kesitlerde periarterial purkinje hücrelerine rastlandı (Şekil 7B).

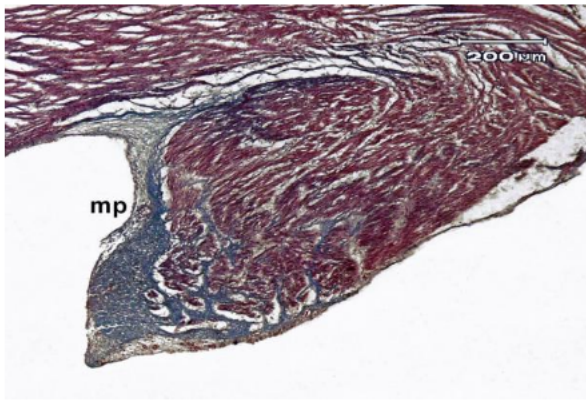


Şekil 4: Valvül (oklar)

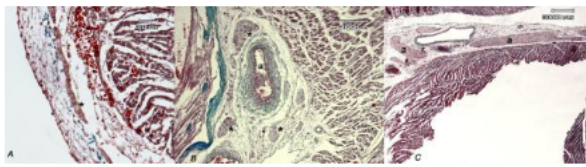
Figure 4: Valvul (Arrows)



Şekil 5: Chordae tendinea (ct:chordae tendinea)
Figure 5: Chordae tendinea (ct:chordae tendinea)



Şekil 6: Musculus papillaris (mp: musculus papillaris)
Figure 6: Musculus papillaris (mp: musculus papillaris)



Şekil 7: A, Transversal kesitte subendokardda purkinje hücreleri, B: Periarterial purkinje hücreleri, a: arteriol C: Lateral kesitte sol ventrikül septal duvarında purkinje hücreleri (*:purkinje hücreleri, a: kas)

Figure 7A: Purkinje cells located at the subendocardium in the transverse section **B:** Periarterially located Purkinje cells **C:** Purkinje cells at the septal wall of the left ventricle in the lateral section

Kalp kapakları ile ilgili yapılan çalışmalarda genel olarak valva atrioventricularis dextra'nın cuspis parietalis, cuspis septalis ve cuspis angularis olmak üzere üç yapraktan oluştuğu bildirilmiştir (Silver ve ark. 1971, König ve Liebich 2004, Dursun 2008, Dyce ve ark. 2009, Haligur ve Dursun 2009, Iaizzo 2009, Volmerhaus ve ark. 2013). Ancak tavşan ve kobay kalplerinde yapılan bir çalışmada yaprak sayısının 2 olabileceği belirtilmiştir (Ateş ve Çakır 2010). İnsan kalbinde yapılmış çalışmalarda ise yaprak sayısının 2 ile 6 arasında değişebileceği vurgulanmıştır (Wafae ve ark. 1990, Ülger 2003). Bu çalışmada incelenen kalplerin tamamında valva atrioventricularis dextra'nın üç yapraktan oluştuğu görülmüştür.

Valva atrioventricularis sinistra'nın birçok kaynaktaki cuspis septalis ve cuspis parietalis olmak üzere 2 yapraktan oluştuğu bildirilmiştir (Ranganathan ve ark. 1970, Ho 2002, Dursun 2008, Dyce ve ark. 2009, Haligur ve Dursun 2009, Karaca ve Ülger 2009). Bununla birlikte insan kalplerinde valva atrioventricularis sinistra'nın 4 yapraktan meydana geldiğini bildiren çalışmalara da rastlanmıştır (Michaëlsson ve Ho 2000, Iaizzo 2009). Ayrıca domuzda yapılmış bir çalışmada mitral kapağın yaprak sayısının değişiklik gösterebileceği ve komissural yaprakçıkların da bulunabileceği belirtilmiştir (Iaizzo 2009, Lima ve ark. 2013). Bazı kaynaklarda ise bu iki yaprağa ek olarak aksesuar yaprakçıkların da bulunabileceği ifade edilmiştir (Sisson 1975, Michaëlsson ve Ho 2000, Iaizzo 2009, Lima ve ark. 2013, Volmerhaus ve ark. 2013). İncelediğimiz kalplerde valva atrioventricularis sinistra'nın iki yapraktan oluştuğu görülmüştür.

Papillar kasların sayısı ve şekilleri ile ilgili yapılan çalışmalarda bireysel varyasyonların olabileceği ifade edilmiştir (Haligur ve Dursun 2009, Ateş ve Çakır 2010, Volmerhaus ve ark. 2013). Ventriculus dexter'de musculus papillaris subarteriosus ve musculus papillaris parvi'nin genel olarak septum'da musculus papillaris magnus'un ise dış duvarda yerleştiği bildirilmiştir (Sisson 1975, König ve Liebich 2004, Iaizzo 2009, Volmerhaus ve ark. 2013). Ancak musculus papillaris magnus'un kobayda septum-dış duvarı sınırında, tavşan (Ateş ve Çakır 2010) ve carnivora'da (Volmerhaus ve ark. 2013) yerini tamamen değiştirerek septumda yerleştiği belirtilmiştir.

Ventriculus sinister'de bulunan iki adet papillar kasın dış duvara yerleştiği bildirilmiştir (Sisson 1975, König ve Liebich 2004, Iaizzo 2009, Volmerhaus ve ark. 2013). İncelenen kalplerde de papillar kasların dış duvara yerleştiği görülmüştür. Her iki papillar kasın başcık sayısı ve şeklinin varyasyon gösterdiği ifade edilmiştir (Roberts ve Cohen 1972, Roberts 1983, Bozbuğa 1998, Ateş ve

Çakır 2010). İncelenen kalplerde m. papillaris subatrialis'in kubbesi sivri, parçalı keskin bir koniye benzediği, m. papillaris subauricularis'in ise kubbesi yassı yuvarlak bir koniye benzediği görülmüştür. Çeşitli kaynaklarda hem sağ hem de sol ventrikülde tr. septomarginalis'in varlığından söz edilmiştir (Sisson 1975, Gerlis ve ark. 1984, Philip ve ark. 2011, Bombonato ve ark. 2012, Gulyaeva ve Roshchevskaya 2012, Ghonimi ve ark. 2014). Trabeculae septomarginalis'in origo ve insertio'larının ve dallanma şekillerinin hayvanlar arasında farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Michaëlsson ve Ho 2000, Deniz ve ark. 2004, Iaizzo 2009). Köpek kalplerinde yapılan bir çalışmada trabeculae septomarginalis'e rastlanmadığı belirtilmiştir (Michaëlsson ve Ho 2000, Iaizzo 2009). Bu çalışmada sağ ventriküllerin tamamında tr. septomarginalis'in bulunduğu görülmüş ancak sol ventrikülde tr. septomarginalis'e rastlanmamıştır. Bu yapıların, histolojik incelenmesinde bağdokusu, kas hücreleri ve purkinje liflerini içerdiği ifade edilmiştir (Sisson 1975, Haligur ve Dursun 2009, Bombonato ve ark. 2012, Ghonimi ve ark. 2014). Yapılan çalışmada da trabeculae septomarginalise ait histolojik bulgular literatüre uygunluk göstermiştir. Sonuç olarak seksen günlük yaban domuzu fetuslarında kalbin intraventriküler yapılarının tamamının şekillendiği görülmüştür. Ergin domuz kalbi ile karşılaştırıldığında intraventriküler yapıların önemli bir farklılık göstermediği ancak m. papillaris subarteriosus'un çok belirgin olmayıp küçük bir kabartı şeklinde olduğu tespit edilmiştir. İnsan ve diğer hayvanlarla karşılaştırıldığında ise literatürde belirtilen türe ait özellikleri gösterdiği sonucuna varılmıştır. Yapılan çalışmanın bu konudaki bilgi eksikliğine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ateş S, Çakır A. Yeni Zelanda tavşanı ve kobayda kalp kapaklarının karşılaştırmalı makro anatomisi. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 2010; 57: 145-50.
- Bombonato PP, Mariana ANB, Borelli V, Agreste F, Nascimento LG, Leonardo AS. Morphometric Study Of Trabecula Septomarginalis In Dogs./Estudo morfométrico da trabécula septomarginal em cães. Ars Veterinaria. 2012; 28: 250-54.
- Bozbuğa N, Şahinoğlu K, Öztürk A, Civelek A, Işık Ö, Arı Z, Bayraktar B, Yakut C. Mitral Kapak ve Subvalvüler Apparatusun Morfolojik Özellikleri. İst. Tıp Fak. Mecmuası, 1998; 61: 1-4.
- Deniz M, Kilinc M, Hatipoglu ES. Morphologic study of left ventricular bands. Surgical and Radiologic Anatomy, 2004; 26: 230-34.
- Denk H, Künzele H, Plenk H, Rüschoff J, Seller W. Romeis Mikroskopische Technik. 17., neubearbeitete Auflage. Urban und Schwarzenberg, München-Wien. Baltimore: 1989; 439-50.
- Dooleniya MD, Warrens AN. Xenotransplantation: where are we today? Journal of the Royal Society of Medicine, 2003; 96: 111-17.
- Dursun, N. 2008. Veteriner Anatomi II. (Medisan Yayınevi: Ankara).
- Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. Textbook of veterinary anatomy (Elsevier Health Sciences), 2009.
- Evans HE, Sack WO. Prenatal development of domestic and laboratory mammals: growth curves, external features and selected references. Anatomia, Histologia, Embryologia, 1973; 2: 11-45.
- Gerlis LM, Wright HM, Wilson N, Erzengin F, Dickinson DF. Left ventricular bands. A normal anatomical feature. Br Heart J, 1984; 52: 641-7.
- Ghonimi W, Abuel-Atta AA, Bareedy MH, Balah A. Gross and microanatomical studies on the moderator bands (septomarginal trabecula) in the heart of mature Dromedary camel (Camelus dromedarius). J. Adv. Vet. Anim. Res., 2014; 1: 24-30.
- Gulyaeva AS, Roshchevskaya IM. Morphology of moderator bands (septomarginal trabecula) in porcine heart ventricles. Anat Histol Embryol, 2012; 41: 326-32.
- Haligur A, Dursun N. Morphological and Morphometric Investigation of the Musculus papillaris and Cordae tendineae of the Donkey (Equus asinus L.). Journal of Animal and Veterinary Advances, 2009; 8: 726-33.
- Henry VG. Fetal development in European wild hogs. The Journal of Wildlife Management: 1968; 966-70.
- Ho, SY. Anatomy of the mitral valve. Heart, 2002; 88 Suppl 4: iv5-10.
- Iaizzo, PA. Handbook of cardiac anatomy, physiology, and devices (Springer Science & Business Media). 2009.
- Icardo JM, Arrechdera H, Colvee E. The atrioventricular valves of the mouse. I. A scanning electron microscope study. Journal of anatomy, 1993; 182: 87.
- Karaca Ö, Ülger H. İnsan Kalbinde Mitral Kapağa Ait Chordae Tendinea Ve Musculus Papillaris'lerin Morfolojik İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences), 2009; 18(2):72-80

- Konig, HE, Liebich HG.** Veterinary anatomy of domestic animals: textbook and color atlas. Stuttgart, Germany, Schattauer Co. 2004.
- Lima JVS, Almeida J, Bucler B, Alves RP, Pissulini CNA, Carrocini JC, Nascimento SRR, Ruiz CR, Wafae N.** Anatomy of the left atrioventricular valve apparatus in landrace pigs. *Journal of Morphological Science*, 2013; 30: 63-68.
- Michaëlsson M, Ho SY.** Congenital heart malformations in mammals: an illustrated text (World Scientific). 2000.
- Philip S, Cherian KM, Wu MH, and Lue HC.** Left ventricular false tendons: echocardiographic, morphologic, and histopathologic studies and review of the literature. *Pediatrics & Neonatology*, 2011;52: 279-86.
- Ranganathan N, Lam JHC, Wigle ED, Silver MD.** Morphology of the human mitral valve. *Circulation*, 1970; 41: 459-67.
- Roberts, WC.** Morphologic features of the normal and abnormal mitral valve. *The American journal of cardiology*, 1983; 51: 1005-28.
- Roberts WC, Cohen LS.** Left ventricular papillary muscles. *Circulation*, 46: 138-54.
- Silver MD, Lam JHC, Ranganathan N, Wigle ED.** 1971. Morphology of the human tricuspid valve. *Circulation*, 1972; 43: 333-48.
- Sisson, GR.** Grossman's The Anatomy of the Domestic Animals, 5th edn. Philadelphia: WB Saunders. 1975.
- Ülger H, Acer N, Karaca Ö, Altınkaya H, Ünür E, Ekinci N, Aycan K.** İnsan Kalbinde Tricuspid Kapağı Ait Cuspis'lerin Morfolojik ve Morfometrik İncelenmesi. *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2003;12: 58-63.
- Volmerhaus B, Habermehl KH, Schummer A, Wilkens H.** The circulatory system, the skin, and the cutaneous organs of the domestic mammals (Springer). 2013.
- Wafae N, Hayashi H, Gerola LR, Vieira MC.** 'Anatomical study of the human tricuspid valve', *Surgical and Radiologic Anatomy*, 1990; 12: 37-41.
- Yang YG, Sykes M.** Xenotransplantation: current status and a perspective on the future. *Nature reviews. Immunology*, 2007; 7: 519.