

T.C.  
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ANATOM (VET) ANABİLİM DALI



**YABAN DOMUZUNDA BULBUS OCULU'NUN FONKSİYONEL  
MİKROVASKÜLER ANATOMİSİ : BİR TARAMALI ELEKTRONİK  
MİKROSKOPU (SEM) ÇALIŞMASI**

DOKTORA TEZİ

Lutfi TAKCI

**Danışmanlar**

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL

Prof. Dr. Sadık YILMAZ

HATAY-2018

T.C.  
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ANATOM (VET) ANABİLİM DALI

**YABAN DOMUZUNDA BULBUS OCULUSUNUN FONKSİYONEL  
MİKROVASKÜLER ANATOMİSİ : BİR TARAMALI ELEKTRONİK  
MİKROSKOPU (SEM) ÇALIŞMASI**

DOKTORA TEZİ

Lutfi TAKCI

**Danışmanlar**

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL

Prof. Dr. Sadık YILMAZ

Bu tez, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından  
216S289 nolu proje ile desteklenmiştir.

HATAY – 2018

T.C.  
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ANATOM (VET) ANABİLİM DALI

**YABAN DOMUZUNDA BULBUS OCULUSUNUN FONKSİYONEL  
MİKROVASKÜLER ANATOMİSİ : BİR TARAMALI ELEKTRONİK  
MİKROSKOPU (SEM) ÇALIŞMASI**

DOKTORA TEZİ

Lutfi TAKCI

Bu tez, aşağıda isimleri yazılı tez jürisi tarafından ...../..... 2018 tarihinde sözlü olarak yapılan tez savunma sınavında oy birliği ile kabul edilmiştir.

**Tez Jürisi:** Jüri Başkanı: Prof. Dr. brahim KÜRTÜL.....  
Üye: Prof. Dr. Sadık YILMAZ.....  
Üye: Prof. Dr. Emine Ümran ÖRSÇEL K.....  
Üye: Prof. Dr. Yeşim Akaydın BOZKURT.....  
Üye: Doç. Dr. Sevinç ATE .....

Bu tez, Enstitümüz Veterinerlik Anatomisi Anabilim Dalında hazırlanmıştır.  
.....2018

Prof. Dr. brahim Halil ÇERÇ  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## TE EKKÜR

Tez çalı mamın planlanması, uygulanması ve tamamlanması sürecindeki katkılarından dolayı danı manım Sayın Prof. Dr. brahim KÜRTÜL'e, doktora e itimim süresince deste i ve bilimsel payla ımları ile yolumu aydınlatan Anabilim Dalı ba kanımız Sayın Doç. Dr. Sevinç ATE 'e, bu süreçte ortak doktora programı çerçevesinde özverili yakla ımlarıyla desteklerini esirgemeyen ba ta ikinci danı manım Sayın Prof. Dr. Sadık YILMAZ olmak üzere tüm Fırat Üniversitesi Veteriner Anatomi Anabilim Dalı üyelerine, deneysel çalı mamın tamamlanmasında çok eme i olan veteriner fakültesi ö rencisi Sayın Lutfi BAYDA 'a, de erli meslekta ım Sayın Baran ERDEM'e, tez çalı mamı ilgi ve samimiyetle takip eden ve histolojik incelemeleri yapan Tez zleme Komitesi üyesi Sayın Prof. Dr. Ye im AKAYDIN BOZKURT'a, histolojik incelemelerdeki katkılarından dolayı Doktor Ö r. Üyesi Sayın Feyza BA AK'a saha çalı malarında beni yalnız bırakmayan fakültemiz ö rencileri Yasin GÜVERC N'e, Fatih TOSUN'a birlikte çalı tı ımız az veya çok katkı yapan tüm akademik ve yardımcı çalı anlara te ekkürlerimi arz ederim.

Doktora e itimim süresince sabrı, deste i ve fedakarlıkları ile çalı malarımı kolayla tıran sevgili e im Alev TAKCI'ya ve kızlarım Ay e Asya ve Zeynep Duru'ya sonsuz te ekkür ederim.

## Ç NDEK LER

Kabul ve Onay.....	II
TE EKKÜR.....	III
Ç NDEK LER .....	IV
EK LLER D Z N .....	VI
S MGELER VE KISALTMALAR D Z N .....	VIII
ÖZET .....	IX
ABSTRACT.....	XI
1. G R .....	1
2. GENEL B LG LER.....	5
2.1. Gözün Anatomisi ve Histolojisi.....	5
2.2. Tunica Fibrosa Bulbi .....	5
2.2.1. Sclera .....	6
2.2.2. Cornea.....	6
2.3. Tunica Vasculosa Bulbi (Uvea).....	8
2.3.1. Choroidea.....	8
2.3.2. Corpus Ciliare .....	10
2.3.3. iris.....	11
2.4. Tunica nterna Bulbi (Retinae) .....	11
2.5. Domuz Gözünün Genel Özellikleri .....	13
2.6. Evcil Memelilerde Bulbus Oculi'nin Vaskularizasyonu .....	16
2.7. Domuz Gözünün Vaskularizasyonu.....	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	28
3.1. Kast Öncesi Damarların Hazırlanması .....	28
3.2. Korozyon .....	31
3.3. Diseksiyon .....	31
3.4. Kurutma .....	31
3.5. Kaplama.....	32
3.6. Materyallerin Histolojik De erlendirme için Hazırlanması .....	32
4. BULGULAR .....	34
5. TARTI MA.....	50

6. SONUÇ.....	62
7. KAYNAKLAR.....	64
ÖZGEÇM .....	67



## EK LER D Z N

### Sayfa No

ekil 2. 1. Retina'nın katmanları (Hildebrand ve Fielder 2011).....	13
ekil 4. 1. Bulbus oculi'den elde edilen kastların genel görüntüsü (Önden görünüm) pl: a. ciliaris posterior longa, pb: a. ciliaris posterior breves, cr: a. chorioretinalis, cam: circulus arteriosus iridis majo .....	34
ekil 4. 2. Bulbus oculi'den elde edilen kastların genel görüntüsü (Yandan görünüm). oe: a. ophthalmica externa, oi: a. ophthalmica interna, pl: a. ciliaris posterior longa, pb: a. ciliaris posterior breves, cr: a. chorioretinalis, cam: circulus arteriosus iridis major ....	35
ekil 4. 3. Processus ciliaris'in kapillar damarları (SEM). pc: processus ciliaris marjinal kapillarlar, ch: choroidea, oklar: processus ciliaris içindeki kapillarlar.....	36
ekil 4. 4. Marjinal kapillarda görülen düzensiz geni leme ve daralmalar (SEM). siyah asteriksler: kapillar lümenindeki geni lemeler, beyaz asteriksler: kapillar lümenindeki daralmalar .....	37
ekil 4. 5. Processus ciliaris'in histolojik görüntüsü. cs: corpus ciliare, oklar: processus ciliaris kapillarları, ok ba ları: pars ciliaris retinae.....	37
ekil 4. 6. ris'in vaskularizasyonu (SEM). oklar: pupilla'ya do ru zikzak yapan iris'in damarları	38
ekil 4. 7. ris'in vaskularizasyonunda damar sonlarında görülen tomurcuklanmalar (SEM). .....	38
ekil 4. 8. ris kapillarları (SEM). oklar: dallanma bölgelerinde görülen daralmalar .....	39
ekil 4. 9. ris'in vaskularizasyonunun histolojik görüntüsü. cab: camera anterior bulbi, cpb: camera posterior bulbi, s: musculus sphincter pupilla, d: musculus dilatator pupilla, asteriksler: kan damarları, ok ba 1: pars iridica retinae .....	40
ekil 4. 10. Choroidea'nın vaskularizasyonu (SEM). cra: choroidea'nın arteri, asteriksler: dallanma bölgelerinde görülen intra-arteryel yastıklar (Bulbus oculi'nin dı ndan görünü ).....	40
ekil 4. 11. Choroideal arter ve venalar (SEM). a: arter, v: vena (Bulbus oculi'nin dı ndan görünü ).....	41
ekil 4. 12. Choroidea'nın damarları (SEM). a: arter, v: vena, pca: prekapillar arteryol, asteriks: arter-arter anastomozu (Bulbus oculi'nin dı ndan görünü ) .....	41
ekil 4. 13. Prekapillar damarlarda anastomozlar (SEM). asteriksler: arteryoller arası anastomozlar .....	42
ekil 4. 14. Choroidea'nın vaskularizasyonu. Prekapillar damarların kapillar yataklara açılması (SEM). (Bulbus oculi'nin içinden görünü ) .....	43
ekil 4. 15. Choroidea'nın kapillarları (SEM). pca: prekapillar arteryoller (Bulbus oculi'nin içinden görünü ).....	43
ekil 4. 16. Choroidea'nın histolojik görüntüsü. s: sclera, c: choroidea, a: arter, v: vena.....	44
ekil 4. 17. Discus nervi optici'nin histolojik görüntüsü. o: nervus opticus, s: sclerae, c: choroidea, v: vena .....	45
ekil 4. 18. Discus nervi optici'nin histolojik görüntüsü. o:nervus opticus, s: sclerae, a: arter, v: vena.....	46
ekil 4. 19. Limbus bölgesinin histolojik görüntüsü. L:limbus, s: sclerae, cs: corpus ciliare, k: kan damarları, a: arter, v: vena, ok ba 1: sinus venosus scleraea, ok: fibrae zonularis ,i: iris,	

e: lamina epitelialis cornea ,asteriks: trabeküler a (Fontana yarıkları) , cab: camera anterior bulbi.....	46
ekil 4. 20. Retina'nın avasküler bölgesi (SEM). oklar: kanın akı yönü, asteriks: prekapillar damarın kapillar yataklara açıldı 1 geni lemi bölge .....	47
ekil 4. 21. Retina'nın vasküler bölgesi (SEM).....	48
ekil 4. 22. Retina'nın histolojik görüntüsü. a: stratum nucleare externum, b: stratum plexiforme externum, c: stratum nucleare internum, d: stratum plexiforme internum, e: stratum ganglionare, f: stratum neurofibrarum, asteriksler: retina'nın membrana limitans interna'sının altında sıralanmış geni çaplı kan damarları , ok başları: retina'nın iç katmanlarında dar çaplı kapillar kan damarları .....	49
ekil 4. 23. Retina'nın iç katmanlarında kan damarları. Asteriksiler: kan damarları içindeki eritrositler .....	49





## S İMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a.	Arteria
aa.	Arteriola
m.	Musculus
n.	Nervus
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
v.	Venae
vv.	Venulae



## ÖZET

### **Yaban Domuzunda Bulbus Oculi'nin Fonksiyonel Mikrovasküler Anatomisi: Bir Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Çalışması**

Bu tez çalışmasında yaban domuzunda bulbus oculi'nin vaskularizasyonu ve vaskularizasyonun fonksiyonel etkilerinin makroskobik, histolojik ve elektron mikroskobik teknikler kullanılarak ortaya konulması amaçlanmıştır. Ayrıca yaban domuzunda evciltmenin göz üzerindeki etkilerinin karışık olarak değerlendirilmesi ve vaskularizasyona bağlı bozuklukların tedavisinde bir model oluşturulması hedeflenmiştir.

Çalışmada Hatay Yöresi'nde avcılar tarafından avlanan 20 adet yaban domuzunun göz küreleri kullanıldı. Uygun diseksiyon teknikleri kullanılarak a. ophthalmica externa'ya yerleştirilen kateter vasıtasıyla fizyolojik tuzlu su verilerek damarlar temizlendi. Daha sonra %10'luk formaldehit solüsyonu ile damarların fikzasyonu sağlandı. Fiksasyon işlemi tamamlandıktan sonra a. ophthalmica externa'dan uygun arterlerde hazırlanmış metilmetakrilat çözeltisi 100-120 mmHg basıncında verildi. Kast materyalinin enjeksiyonu sonrası gözler, tamamen polimerize olması için 24 saat boyunca 40-60 °C'de sıcak su içinde bekletildi. Daha sonra gözler 50 °C'lik etüvde tekrarlayan potasyum hidroksit (KOH) solüsyonlarında 2-3 gün bekletilerek damarların etrafındaki dokunun erimesi sağlandı. Kurutma işleminden sonra dokular alüminyum plakalara yerleştirilerek altın ile kaplandı. Kaplama işleminden sonra damarlar JEOL JSM-5500LV markalı taramalı elektron mikroskobu kullanılarak görüntülendi.

İlk mikroskobik incelemeler için alınan doku örnekleri rutin histolojik tespit, dehidrasyon ve bloklayıcı lemlerinden geçirildikten sonra gözün genel yapısını ortaya koymak amacıyla Crossmon'un modifiye üçlü boyama tekniği ile boyandı. Elde edilen preparatlar Olympus BX50 ara tırma mikroskobunda incelenerek uygun görülen bölgelerin foto rafları çekildi.

Çalışmada bulbus oculi'nin vaskularizasyonuna a. ophthalmica externa'nın yanı sıra a. ophthalmica interna'nın da katıldığı belirlendi. Bu damarların bulbus oculi'ye girmeden önce a. ciliaris posterior longa, a. ciliares posterior breves ve a. chorioretinalis adında dallar verdiği görüldü. Corpus ciliare ve iris'i a. ciliaris posterior longa'dan orijin alan circulus arteriosus iridis major'un kanlandığı tespit edildi. Processus ciliares kapillarları düzensiz dalgalı ve genişlemeler gösterdi. Iris'in arteriyol ve venüllerinin spiral ekinde zikzaklar yaptığı gözlemlendi. Bu damarların sonlanmalarında görülen tomurcuklanma benzeri yapılar literatürde rastlanmadı. Choroidea ve retina'nın a. ciliares posterior breves ve a. chorioretinalis tarafından kanlandırıldığı gözlemlendi. Choroidea'nın kapillarlarının retina'nın choroidea'ya komşu katmanlarının beslenmesini de sağladığı belirlendi. Choroidea'nın arteriyolleri arasında çok sayıda anastomoz tespit edildi.

Çalışmada yaban domuzunda bulbus oculi'nin vaskularizasyonunun evcilt domuzunkine göre büyük oranda benzerlik gösterdiği ancak bazı yapısal farklılıkların bulunduğu tespit edildi. Gözün vaskularizasyonu ile ilgili yapılmış çalışmalar gözönüne alındığında yapısal özelliklerin fonksiyonel etkileri üzerine yapılan çıkarımların daha detaylı incelenerek ispatlanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yaban domuzu, Vaskularizasyon, Bulbus oculi, Korozyon kast, Taramalı elektron mikroskobu (SEM)



## ABSTRACT

### **Functional and Microvascular Anatomy of Bulbus Oculi in Wild Pig: A Scanning Electron Microscopic Study**

This study aimed at revealing the functional, macro- and microvascular anatomy of the ocular bulb in the wild pig, using macro-, micro-, and scanning electron microscopic procedures. Thus, the effect of domestication of the animal on the ocular bulb was evaluated. The results might contribute confoundly to a possible animal model for the treatment of vascularization pathology of the ocular bulb.

Ocular bulbs of 20 adult wild pigs provided by hunters at legal hunting season were used in the study. The bulbs were macroscopically dissected and cleaned with physiologic saline solution through the external ophthalmic artery. The vessels were fixed with proper formaldehyde solution. For histological procedures, tissue samples were treated with routine fixation, dehydration, and blockage stages and stained by employing Crossmon's modified triple staining technique. The slides were analyzed by the use of Olympus BX50 research microscope.

For the SEM procedure, methylmethacrylate solution was injected through the same vessel at 100-120 mmHg constant pressure. The cast materials were put in water at 40-60 °C for 24 h., then were incubated in KOH at 50 °C for 2-3 days. After drying procedure, the materials were coated with gold and viewed by using JEOL JSM-5500LV model SEM.

The study revealed macroscopically that the ocular bulb in the wild pig was vascularized by the internal ophthalmic artery also, along with the external ophthalmic artery. The branches of the external ophthalmic artery, the long and short posterior ciliary arteries and the chorioretinal artery, were present and intact. The ciliary body and iris were vascularized by the major arterial circle of the iris, originated from the long posterior ciliary artery. The capillaries of the ciliary process showed irregular narrownesses and enlargements. The arteriols and venules of the iris displayed a spiral-like zig zag structure, ending with a prominent bud-like edge, not seen in the literature previously. Likewise, the choroidea and retina were nourished by the short posterior ciliary and chorioretinal arteries. Numerous anastomoses were observed between the arteriols of the choroidea.

The study determined that vascularization of the ocular bulb of the wild pig was mostly in parallel with that of the domestic one; however, several structural differences and variations were observed, particularly at ultrastructural level. How these differences affect the function of the ocular bulb need to be clarified through detail clinical researches.

**Keywords:** Wild pig, Vascularisation, Bulbus oculi, Corrosion cast, Scanning electron microscopy (SEM)

## 1. G R

Görme eylemi; dı arıdan göze gelen ı ı n, gözün ilgili nesnenin görüntüsünü ta ıyarak retina'ya odaklamasına, retina'da ı nların algılanmasına, bu bilginin görme yolları ile beyine ta ınmasına ve beyinde de erlendirilmesine ba ılı olan kompleks bir süreçtir. Bir nesnenin göz tarafından görülebilmesi için parlaklık, hareket, yapı, derinlik ve renk yönlerinden herhangi biri açısından çevresi ile arasında farklılık bulunması gerekmektedir. Parlaklık, yapı, derinlik ve harekete dayalı ayırım daha kolay yapılırken renk temelli farklıla manın ayırımının çok kolay olmadığı bildirilmektedir. I ık ve hareketin belirlenebilme yetene i, görü açısı, görme alanı, algı derinli i, görme keskinli i ve renk algısı gibi birçok bile eni bulunan görme duyusu esasında bütün bu bile enlerin bir sentezi olarak ifade edilmektedir (Maggs ve ark. 2012). Gözün bu denli karma ık bir yapıya sahip olması onu do al olarak bilim dünyasında birçok ara tırmanın konusu haline getirmi tir (Morrison ve ark. 1987a, Ninomiya ve Inomata 2006a). Gözün anatomisi, fizyolojisi, histolojisi, patolojisi ile ilgili birçok çalı ma yapılmı ve yapılmaya da devam etmektedir.

Görme bozuklukları ve körlü ün kalıtsal ve sonradan meydana gelen birçok sebebi bulunmaktadır. Bu nedenler arasında vasküler bozukluklar önemli bir yer tutmaktadır. Retinal arteriyel tıkanmalar ve glaukom gibi önemli vasküler bozukluklar bunlardan bazılarıdır. Glaukom, göz içi basıncının n. opticus ve retina'nın normal fonksiyonlarını yapmalarına izin vermeyecek oranda yükselmesi ile karakterize bir hastalıktır (Maggs ve ark. 2012). Nervus opticus'un ba ında aksoplazmik akı n kesintiye u raması, retina'nın stratum ganglionare katmanında bulunan multipolar gangliyon hücreleri ve aksonlarının ölümü, discus n. optici'nin çukurla ması, görme bozuklu u ve körlük hastalı ın belli ba ılı özellikleridir. Gözya ının üretimini ve drenajını sadece gözün ön segmenti de il aynı zamanda nörotransmitter maddeler, hormonlar, prostaglandinler, proteinler, ya lar ve proteoglikanlar gibi birçok endojen bile ik etkilemektedir (Maggs ve ark. 2012). Göz içi basıncında artı a sebep olan etkenin bu kadar çe itli olması glaukomun te his ve tedavisini daha zor hale getirmektedir.

Glaukom etiyolojik olarak primer ve sekonder glaukom olarak sınıflandırılmı tır (Maggs ve ark. 2012). Bu sınıflandırmada primer glaukom herhangi bir oküler ya da sistemik hastalık ile ili kisi belirgin olmayan, genellikle bilateral, güçlü bir ırk predispozisyonuna sahip olan ve bu sebepten kalıtsal oldu u dü ünülen glaukom türü olarak tarif edilmi tir. Primer glaukom kendi içerisinde angulus iridocornealis'in gonioskopik olarak normal görünmesi veya daralmı ve kapalı görünmesi ekinde iki forma ayrılmı tır. Sekonder glaukom humour aquosus'un drenajını, göz içindeki hacmini de i tiren di er oküler ve sistemik hastalıklar ile ili kisi olan, unilateral veya bilateral olabilen, kalıtsal olmayan bir glaukom türü olarak tanımlanmı tır. Glaukomun kataraktan sonra dünyadaki en yaygın körlük sebeplerinden biri oldu u bildirilmı tir (Weinreb ve Khaw 2004, Ruiz-Ederra ve ark. 2005).

nsanda görme bozuklu una sebep olan vaskularizasyon kaynaklı hastalıklar arasında retinal arteriyel tıkanmalar önemli yer tutmaktadır. Bu tıkanmalar a. centralis retinae'nın kendisinde, a. centralis retinae'dan dallanan ana iki damardan birinde, bu damarların dallarında, corpus ciliare ve retina'nın arterlerinde meydana gelen tıkanmalar olarak sınıflandırılmı tır (Hayreh ve ark. 2009, Bradvica ve ark. 2012). Arteria centralis retinae'nın köken aldı ı a. ophthalmica'da veya daha geride a. carotis interna'da meydana gelen tıkanmalar da görme bozukluklarına neden olabilmektedir (Bradvica ve ark. 2012). Arteria centralis retinae kaynaklı tıkanmaların ani görme kayıplarına neden oldu u, dallarının tıkanmasının ise segmental kayıplar ile sonuçlandı ı bildirilmı tir (Hayreh ve ark. 2011, Bradvica ve ark. 2012). Arteria carotis interna ve a. ophthalmica kaynaklı tıkanmalar daha çok kronik görme problemlerinin nedeni olmu tur (Bradvica ve ark. 2012).

Retinal venöz tıkanmalar da arterlerde oldu u gibi merkezi damarlarda ve perifer damarlarda meydana gelmesine göre sınıflandırılmı tır (Hayreh 1994, Bradvica ve ark. 2012). Retinal venöz tıkanmalarda hastalı ın ciddiyetini belirleyen ana faktörün iskemi oldu u bildirilmı tir (Hayreh 1994, Bradvica ve ark. 2012). skeminin olmadı ı tıkanmalarda komplikasyonların daha hafif seyretti i, iskemili tıkanmaların ise neovaskularizasyon riskinden dolayı körlükle sonuçlanan komplikasyonlara neden olabilece i vurgulanmı tır (Hayreh 1994, Bradvica ve ark. 2012).

Glaukom ve retinal vasküler tıkanmalar başta olmak üzere diğer vaskularizasyona bağlı görme bozuklukları, göz küresinin vaskularizasyonunun detaylı bir şekilde bilinmesinin ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Yapılan çalışmalar ile göz küresinin vaskularizasyonu birçok canlıda ortaya konmuştur. Bu canlılar arasında insan (Onda ve ark. 1995, Krohn ve Bertelsen 1997), maymun (Okada ve Ohta 1994), at (Ninomiya ve Inomata 2014), evcil domuz (Ninomiya ve Inomata 2006a), hamster (Ninomiya ve Inomata 2005), rat (Ninomiya ve Kuno 2001), tavşan (Ninomiya ve ark. 2008), fare (Ninomiya ve Inomata 2006b), kobay, kedi, köpek, koyun, keçi ve sırtı (Morrison ve ark. 1987a, Simoens ve ark. 2001) yer almaktadır. Bu çalışmalarda gözdeki vaskularizasyon, karışık bir yaklaşımla çerçevesinde hem farklı hayvanlar arasında hem de aynı türün farklı bireyleri arasında ortaya konmuştur (Morrison ve ark. 1987a, Simoens ve ark. 2001).

Farklı hayvan türlerinde gözdeki vaskularizasyonun ortaya konulması amacıyla birçok mikroskopik yöntem de uygulanmıştır. İki mikroskop (Aly 2003) konfokal mikroskop (Yu ve ark. 2010), floresan mikroskop (Aly 2003, Yu ve ark. 2010) ve taramalı elektron mikroskopu (Aly 2003, Yu ve ark. 2010, Ninomiya ve Inomata 2014) göz küresinin vaskularizasyonunu incelemek için kullanılan mikroskop türleridir. Vaskularizasyonun taramalı elektron mikroskopu ile gösterilmesi amacıyla uygulanan yöntemler arasında korozyon kast çalışmaları çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmalarda kullanılan hayvan modelleri arasında ilgili damarın dallanmasındaki farklılıklar ve benzer damarlar arasındaki çap ve yan dal sayıları ortaya konmak suretiyle vaskularizasyonun yapısal ve fonksiyonel özelliklerindeki çeşitliliğe vurgu yapılmıştır (Morrison ve ark. 1987a, Morrison ve ark. 1995, Morrison ve ark. 1999, Bhutto ve Amemiya 2001, Ninomiya ve Kuno 2001, Simoens ve ark. 2001, Ninomiya ve Inomata 2006a). Ayrıca, yapılan çalışmalarda elde edilen verilerin, göz küresini besleyen atardamarın dallanması ile ilgili bozuklukların tanımlanması, teşhisi ve tedavisine yönelik çalışmalara çok önemli bir zemin oluşturduğunu ifade edilmiştir (Sugiyama ve ark. 1999, Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve Inomata 2014). Özellikle arteriyel kapillar ve venüllerde tespit edilen, her iki damarın belirli noktalarında görülen genişleme veya daralmaların, göz içi basıncını ayarlayan, gözü optimum boyutta tutan bir valf görevi yaptığını ve bu damarlarda meydana gelebilecek bir

tıkanmanın glaukom gibi bozukluklara neden olabileceği belirtilmiştir (Ninomiya ve Inomata 2014).

Göz küresinin vasküler yapısı ayrıca ışık mikroskobu kullanılarak da incelenmiştir. Işık mikroskobu ile yapılan çalışmalarda vaskularizasyon, sadece ışık mikroskobu ile gösterildiği gibi yukarıda bahsi geçen diğer mikroskop yöntemlerine destek olması için yapılmıştır (Aly 2003, Yu ve ark. 2010).

Domuz gözünün memeli hayvanlar arasında insan gözüne en çok benzeyen göz olduğu bildirilmiştir (Prince ve ark. 1960, Bertschinger ve ark. 2008, Guduric-Fuchs ve ark. 2009, Kivell ve ark. 2009, Middleton 2010). Bu amaçla evcil domuzun gözlerinin vasküler yapısını ortaya koymaya yönelik çalışmalar yapılmıştır (Morrison ve ark. 1987a, Simoens ve ark. 2001, Ninomiya ve Inomata 2006a). Bu çalışmalarda, insan gözünde vaskularizasyona bağlı bozuklukların tanımlanması, tedavisine yardımcı olacak üzere bir göz modeli oluşturulması hedeflenmiştir. Bu maksatla evcil domuz gözlerinin vasküler yapısı korozyon-kast tekniği kullanılarak SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) görüntüleri elde edilmiş ve yorumlanmıştır.

Literatürde, evcil domuzun vahşi atası olarak sayılan bayağı yaban domuzunda (*Sus scrofa*) benzer bir çalışma rastlanmamıştır. Bu çalışmada benzer şekilde Türkiye’de çok geniş bir coğrafyada yaygın alanı bulan bayağı yaban domuzu gözlerinde vasküler yapının korozyon-kast tekniği kullanılarak SEM görüntüleri ile ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu yapılar histolojik boyama yöntemleri kullanılarak ışık mikroskobunda incelenmiş ve elde edilen görüntüler de değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen bulguların hem evcil domuzda hem de diğer hayvan türlerinde yapılan çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılması hedeflenmiştir. Ayrıca, elde edilmesi muhtemel farklılıkların sebepleri ve fonksiyonel etkileri de değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerin, insan gözünde vaskularizasyona bağlı bozuklukların tanımlanmasına, tedavisine ışık tutacağı düşünülecek bir göz modeline katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



## 2. GENEL B LG LER

### 2.1. Gözün Anatomisi ve Histolojisi

Göz çevreden ı ık uyarılarını alabilen, uyarıları kaydeden ve elektriksel bir sinyal haline dönü türüp beyinde ilgili merkezlere götüren bir duyu organı olarak tarif edilmektedir. Görme fonksiyonunun yerine getirilmesinde; bulbus oculi (göz küresi), aksesuar organlar, nervus (n.) opticus ve beyin korteksindeki görme ile ilgili alanlar görev almaktadır. Göz küresi hayvanlar arasında ekil ve boyut olarak farklılık göstermektedir. Vücut büyüklü ü ile göz küresinin boyutu oranlandı ında en büyük göz küresi kedilerde bulunmakta daha sonra sırası ile köpek, at, sı ır ve domuz gelmektedir (König ve ark., 2014).

Göz küresi üç katmandan meydana gelmektedir:

1. Tunica fibrosa bulbi: Sclera ve cornea.
2. Tunica vasculosa bulbi: Choroidea, corpus ciliare ve iris.
3. Tunica interna bulbi: Pars caeca retinae ve pars optica retinae.

### 2.2. Tunica Fibrosa Bulbi

Tunica fibrosa bulbi yo un kollajen dokudan meydana gelen ve genel olarak göze eklini veren sert, dayanıklı ve gergin bir tabaka olarak tanımlanmaktadır. Bulbus oculi'nin arka 5/6 sını olu turan ve kan damarları içeren opak beyazımsı sclera ile ön 1/6'lık bölümünü olu turan damarsız ve saydam olan cornea olmak üzere iki bölümden olu maktadır (Dursun 2008, Liman 2011, König ve ark. 2014).

### 2.2.1. Sclera

Bulbus oculi'nin 5/6'sını oluşturan sclera çocuklarda mavimsi, ergin insan ve hayvanlarda beyaz ve yaşlılarda ise sarı renkli olarak görülmektedir (Dursun 2008, Liman 2011). Kollajen iplik demetleri, arasında yerleşmiş çekilme kabiliyetli fibroblastlar ve bulbus oculi'nin iç basıncına karşı koyabilecek şekilde dizilmiş elastik ipliklerden oluşmaktadır (Liman 2011, König ve ark. 2014). Sclera'yı oluşturan kollajen iplikler bulbus oculi'nin yüzeyine paralel bir seyir izlemektedir. Limbus cornea'ya yakın olan bölgelerde ipliklerin dizilimi ekvatoryal seyir gösterirken diğer bölümlerde meridional bir dizilim görülmektedir. Sclera'nın kalınlığı ekvatorundan polus posterior'a gidildikçe artmaktadır (König ve ark. 2014). Bu kalınlığın bazı bölümlerde ve bazı türlerde farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Liman 2011). Nervus opticus ve kan damarlarının geçtiği sinüs delikli bölgeye area cribrosa sclerae adı verilmiştir (König ve ark. 2014). Sclera'nın cornea ile birleştiği yerinin iç yüzünde musculus (m) ciliaris'in de bulunduğu annulus sclerae denilen bir halka, dış yüzünde ise sulcus sclerae adı verilen bir oluk bulunmaktadır. Bu oluk içerisinde gevrek bağ dokudan meydana gelen trabeküler yapıda sinus venosus sclerae (Schlemm kanalı) adı verilen bir kanal meydana gelmiştir. Schlemm kanalı, camera anterior bulbi'de bulunan humour aquosus'u toplayarak kan dolaşımına iletmektedir. Humour aquosus trabeküler ağ (Fontana yarıkları) aralıklarından bu kanala, buradan da venae ciliares aracılığı ile venöz dolaşıma katılmaktadır. Trabeküler ağ camera anterior bulbi'de humour aquosus'un drenajından sorumlu, dallanan ve fenestrasyon gösteren bağ dokusu lamellerinin bir araya gelmesi ile oluşan süngerimsi yapı olarak tanımlanmıştır (Liman 2011). Göz içi basıncının ayarlanmasında humour aquosus'un drenajı büyük önem arz etmektedir. Bu sıvının drenajında enfeksiyon veya yaralanma gibi bir sebepten meydana gelebilecek tıkanma göz içi basıncının artmasına ve glaukomekilenmesine neden olabilmektedir (Liman 2011, König ve ark. 2014).

### 2.2.2. Cornea

Sclerae'nın devamı olan cornea bulbus oculi'nin 1/6'lık kısmını örten renksiz, damarsız, esnek ve saydam yapı olarak tanımlanmaktadır (Dursun 2008, Liman 2011).

Tunica fibrosa bulbi'nin saydam olan ön kısmını oluşturmaktadır. Dışarıya doğru hafif konveks olup göze gelen ışığı kırarak kırın yapılırdandır. Lamellar tarzda dizilmiş kollajen ipliklerinden oluşan cornea'nın en çıkıntılı noktasına vertex cornea, periferine ise limbus cornea adı verilmektedir. Eklili hayvan türlerinde küçük de iklilikler gösterse de genel olarak yuvarlak bir yapı göstermektedir. Vahşi hayvanlar ve gece görüşü olan hayvanlarda cornea bulbus oculi'nin %35'ini oluştururken bu oranın diğer hayvanlarda %17-30 arasında de ikliliği belirtilmiştir (Liman 2011). Etçillerde eklinin yuvarlak, çift tırnaklılar ve tek tırnaklılarda nazal kenarda genişleyip temporal kenarda daralan oval bir yapıda olduğu bildirilmiştir (König ve ark. 2014). Domuz gözünde cornea'nın oval bir şekilde sahip olduğu görülmüştür (Middleton 2010). Kalınlığının evcil memeli hayvanlarda 0,56-1 mm arasında de ikliliği, sırasıyla, domuz, kedi ve köpekte merkezinin periferinden daha kalın olduğu, atlarda ise periferinin merkezinden kalın olduğu bildirilmiştir (Liman 2011).

Damarsız bir yapıya sahip olan cornea; sclera ile birleştiği yerindeki kapıllar uzantılarından, cornea'nın ön yüzünü bir film şeklinde kaplayan gözyaşı ve humour aquosus'dan moleküllerin difüzyonu yolu ile beslenmektedir (König ve ark. 2014).

Limbus cornea, cornea'nın kenarında halka oluşturulan pigmentli bir yapı göstermektedir. Domuzda cornea epitelinde damar oluşumu inhibitörü olan angiostatin içerirken damar oluşumu tetikleyicisi integrin avb3 içermemektedir. Damar oluşumunun bu şekilde kontrolünün optik parlaklığın sağlanmasında önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (Middleton 2010). Günümüzde yapılan çalışmalar domuz cornea'sının farklı anatomik yönlere doğru neredeyse izotropik mekanik davranış sergilediğini ortaya koymaktadır. Diğer türlerde cornea'nın stroma katmanındaki fibrillerin farklı dizilimi anizotropik mekanik davranışa sebep olmaktadır. Bu davranışa gözün ekstraoküler düz kaslarının insertion noktasının ve göz hareketleri sırasında distorsiyona direnç ihtiyacının sebep olduğu varsayılmaktadır. Domuzda ekstraoküler göz kaslarının origolarının beklenmedik şekilde güçlü olmasına ve corneal mekanik izotropiyi gerekli kılmasına rağmen cornea'nın bu davranışı neden gösterdiği tam olarak açıklanamamıştır (Middleton 2010).

### 2.3. Tunica Vasculosa Bulbi (Uvea)

Pigment hücreleri, elastik iplikler, sinir pleksusları ve kan damarlarından oluşan vasküler katmanın görevleri; gözün kanlandırılması, akomodasyon ve humor aquosus'un üretilmesidir (Dursun 2008, Dyce ve ark. 2009, König ve ark. 2014). Vasküler katman yüklenmiş bu çok önemli fonksiyonlar sebebiyle bugüne kadar birçok bilimsel çalışmanın konusu olmuştur.

#### 2.3.1. Choroidea

Choroidea sclera'nın iç yüzünde retina'nın arka bölümünü dıştan örten, elastik ipliklerden, kan damarlarından ve pigment hücrelerinden zengin tabaka olarak tanımlanmaktadır. Pigmentli içerikten dolayı kahverengi görülmektedir. Sclera ile arasında spatium perichoroidale denilen bir aralık bulunmaktadır. Bu aralıktan sonra choroidea dıştan içe doğru aşağıda sıralanan beş katmandan oluşmaktadır:

##### 1. Lamina suprachoroidea

Bu dokü iplikleri arasındaki yarıklardan oluşan ve cavum subarachnoidale ile ilişkili bulunan bu aralığın altında bu dokü, pigment hücreleri ve sinirlerden oluşan ve choroidea'yı sclera'ya bağlayan damarsız lamina suprachoroidea katmanı yer almaktadır (Liman 2011, König ve ark. 2014).

##### 2. Lamina vasculosa

Choroidea'nın en kalın katmanını lümeni geniş büyük kan damarlarının içinde seyrettiği lamina vasculosa meydana getirmektedir. Retina'nın nöronal tabakalarını besleyen kan damarları bu tabakanın içinden geçmektedir. Arteria ciliaris ve v. vorticosae adı verilen bu damarlar lamina choroidocapillaris katmanına dallar göndererek choroidea'nın iç kapilları oluşturur. Bu kapillalar retina'nın dış katlarının kanlandırılması görevini de yerine getirmektedir (Dursun 2008, König ve ark. 2014).

### 3. Tapetum lucidum

Discus n. optici'nin posteriorunda lamina vasculosa ve lamina choroidocapillaris tabakalarının arasında yansıtıcı olarak görev yapan yarımay ekinde bir tabaka olan tapetum lucidum bulunmaktadır (Ollivier ve ark. 2004, Liman 2011, König ve ark. 2014). Otoburlarda konsentrik dizilimi, retina'ya paralel seyirli ince kollajenden oluşan bu bölüm tapetum fibrosum adını almaktadır. Etçillerde ise çinko içeren kristal yapılar bulunduran, uzamı, köeli fibroblastlardan oluştuğu için tapetum cellulosum adı verilmektedir. Bu yapının fonksiyonunun foton-fotoreseptör uyarımı için ışığa duyarlı retinal hücrelere ikinci bir bariyer olarak düşük ışık seviyelerinde görme duyarlılığını artırmak olduğu bildirilmiştir (Ollivier ve ark. 2004). Yüksek yansıtıcılık gücüne sahip hücrelerde kristal çubukların bulunması retina'nın reseptör hücrelerine gelen ışık uyarılarının katlanarak artmasını sağlamaktadır. Bu yapısı sayesinde tapetum lucidum gece görmeye yardımcı olmaktadır (Dursun 2008, König ve ark. 2014). Domuz ve insanda diğer memelilerin aksine tapetum lucidum bulunmamaktadır (Middleton 2010, Liman 2011). Bunun yerine elastik iplik ağlarından oluşan stroma katmanı bulunmaktadır (Liman 2011). Bu durumun bulbus oculinin polus posterior'unun görüntülenmesini gerektiren çalılar için avantaj olduğu ifade edilmiştir (Olsen ve ark. 2002, Middleton 2010). Tapetum lucidum'un domuz ve insandan başka sincaplar, kuşlar ve kırmızı kangurularda da bulunmadığı bildirilmiştir (Ollivier ve ark. 2004).

### 4. Lamina choroidocapillaris

Bu katmanda ince kılcal damarlar ağları ekilendirmektedir. Kapillerleri örten endotel hücreleri pencereci bir yapı göstermekte ve endotel hücrelerinin çekirdekleri kapillerlerin choroidea tarafındaki yüzeyinde yerleşmektedir (Liman 2011).

### 5. Lamina vitrea (Bazal kompleks)

Bruch membran olarak da isimlendirilen bu katman lamina choroidocapillaris ile retina'nın pigment epiteli arasında bulunan katman olarak tanımlanmaktadır (Liman 2011). Domuzda choroidea'nın kalınlığı retina ve choroidea arasında bulunan belirgin Bruch membrandan dolayı değişmektedir (Getty 1975, Middleton 2010).

### 2.3.2. Corpus Ciliare

Corpus ciliare choroidea'nın ön kenarı (ora serrata) ve iris arasındaki vasküler tabakanın kalınlığı orta kısmı olarak tarif edilmektedir. Ora serrata'dan başlayarak iris'e doğru in tarzında uzanan ince kıvrımlara plicae ciliares adı verilmektedir. Plicae ciliares'in yanyana dizilmesi ile oluşan halka orbiculus ciliaris'i, birkaçının birleşerek oluşturdukları aynı yönde uzanan daha kalın çıkıntılar ise processus ciliaris'leri meydana getirmektedir. Processus ciliares'in radyer biçimde sıralanması ile oluşan halkaya ise corona ciliaris adı verilmektedir. Kan damarı bakımından zengin olması, humour aquosus'u salgılaması ve lensi asan fibrae zonulares'in tutunduğu yapı olması processus ciliares'i diğer yapılardan ayıran önemli özellikler olarak sayılmaktadır (König ve ark. 2014).

Corpus ciliare düz kas lifleri, bağ dokusu, epitel katman ve damarlardan oluşmaktadır. Dış katmanını choroidea'nın lamina suprachoroidea'sının devamı oluşturur. Bu katmanın hemen altında m. ciliaris'i oluştururan kas demetleri yer almaktadır. Düz kas lifleri lens'in uzak ya da yakın nesnelere odaklanmasını sağlar. Evcil memelilerde m. ciliaris'in düz kas liflerinin meridyonal seyirli olmasının akomodasyon yeteneğini zayıflatmış belirtilmektedir (Liman 2011). Otonom sinir sisteminin kontrolü ile çalışan bu kasın kasılması lens'in daha yuvarlak bir şekil alarak yakındaki nesnelere odaklanmasını sağlarken, gevşemesi lensi yayvanlaştırarak uzak nesnelere odaklanmasına yardımcı olmaktadır (König ve ark. 2014).

Corpus ciliare'nin damar katmanını choroidea'nın lamina choriocapillaris katmanının devamı oluşturur. Venaların yoğun olarak kapillarların arasına dağıldığı katmanda arterler periferde bulunmaktadır. Katmanın yoğun bir kapillar ağı olarak processus ciliaris'lerin içinde de devam ettiği görülmektedir (Liman 2011).

İki katlı kübik, nöroepitel hücrelerle örtülü olan corpus ciliare'de dışta pigmentli epitel katmanı, içte ise pigmentsiz epitel katmanı bulunmaktadır. Her iki katmanı oluşturan epitel hücreleri de humour aquosus üretimine katkı sağlar (Liman 2011).

### 2.3.3. iris

Corpus ciliare'nin devamı olan iris, tunica vasculosa bulbi'nin de en öndeki bölümünü teşkil etmektedir. iris'in serbest kenarı pupilla adı verilen deliği çevrelemektedir. Corpus ciliare'ye yapılandıran kenarına margo ciliaris ve pupilla'yı çevreleyen kenarına margo pupillaris adı verilmektedir (Dursun 2008, König ve ark. 2014).

iris'in ön yüzünü devamlılık göstermeyen tek katlı yassı epitel hücrelerinden oluşan bir katman örtmektedir. Bu tabakanın altında bulunan stroma iridis'te düzenli kollajen lif demetleri, kan damarları, düz kas lifleri, pigment hücreleri ve sinir hücreleri bulunmaktadır. Stroma'da ayrıca; stoplazmaları içinde kahverengi pigment tanecikleri içeren melanositler de bulunmaktadır. Göze rengini veren bu hücreler pigment yokluğunda mavi, pigmentin yoğun olduğu durumlarda ise koyu kahve renk almaktadır. Göz rengi pigment yoğunluğuna göre değişmektedir. Stroma içinde bulunan ve circulus arteriosus iridis major ve minor diye adlandırılan damar ağları iris'i beslemenin yanında sabitlenmesi fonksiyonunu da görmektedir. Kollajen lifler pupilla'nın genileşmesi (mydriasis) ve daralmasını (miosis) kontrol etmektedir. Bu katmanda pupilla'yı daraltıp geniştirerek retina'ya ulaşım miktarını ayarlayan iki düz kas bulunmaktadır. Ganglion ciliare'den gelen parasempatik sinir lifleri ile innerve edilen m. sphincter pupillae, iris'in genileşmesini sağlayarak pupilla'yı daraltmaktadır. Sempatik sinir lifleri ile innerve olan m. dilatator pupillae ise iris'i daraltarak pupilla'nın genileşmesini sağlamaktadır (Dursun 2008, Liman 2011, König ve ark. 2014).

### 2.4. Tunica interna Bulbi (Retinae)

Göz küresinin en iç tabakasına retina adı verilmektedir. Görme ile ilgili olmayan pars caeca retinae ve gözün gören kısmı olan pars optica retinae olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Pars optica retinae ile pars caeca retinae'yı ayıran sınıra ora serrata ismi verilmektedir (König ve ark. 2014). Pars caeca retinae iris'in posterior yüzü ile ora serrata arasında kalan bölümü oluşturur. Bu bölüm her ikisi de tek katlı olan dış ve iç epitel katmandan meydana gelmektedir. Bu katmanlardan dışta bulunanı yoğun pigment içerirken, iç katman pigment içermemektedir. Pars optica retinae gözün ora serrata'dan

geride kalan kısmını oluşturmaktadır. Bu bölümde ışık enerjisi kimyasal enerjiye, kimyasal enerji ise elektrik impulslarına dönüşürülerek nervus opticus ile beynin görme merkezine taşınmaktadır. Pars caeca retinae'ya göre nispeten kalın olan pars optica retinae dışı stratum pigmentosum, içte ise stratum nervosum adı verilen iki tabakadan meydana gelmektedir (Dursun 2008, König ve ark. 2014).

Retina'nın choroidea'ya komşu olan en dışı katmanı olan stratum pigmentosum, fotoreseptör hücreleri saran yoğun pigmentli tek katlı kübik epitelden oluşmaktadır. Fotoreseptör hücreleri geçen ışık retina ve choroidea'nın pigmentli katmanında absorbe edilmekte, böylece ışığın saçılması azaltılarak kontrast meydana getirilmektedir (Dursun 2008, König ve ark. 2014).

Retina'nın nöral katmanı (stratum nervosum retinae) fotoreseptör hücreler, internöronlar, gangliyon hücreleri ve stroma hücrelerinden (Müller hücreleri) oluşmaktadır (König ve ark. 2014). Müller hücreleri retinal nöronların beslenmesini sağlayan glia hücreleridir. Bu hücrelerin uzantıları nöronlar arasında dış ve iç membranları ekilemektedir (König ve ark. 2014). Retinal nöronlar ardışık birbiri ile bağlantılı üç nöron zinciri meydana getirmektedir. Bunlar histolojik olarak birbirinden ayrılabilen katmanlar oluşmaktadır:

#### 1. Nöron

- Stratum neuroepitheliale: Işığa duyarlı reseptör hücreler olan çubuk ve konilerden oluşan katmandır.
- Stratum nucleare externum: Çubuk ve koni hücrelerinin çekirdeklerinin bulunduğu katmandır.
- Stratum plexiforme externum: Kendinden önce ve sonra gelen katmanlardaki hücrelerin uzantılarının oluşturduğu katmandır.

#### 2. Nöron

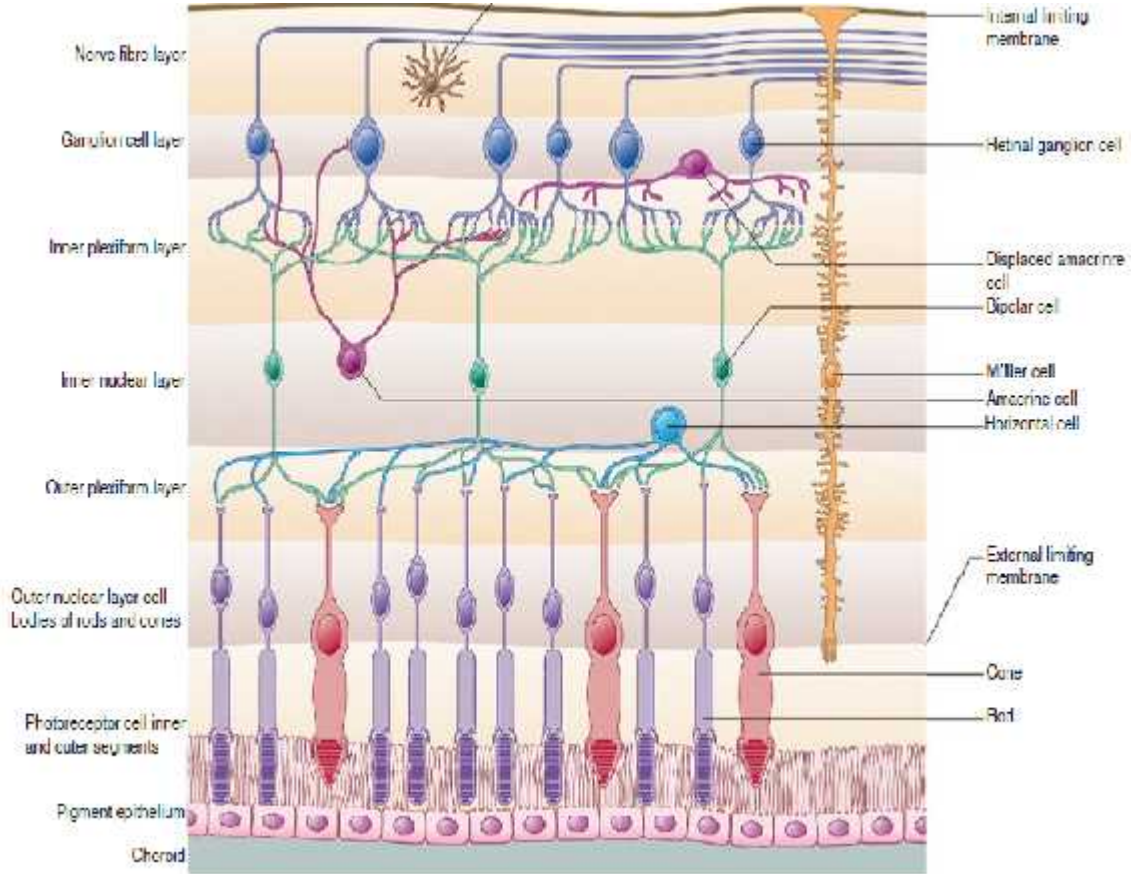
- Stratum nucleare internum: Bipolar, horizontal ve amakrin hücrelerden oluşan katmandır.
- Stratum plexiforme internum: Kendinden önce ve sonra gelen katmanlardaki hücrelerin uzantılarının oluşturduğu katmandır.

#### 3. Nöron

- Stratum ganglionare: Multipolar gangliyon hücrelerin bulunduğu katmandır.



- Stratum neurofibrarum: Gangliyon hücrelerinin uzantılarından olu an katmandır (Hildebrand ve Fielder 2011, König ve ark. 2014).



ekil 2. 1. Retina'nın katmanları (Hildebrand ve Fielder 2011)

## 2.5. Domuz Gözünün Genel Özellikleri

Domuz gözünün genel özelliklerinin di er çiftlik hayvanları ile kar ıla tırıldı ında daha az bilindi i, ancak etik ve ekonomik kısıtlamalar sebebi ile di er hayvanların kullanımındaki kısıtlamaların domuza olan ilgiyi artırdı ı belirtilmi tir (Prince ve ark. 1960). Domuz gözü filogenetik yakınlı ı, retinal vaskularizasyon eklinin holangiotik olması, tapetum lucidum'un bulunmaması, retina'nın periferindeki fotoreseptörlerin koni a ırlıklı olması ve sclera kalınlı ının birbirine yakın olması gibi birçok yönden insan gözü arasında benzerliklerin bulundu u bildirilmi tir (Prince ve ark. 1960, Kivell ve ark. 2009,

Middleton 2010). Bu benzerlikler domuz gözünü be eri hekimlikte anatomi e itiminde kullanılan bir model haline getirmi tir (Kivell ve ark. 2009).

Domuz ve insan gözleri arasındaki benzerlikler literatürde detaylı olarak belirtilmi tir (Prince ve ark., 1960; Bertschinger ve ark., 2008; Kivell ve ark., 2009). Musculus retraktor bulbi dı ında kalan altı extraoküler göz kası bulbus oculi'de benzer noktalara ba lanır, bazı domuz ırklarının bulbus oculi'sinin boyutu yakındır, choroidea neredeyse birbirinden farksızdır. Domuz ve insanda iris tamamen sirküler ve pigmet açısından zengindir, retina ekil olarak di er evcil memeliler ile kar ıla tırıldı ında domuzda daha çok insana benzer, fovea centralis veya makular alan her iki türde de vardır. Nervus opticus her iki türde de retina'ya, sclera'nın lamina cribrosa'sından girer ve her iki türde de a. ophthalmica externa iki er adet a. ciliaris posterioris longa ve a. ciliaris breves'i verir. Di er taraftan, bulbus oculi'nin boyutunun domuz ırkları arasında farklılık göstermesi, sclerea'nın pigmentce zengin olu u, domuzda fovea centralis'in bulunmaması, domuzda a. centralis retinae'nin olmayı ı ve a. ophthalmica externa'nın nervus opticus'un etrafından ba ımsız olarak retinayı besleyen arterleri vermesi de iki türün gözleri arasındaki belli ba lı farklılıklar olarak belirtilmi tir (Prince ve ark. 1960, Olsen ve ark. 2002, Kivell ve ark. 2009).

Orbita'nın medial duvarının bir bölümünü ve tavanını os frontale ekillendirmektedir. Os lacrimale medial duvarı tamamlarken os zygomaticus ventral kenarı sınırlandırmaktadır. Processus temporalis ossis zygomaticus, processus zygomaticus ossis temporalis'in kaudoventraline do ru uzanmaktadır. Ligamentum orbitale altta processus temporalis ossis zygomaticus ile üstte ise processus zygomaticus ossis temporalis ile eklem yaparak orbita'nın olu umuna katkı yapmaktadır. Os maxilla orbita'nın rostral ve rostroventral bölümünü ekillendirmektedir. Orbita'nın kaudal ve medial bölümünün büyük bir kısmını ala presphenoidale olu tururken küçük bir bölümünü de ala basisphenoidale olu turmaktadır. Bazı domuz ırklarında orbita'nın olu umuna os ethmoidale de katılabilmektedir (Middleton 2010).

Domuzda orbita'nın koni ekinde oldu u, göz kaslarının foramen opticum'a kom u fossa sphenoidale'de sonlandı ı ve birbirleri ile zayıf, tendinöz ba kuran bu kasların gerçek bir Zinn halkası ekillendirmede i bildirilmi tir (Middleton 2010). Orbital venöz sinus domuzda bir kan alma bölgesi olarak tanımlanmı tır (Middleton 2010).

Göz küresinin büyüklüğü, ırklar arasındaki boyut farklılıklarından dolayı de i iklik göstermektedir (Middleton 2010). Ya ları 6 ay ile 2 yıl arasında de i en 90 kg'dan a ır domuzlar kullanılarak yapılan bir çalı mada bulbus oculi'nin ölçüleri 20,1 x 23,5 x 24,9 mm olarak bulunmu tur (McMenamin ve Steptoe 1991, Middleton 2010). Kullanılan hayvanların ya ları ve a ırlıkları ile ilgili bilgi verilmeyen bir çalı mada ise ölçüler 22-24 x 25 x 26-27 mm olarak ölçülmü tür (Prince ve ark. 1960, Middleton 2010).

Domuzda lens'in derin bir posterior e im göstermesinin de insana benzeyen yönlerinden biri oldu u belirtilmi tir (Middleton 2010).

Domuzda corpus ciliare birçok nonprimat canlıda oldu u gibi stromal ve scleral olmak üzere iki bölüme ayrılır. Stromal bölümün ön kısmı radyal seyirli 95 ana processus ciliares ve bunların arasında dizilmi daha küçük çıkıntılardan meydana gelmektedir. Scleral bölüm düzensiz ba doku içinde gömülü siliyer düz kas ipliklerinden olu an birkaç bant içermektedir. Musculus Ciliaris'in fibraları ön bölümde sirkumferensiyal, arka bölümde longitudinal seyirli kas demetlerinden olu maktadır. Ön bölümde görülen sirkumferensiyal dizilimin akomodasyon fonksiyonundan ziyade choroidea'nın elastikiyetini düzenleyen bir rolü olabilece i bildirilmi tir (May ve ark. 2005, Middleton 2010).

Domuz yavrularının retina'sı do um sonrası süreçte meydana gelen retinal maturasyonu hemen hemen tamamlanı olarak do maktadır (Middleton 2010). Retina'nın bütün katmanlarının ve hücre tiplerinin yavru do du unda geli imini tamamladı ı bildirilmi tir (Guduric-Fuchs ve ark. 2009, Middleton 2010). Domuz retina'sının insanın retina'sı ile fotoreseptör hücre da ılımı ve vaskularizasyon gibi özellikler yönünden büyük benzerlikler gösterdi i belirtilmi tir (Guduric-Fuchs ve ark. 2009). Bu benzerlikler domuz gözünü prelinik çalı malarda aranan bir model haline getirmi tir (Guduric-Fuchs ve ark. 2009).

## 2.6. Evcil Memelilerde Bulbus Oculi'nin Vaskularizasyonu

Memelilerde göz küresini a. maxillaris'in dalı olan a. ophthalmica externa kanlandırmaktadır. Damar discus n. optici'den n. opticus ile birlikte bulbus oculi'ye girdikten sonra aa. ciliares posteriores breves, a. centralis retinae ve aa. ciliares posteriores longae olarak isimlendirilen dalları vermektedir. Arteria centralis retinae ve aa. ciliares posteriores longae göz küresinin ön kısmında aa. ciliares anteriores ile devam etmektedir. Arteria ciliares posteriores longae ve aa. ciliares anteriores iris'in dış kenarında circulus arteriosus iridis major'u oluşturur. Bu halkadan başlangıç alan ince dallar margo pupillaris'e yönelerek pupilla çevresinde circulus arteriosus iridis minor'u meydana getirmektedir. Ayrıca circulus arteriosus iridis major'dan göz küresinin önde bulunan yapılarına doğru uzanan dallar aa. conjunctivales posteriores ve aa. conjunctivales anteriores'i oluşturur (Getty 1975, Böhme 1992, Dursun 2008, Dyce ve ark. 2009, König ve ark. 2014).

Tunica vasculosa bulbi'de bulunan toplardamarlar da atardamarlar ile paralel bir seyir izlemektedir. Choroidea'dan venöz dönüş v. ophthalmica externa'ya açılan dört adet vv. vorticosae ile sağlanmaktadır. Corpus ciliare ve iris'in venöz kanı ise sinus venosus sclerae'ya, buradan da vv. ciliares anteriores'e geçerek venöz dolaşıma katılmaktadır (Getty 1975, Böhme 1992, Dursun 2008, Dyce ve ark. 2009, König ve ark. 2014).

Retina a. centralis retinae tarafından beslenmektedir. Bu damar discus n. optici'den retina'ya girdikten sonra circulus vasculosus n. optici ismini alan özel bir dalaşım göstermektedir. Buradan ayrılan dallar ise genel olarak vasa sanguinea ismini almaktadır. Vena centralis retinae'nin dallanması da a. centralis retinae'ya uyum göstermektedir (Böhme 1992, Dursun 2008, König ve ark. 2014).

Genel özellikleri bu şekilde açıklanan bulbus oculi'nin vaskularizasyonunun hem türler arasında hem de bir türün bireyleri arasında varyasyonlar gösterebileceği belirtilmiştir (Böhme 1992, Dursun 2008, König ve ark. 2014).

Orbita'nın büyük bölümünün kanlandırılması birçok hayvanda a. carotis externa'dan köken alan a. maxillaris interna'nın dallarından, daha az bir kısmı ise a. carotis interna'dan köken alan a. ophthalmica interna tarafından sağlanmaktadır (Prince ve ark.

1960). Nomina'da a. maxillaris interna adında bir damardan bahsedilmemi , bu damar a. maxillaris olarak isimlendirilmi tir (Veterinaria 2012). nsanda direkt olarak a. carotis interna'dan köken alan a. ophthalmica interna, bulbus oculi'nin kanlandırılmasında ana kaynak olarak görev yaparken memelilerin ço unda a. carotis interna'dan gelen bu damar ikinci derecede önem arz etmektedir (Prince ve ark. 1960). Birçok memelide a. maxillaris interna postglenoid çıkıntının altından geçerek mevcut olması halinde canalis alaris'e girmektedir. Bu kanaldan çıktıktan sonra ise orbitaya girmektedir. Evcil memeli hayvanlarda hem a. ophthalmica externa hem de a. ophthalmica interna bulunmaktadır (Prince ve ark. 1960).

A. maxillaris interna, a. ophthalmica externa'yı verdikten sonra a. sphenopalatina, a. palatina major ve a. palatina minor adı verilen dalları vermektedir. Bu dalları verdikten sonra damar a. infraorbitalis adını almadan önce, orbita'nın medial kenarı boyunca seyreden, glandulae nictitans'ı, palpebraları, yakın fasiyal bölgeyi ve burada bulunan di er orbital yapıları kanlandıran a. malaris'i vermektedir (Prince ve ark. 1960).

Siliyer bölge, gözya ı bezi, supraorbital veya frontal bölge, göz kasları, ethmoidal bölge ve dolaylı olarak da retinal arterlerin tamamı a. ophthalmica externa'dan köken almaktadır. nsan gözünde gözün ön segmentlerini a. ciliares anterior beslerken, arka segmentlerinin a. ciliares posterior ve a. centralis retinae tarafından kanlandırılmaktadır (Schmetterer ve Kiel 2012). Siliyer bölge kedi dı ındaki bütün türlerde a. ophthalmica'nın siliyer dalından köken alan iki adet a. ciliaris posterior longa tarafından kanlandırılmaktadır. Ya bu iki arterden ya da direkt olarak siliyer kökten sayısı ve çıkı ekli hayvan türlerine göre de i en aa. ciliares posterior breves ve a. centralis retinae köken almaktadır. Sclera içinde aa. ciliares posteriores breves birbiri ile anastomoz yapan dallar vermektedir. Bu anastomozların n. opticus yakınında olu turdu u halkaya Zinn Halkası adı verilmektedir. Genel olarak bahsedilen bu vaskularizasyon kalıbı memeliler arasında varyasyonlar göstermektedir (Prince ve ark. 1960).

Arteria ciliares posteriores longa bulbus oculi'ye girdikten sonra yatay olarak bulbus oculi'nin her iki yanında margo ciliaris'e do ru seyretmektedir (Prince ve ark. 1960). nsanda da hayvanlarda oldu u gibi iris circulus arteriosus iridis major tarafından beslenmektedir. ris'in arterleri pupilla'nın hareketlerine uyum sa lamak için hafifçe kıvrımlı radyal bir seyir göstermektedir. Venalarının seyri arterlerini takip etmektedir. Bu

venalar tarafından toplanan kan corpus ciliare'ye, buradan da v. vorticosae'lara ve siliyer pleksusa drene olmaktadır (Schmetterer ve Kiel 2012). nsanda corpus ciliare de iris gibi circulus arteriosus major tarafından beslenmektedir. Ancak processus ciliaris'in kapillar damarları iris'e nazaran choroidea'nın kapillar damarlarında oldu u gibi daha geni ve pencerele bir yapı göstermektedir (Schmetterer ve Kiel 2012).

Arteria ophthalmica externa'nın dallarından biri olan a. lacrimalis, glandulae lacrimalis'i kanlandırmaktadır. Bu damar bazen glandulae lacrimalis'te sonlanmayıp, a. ciliares anteriores'e, palpebralara ve konjunktiva'ya dallar göndermektedir. Aynı ekilde a. ophthalmica externa'dan köken alan a. supraorbitalis foramen supraorbitale'den, bu deli in olmaması durumunda ise orbita'nın kenarından geçerek alın bölgesinin derisini ve bölgede bulunan bazı kasları kanlandırmaktadır. Bu damarın bazen a. temporalis profunda anterior'dan da köken alabilece i bildirilmi tir (Prince ve ark. 1960).

Göz kaslarını kanlandıran rami musculares'in sayısı ve kökeni türden türe varyasyon gösterebilmektedir. Her göz kası için birkaç dal veren rami musculares direkt ya da dolaylı olarak a. ophthalmica externa'dan köken almaktadır. Rami musculares'in dalları olan ve göz kaslarının dı yüzlerinde seyreden a. ciliares anteriores, sclera'dan bulbus oculi'ye girerek iris köküne do ru seyretmektedir. Musculus obliquus bulbi ventralis'i kanlandıran dal genellikle a. malaris'ten köken almaktadır. Arteria ophthalmica externa'nın bir dalı olan a. ethmoidalis externa, foramen ethmoidale'den geçerek orbita'yı terk eder. (Prince ve ark. 1960).

Kedilerde orbita'yı kanlandıran arterlerin neredeyse tamamının hem orbita içinde hem de orbita dı nda görülen yo un vasküler a dan köken aldı ı belirtilmi tir (Prince ve ark. 1960). Bu a la manın di er hayvanlarda bulundu u zaman hem tamamının orbita içinde kalması hem de yo unlu unun az olması ile kedilerden ayrıldı ı bildirilmi tir (Prince ve ark. 1960).

Gözün orbita içindeki hareketleri ve sabitlenmesinden sorumlu olan ve bu sebepten çok aktif olan ektrinsik göz kasları, gösterdikleri aktiviteye ba lı olarak da zengin bir vaskularizasyon göstermektedir. Nervus opticus, a. ophthalmica interna'nın bir dalı ya da dalları ve meninkslerin damarları yolu ile kanlandırılmaktadır. Meninksler arasında vaskularizasyonun en zengin oldu u katmanı piamater olu turmaktadır. Piamater n.

opticus'a ince uzantılar göndererek sinir içinde fasikül benzeri bölümlenmeler olmaktadır. Bu pial uzantılar sinirin içinde vasküler bir a ekillendirmektedir. Lamina cribrosa'nın aralıklarından giren bu uzantılar a. ciliaris posterior breves ya da retinal arterlerden köken almaktadır (Prince ve ark. 1960).

Sclera a. ciliaris posterior breves tarafından kanlandırılmaktadır. Vaskularizasyon bu katmanda zayıf olmasına rağmen damarlar sclera'yı delerek iç katmanlara geçti inden birçok damar tarafından delindi i görülmektedir. Lamina episcleralis, sclera'ya göre daha fazla vaskularizasyon göstermektedir. Conjunctiva a. ciliaris anterior, a. palpebralis ve a. lacrimalis'in uzantılarından köken alan yo un bir vaskularizasyon sergilemektedir (Prince ve ark. 1960).

Choroidea a. ciliaris posterior breves'ten köken alan dallar tarafından kanlandırılmaktadır. Kesin çizgilerle ayıramamakla birlikte damarların çapları dikkate alınarak choroidea üç katmana ayrılmı tır. Suprachoroidea'nın altında bulunan ve Haller katmanı olarak da isimlendirilen dı katman en kalın damarları içermektedir. Bu katmanı altında Sattler katmanı olarak isimlendirilen orta katman çap olarak daha küçük damarlardan olu maktadır. En ince damarlardan olu an iç katman ise koryokapillarlar olarak isimlendirilmi tir. Choroidea içten Bruch membranla sarılmaktadır. Choroidea'nın damarları bulbus oculi içindeki bütün damarların yarısından fazlasını olu turacak kadar yo un bir vaskularizasyon göstermekte ve retina'nın dı katmanlarının kanlandırılmasını da sa lamaktadır. Tunica vasculosa bulbi'nin bölümlerinin venöz drenajı orbitadan ayrılmadan önce v. ophthalmica externa'ya katılan birkaç v. vorticosa tarafından sa lanmaktadır (Prince ve ark. 1960).

nsanda choroidea'nın arterleri a. ciliares posterior breves ve a. ciliares posterior longa ile Zinn halkasının dallarından köken almaktadır. Arterler n. opticus etrafında sclera'yı delerek choroideada dı orta ve iç olmak üzere üç vasküler katman olu turarak yelpaze ekinde da ılmaktadır. Bu damarlar tarafından getirilen kan bulbus oculi'nin her çeyrek dairesi için bir veya iki v. vorticosa'ya drene olmaktadır. Bu venalar sclera'ya tutunmu bir ekinde v. ophthalmica'ya açılarak sonlanmaktadır (Schmetterer ve Kiel 2012). Choroidea'nın kapillar damarları arka kutupta pencereci ve lobüler bir yapı gösterirken periferde merdivene benzer bir görüntü vermektedir (Schmetterer ve Kiel 2012).

Evcil memeli hayvanlarda dört grup retinal vasküler kalıp tanımlanmıştır (De Schaepdrijver ve ark. 1989). Ruminant, domuz ve carnivorlarda görülen euanjiyotik veya holanjiyotik diye isimlendirilen retinal vasküler kalıp retina'nın 1/1 a duyarlı ana bölümünde yerleşmiş kompakt bir damar pleksusundan oluşur (De Schaepdrijver ve ark. 1989). Diğer hayvanlarda kan damarları retina'nın küçük bir bölümünde bulunmaktadır (De Schaepdrijver ve ark. 1989). Discus n. optici'nin hem merkezinden hem de kenarlarından bulbus oculi'ye giren ana damarlar retina içinde yüzlek seyretmektedir. Tavanda görülen meranjiyotik kalıpta damarlar myelinli sinir ipliklerinin dağınık alanı ile çakışan geniş horizontal bir bantla sınırlandırılmıştır (De Schaepdrijver ve ark. 1989). Pauranjiyotik kalıp ise at ve kobayda görülmüş ve discus n. optici'nin etrafında yoğunlaşmış birbirine yakın kan damarlarından oluştuğu bildirilmiştir (De Schaepdrijver ve ark. 1989). Kuşlarda olduğu gibi retina'nın tamamen damarsız olduğu ancak n. opticus'un etrafında yoğun damarlı bir pecten oculi ile retina'nın kanlandırıldığı retinal vasküler kalıp ise ananjiyotik kalıp olarak tanımlanmıştır (De Schaepdrijver ve ark. 1989). Domuzda a. ve v. centralis retinae bulunmamaktadır (Middleton 2010). Yukarıdaki sınıflandırmada görüldüğü gibi domuzda retinal sirkülasyon holanjiyotik olup retina içindeki ana damarlar hem nervus opticusin merkezinden hem de kenarlarından yüzlek olarak seyretmektedir (Middleton 2010). Arteria carotis externa'dan köken alan a. ophthalmica externa'nın bulbus oculi'ye verdiği aa. ciliares'den ayrılan 4 ana retinal arter bulunmaktadır (Middleton 2010). Bu damarlar retina üzerinde açık görünümüne sahip olarak dallanmaktadır (Middleton 2010). Retinal arteriyollerden köken alan 2-4 kat kapillar damar mevcuttur (Middleton 2010). Domuzda retinal vaskularizasyon bütün bu yapıları ile birlikte insanın retina'sı ile benzerlik göstermektedir (Middleton 2010).

Retina'nın fotoreseptör hücreleri choroidea'nın kapillar ağlarından difüzyon yolu ile beslenmektedir (Prince ve ark. 1960, König ve ark. 2014). Bu hücrelere geçmek için moleküllerin pigmentli tabakayı geçmeleri gerekmektedir. Müller hücreleri burada retina'nın iç katmanlarına doğru bir difüzyon bariyeri oluşturarak difüzyonu engellemektedir. Retina'nın geriye kalan kısmı retinal arter ve venalar tarafından kanlandırılmaktadır (König ve ark. 2014).



insanda retina'nın beslenmesi iki kaynaktan gerçekleştirilmektedir. Bu iki kaynaktan koroidal kan damarları retina'ya gelen kanın %65-85'ini oluşturarak retina'nın dış katmanlarını kanlandırırken, a. centralis retinae ise retina'ya gelen kanın %15-35'ini oluşturarak iç katmanları beslemektedir (Schmetterer ve Kiel 2012). Retina'da kapiller damarlar üç katman halinde bulunmaktadır. Birincisi sadece n. opticus'un etrafında bulunan 1. insal peri papillar kılcallar, ikincisi iç veya yüzlek pleksus, üçüncüsü ise dış veya derin katman kılcallarından oluşmaktadır. Retinal vaskularizasyonda kan arterden arteryole, arteryolden kapillarlara, kapillardan prekapillar venüllere, buradan venüllere ve buradan da venlere drenaj olmaktadır. Kanın bu seyri sırasında bir kan-retina bariyeri de bulunmaktadır (Schmetterer ve Kiel 2012). Retina'nın tek avasküler bölgesini tek katlı kapillar halka tarafından çevrelenen makulanın merkezindeki foveal damarsız bölge oluşturmaktadır (Schmetterer ve Kiel 2012).

Genel olarak evcil memelilerde ve insanda gözün vaskularizasyonu temel düzeyde verildikten sonra çalışmanın konusu olan domuzda gözün vaskularizasyonu hakkında temel bilgiler verilecektir.

## **2.7. Domuz Gözünün Vaskularizasyonu**

Domuzda a. ophthalmica externa, a. maxillaris'ten köken almaktadır. Bu damar periorbita'nın lateralinde dikey bir rota izleyerek m. rectus lateralis ve m. rectus dorsalis'in arasından orbitaya girmektedir. Arteria ophthalmica externa orbitaya girmeden önce uzun bir rota izler, bu durum diğer evcil memeli hayvanlarda görülmez (Prince ve ark. 1960). Damar, orbitaya girdikten sonra gözyaşı bezini besleyen a. lacrimalis'i vermektedir. Gözyaşı bezinden sonra a. lacrimalis, a. palpebralis lateralis ve a. conjunctivalis adında iki dal vererek devam etmektedir. Arteria ophthalmica externa m. rectus lateralis'e dal verdikten sonra m. rectus dorsalis'in altına girerek hem bu kasa hem de m. retractor bulbi'ye dallar vererek devam etmektedir. Damar daha sonra, m. rectus dorsalis ve m. levator palpebrae superior'un altından medially doğru ilerlerken m. obliquus bulbi dorsalis'in üst kenarı boyunca iki dal vermektedir. Bu dallardan biri aynı zamanda bu kası da kanlandıran a. supraorbitalis'tir. Bu damarla birlikte dallanan diğer dal aa. ciliares anterior'u meydana getirmektedir. Arteria supraorbitalis canalis supraorbitalis'i geçtikten

sonra alın bölgesinde devam etmemektedir. Koyunda oldu u gibi sinus frontalis içinde da ılmaktadır. İkinci dal a. supraorbitalis'ten çok daha küçük olan a. ethmoidalis'i olu turmaktadır. Bu damar m. obliquus bulbi dorsalis'in altından mediale do ru geçerek foramen ethmoidale'den geçerek orbita'yı terk etmektedir (Prince ve ark. 1960).

Arteria ophthalmica externa n. opticus'un e li inde m. retractor bulbi'nin medial bo lu u boyunca bulbus oculi'ye do ru seyreden a. ciliaris olarak devam etmektedir. Bu damar n. opticus ile birlikte foramen opticum'dan geçerek orbitaya giren küçük bir damar olan a. ophthalmica interna ile birle ir. Arteria ciliaris birkaç dala ayrılır. En geni iki dal a. ciliaris posterior longa, daha küçük olan dal a. centralis retinae adını alır. Arteria ciliaris posterior brevis horizontal bir meridyen boyunca biri medial di eri lateral olarak ilerleyen iki a. ciliaris posterior longa arasındaki daldır. Nervus opticus içinden geçen bir a. centralis retina bulunmaz. Bu damarın bulunması durumunda retina'nın vaskularizasyonunda önemli bir rolü olmayaca ı bildirilmi tir. Siliyer vasküler sistemin de i ik noktaları boyunca m. retractor bulbi ba ta olmak üzere göz kaslarına dallar vermektedir (Prince ve ark. 1960).

Arteria maxillaris a. ophthalmica externa'yı verdikten sonra a. malaris'i vermektedir. Evcil memeli hayvanlarda genel olarak durum böyle olmasına ra men domuzlarda a. malaris genellikle a. infraorbitalis'ten köken almaktadır. Ancak damarın orijininin farklı olması da ılımında ve kanlandırdı ı bölgelerde bir farklılık meydana getirmemi tir. Arteria malaris m. obliquus bulbi ventralis'e ula madan önce periorbitaya penetre olan a. nictitans adında bir dal vermektedir. Bu damar harder bezini, m. obliquus bulbi'yi ve glandulae nictitans'ı beslemektedir (Prince ve ark. 1960). Arteria malaris m. obliquus bulbi ventralis'i geçtikten sonra medial göz açısında biri alt göz kapa mını besleyen di eri üst göz kapa mını besleyen iki dal vermektedir. Arteria maxillaris yüzde da ılarak sonlanmaktadır (Prince ve ark. 1960).

Arteria maxillaris a. buccinator adında bir dal daha verdikten sonra a. infraorbitalis ve a. sphenopalatina'yı vererek sonlanmaktadır. Arteria infraorbitalis foramen maxillare'den girdikten sonra di alveollerine küçük dallar vererek foramen infra-orbitale'den çıkmaktadır. Arteria sphenopalatina n. infraorbitalis'in altından öne ve mediale do ru seyrederek a. palatina major ve minor'u vermektedir. Bu damarlar sert ve

yumu ak dama ı beslemektedir. Damar bu dalları verdikten sonra foramen sphenoplatinum'dan geçerek nazal bo lukta da ılmaktadır (Prince ve ark. 1960).

Periorbita ile ekstraoküler düz kasların olu turdu u koni (m. rectus dorsalis, lateralis, medialis, ventralis) arasında, bu koninin ucundan bulbus oculi'nin ekvatoru seviyesine kadar olan bölgede venöz bir kılıfın uzandı ı bildirilmi tir (Prince ve ark. 1960). Bir rezervuar yapısında olan bu kılıfın m. rectus dorsalis'e yakın açıklık dı ında kalan ekstraoküler dokuları tamamen ku attı ı belirtilmi tir (Prince ve ark. 1960). Çukurlu ve yorgan benzeri bir görünüme sahip olan bu kılıf extraoküler düz kasların olu turdu u koniyi tamamen doldurdu u için orbital arter ve sinirler ya bu kılıf ile periorbita arasında ya da m. retractor bulbi'nin olu turdu u koninin içinde seyretmektedir (Prince ve ark. 1960). Arterlerin sıklıkla venöz kılıfa penetre oldukları da görülmü tür (Prince ve ark. 1960).

Foramen orbitorotundum'dan geçerek intrakraniyal reteye drene olan sadece bir venöz çıkı olmasına ra men ön tarafta birkaç vena venöz kılıfa drene olmu tur (Prince ve ark. 1960). Canalis supraorbitalis'in giri i sınırında venöz kılıftan ekillenen v. supraorbitalis'in bu kanal içindeki seyri sırasında sinus frontalis'ten dallar aldı ı, kanaldan çıkarak alın bölgesinde da ıldı ı görülmü tür (Prince ve ark. 1960). Vena supraorbitalis palpebral açıklı ın önünde v. facialis'e katılan v. angularis haline gelmi tir (Prince ve ark. 1960). Vena supraorbitalis'in venöz kılıfa katıldı ı noktaya yakın bir bölgede üst göz kapa ının kanını toplayan v. palpebralis superior'un da bu kılıfa katıldı ı belirlenmi tir (Prince ve ark. 1960). Musculus obliquus bulbi dorsalis'in medialinde hem membrana nictitans'ın hem de glandulae nictitans'ın venöz kanını ta ıyan küçük bir v. nictitans'ın kılıfa drene oldu u bildirilmi tir (Prince ve ark. 1960). Vena palpebralis lateralis ile birle en v. lacrimalis'ler supralateral olarak iki veya üç ayrı vena halinde kılıfa drene olmu lardır (Prince ve ark. 1960). Üst göz kapa ının venöz kanının drenajında alından a a ı do ru inen v. temporalis superficialis'in birkaç küçük dalı da rol almı tır (Prince ve ark. 1960). kisi m. rectus dorsalis'in insertion bölgesinin laterali ve mediali, biri de m. rectus lateralis'in insertion bölgesinde olmak üzere üç adet vv. vorticosae bulbus oculinin kanının venöz kılıfa ta ınmasını sa lamı lardır (Prince ve ark. 1960). Dördüncü v. vorticosae ise m. rectus ventralis'in insertion bölgesinde kılıfa katılmı tır (Prince ve ark. 1960). Küçük bir v. ethmoidalis'in kısa bir intraorbital seyirden sonra venöz kılıfa drene

oldu u görülmü tür (Prince ve ark. 1960). V. sphenopalatina, v. palatina ve v. infraorbitalis ilgili kanallardan geçerek orbitaya girdiklerinde açıldıkları damara v. reflexa adı verilmi tir (Prince ve ark. 1960). Vena infraorbitalis'in v. reflex'e katıldı ı noktaya yakın bir yerde v. palpebralis medialis inferior'un da v. reflex'e açıldı ı belirlenmi tir (Prince ve ark. 1960). Bu venanın domuzda bulunmayıp di er hayvanlarda bulunan v. palpebralis medialis communis'in alt dalının fonksiyonunu yerine getirdi i iddia edilmi tir (Prince ve ark. 1960). Saccus lacrimalis'in kanını toplayan bir vena da v. palpebralis medialis inferior'a katılmı tır (Prince ve ark. 1960).

Vena reflexa adı verilen damar yukarıda ismi geçen dalların katılmasından sonra v. maxillaris interna'ya açılarak sonlanmaktadır (Prince ve ark. 1960). Vena maxillaris'in iki v. temporalis profunda anterior'un katılması ile orbita'nın altında caudal'e do ru seyretti i, bu seyri sırasında m. pterygoideus ve m. masseter'i besleyen dalların da katıldı ı belirlenmi tir (Prince ve ark. 1960). Bulla tympanica seviyesinde v. temporalis superficialis'in de katılımı ile ventral'e yönelerek mandibula'nın caudal'inde v. jugularis externa olarak seyrine devam etti i görülmü tür (Prince ve ark. 1960). Mandibulanın altında bu damara önce v. maxillaris externa, biraz önünden ise v. facialis katılımı lardır (Prince ve ark. 1960).

Göz küresinin venöz kanını toplayan birkaç vv. ciliares posteriores n. opticus'un etrafında küçük bir a ekillendirerek sinirin bulbus oculi'ye girdi i bölgeden bulbus oculi'yi terketmektedirler (Prince ve ark. 1960). Burada en belirgin venöz dal bu a dan ayrılarak orbital venöz kılıfa drene olmaktadır (Prince ve ark. 1960). Evcil domuzda yapılan bir çalı mada bulbus oculi'nin a. ciliares posteriores longae, a. ciliares posteriores breves ve a. chorioretinalis tarafından kanlandırıldı ı bildirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Çalı maya göre corpus ciliare, a. ciliares posteriores longae'dan orijin alan circulus arteriosus iridis major tarafından beslenmektedir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Circulus arteriosus iridis major bulbus oculi'nin lateral kenarı ve iris arasında yakla ık yarısını dola arak processus ciliaris'in arteryollerini ve kapillar yatakları olu turmaktadır. Processus ciliaristeki kapillar damarlar radyal olarak düzenlenmi , sıkıca paketlenmi plaklar ekinde görülmektedir. Bu damarları marjinal kapillarlar, processus ciliaris içindeki kapillarlar ve toplayıcı venüller ekillendirmektedir. Marjinal kapillarlar düzensiz daralıp geni leyen, kümelenmi ve geni çaplı (23.2-27.5µm) bir görünüm sergilemektedir

(Ninomiya ve Inomata 2006a). Bu damarlar bir geçit (thoroughfare channel) ekillendirerek arteriyoller ile toplayıcı venüleri direkt ba lamaktadırlar. Processus ciliaris, içindeki kapillarlar arteriyoller ve marjinal kapillarlar tarafından beslenmektedir. Bu kapillarların bazıları processus ciliaris'leri birbirine ba lamaktadır. Bu kapillarlar hem daha küçük çaplı hem de daha az dalgalı bir yapı göstermekte olup toplayıcı venüllere drene olmaktadır. Processus ciliaris'teki toplayıcı venüller pars plana'da bulunan venüllere, bunlar da daha geriye do ru giderek choroidea'nın venüleri ile anastomozlar yaparak bir plexus olu turmaktadır. Bu plexusta toplanan kan, koroidal venalar yolu ile vena vorticosalara açılmaktadır (Ninomiya ve Inomata 2006a).

iris'i circulus arteriosus iridis major ve minor kanlandırmaktadır. Bu sirküler yapı a. ciliares anterior tarafından da desteklenmektedir. Circulus arteriosus iridis major'un dalları pupilla'ya do ru radial seyirli kapillar bir a olu turmaktadır. Bu a zikzak veya spiral bir özelli e sahip olup, iris'te iki boyutlu vasküler bir a ekillendirmektedir. Venüller de arterlere uyumlu bir ekilde dalgalı bir yapı göstermekte ve pars plana'da bulunan venüller yolu ile vena vorticosalara drene olmaktadır. Epitel tabaka altında bulunan kapillarlar pupilla etrafında bir a örgüsü ekillendirerek iris'in büyük damarlarını sarmaktadırlar (Ninomiya ve Inomata 2006a).

Palpebra tertia ve tunica conjunctiva bulbi, a. ciliares anterior ve kısmen de a. ciliares posterior longa tarafından beslenmektedir. Göz kapa ındaki kapillarlar tel toka benzeri döngüleri olan sıkı kapillar yataklar ekillendirmektedir. Tunica conjunctiva bulbi'de bulunan kapillarlar basal membrana yakın ve paralel seyirli, nispeten kalın, tek katlı kapillar yataklar olu turmaktadır. Göz kapa ı ve conjunctiva'nın venüleri stroma'da daha derine yerle mi ve kapillar aların altında venöz pleksuslar ekillendirmi lerdir. Bu pleksuslarda ta ıdıkları kanı vena vorticosalara bo altmaktadır (Ninomiya ve Inomata 2006a).

Nervus opticus'un laminar kısmı a. chorioretinalis ve longitudinal pial damarlar tarafından beslenmektedir. Nervus opticus'u besleyen kapillar damarlarla choroidea'yı besleyen kapillar damarlar arasında ba lantı bulunamamı tır. Nervus opticus'un venöz kanı v. ciliaris posterior'a drene olmaktadır (Ninomiya ve Inomata 2006a).

Retina a. chorioretinalis tarafından beslenmektedir. Damar dört veya beş dala ayrıldıktan sonra discus nervi optici'nin periferinden retina'ya girmektedir. Retinal arterler corpus ciliare'nin tabanına doğru dalgalı bir yapı göstermektedir. Lümen çapı 60.5-65.6µm olan ana dallar çoğunlukla arterin sağ açısında yan dallar vererek daha küçük arteryollere dallanmaktadır. Çapı 6.7-14.5 µm olan prekapillar arteryoller nispeten uzun bir yapı göstererek kapillarların yapıları arasında yumak içerisine uzanırlar. Prekapillar arteryollerin dallandığı bölgede "intra-arteryel yastık" adı verilen ve dallanma bölgesinde kan akımını kontrol edebilen luminal konstriksiyonlar gözlenmektedir. Evcil domuzda periarteriolar damarsız bölge bulunmamakta ancak seyrek bir kapillar ağ bulunmektedir. Retinal kapillarların çapı çok ince (3-4 µm) ve retina'nın yüzeysel bölümlerinde (corpus vitreum) ince bir ağ oluşturur. Bu damarlar retinal kapillar ağının hemen altında bulunan venöz ağın içine postkapillar venüller ile drene olmaktadır. Venüller daha büyük venalara, bu venalar da discus nervi optici yanında bulunan v. retinalis'ler ile vena ciliaris posterior'a açılarak sonlanmaktadır (Ninomiya ve Inomata 2006a).

Arteriae ciliares posterior breves gözün ön segmentlerine doğru giden ve bütün choroidea'yı besleyen dallar vermektedir. Choroidea'yı besleyen arterler ve kapillar damarlar bu bölgenin kanını toplayan venalar ile uyumlu bir şekilde paralel seyirli düz bir yapı göstermektedirler. Bu arterler prekapillar arteryoller içinde iki veya üç dala ayrılmaktadır. Choroidea'nın prekapillar arteryolleri geniş çaplı (19.2-22.2 µm) ve retina'daki arteryollerin aksine kapillar damarlara ayrılmadan çok kısa bir seyir izlemektedir. Choroidea'nın kapillar damarlarının serbest bir şekilde anastomoz yaptığı, çok yoğun, retina'ya oranla geniş çaplı, sinüzoid şekilli ve düz bir yapı sergiledikleri görülmektedir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Choroidea'nın kapillar yatakları bulbus oculi'nin iç duvarı boyunca öne doğru yoğunlaşarak devam ederek ora serrata düzeyinde corpus ciliare'nin damarları ile birleşmektedir. Intra-arteryel yastıklar retina'da olduğu gibi choroidea'nın prekapillar arteryollerinde de sıklıkla gözlenmektedir. İlgili arteriyol ve venüllerle choroidea'nın kapillar damarları da çok kısa bir yapı göstermektedir. Bu venüller daha sonra 40 µm çaplı geniş venüller haline gelmektedir. Choroidea'nın venaları öne doğru, arterler ile paralel seyirli ve bulbus oculi'nin kavimsizliğine uygunluk göstererek v. vorticoso'lara katılmaktadır (Ninomiya ve Inomata 2006a).

Özetle, domuz gözü memeli hayvanlar arasında insan gözüne en çok benzeyen gözdür. Evcil domuzun gözlerinin vasküler yapısını ortaya koymaya yönelik çalı malar vardır. Bu çalı malarda, insan gözünde vaskülarizasyona ba lı bozuklukların tanımlanması, te hisi ve tedavisinde faydalanılmak üzere bir göz modeli olu turulması hedeflenmi tir. Di er taraftan literatürde, evcil domuzun vah i atası olarak sayılan baya ı yaban domuzunda benzer bir çalı maya rastlanmamı tir. Dolayısıyla, bu çalı mada Türkiye’de çok geni bir co rafyada bulunan baya ı yaban domuzu gözünün vasküler yapısının, makroanatomik, histolojik ve korozyon kast tekni i kullanılarak SEM görüntüleri ile incelenmesi amaçlanmı tir. Çalı ma sonunda elde edilecek bulguların hem evcil domuzda hem de di er hayvan türlerinde yapılan çalı ma sonuçları ile kar ıla tırılması hedeflenmektedir. Verilerin, insan gözünde tanımlanan vasküler patolojilerin tanımlanmasına, te hisine ve tedavisine ık tutaca ı dü üncesiyle olu turulabilecek bir göz modeline katkı sa layaca ı dü ünülmektedir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında av sezonunda avlanmış 20 adet yaban domuzunun gözleri kullanılmıştır. Rutin makroanatomi diseksiyon yöntemleri ile diseksiyonu yapılan 10 adet domuza ait gözlerin vaskularizasyonunu de erlendirmek için korozyon kast tekni i kullanılmıştır. Vaskularizasyonun histolojisini ortaya koymak için ise 10 adet domuzun gözü Crossmon'un Modifiye üçlü boyama tekni i kullanılarak boyanmıştır.

Organ ve dokuların vaskularizasyonunu üç boyutlu bir ekilde ortaya koymak için bir kopyasının olu turulması esasına dayanan korozyon kast tekni inin uygulama a amaları a a ıda özet olarak verilmiştir (Giuv r teanu 2007, Verli ve ark. 2007).

#### 3.1. Kast Öncesi Damarların Hazırlanması

Kanın pıhtıla masını engellemek için antikoagulan ve anesteziik madde verilmesi, kanülün fikzasyonu için damarın seçilmesi, yıkanması ve fikzasyonu damarların kasta hazırlanması a amasında yapılacak olan ön hazırlıklardır (Giuv r teanu 2007, Verli ve ark. 2007). Canlı bir hayvanda çalışıldı ında kanın damarlarda pıhtıla masını engellemek için heparin gibi bir antikoagulan maddenin subkutan veya kalp kaslarına enjeksiyonunun kaliteli bir kast elde edilmesi için gerekli oldu u belirtilmiştir (Verli ve ark. 2007). Hayvanın anesteziye alınması ve çalışmanın yapılaca ı bölgeye uygun bir damarın seçilerek kanülün fikzasyonu da çalışmanın kalitesini etkileyen unsurlardır. Çalışma ilgilenilen bölgeye resin akı ının daha iyi olması için hayvanın di er bölgelerine giden damarlara ligatür konulması çalışmayı daha verimli ve ekonomik hale getirecektir. Ba ve boyun ile ilgili bir çalışma yapıldı ında aorta descendens'e ligatür konulması gibi (Verli ve ark. 2007).

Dola ım sisteminde kalan kanın uzakla tırmak amacıyla damarların yıkanmasında temel olarak alkalın solüsyonlar tercih edilir. PBS (Phosphate Buffered saline), Tyrode'nin solüsyonu veya Ringer'in solüsyonu da damarları yıkamada kullanılabilecek



solüsyonlardır. Bu solüsyonlar damara, manuel veya bir perfüzyon cihazı kullanılarak verilebilir (Verli ve ark. 2007).

Kast öncesi damarların fikzasyonu; resinin damarlardan dokulara geçi ini önlemek, damar duvarlarının resine direncini artırmak ve resinin perfüzyonu sırasında damarların geni lemesini minimize etmek için yapılmaktadır (Verli ve ark. 2007). Bunu yapmak için glutaraldehit, formaldehit ve paraformaldehit gibi de i ik konsantrasyonlarda fikzatifler kullanılmaktadır (Verli ve ark. 2007). Embriyonik veya fötal dokularda yapılacak çalı malarda bu fikzatiflerin dü ük konsantrasyonlarını kullanmak gerekti i bildirilmi tir (Hodde ve ark. 1990). Ayrıca fikzasyon sonrası damarların bir tuz solüsyonu ile yıkanmasının resinin damar duvarına penetrasyonunu kolayla tıraca ı vurgulanmı tir (Verli ve ark. 2006).

Yapılan çalı mada kullanılan materyaller ölü hayvanların gözleri oldu undan damarların kast için hazırlanması sırasında elde edilen yaban domuzu kafalarında a. carotis communis dextra ve sinistra ayrı ayrı bulunarak kanül yerle tirilmi tir. Bu damarlara 37°C sıcaklıkta phosphate buffer solution'u (PBS) bir ırına yardımı ile manuel basınç altında verilerek damarlarda kalan kanın temizlenmesi hedeflenmi tir. Perfüzyon i lemine kan tamamen temizlenip v. jugularislerden berrak bir ekilde PBS gelinceye kadar devam edilmi tir. Bu i lem tamamlandıktan sonra her iki tarafın a. carotis communis'leri diseke edilerek a. ophthalmica externa'lara ula ılmı ve bu damarlara kanüller yerle tirilmi tir. Damarlar tamamen kandan temizlendikten sonra fikzasyon için amaca uygun olarak hazırlanmı formaldehit solüsyonu yine aynı damar kullanılarak manuel olarak perfüze edilmi tir. Fikzasyon sonrası damarlar tuzlu su solüsyonu ile yıkanmı ve resin enjeksiyonu için hazır hale getirilmi tir.

### **Resin Kullanılarak Vasküler Kast**

Vasküler kast için üretilen materyallerde a a ıda maddeler halinde verilen özelliklerin bulunması gerekmektedir:

- a. Toksik olmamalı.
- b. Damar ve dokularda morfolojik de i ikliklere sebep olmamalı.
- c. Viskozitesi dü ük olmalı.

- d. Kapillar damarlara nüfuz edebilecek kadar küçük partiküllere sahip olmalı.
- e. Dokulara ve dokuların intersitisyel aralıklarına penetre olmamalı.
- f. 3 ile 15 dakika arasında polimerize olabilmeli.
- g. Damar lümeni ve endotelyal yapıları kopyalayabilmeli.
- h. Polimerizasyon sırasında büzüşmeye uğramamalı.
- i. Mikrodiseksiyona izin vermeli
- j. Korozyona dirençli olmalı.
- k. Diseksiyon sırasında bir büyüteç yardımı ile görülebilir olmalı.
- l. Kurutma sırasında yapısal konfigürasyonunu korumalı.
- m. Kaplama sırasında dehidratasyon uğramamalı.
- n. SEM analizi sırasında elektron bombardımanına dirençli olmalı.
- o. Kaliteli görüntü vermeli.
- p. Kantitatif analizi yapılabilir (Hodde ve ark. 1990, Giurteanu 2007, Verli ve ark. 2007, Minnich ve Lametschwandtner 2010).

Yukarıda sayılan şartların hepsini bir arada taşıyan bir kast materyalinin bulunmadığı bildirilmiştir (Lametschwandtner ve ark. 1990). Mercox, Technovit, Trylon ve Batson 17 bugün kullanılan ticari metil metakrilat karışımlarıdır (Giurteanu 2007).

Homojen bir kast elde edebilmek için perfüzyonun optimal enjeksiyon hızında yapılması gerektiği bildirilmiştir (Lametschwandtner ve ark. 1990, Verli ve ark. 2006, Verli ve ark. 2007). Enjeksiyon yavaş olması durumunda kastın bütün damarlara ulaşamayacağı, hızlı olduğunda ise damarlarda ruptur meydana geleceği belirtilmiştir (Lametschwandtner ve ark. 1990). Resin ile vasküler kast tamamlandıktan sonra en az 30 dakika hayvana herhangi bir muamele yapılmaması gerekmektedir (Lametschwandtner ve ark. 1990, Verli ve ark. 2006, Verli ve ark. 2007). Bu süreden sonra ise resinin tamamen polimerize olması için 30 dakika ile 24 saatlik bir periyotta, 40-60 °C'de sıcak su banyosunda tutulması gerektiği vurgulanmıştır (Lametschwandtner ve ark. 1990, Verli ve ark. 2006, Verli ve ark. 2007).

Yapılan çalışmada diseksiyon yapılarak kateterizasyonu yapılan *a. ophthalmica externa*'lardan belli ölçülerde hazırlanmış metilmetakrilat-Mercox perfüzyonu belli bir basınç altında (120 mmHg) ve uygun perfüzyon hızında gerçekleştirilmiştir. Enjeksiyon

manuel olarak yapılmı tır. Karı ımın bir silikon tabancasına yardımı ile verilmesi, basıncı sabit tutarak daha hızlı ve kolay bir perfüzyon imkanı sa lamı tır. Kast materyalinin enjeksiyonu sonrası gözler, tamamen polimerize olması için 24 saat boyunca 40-60 °C’de sıcak su içinde bekletilmi tir.

### **3.2. Korozyon**

Korozyon, kastın etrafındaki dokunun farklı konsantrasyonlardaki sodyum hidroksit (NaOH) veya potasyum hidroksit (KOH) solüsyonları ile ortadan kaldırılması i lemi olarak tanımlanmı tır (Lametschwandtner A. 1990, Verli ve ark. 2006, Verli ve ark. 2007 ). Korozyonu hızlandırmak için solüsyonun sürekli 40 °C sıcaklıkta kalması gerekti i bildirilmi tir (Lametschwandtner A. 1990, Verli ve ark. 2006, Verli ve ark. 2007 ).

Bu çalı mada gözler 50 °C’lik etüvde tekrarlayan potasyum hidroksit (KOH) solüsyonlarında 2-3 gün bekletilerek damarların etrafındaki dokunun erimesi sa lanmı tır.

### **3.3. Diseksiyon**

Dokuların diseksiyonunun korozyon öncesinde, korozyon sırasında ve sonrasında yapılabilece i belirtilmi tir (Lametschwandtner ve ark. 1990, Verli ve ark. 2007). Bu çalı mada dokuların diseksiyonu metilmetakrilat enjeksiyonundan önce yapılmı tır.

### **3.4. Kurutma**

Korozyona tabi tutularak diseksiyonu yapılan örnekler oda sıcaklı ında kuru hava kullanılarak, bir inkübatör kullanarak, kurutucu kullanarak, dondurarak veya kritik kurutmaya tabi tutularak kurutulabilmektedir (Lametschwandtner ve ark. 1990, Verli ve ark. 2007). Örneklerin oda sıcaklı ında hava ile kurutulması metodunun en basit ve sık kullanılan metot oldu u bildirilmi tir (Lametschwandtner ve ark. 1990, Verli ve ark. 2007). Suyun buharla ması sonucu damar a ı yüzeyinde meydana gelen yüksek gerilimin bu metodun en önemli dezavantajlarından biri oldu u belirtilmi tir (Lametschwandtner ve ark. 1990, Verli ve ark. 2007). Yüzey gerilimini dü ürmek için konsantrasyonu artan alkol

solusyonlarında örnek in bekletilmesi tavsiye edilmiştir (Lametschwandtner ve ark. 1990, Verli ve ark. 2007). Liyofilizasyon olarak bilinen dondurarak kurutma metodu düşük basınç altında düşük sıcaklıkta dokudaki uçucu maddelerin uzaklaştırılarak kurutulması süreci olarak tanımlanmıştır (Lametschwandtner ve ark. 1990, Verli ve ark. 2007). Bu metodun uygulanmasında özel ekipmanlara ihtiyaç duyulması vurgulanmıştır (Lametschwandtner ve ark. 1990, Verli ve ark. 2007). Kritik nokta kurutma metodunda ise kurutulacak doku belli bir basınç altında uçucu bir sıvı ile aynı ortama bırakılarak sıvının buharlaştırılırken dokunun kurutulması sağlanmaktadır (Lametschwandtner ve ark. 1990, Verli ve ark. 2007).

Yapılan çalışmada elde edilen kastlar kuru materyaller olduğundan özel bir kurutma yöntemine gerek duyulmamıştır. Korozyon işlemi tamamlanan damar kastları oda sıcaklığında kurutulmuştur.

### **3.5. Kaplama**

Elektron iletkenliği olmayan materyallerin SEM ile görüntülenebilmesi için iletken olan bir materyal ile kaplanması gerekmektedir. Bu amaçla metal bir platform üzerine yerleştirilen doku altın, palladyum, altın-palladyum ve carbon-altın gibi bir metalle kaplanmaktadır (Verli ve ark. 2007).

Kurutma işleminden sonra dokular alüminyum plakalara yerleştirilmiştir ve altın ile kaplanmıştır. Kaplama işleminden sonra damarlar JEOL JSM-5500LV markalı taramalı elektron mikroskobu kullanılarak görüntülenmiştir. Dokuların kaplama işlemi ve SEM analizi Mustafa Kemal Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

### **3.6. Materyallerin Histolojik Değerlendirme için Hazırlanması**

İlk mikroskobik incelemeler için alınan doku örnekleri %10'luk nötr formol ile tespit edildikten sonra, 24 saatlik yıkama işlemi takiben dereceli alkollerden geçirildi. Ksilolde bekletildikten sonra parafin içine gömülerek bloklama işlemi yapıldı. Hazırlanan parafin bloklardan 5-6 mikronluk seri kesitler alındı. Gözün genel yapısını ortaya koymak

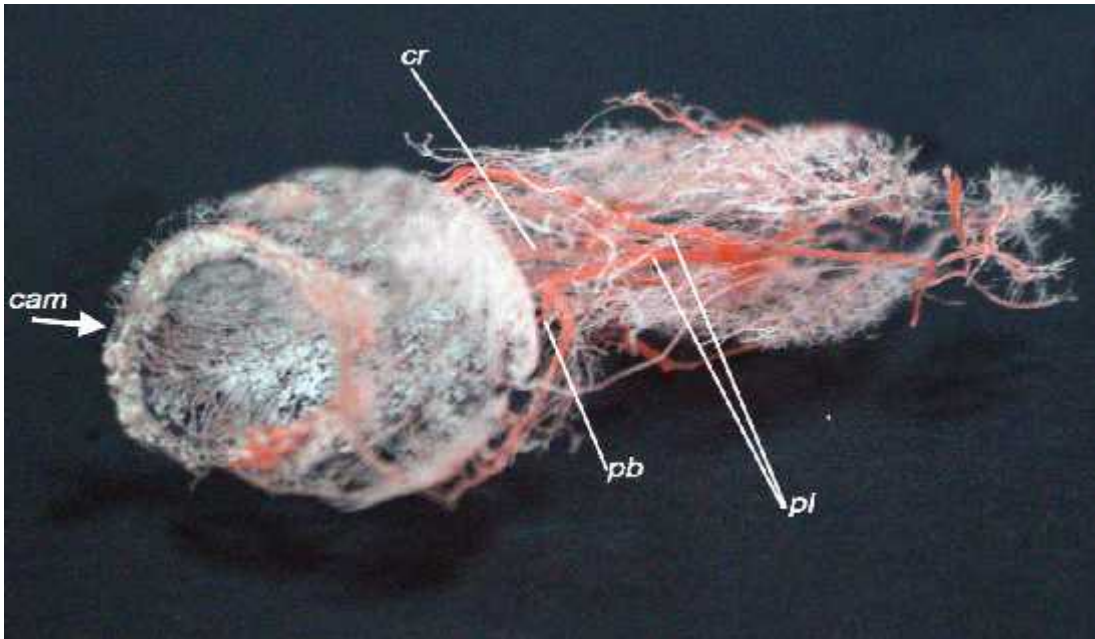
amacıyla Crossmon'un modifiye üçlü boyama tekni i (Crossmon 1937, Denk ve ark. 1989) ile boyandı. Boyaması yapılan kesitlerin dehidrasyonları yapıldıktan ve ksilolde parlatıldıktan sonra Entellan® kullanılarak kapatıldı. Elde edilen preparatlar Olympus BX50 ara tırma mikroskobunda incelenerek uygun görülen bölgelerin foto rafları çekildi ve çalı ma içerisinde kullanıldı.



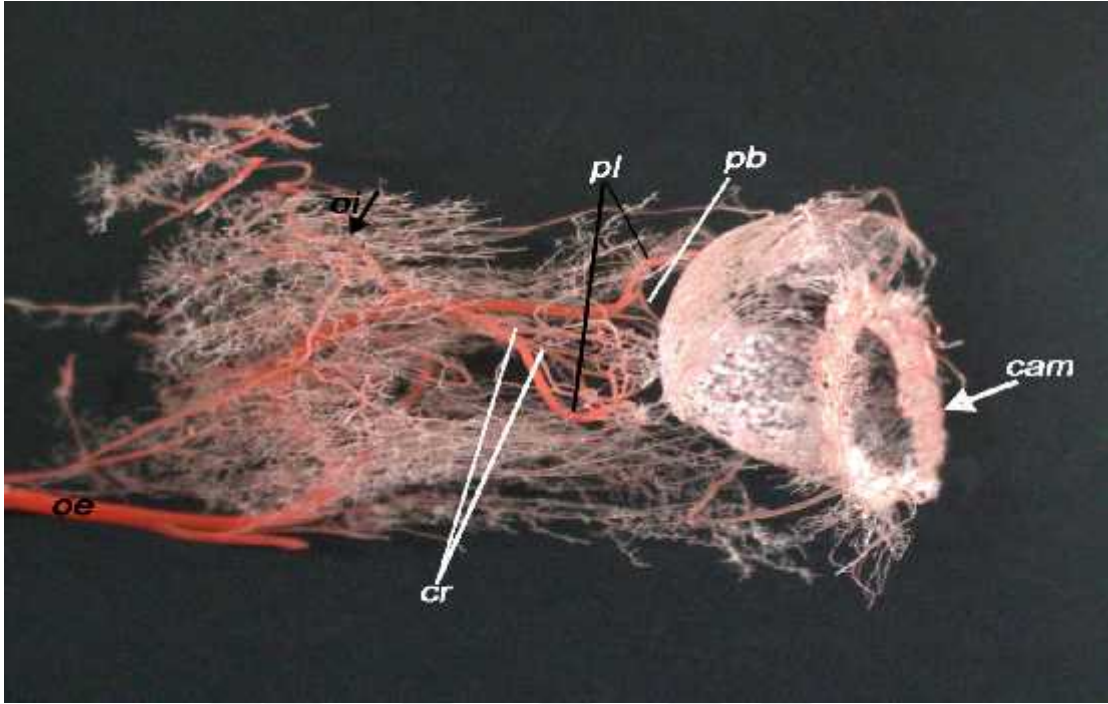
## 4. BULGULAR

ncelenen gözlerde bulbus oculinin boyutları kumpas kullanılarak ölçülmü ve ortalama olarak axis bulbi externus'un 26-28 mm, ekvatorun 26-28 mm ve dorso-ventral çaplarının 25-27 mm oldu u tespit edilmi tir.

Elde edilen kastlar elektron mikroskopunda incelenmeden önce makroskopik olarak foto raflandı ve bulbus oculi'yi kanlandıran damarlar isimlendirildi ( ekil 4.1., ekil 4.2.). Bulbus oculi'ye kan getiren ana damarların a. maxillaris'ten köken alan a. ophthalmica externa ve rete mirabile epidurale'den köken alarak foramen opticum'dan n. opticus ile birlikte orbitaya giren a. ophthalmica interna oldu u tespit edildi ( ekil 4.2.). Bulbus oculi'nin laterale ve mediale do ru seyreden iki adet aa. ciliares posterior longa, 2-4 adet aa. ciliares posteriores breves ve a. chorioretinalis tarafından kanlandırıldı ı belirlendi ( ekil 4.1., ekil 4.2.). ris'in etrafında a. ciliaris posterior longa'ların birbirleri ile anastomozlar yaparak circulus areteriosus iridis major'u olu turdu u tespit edildi ( ekil 4.1., ekil 4.2.).

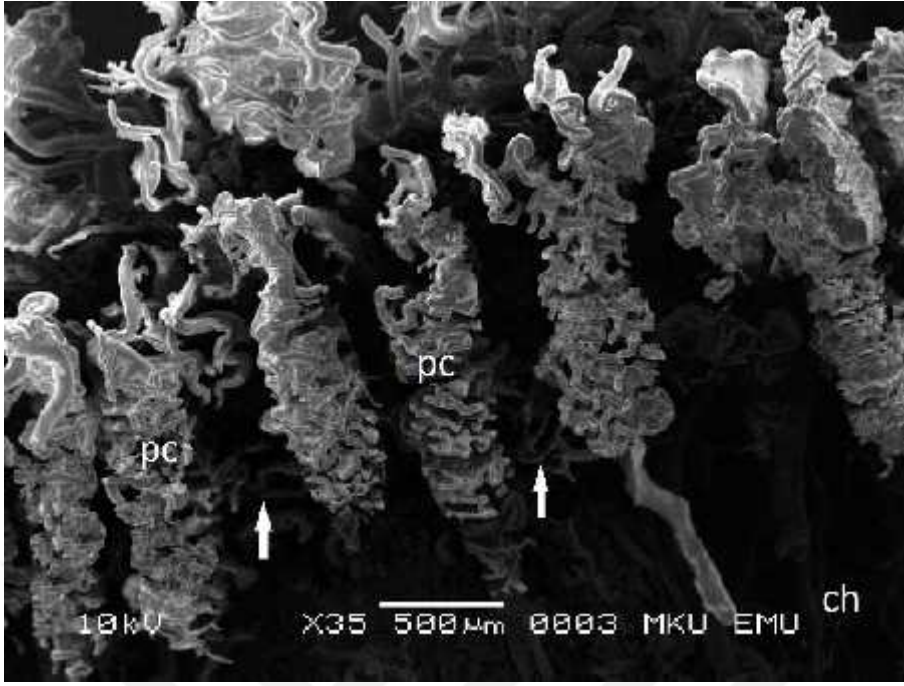


ekil 4. 1. Bulbus oculi'den elde edilen kastların genel görüntüsü (Önden görünüm) pl: a. ciliaris posterior longa, pb: a. ciliaris posterior breves, cr: a. chorioretinalis, cam: circulus arteriosus iridis majo



ekil 4. 2. Bulbus oculi'den elde edilen kastların genel görüntüsü (Yandan görünüm). oe: a. ophthalmica externa, oi: a. ophthalmica interna, pl: a. ciliaris posterior longa, pb: a. ciliaris posterior breves, cr: a. chorioretinalis, cam: circulus arteriosus iridis major

Processus ciliaris'leri ekil 4.1. ve ekil 4.2.'de görüldü ü gibi a. ciliaris posterior longa'dan köken alan circulus arteriosus iridis major'un kanlandırıldı ı tespit edildi. Her bir processus ciliaris'in kapillarlarının paralel seyirli ve sarmallar yaparak uca do ru ilerledi i görüldü ( ekil 4.3.). Literatürde (Ninomiya ve Inomata 2006a) marjinal kapillarlar olarak isimlendirilen bu kapillar damarların seyirleri sırasında düzensiz geni leme ve daralmalar sergiledi i gözlendi ( ekil 4.4.). Processus ciliaris içerisinde a lar olu turan bu damarların toplu i ne ba ı benzeri geni lemeler yaparak sonlandı ı belirlendi ( ekil 4.3.). Her bir processus ciliaris'e ait marjinal kapillar a ın kom u kapillar a larla anastomozlar yaptı ı gözlendi ( ekil 4.3.). Marjinal processus ciliaris içindeki kapillarların marga ciliaris'e do ru drene oldu u toplayıcı venüller görüntülenemedi.

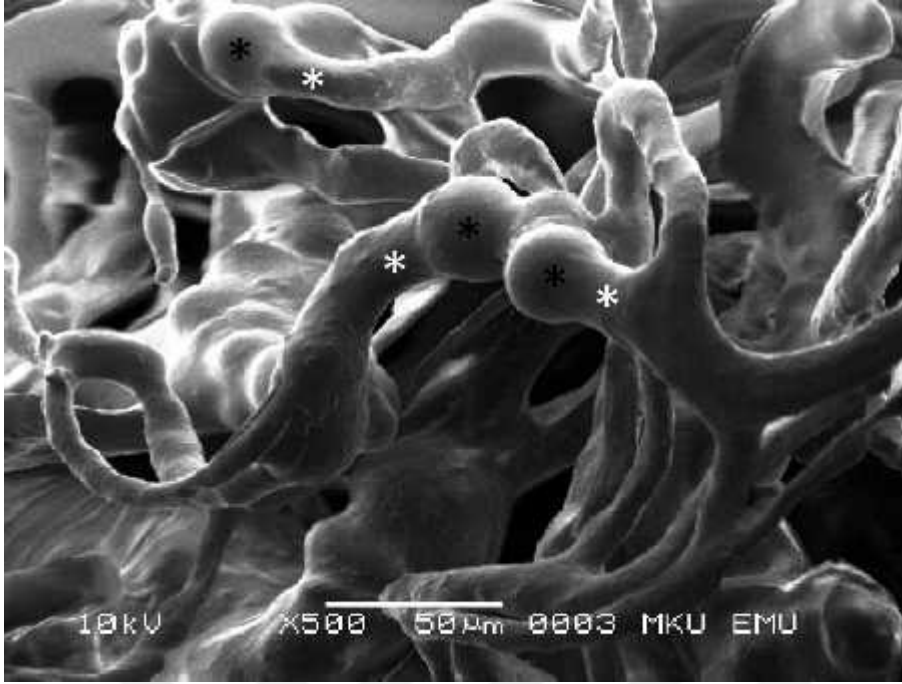


ekil 4. 3. Processus ciliaris'in kapillar damarları (SEM). pc: processus ciliaris marjinal kapillarlar, ch: choroidea, oklar: processus ciliaris içindeki kapillarlar

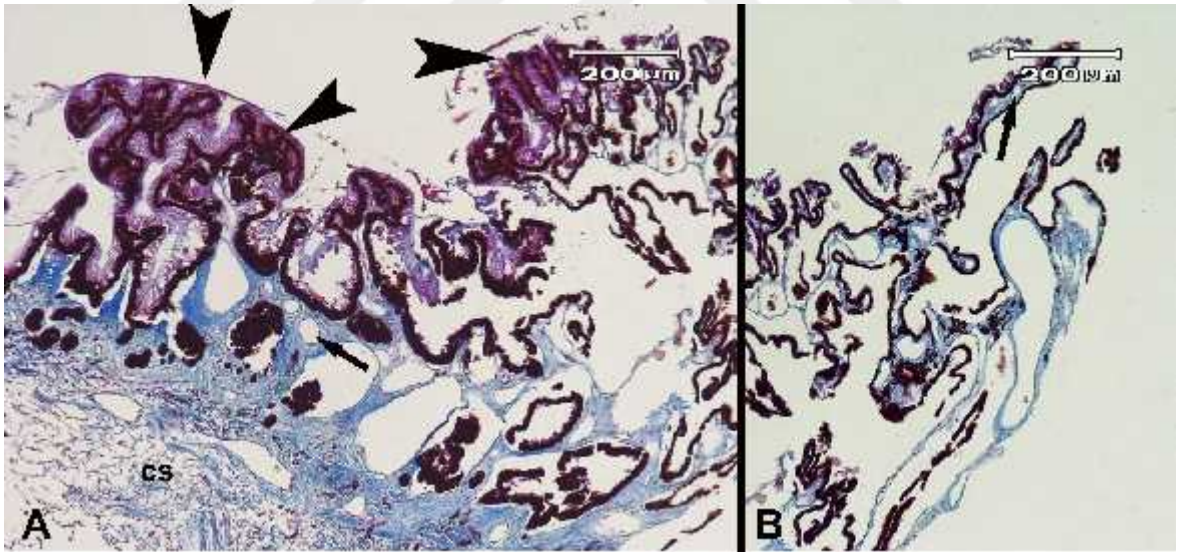
Processus ciliaris'lerin histolojik foto raflarında kapillarların düzensiz da ılımı görüldü ( ekil 4.5.).

ris'i kanlandıran damarların circulus arteriosus iridis major'dan köken aldı ı belirlendi. ris etrafında halka olu turan bu damardan köken alan arteryollerin pupilla'ya do ru zikzak olu turarak spiral bir seyir izledi i, birbirleri ile uyumlu ondulasyon gösterdi i belirlendi ( ekil 4.6., ekil 4.7.). Damarların pupilla'ya do ru tel toka sonlanmasına benzer bir sonlanma sergiledi i görüldü ( ekil 4.6., ekil 4.7.). Bu damarların etrafında kapillar damarların a ekillendirdi i gözlendi ( ekil 4.6.). Arteryollerin pupilla'ya do ru sonlandı ı bölgelerde damarlarda tomurcuk benzeri olu umlar belirlendi ( ekil 4.7.). ris'in kapillar a larını olu turan damarların özellikle dallanma bölgelerinde olmak üzere daralmalar sergiledi i saptandı ( ekil 4.8.). Ana damarlardan ayrılan yan dalların dik açı olu turacak ekilde ayrıldı ı tespit edildi ( ekil 4.8.).

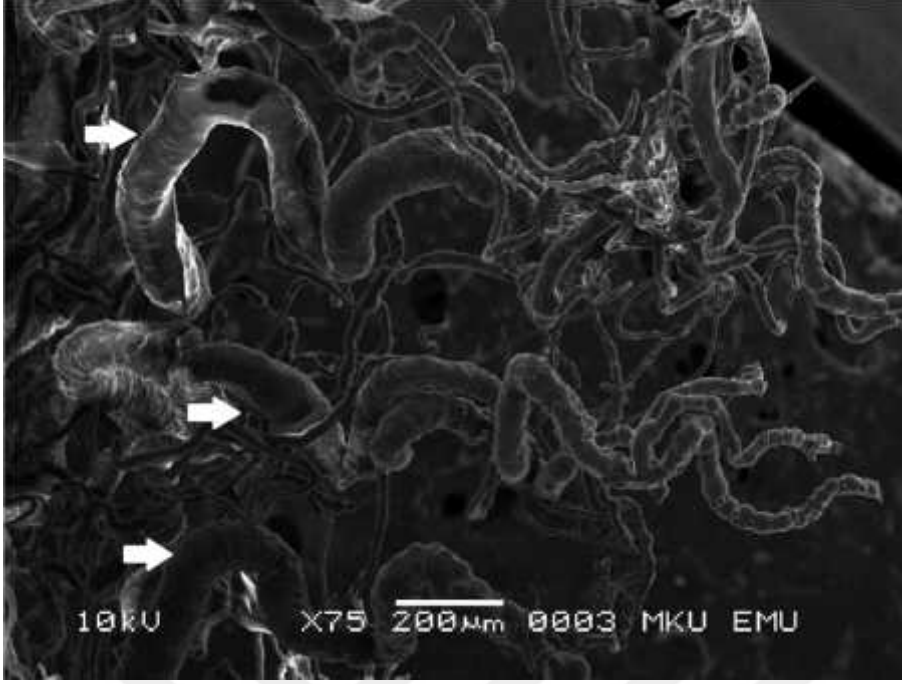




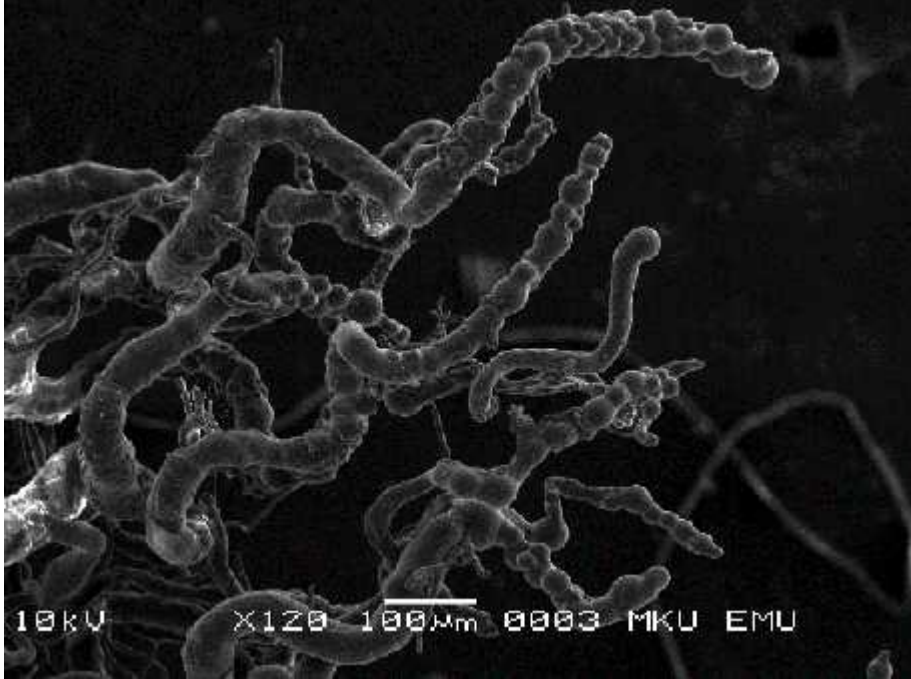
ekil 4. 4. Marjinal kapillarda görülen düzensiz geni leme ve daralmalar (SEM). siyah asteriksler: kapillar lümenindeki geni lemeler, beyaz asteriksler: kapillar lümenindeki daralmalar



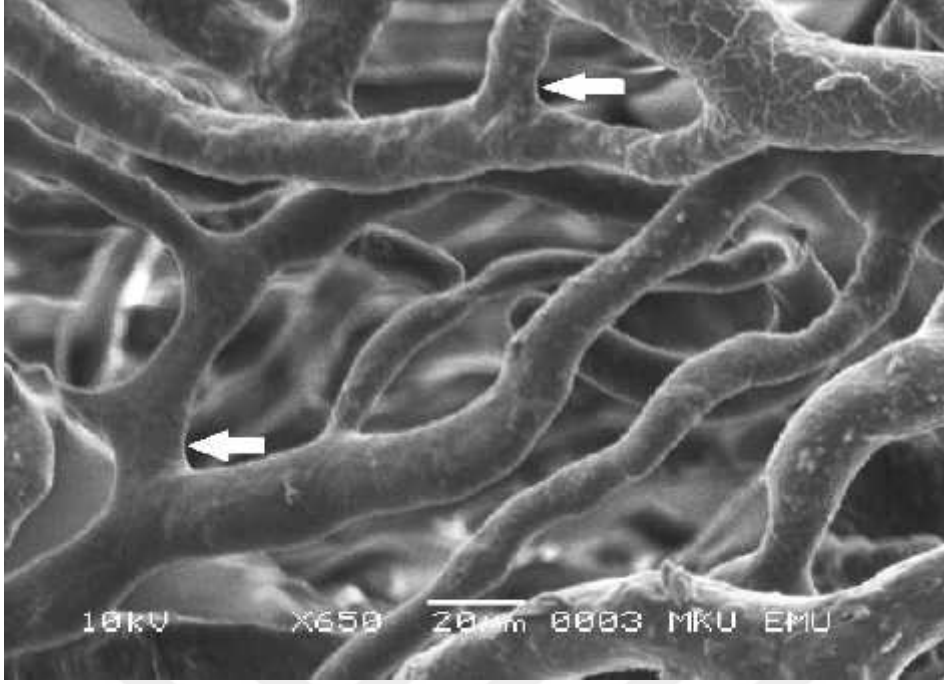
ekil 4. 5. Processus ciliaris'in histolojik görüntüsü. cs: corpus ciliare, oklar: processus ciliaris kapillarları, okba ları: pars ciliaris retinae



ekil 4. 6. ris'in vaskularizasyonu (SEM). oklar: pupilla'ya do ru zikzak yapan iris'in damarları



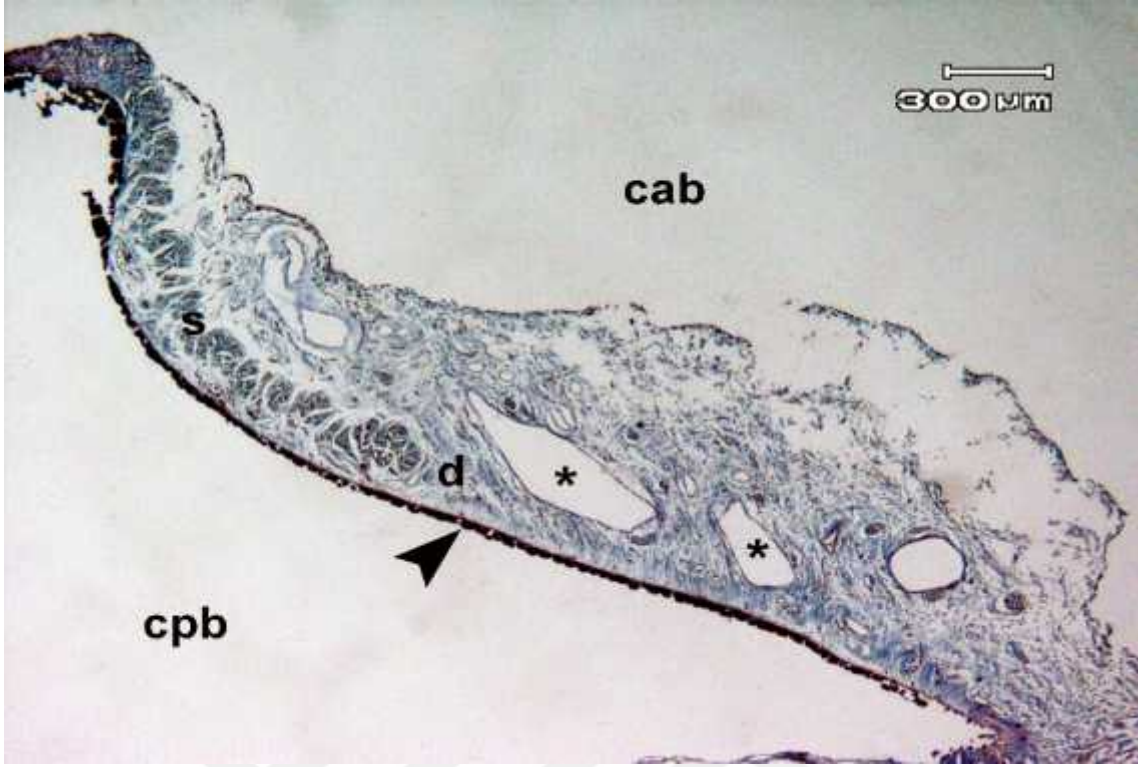
ekil 4. 7. ris'in vaskularizasyonunda damar sonlarında görülen tomurcuklanmalar (SEM).



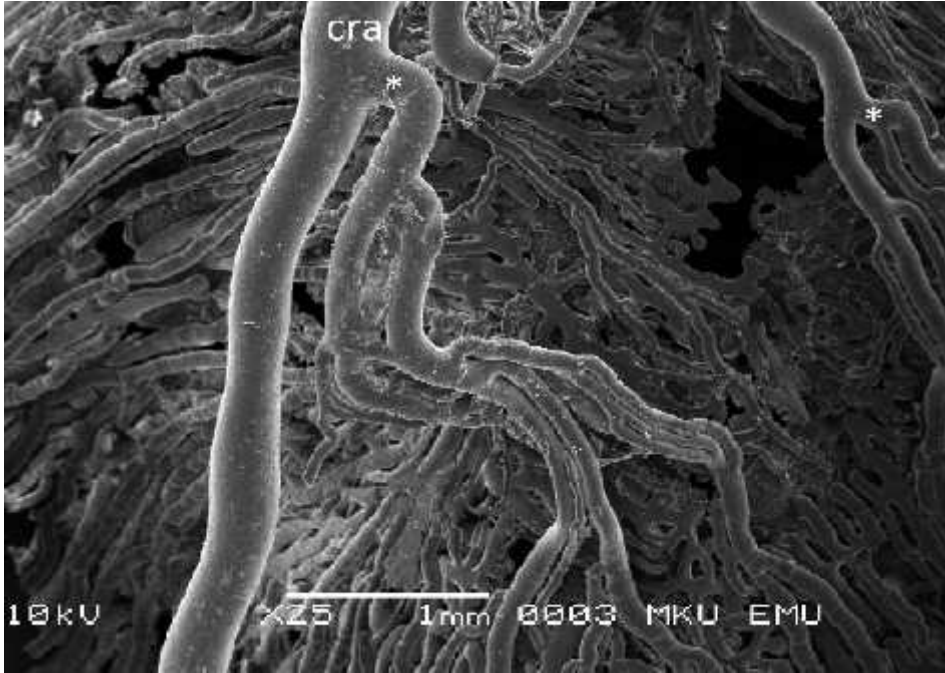
ekil 4. 8. ris kapilları (SEM). oklar: dallanma bölgelerinde görülen daralmalar

ris'in histolojik kesitlerinde damarların bir hat üzerinde dizildi i belirlendi ( ekil 4.9.). Damarların elektron mikroskobu görüntülerinde oldu u gibi spiral seyir izledi i tespit edildi ( ekil 4.9.). Arteryollerin etrafında çok sayıda küçük kapillar damarların bulundu u görüldü ( ekil 4.9.).

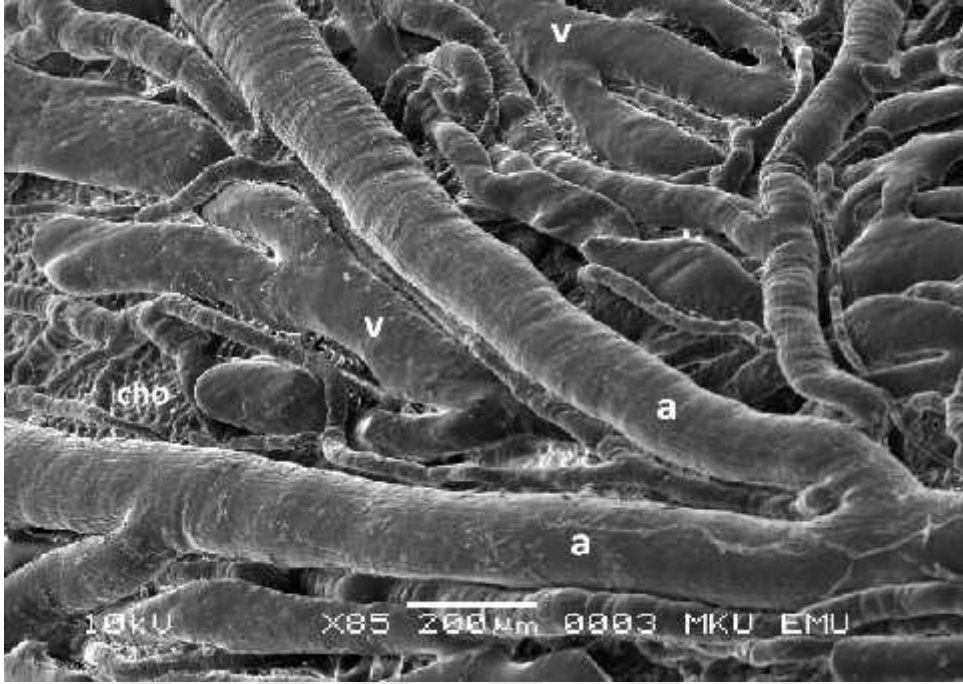
Choroidea'nın a. ciliaris posterior breves'ten köken alan dallar tarafından kanlandırıldı ı belirlendi. Bulbus oculi'de en yo un vaskularizasyonun choroidea bölgesinde oldu u tespit edildi ( ekil 4.10.). Koroidal arterlerin düz ve birbirine paralel seyretti i görüldü ( ekil 4.10.). Bölgenin drenajını sa layan venaların arterlere e lik etti i saptandı ( ekil 4.10., ekil 4.11, ekil 4.12.). Arter ve venaların kenetlenmi ekilde gözün ön segmentlerine do ru seyretti i görüldü ( ekil 4.10., ekil 4.11, ekil 4.12.). Koroidal arterlerin dallanma bölgelerinde ana damardan dik açı olu turacak ekilde ayrıldı ı gözlendi ( ekil 4.10.). Bu damarların verdikleri dalların ba langıç kısımlarında damar lümeninde intra-arteryel yastık olarak tanımlanan daralmalara rastlandı ( ekil 4.10.). Arterlerin birbirleri ile anastomozlar yaptı ı gözlenirkenarter-ven anastomozu tespit edilemedi ( ekil 4.13.).



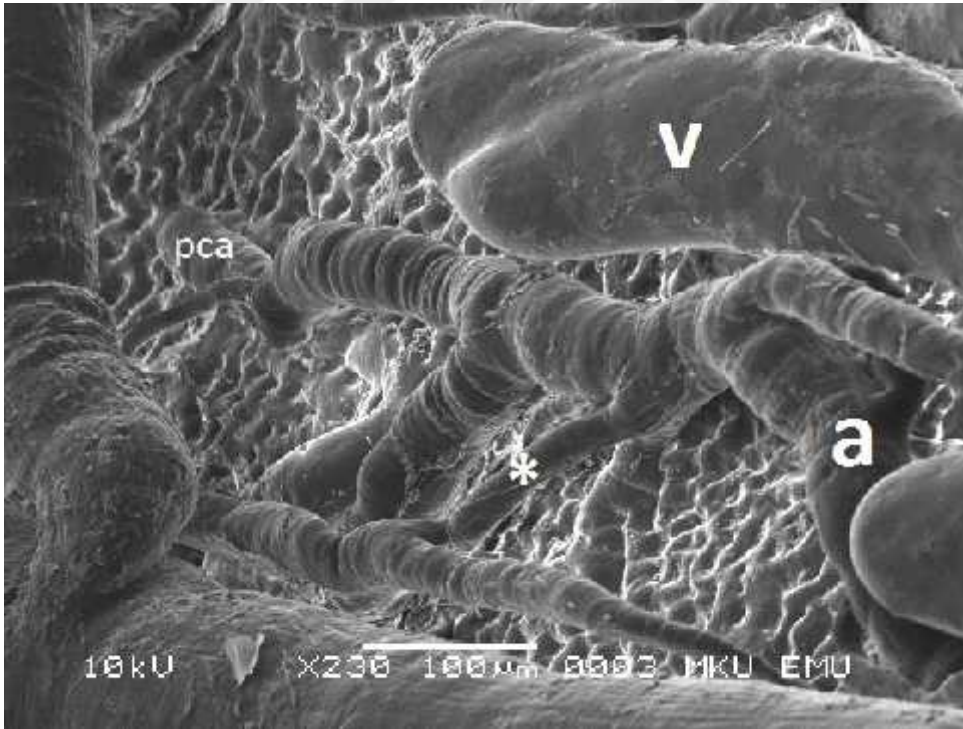
ekil 4. 9. ris'in vaskularizasyonunun histolojik görüntüsü. cab: camera anterior bulbi, cpb: camera posterior bulbi, s: musculus sphincter pupilla, d: musculus dilatator pupilla, asteriksler: kan damarları, ok ba ı: pars iridica retinae



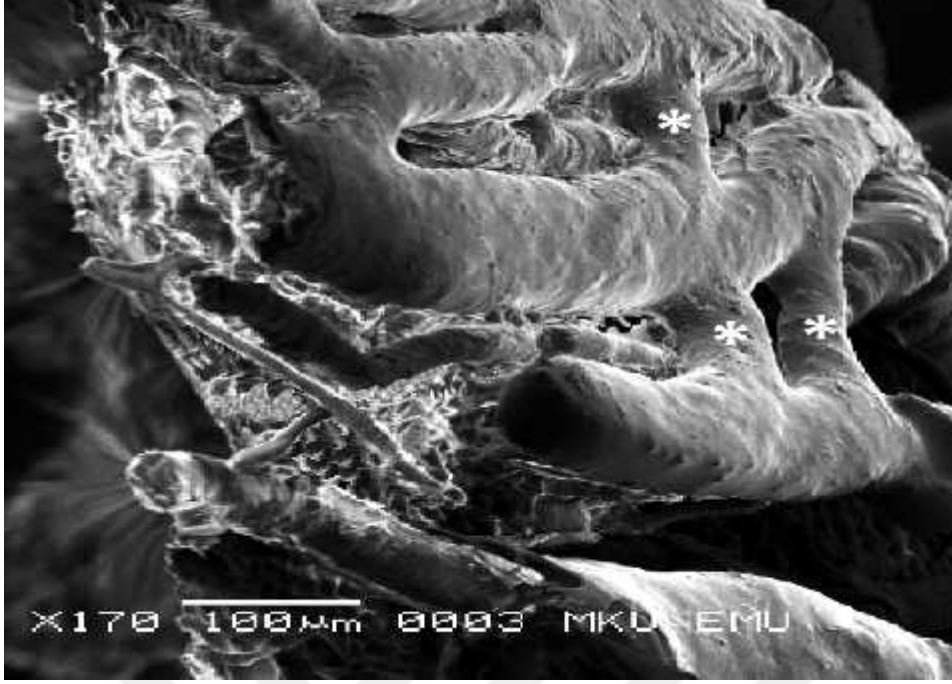
ekil 4. 10. Choroidea'nın vaskularizasyonu (SEM). cra: choroidea'nın arteri, asteriksler: dallanma bölgelerinde görülen intra-arteryel yastıklar (Bulbus oculi'nin dışından görünüşü)



ekil 4. 11. Choroideal arter ve venalar (SEM). a: arter, v: vena (Bulbus oculi'nin dı ından görünü )



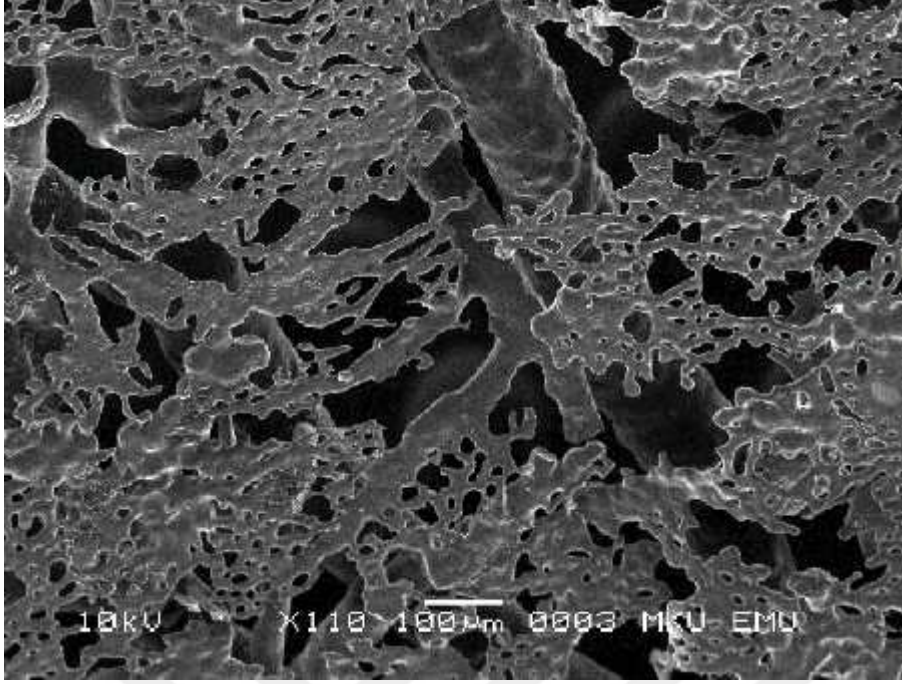
ekil 4. 12. Choroidea'nın damarları (SEM). a: arter, v: vena, pca: prekapillar arteriyol, asteriks: arter-arter anastomozu (Bulbus oculi'nin dı ından görünü )



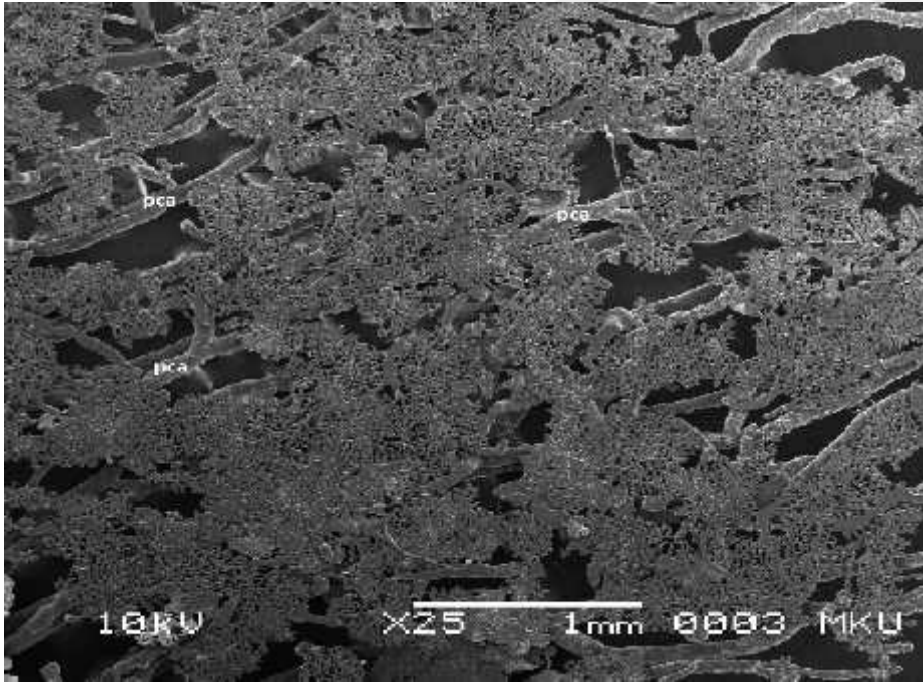
ekil 4. 13. Prekapillar damarlarda anastomozlar (SEM). asteriksler: arteriyoller arası anastomozlar

Choroidea'yı kanlandıran arterlerin kapillara ları olu turan prekapillar arteriyoller haline gelmeden önce iki üç kez daha dallandı ı görüldü ( ekil 4.10., ekil 4.11.). Prekapillar arteriyollerin retinal arteriyoller ile kıyaslandı ında daha kısa bir seyir gösterdi i ve daha kalın bir çapa sahip oldukları tespit edildi ( ekil 4.12.). Kapillar damarların sinuzoid ekilli, sınırsız anastomoz yapan kapillar yataklar ekillendirdi i gözlendi ( ekil 4.14., ekil 4.15.). Düzensiz yerle en kapillar a ların kom u prekapillar damarların olu turdu u kapillar a larla çok sayıda anastomoz yaptı ı saptandı ( ekil 4.14., ekil 4.15.)

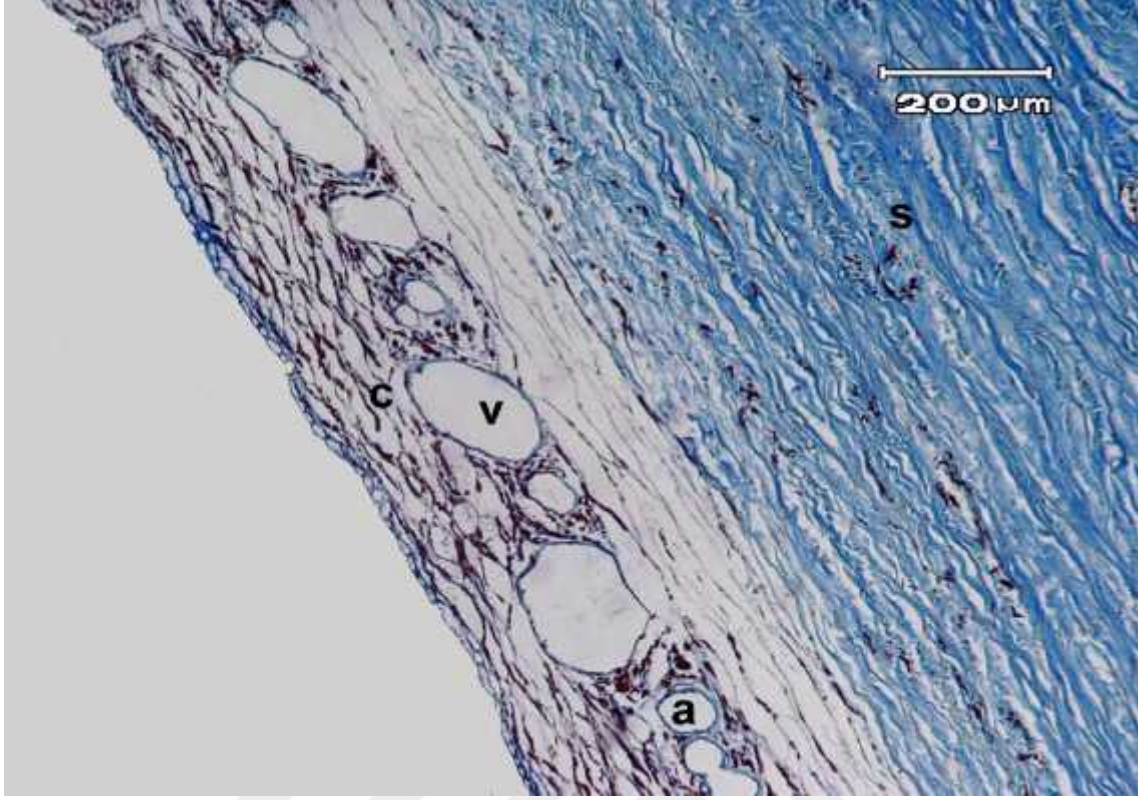
Choroidea'nın histolojik görüntüsünde irili ufaklı birçok kan damarı görüldü ( ekil 4.16.). Kapillar yataklarda kanın akı yönünün prekapillar damarların kapillar yataklara açıldı ı bölgelerdeki geni lemelere do ru oldu u belirlendi ( ekil 4.16.). Vaskularizasyon açısından sclera ile aralarında kıyaslanamayacak kadar büyük fark oldu u tespit edildi ( ekil 4.16.).



ekil 4. 14. Choroidea'nın vaskularizasyonu. Prekapillar damarların kapillar yataklara açılması (SEM). (Bulbus oculi'nin içinden görünüşü )



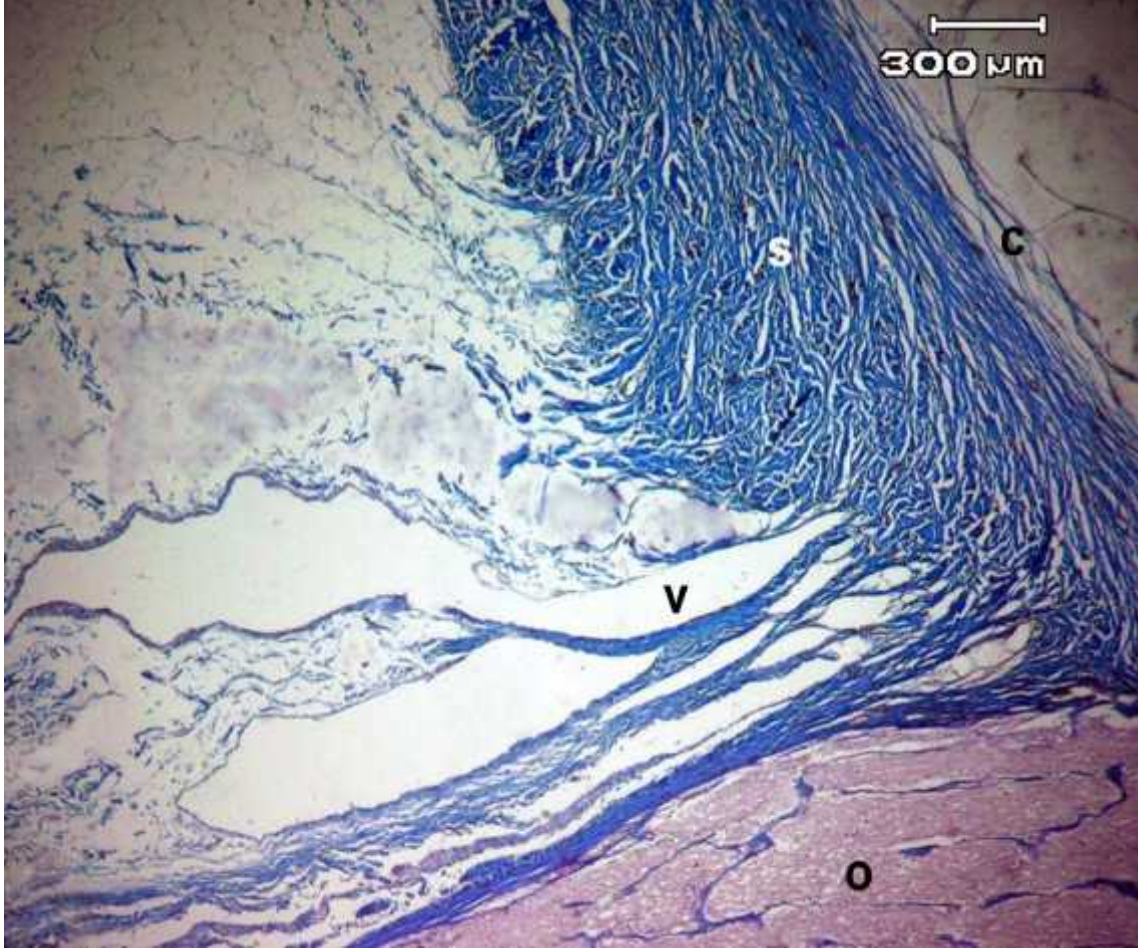
ekil 4. 15. Choroidea'nın kapillarları (SEM). pca: prekapillar arteryoller (Bulbus oculi'nin içinden görünüşü )



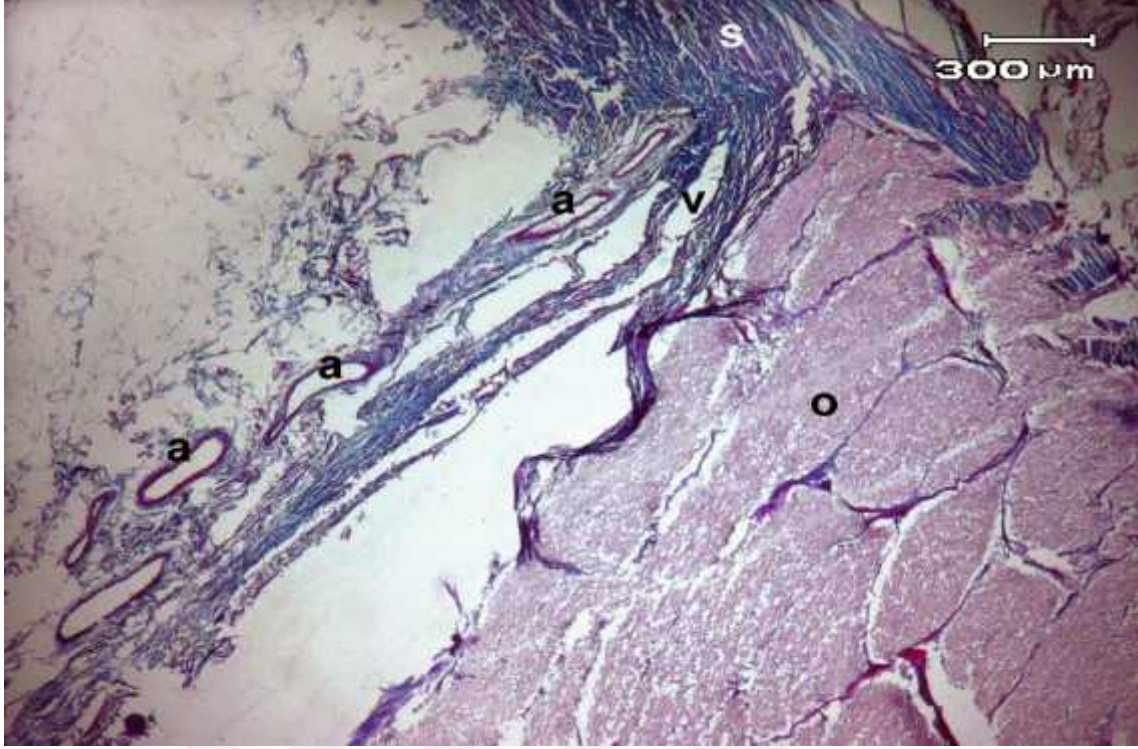
ekil 4. 16. Choroidea'nın histolojik görüntüsü. s: sclera, c: choroidea, a: arter, v: vena

Nervus opticus'un bulbus oculi'ye giri yeri olan discus nervi optici'den elde edilen histolojik bulgularda n. opticus etrafında yo un bir vaskularizasyon oldu u belirlendi ( ekil 4.17., ekil 4.18.). Sclera'yı delerek Bulbus oculi içine giren birçok arter ve venanın varlı ı tespit edildi ( ekil 4.17., ekil 4.18.). Venalar lümenlerinin daha geni , damar duvarlarının daha ince, gev ek ve düzensiz ekilli olmaları ile arterlerden ayrıldı ( ekil 4.17.). Limbus cornea'dan elde edilen bulgularda ise cornea'nın avasküler oldu u, limbusta episcleral arter ve venaların bulundu u, korneoscleral bile kede sinus venosus sclerae'nın (Schlemm kanalı) varlı ı saptandı ( ekil 4.19.).

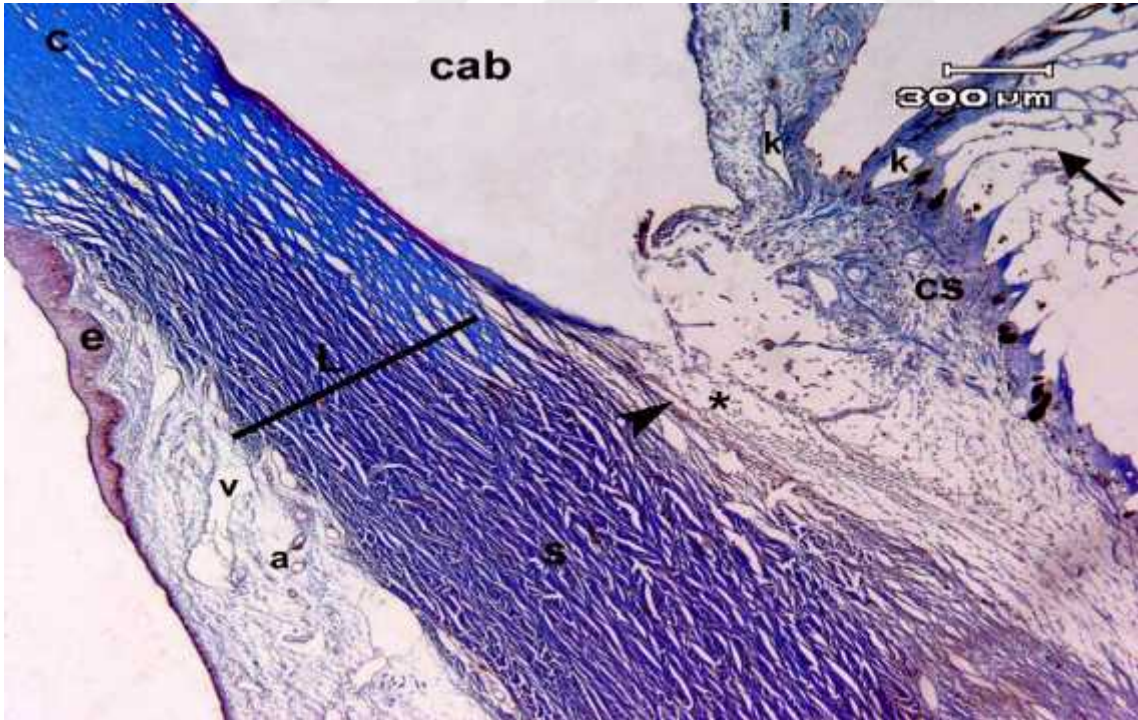




ekil 4. 17. Discus nervi optici'nin histolojik görüntüsü. o: nervus opticus, s: sclerae, c: choroidea, v: vena

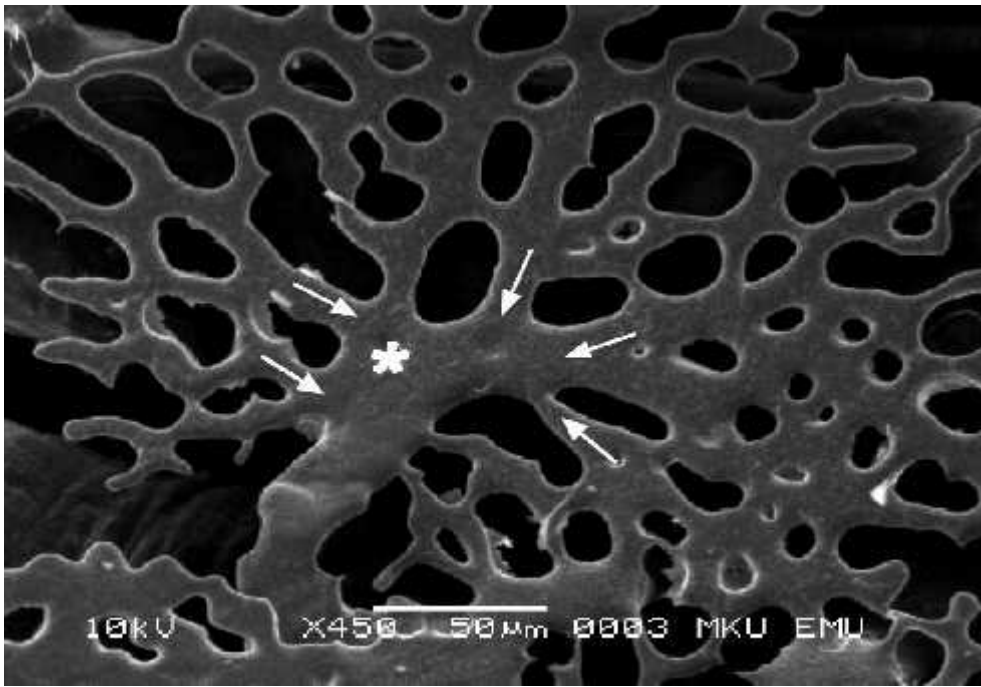


ekil 4. 18. Discus nervi optici'nin histolojik görüntüsü. o:nervus opticus, s: sclerae, a: arter, v: vena

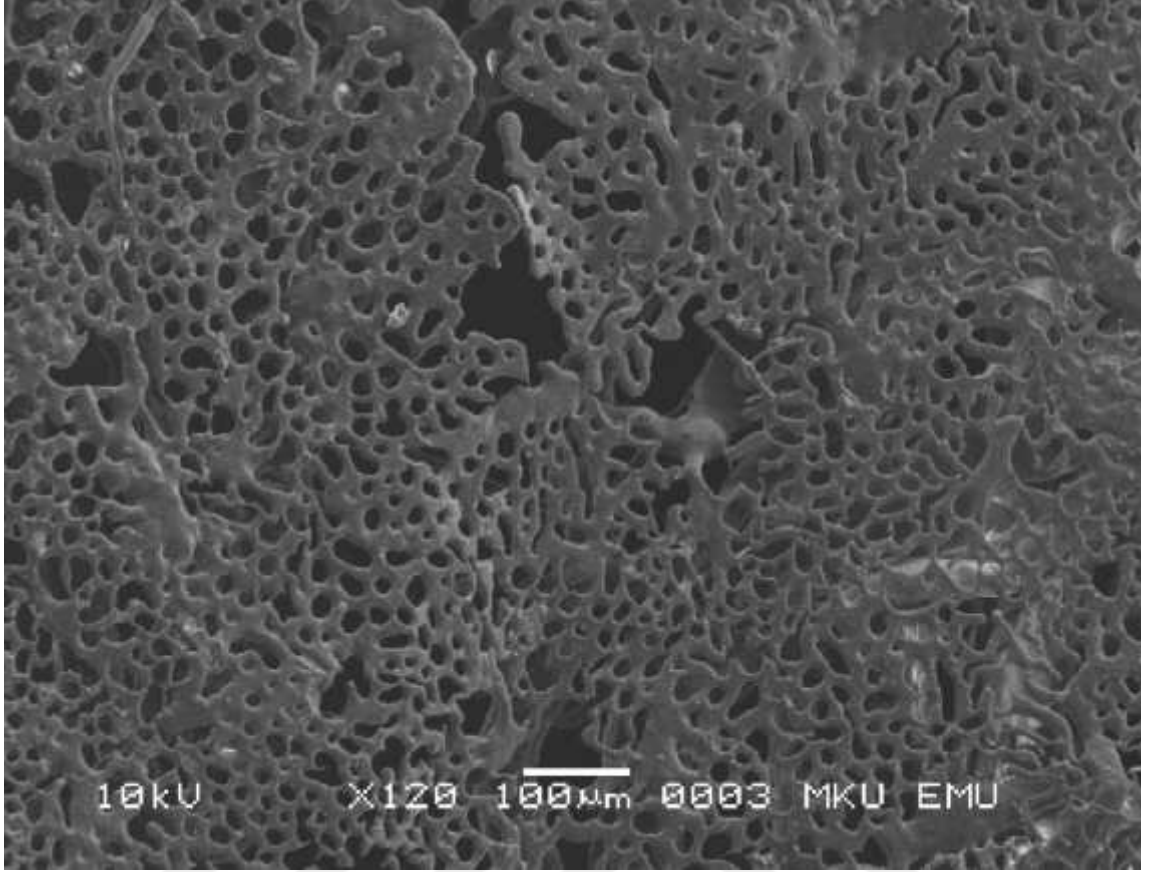


ekil 4. 19. Limbus bölgesinin histolojik görüntüsü. L:limbus, s: sclerae, cs: corpus ciliare, k: kan damarları, a: arter, v: vena, ok ba 1: sinus venosus scleraea, ok: fibrae zonularis ,i: iris, e: lamina epithelialis cornea ,asteriks: trabeküler a (Fontana yarıkları) , cab: camera anterior bulbi

Retina'nın choroideaya yakın katmanlarının choroidea'nın kapillar damarları tarafından kanlandırıldı ı saptandı. Choroidea'nın kapillarlarının balpete ini andıran hegzagonal yapılar ekillendirdi i gözlendi ( ekil 4.14, ekil 4.15). Winslow'un yıldızları olarak isimlendirilen bu kapillar yataklarda kanın akı yönünün prekapillar damarların kapillar yataklara açıldı ı bölgelerdeki geni lemelere do ru oldu u belirlendi ( ekil 4.20.). Retina'nın avasküler bölgelerinde görülen bu a la ma ekli vasküler bölgelerinde görülmedi ( ekil 4.21.). Vasküler bölgelerde kapillar a ların düzensiz da ıldı ı tespit edildi ( ekil 4.21.).

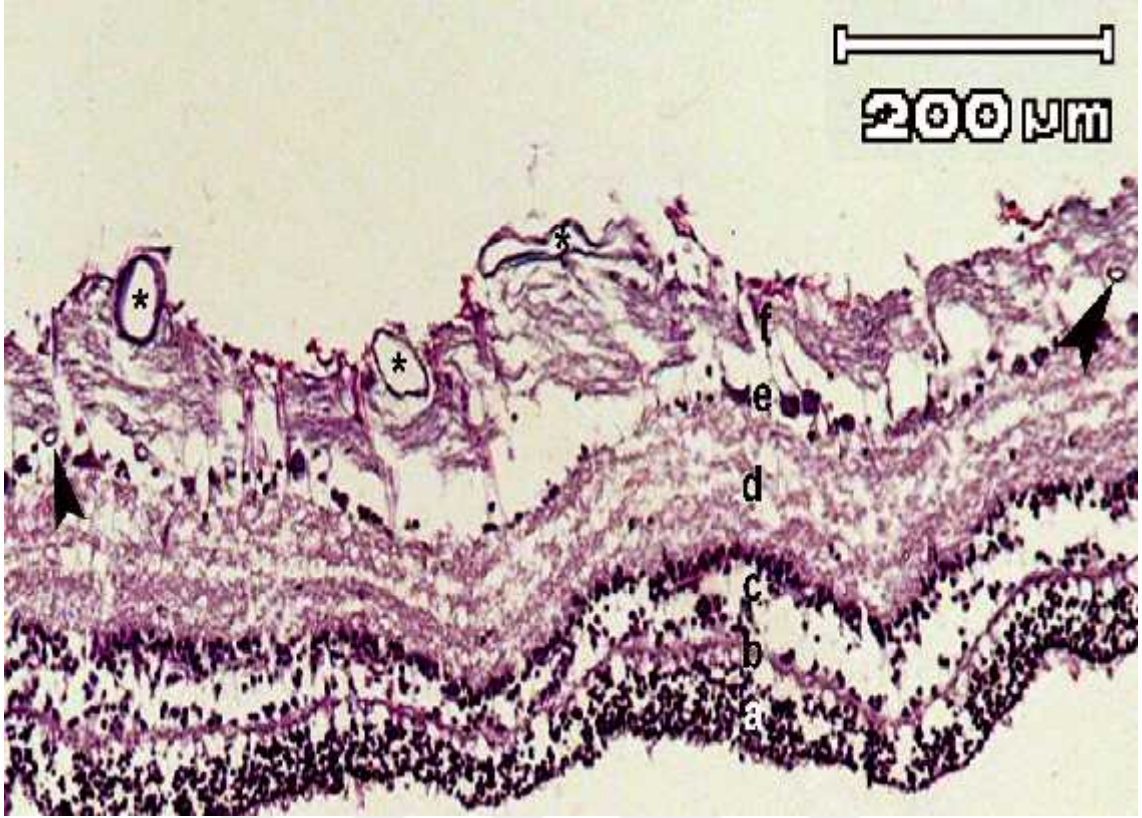


ekil 4. 20. Retina'nın avasküler bölgesi (SEM). oklar: kanın akı yönü, asteriks: prekapillar damarın kapillar yataklara açıldı ı geni lemi bölge

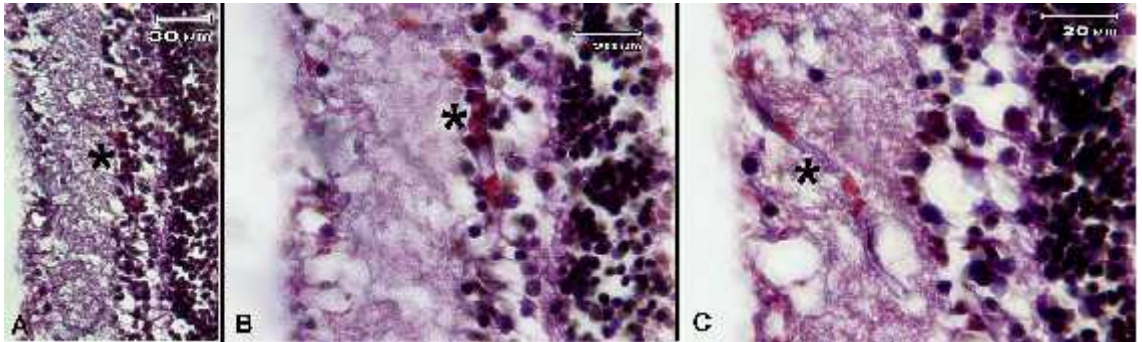


ekil 4. 21. Retina'nın vasküler bölgesi (SEM).

Retina'dan elde edilen histolojik bulgularda nöroepitel katmanının bütün kesitlerde ayrılmaya maruz kaldığı görüldü ( ekil 4.22.). Diğer retinal katmanlar histolojik olarak tespit edildi ( ekil 4.22.). Retina'nın membrana limitans interna'sının altında sıralanmış kan damarlarına rastlandı ( ekil 4.22.). Retina'nın diğer katmanlarında da vaskularizasyonun olduğu görüldü ( ekil 4.23.). Retina'nın iç katmanlarında tespit edilen kapillar kan damarlarının içinde eritrositlere rastlandı ( ekil 4.23.).



ekil 4. 22. Retina'nın histolojik görüntüsü. a: stratum nucleare externum, b: stratum plexiforme externum, c: stratum nucleare internum, d: stratum plexiforme internum, e: stratum ganglionare, f: stratum neurofibrarum, asteriksler: retina'nın membrana limitans interna'sının altında sıralanmış geniş çaplı kan damarları , ok başları: retina'nın iç katmanlarında dar çaplı kapillar kan damarları



ekil 4. 23. Retina'nın iç katmanlarında kan damarları. Asteriksler: kan damarları içindeki eritrositler

## 5. TARTI MA

Yaban domuzlarında bulbus oculi'nin boyutlarının evcil domuzda yapılan çalı malarda ölçülen boyutlar ile kar ıla tırıldı ında belirgin bir fark göstermedikleri tespit edilmi tir (Middleton 2010).

Evcil domuzda yapılan çalı malarda bulbus oculi'nin kanlandırılmasını sa layan damarların a. ophthalmica externa'dan köken aldı ı bildirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Bu damarın bulbus oculi'ye girmeden önce a. ciliares posterior longa, a. ciliares posterior breves ve a. chorioretinalis adında dallara ayrıldı ı belirtilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Tav anda yapılan çalı mada bu damarlara ek olarak a. ciliares anterior'un da bu bölgeden dallandı ı ve a. chorioretinalis'in a. centralis retinae, a. ciliares posterior longa ve a. ciliares posterior breves'in anastomozlarının sonucu olu mu bir damar oldu u vurgulanmı tir (Ninomiya ve ark. 2008).

Farelerde yapılmı çalı mada a. ophthalmica externa'nın bulbus oculi'ye girmeden önce a. centralis retina, a.ciliares posterior longa medialis ve a.ciliares posterior longa lateralis olarak dallandı ı gözlemlenmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006b). Hamsterlarda ise bulbus oculi'nin a. ciliares posterior longa tarafından kanlandırıldı ı, bu damarın n. opticus ile birlikte discus nervi optici'den bulbus oculi'ye girdikten sonra a. centralis retina, a.ciliares posterior longa medialis ve a.ciliares posterior longa lateralis'e ayrıldı ı kaydedilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2005).

Atlarda yapılan çalı mada bulbus oculi'nin canalis alaris'ten geçerek orbitaya giren a. ophthalmica externa ve a. carotis interna'dan ayrılarak fissura orbitalis'ten geçmek suretiyle n. opticus ile birlikte seyreden a. ophthalmica interna ile kanlandırıldı ı belirlenmi tir (Ninomiya ve Inomata 2014). Bu iki damarın bulbus oculi'ye girmeden önce birle ti i ifade edilmi tir. Olu an bu damarın discus nervi optici'yi geçtikten sonra iki adet aa. ciliares posterior longa, iki adet aa. ciliares anterior, a. ciliares posterior breves ve a. chorioretinalis olarak dallandı ı belirtilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2014).

nsan gözünde ise gözün ön segmentlerini a. ciliares anterior'un, arka segmentlerini ise a. ciliares posterior ve a. centralis retinae'nin kanlandığı ı kaydedilmi tir (Schmetterer ve Kiel 2012).

Bulbus oculi'nin mikrovasküler anatomisi deniz memelilerinde de çalı ılmı tir. Kaliforniya deniz aslanında yapılan çalı mada bulbus oculi'yi a. maxillaris'ten köken alan a. ophthalmica externa ve a. carotis interna'nın devamı olan a.ciliaris anterior'un kanlandığı ı tespit edilmi tir (Ninomiya 2017). Rakunda gözün ön segmentleri ve choroidea'nın a. ciliares posterior longa ve a. ciliares posterior breves, retina'nın ise a. centralis retinae tarafından kanlandırıldı ı kaydedilmi tir (Ninomiya ve ark. 2005).

Yapılan çalı mada yaban domuzlarında bulbus oculi'nin a. maxillaris'tan ayrılan a. ophthalmica externa tarafından kanlandırıldı ı görülmü tür ( ekil 4.1., ekil 4.2.). Damarın n. opticus ile birlikte göz kaslarının olu turdu u koninin içine girdikten sonra düz bir ekilde seyretmeyip, dorsomedial yönde bir kavislenme yaptı ı gözlenmi tir. Bu kavislenmenin oldu u bölgede n. opticus ile birlikte seyreden ve foramen opticum'dan geçerek a. ophthalmica externa ile anastomoz yapan ince bir a. ophthalmica interna'nın da bulbus oculi'yi kanlandıran damarlara katıldı ı tespit edilmi tir ( ekil 4.2.). Bulbus oculi'ye girmeden hemen önce aa. ciliares posterior longa, aa. ciliares posterior breves ve a. chorioretinalis olarak adlandırılan dallara ayrıldı ı tespit edilmi tir ( ekil 4.1., ekil 4.2.). Literatürde belirtildi i gibi (Prince ve ark. 1960) domuzlarda a. centralis retinae'nin bulunmadı ı ve bu damarın fonksiyonunu a. chorioretinalis'in yerine getirdi i belirlenmi tir ( ekil 4.1., ekil 4.2.). Prince ve ark.ı (1960), a. centralis retinae'nin bulunması halinde de retinal vaskularizasyona katkısının çok az olaca ını bildirmi lerdir A. chorioretinalis adında bir damar nominada bulunmamaktadır (Veterinaria 2012). Bu isimlendirmenin nominadan ba ımsız olarak yapıldı ı görülmektedir.

Yapılan çalı malar gözün vaskularizasyonunda canlılar arasında gerek ana damarlarda gerekse damarların dallanma ekilerinde farklılıklar bulundu unu göstermektedir. Bu farklılıkların fonksiyonel olarak nasıl bir etkisinin oldu u, vaskularizasyona ba lı göz hasarlarında etkisinin ne oldu u yapılan çalı malarda tartışılmaktadır. Buraya kadar gözlerinde çalı ma yapılmı canlılardan bazıları hakkında makroskobik bakıda görülebilecek vaskularizasyon ekileri ile ilgili bilgi verilmeye

çalı ılımı tır. Bundan sonra ise hem histolojik, hem de taramalı elektron mikroskobunda elde edilen bulguların daha önce yapılmı çalı malar ında de erlendirmesi yapılacaktır.

Corpus ciliare'nin, evcil domuz, tav an ve ratlarda aa. ciliares posteriores longae'dan köken alan circulus arteriosus iridis major tarafından kanlandırıldı ı bildirilmi tır (Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve ark. 2008). Atlarda da circulus arteriosus iridis major'un aa. ciliares posteriores longae'dan orjin aldı ı ancak iki adet halka ekillendirdi i tespit edilmi tır (Ninomiya ve Inomata 2014). Bu damarın margo ciliaris'i çepeçevre sararak circulus arteriosus iridis major'u, margo ciliaris'ten köken alan dalların ise pupilla ve processus ciliares'e do ru uzanarak ikinci bir halkayı olu turdu u belirtilmi tır (Ninomiya ve Inomata 2014). Circulus arteriosus iridis major'u hamster ve farede a. ciliaris anterior'un meydana getirdi i bildirilmi tır (Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006b). Yapılan bu çalı mada corpus ciliare'yi besleyen circulus arteriosus iridis major'un evcil domuz, tav an ve ratlarda oldu u a. ciliaris posterior longa tarafından olu turuldu u tespit edilmi tır ( ekil 4.3.).

Primatlarda yapılmı bir çalı mada processus ciliares'in circulus arteriosus iridis major'dan köken alarak anterior ve posteriora do ru radyal seyreden iki tip arteryol ile kanlandırıldı ı saptanmı tır (Morrison ve Van Buskirk 1984). Tav anda yapılan çalı mada da primatlara benzer olarak processus ciliares'in iki tip arteryol ile kanlandırıldı ı tespit edilmi tır (Morrison ve ark. 1987b). Lokal daralmalar gösteren anterior arteryollerin büyük processus ciliaris'lerin ön ve uç kenarlarını, lokal daralmaları göstermeyen posterior arteryollerin ise küçük processus ciliaris'leri kanlandırdı ı sonucuna varılmı tır (Morrison ve Van Buskirk 1984, Morrison ve ark. 1987b). Ayrıca bu çalı malarda büyük ve küçük processus ciliares kapillarlarının geriye do ru düzensiz geni leme göstererek koroidal venalara drene oldukları belirtilmi tır (Morrison ve Van Buskirk 1984, Morrison ve ark. 1987b). Anterior arteryollerdeki luminal daralmaların bu bölgelerde kanın perfüzyonunu azaltarak humour aquosus üretilmesinden sorumlu olabilece i dü ünülmü tür (Hara ve ark. 1977, Morrison ve ark. 1987a). Primatlar dı ındaki hayvanlarda yapılan komparatif bir çalı mada primatların aksine processus ciliares'in kanlandırılmasının tek tip arteryol ile sa landı ı belirlenmi tır (Morrison ve ark. 1987a). Yapılan çalı mada da yaban domuzunda processus ciliares'in tek tip arteryol ile kanlandırıldı ı belirlenmi tır.



nsan gözünde yapılan çalı mada corpus ciliare ile iris'in dı ve arka tarafını sclera'yı delerek iris'e do ru dallar gönderen a. ciliaris anterior'un kanlandırđı ı bildirilmi tir (Funk ve Rohen 1990). İgili yapıların iç ve ön bölgelerini ise ço unlu unu a. ciliaris posterior longa'nın olu turdu u circulus arteriosus iridis major'un kanlandırđı ı tespit edilmi tir (Funk ve Rohen 1990). Bu çalı mada processus ciliares'in vaskularizasyonunun yapısal olarak üç bölgeye ayrılabilce i belirlenmi tir (Funk ve Rohen 1990). Major processus ciliaris'lerin ön sonlanmalarının birinci bölgeyi, major processus ciliaris'lerin geri kalanı ve minor processus ciliaris'lerin ise ikinci ve üçüncü bölgeyi olu turdu u belirtilmi tir (Funk ve Rohen 1990). Vaskularizasyondaki bu bölgesel farklılıkların sadece yapısal olmadı ı vazoaktif ajanlara verdikleri fonksiyonel tepkilerinin de farklılık gösterdi i tespit edilmi tir (Funk ve Rohen 1990). Benzer ekilde tav anda yapılan çalı mada da bu bölgelerin vazoaktif ajanlara kar ı duyarlılıklarının farklılık gösterdi i sonucuna varılmı tir (Funk ve Rohen 1987, Funk ve Rohen 1990). Yapılan çalı mada sclera'yı delerek circulus arteriosus iridis major'a katılan bir a. ciliaris anterior'a rastlanmamı tir. Processus ciliares'in insanda oldu u gibi bölgesel olarak ayrımının yapılabilece i ancak bölgesel farklılıkların nasıl bir fonksiyonel etki yaptı mın özel çalı malar ile belirlenmesi gerekti i sonucuna varılmı tir.

Processus ciliaristeki kapillar damarların radyal seyirli, sıkı paketlenmi plaklar ekillendirdi i görülmü tür (Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve Inomata 2006b, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). Bu damarları marjinal kapillarların, processus ciliaris'ler içindeki kapillarların ve toplayıcı venüllerin olu turdu u bildirilmi tir (Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve Inomata 2006b, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). Yapılan çalı mada da literatüre uygun ekilde kapillar damarların sınıflandırılabilce i görülmü tür. Elde edilen bulgularda marjinal kapillarlar ve processus ciliares içindeki kapillarlar belirgin ekilde görüntülenebilmi ( ekil 4.3.) ancak pars plana'nın bütünü görüntülenemedi inden toplayıcı venüllerin yalnızca ba langıç kısımları görüntülenebilmi tir. Processus ciliaris içindeki kapillarların margo ciliaris'e do ru drene oldu u toplayıcı venüller görüntülenememi tir. Marjinal kapillarların processus ciliaris içindeki kapillarlar ile birbirine ba landı ı görülmü tür ( ekil 4.3.).

Marjinal kapıllarların düzensiz daralıp geni leyen, kümelenni ve geni çaplı bir görünüm sergiledi i bildirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). Yapılan çalı mada da yaban domuzunda processus ciliaris'in ucuna do ru paralel seyreden ve sarmallar yaparak ilerleyen marjinal kapıllarların düzensiz geni lemeler yaparak seyretti i ve uç kısımlarda ekil 4.3.'te belirtildi i gibi toplu i ne ba ı benzeri geni lemeler yaparak sonlandı ı belirlenni tir.

Corpus ciliare'yi kanlandıran arteryoller ile toplayıcı venülleri direkt ba ladıkları tespit edilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). Geçit, canlıların farklı organlarında da bulunabilen ve kanın arteryollerden kapıllar a lara u ramadan direkt olarak venüllere geçi ini tarif eden kavram olarak tanımlanmı tır (Zweifach 1959). Prekapıllar arteryovenöz anastomoz olarak da tanımlanmı olan bu geçitlerin beyin, deri, akci er, kalp, ince ba ırsak, kas, dalak, böbrek, ve göz gibi vucuttaki birçok organın vaskularizasyonsında mevcut oldu u görülmü tür (Hasegawa ve ark. 1967). Bu yapıya birçok hayvan türünde de rastlanmı tır (Morrison ve ark. 1987a). Arteryollerdeki kanın kapıllar damarlara u ramadan direkt olarak pars plana'da bulunan venüllere geçmesinden, venüllerdeki kanın venöz kan özelli i ta imadı ı, arteryollerdeki yüksek oksijenize kan özelli i ta ıdı ı sonucu çıkarılmı tır .

Evcil domuzda processus ciliaris içindeki kapıllarların, arteryoller ve marjinal kapıllarlar tarafından beslendi i ve bu kapıllarların bazılarının processus ciliaris'leri birbirine ba ladı ı belirtilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Bu kapıllarların hem daha küçük çaplı hem de daha az dalgalı bir yapı göstererek toplayıcı venüllere drene oldukları tespit edilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Yapılan çalı mada yaban domuzunda processus ciliares'in kanlandırılması ve damarların morfolojik özellikleri açısından bakıldı ında hem evcil domuz hem de di er hayvan türleri ile arasında belirgin bir fark bulunmadı ı saptanmı tır.

Corpus ciliare'deki toplayıcı venüllerin pars plana'da bulunan venüllere açıldı ı, daha geriye do ru giderek choroidea'nın venülleri ile anastomozlar yaparak bir plexus olu turdukları belirtilmi tir (Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve Inomata 2006b, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). Bu plexusta toplanan kanın, koroidal venalar yolu ile vena vortiosa'lara açıldı ı bildirilmi tir (Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2005,

Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve Inomata 2006b, Ninomiya ve ark. 2008). Yapılan çalı mada yaban domuzunda corpus ciliare'nin venöz drenajının da literatüre uygun ekilde koroidal venalar yolu ile vena vorticosae'lara do ru oldu u belirlenmi tir.

Processus ciliaris'leri kanlandıran kapillar damarların düzensiz geni leme ve daralmalar göstermeleri ve kalp kası, böbrek korteksi ve choroidea ile kıyaslandı ında kan akı hızının yüksek olmasının sebebinin marjinal kapillarlar olabilece i sonucuna varılmı tır (Ninomiya ve Inomata 2006a). Bu durumun processus ciliaris'in humour aquosus'u salgılama görevi göz önüne alındı ında tahmin edilebilecek bir sonuç oldu u vurgulanmı tır (Ninomiya ve Inomata 2006a). Farede yapılan çalı mada da processus ciliaris'in kapillar damarlarında görülen düzensiz, geni çaplı vaskularizasyon ve venüllere drene olmadan önce gösterdikleri daralmaların humour aquosus sekresyonu ile ilgili olabilece i bildirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006b). Yaban domuzunda da kapillar a da litetatürle uyumlu olarak geni leme ve daralmaların varlı ı gözlenmi tir.

Siliyer vaskularizasyonun ortak merkezli olarak ayrılmı tabakalı yapısının muhtemelen pupillar dilatasyonu ve iris'in daraltılmasını kolayla tırmak için oldu u belirtilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Evcil domuzda görülen bu ortak merkezli tabakalı yapı yaban domuzunda da görülmü tür. Bu yapıların literatürde belirtildi i gibi pupilla ve iris'in hareketlerine uyum sa layabilme fonksiyonu gördü ü sonucuna varılmı tır.

ris'in kanlandırılmasının da corpus ciliare'de oldu u gibi circulus arteriosus iridis major tarafından sa landı ı bildirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006b, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). Yaban domuzunda da iris'i kanlandıran damarların circulus arteriosus iridis major'dan köken aldı ı belirlenmi tir.

ris arterlerinin di er bölümler ile kıyaslandı ında nispeten kalın, kıvrımlı, dalgalı, zikzak veya spiral bir seyir izledi i belirtilmi tir (Morrison ve Van Buskirk 1984, Morrison ve ark. 1987a, Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve Inomata 2006b, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). ris kapillarlarının periferde do ru yayıldı ı ve daha sonra processus ciliaris'lere do ru geri döndü ü bildirilmi tir (Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006b, Ninomiya ve Inomata 2014). Domuz, koyun, inek, keçi ve ata iris ve corpus

ciliare'nin arteryollerinin circulus arteriosus major'dan dallanma bölgelerinde nadiren çıkıntı veya sfinkter benzeri daralmaların olabilece i vurgulanmı tır (Morrison ve ark. 1987a, Ninomiya ve Inomata 2014). Venüllerin de arterlere uyumlu ekilde dalgalı bir seyir izleyerek pars plana venüllerine drene oldukları tespit edilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve Inomata 2014). Tav anlarda pars plana venülleri yolu ile scleral venöz pleksusa (Hovius'un venöz halkası) drene oldu u belirtilmi tir (Ninomiya ve ark. 2008). Yapılan çalı mada da circulus arteriosus iridis major'dan köken alan arteryollerin pupilla'ya do ru zikzak olu turarak spiral bir seyir izlemesi, birbirleri ile uyumlu ondulasyon göstermesi ( ekil 4.6., ekil 4.7.) ve pupilla'ya do ru tel toka sonlanmasına benzer bir sonlanma sergilemesi ( ekil 4.6., ekil 4.7.) evcil domuzda ve di er memeli hayvanlarda yapılan çalı malara uygunluk göstermi tir. Damarların etrafında kapillar damarların a ekillendirmesi ( ekil 4.6.) de iris'in vaskularizasyonsında evcil domuz ile benzer olan özellikler olarak tespit edilmi tir. ris'in kapillar a larını olu turan damarların özellikle dallanma bölgelerinde görülen daralmaların ( ekil 4.8.) ve ana damarlardan ayrılan yan dalların dik açılı olu turacak ekilde ayrılmasının ( ekil 4.8.) di er hayvan türlerinde de görülen yapılar oldu u saptanmı tır. Çalı mada iris'in histolojik kesitlerinde damarların bir hat üzerinde dizilmesi ( ekil 4.9.) ve spiral seyir izlemesi elektron mikroskobu bulgularına paralellik göstermi tir ( ekil 4.9.). Arteryollerin etrafında görülen çok sayıda küçük kapillar damarın varlı ı ( ekil 4.9.) elektron mikroskobunda tespit edilen bulgularla uyumludur.

Arteryollerin pupilla'ya do ru sonlandı ı bölgelerinde belirlenen tomurcuk benzeri olu umlara ( ekil 4.7.) ne evcil domuzda ne de di er hayvanlarda yapılmı çalı malarda rastlanmamı tır. Bu olu umların iris'in kanlandırılmasında fonksiyonel bir fark meydana getirip getirmedi inin ara tırılması gerekti i sonucuna varılmı tır.

ris'in arteryol ve venüllerinin radyal seyirli, uniform, yuvarlak, zikzaklı ve biraz sarmal bir yapı göstermesinin pupilla'nın de i imlerine uyum sa layabilmek için oldu u dü ünülmü tür (Morrison ve Van Buskirk 1984, Morrison ve ark. 1987a, Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve Inomata 2006b, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). Yaban domuzunda da arteryol ve venüllerin benzer bir yapı gösterdi i tespit edilmi tir. Bu durumun pupilla'nın daralı p geni lemesi sırasında damarların adaptasyonu için oldu u sonucuna varılmı tır.

Choroidea'nın büyük bölümünün aa. ciliares posterior breves tarafından kanlandırıldı ı bildirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). Atlarda bulbus oculi'nin posterior kutbunda, discus nervi optici etrafındaki koroidal bölgeyi kanlandıran damarların ise a. chorioretinalis'ten köken aldı ı belirtilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2014). Hamster, fare ve ratlarda yapılan çalı malarda choroidea'yı kanlandıran arterlerin a. ciliaris posterior longa medialis ve lateralis'ten dallandı ı tespit edilmi tir (Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006b). Bütün koroidal arterlerin bölgenin venöz drenajını sa layan venalar ile sıkıca paketlenmi bir ekilde choroidea'nın lamina vasculosa katmanında birbirine paralel bir seyir izledi i belirtilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve Inomata 2006b, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). Arterlerin arteryollere ayrılmadan önce iki üç kez dallandı ı görülmü tür (Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve Inomata 2006b, Ninomiya ve ark. 2008). Choroideal arteryollerin retinal arteryollerin aksine kapillar damarlara açılmadan önce kısa bir seyir izledikleri tespit edilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). Yapılan çalı mada da choroidea'nın a. ciliaris posterior breves'ten köken alan dallar tarafından kanlandırıldı ı belirlenmi tir. Choroidea'nın bulbus oculi'de en yo un vaskularizasyonun oldu u bölge olması ( ekil 4.10.) çalı ma yapılan di er bütün hayvan türleri ile benzerlik göstermi tir.

Choroidea'nın kapillar damarları biraz düzle mi , sinüzoid ekilli, sınırsız anastomozlar yaparak yo un kapillar yataklar olu turan yapılar olarak tanımlanmı tır (Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve Inomata 2006b, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). Koroidal kapillar damarların görüntüsü, retinal damarların bulundu u peripapillar bölge ve retinal damarların bulunmadı ı perifer bölge olarak bölümlendirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2014). Retinal damarların bulundu u bölgede kapillarların sınırsız anastomoz yapan homojen ve ayrı lobüller ekillendirdi i görülmü tür (Ninomiya ve Inomata 2014). Bu yapıların Winslow'un Yıldızları adı verilen bal pete i benzeri veya hegzagonal yıldız ekinde görüldü ü bildirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2014). Retinal damarların bulundu u peripapillar bölgede kapillarların nonhomojenize ve nonlobüler düzensiz bir a ekillendirdi i tespit edilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2014). ntra-arteryel yastıklar choroidea'nın prekapillar arteryollerinde sıklıkla görülmü tür (Ninomiya ve Inomata 2006a,

Ninomiya ve Inomata 2006b, Ninomiya ve ark. 2008). Yapılan çalı mada koroidal arterlerin düz ve birbirine paralel seyretmesi ( ekil 4.10.), bölgenin drenajını sa layan venaların arterlere e lik etmesi ( ekil 4.10., ekil 4.11, ekil 4.12.) ve arterlerle venaların kenetlenmi ekilde gözün ön segmentlerine do ru seyretmesi ( ekil 4.10., ekil 4.11, ekil 4.12.) de koroidal vaskularizasyonun literatüre uygunluk gösteren di er özellikleri olarak belirlenmi tir.

Choroidea'nın venüllerinin de arteryolleri ile paralel seyir izleyerek v. vorticosae'lara drene oldukları bildirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata 2006a). Atlarda bu venüllerin peripapillar bölgede v. chorioretinalis'e drene oldukları görülmü tür (Ninomiya ve Inomata 2014). Tav anda venüllerin öne do ru bir seyir göstererek korneoscleral bile ke yakınında v. vorticosae'ya drene oldukları saptanmı tır (Ninomiya ve ark. 2008). Choroideada venüllerin çaplarının arteryollere göre daha büyük oldu u belirtilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve ark. 2008). Yapılan çalı mada yaban domuzunda choroidea'nın venöz drenajının evcil domuzda oldu u gibi vena vorticosae'lara do ru oldu u belirlenmi tir. Literatürde belirtilen arteryol ile venüller arasındaki çap farkı yaban domuzunda da görülmü tür ( ekil 4.10., ekil 4.11, ekil 4.12.).

Choroidea'nın arteryollerinin, retina'nın arteryolleri ile kar ıla tırıldı ında kısa seyirli ve geni çaplı oldukları tespit edilmi tir (Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve ark. 2008). Kapıllarlarının retina'nın kapıllarları ile kar ıla tırıldı ında daha kompakt düzenlenmi kalın damarlar oldu u belirlenmi tir (Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve ark. 2008). ki damar arasındaki bu anatomik farklılı ın kanın akı hızı açısından bir farklılık ortaya çıkaraca ı ve choroidea'nın damarlarında kanın akı hızı de erlerinin daha yüksek olaca ı sonucuna varılmı tır (Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve ark. 2008). Choroidea'nın kapıllar a larındaki yüksek kan basıncı ve damar geçirgenli indeki artı , retina'nın kanlandırılmasındaki görevi dü ünüldü ünde olması gereken sonuç oldu u bildirilmi tir (Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve ark. 2008). Ayrıca choroideadaki zengin vaskularizasyonun, kan basıncının dü tü ü durumlarda retina'da fonksiyonel bir bozukluk meydana gelmemesi için arteryel kan basıncını fizyolojik sınırlarda tutarak stabilitesini sa layan bir kompenzasyon i levi de gördü ü vurgulanmı tır (Ninomiya ve Kuno 2001, Reiner ve ark. 2003, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve

ark. 2008). Yapılan çalı mada koroidal arterlerin dallanma bölgelerinde ana damardan dik açı olu turacak ekilde ayrılmasının ( ekil 4.10.) ve dallanma bölgelerinde görülen intra-arteryel yastıkların kapillarlara kanın geçi inde bir bariyer gibi görev yaptı ı sonucuna varılmı tır ( ekil 4.10.). Arterlerin birbirleri ile sınırsız anastomoz yapmasının ( ekil 4.13.) herhangi bir obstruksiyon durumunda birçok alternatif sunarak göziçi basıncındaki artı ı dengeleyebilece i tespit edilmi tir.

Retina'nın kanlandırılmasının evcil domuzda a. chorioretinalis ve longitudinal pial damarlar ile sa landı ı bildirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Nervus opticus'un kapillar damarları ile choroidea'nın kapillarları arasındaki ba lantılara domuzda rastlanmadı ı belirtilmi tir. A. chorioretinalis'in dört be dala ayrıldıktan sonra discus nervi optici'nin periferinden retina'ya girdi i tespit edilmi tir. Retinal arterlerin retina içerisinde ora serrata'ya do ru dalgalı bir seyir izledikleri belirlenmi tir. Retinal arterlerden ayrılan yan dalların evcil domuzda ço unlukla dik açılı olarak ana damardan ayrıldı ı görülmü tür (Ninomiya ve Inomata 2006a). Retinal kapillarların çapının çok ince oldu u ve bu durumun kırmızı kan hücrelerinin geçi ini bile zorla tırdı ı bildirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Yapılan çalı mada yaban domuzunda da a. centralis retinae'nın bulunmadı ı, retina'nın kanlandırılmasının a. chorioretinalis tarafından yapıldı ı görülmü tür. A. chorioretinalis'in seyrinin evcil domuz ile benzer oldu u belirlenmi tir. Çalı mada retina'nın choroideaya yakın katmanlarının choroidea'nın kapillar damarları tarafından kanlandırıldı ı saptanmı tır. Bu durum evcil domuz ve di er hayvanlarda da tespit edilmi tir. Winslow'un yıldızları olarak isimlendirilen choroidea kapillarlarının bal pete ini andıran hegzagonal yapısının ( ekil 4.14, ekil 4.15) di er hayvan türlerinde oldu u gibi yaban domuzunda da görüldü ü belirlenmi tir. Bu kapillar yataklarda kanın akı yönünün prekapillar damarların kapillar yataklara açıldı ı bölgelerdeki geni lemelere do ru oldu u belirlenmi tir ( ekil 4.20.). Retina'nın avasküler bölgelerinde görülen bu a la ma eklinin vasküler bölgelerinde görülmemesi ( ekil 4.21.) ve vasküler bölgelerde kapillar a ların düzensiz da ılması ( ekil 4.21.) retina'nın kanlandırılmasında nasıl bir fonksiyonel fark ortaya çıkardı ının detaylı çalı malar ile ortaya konabilece i sonucuna varılmı tır.

Retinal ve koroidal arterlerde kapillar arteryollerin dallanma noktalarında bulunan köprülerde, intima tabakalarının kalınlı ması ile sphincter gibi görev yapan intra-arteryel yastıkların meydana geldi i belirtilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2005, Ninomiya ve Inomata

2006b, Ninomiya ve Inomata 2006a, Ninomiya ve ark. 2008, Ninomiya ve Inomata 2014). Bu yastıkların dallanma bölgelerinde kan akımını ayarlamada önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir. Rat, domuz, maymun ve insanda yapılan çalışmalarda retinal damarlarda bulunan bu yastıklar tespit edilmiştir (Henkind ve De Oliveira 1968, Casellas ve ark. 1982, Ninomiya ve Kuno 2001, Ninomiya ve Inomata 2006a). Retinal kapillarlarda dallanmanın dik açılı olması, intra-arterial yastıkların bulunması ve kapillar çaplarının çok ince olmasının plazmanın kan hücrelerinden ayrılmasından sorumlu olabileceği belirtilmiştir (Fourman ve Moffat 1961, Perkkiö ve ark. 1987, Pannarale ve ark. 1996, Ninomiya ve Inomata 2006a). Yapılan bu çalışmada histolojik olarak retina'nın iç katmanlarında bulunan kapillar damarlar içinde eritrositlerin görülmesi, intraarteryel yastıkların retina içerisine kan hücrelerinin geçişini engellediği görüşünü desteklemediği ortaya çıkmıştır (ekil 4.22.). Buradan yola çıkarak intraarteryel yastıkların bir bariyer görevi yapmadığı, ancak belki kan hücrelerinin geçişini azaltabileceği sonucuna varılabilir.

Retina'dan elde edilen histolojik bulgularda nöroepitel katmanının bütün kesitlerde ayrılmaya maruz kaldığı görülmüştür (ekil 4.22.). Retina'nın histolojik yapısının çalışılacağı durumlarda ayrılmanın olmasını engellemek için fiksatif olarak formaldehit yerine paraformaldehit veya karbodiimidin % 4'lük solüsyonlarının kullanılması gerektiği bildirilmiştir (Ivanova ve ark. 2013). Çalışmada kullanılan bütün gözler formaldehit ile fikzasyona tabi tutulduğundan, kullanılan formaldehitin oranının (%10) retina'nın nöroepitel katmanında ayrılmaya sebep olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer retinal katmanlar histolojik olarak tespit edilmiştir (ekil 4.22.).

Domuz retina'sında yapılmış histolojik çalışmalarda lamina limitans interior katmanının altında sıralanmış arteriyol ve venüller gösterilmiştir (Rootman 1971). Benzer şekilde insan retina'sının optik koherens tomografik bulgularında da bu bölgede arteriyol ve venüllerin bulunduğu belirlenmiştir (Campbell ve ark. 2017). Bu çalışmada da retina'nın lamina limitans interior katmanının altında sıralanmış arteriyol ve venüllere rastlanmıştır (ekil 4.22.). Retina'nın diğer katmanlarında da vaskularizasyonun olduğu görülmüştür (ekil 4.23.). Retina'nın iç katmanlarında tespit edilen damarlarda damar içinde eritrositlere rastlanmıştır (ekil 4.23.). Histolojik bulgularda görülen bu damarlara elektron mikroskobu bulgularında rastlanmamıştır. Gözün diğer bölümlerinde histolojik ve elektron mikroskobu bulgularının birbirini desteklerken retina'da neden böyle bir tezat meydana geldiği



açıklanamamı tır. Bu durumun muhtemel sebebinin elektron mikroskobunda bakılan alan içerisinde böyle bir bölgenin denk gelmemesi oldu u dü ünülmektedir.

Domuz gözünün venöz drenajının insan gözünün venöz drenajına benzedi i bildirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Domuzda bütün choroidea, iris, corpus ciliare ve tunica conjunctiva bulbiyi içine alan gözün ön bölümünün venöz drenajının sadece vena vorticosae'lar yolu ile gerçekleşti i belirtilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Ratlarda bu durumun aksine iki drenaj yolu oldu u bildirilmi tir (Bhutto ve Amemiya 2001). Choroidea'nın venöz kanının ratlarda v. ciliares posterior'a drene olurken gözün ön bölümünün drenajının v. vorticosae'lar tarafından yapıldı ı belirlenmi tir (Bhutto ve Amemiya 2001). Evcil domuzda gözün arka yarımının v. ciliares posterior'a drene oldu u bildirilmi tir (Ninomiya ve Inomata 2006a). Yapılan bu çalı mada yaban domuzunda da bulbus oculi'nin venöz drenajının evcil domuzda oldu u gibi vena vorticosae'lar yolu ile oldu u belirlenmi tir.

nsan gözünde bulunan Zinn-Haller halkası rat, köpek, maymun ve domuzda gözlenmemi tir (Onda ve ark. 1995, Ninomiya ve Inomata 2006a). ncelenen yaban domuzu gözlerinde Zinn-Haller halkasına rastlanmamı tır.

Çalı mada discus nervi optici'den elde edilen histolojik bulgularda literatüre uygun bir ekilde n. opticus etrafında yo un bir vaskularizasyon oldu u tespit edilmi tir ( ekil 4.17., ekil 4.18.). Sclera'yı delerek bulbus oculi içine giren birçok arter ve venanın varlı ı tespit edilmi tir ( ekil 4.17., ekil 4.18.). Venalar çaplarının daha büyük, lümenlerini saran endotel katmanının ince olması ile arterlerden ayrılı mı tır ( ekil 4.17.).

Limbus cornea'dan elde edilen bulgularda da cornea'nın avasküler olması, limbusta episcleral arter ve venaların bulunması, korneoscleral bile kede sinus venosus sclerae'nın (Schlemm kanalı) varlı ı ( ekil 4.19.) evcil domuzda ve di er türlerde yapılan çalı malar ile uyum göstermi tir.

## 6. SONUÇ

Bu tez çalı masında yaban domuzunda bulbus oculi'nin vaskularizasyonu ve vaskularizasyonun fonksiyonel etkilerinin makroskopik, histolojik ve elektron mikroskopik olarak ortaya konulması amaçlanmıştır. Ayrıca yaban domuzunda evciltmenin göz üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek ve vaskularizasyona bağlı bozuklukların tedavisinde olası yapılacak bir modele katkı sağlamak hedeflenmiştir.

Çalışmada bulbus oculi'nin vaskularizasyonu açısından evcil domuz ile yaban domuzu arasında temelde makroskopik bir fark görülmemesine rağmen, SEM görüntülerinde belirgin bazı yapısal farklılıkların bulunduğu tespit edilmiştir. Makroskopik bulgularda a. ophthalmica externa'nın bulbus oculi'yi kanlandıran ana damar olduğu ancak ekstraoküler göz kaslarının olduğu koni içerisinde bu damara katılan ince bir a. ophthalmica interna'nın da varlığı saptanmıştır.

Bulbus oculi içerisindeki vaskularizasyonun bu bölümdeki yapıların fonksiyonel özelliklerine uygunluk gösterdiği belirlenmiştir. Corpus ciliare'de processus ciliares'in humour aquosus'u üretme fonksiyonuna uygun olarak kapillar damarlarda görülen düzensiz daralma ve genişlemeler, iris'teki kapillarların, iris'in hareketlerine adaptasyon göstermek için dalgalı bir seyir izlemesi, retina'da dış katmanların choroidea'nın kapillar damarlarından beslenmesi vasküler yapının fonksiyona gösterdiği adaptasyonlar oldukları belirlenmiştir.

iris'in kapillar damarlarında gözlenen tomurcuk benzeri yapılara hem evcil domuzda hem de diğer evcil memelilerde rastlanmamıştır. Bu yapıların fonksiyonel olarak ne tür bir fark yarattığının belirlenmesi için sadece bu yapılara odaklanarak daha özel çalışmalara ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.

Histolojik bulgular, elektron mikroskop bulguları ile büyük oranda paralellik göstermiştir. Ancak retina'nın iç katmanlarında histolojik olarak tespit edilen vaskularizasyona elektron mikroskopunda rastlanmamıştır. Bunun sebebinin elektron mikroskopunda incelenen gözlerde böyle bir bölgeye denk gelinmemesi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca elektron mikroskopu bulgularında dikkat çeken retina ve

choroidea'nın arteryollerinin dallanma bölgelerindeki intra arteryel yastıkların kapillar damarlara kanın ekilli elemanlarının geçmesine izin vermediği teorisini, histolojik bulgularda retina'nın iç katmanlarında damar içerisinde görülen eritrositlerin desteklemediği belirlenmiştir.

Yaban domuzunda bulbus oculi'nin vaskularizasyonunun insan gözü ile karşılaştırıldığında önemli benzerlikler göstermesinin yanında dikkate değer farklılıklar da sergilediği tespit edilmiştir. Ancak evcil memelilerle kıyaslandığında hem anatomi özetinde hem de gözde vaskularizasyona bağlı bozuklukların tedavisi ile ilgili deneysel çalışmalarında domuz gözünün tercih noktasında daha önde olduğu söylenebilir.

Gözün vaskularizasyonu ile ilgili yapılmış çalışmalar dikkate alındığında yapısal özelliklerin fonksiyonel etkileri üzerine yapılan çıkarımların daha detaylı incelenerek ispatlanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Aly K. Glycohistochemical, Immunohistochemical and Electron Microscopic Examination of the Bovine Eyeball. *Imu*, **2003**.
2. **Bertschinger DR, Beknazar E, Simonutti M, Safran AB, Sahel JA. ve ark.** A Review of in Vivo Animal Studies in Retinal Prosthesis Research. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, **2008**, 246(11):1505-1517.
3. **Bhutto IA, Amemiya T.** Microvascular Architecture of the Rat Choroid: Corrosion Cast Study. *The Anatomical Record*, **2001**, 264(1):63-71.
4. **Böhme G.** Anatomy of Domestic Animals. Volume Iv. Nervous System, Sense Organs and Endocrine Glands. *Anatomy of domestic animals. Volume IV. Nervous system, sense organs and endocrine glands.*, **1992**, Ed. 3).
5. **Bradvica M, Benaši T, Vinkovi M.** *Retinal Vascular Occlusions*, InTech, **2012**.
6. **Campbell J, Zhang M, Hwang T, Bailey S, Wilson D. ve ark.** Detailed Vascular Anatomy of the Human Retina by Projection-Resolved Optical Coherence Tomography Angiography. *Scientific reports*, **2017**, 7(42201).
7. **Casellas D, Dupont M, Jover B, Mimran A.** Scanning Electron Microscopic Study of Arterial Cushions in Rats: A Novel Application of the Corrosion-Replication Technique. *The Anatomical Record*, **1982**, 203(3):419-428.
8. **Crossmon G.** A Modification of Mallory's Connective Tissue Stain with a Discussion of the Principles Involved. *The Anatomical Record*, **1937**, 69(1):33-38.
9. **De Schaepdrijver L, Simoens P, Lauwers H, De Geest J.** Retinal Vascular Patterns in Domestic Animals. *Research in veterinary science*, **1989**, 47(1):34-42.
10. **Denk H, Künzele H, Plenck H, Rüschoff J, Seller W.** Romeis Mikroskopische Technik. 17., Neubearbeitete Auflage. *Urban und Schwarzenberg, München-Wien. Baltimore*, **1989**:439-450.
11. **Dursun N.** *Veteriner Anatomi Iii*, Medisan Yayinevi, Tibbi Alet, laç, Kimyasal Mad. Gıda Sanayi ç ve Dı Ticaret Ltd. ti., Ankara, **2008**. 224
12. **Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG.** *Textbook of Veterinary Anatomy*, Elsevier Health Sciences, **2009**.
13. **Fourman J, Moffat D.** The Effect of Intra-Arterial Cushions on Plasma Skimming in Small Arteries. *The Journal of physiology*, **1961**, 158(2):374-380.
14. **Funk R, Rohen J.** Sem Studies on the Functional Morphology of the Rabbit Ciliary Process Vasculature. *Experimental eye research*, **1987**, 45(4):579-595.
15. **Funk R, Rohen J.** Scanning Electron Microscopic Study on the Vasculature of the Human Anterior Eye Segment, Especially with Respect to the Ciliary Processes. *Experimental eye research*, **1990**, 51(6):651-661.
16. **Getty R.** Sisson and Grossman's. *The anatomy of the domestic animals*, **1975**, 2(1872-1875).
17. **Giuv r teanu I.** Scanning Electron Microscopy of Vascular Corrosion Casts-Standard Method for Studying Microvessels. *Rom J Morphol Embryol*, **2007**, 48(257-261).
18. **Guduric-Fuchs J, Ringland LJ, Gu P, Dellett M, Archer DB. ve ark.** Immunohistochemical Study of Pig Retinal Development. **2009**.
19. **Hara K, Lütjen-Drecoll E, Prestele H, Rohen J.** Structural Differences between Regions of the Ciliary Body in Primates. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1977**, 16(10):912-924.
20. **Hasegawa T, Ravens J, Toole J.** Precapillary Arteriovenous Anastomoses: Thoroughfare Channels in the Brain. *Archives of neurology*, **1967**, 16(2):217-224.
21. **Hayreh SS.** Retinal Vein Occlusion. *Indian journal of ophthalmology*, **1994**, 42(3):109.
22. **Hayreh SS, Podhajsky PA, Zimmerman MB.** Retinal Artery Occlusion: Associated Systemic and Ophthalmic Abnormalities. *Ophthalmology*, **2009**, 116(10):1928-1936.
23. **Hayreh SS, Podhajsky PA, Zimmerman MB.** Natural History of Visual Outcome in Central Retinal Vein Occlusion. *Ophthalmology*, **2011**, 118(1):119-133. e112.
24. **Henkind P, De Oliveira LF.** Retinal Arteriolar Annuli. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1968**, 7(5):584-591.
25. **Hildebrand GD, Fielder AR.** *Anatomy and Physiology of the Retina*, Springer, **2011**. 39-65

26. **Hodde K, Steeber D, Albrecht R.** Advances in Corrosion Casting Methods. *Scanning microscopy*, **1990**, 4(3):693-704.
27. **Ivanova E, Toychiev AH, Yee CW, Sagdullaev BT.** Optimized Protocol for Retinal Wholemount Preparation for Imaging and Immunohistochemistry. *Journal of visualized experiments: JoVE*, **2013**, 82).
28. **Kivell TL, Doyle SK, Madden RH, Mitchell TL, Sims EL.** An Interactive Method for Teaching Anatomy of the Human Eye for Medical Students in Ophthalmology Clinical Rotations. *Anatomical sciences education*, **2009**, 2(4):173-178.
29. **König HE, Liebich H-G, Overall KL.** Veterinary Anatomy of Domestic Animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **2014**, 245(6):651-660.
30. **Krohn J, Bertelsen T.** Corrosion Casts of the Suprachoroidal Space and Uveoscleral Drainage Routes in the Human Eye. *Acta Ophthalmol Scand*, **1997**, 75(1):32-35.
31. **Lametschwandtner A, Lametschwandtner U, Weiger T.** Scanning Electron Microscopy of Vascular Corrosion Casts--Technique and Applications: Updated Review. *Scanning microscopy*, **1990**, 4(4):889-940; discussion 941.
32. **Liman N.** Duyu Sistemi. *Veteriner Özel Histoloji, Birinci Baskı. Nobel Tıp Kitabevi, Ankara, Türkiye*, **2011**:269-322.
33. **Maggs DJ, Miller P, Ofri R.** *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology*, Elsevier Health Sciences, **2012**.
34. **May CA, Skorski LM, Lütjen-Drecoll E.** Innervation of the Porcine Ciliary Muscle and Outflow Region. *Journal of anatomy*, **2005**, 206(3):231-236.
35. **McMenamin PG, Steptoe RJ.** Normal Anatomy of the Aqueous Humour Outflow System in the Domestic Pig Eye. *Journal of anatomy*, **1991**, 178(65).
36. **Middleton S.** Porcine Ophthalmology. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, **2010**, 26(3):557-572.
37. **Minnich B, Lametschwandtner A.** Scanning Electron Microscopy and Vascular Corrosion Casting for the Characterization of Microvascular Networks in Human and Animal Tissues. *Microscopy: Science, Technology, Applications and Education*, **2010**:29-39.
38. **Morrison JC, DeFrank M, Van Buskirk EM.** Comparative Microvascular Anatomy of Mammalian Ciliary Processes. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1987a**, 28(8):1325-1340.
39. **Morrison JC, DeFrank MP, Van Buskirk EM.** Regional Microvascular Anatomy of the Rabbit Ciliary Body. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1987b**, 28(8):1314-1324.
40. **Morrison JC, Fraunfelder F, Milne ST, Moore CG.** Limbal Microvasculature of the Rat Eye. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1995**, 36(3):751-756.
41. **Morrison JC, Johnson EC, Cepurna WO, Funk RH.** Microvasculature of the Rat Optic Nerve Head. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1999**, 40(8):1702-1709.
42. **Morrison JC, Van Buskirk EM.** Ciliary Process Microvasculature of the Primate Eye. *American journal of ophthalmology*, **1984**, 97(3):372-383.
43. **Ninomiya H.** Microvasculature of the California Sea Lion (*Zalophus Californianus*) Eye and Its Functional Significance. *Veterinary ophthalmology*, **2017**, 20(3):205-213.
44. **Ninomiya H, Inomata T.** Microvasculature of the Hamster Eye: Scanning Electron Microscopy of Vascular Corrosion Casts. *Veterinary ophthalmology*, **2005**, 8(1):7-12.
45. **Ninomiya H, Inomata T.** Microvascular Anatomy of the Pig Eye: Scanning Electron Microscopy of Vascular Corrosion Casts. *Journal of veterinary medical science*, **2006a**, 68(11):1149-1154.
46. **Ninomiya H, Inomata T.** Microvasculature of the Mouse Eye: Scanning Electron Microscopy of Vascular Corrosion Casts. *Journal of Experimental Animal Science*, **2006b**, 43(3):149-159.
47. **Ninomiya H, Inomata T.** Functional Microvascular Anatomy of the Horse Eye: A Scanning Electron Microscopic Study of Corrosion Casts. *Open Journal of Veterinary Medicine*, **2014**, 2014(
48. **Ninomiya H, Inomata T, Kanemaki N.** Microvasculature of the Retina, Ciliary Processes and Choroid in the North American Raccoon (*Procyon Lotor*) Eye: A Scanning Electron Microscopic Study of Corrosion Casts. *Journal of veterinary medical science*, **2005**, 67(6):547-554.
49. **Ninomiya H, Inomata T, Kanemaki N.** Microvascular Architecture of the Rabbit Eye: A Scanning Electron Microscopic Study of Vascular Corrosion Casts. *Journal of Veterinary Medical Science*, **2008**, 70(9):887-892.
50. **Ninomiya H, Kuno H.** Microvasculature of the Rat Eye: Scanning Electron Microscopy of Vascular Corrosion Casts. *Veterinary ophthalmology*, **2001**, 4(1):55-59.
51. **Okada S, Ohta Y.** Microvascular Pattern of the Retina in the Japanese Monkey (*Macaca Fuscata Fuscata*). *Scanning microscopy*, **1994**, 8(2):415-427.

52. **Ollivier F, Samuelson D, Brooks D, Lewis P, Kallberg M. ve ark.** Comparative Morphology of the Tapetum Lucidum (among Selected Species). *Veterinary ophthalmology*, **2004**, 7(1):11-22.
53. **Olsen TW, Sanderson S, Feng X, Hubbard WC.** Porcine Sclera: Thickness and Surface Area. *Investigative ophthalmology & visual science*, **2002**, 43(8):2529-2532.
54. **Onda E, Cioffi GA, Bacon DR, van BUSKIRK EM.** Microvasculature of the Human Optic Nerve. *American journal of ophthalmology*, **1995**, 120(1):92-102.
55. **Pannarale L, Onori P, Ripani M, Gaudio E.** Precapillary Patterns and Perivascular Cells in the Retinal Microvasculature. A Scanning Electron Microscope Study. *Journal of anatomy*, **1996**, 188(Pt 3):693.
56. **Perkkiö J, Wurzinger L, Schmid-Schönbein H.** Plasma and Platelet Skimming at T-Junctions. *Thrombosis research*, **1987**, 45(5):517-526.
57. **Prince JH, Diesem CD, Eglitis I, Ruskell G.** Anatomy and Histology of the Eye and Orbit in Domestic Animals. *Anatomy and histology of the eye and orbit in domestic animals.*, **1960**.
58. **Reiner A, Zagvazdin Y, Fitzgerald ME.** Choroidal Blood Flow in Pigeons Compensates for Decreases in Arterial Blood Pressure. *Experimental eye research*, **2003**, 76(3):273-282.
59. **Rootman J.** Vascular System of the Optic Nerve Head and Retina in the Pig. *The British journal of ophthalmology*, **1971**, 55(12):808.
60. **Ruiz-Ederra J, Garcia M, Hernandez M, Urcola H, Hernandez-Barbachano E. ve ark.** The Pig Eye as a Novel Model of Glaucoma. *Exp Eye Res*, **2005**, 81(5):561-569.
61. **Schmetterer L, Kiel J.** *Ocular Blood Flow*, Springer Science & Business Media, **2012**.
62. **Simoens P, Van den Broeck W, Lauwers H.** Scanning Electron Microscopic Study of the Posterior Ciliary Veins in Domestic Ungulates. *Folia Morphologica-Warszawa-English Edition*, **2001**, 60(1):21-26.
63. **Sugiyama K, Gu Z-B, Kawase C, Yamamoto T, Kitazawa Y.** Optic Nerve and Peripapillary Choroidal Microvasculature of the Rat Eye. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1999**, 40(13):3084-3090.
64. **Verli F, Kraether N, Cherubini K, Souza M.** A Technical Approach of Vascular Corrosion Cast in Odontological Research. *RFO UPF*, **2006**, 11(7-12).
65. **Verli FD, Rossi-Schneider TR, Schneider FL, Yurgel LS, de Souza MAL.** Vascular Corrosion Casting Technique Steps. *Scanning*, **2007**, 29(3):128-132.
66. **Veterinaria NA.** International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (Icvgan), 5th Edn Revised. *Hannover, Germany: Nomina Anatomica Veterinaria*, **2012**.
67. **Weinreb RN, Khaw PT.** Primary Open-Angle Glaucoma. *The Lancet*, **2004**, 363(9422):1711-1720.
68. **Yu D, Yu P, Balaratnasingam C, Cringle S, Su E. ve ark.** Microscopic Structure of the Retina and Vasculature in the Human Eye. *Microscopy: Science, Technology, Applications and Education*, **2010**:867-875.
69. **Zweifach BW.** The Microcirculation of the Blood. *Scientific American*, **1959**, 200(1):54-61.

## ÖZGEÇM

Lutfi TAKCI 1981 yılında Sivas'ta doğdu. 2000 yılında kazandı ı Yüzüncüyıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nden Veteriner Hekim unvanıyla 2005 yılında mezun oldu. Manisa Ala ehir Gıda, Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlü ü'ne 2009 yılında veteriner hekim olarak atandı. Daha sonra 2010 yılında atandı ı Van Gürpınar Gıda, Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlü ü'nde 2011 yılına kadar veteriner hekim olarak çalıştı. 2011 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde Ara tırma Görevlisi olarak görev yapmaya başladı ve halen aynı kurumda görevini sürdürmektedir. 2012 yılında başladı ı Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda doktora öğrenimine devam etmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.