

T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**VAN BALIĞININ (*Alburnus tarichi*) SOLUNGAÇ MUKUS HÜCRELERİNİN  
ÜREME GÖÇÜ SIRASINDA İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Zehra ALKAN  
DANIŞMAN: Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ

VAN-2019



T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**VAN BALIĞININ ((*Alburnus tarichi* Guldenstädt, 1814)) SOLUNGAÇ MUKUS  
HÜCRELERİNİN ÜREME GÖÇÜ SIRASINDA İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Zehra ALKAN

Bu çalışma Van YYÜ, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından  
FYL-2019-7879 no'lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2019





## KABUL VE ONAY SAYFASI

Biyoloji Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ danışmanlığında, Zehra ALKAN tarafından sunulan “**Van Balığının (*Alburnus tarichi*) Solungaç Mukus Hücrelerinin Üreme Göçü Sırasında İncelenmesi**” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 12/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Güler ÜNAL

İmza:

Üye: Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Necati ÖZOK

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 19.07/2019 tarih ve 2019/394 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

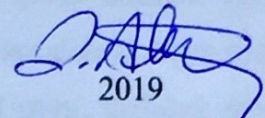






## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

  
2019  
Zehra ALKAN



## ÖZET

### VAN BALIĞININ (*Alburnus tarichi* Güldenstädt, 1814) SOLUNGAÇ MUKUS HÜCRELERİNİN ÜREME GÖÇÜ SIRASINDA İNCELENMESİ

ALKAN, Zehra

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ

Temmuz 2019, 83 sayfa

Van Gölü, Türkiye'nin en büyük gölüdür. Dünyada sodalı göller arasında sayılı göllerden biridir. Van Gölü içerdiği fiziko-kimyasal özelliklerinden dolayı diğer sucul ekosistemlerden oldukça farklıdır. Suyu tuzlu ve sodalıdır. Göl suyu, tuzluluk oranı ‰19, pH'sı ise 9.8 dir. Gölün tuzlu-sodali içeriği, biyolojik çeşitliliği büyük ölçüde sınırlamaktadır. Van balığı, anadrom bir balık olduğu için üreme amacıyla Van Gölünün ekstrem şartlarından, göle dökülen tatlı sulara toplu bir şekilde göç eder. Üremesini tamamlayan balıklar tekrar beslenmek amacı ile göl ortamına geri döner.

Bu çalışmada, farklı histolojik boyalar kullanılarak Van Balığı solungaç mukus hücrelerindeki değişim incelendi. Mukus hücrelerinin solungaç kemerlerinde, lamel uçlarında primer ve sekonder lamellerinde yer aldığı gözlemlendi. Mukus hücrelerinin farklı büyüklüklerde, oval ve yuvarlak şekilde olduğu belirlendi. Üreme göçü sırasında balığın bulunduğu farklı fiziko-kimyasal özellikteki sucul alanlarda mukus hücre alanlarının ve yoğunluklarının değişim gösterdiği gözlemlendi. Mukus boyama şiddetinin de farklı sucul lokalitelerde ve solungaç bölgelerinde değişim gösterdiği belirlendi.

Sonuç olarak, Van balığı solungaçlarında bulunan mukus hücre içerik ve seviyelerinin farklı göl tatlı su ve her iki ortam karışımı sucul ortamlarda değiştii bu çalışma ile ortaya konmuştur. Ayrıca mukus hücre alanlarının ve yoğunluğunun da üreme göçü esnasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Mukus hücrelerindeki değişimin farklı sucul ortamlarda karşılaştığı tuzluluk, pH, bakteri ve parazit enfeksiyonu gibi durumlardan kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir. Solungaç mukus hücrelerindeki bu değişimler balığın sucul adaptasyonunda önemli rol oynamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Mukus hücresi, Solungaç, Van balığı, Van Gölü.



## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF GILL MUCUS CELLS OF VAN FISH (*Alburnus tarichi* Güldenstädt, 1814) DURING REPRODUCTIVE MIGRATION

ALKAN, Zehra

MSc. Thesis Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ

July 2019, 83 pages

Lake Van, largest lake of Turkey. It is one of the few lakes in the world. Lake Van is quite different from other aquatic ecosystems due to its physico-chemical properties. Its water is brackish and soda. The lake water has a salinity ratio of 19 ‰ and a pH of 9.8. The salty-soda content of the lake greatly limits biodiversity. Since Van fish is an anadromic fish, it migrates from the extreme conditions of Lake Van to the fresh waters pouring into the lake. In the same way, the reproduction of the fish returned to the lake environment to feed again.

In this study, the changes in Van fish gill mucus cells were examined using different histological stains. Mucus cells were located in the primary and secondary coverslips of the gill arches, coverslip tips. Mucus cells were oval and round in the different sizes. Mucus cell areas and densities were observed to change in aquatic areas of different physicochemical properties due to reproductive migration. The intensity of mucus staining was also found to vary in different aquatic locations and gill regions.

As a result, it has been clearly demonstrated that mucus cell contents and levels found in Van fish gills vary in different lake freshwater and aquatic environments. In addition, it was determined that mucus cell areas and density varied during reproductive migration. It is thought that the change in mucus cells is caused by salinity, pH, bacterial and parasitic infections encountered in different aquatic environments. These changes in gill mucus cells play an important role in aquatic adaptation of fish.

**Keywords:** Gill, Mucus cell, Lake Van, Van fish.





## ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ'a teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmamda yardımını esirgemeyen sevgili arkadaşım Biyolog Ayşenur KIRAÇÇAKALI ve laboratuvarında beraber çalıştığım bütün arkadaşlarıma teşekkür ederim. Bana her zaman her konuda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, tezimin her aşamasında beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan canım aileme ve arkadaşlarıma özellikle babam Cevdet ALKAN, ablam Berfin ALKAN ve arkadaşım Kamil ÇEKİÇ'e teşekkür ederim.

Bu araştırmaya, FYL-2019-7879 no'lu proje ile maddi destek sağlayan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na teşekkürlerimi sunarım.

2019

Zehra ALKAN



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ .....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal.....	11
3.1.1. Balık .....	11
3.2. Yöntem .....	12
3.2.1. Histolojik çalışmalar ve boyamalar .....	12
3.2.1.1 Hematoksilen-Eozin boyama metodu.....	13
3.2.1.2. Periyodik Asit – Schiff (PAS) boyama metodu.....	14
3.2.1.3. Alcian Blue pH 2.5 boyama metodu.....	15
3.2.1.4. Alcian Blue pH 1.0 boyama metodu.....	16
3.2.1.5. Alcian Blue pH 0.5 boyama metodu.....	17
3.2.1.6. Alcian Blue pH 2.5 ve Periyodik Asit – Schiff (PAS) boyama metodu.....	18
3.2.1.7. Aldehide Fuchsin boyama metodu.....	19
3.2.1.8. Aldehide Fuchsin ve Alcian Blue pH 0.5 boyama metodu.....	19
3.2.2. Mukus hücre analizi.....	20
3.2.3. İstatistiksel analizi .....	20
4.BULGULAR .....	21
4.1. Genel Boyama .....	21
4.2. Nötral Glikokonjugatların Belirlenmesi .....	27
4.3. Karboksilatlı Glikokonjugatların Belirlenmesi .....	34
4.4. O-sülfat Esterli Glikokonjugatların Belirlenmesi.....	40
4.5. Güçlü Sülfatlı Glikokonjugatların Belirlenmesi.....	46

4.6. Nötral ve Güçlü Asidik Glikokonjugatların Karşılaştırılması.....	52
4.7. Nötral ve Güçlü Asidik Glikokonjugatların Belirlenmesi.....	58
4.8. Sülfatlı ve Karboksilatlı Glikokonjugatların Karşılaştırılması.....	64
TARTIŞMA VE SONUÇ.....	71
KAYNAKLAR.....	77
ÖZ GEÇMİŞ.....	83



## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Van Gölü ve göle dökülen akarsulara ait fiziko-kimyasal özellikler .....	1
Çizelge 3.2. Uygulanan boyama yöntemleri.....	13
Çizelge 4.1. Farklı lokalitelerden alınan Van Balığı solungaç örneklerinde mukus hücre yoğunluğunun karşılaştırılması.....	36
Çizelge 4.2. Farklı lokalitelerden alınan Van Balığı solungaç örneklerinde mukus hücre alanlarının karşılaştırılması.....	37



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kemikli balıklarda solungaçların genel görünümü.....	6
Şekil 2.2. Müsinin kimyasal yapısı.....	7
Şekil 3.1. Van Gölü haritası .....	11
Şekil 3.2. Van balığının genel görünüm .....	12
Şekil 4.1. Gölden alınan solungaç dokusunun Hematoksilen Eozin ile Boyanması. A)Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri; F, primer filament L, sekonder lamel .....	22
Şekil 4.2. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Hematoksilen Eozin ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, A) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri, ok ucu, Tat tomurcuklar, F, primer filament L, sekonder lamel).....	23
Şekil 4.3. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunun Hematoksilen Eozin ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri; F, primer filament; L, sekonder lamel).....	24
Şekil 4.4 Akarsudan alınan solungaç dokusunun Hematoksilen Eozin ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri; F, primer filament; L, sekonder lamel).....	25
Şekil 4.5. Göl girişinden alınan solungaç dokusunun Hematoksilen Eozin ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri; F, primer filament; L, sekonder lamel).....	26
Şekil 4.6. Van balığına ait solungaç dokusundaki parazitlere ait plazmodyumun genel (A) ve histolojik görünümü (B) (A-Ok; plazmodyumun genel görünümü; B-Ok, plazmodyumun histolojik görüntüsü.....	27
Şekil 4.7. Van Gölünden alınan solungaç dokusunda Periyodik Asit-Shiff (PAS) nötral glikokonjugatların boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....	28

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.8. Mansaptan alınan solungaç dokusunda Periyodik Asit-Shiff (PAS) nötral glikokonjugatların boyanması A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....	29
Şekil 4.9. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunda Periyodik Asit-Shiff (PAS) nötral glikokonjugatların boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....	30
Şekil 4.10. Akarsudan alınan solungaç dokusunda Periyodik Asit-Shiff (PAS) nötral glikokonjugatların boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....	31
Şekil 4.11. Göle girişten alınan solungaç dokusunda Periyodik Asit-Shiff (PAS) nötral glikokonjugatların boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....	32
Şekil 4.12. Van balığının üreme göçü esnasında solungaç mukus hücrelerindeki hücre alanlarının lokalitelere göre belirlenmesi.....	33
Şekil 4.13. Van balığının üreme göçü esnasında solungaç mukus hücre yoğunluğunun lokalitelere göre incelenmesi.....	34
Şekil 4.14. Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....	35
Şekil 4.15. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....	36
Şekil 4.16. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....	37
Şekil 4.17. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....	38



**Şekil****Sayfa**

- Şekil 4.18. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....39
- Şekil 4.19. Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 1.0 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri)..... 41
- Şekil 4.20. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 1.0 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....42
- Şekil 4.21. Akarsu girişinden alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 1.0 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri)..... 43
- Şekil 4.22. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 1.0 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....44
- Şekil 4.23. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 1.0 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....45
- Şekil 4.24. Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 0.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....47
- Şekil 4.25. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 0.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....48
- Şekil 4.26. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 0.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....49
- Şekil 4.27. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 0.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....50
- Şekil 4.28. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 0.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....51

- Şekil 4.29. Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Periyodik Asit-Shiff (PAS)/ Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, güçlü asidik glikokonjugatlar; ok başı, nötral glikokonjugatlar)..... 53
- Şekil 4.30. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Periyodik Asit-Shiff (PAS)/ Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, güçlü asidik glikokonjugatlar; ok başı, nötral glikokonjugatlar)..... 54
- Şekil 4.31. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunun Periyodik Asit-Shiff (PAS)/Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, güçlü asidik glikokonjugatlar; ok başı, nötral glikokonjugatlar)..... 55
- Şekil 4.32. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Periyodik Asit-Shiff (PAS)/ Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, güçlü asidik glikokonjugatlar; ok başı, nötral glikokonjugatlar)..... 56
- Şekil 4.33. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Periyodik Asit-Shiff (PAS)/ Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, güçlü asidik glikokonjugatlar; ok başı, nötral glikokonjugatlar)..... 57
- Şekil 4.34. Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin (AF) ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....59
- Şekil 4.35. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin (AF) ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....60
- Şekil 4.36. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin (AF) ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri. (oklar, mukus hücreleri).....61
- Şekil 4.37. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin (AF) ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....62

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.38. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin (AF) ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).....	63
Şekil 4.39 Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin/ Alcian Blue (AF/AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, Alcian Blue (AB) pH 2.5; ok başı, Aldehit fuksin).....	65
Şekil 4.40. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin/ Alcian Blue (AF/AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, Alcian Blue (AB) pH 2.5; ok başı, Aldehit fuksin).....	66
Şekil 4.41. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin/ Alcian Blue (AF/AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, Alcian Blue (AB) pH 2.5; ok başı, Aldehit fuksin).....	67
Şekil 4.42. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin/ Alcian Blue (AF/AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, Alcian Blue (AB) pH 2.5; ok başı, Aldehit fuksin).....	68
Şekil 4.43. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin/ Alcian Blue (AF/AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, Alcian Blue (AB) pH 2.5; ok başı, Aldehit fuksin).....	69
Şekil 4.44. Van Gölü, Mansap, Akarsu Ağızı, Akarsu ve göle giriş bölgelerinden alınan Van balığının solungaç mukus hücre boyama yoğunluğu gösterilmektedir (HE, Hematoksilen Eozin; PAS, Periyodik Asid- Schiff; AB, Alcian blue; AF, Aldehit fuksin. A) Uç bölge, B) Solungaç Filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri).....	70



## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
%	Yüzde
µL	Mikrolitre
µm	Mikrometre
‰	Binde
cm	Santimetre
gr	Gram
km <sup>2</sup>	Kilometre Kare
km <sup>3</sup>	Kilometre Küp
L	Litre
m	Metre
M	Molarite
mEq	Miliekivalent
mg	Miligram
ml	Mililitre
N	Normalite
°C	Santigrad Derece
pH	Hidrojen Gücü
µS	Mikrosaniye
<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
AB	Alcian Blue
AF	Aldehit Fuksin
GP	Glikoprotein
HE	Hemotoksilen- Eosin

## **Kısaltmalar**

**KSO<sub>4</sub>**

**MgCO<sub>3</sub>**

**Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

**NaCl**

**NaCO<sub>3</sub>**

**PAS**

**PBS**

## **Açıklama**

Potasyum sülfat

Magnezyum Karbonat

Sodyum Sülfat

Sodyum Klorür

Sodyum karbonat

Periyodik Asit- Schiff

Fosfat Tamponlu Tuz Çözeltisi



## 1. GİRİŞ

Van Gölü, Türkiye'nin en büyük gölüdür ve dünyada ki sodalı göller arasında sayılı göllerden biridir. Doğu Anadolu Bölgesinin doğusunda yer alan Van Gölü Havzası, ülkemizdeki en büyük kapalı havzalardan biridir. Van Gölü, içerdiği fiziko-kimyasal özelliklerinden dolayı diğer sucul ekosistemlerden oldukça farklıdır.

Van Gölü Havzası kapalı bir havza olup yaklaşık 20.000 km<sup>2</sup>'lik bir doğal yaşam alanına sahiptir. Bu havza coğrafik konumundan dolayı önem kazanmaktadır (Yiğit ve ark., 2017).

Van Gölü suyu tuzlu ve sodalıdır. Göl suyu, tuzluluk oranı yaklaşık olarak % 17, pH'sı ise 9.8 dir. Van Gölünün yüz ölçümü 3500-3650 km<sup>2</sup> arasında olup ortalama olarak denizden yüksekliği 1646 metredir. Gölün su seviyesi iklime bağlı olarak yükselip, düşmektedir (Batur ve ark., 2008).

Çizelge 1.1. Van Gölü ve tatlı sulara ait parametrelerin karşılaştırması (Oğuz, 2015).

Parametreler	Van Gölü	Tatlı Su
pH	9.57 ± 0.29	8.54 ± 0.07
Sıcaklık (°C)	23.1 ± 0.42	14.3 ± 0.27
Tuzluluk (‰)	17.2 ± 0.13	0.2 ± 0.01
Çözünmüş oksijen (mg/L)	6.00 ± 0.53	10.45 ± 0.68
İletkenlik (µS/cm)	27.06 ± 1.27	0.478 ± 0.52
Saturasyon (%)	95.4 ± 1.3	128.1 ± 1.23

Gölün tuzlu-sodalı suları, biyolojik çeşitliliği büyük ölçüde sınırlamaktadır. Bu özelliklerinde dolayı gölde canlı çeşitliliği oldukça azdır. Van Gölü'nün içerisinde 36 tür zooplankton, 103 tür bitkisel plankton ve 1 tür omurgalı canlı yaşamaktadırlar Van balığı (*Alburnus tarichi* Guldenstädt, 1814), Cyprinidae (sazan) familyasından olup Van Gölü'nde ve göle dökülen tatlı su kaynaklarında yaşayan endemik bir sazan türüdür (Küçüköner ve ark., 2001).

Van balığı, göldeki hayvansal ve bitkisel planktonlarla beslenir. En fazla yedi yıl yaşar ve üç yaşında üremeye başlar. Üremek için sürüler oluşturarak akarsulara göç eder. Gölde, akarsu ağızlarında büyük sürüler oluşturan Van balığı, vücudunda, sodalı-tuzlu sudan tatlı suya geçişe alışabilmesi için bir dizi değişime gereksinim duyar (Oğuz, 2018).

Van balığı geliştirdiği moleküler ve hücresel değişimler sonucunda göl ve akarsu ortamında hayatta kalmayı başarmıştır. Bu iki ortamda başta solungaçlar olmak üzere diğer doku ve organlar (deri, sindirim kanalı), suların farklı fiziko-kimyasal etkilerine maruz kalırlar.

Bu değişimlerin en önemlisi solungaçlarda meydana gelmektedir. Solungaçlarda ki mitokondriye zengin hücrelerden sonra en önemli hücrelerden biri de mukus hücreleridir. Mukus hücreleri salgıladıkları mukus sayesinde başta koruma olmak üzere canlının pek çok hayatı işlevinde rol oynar.

Mukus hücrelerinden salgılanan mukus, patojen mikroorganizmalara karşı fiziksel bir bariyer oluşturmasının yanı sıra lubrikasyon (yağlanma), solunum, iyon regülasyonu ve difüzyon gibi fonksiyonlardan da sorumludur. Bu fonksiyonların farklı içeriğe sahip mukus hücreleri tarafından yapıldığı belirtilmektedir. Bu nedenle aynı balık türünde farklı mukus hücreleri bulunduğu düşünülmektedir.

Mukus yüzeyleri dinamik matrikstir ve bunların kompozisyonu türler arasında ekolojik ve dış faktörlere (stres, su sıcaklığı, pH ve mikrobiyal ve parazitik enfeksiyonlar) bağlı olarak değişmektedir. Stres koşulları, mukoza üretimini ve bileşimini değiştirebilir. Bu değişimin yüksek seviyelerde olması balık sağlığı açısından zararlı olup bakteriyel patojenlere duyarlılığı artırabilir.

Bu çalışmada, Van balığında üreme göçü sırasında farklı sucul ortamlarda solungaç mukus hücrelerindeki değişim histokimyasal olarak incelendi.



## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Van Gölü'nün tatlı su ve deniz suyundan farklı olarak kendine özgü bir sucul ekosistemi vardır. Van Gölü'nün suyu acı ve sodalıdır. Bunun en önemli nedeni, akarsuların beraberinde taşıdığı tuzlu suyun gölde birikmesi, ayrıca suyun buharlaşmasıyla yoğunlaşmasıdır. Van Gölü'ne dökülen ve gölün oluşumunu destekleyen başlıca akarsular Karasu, Deliçay, Bendimahi, Sapur, Zilan, ve Engil akarsularıdır. Bunların dışında göle sürekli akış gösteren birkaç tane daha küçük akarsu mevcuttur (Elp ve ark., 2006). Van Gölünün yüzey alanı 3522 km<sup>2</sup>, hacmi 576 km<sup>3</sup> (Özdemir ve ark., 2013).

Van Gölü dünyanın en büyük sodalı gölüdür (Reimer ve ark., 2009). Gölün canlı yaşamına elverişsiz koşullarından dolayı (tuzluluk ‰ 22, pH 9.8 ve alkalinite 153 mEqxL<sup>-1</sup>) tek tür omurgalı yaşamaktadır. Tuz oranının diğer göllere göre yüksek olmasının nedeni, içerisinde bor ve sodyum karbonat iyonlarını barındırması ve volkanik kayaların fazla oranda birikmesinden kaynaklanmaktadır. Tuzluluk oranı % 0.224'dür. Tuzluluğa neden olan kimyasal madde oranları % 42 NaCl, % 34 NaCO<sub>3</sub>, % 16 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, % 3 KSO<sub>4</sub> ve % 2.5 MgCO<sub>3</sub> olarak hesaplanmıştır (Çiftçi ve ark., 2008).

Van Gölünde yaşayan sadece birkaç tür mevcuttur. Bu türlerden yalnızca tek omurgalı olan Van balığı (*Alburnus tarichi* Guldenstädt, 1814), diğer kalanlar ise omurgasız canlılardır (Danulat ve Kempe, 1992). Van balığının ağırlığı ortalama olarak 80-90 gr, boyu ise ve 20 cm'dir. Bu balığın vücudu parlak gümüş renkli pullarla kaplıdır. Van balığının vücut yapısı oval ince ve uzun yapıda, başı pulsuz, sırt bölgesi gri-yeşilimsi, yanlardan hafif basık, karın ve yan kısımları gümüşü-beyaz renktedir. Kış aylarında gölün 75 m derinliklerine kadar inebilirken, yaz aylarında 10-15 m derinliklerde beslenmeyi tercih eder (Çetinkaya ve Elp, 1996; Geldiay ve Balık, 1996).

Yurdumuzda sadece Van Gölü'nde ve göle dökülen akarsularda yaşayan Van balığı göl etrafındaki yerleşim alanlarındaki halk tarafından yoğun şekilde tüketilmektedir. Her yıl artan miktarlarda tutulan balıklar, halkın temel besinleri arasında yerini almıştır (Bilgili ve ark., 1995).

Van balığının yaşam yeri Van Gölü olmasına rağmen gölün tuzlu-sodali özelliği üreme için uygun değildir. Bu nedenle üreme için Nisan-Temmuz aylarında göle dökülen tatlı sulara üreme göçü yapar. Van balığının tatlı sulara geçişinde vücudunda iyon ayarlaması yapmadan göç gerçekleştirmesi ölümüne neden olmaktadır. Bu yüzden göç yapmaya başlayan balıklar önce, akarsuyla göl suyunun karıştığı mansap bölgelerinde belirli bir süre bekler, daha sonra vücut iyon yoğunluğu ayarlandıktan sonra artık yem almayı keser ve göle dökülen tatlı sulara doğru üreme yolculuğuna başlarlar (Küçüköner ve ark., 2001). Üreme göçü sırasında balıklar sırasıyla göl, mansap ve tatlı suya geçiş yapar. Her sucul alandaki fiziko-kimyasal özellikler birbirinden farklılık göstermektedir.

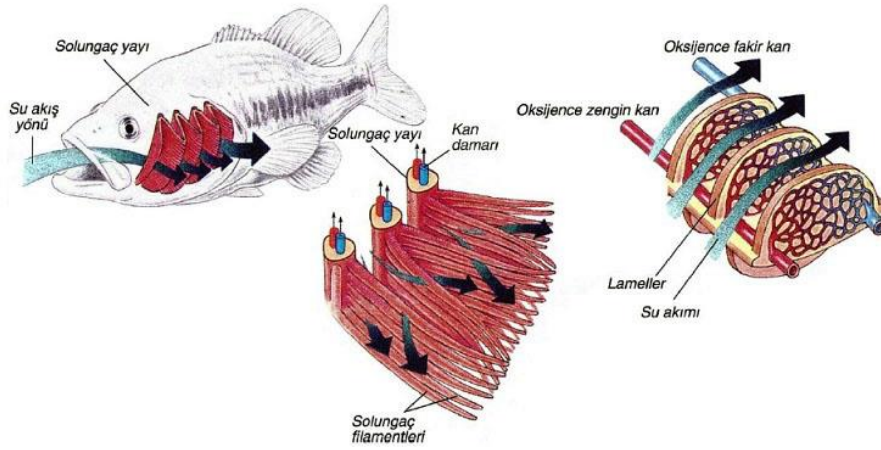
Balıklarda göç sırasında en fazla etkilenen doku solungaçlardır. Bu nedenle çok sayıda çalışma yapılmıştır. Balıklarda solungaçlar başın lateral kısmında operkulumun altında bulunan dört adet yaydan oluşmuştur. Bu yaylar çok sayıda solungaç filamentini taşır. Solungaç filamentleri, primer lameller yapıları ve sekonder filamentleri oluştururlar. Primer lameller ve sekonder filamentler balığın iç ortamı ve sucul alanlar arasında bir sınır oluşturur (Genten ve ark., 2009).

Solungaçlar, ya yutakta, ya da ağzın gerisindeki solungaç boşluğunda yer alırlar. Her iki yanda içten dışa doğru uzanan cepler (yarıklar) içinde bulunurlar (Demir, 2006; Sarıhan ve Cengizler, 2006). Bu ceplerin sayısı türlere göre değişim gösterebilir. Solungaçlar her bir cebin üst ve alt yüzeylerinde iki katlı (sekonder lamel) bulunan primer lamellere sahiptir. Bu lameller yapı kemiksi veya kıkırdaksı çubuklardan oluşmuşlardır (Hughes ve Mittal, 1980). Bu ceplerden birbirine bakan bölgelerdeki lameller birbirinin arasına girecek şekilde dizilmiştir. Bu dizilişten kaynaklı oluşan dar kanaldan solunum suyunun geçişi lamellerde bulunan kan ile solunum suyu arasındaki difüzyon ilişkisini gerçekleştirir. Gazların değiş tokuş işlemi burada yapılır (Jenjan, 2011). Kılcal damar ağı bakımından oldukça zengin olan solungaç filamentleri dış etkenlere karşı hassastırlar. Lamellerin üzerini örten kıkırdak yapıdaki, kılcal damar ağı yönünde zengin ve sudaki dış etkenlere karşı koruyan solungaç kapakları (operkulum) bulunmaktadır (Timur, 2006). Her bir solungaç filamentinin dorsal ve ventral yüzeyleri, sekonder lamellerden oluşan bir dizi ince, yaprak benzeri yapıya ayrılır. Genel olarak, her bir solungaç filamentinin ana proksimal bölgesinde, ikincil lameller birbirine yakın

bir mesafede paralel olarak düzenlenir, eşit aralıklarla yerleşim gösterir ve uzunlukları eşittir (Srivastava ve ark., 2011). Bu yapılar epitel doku ile örtülmüştür. Solungaç epiteli pek çok hücre tipinden oluşmaktadır. Bu hücre tipleri pavament hücreleri, mitokondrice zengin hücreler (klorid hücreleri), mukus hücreleri, eozinofilik granüllü hücreler, nöroepitelyal hücreler ve sinir hücreleridir. Bu hücrelerden epitel doku yüzeylerinde en fazla bulunanı pavament (% 90) ve miktokondrice zengin hücrelerdir (<% 10) (Dunel-Erb ve ark., 1982; Evans ve ark., 2005).

Balıklarda, solungaçlar operkulum kapağının kapanması, çeşitli kasların kasılması, ağzın açılması ile solunumun başlamasını ve kanın oksijen değerinin artmasını sağlayan temel organlardır (Ogundiran ve ark., 2009). Ayrıca solungaçlar su ile kan arasında gaz değişimini sağlayan akciğerler gibi kanın oksijence zenginleştiği yerlerdir (Ogundiran ve ark., 2009). Her bir solungaç filamentleri vasküler ağ içermektedir. Kanın yüzeye yaklaşmasıyla birlikte gaz değişiminin daha rahat gerçekleşmesi sağlanır. Gaz değişiminin ana bölgesi her solungaç filamentin de bulunan sekonder lamellerdir (Demir, 2006; Sarıhan ve Cengizler, 2006).

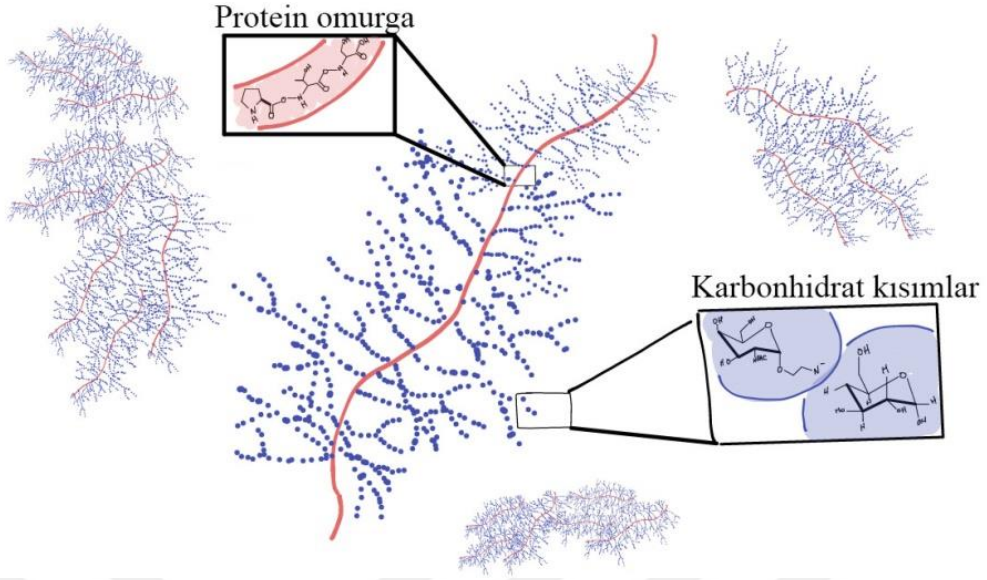
Teleost balıklarında solunum sırasında ağızlarına aldıkları su, solungaçlarından dışarı atılır. Suyun dışarı atılmasında ağız boşluğu pompa görevi üstlenir. Suyun solungaç yaprakları arasından geçişi sırasında kandaki karbondioksit suya, sudaki çözülmüş oksijen de kana geçer. Bu değişimde solungaç filamentlerinde ki zengin kılcal damarlar önemli görev üstlenirler (Timur, 2006) (Şekil 2.1). Aynı zamanda sekonder lameller asit-baz dengesinin gerçekleştiği, iyon dengesinin sağlandığı, osmoregülasyon olaylarının düzenlendiği ve azotlu atık maddelerin dışa atıldığı kısımlardır (Hughes, 1984; Randall ve Brauner, 1998; Evans, 1999).



Şekil 2.1. Kemikli balıklarda solungaçların genel görünümü (Evans ve ark., 2005)

Solungaçlar dış etkenlerle direkt temaslarından kaynaklı solungaç epitelinde bulunan mukus hücreleri diğer hücelere oranla daha çok etkilenmektedir. Solungaçların epitelinde bulunan mukozada yer alan, mukus hücreleri tarafından salgılanan, mûsin dehidrasyonu ile oluşan kaygan, sümüksü koruyucu sıvıya mukus denir. Mukus, dış etkenler ile bağlantılı olan bütün organları kaplayan tek katlı silindirik epiteldeki mukus hücrelerinden sentezlenen viskoz, yapışkan elastik bir salgı bileşenidir (Neutra ve Forstner, 1987). Solungaç epitelinde bulunan mukus hücreleri lameller arasında bulunan filament epitelinde yerleşim gösterirler.

Mukusun kimyasal yapısı, sülfat ve karboksil radikallerini içeren polisakarit bileşiminden oluşmaktadır (Hibiya ve ark., 1997). Mukusun en büyük bölümünü % 95 oranında su oluşturmaktadır. Fakat aynı zamanda büyüme faktörleri gibi proteinler (% 1), tuzlar (% 1); yağ asitleri, lizozim, kolesterol gibi yağlar (% 1), fosfolipitler, immunoglobulinler ve defensinler içermektedir. Balık mukusu ayrıca, lizozimler, fosfatazlar, esterazlar, proteolitik enzimler, tamamlayıcı faktörler, lektinler, immünoglobülinler ve patojenleri ortadan kaldırmaya ve bağışıklık oluşturmaya çalışan C-reaktif proteinler gibi bağışıklık ile ilgili çok sayıda protein ile zenginleştirilmiştir (Reverter ve ark., 2018). Bununla birlikte en önemli bileşeni onun viskoz ve elastik jel benzeri özelliklerinde rol oynayan glikoprotein musindir (% 2) (Boat ve Cheng, 1980; Tharton ve ark., 1990; Dekker ve ark., 2002).



Şekil 2.2. Müsinin kimyasal yapısı.

Müsin bir protein çekirdeğine O-glikozidik bağlı birçok karbonhidrat zincirine sahip yüksek moleküler ağırlıklı glikoproteinlerdir. (Aypak ve Uysal, 2010; Demirbağ ve ark., 2012). Müsinler bir proteinin bütün özelliklerini ve belirli şartlarda şekerlerin özelliklerini taşıyan kısımlardan oluşan glikoprotein yapısındadırlar. Glikoproteinler polipeptid iskeletlerine kovalent olarak bağlı oligosakkarit (glikan) zincirlerini içeren proteinler olup karma karbonhidratların veya glikokonjugatların bir sınıfıdır. Glikoproteinler kompleks karbonhidratların üç sınıfı olup, genellikle glikolipidler ve proteoglikanların tamamı “Glikokonjugat” olarak adlandırılır (Aypak ve Uysal., 2010). Glikoproteinlerin (GP), mukus madde bileşenleri olarak, sadece mekanik, antimikrobiyal ve antiviralden ozmoregülasyona kadar çok çeşitli fonksiyonlara sahip oldukları bilinmektedir (Diaz ve ark., 2008). Mukus hücreleri bazal hücrelerin farklılaşması sonucunda meydana gelir (Hibiya ve ark., 1997). Sitolojik ve histolojik çalışmalar, balık epidermisinde birden fazla tipte mukoza hücresinin bulunabileceğini ve bunların öncelikle glikoproteinlerin salgılanmasında rol oynadığını göstermiştir (Mittal ve ark., 1995). Mukus hücrelerinin yapısında bulunan sitoplazmik granüllerdeki glikoproteinlerin karbonhidrat içeriğinden ve glikoprotein tipleri ile yaşam şartları arasında ilişkiden kaynaklı farklı kimyasal özellikleri içermektedir. Balıkların epidermisinde bulunan mukoza hücrelerine ait yapılan çalışmalarda 3 farklı glikoprotein salgılayan mukoza hücrelerinin bulunduğunu bildirmektedir. Bu karbonhidrat bileşimleri

epitelyal goblet hücre alt tiplerinin spesifik histokimyasal boyamaya uygun olarak asidik, nötral, ve asidik-sülfatlı musinler halinde ayırt edilmesini sağlar (Culling ve ark., 1976; Şenol, 2009).

Mukusun bileşimi ve akışkanlık özellikleri, mukus fonksiyonlarının verimli bir şekilde devam ettirilmesi için hayati öneme sahiptir (Lai ve ark., 2009). Mukus yüzeyleri dinamik matrislerdir ve bileşimleri özel türleri arasında endojen (cinsiyet ve gelişim öncesi) ve eksojen faktörler (stres, su sıcaklığı, pH ve enfeksiyonlar) ile değişim meydana gelmektedir (Esteban, 2012). Stres koşulları (temas, gıda yoksunluğu, zehirli maddelere maruz kalma), mukus üretimini ve bileşiminde (proteinlerin ve İmmüoglobülin seviyesi) değişiklik oluşturabilir, bu da balığın sağlığını tehlikeye sokabilir ve bakteriyel patojen mikroorganizmalara karşı duyarlılığı artırabilir (Al-Zaidan ve ark., 2012, Liu ve ark., 2013). Ayrıca su ortamının patojenik organizmalar bakımından zengin olması, balıklar dahil olmak üzere sudaki diğer hayvanları bu patojenlerin istilasına açık bir hedef haline getirir (Dash ve ark., 2008). Aynı zamanda, deri ve solungaç mukus salgısının, av-yırtıcı ilişkileri, parazit-konak etkileşimleri ve simbiyozlar gibi farklı etkileşimlerinde de etkili olduğu bilinmektedir (Allen ve Snary, 1972; Neutra ve Forstner, 1987).

Salgılanan bu mukus maddesi, patojen mikroorganizmalara karşı fiziksel bir bariyer oluşturmasıyla beraber lubrikasyon, balıklar için gaz değişimi, iyonik regülasyon, asit-baz dengesinin sağlanması, nitrojen atıkların atılmasında ve difüzyon gibi işlevlerden de sorumludur (Fletcher, 1978; Shephard, 1994; Domeneghini ve ark., 1998; Zayed ve Mohamed, 2004). Balığın epidermisinde bulunan bu mukus hücreleri (goblet hücreleri) balığı kaygan ve nemli bir tabaka halinde kaplayan mukusu salgırlar (Hibiya ve ark., 1997). Mukus, balığın vücudu etrafında bir bariyer oluşturarak su basıncının yüzmeye engel etkisini azaltarak, balığın suda daha rahat hareket etmesini sağlar (Kelek, 2010). Ayrıca dış etkenlere maruz kalan deri ve solungaçları da sudaki toprak ve partiküllerden koruyup osmoregülasyonda da rol oynar (Hibiya ve ark., 1997).

Solungaç epitelinde bulunan mukus üreten hücreler de sayısal ve morfolojik açıdan pH, tuzluluk, sıcaklık, yüksek amonyak konsantrasyonu ve ağır metaller gibi farklı ortam şartlarında değişiklik gösterebilir (Ferguson ve ark., 1992; Powell ve ark., 2001; Lease ve ark., 2003; Roberts ve Powell, 2003). Böylelikle alkalinite ve tuzluluğun

mukus hücre sayısında ve büyüklüğünde etkili olduğu belirlenmiştir (Calabro ve ark., 2005; Diaz ve ark., 2005; Çınar ve ark., 2008). Solungaç morfometreleri (solungaç liflerinin sayısı ve uzunluğu ile ikincil lamellerin sayısı, uzunluğu ve aralığı), yaşam tarzı ve habitatı arasındaki ilişki hakkında çok sayıda çalışma yapılmıştır. Solungaç yapısının detayları canlının filogenisine ve gelişim aşamalarına bağlıdır, aynı zamanda yerel çevre koşullarına da özellikle su kalitesine göre de değişim gösterir (Wells ve Pinder, 1996; Jenjan, 2011).

Yapılan bazı çalışmalarda mukus hücre sayısının bakteriyel solungaç hastalığı, amöbik solungaç hastalığı, yüksek amonyak konsantrasyonu (Ferguson ve ark., 1992; Munday ve ark., 2001), tuzluluk (Franklin, 1990; Bordas ve ark., 2003), asidite (Jagoe ve Haines, 1997), yüksek basınç ve düşük sıcaklık (Dunel ve ark., 1996) gibi farklı durumlarda artış meydana geldiği bildirilmiştir. Stres koşulları da mukus üretiminde ve bileşiminde değişiklik gösterebilir, bu durum da balığın sağlığı açısından tehlikeye oluşturur ve bakteriyel patojen mikroorganizmalara karşı duyarlılığı artar (Al-Zaidan ve ark., 2012, Liu ve ark., 2013).

Mukus üreten hücreler, solungaç epitelinde lokalize olan diğer hücreler gibi farklı koşullardan sayısal ve morfolojik olarak etkilenirler. Bu nedenle, herhangi bir durumda, mukus hücrelerinin sayısı ve yoğunluğu aniden artış veya azalış gösterebilir (Roy, 1988). Örneğin bakteriyel solungaç hastalığı, amipli solungaç hastalığı, yüksek konsantrasyonlarda amonyak, tuzluluk derecesi, asitlik, yüksek basınç ve düşük sıcaklık, öte yandan, yüksek konsantrasyonlarda amonyak, düşük pH, yüksek konsantrasyonlarda alüminyum, ağır metaller, diazinon substratı ve asit artı alüminyumdan oluşan koşullar altında mukoza hücrelerinin boyutunu artırır. Mukus hücrelerinin yoğunluğu aynı zamanda belirli bir tür içinde de değişebilir, örneğin enfekte olmamış balıklardan daha yüksek bir enfeksiyona sahiptir (Andrews ve ark., 2010) Solungaç morfolojik değişikliği ile stres arasında yakın bir ilişki vardır (Peters ve Hoffmann, 1984) ve çeşitli bulaşıcı ajanlar proliferatif solungaç hastalıkları ve solungaç nekrozu ile ilişkili olarak tanımlanmıştır (Csaba ve ark., 1984; Ogundiran ve ark., 2009).

Solungaç morfolojisi, balıkların sağlık durumunun ve dolaylı olarak su kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılabilir (Ogundiran ve ark., 2009). Örneğin, Ong ve arkadaşları (2007), bir haftalık hava maruziyetinden sonra Killifish'in (*Kryptolebias marmoratus*) interlameller hücrelerinin arttığını ve su içine geri alındıktan sonra ise interlameller hücrelerinde belirgin bir düşüşün ortaya çıktığını göstermiştir. Sucul ortam değişimleri sonucunda solungaçlarda hiperplazi, ödem lökosit infiltrasyonu, lamel füzyon, ana venöz sinüs veya sekonder lamelde vazodilatasyon ve nekroz gibi solungaç histolojisinde çeşitli değişikliklere neden olabilir (Oğuz, 2015).

Solungaçlar sucul ortamlarda direkt temas halindeki organlardır. Balık solungaçları, su ortamının fiziksel ve kimyasal değişikliklerine ve suyla taşınan toksik maddelerin önemli bir göstergesi olan ortamın bileşimindeki herhangi bir değişikliğe karşı çok duyarlıdır. Bu yüzden mukus hücrelerin yoğunluğu ve ürettikleri mukusun bileşimi, ortamın fiziko-kimyasal durumundan ve varyasyonlarından etkilenir (Díaz ve ark., 2010).

Van balığı (*Alburnus tarichi* Güldenstädt, 1814) üreme göçü esnasında farklı sucul ortamlardaki sıcaklık, pH, tuzluluk, mikrobiyolojik ve parazitik etkilere maruz kalmaktadır. Balığın bu etkenlere karşı gösterdiği değişimler bazı organlarda histolojik ve moleküler olarak çalışılmıştır. Fakat mukus hücreleri hakkında detaylı çalışmalar yapılmamıştır. Balık solungaçlarındaki mukus hücrelerinin tuzlu su ve pH adaptasyonları gibi değişen çevre koşullarında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada, Van balığının solungaç mukus hücrelerindeki değişimler üreme göçü sırasında farklı sucul ortamlarda histokimyasal olarak incelendi.

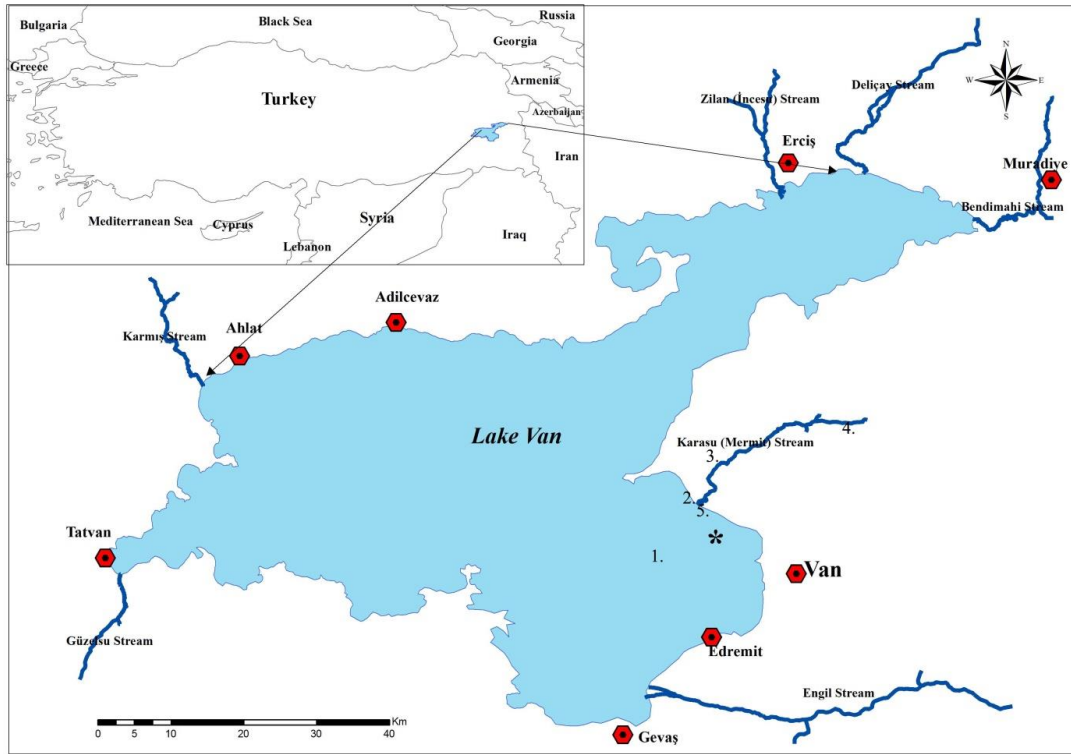


### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Balık

Çalışmalarda kullanılan balıklar, sırasıyla göl, mansap, akarsu girişi ve akarsunun en üst kısımları ve göle giriş kısımlarından (üremeyi tamamladıktan sonra) yakalandı (Şekil 3.1). Balıklar, gölden ve akarsudan sırasıyla uzatmalı fanyalı ağlar ve serpme ağlar ile yakalanıldı (Şekil 3.2.). Yakalanan balıklar oksijen bağlı taşıma kapları ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji laboratuvarına getirildi. Anestezisi (fenoksi etanol 320µL/L) edilen balıklardan daha sonra diseksiyonla solungaçlarından örnekler alınıp, Bouin fiksatifine alınır.



Şekil 3. 1. Van Gölü Haritası; 1. Göl, 2. Mansap, 3. Akarsu Giriş, 4. Akarsu, 5. Göle giriş.

Çalışmada kullanılan balıklar için gerekli olan izinler Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (24/04/2018-11602) ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan (2019/5) alındı.



Şekil 3. 2. Van balığının genel görünümü.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Histolojik çalışmalar ve boyamalar

Oda sıcaklığında Bouin fiksatifinde 24 saat bekleyen dokular daha sonra %70'lik alkol içerisine alındı. Rutin histolojik çalışmalar için dokular öncelikle parafine gömme işleminden geçirildi.

Parafine gömme metodu basamakları;

1. % 70'lik alkol \* iki defa (toplam 1 saat)
2. % 80'lik alkol \* iki defa (toplam 1 saat)
3. % 90'lık alkol \* iki defa (toplam 1 saat)
4. % 100'lük alkol \* iki defa (toplam 1 saat)
5. % 100'lük alkol + ksilol (toplam 15 dakika)
6. Ksilol-I (15 dakika)
7. Ksilol-II (15 dakika)
8. Ksilol+ parafin (etüv) (15 dakika)
9. Parafin-I (etüv) (1 saat)
10. Parafin-II (etüv) (1 saat)
11. Parafin-III (etüv) (1 saat)

12. Parafin-III (etüv) aşamasından sonra dokular parafin bloklara gömüldü.

Parafine gömülen dokulardan mikrotom (Micron, Almanya) yardımıyla 5 µm'lik kesitler alındı. Alınan kesitler Çizelge 3.2. de belirtilen boyalar ile boyandı.

Çizelge 3.2. Uygulanan boyama yöntemleri.

<b>Boyama Yöntemi</b>	<b>Spesifitesi</b>
Hematoksilen Eozin (HE)	Genel boyama
Periyodik asit-Shiff (PAS)	Nötral glikokonjugatların belirlenmesi
Alcian Blue (AB) pH 2.5	Karboksilatlı glikokonjugatların belirlenmesi
Alcian Blue (AB) pH 1.0	O-sülfat esterli glikokonjugatların belirlenmesi
Alcian Blue (AB) pH 0.5	Güçlü sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesi
PAS/AB pH 2.5	Nötral ve güçlü asidik glikokonjugatların karşılaştırılması
Aldehit Fuksin (AF)	Nötral ve güçlü asidik glikokonjugatların belirlenmesi
AF/AB pH 2.5	Sülfatlı ve karboksilatlı glikokonjugatların karşılaştırılması

### 3.2.1.1 Hematoksilen-Eozin boyama metodu

Eosin boyası için, 100 ml saf su içerisinde 1 gr eosin (Merck) çözülerek hazırlandı. Hematoksilen (Biostain) boyası hazır olarak kullanıldı ve daha sonra kesitler şalelere alınarak boyama işlemi gerçekleştirildi.

Şalelere alınan preparatları boyama basamakları aşağıdaki gibidir:

- |    |                 |           |
|----|-----------------|-----------|
| 1. | Ksilol-I        | 5 Dakika  |
| 2. | Ksilol-II       | 5 Dakika  |
| 3. | % 100'lük alkol | 3 Dakika  |
| 4. | % 80'lik alkol  | 3 Dakika  |
| 5. | % 70'lik alkol  | 3 Dakika  |
| 6. | Distile su      | 5 Dakika  |
| 7. | Hematoksilen    | 6 Dakika  |
| 8. | Çeşme suyu      | 15 Dakika |
| 9. | Eozin           | 3 Dakika  |

10.	% 70'lik alkol	3 Dakika
11.	% 80'lik alkol	3 Dakika
12.	% 100'lük alkol	3 Dakika
13.	Ksilol-I	5 Dakika
14.	Ksilol-II	5 Dakika

Preparatlar entellan ile kapatıldı ve ışık mikroskobunda (Leica, Almanya) incelenerek görüntüler alındı.

### 3.2.1.2. Periyodik Asit–Schiff (PAS) boyama metodu

Periyodik Asit Hazırlanışı: 1 gr periyodik Asit (Merck) tartıldı ve üzerine 200 ml distile su eklenerek çözünmesi sağlandı.

Schiff (PAS) Hazırlanışı: 200 ml distile su kaynatılarak 1 gr bazik fuksin (Sigma) eklendi. Çözeltinin 50 °C'ye kadar soğuması sağlandı ve üzerine sodyum bisülfat eklenerek karıştırıldı. Çözelti oda sıcaklığına geldiğinde üzerine 2ml HCl ve 2 gr aktif kömür eklenip karıştırıldı. Çözelti ışık geçirmeyen bir şişede bir gece oda sıcaklığında muhafaza edildi. Çözelti filtre kağıdında geçirilip, 4 °C'de buzdolabında muhafaza edildi.

Şalelere alınan preparatları boyama basamakları aşağıdaki gibidir:

1.	Ksilol-I	5 Dakika
2.	Ksilol-II	5 Dakika
3.	% 100'lük alkol	3 Dakika
4.	% 80'lik alkol	3 Dakika
5.	% 70'lik alkol	3 Dakika
6.	Distile su	5 Dakika
7.	Periyodik asit	5 Dakika
8.	Distile su	Çalkalama
9.	Schiffsolusyonu	15 dakika
10.	Çeşme suyu	10 dakika
11.	%70 'lik alkol	3 Dakika
12.	% 80'lik alkol	3 Dakika

- |                     |          |
|---------------------|----------|
| 13. % 100'lük alkol | 3 Dakika |
| 14. Ksilol-I        | 5 Dakika |
| 15. Ksilol-II       | 5 Dakika |

Preparatlar entellan ile kapatıldı ve ışık mikroskobunda incelenerek görüntüler alındı.

### 3.2.1.3. Alcian Blue pH 2.5 boyama metodu

Hazırlanışı: 100 ml % 3'lük glacial asit (Merck, Almanya) içerisinde 1 gr Alcian Blue (Sigma) çözüldü. Daha sonra mikrotomla 5 µm alınan kesitler daha sonra şalelere alınarak boyama işlemi gerçekleştirildi.

Şalelere alınan preparatları boyama basamakları aşağıdaki gibidir:

- |                       |           |
|-----------------------|-----------|
| 1. Ksilol-I           | 5 Dakika  |
| 2. Ksilol-II          | 5 Dakika  |
| 3. % 100'lük alkol    | 3 Dakika  |
| 4. % 80'lik alkol     | 3 Dakika  |
| 5. % 70'lik alkol     | 3 Dakika  |
| 6. Distile su         | 5 Dakika  |
| 7. Alcian Blue pH 2.5 | 30 Dakika |
| 8. Çeşme suyu         | 3 Dakika  |
| 9. Distile su         | Çalkalama |
| 10. % 70'lik alkol    | 3 Dakika  |
| 11. % 80'lik alkol    | 3 Dakika  |
| 12. % 100'lük alkol   | 3 Dakika  |
| 13. Ksilol-I          | 5 Dakika  |
| 14. Ksilol-II         | 5 Dakika  |

Preparatlar entellan ile kapatıldı ve ışık mikroskobunda incelenerek görüntüler alındı.

### 3.2.1.4. Alcian Blue pH 1.0 boyama metodu

Alcian Blue pH 1.0 Hazırlanışı: 1 gr Alcian blue (Sigma) tartılıp 90 ml saf su içinde çözüldükten sonra bu çözeltinin içine önceden hazırlanan 1N HCl den 10 ml alınarak eklendi. Daha sonra mikrotomla 5 µm alınan kesitler şalelere alınarak boyama işlemi gerçekleştirildi.

Şalelere alınan preparatları boyama basamakları aşağıdaki gibidir:

1.	Ksilol-I	5 Dakika
2.	Ksilol-II	5 Dakika
3.	% 100'lük alkol	3 Dakika
4.	% 80'lik alkol	3 Dakika
5.	% 70'lik alkol	3 Dakika
6.	Distile su	5 Dakika
7.	Alcian Blue pH 1.0	30 Dakika
8.	Çeşme suyu	3 Dakika
9.	Distile su	Çalkalama
10.	% 70'lik alkol	3 Dakika
11.	% 80'lik alkol	3 Dakika
12.	% 100'lük alkol	3 Dakika
13.	Ksilol-I	5 Dakika
14.	Ksilol-II	5 Dakika

Preparatlar entellan ile kapatıldı ve ışık mikroskopunda incelenerek görüntüler alındı.

### 3.2.1.5. Alcian Blue pH 0.5 boyama metodu

Hazırlanışı: 1 gr Alcian blue (Sigma) tartılarak 90 ml saf su içinde çözüldü. Bu çözeltinin içine önceden hazırlanan 0.2 M HCl den 10 ml alındı. Daha sonra mikrotomla 5 µm alınan kesitler şalelere alınarak boyama işlemi gerçekleştirildi.

Şalelere alınan preparatları boyama basamakları aşağıdaki gibidir:

1.	Ksilol-I	5 Dakika
----	----------	----------

2.	Ksilol-II	5 Dakika
3.	% 100'lük alkol	3 Dakika
4.	% 80'lik alkol	3 Dakika
5.	% 70'lik alkol	3 Dakika
6.	Distile su	5 Dakika
7.	Alcian Blue pH 0.5	30 Dakika
8.	Çeşme suyu	3 Dakika
9.	Distile su	Çalkalama
10.	% 70'lik alkol	3 Dakika
11.	% 80'lik alkol	3 Dakika
12.	% 100'lük alkol	3 Dakika
13.	Ksilol-I	5 Dakika
14.	Ksilol-II	5 Dakika

Preparatlar entellan ile kapatıldı ve ışık mikroskobunda incelenerek görüntüler alındı.

### 3.2.1.6. Periyodik Asit – Schiff (PAS)/Alcian Blue pH 2.5 boyama metodu

Periyodik Asit-Schiff (PAS) ve Alcian Blue pH 2.5 boyaların hazırlanışı daha önceden yukarda belirtildiği gibidir. Daha sonra mikrotomla 5 µm alınan kesitler şalelere alınarak boyama işlemi gerçekleştirildi.

Şalelere alınan preparatları boyama basamakları aşağıdaki gibidir:

1.	Ksilol-I	5 Dakika
2.	Ksilol-II	5 Dakika
3.	% 100'lük alkol	3 Dakika
4.	% 80'lik alkol	3 Dakika
5.	% 70'lik alkol	3 Dakika
6.	Distile su	5 Dakika
7.	Alcian Blue pH 2.5	30 Dakika
8.	Çeşme suyu	3 Dakika
9.	Distile su	Çalkalama

10. Periyodik asit	5 Dakika
11. Distile su	1 kez durula
12. Schiffsolusyonu	15 dakika
13. Çeşme suyu	10 dakika
14. Distile su	Çalkalama
15. % 70'lik alkol	3 Dakika
16. % 80'lik alkol	3 Dakika
17. % 100'lük alkol	3 Dakika
18. Ksilol-I	5 Dakika
19. Ksilol-II	5 Dakika

Preparatlar entellan ile kapatıldı ve ışık mikroskopunda incelenerek görüntüler alındı.

### 3.2.1.7. Aldehit Fuksin boyama metodu

Hazırlanışı: 1 gr Aldehit fuksin (Carlo erba) tartılarak 100 ml % 70'lik alkol içerisinde çözüldü. Ardından içine 1 ml saf HCl ve 2 ml paraaldehit (Merck) eklendi. Karışım koyu eflatun ya da mor rengi haline gelince yaklaşık olarak 1 gece (24 saat) oda sıcaklığında bekletildi. Daha sonra mikrotomla 5 µm alınan kesitler şalelere alınarak boyama işlemi gerçekleştirildi.

Şalelere alınan preparatları boyama basamakları aşağıdaki gibidir:

1. Ksilol-I	5 Dakika
2. Ksilol-II	5 Dakika
3. % 100'lük alkol	3 Dakika
4. % 80'lik alkol	3 Dakika
5. % 70'lik alkol	3 Dakika
6. Distile su	5 Dakika
7. Aldehit fuksin	10 Dakika
8. Çeşme suyu	3 Dakika
9. Distile su	Çalkalama
10. % 70'lik alkol	3 Dakika



- |                     |          |
|---------------------|----------|
| 11. % 80'lik alkol  | 3 Dakika |
| 12. % 100'lük alkol | 3 Dakika |
| 13. Ksilol-I        | 5 Dakika |
| 14. Ksilol-II       | 5 Dakika |

Preparatlar entellan ile kapatıldı ve ışık mikroskobunda incelenerek görüntüler alındı.

### 3.2.1.8. Aldehit Fuksin/ Alcian Blue pH 2.5 boyama metodu

Yukarıda belirtildiği gibi Aldehit fuksin ve Alcian Blue pH 2.5 boyaları hazırlandı. Daha sonra mikrotomla 5 µm alınan kesitler şalelere alınarak boyama işlemi gerçekleştirildi.

Şalelere alınan preparatları boyama basamakları aşağıdaki gibidir

- |                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| 1. Ksilol-I            | 5 Dakika           |
| 2. Ksilol-II           | 5 Dakika           |
| 3. % 100'lük alkol     | 3 Dakika           |
| 4. % 80'lik alkol      | 3 Dakika           |
| 5. % 70'lik alkol      | 3 Dakika           |
| 6. Distile su          | 5 Dakika           |
| 7. % 70'lik alkol      | 1 kez çalkala      |
| 8. Aldehit fuksin      | 20 Dakika          |
| 9. % 70'lik alkol      | 1-2 defa çalkalama |
| 10. Çeşme suyu         | 1-2 defa çalkalama |
| 11. Alcian Blue pH 2.5 | 2-5 dakika         |
| 12. % 70'lik alkol     | 3 Dakika           |
| 13. % 80'lik alkol     | 3 Dakika           |
| 14. % 100'lük alkol    | 3 Dakika           |
| 15. Ksilol-I           | 5 Dakika           |
| 16. Ksilol-II          | 5 Dakika           |

Preparatlar entellan ile kapatıldı ve ışık mikroskobunda incelenerek görüntüler alındı.

### **3.2.2. Mukus hücre analizi**

Periodik Asit-Schiff boyası ile boyanan preparatlardan içeren mukus hücre yoğunlukları ve hücre alanları, 5 farklı bölgeden belirlendi. Hücre yoğunlukları için 500  $\mu\text{m}$  uzunluğunda primer filamentlerde bulunan hücrelerden ölçümler yapıldı. Hücre alanları ise her bir solungaç lamelleri üzerindeki 40 hücreden ölçüm yapıldı.

### **3.2.3. İstatistiksel analizi**

Hücre yoğunluğu ve alanlarının ölçümü sonucunda değerler  $\text{ortalama} \pm \text{ortalamanın standart hatası}$  olarak verildi. İstatistiksel analizler SPSS paket programında yapıldı. Gruplar arasındaki fark tek yönlü varyans analizi ile farkın derecesi ise Duncan testi ile belirlendi.

## 4.BULGULAR

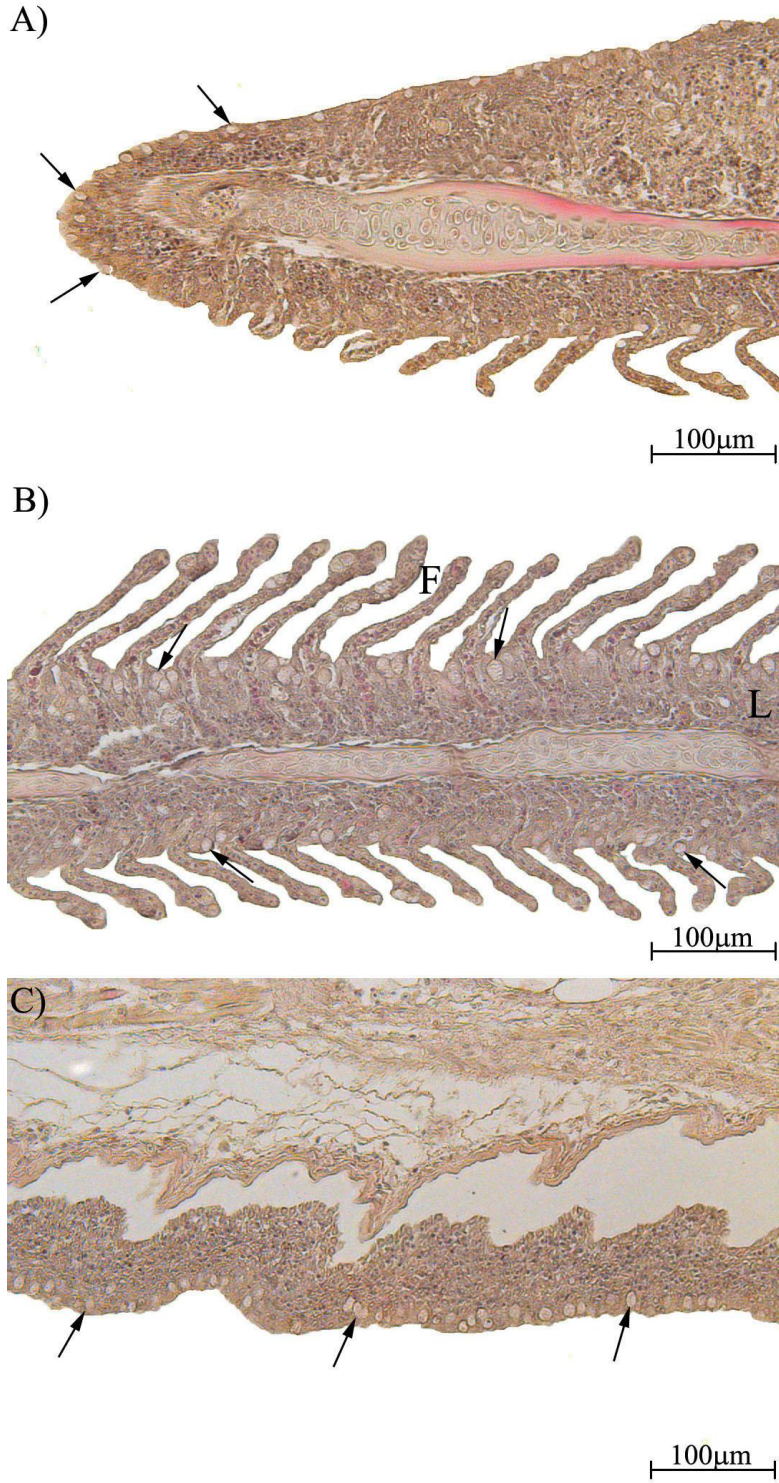
### 4.1. Genel Boyama

Bu çalışmada, farklı bölgelerden örneklenen solungaç dokularının rutin histolojik incelenmesi için Hematoksilen Eozin boyası kullanıldı. Solungaç yaylarının alt kısımlarında solungaç dikenleri üst kısımda ise solungaç fonksiyonlarını yerine getiren solungaç lamelleri olduğu gözlemlendi. Solungaç lamelerinde önce primer lamel yapılarının daha sonrasında ise sekonder filamentlerin olduğu belirlendi (Şekil 4.1.).

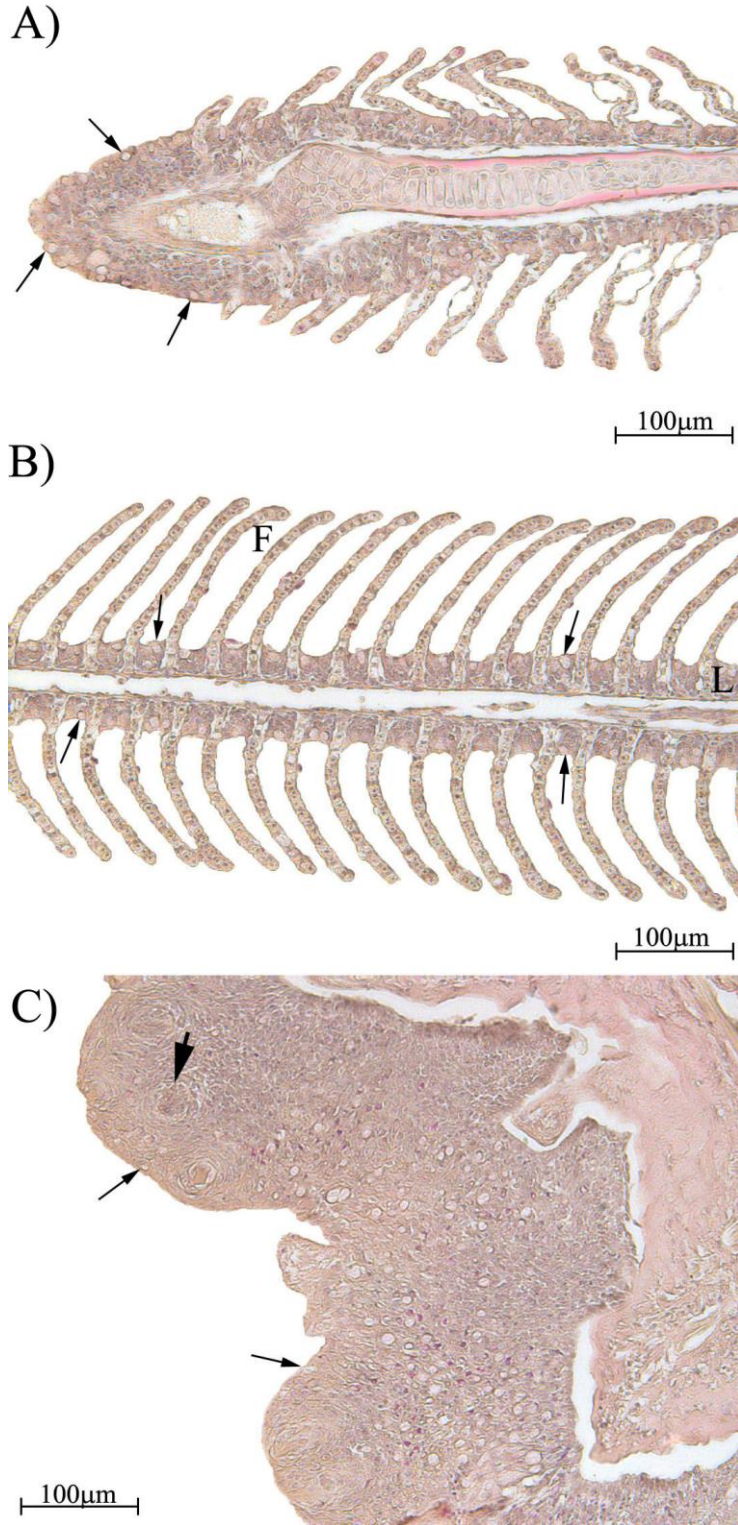
Van balığının (*Alburnus tarichi* Guldenstädt, 1814) solungaç dokusunda pavement hücreleri, mitokondri zengin hücreler, kan hücreleri, mukus hücreleri, pillar hücreleri, rodlet hücreleri, eozinofilik granüllü hücreler ve nöroepitelyal hücreleri bulunduğu gözlemlendi.

Yapılan Hematoksilen Eozin boyama sonucunda göl, mansap, akarsu girişi, akarsu ve göle giriş bölgeleri karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma sonucunda göl ve göle giriş lokalitelerinde solungaç filamentleri arasındaki hücrelerde hiperplazinin gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4.1., 4.5.). Ayrıca göl, mansap, akarsu girişi ve göle giriş lokasyonlarında rutin solungaç görünümü görülürken akarsu lokalitesinde ise solungaç filamentleri içerisinde parazitlere ait plazmodyum yapıları görülmüştür (Şekil 4.6). Aynı zamanda mikroskopik incelemeler sonucunda solungaç dikenleri üzerinde tat tomurcuklarının olduğu belirlendi (Şekil 4.8.).

Hematoksilen Eozin ile boyanan solungaç dokusunda mukus hücrelerinin boyanmadığı içi boş hücreler şeklinde görüldüğü belirlenmiştir.



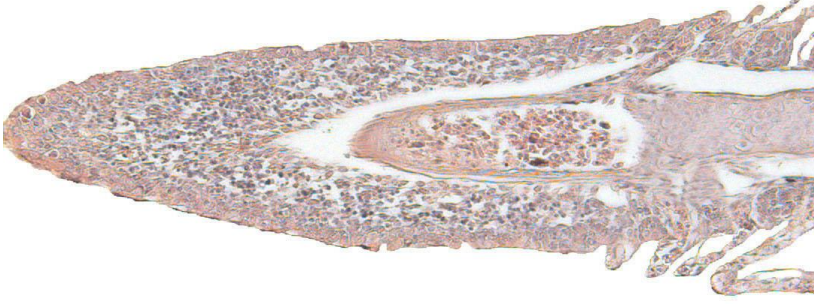
Şekil 4.1. Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Hematoksilen Eozin ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri; F, primer filament; L, sekonder lamel).



Şekil 4.2. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Hematoksilen Eozin ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri, ok ucu, Tat tomurcuklar, F, primer filament L, sekonder lamel).

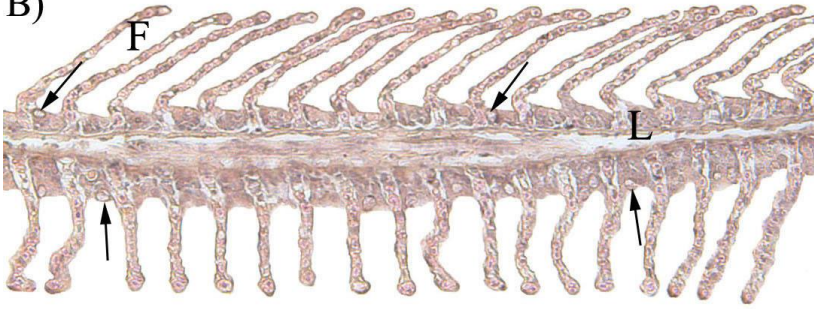


A)



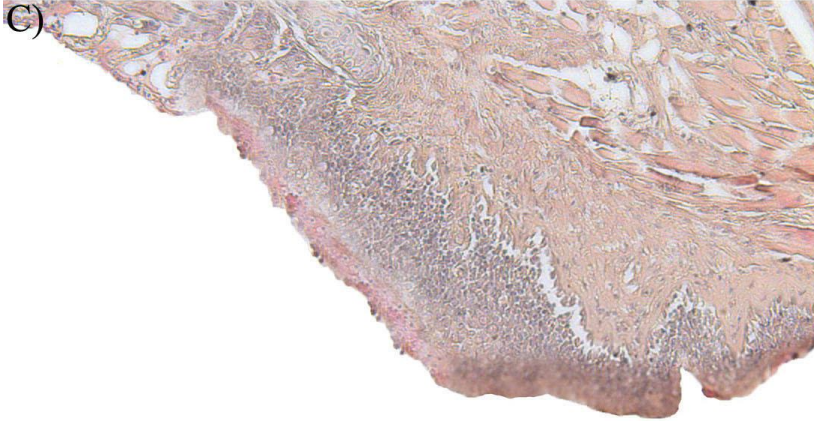
100µm

B)



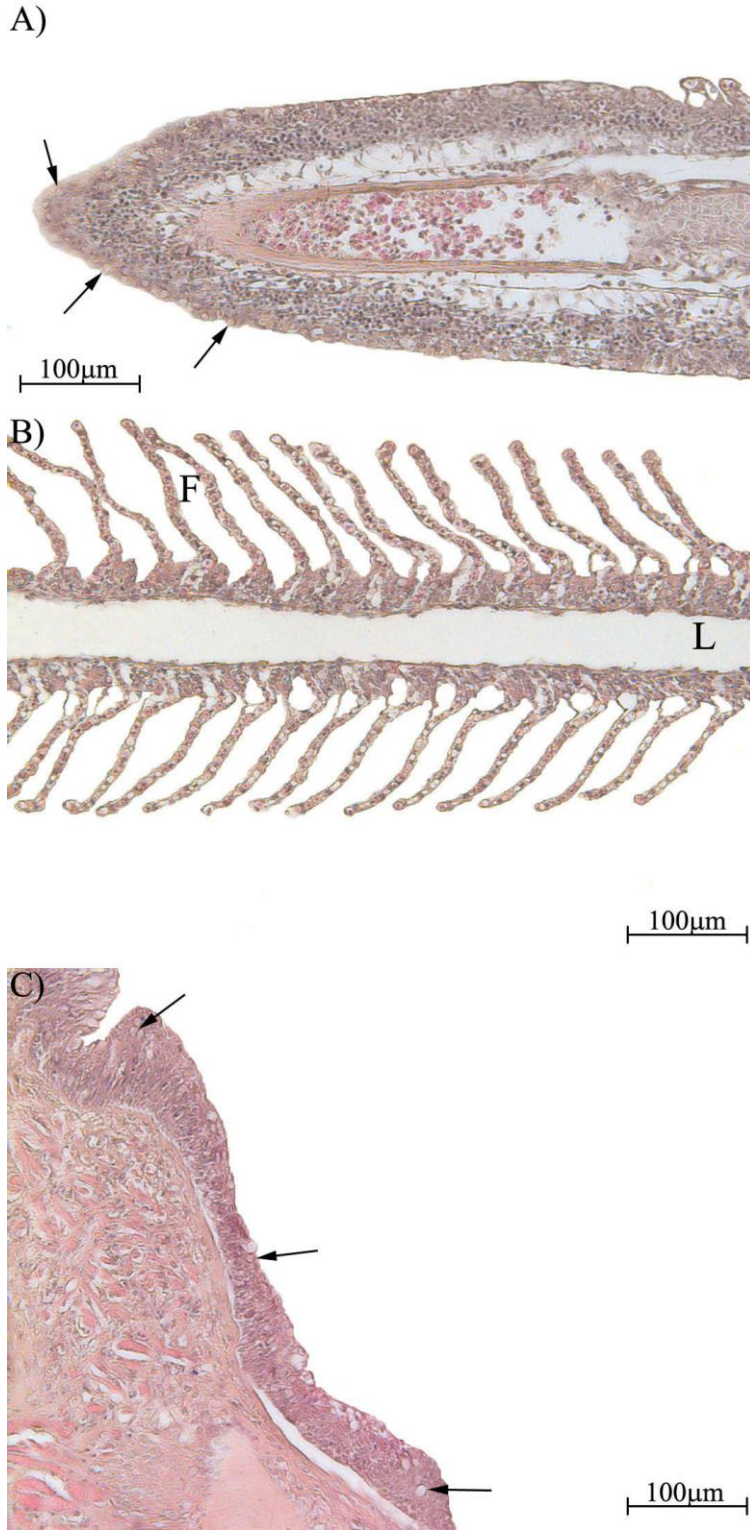
100µm

C)



100µm

Şekil 4.3. Akarsu girişinden alınan solungaç dokusunun Hematoksilen Eozin ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri; F, primer filament; L, sekonder lamel).

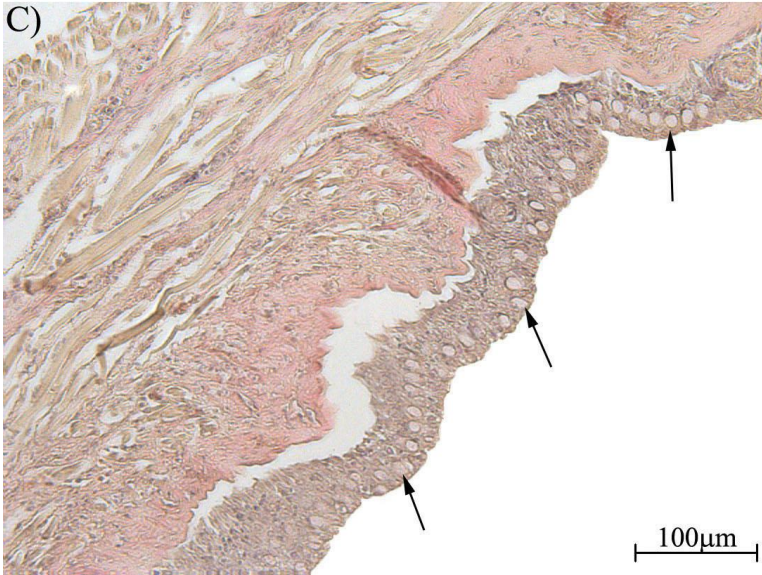
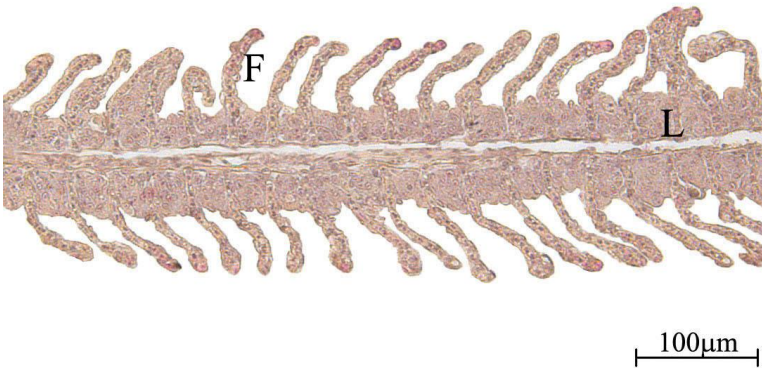


Şekil 4.4. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Hematoksilen Eozin ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri; F, primer filament; L, sekonder lamel).

A)

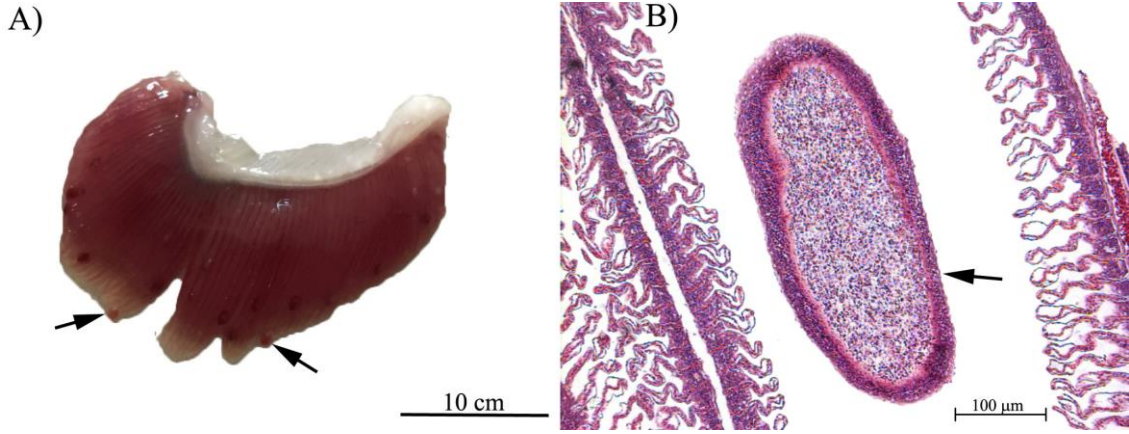


B)



Şekil 4.5. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Hematoksilen Eozin ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri; F, primer filament; L, sekonder lamel).





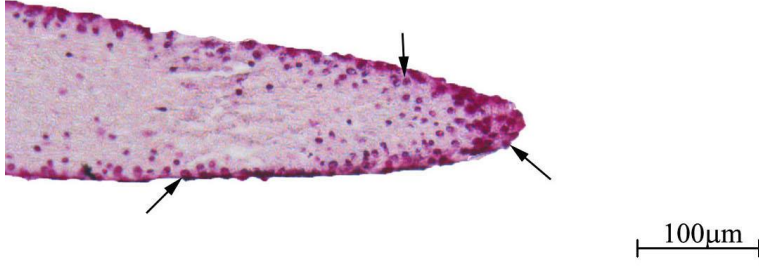
Şekil 4.6. Van balığına ait solungaç dokusundaki parazitlere ait plazmodyumun genel (A) ve histolojik görünümü (B) (A-Ok; plazmodyumun genel görünümü; B-Ok, plazmodyumun histolojik görüntüsü).

#### 4.2. Nötral Glikokonjugatların Belirlenmesi

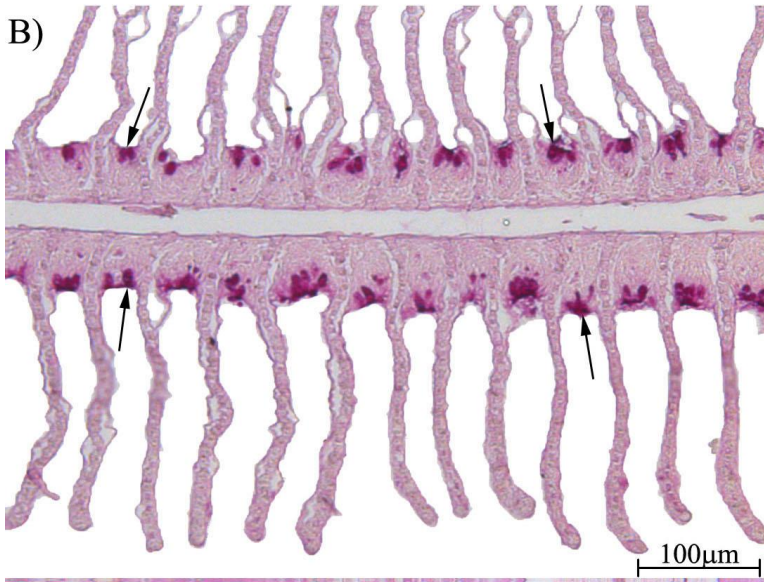
Nötral glikokonjugatların belirlenmesinde Periyodik Asit-Shiff (PAS) boyası kullanıldı. Boyama sonucuna göre bütün bölgelerdeki mukus hücrelerinin PAS Boyası ile pozitif olarak boyandığı gözlemlendi (Çizelge 4.3.). Akarsu ve göle giriş bölgelerinden alınan solungaç dokusundaki lamellerde mukus hücrelerinin salgıladığı nötral glikokonjugatların diğer üç bölgeyle karşılaştırıldığında daha az reaksiyon gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.7., 4.8., 4.9., 4.10., 4.11.). Boyama şiddetinin aynı lokaliteden alınan solungaç dokusu içerisinde yer alan uç bölge, filament ve sekonder lamel ve solungaç dikenleri arasında da farklılık gösterdiği belirlendi (Şekil 4.10.).

Boyama sonucunda PAS pozitif boyanan hücrelerin solungaç dikenlerinde ve solungaç uç bölgelerinde, solungaç filament ve sekonder lamellerine oranla daha fazla olduğu gözlemlendi.

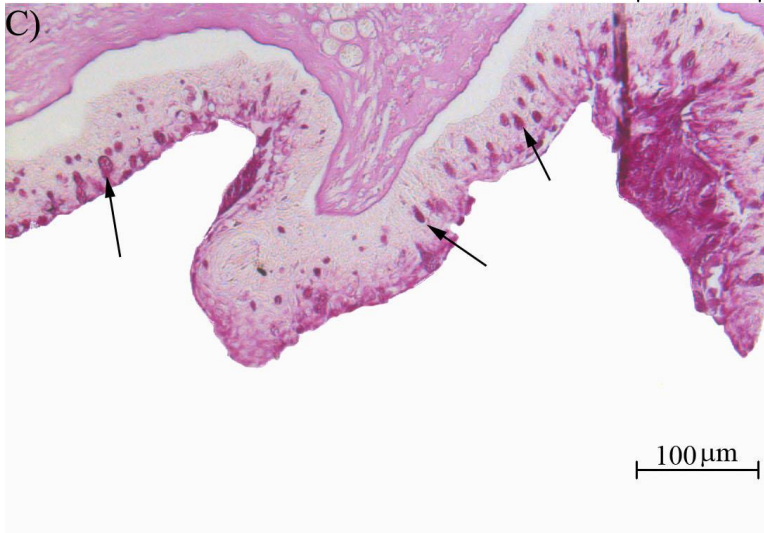
A)



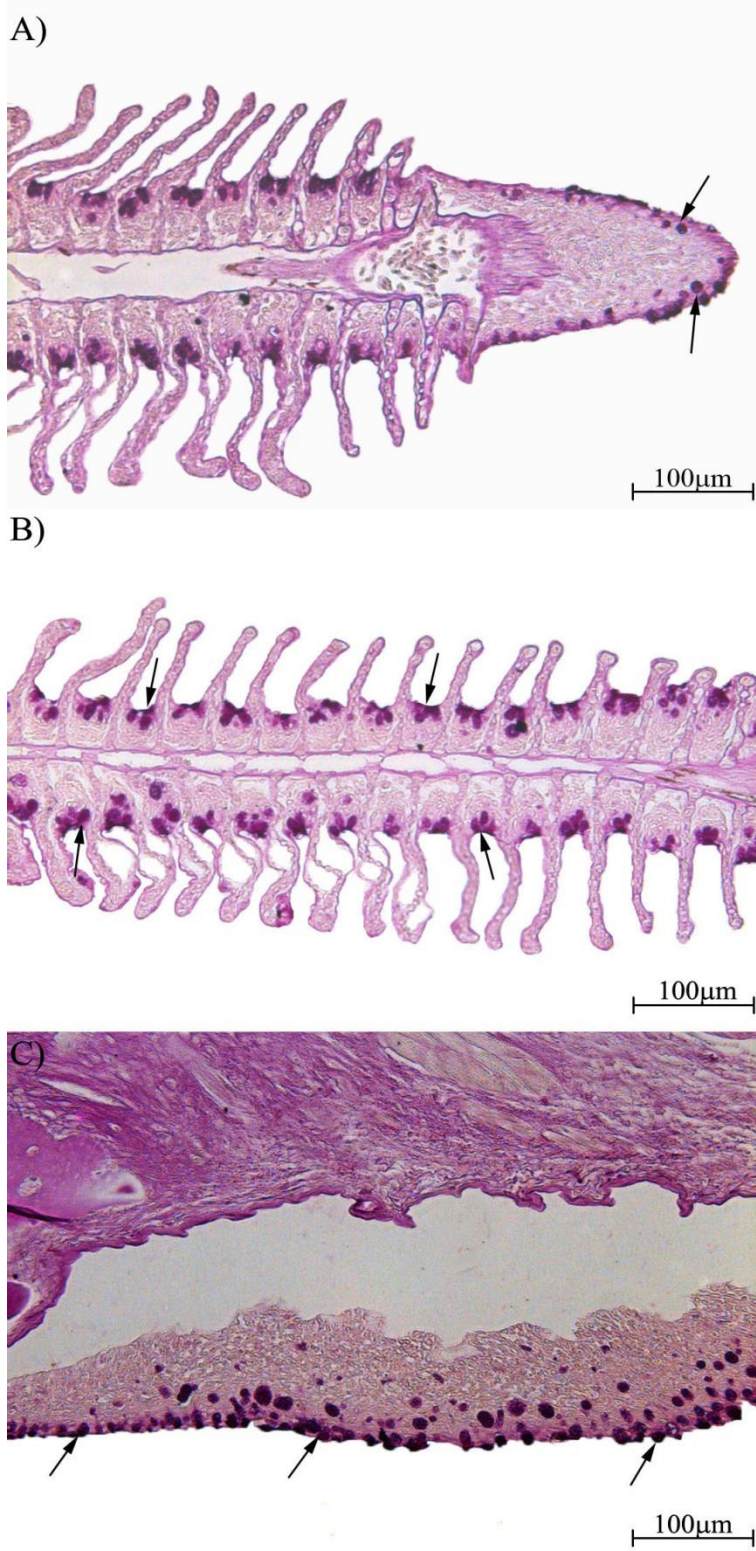
B)



C)



Şekil 4.7. Van Gölünden alınan solungaç dokusunda Periyodik Asit-Shiff (PAS) nötral glikokonjugatların boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



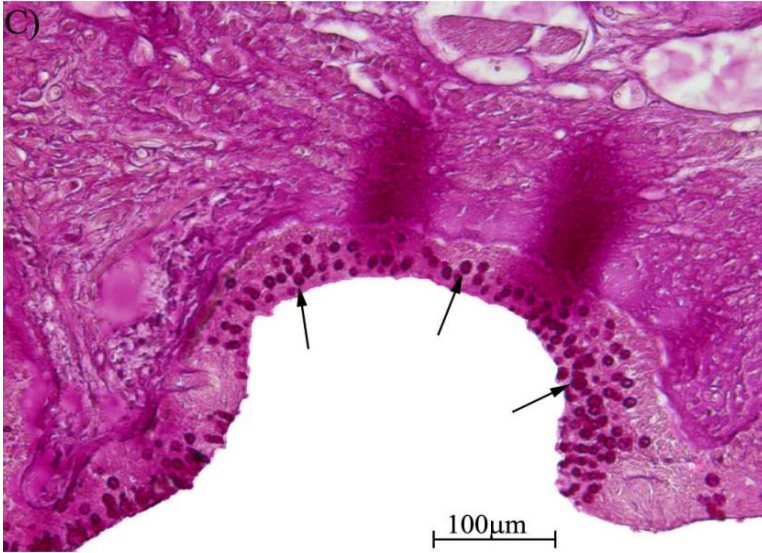
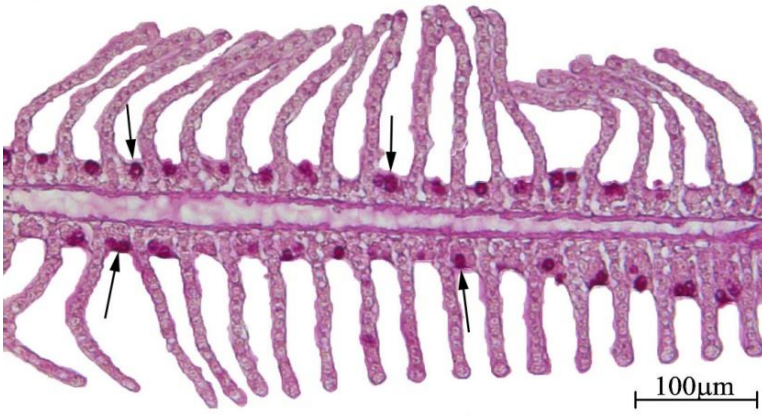
Şekil 4.8. Mansaptan alınan solungaç dokusunda Periyodik Asit-Shiff (PAS) nötral glikokonjugatların boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



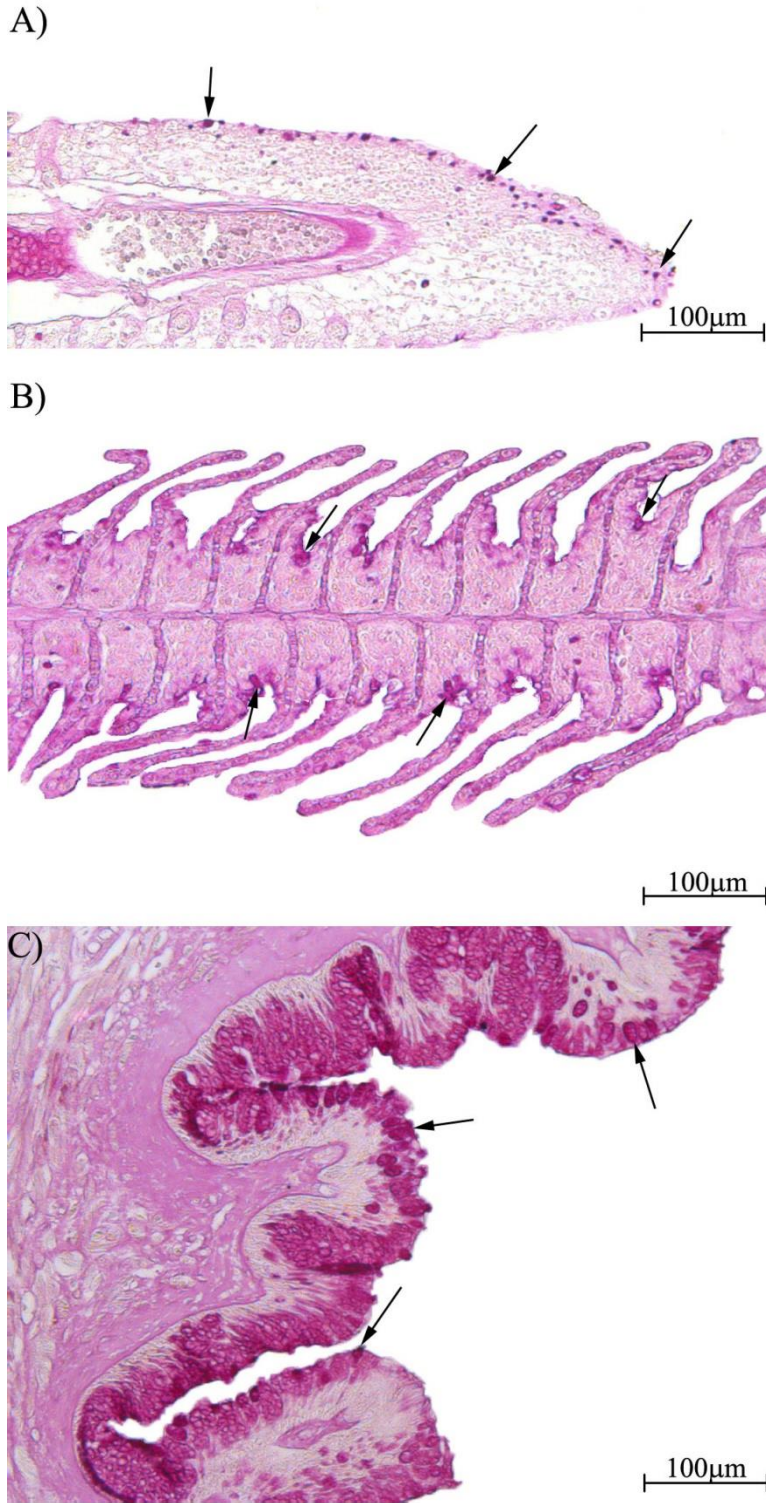
A)



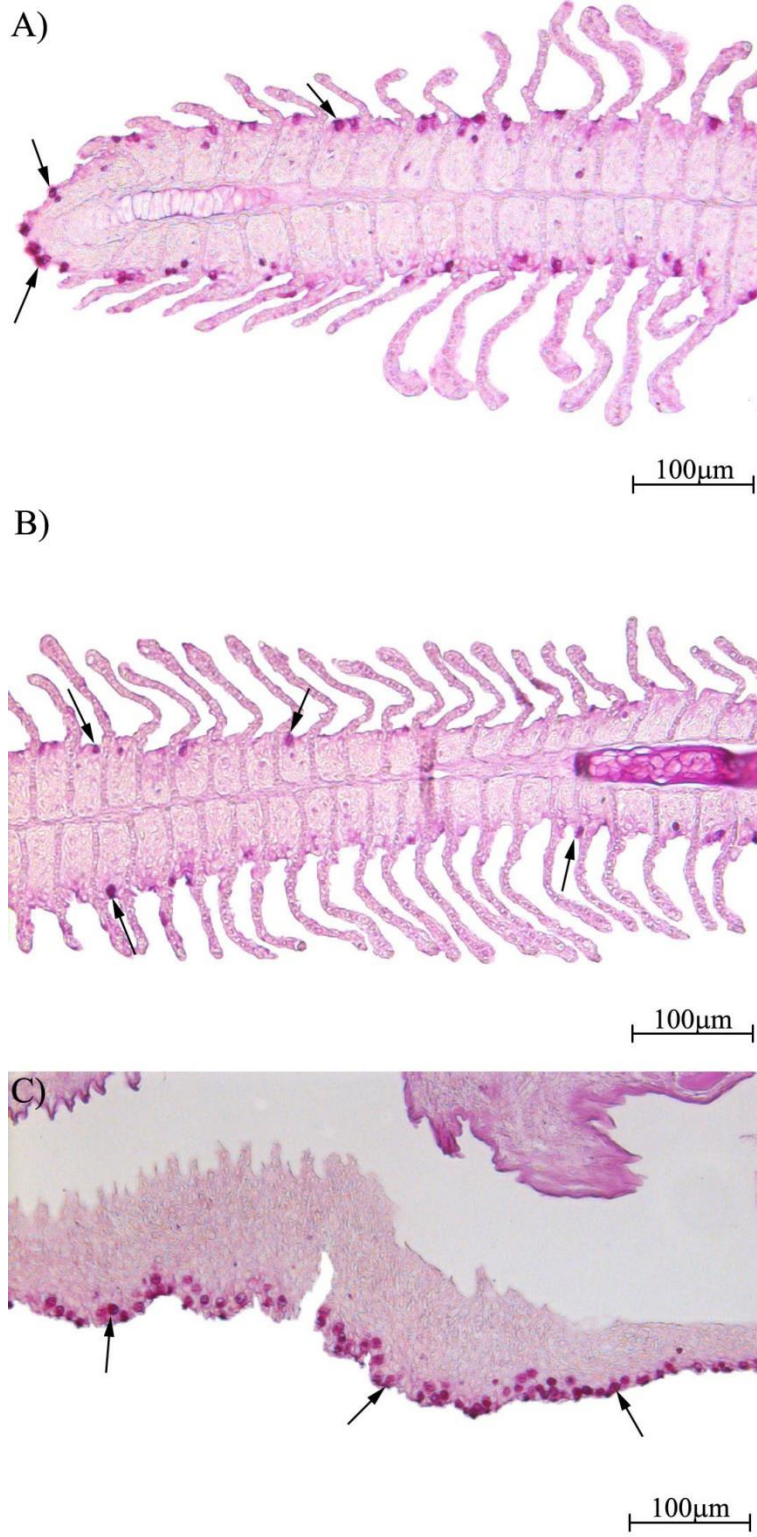
B)



Şekil 4.9. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunda Periyodik Asit-Shiff (PAS) nötral glikokonjugatların boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



Şekil 4.10. Akarsudan alınan solungaç dokusunda Periyodik Asit-Shiff (PAS) nötral glikokonjugatların boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



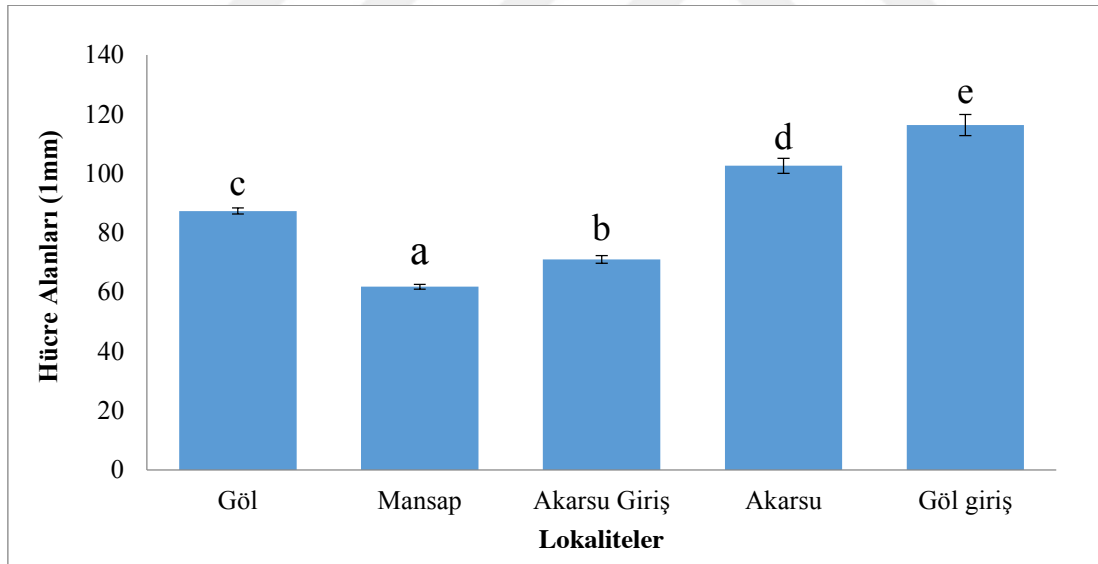
Şekil 4.11. Göle girişten alınan solungaç dokusunda Periyodik Asit-Shiff (PAS) nötral glikokonjugatların boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



Lokalitelere göre Van balığının solungaç filamentlerinde hücre alanlarının balığın üreme göçüne başladığı mansap bölgesinde artmaya başlayarak üremesini tamamladığı göle giriş bölgesinde en üst seviyeye ulaştığı belirlenmiştir (Çizelge 4.1., Şekil 4.12.).

Çizelge 4.1. Van balığının üreme göçü esnasında solungaç mukus hücrelerinde belirli mukus hücre alanlarının lokalitelere göre incelenmesi.

Lokalite	n	Ortalama±Stadart Hata
Göl	40	87.334±1.011 <sup>c</sup>
Mansap	40	61.797±0.766 <sup>a</sup>
Akarsu Giriş	40	71.034±1.333 <sup>b</sup>
Akarsu	40	102.651±2.548 <sup>d</sup>
Göl Giriş	40	116.391±3.606 <sup>e</sup>



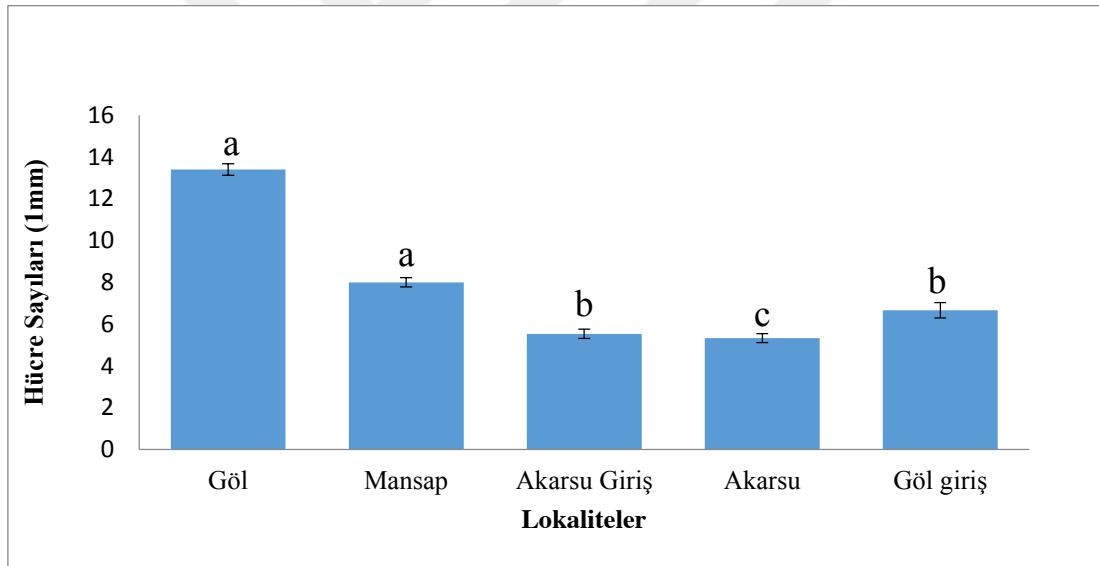
Şekil 4.12. Van balığının üreme göçü esnasında solungaç mukus hücrelerindeki hücre alanlarının lokalitelere göre belirlenmesi.

Lokalitelere göre Van balığının (*Alburnus tarichi* Guldenstädt, 1814) üreme göçü esnasında solungaç mukus hücre yoğunluğu Çizelge 4.2 ve Şekil 4.13 de gösterildiği gibidir. Mukus hücre yoğunluğunun üremenin başladığı göl ve mansap

bölgelerinde en yüksek seviyede olup balığın akarsuya girişi ile birlikte azalmış ve akarsu bölgesinde en düşük seviyede gözlenmiştir.

Çizelge 4.2. Van balığının üreme göçü esnasında solungaç mukus hücrelerinde yoğunluğun lokalitelere göre incelenmesi.

Lokalite	n	Ortalama±Stadart Hata
Göl	15	13.402±0.273 <sup>d</sup>
Mansap	15	8±0.220 <sup>c</sup>
Akarsu Giriş	15	5.539±0.227 <sup>a</sup>
Akarsu	15	5.33±0.217 <sup>a</sup>
Göl Giriş	15	6.667±0.363 <sup>b</sup>



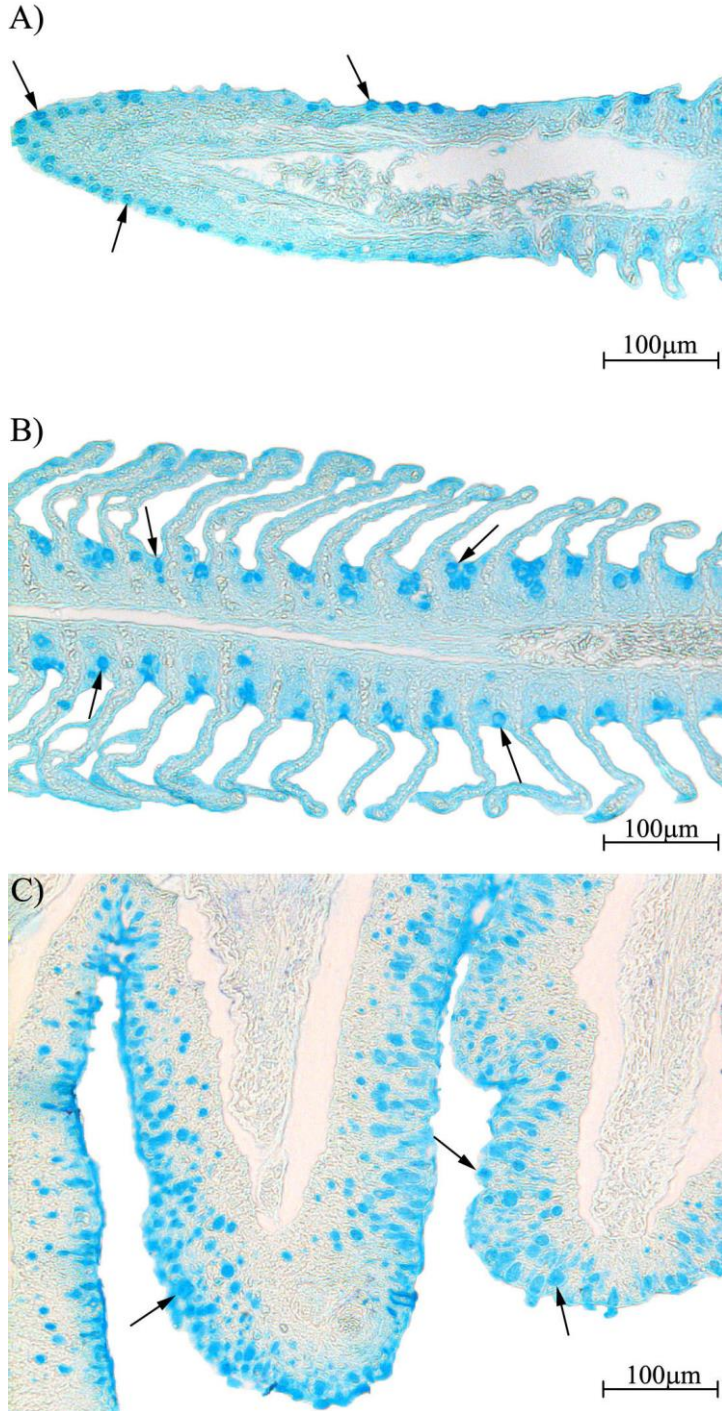
Şekil 4.13. Van balığının üreme göçü esnasında solungaç mukus hücre yoğunluğunun lokalitelere göre incelenmesi.

### 4.3. Karboksilatlı Glikokonjugatların Belirlenmesi

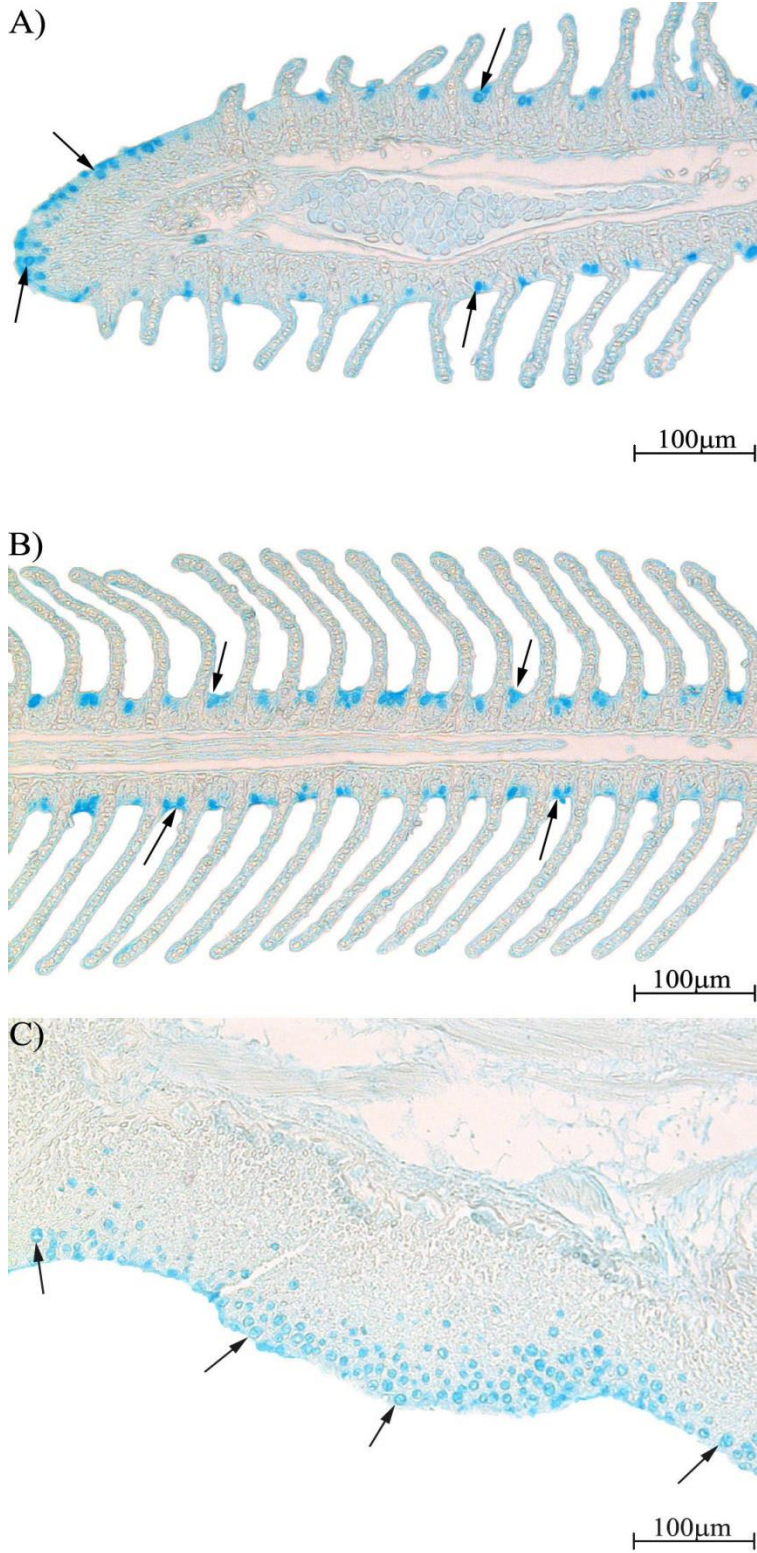
Karboksilatlı glikokonjugatların belirlenmesinde Alcian Blue (AB) pH 2.5 boyaması yapıldı (Şekil 4.14., 4.15., 4.16., 4.17., 4.18.). Boyama sonucunda akarsu ve göle giriş bölgelerinde bulunan solungaçlarındaki mukus hücrelerinde bulunan



karboksilatlı glikokonjugatların diğere dört bölgeye göre az yoğun boyandığı belirlendi. En yoğun boyanmanın ise akarsu giriş bölgesinde olduğu gözlemlendi (Çizelge 4.3.).

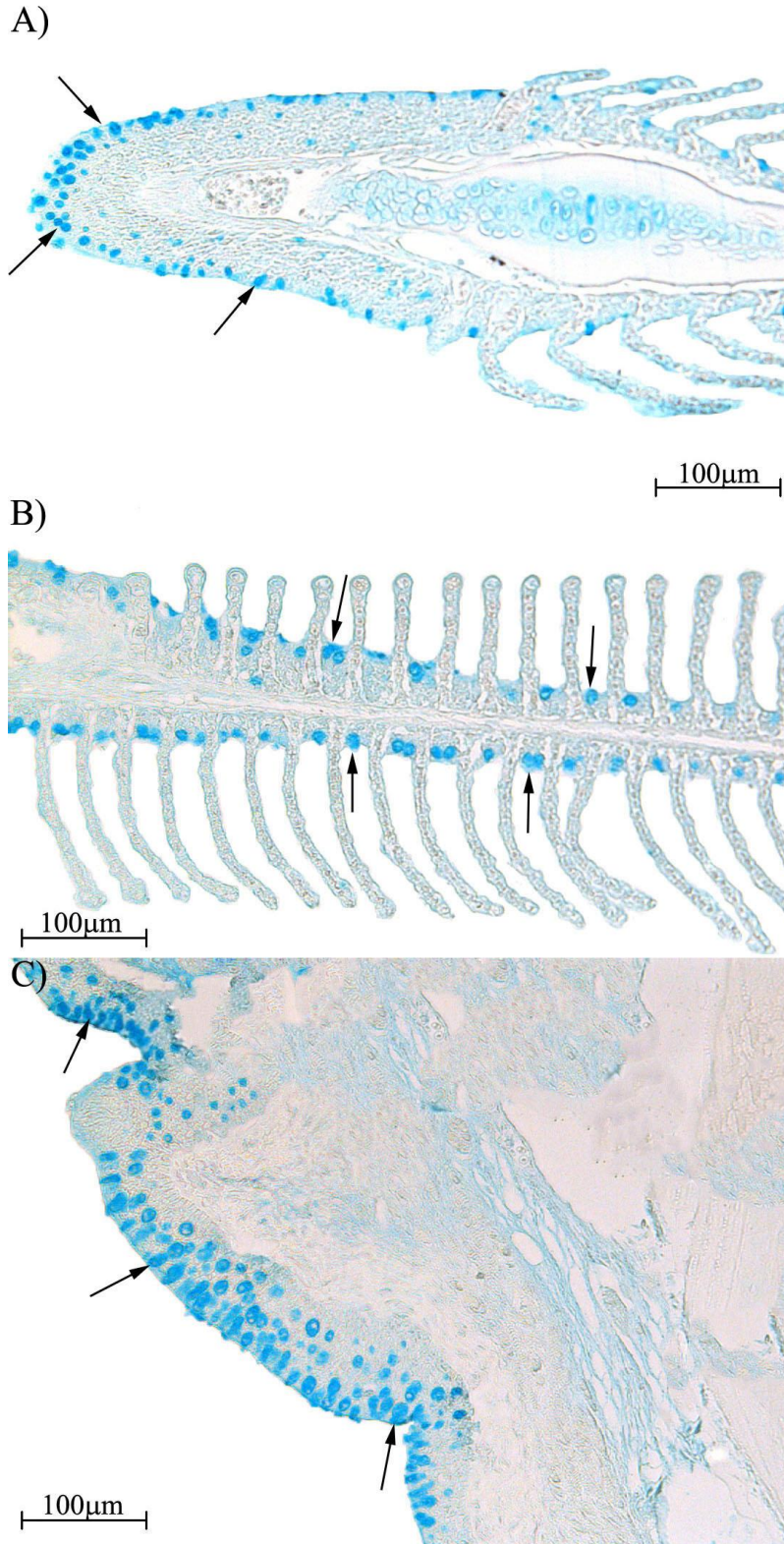


Şekil 4.14. Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).

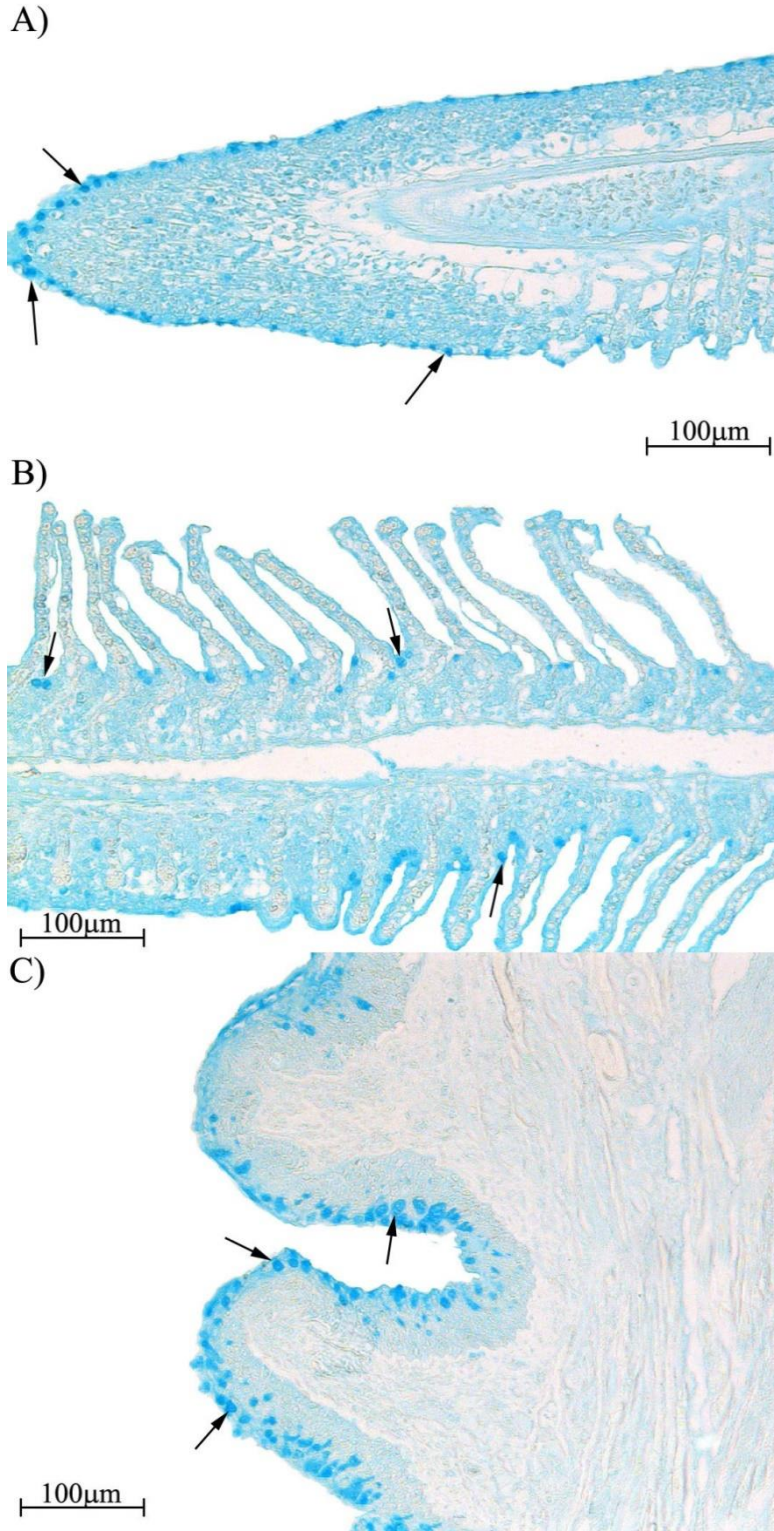


Şekil 4.15. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



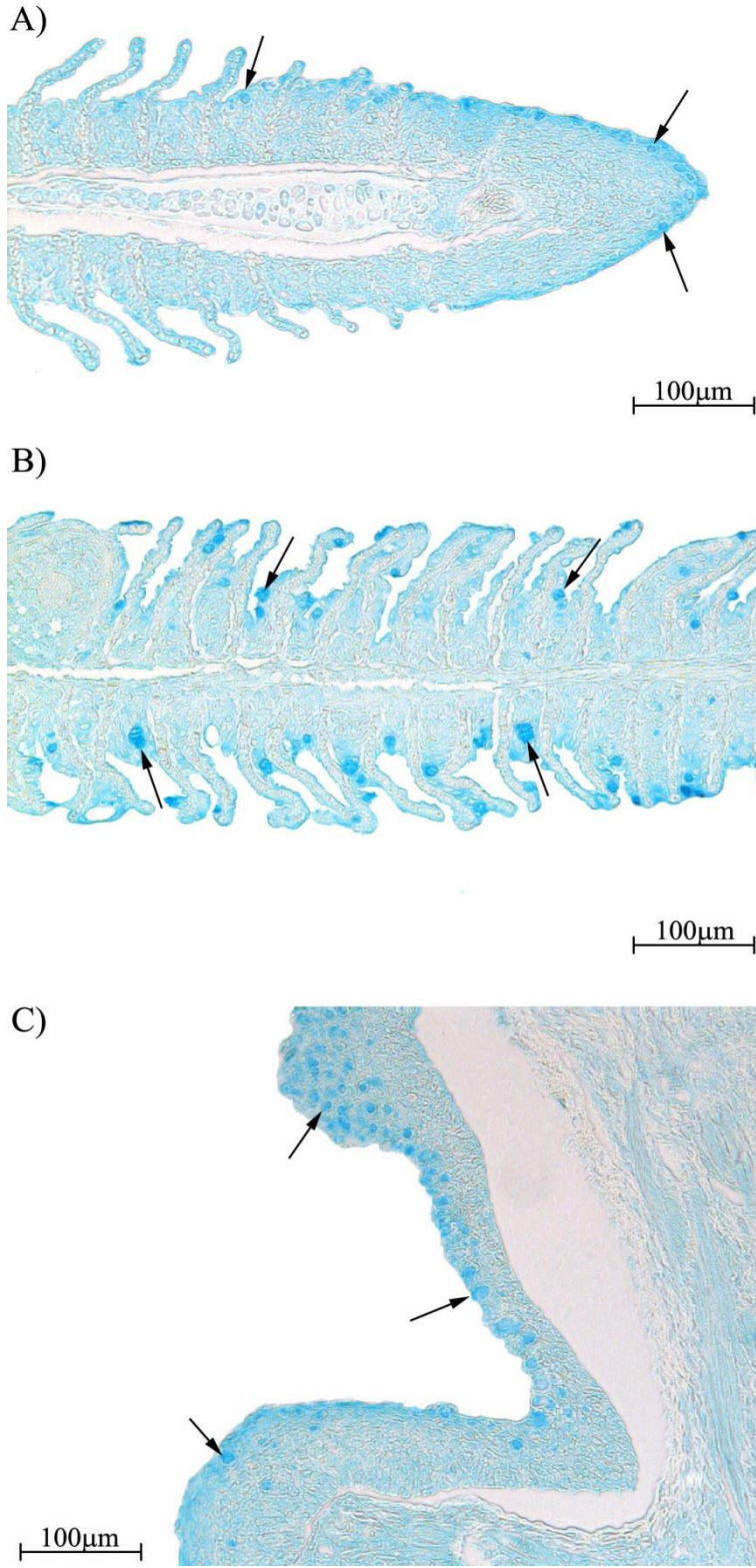


Şekil 4.16. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



Şekil 4.17. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).





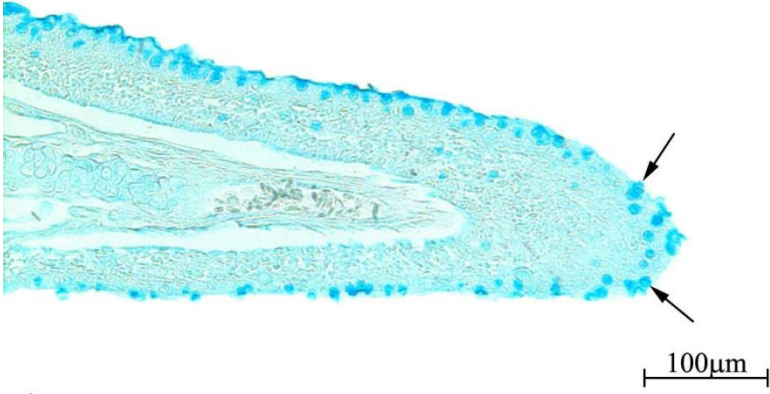
Şekil 4.18. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).

#### 4.4. O-sülfat Esterli Glikokonjugatların Belirlenmesi

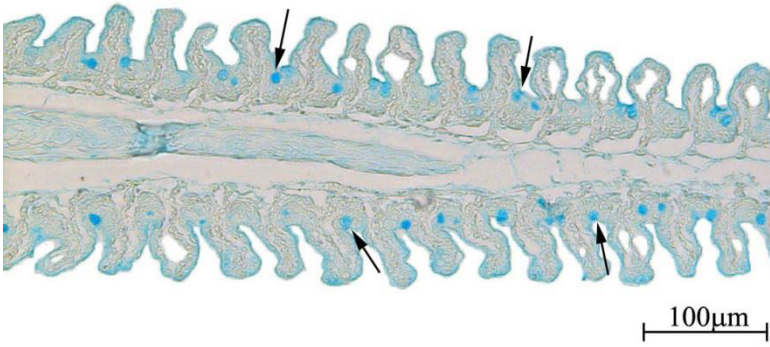
Mukus O-sülfat esterli glikokonjugatların belirlenmesinde Alcian Blue (AB) pH 1.0 boyası kullanıldı (Şekil 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23). Bütün mukus hücreleri pozitif olarak boyandı. Boyama şiddeti açısından incelendiğinde örnekleme yapılan lokaliteler arasında belirgin bir farkın olmadığı gözlemlendi (Çizelge 4.3.). Solungaç bölgeleri arasındaki en değişken lokasyonun göle giriş bölgesi olduğu, bu bölgede boyanma şiddetinin solungaç uç bölgesinde en fazla olduğu (+++) bunu solungaç dikenleri (++) ve solungaç filament bölgesinin takip ettiği belirlendi (+).



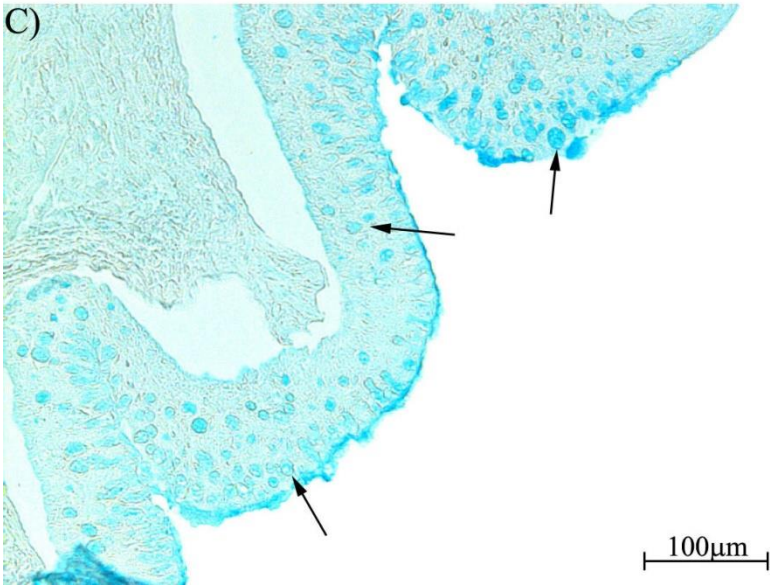
A)



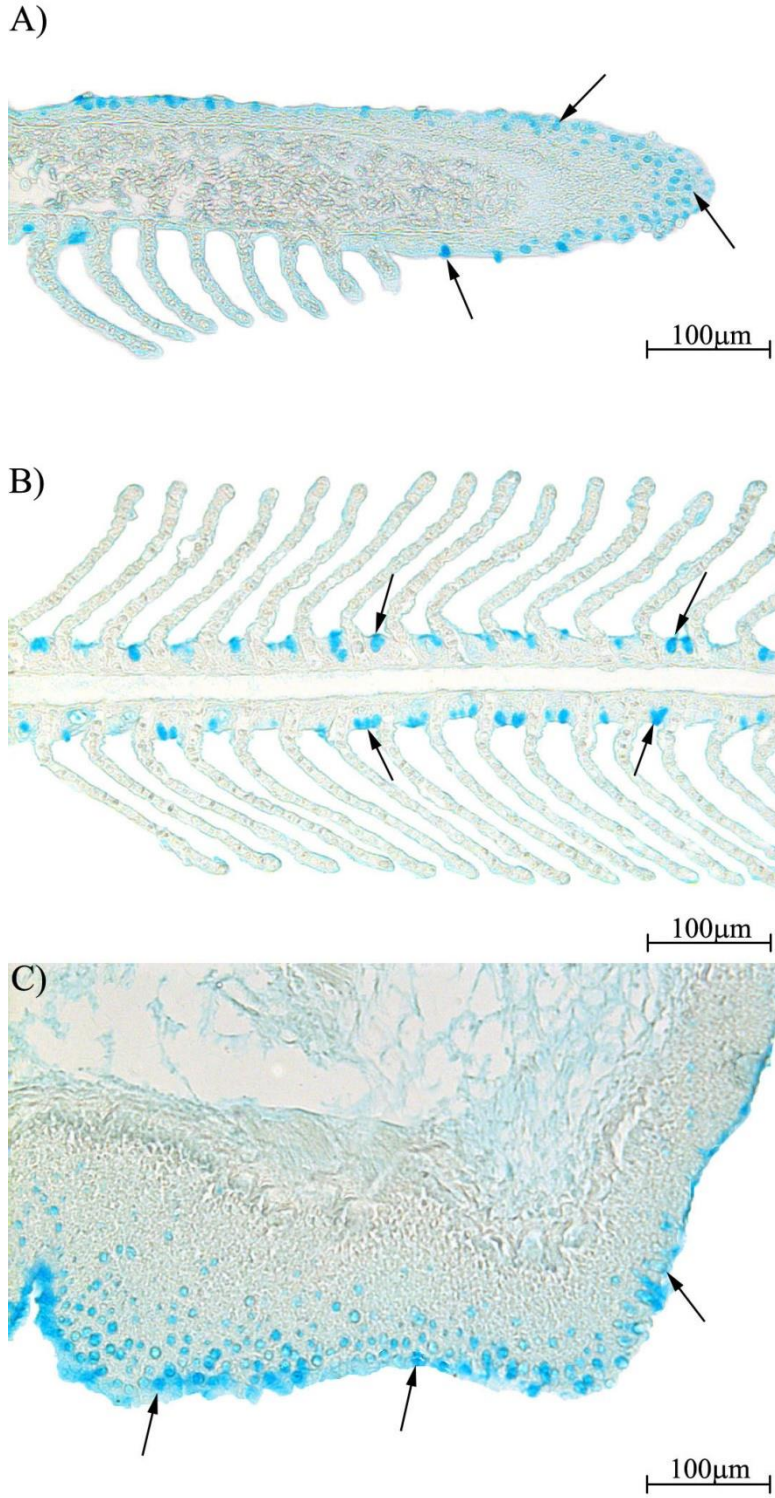
B)



C)

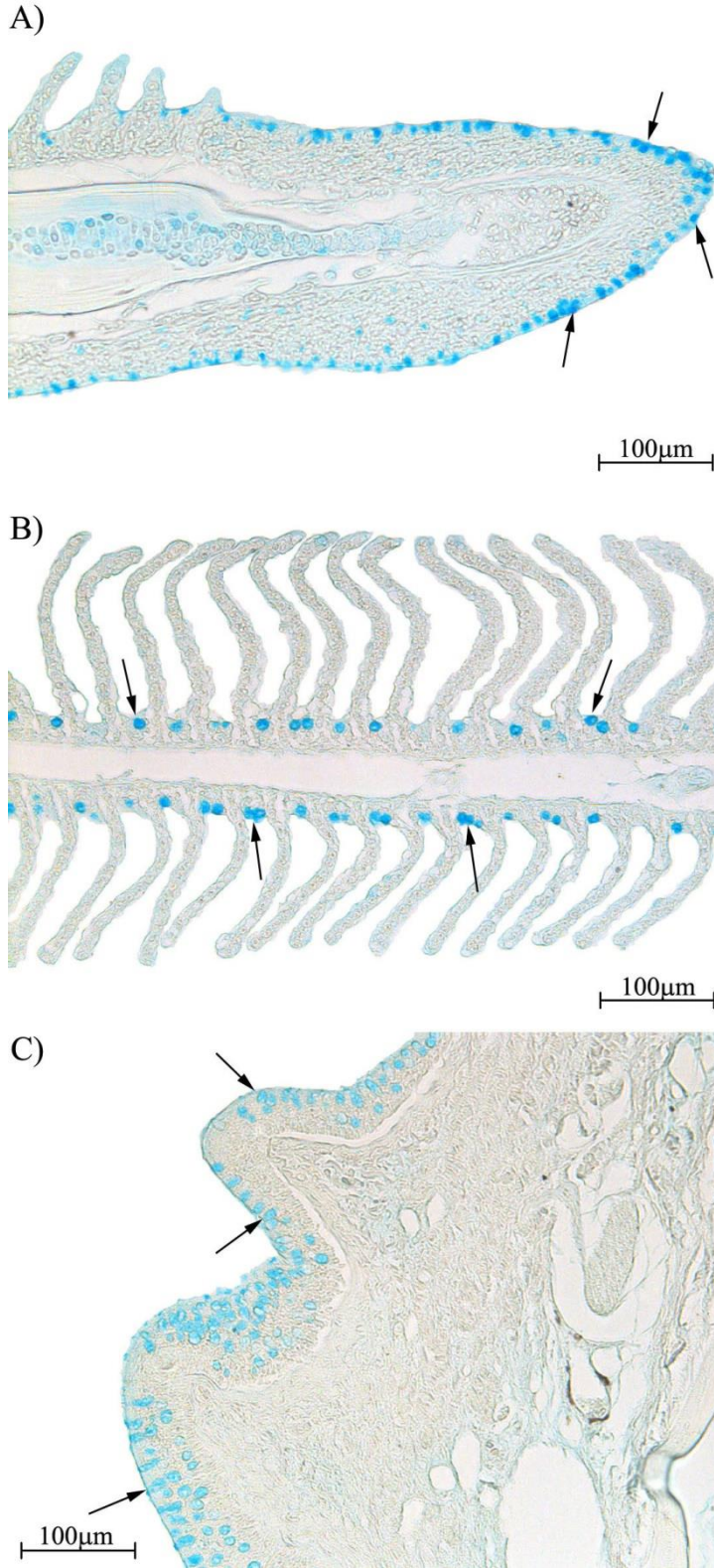


Şekil 4.19. Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 1.0 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).

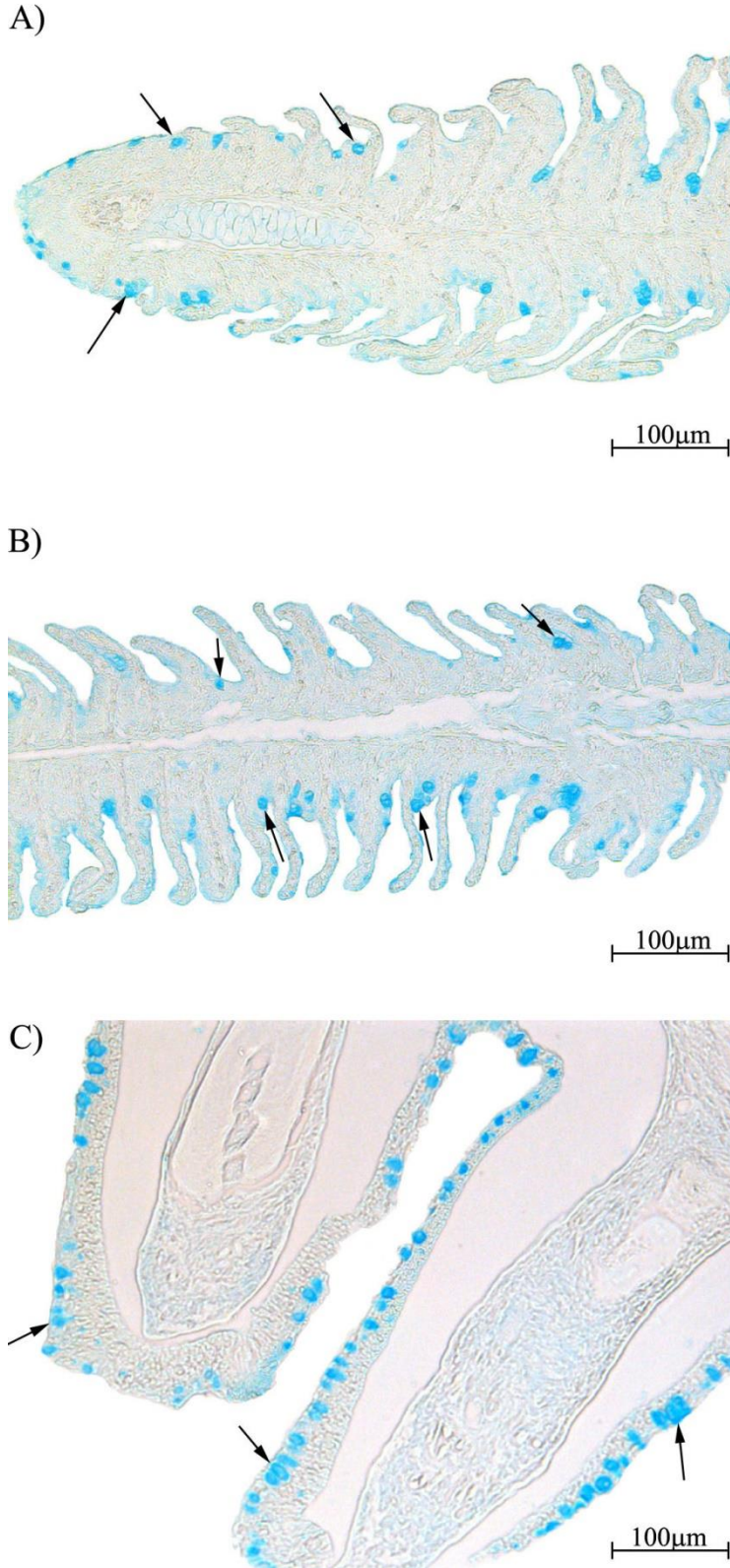


Şekil 4.20. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 1.0 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



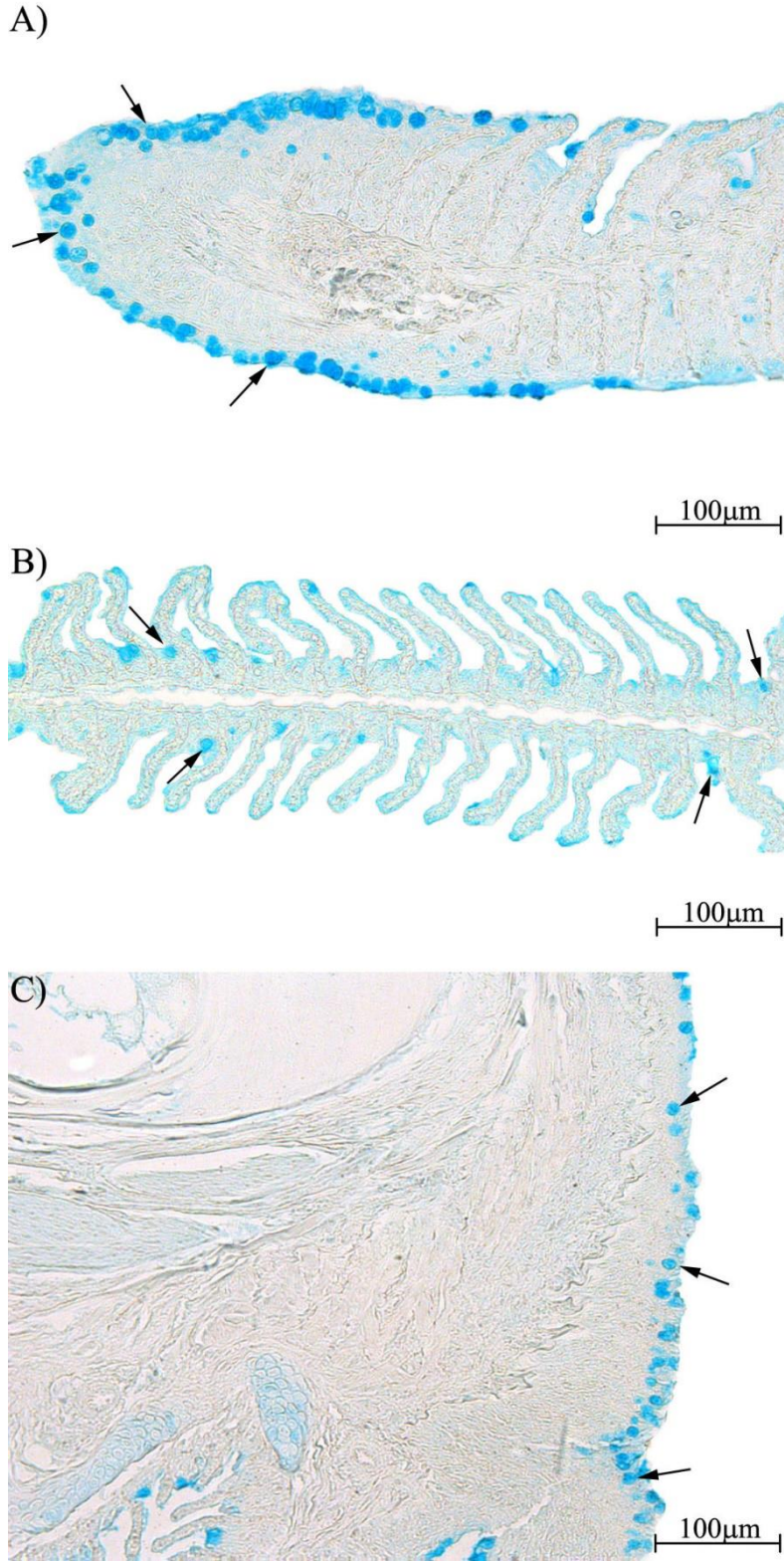


Şekil 4.21. Akarsu girişinden alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 1.0 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



Şekil 4.22. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 1.0 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



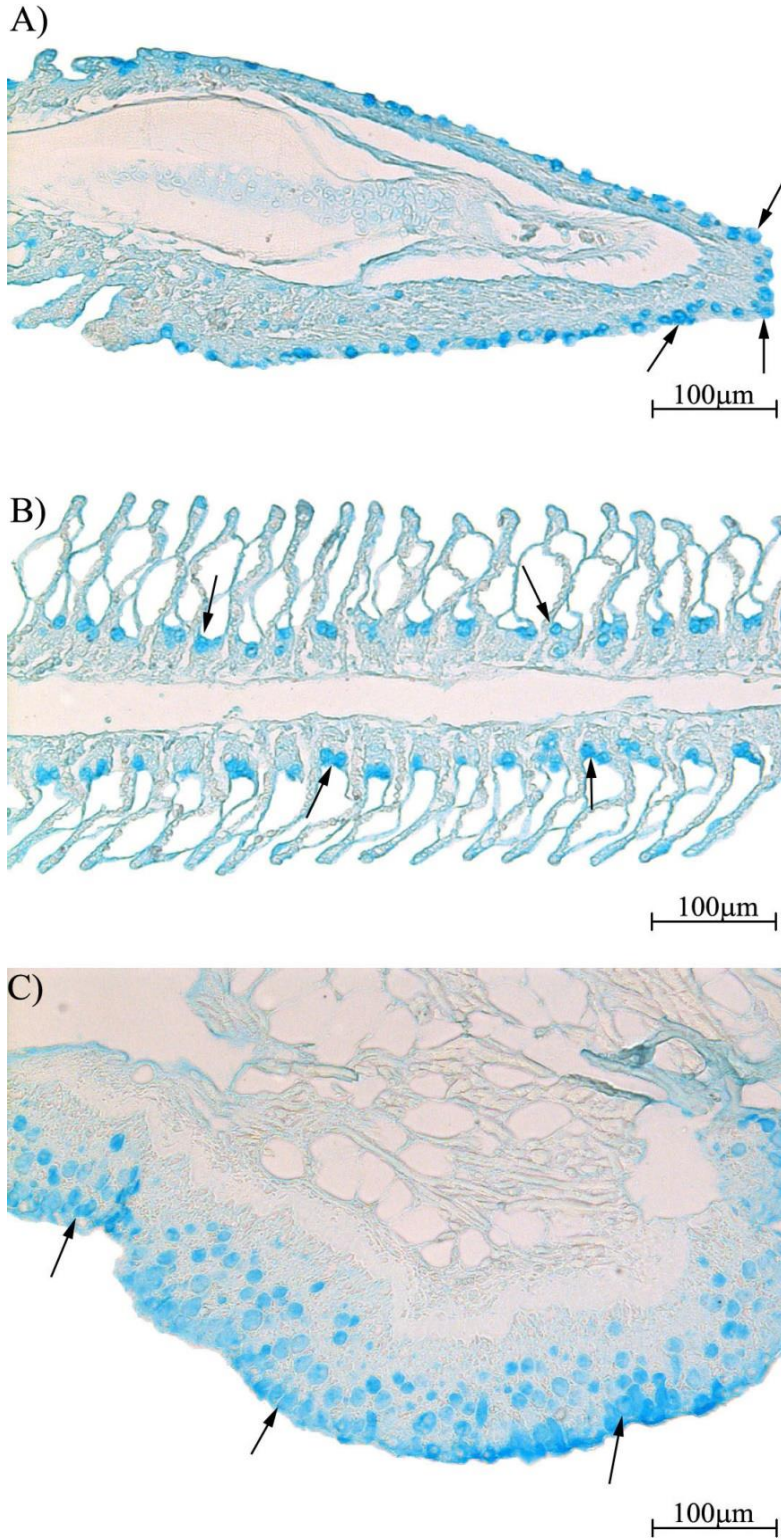


Şekil 4.23. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 1.0 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).

#### 4.5. Güçlü Sülfatlı Glikokonjugatların Belirlenmesi

Güçlü sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesinde AB pH 0.5 boyası kullanıldı (Şekil 4.24., 4.25., 4.26., 4.27., 4.28.). Mukus hücrelerin hepsinin boya ile pozitif reaksiyon verdiği gözlemlendi (Çizelge 4.3.). Yapılan çalışma sonucunda lokaliteler arasında boyama şiddetinin farklılık gösterdiği belirlendi. Boyama şiddetinin akarsu giriş bölgesinde daha yoğun (+++) olduğu, göle giriş bölgesinde ise daha az (+) olduğu belirlendi.





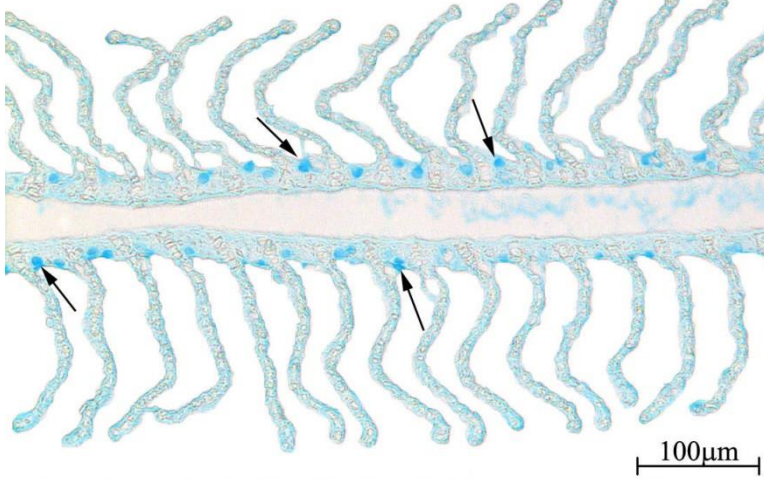
Şekil 4.24. Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 0.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



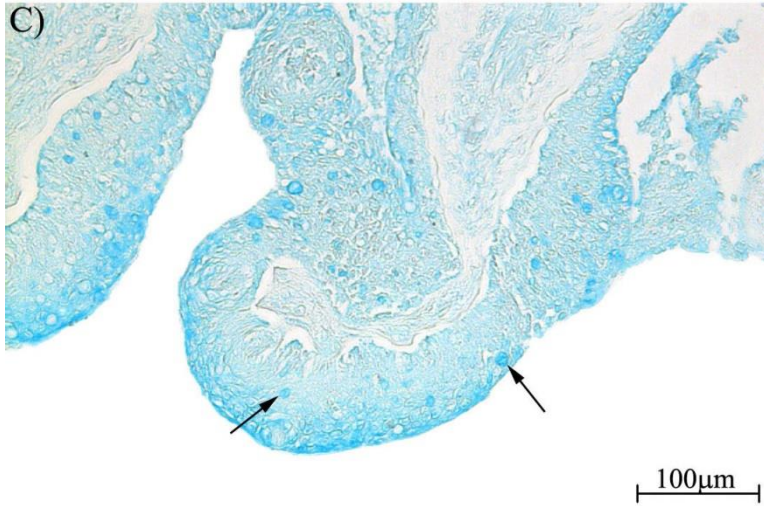
A)



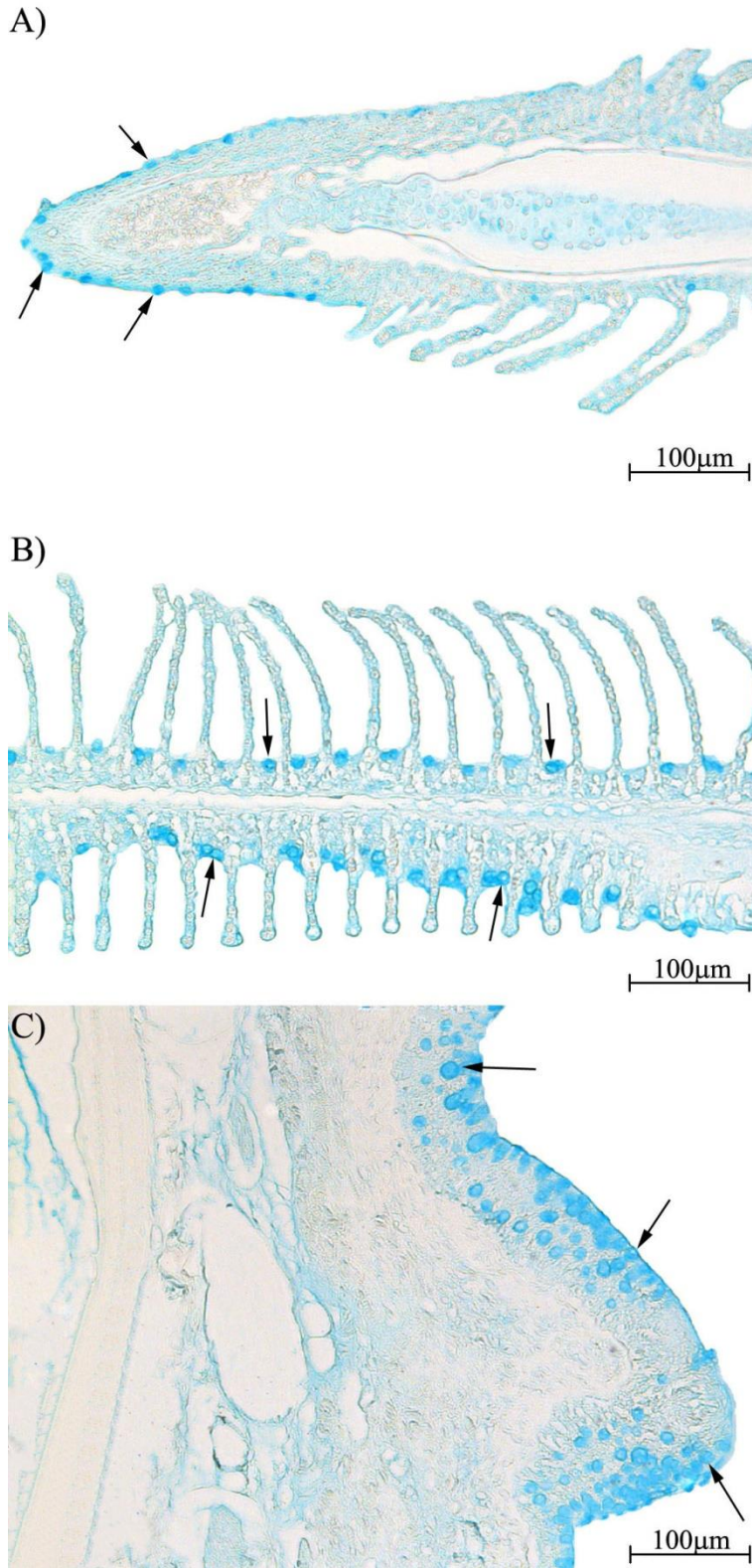
B)



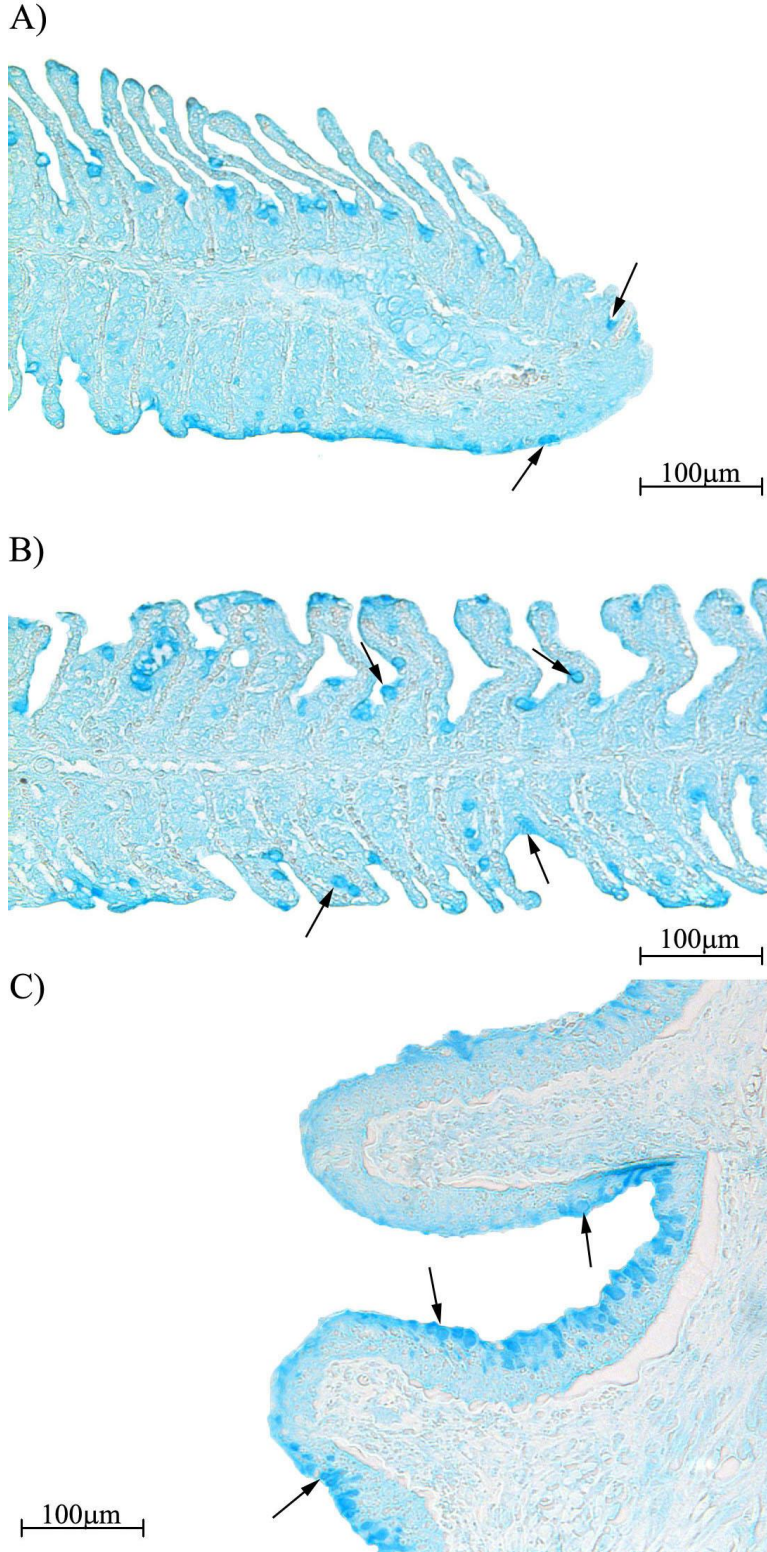
C)



Şekil 4.25. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 0.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).

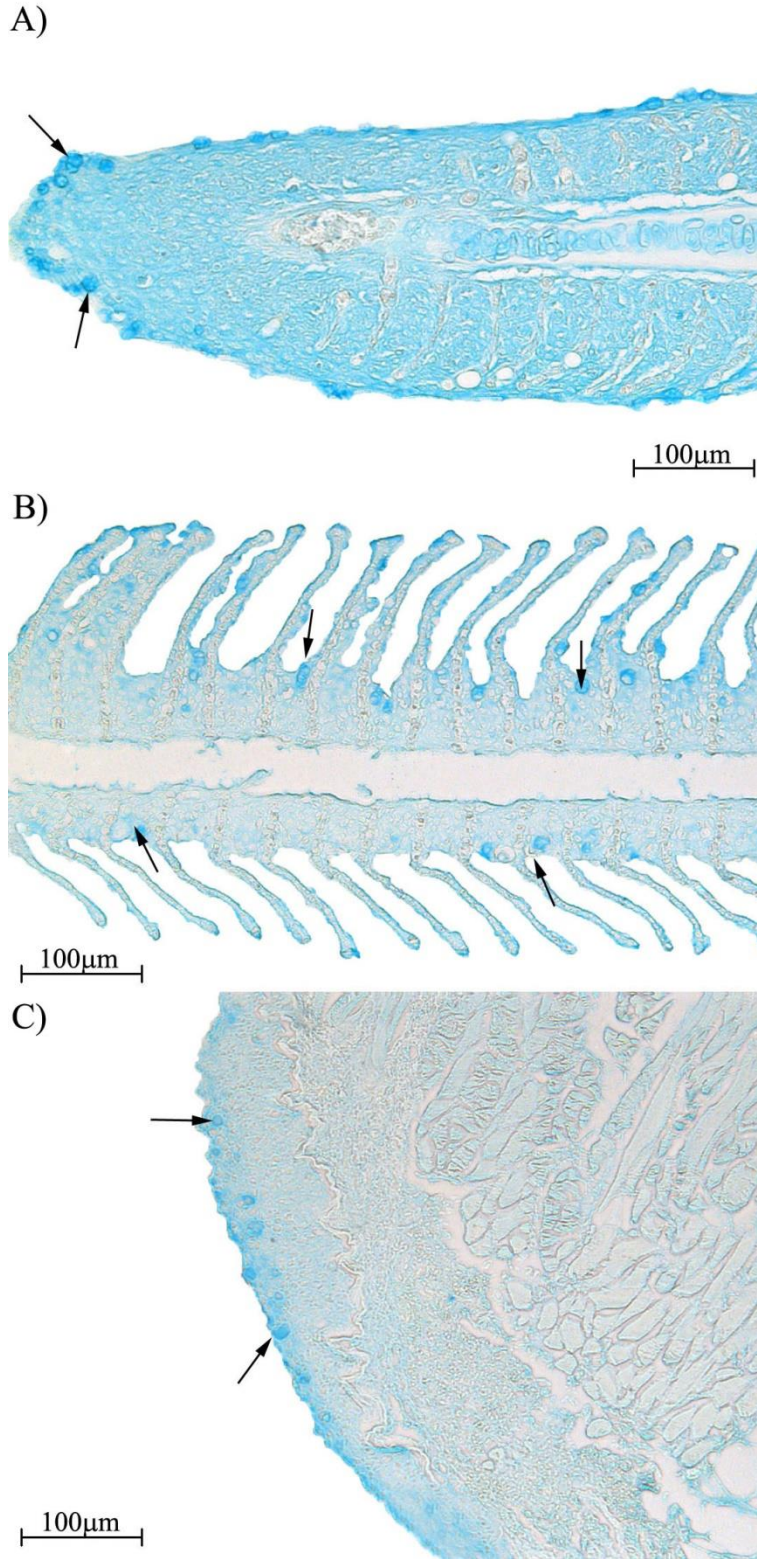


Şekil 4.26. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 0.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



Şekil 4.27. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 0.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).

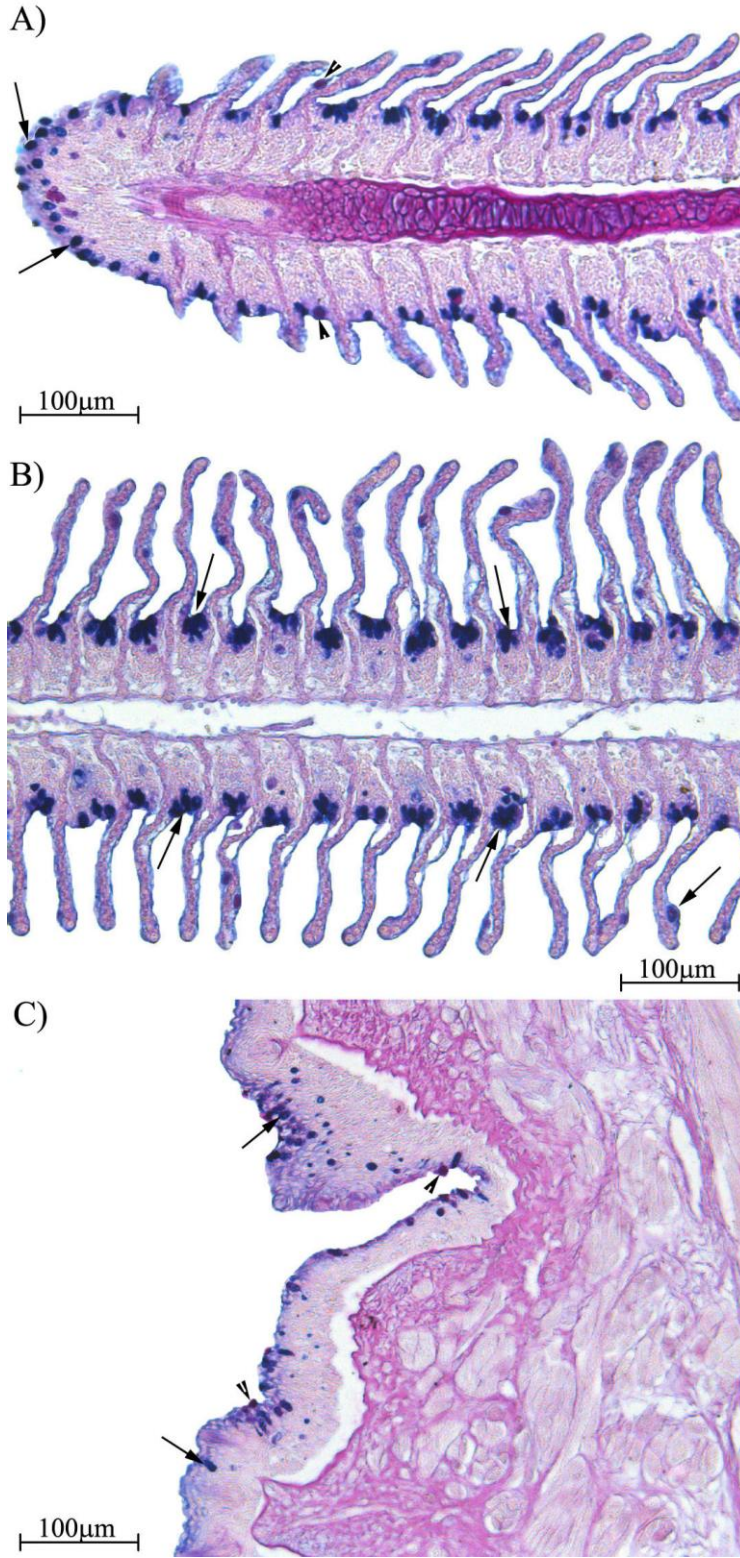




Şekil 4.28. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Alcian Blue (AB) pH 0.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).

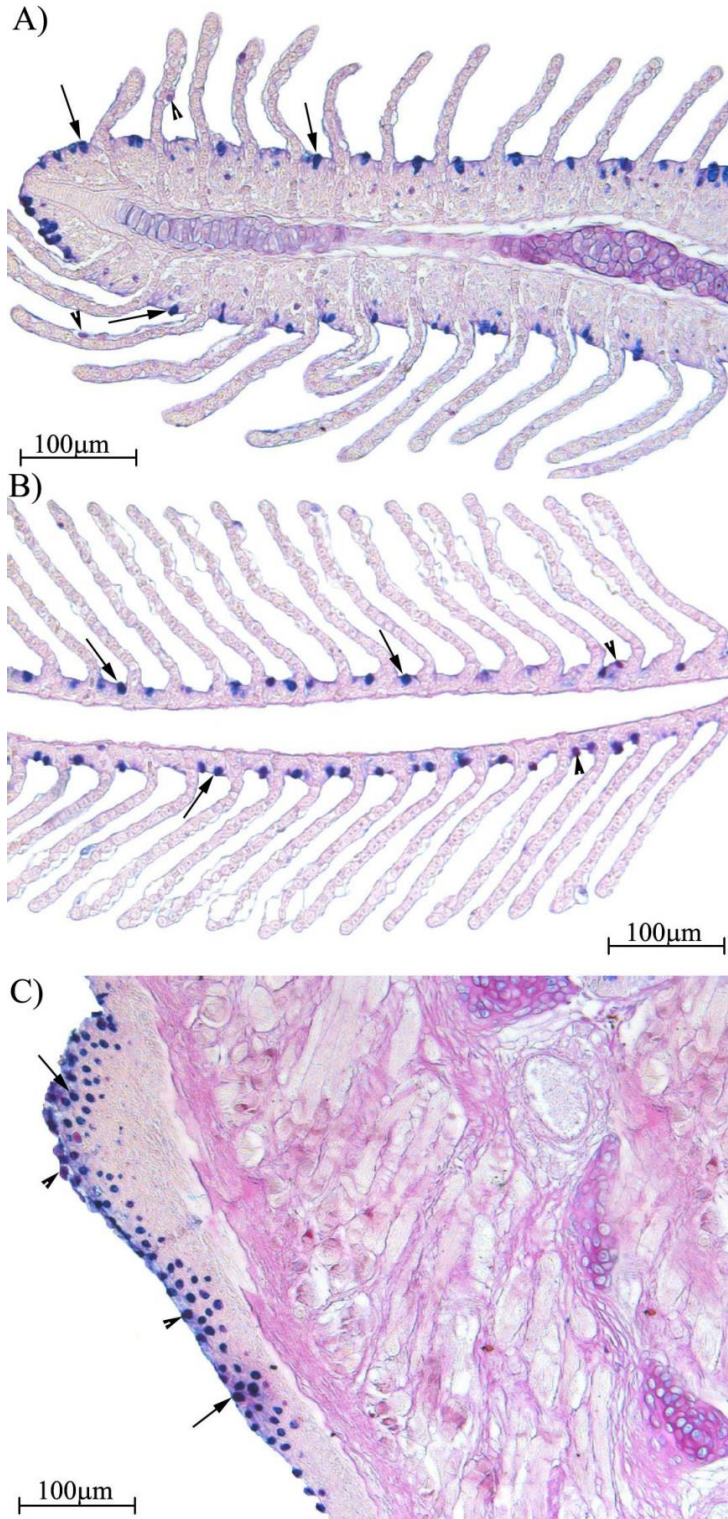
#### 4.6. Nötral ve Güçlü Asidik Glikokonjugatların Karşılaştırılması

Nötral ve güçlü asidik glikokonjugatların karşılaştırılmasında Periyodik Asit-Shiff (PAS)/Alcian Blue (AB) pH 2.5 metodu kullanıldı (Şekil 4.29., 4.30., 4.31., 4.32., 4.33.). Boyamada genel olarak Alcian Blue (AB) pH 2.5 boyası Periyodik Asit-Shiff (PAS) boyasına oranla daha baskın olduğu gözlemlendi (Çizelge 4.3.). Boyama yoğunluklarında lokalitelere göre farklılıklar olduğu belirlendi. Akarsu bölgesi solungaç dikenlerinde her iki boyanında hiç boyanmadığı (-), diğer solungaç bölgelerinde ise aldehit fuksin boyasının baskın boyandığı ve akarsu giriş bölgesinde de solungaç diken ve solungaç filamentlerinde PAS boyasının hiç reaksiyon vermediği gözlemlendi.

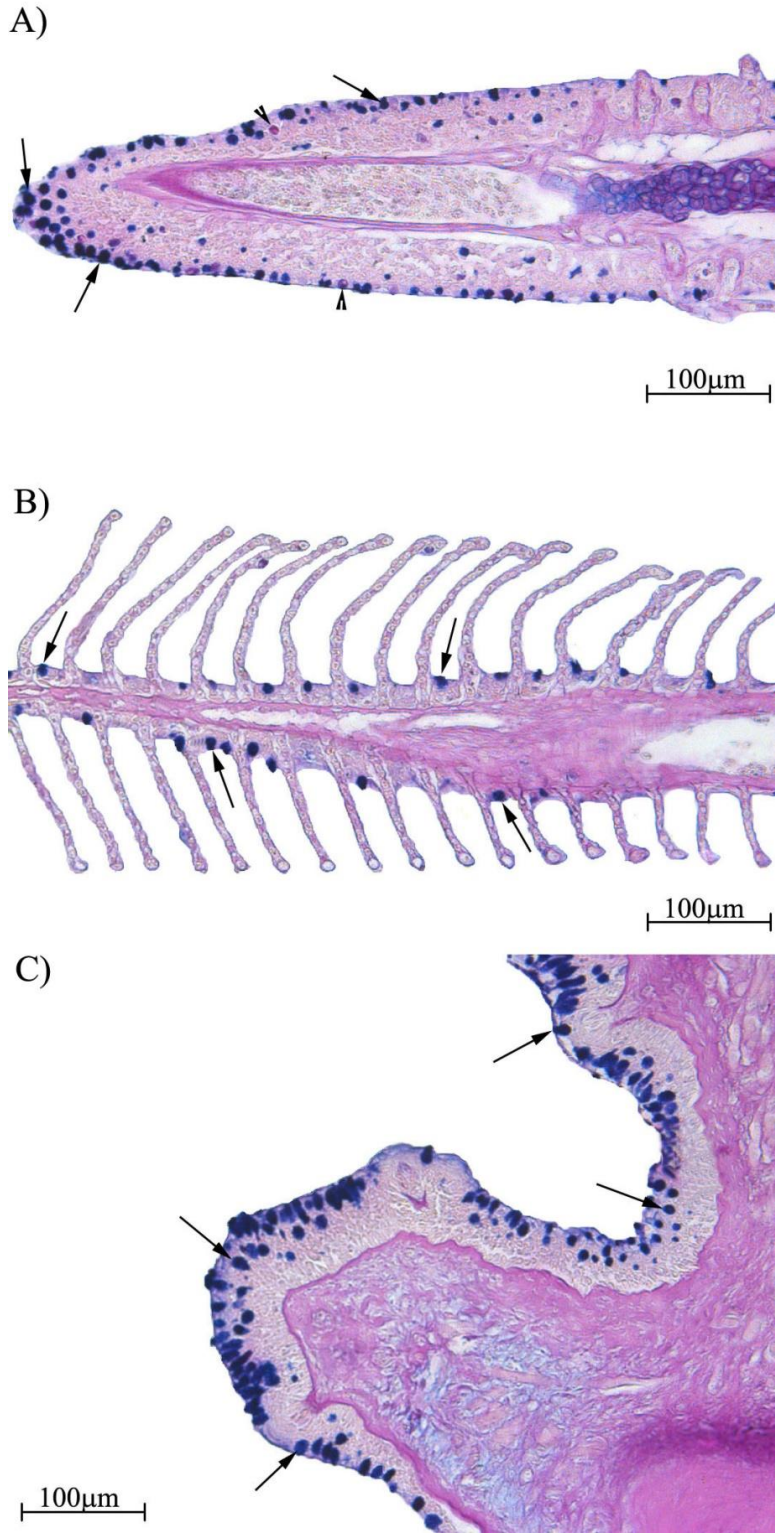


Şekil 4.29. Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Periyodik Asit-Shiff (PAS)/Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, güçlü asidik glikokonjugatlar; ok başı, nötral glikokonjugatlar).





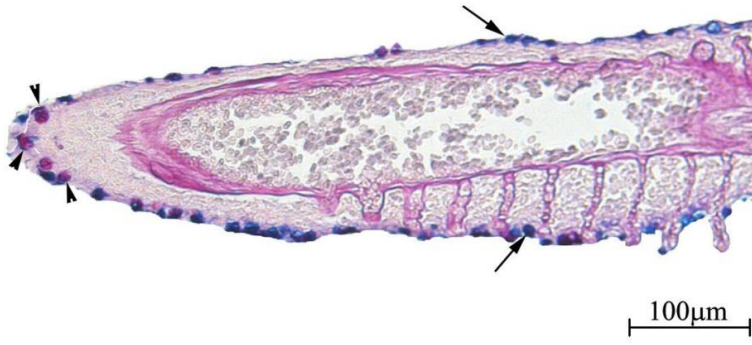
Şekil 4.30. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Periyodik Asit-Shiff (PAS)/Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, güçlü asidik glikokonjugatlar; ok başı, nötral glikokonjugatlar).



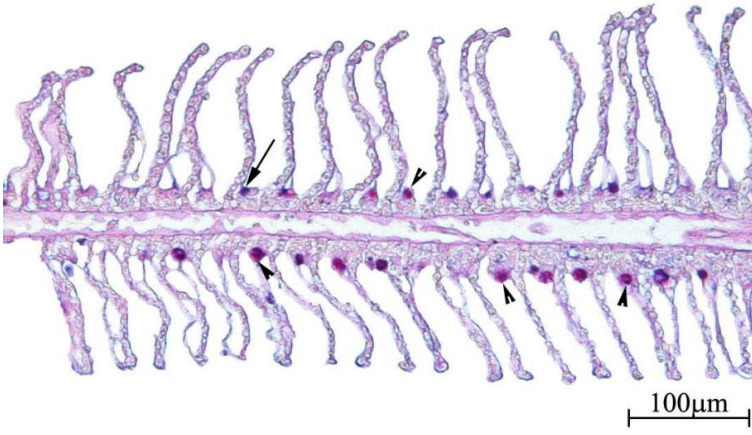
Şekil 4.31. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunun Periyodik Asit-Shiff (PAS)/Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, güçlü asidik glikokonjugatlar; ok başı, nötral glikokonjugatlar).



A)



B)

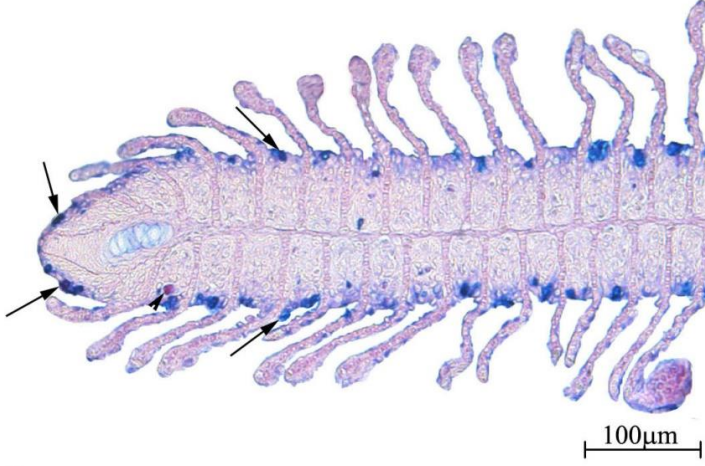


C)

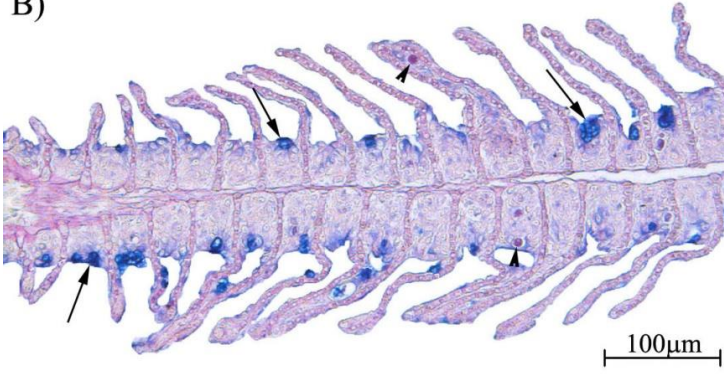


Şekil 4.32. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Periyodik Asit-Shiff (PAS)/Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, güçlü asidik glikokonjugatlar; ok başı, nötral glikokonjugatlar).

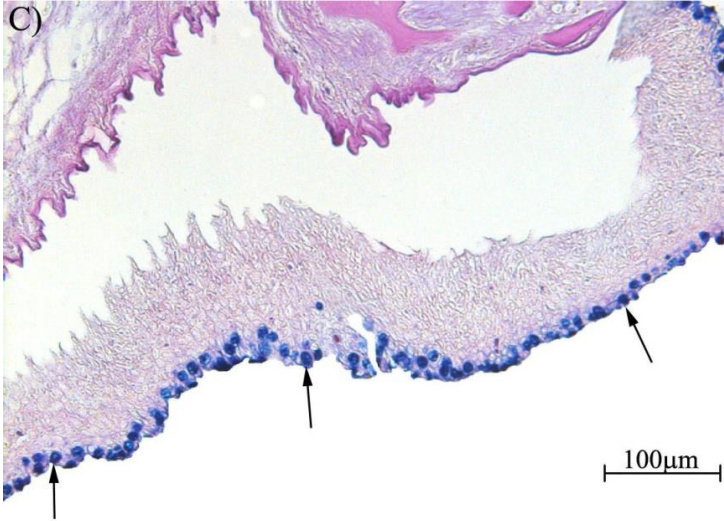
A)



B)



C)



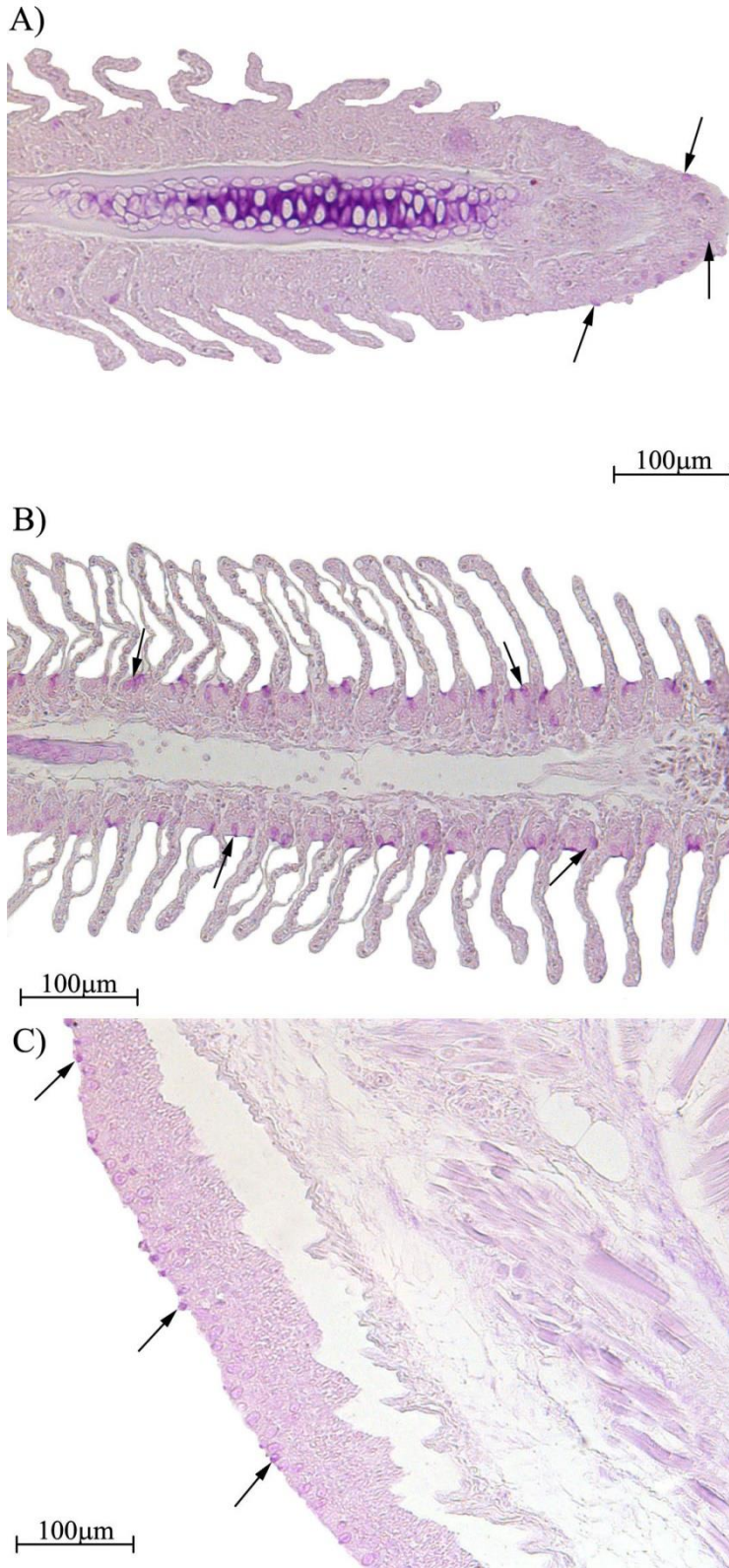
Şekil 4.33. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Periyodik Asit-Shiff (PAS)/Alcian Blue (AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, güçlü asidik glikokonjugatlar; ok başı, nötral glikokonjugatlar).

#### 4.7. Nötral ve Güçlü Asidik Glikokonjugatların Belirlenmesi

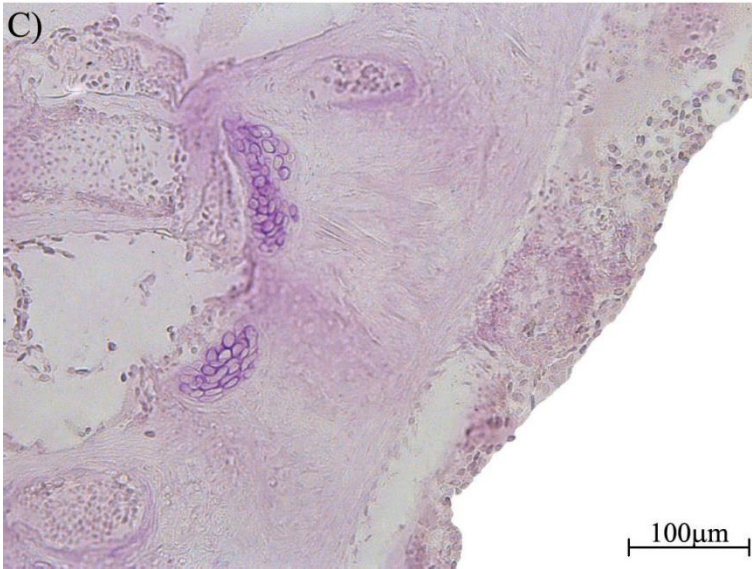
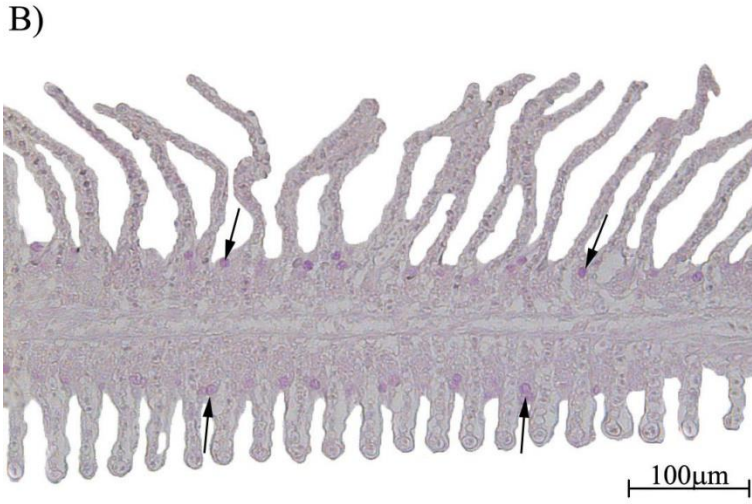
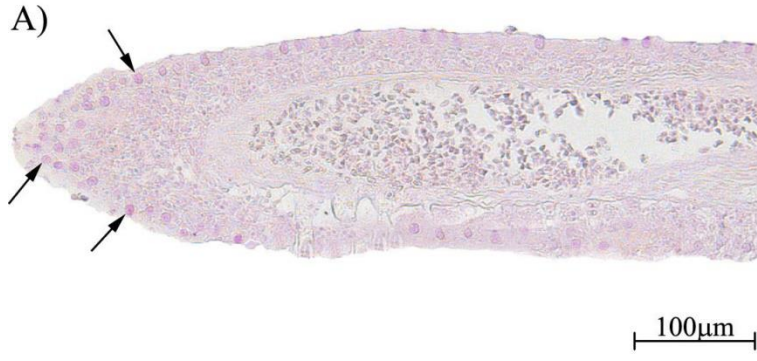
Nötral ve güçlü asidik glikokonjugatların belirlenmesinde Aldehit Fuksin (AF) boyası kullanıldı (Şekil 4.34., 4.35., 4.36., 4.37., 4.38.). Mukus hücrelerin genel olarak boyaya pozitif tepki verdiği belirlendi (Çizelge 4.3.). Boyama sonucunda lokaliteler ve solungaç bölgeleri arasında farklılıklar olduğu gözlemlendi. Mansap bölgesinde solungaç dikeninde hiç boyama (-) görülmezken akarsu giriş ve göle giriş bölgelerinde ise şiddetli boyama (+++) olduğu belirlendi.





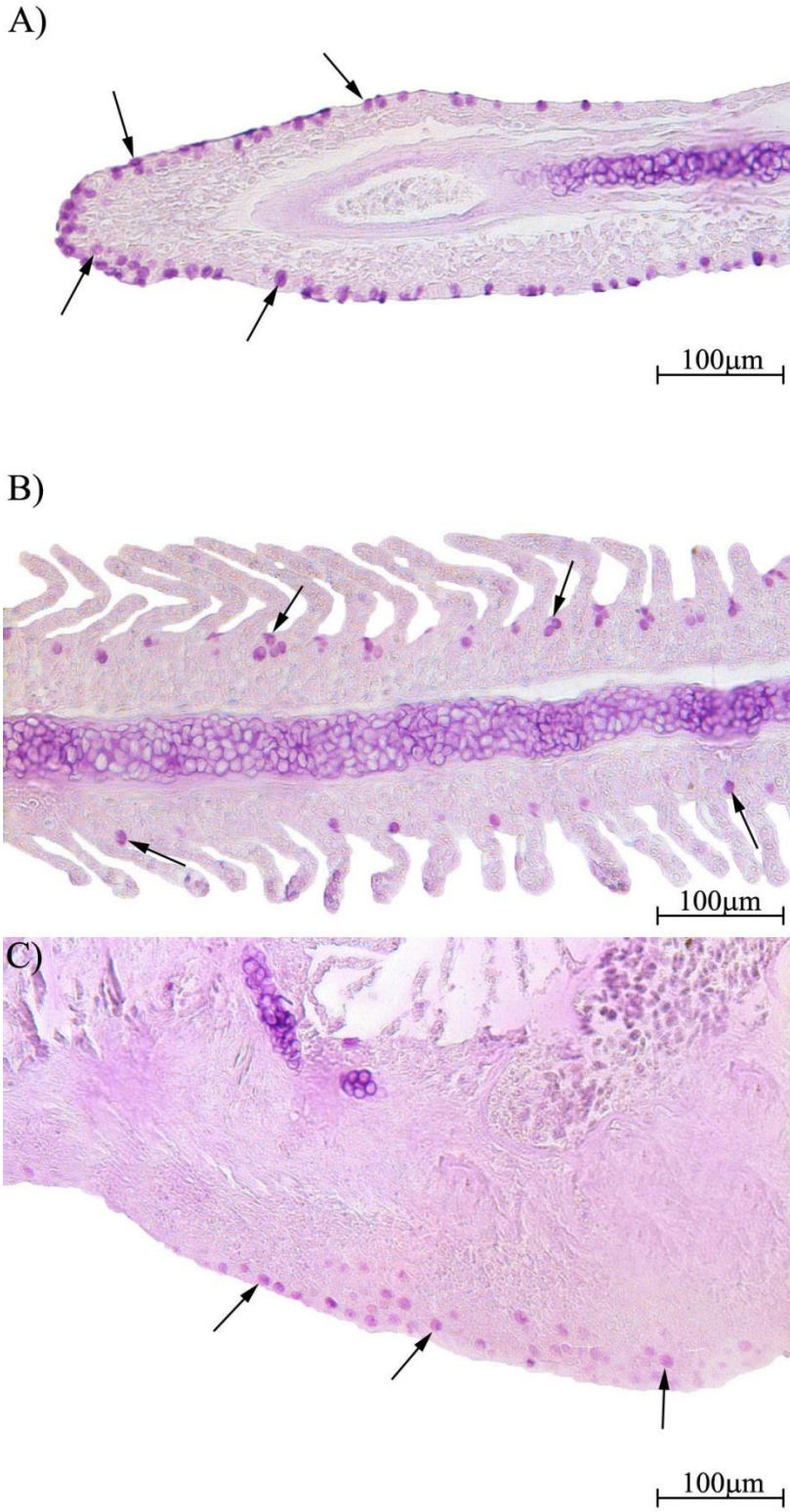


Şekil 4.34. Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin (AF) ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).

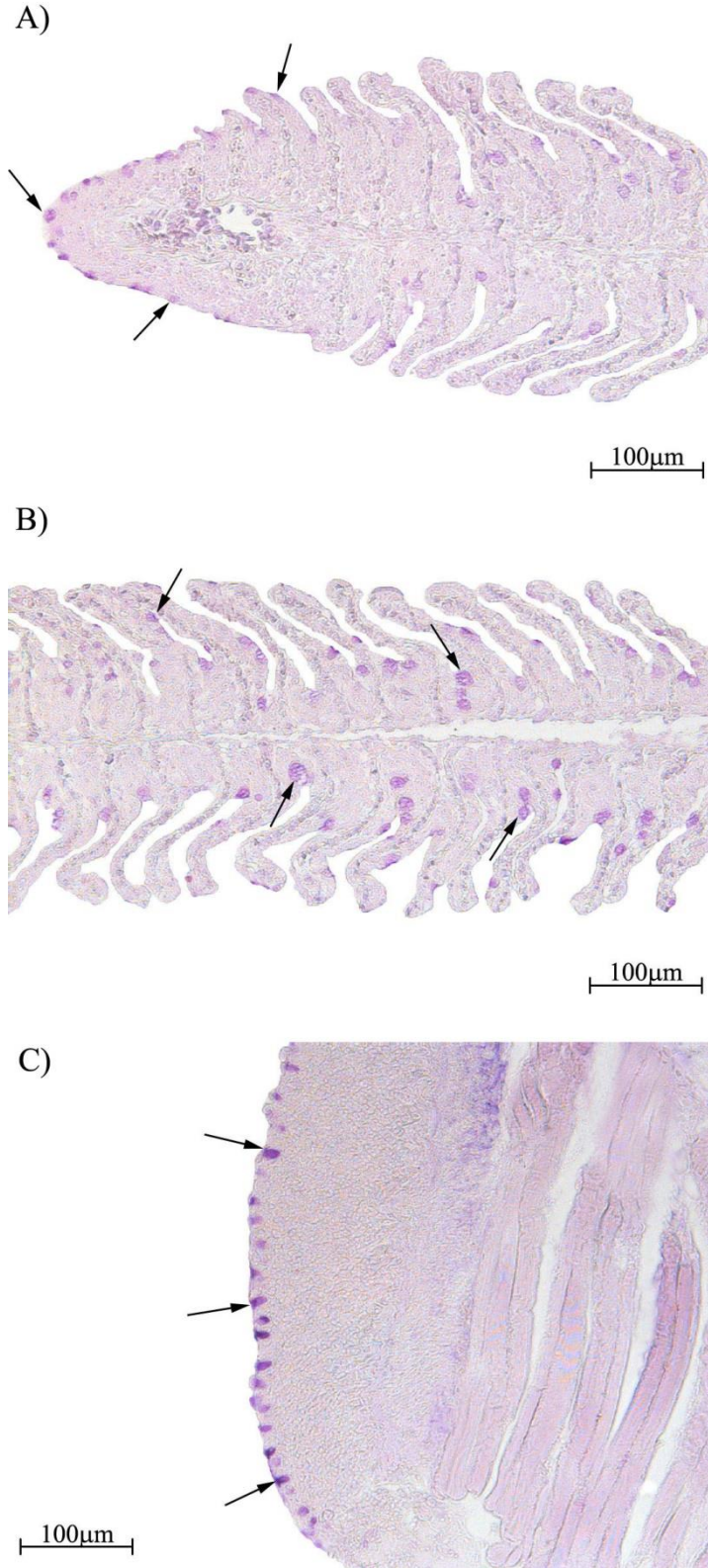


Şekil 4.35. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin (AF) ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



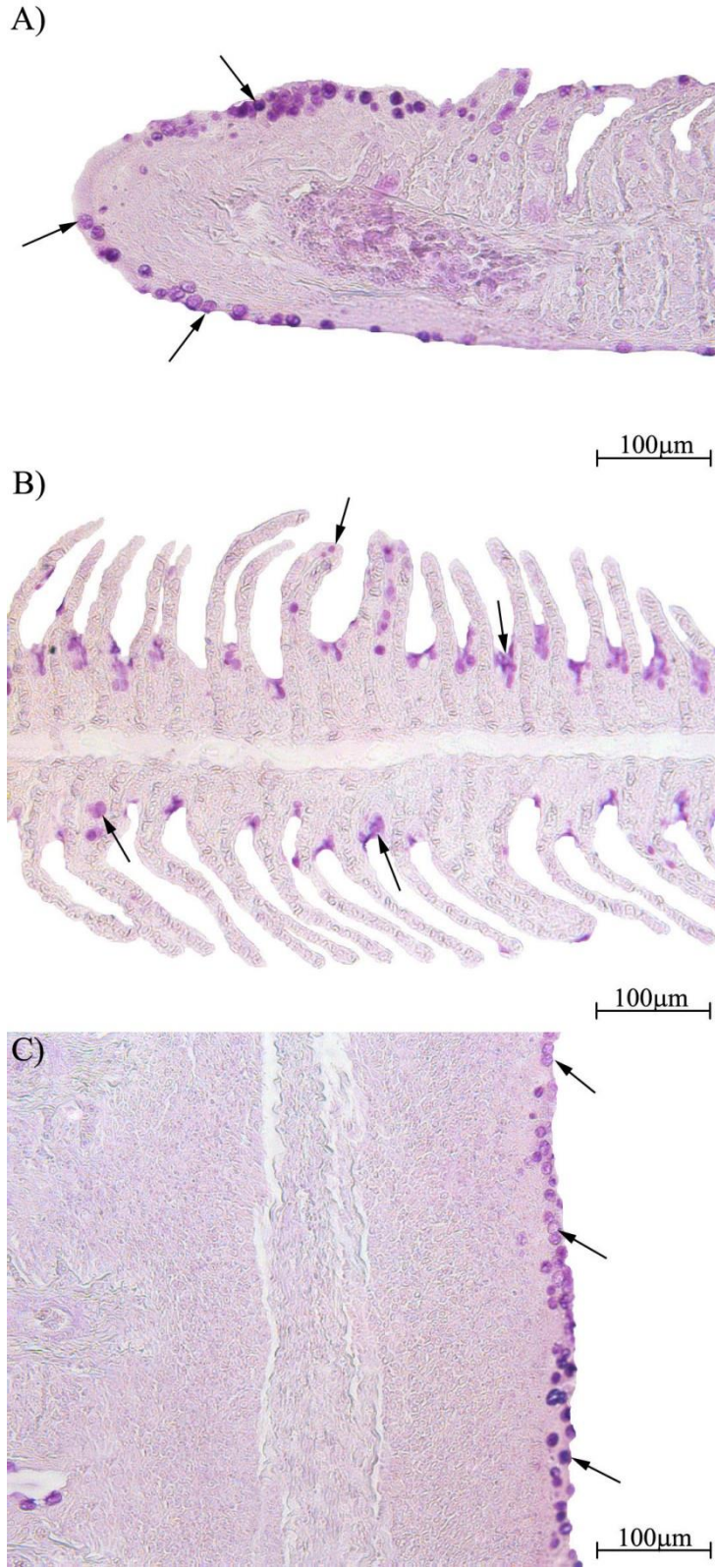


Şekil 4.36. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin (AF) ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri. (oklar, mukus hücreleri).



Şekil 4.37. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin (AF) ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).



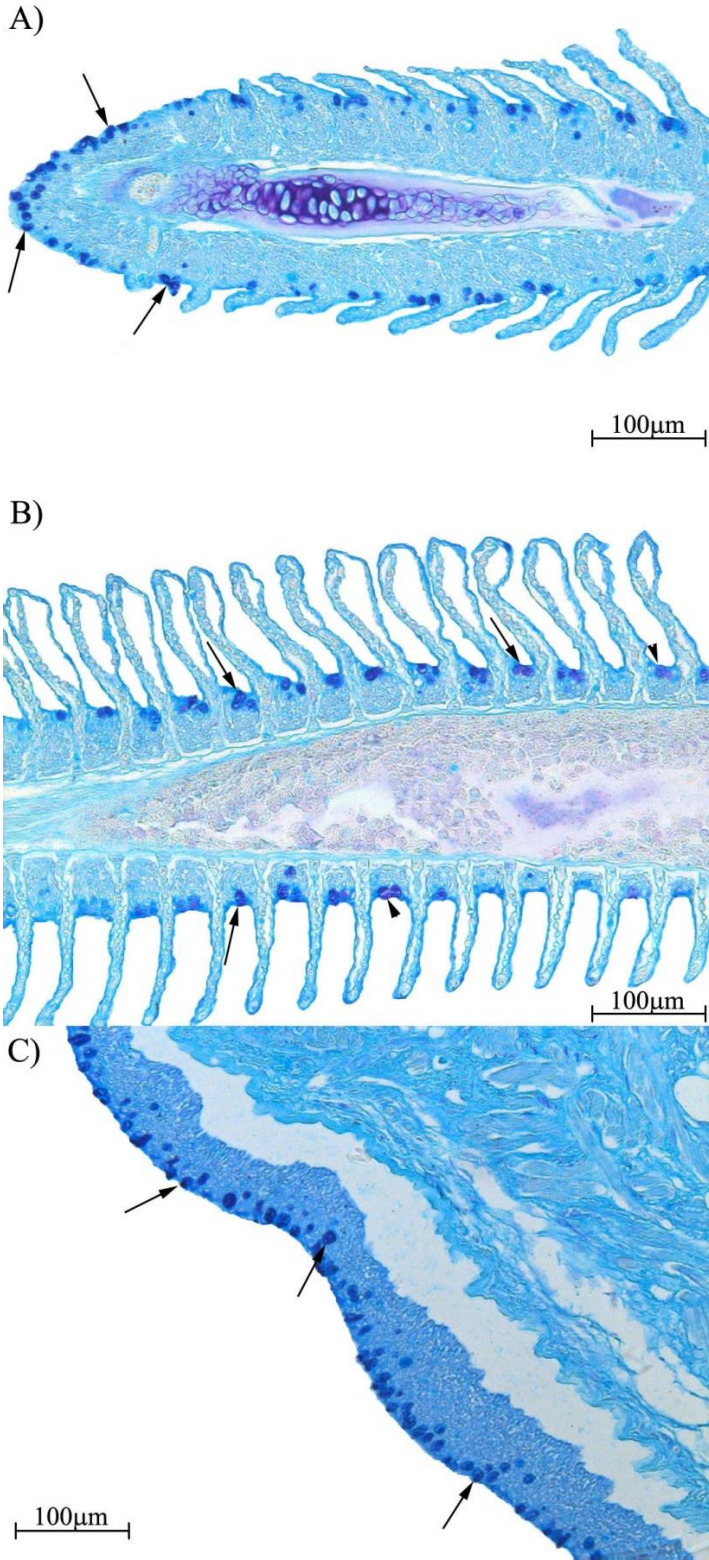


Şekil 4.38. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin (AF) ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, mukus hücreleri).

#### 4.8. Sülfatlı ve Karboksilatlı Glikokonjugatların Karşılaştırılması

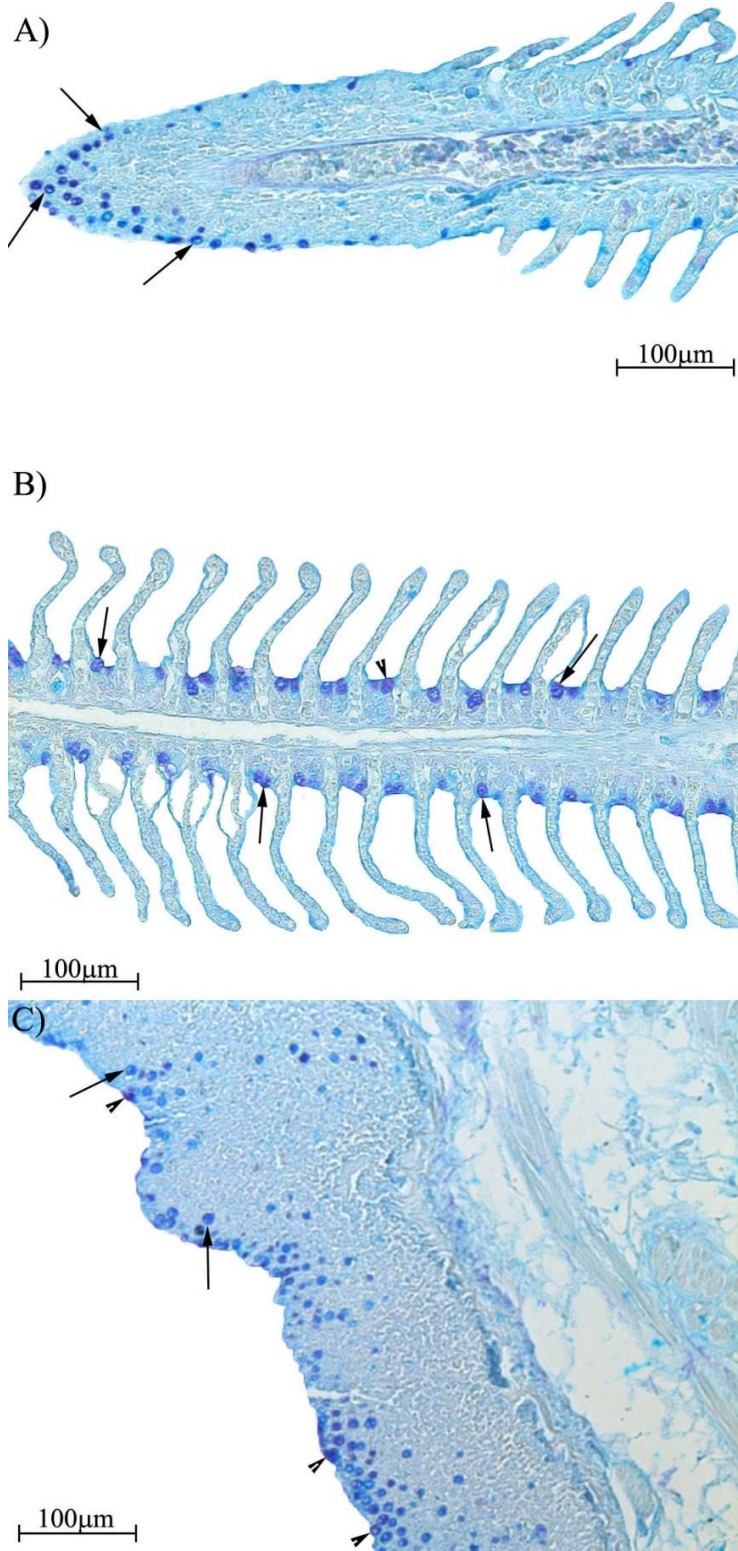
Sülfatlı ve karboksilatlı glikokonjugatların karşılaştırılmasında Aldehit Fuksin/ Alcian Blue (AF/AB) pH 2.5 boyama metodu kullanıldı(Şekil 4.39., 4.40., 4.41., 4.42., 4.43.). Alcian Blue pH 2.5 boyası bütün mukus hücreleri pozitif boyarken (+++) Aldehit fuksin boyasının lokalitelere ve solungaç bölgelerine göre farklılık gösterdiği belirlendi (Çizelge 4.3.). Akarsu bölgesinde aldehit fuksin boyasının diğer bölgelere oranla daha baskın (++) boyama gösterdiği gözlemlendi (Şekil 4.44.).





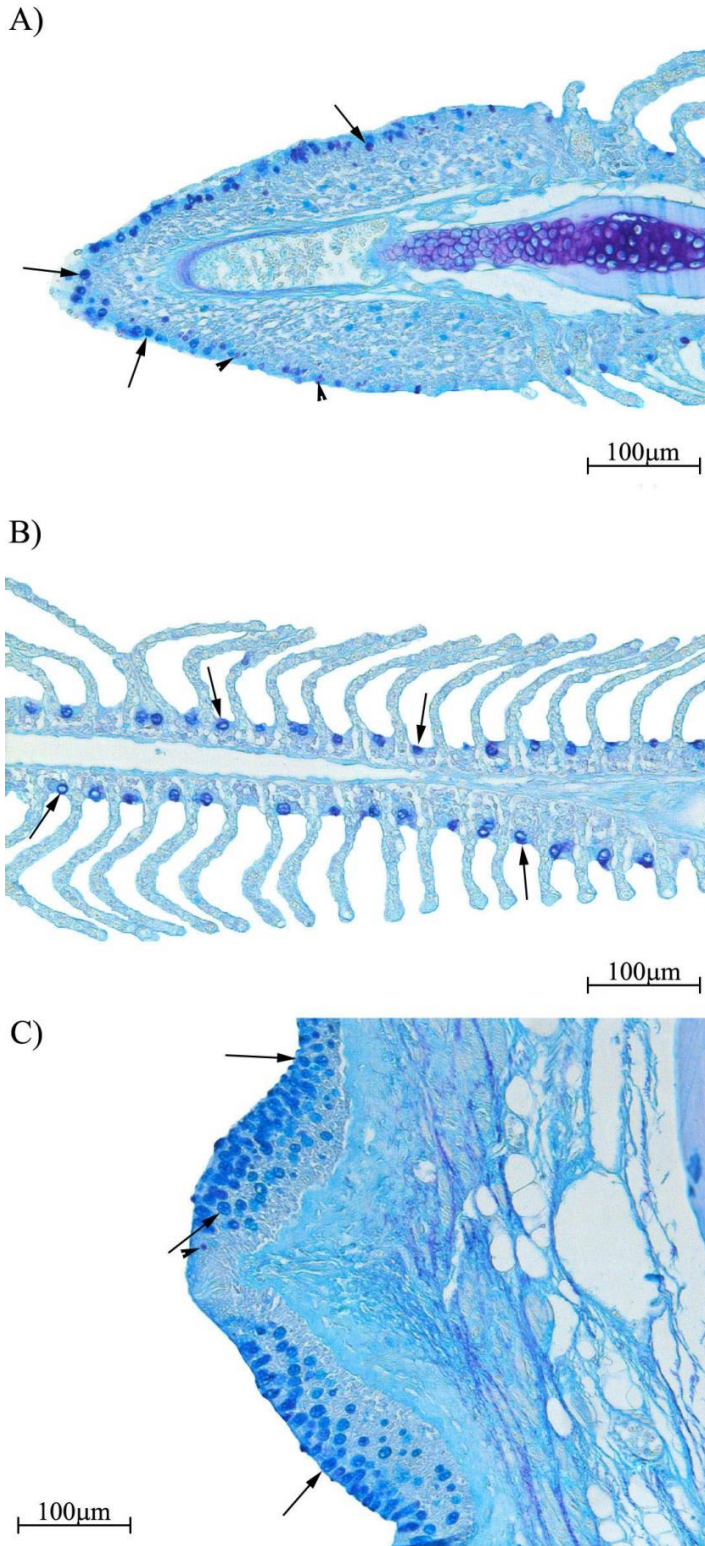
Şekil 4.39 Van Gölünden alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin/ Alcian Blue (AF/AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, Alcian Blue (AB) pH 2.5; ok başı, Aldehit fuksin).



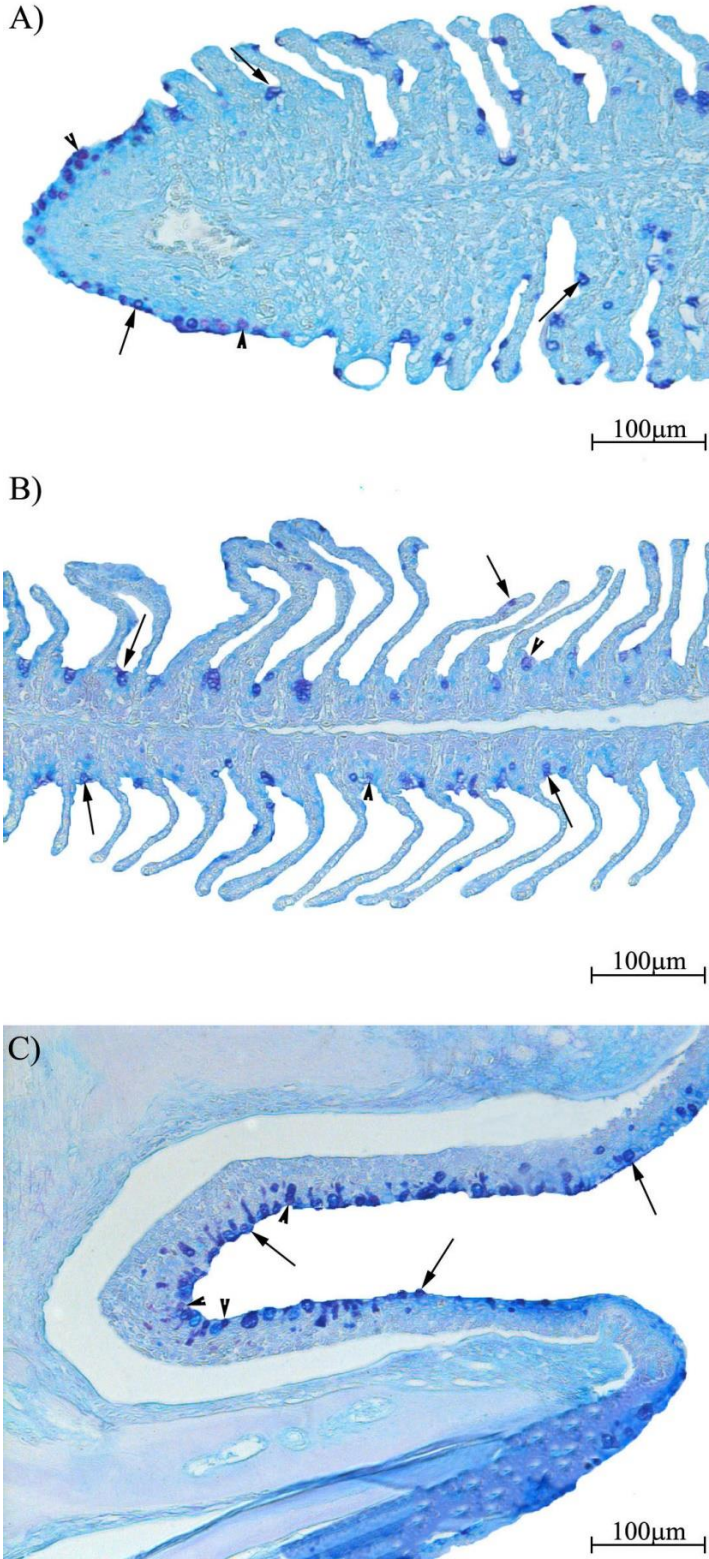


Şekil 4.40. Mansaptan alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin/ Alcian Blue (AF/AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, Alcian Blue (AB) pH 2.5; ok başı, Aldehit fuksin).



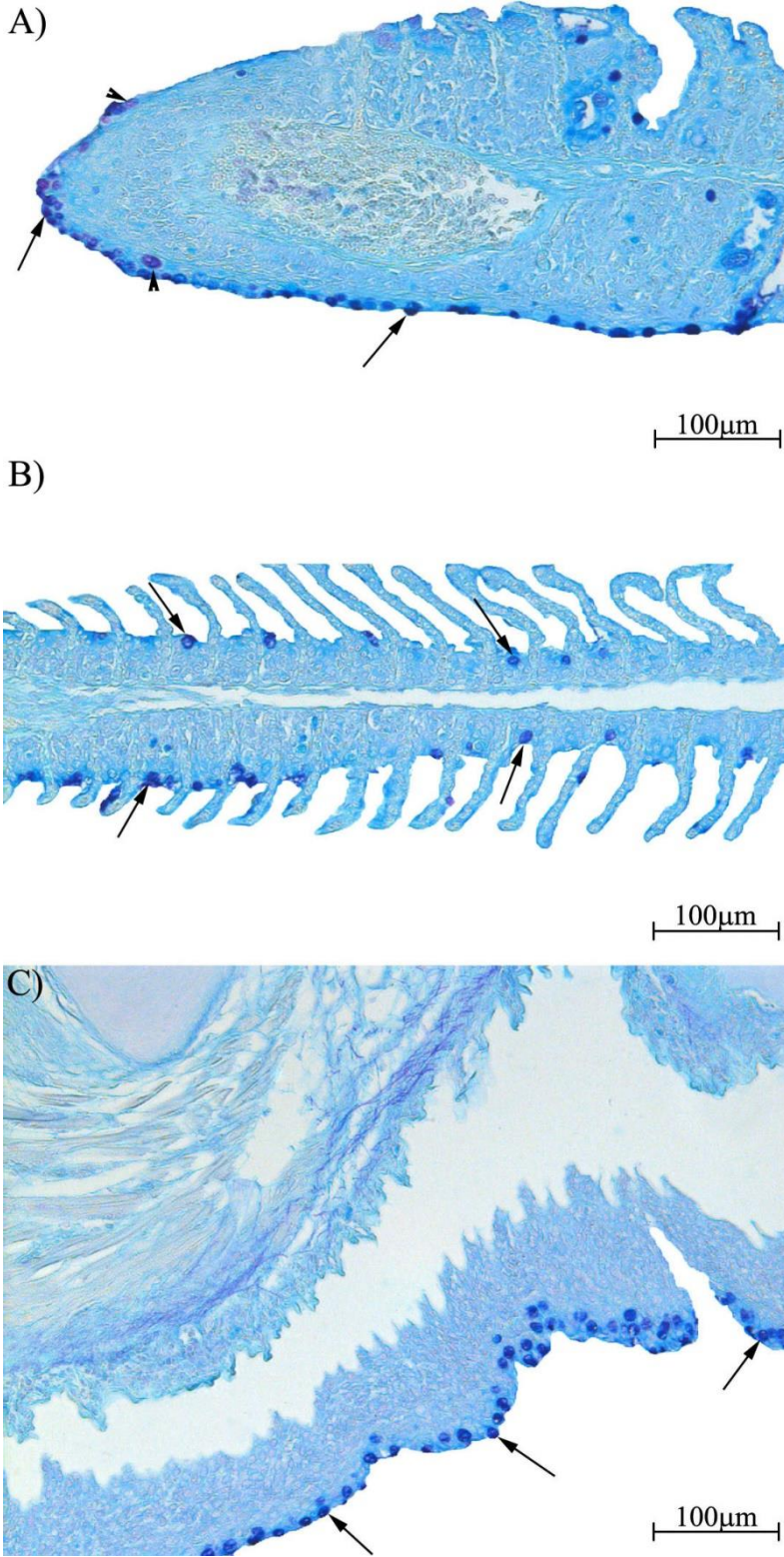


Şekil 4.41. Akarsu girişten alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin/ Alcian Blue (AF/AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, Alcian Blue (AB) pH 2.5; ok başı, Aldehit fuksin).



Şekil 4.42. Akarsudan alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin/ Alcian Blue (AF/AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, Alcian Blue (AB) pH 2.5; ok başı, Aldehit fuksin).





Şekil 4.43. Göle girişten alınan solungaç dokusunun Aldehit Fuksin/ Alcian Blue (AF/AB) pH 2.5 ile boyanması. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri (oklar, Alcian Blue (AB) pH 2.5; ok başı, Aldehit fuksin).

Boyama Metotları	Van Gölü			Mansap			Akarsu Giriş			Akarsu			Göle Giriş		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
PAS	+++	+++	++	+	+++	+++	++	+	++	++	+	++	++	+	++
AB pH 2.5	++	++	++	++	++	+	+++	+++	+++	++	+	++	+	++	+
AB pH 1.0	++	++	++	++	++	+	++	++	+	++	++	++	+++	+	++
AB pH 0.5	++	++	++	++	+	+	+++	+++	+++	++	++	++	+	+	+
AB pH 2.5/PAS	AB <sup>+++</sup> PAS <sup>+</sup>	AB <sup>+++</sup> PAS <sup>-</sup>	AB <sup>+++</sup> PAS <sup>+</sup>	AB <sup>++</sup> PAS <sup>+</sup>	AB <sup>++</sup> PAS <sup>+</sup>	AB <sup>+++</sup> PAS <sup>++</sup>	AB <sup>+++</sup> PAS <sup>+</sup>	AB <sup>++</sup> PAS <sup>-</sup>	AB <sup>+++</sup> PAS <sup>-</sup>	AB <sup>++</sup> PAS <sup>++</sup>	AB <sup>+</sup> PAS <sup>++</sup>	AB <sup>-</sup> PAS <sup>-</sup>	AB <sup>++</sup> PAS <sup>+</sup>	AB <sup>++</sup> PAS <sup>+</sup>	AB <sup>+++</sup> PAS <sup>-</sup>
AF	+	+	+	+	+	-	+++	+++	++	++	++	++	+++	+++	+++
AF/AB pH 2.5	AB <sup>+++</sup> AF <sup>-</sup>	AB <sup>++</sup> AF <sup>+</sup>	AB <sup>+++</sup> AF <sup>-</sup>	AB <sup>+++</sup> AF <sup>-</sup>	AB <sup>++</sup> AF <sup>-</sup>	AB <sup>++</sup> AF <sup>+</sup>	AB <sup>++</sup> AF <sup>+</sup>	AB <sup>++</sup> AF <sup>-</sup>	AB <sup>+++</sup> AF <sup>-</sup>	AB <sup>++</sup> AF <sup>++</sup>	AB <sup>++</sup> AF <sup>+</sup>	AB <sup>+++</sup> AF <sup>+</sup>	AB <sup>++</sup> AF <sup>+</sup>	AB <sup>++</sup> AF <sup>-</sup>	AB <sup>+++</sup> AF <sup>-</sup>

Şekil 4.44. Van Gölü, Mansap, Akarsu Ağzı, Akarsu ve göle giriş bölgelerinden alınan Van balığının solungaç mukus hücre boyama yoğunluğu gösterilmektedir (HE, Hematoksilen Eozin; PAS, Periyodik Asid-Schiff; AB, Alcian blue; AF, Aldehit fuksin. A) Uç bölge, B) Solungaç filament ve sekonder lameller, C) Solungaç dikenleri).

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Van gölü büyük bir sucul alan olmasına rağmen, içerdiği suyun fiziko-kimyasal özelliğinden dolayı içerisinde az sayıda canlı türü yaşamaktadır. Bu canlılardan birisi de yöre halkı için büyük ekonomik öneme sahip Van balığıdır (*Alburnus tarichi* Guldenstädt, 1814). Farklı balık türleri Van Gölüne aşılarmaya çalışılsa da kısa sürede ölmüşlerdir (Danulat ve Selçuk 1992). Van balığı geliştirmiş olduğu adaptasyon mekanizmaları sayesinde hayatta kalmıştır (Danulat ve Kempe 1992).

Histolojik incelemelerde Van balığı solungaçlarının diğer balıklarda olduğu gibi lamel ve filament içermeyen uç kısımlarından, filament ve filament üzerinde bulunan çok sayıda lamellerden ve solungaç dikeninden oluştuğu gözlemlendi (Genten ve ark., 2009; Timur, 2006). Bu üç bölgedeki hücre kompozisyonlarının değişim gösterdiği belirlendi. Balıklarda solungaçlar solunum, asit baz dengesi ve osmoregülasyon gibi pek çok hayati olayın gerçekleştiği organlardır. Dokuda bu işlevleri yerine getiren pavement hücreleri, mitokondri zengin hücreler ve mukus hücreleri gibi pek çok hücre tipi mevcuttur (Wilson ve Laurent, 2002; Evans ve ark., 2005). Bu hücrelerden mukus hücreleri salgıladığı mukus ile solungaç yüzeyini dış ortamdan ayırır. Pek çok balık türünde mukus hücre sayısı türe bağlı olarak farklılık gösterir (Srivastava ve ark., 2012).

Van balıklarında solungaçlar mikroskopik olarak incelendiğinde normal histolojik yapı sergilemiştir. Fakat bazı balıklarda farklı patolojik durumlar da gözlemlenmiştir. Bu anormallikler lameller ayrılma, hiperplazi, lameller füzyon ve nekroz olarak belirlendi (Şekil 4.2., 4.24.). Farklı balık türlerinde de bu patolojik durumların gözlemlendiği bilinmektedir. Ann ve ark. (1995), farklı dozlarda bakır sülfata maruz bırakılan Japon balıklarının (*Carassius auratus*) solungaçlarında doza bağlı olarak hiperplazinin ortaya çıktığı belirtmişlerdir. Deltametrin'in sazan balığı solungaçlarında nekroz, hiperplazi, primer lamellerin dilatasyonu, lamellar epitelyumda ödem, sekonder lamellerin füzyonu gibi histopatolojik etkiler gözlemlenmiştir (Cengiz, 2006). Solungaçlarda parazit ve tarımsal ilaçların genel olarak hiperplaziye, lamellerde kılcal damarların genişleyip kanlanmasına, lamellar epitel hücrelerin hipertrofisi gibi anormalliklere ve mukus artışına neden olmaktadır (Walsh ve William, 1972). Ayrıca

Nil tilapyasında (*Oreochromis niloticus*) yapılan çalışmada suda amonyak artışı solungaçlarda kanlanmaya neden olmuştur (Benli ve Köksal, 2005). Van Balığında yapılan bir çalışmada da kirleticiler ve suyun farklı kimyasal özelliklerine bağlı olarak benzer bulguların gözlemlendiği belirtilmiştir (Oğuz, 2015). Balık solungaçları tıpkı deri gibi sucul ortamla temas eden dokulardır. Bu nedenle dış etkenlerden hızlı bir şekilde etkilenirler. Bu özelliğinden dolayı solungaçlar ortam değişikliklerinin incelenmesinde biyoindikatör olarak kullanılan organlardır. Van balığında gözlenen geri dönüşümlü ve geri dönüşümsüz patolojik durumlar sucul ortamdaki çevresel kirleticilerden ve suyun fiziko-kimyasal şartlarından kaynaklanmış olabilir.

Mukus hücre alanlarında üreme göçünün başladığı mansap bölgesinden üremenin tamamlandığı göle giriş bölgesine kadar istatistiksel bir artış gözlenmiştir (Çizelge 4.1.) ( $p < 0.05$ ). Üreme göçü sırasındaki solungaç mukus hücre yoğunluğunda ise üreme göçünün başladığı mansap bölgesinden, üremenin gerçekleştiği akarsu giriş ve akarsu bölgelerinde bir azalma gözlenmiştir (Çizelge 4.2.). Göle tekrar giriş yapan balıkların solungaçlarında ise mukus hücre yoğunluğunun arttığı belirlenmiştir. Örnekleme yapılan bu bölgelerde her bir alan farklı fiziko-kimyasal özelliklere sahiptir. Van balıklarındaki mukus hücre alanlarının ve yoğunluğunun bu değişimi her lokalitede değişen suyun özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Daha önceki yapılan çalışmalarda tuz, pH, sıcaklık ve iyon değişimlerinin balıklarda mukus hücre büyüklüklerine ve yoğunluklarına etki ettiği belirtilmiştir (Ferguson ve ark., 1992; Powell ve ark., 2001; Lease ve ark., 2003; Roberts ve Powell, 2003). Ayrıca farklı habitatlarda yaşayan aynı tür balıkların mukus hücre yoğunluklarının da değişim gösterdiği bilinmektedir (Laurent, 1984).

Bu çalışmada, Van balığı solungaç mukus hücrelerindeki glikoprotein içerikler farklı lokalitelerde belirlendi. Bu glikoprotein içerikleri nötral, karboksilatlı, O-sülfat esterli, güçlü sülfatlı ve nötral-güçlü asidik glikokonjugatlardan oluşmaktadır. Bu kimyasalların belirlenmesinde kullanılan tüm boyalar solungaçların uç bölgesi, filament-sekonder lamelleri ve solungaç diken kısımlarındaki mukus hücreleri pozitif olarak boyandı.

*Coelorhynchus coelorhynchus* türünde solungacın primer filamentlerinde mukus hücrelerin Periodik Asit-schiff boyasına yoğun reaksiyon gösterdiği ve böylelikle



mukus hücrelerinde nötral glikokonjugatların olduğu belirlenmiştir (Calabrò, 2005) . Bu çalışmada ise beş farklı lokaliteden toplanılan Van balığı solungaçlarının bütün lokalitelerde mukus hücrelerinin PAS boyamasına pozitif reaksiyon gösterdiği ve özellikle Van Gölü ve mansap bölgelerinde daha yoğun boyandığı gözlemlendi. Bu bölgelerde PAS boyasının daha yoğun olması Van Gölü ve mansabın su kimyasal içeriğinin yoğunluğu ve pH'sından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Kangal Balığı (*Garra rufa*) solungaçlarında asidik ve nötral glikokonjugatların belirlenmesi amacıyla uygulanan PAS/AB pH 2.5 boyama metoduna karşı pozitif reaksiyon verdiği, Kangal balığında bu boyama yöntemi sonucunda primer lamellerin uç kısımlarında bulunan hücrelerde çoğunluk olarak nötral glikokonjugatların bulunduğu belirlenmiştir (Diler ve Çınar, 2009). Van balığında ise mukus hücrelerinde az sayıda asidik ve nötral glikokonjugatların beraber bulunduğu ve asidik glikokonjugatların nötral glikokonjugatlara oranla daha baskın olduğu belirlenmiştir. PAS/AB pH 2.5 boyama sonucunda bazı lokalitelerde PAS boyama metodunun hiç reaksiyon göstermediği ve Alcian Blue (AB) pH 2.5 daha baskın bulunduğu gözlemlenirken bazı lokalitelerde ise hem asidik glikokonjugatlar hem de nötral glikokonjugatların bulunduğu, Alcian Blue (AB) pH 2.5 ise daha yoğun bulunduğu belirlenmiştir. Bu boya kombinasyonu ise özellikle mansap bölgesinde örneklenen balıklarda, solungaçlara ait bütün bölgelerde beraber reaksiyon gösterdiği belirlendi. Üreme göçüne başlayan Van balığının özellikle göç sırasında lubrikasyon, iyon dengesi, osmoregülasyon olaylarının kontrollü bir şekilde yapılması için güçlü asidik glikokonjugatların nötral glikokonjugatlara oranla daha baskın salgılandığı düşünülmektedir.

Deniz levreğinde (*Dicentrarchus labrax*) AF/AB pH 2.5 boyama metodu sonucunda solungaç mukus hücrelerinde AB pH 2.5 boyasının AF'ye oranla daha yoğun bulunduğu belirtilmiştir (Diler ve Çınar, 2009). Sazanlarda (*Cyprinus carpio*) ise kullanılan AF/AB pH 2.5 boyama sonucunda AF glikokonjugatlarının daha baskın reaksiyon verdiği gösterilmiştir (Çınar ve ark., 2008). Van balığı solungaç mukus hücrelerinde AB pH 2.5 karboksilatlı glikokonjugatların daha baskın reaksiyon gösterdiği ve AF'nin genel olarak zayıf reaksiyon gösterdiği belirlendi. Her iki boyanın ise akarsu bölgesinde beraber bulunduğu gözlemlendi. Tatlı suyun fiziko-kimyasal yapısına

adapte, iyon dengesinin sağlanması ve özellikle tatlı suda bulunan mikroorganizmalara karşı koruma amacıyla sülfatlı ve karboksilatlı glikokonjugatların salgılandığı düşünülmektedir.

*Cynoscion guatucupa* solungaç mukus hücrelerinde Alcian Blue (AB) pH 1.0 boyama yöntemini sonucunda mukus hücrelerinde O-sülfat esterli glikokonjugatlara sahip olduğu belirtmiştir (Diaz ve ark. 2005). *Sander lucioperca* türünü; pH 8.12, sıcaklığı 22°C ortam şartlarına sahip Karacaören gölünden örnekleme yaparak bu balıklara uygulanan AB pH 1.0 metodu sonucunda solungaç primer lamel uçlarında yerleşim gösteren çok sayıda mukus hücresinin güçlü reaksiyon gösterdiği belirlemiştir (Kelek, 2010). Bu çalışmada da Van balığı solungaç mukus hücrelerinde boyama sonucunda Alcian Blue (AB) pH 1.0'ın bütün lokalitelerde genel olarak pozitif reaksiyon gösterdiği gözlemlendi.

*Aphanius sureyanus* türünde solungaç kemerinde ve primer filamentlerinde az sayıda sülfatlı glikokonjugatların bulunduğunu ve mukus hücrelerinin AF boyama yöntemine zayıf bir reaksiyon verdiği bildirilmiştir (Diler ve Çınar, 2010). Bu çalışmada da genel olarak pozitif reaksiyon gösterdiği belirlenir iken özellikle üreme göçünün başladığı akarsu giriş bölgesi ve üreme göçünün tamamlandığı akarsu ve göle giriş kısımlarında daha yoğun olduğu belirlendi. Tatlı suyun pH, sıcaklığı ve tuzluluk gibi ortam şartları göl ve mansap bölgelerinde daha yüksek olup göç esnasında değişen ortam şartlarına adaptasyondan kaynaklı mukus hücrelerin daha yoğun tepki verdiği düşünülmektedir.

Kadife balığı (*Tinca tinca*) solungaç mukus hücrelerinde AB pH 2.5 boyama sonucunda karboksilatlı ve sülfatlanmış esterlere sahip asidik glikokonjugatların pozitif ve orta yoğunlukta tepki gösterdiği belirtilmiştir (Şenol, 2014). Yapılan çalışmaya paralel olarak bu çalışmada da AB pH 2.5 boyasının pozitif reaksiyon verdiği ve üreme göçünün başladığı akarsu giriş bölgesinde daha yoğun bulunduğu belirlendi. Ani değişen ortam şartları, parazit-bakteri gibi mikroorganizmalar, suya karışan tarımsal ilaçlar ve kimyasal maddelerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

*Apareiodon affinis* türü solungaç mukus hücreleri üzerinde yapılan çalışmada farklı çevresel durumlarda morfolojik karşılaştırmalar yapmak için histolojik boyama yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda AB pH 0.5 boyasının pozitif tepki

verdiği belirtilmiş (Diaz ve ark., 2008). Farklı ortam şartlarına sahip lokalitelerden alınan Van balığının (*Alburnus tarichi* Gldenstdt, 1814) solungaç mucus hücrelerinde ise AB pH 0.5 boyama yönteminde de pozitif tepki gösterdiği ve AB pH 2.5’da olduğu gibi üreme gücünün başladığı akarsu giriş bölgesinde daha yoğun boyandığı gözlendi.

Çalışmamızda tatlı su bölgelerinde balıkların solungaçlarında parazitik enfeksiyonlara rastlanılmıştır. Bu bölgelerde AB pH 0.5, AB pH 2.5 ve AF boyaları şiddetli olarak boyanmıştır. Daha nceki yapılan çalışmalarda parazitik enfeksiyonların mucus salgısını arttırdığı bildirilmiştir (Kabata, 1982; Dezfuli ve ark., 2003; Uçar, 2008; rk, 2011; Dereli Gr, 2013). Bu nedenle Vanda farklı fiziko-kimyasal faktörlere ilave olarak da parazitik enfeksiyonların mucus salgısını arttırdığı söylenilebilir (şekil 4.6).

Parazitik enfeksiyonlardan başka mikroorganizmalarda mucus salgısını arttırmaktadır. Van Gölü yüksek pH nedeniyle pek çok mikroorganizmanın yaşamını kısıtlar. Tatlı suya göç eden balıkların göl ortamında bulunmayan bu mikroorganizmalarla karşılaşması mucus hücre salgılamasını arttıracığı düşünülmektedir (Nagashima ve ark., 2001; Hellio ve ark., 2002).

Sonuç olarak, Van balığı mucus hücre glikokonjugatları heterojen dağılım göstermektedir. Mucus hücre glikokonjugat içeriğinin heterojen olması buradaki mucus hücrelerinin salgıladığı mukusun kimyasal yapısının değişmesinden kaynaklı olup ve Van Gölü ile tatlı su ortam şartlarının Van balığı için stres oluşturucu şartlara sahip olduğu belirlendi. Van balığı solungaçlarında bulunan mucus hücre içerik ve seviyelerinin farklı sucul ortamlarında değiştiği bu çalışma ile net olarak ortaya konmuştur. Ayrıca mucus hücre alanlarının ve yoğunluğunun da üreme gücü esnasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu değişimin farklı sucul ortamlarında karşılaştığı tuzluluk, pH, bakteri ve parazit enfeksiyonları gibi durumlardan kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir. Solungaç mucus hücrelerindeki bu değişimler balığın adaptasyonunda önemli rol oynamaktadır.



## KAYNAKLAR

- Allen, A., Snary, D., 1972. The structure and function of gastric mucus. *In Physiology of the Gastrointestinal Tract, Gut*, **13**(8): 666.
- Al-Zaidan, A. S., Endo, M., Maita, M., Gonçaves, A. T., Futami, K., Katagiri, T. A., 2012. Toxicitybioassay study concerning the effect of un-ionized ammonia on the mucus cells responseoriginating from the gills of zebrafish *Danio rerio*. *Fisheries Science*, **79**: 129–142.
- Andrews, M., Battaglione, S., Cobcroft, J., Adams, M., Noga, E and Nowak, B., 2010. Host response to the chondracanthid copepod *Chondracanthus goldsmidi*, a gill parasite of the striped trumpeter, *Latris lineata* (Forster), in Tasmania, *Journal of Fish Diseases*, **33**: 211–220.
- Ann, G. M., Jones, R. T., Kane, A. S., Renate, R. S. A., 1995. Effects of chronic copper exposure on the macrophage chemiluminescent response and gill histology in goldfish (*Carassius auratus L.*) *Reimscheussela Fish & Shellfish Immunology*, **5**: 251-264.
- Aypak, S. Ü., Uysal, H., 2010. Glikoproteinlerin Yapısı ve Fonksiyonları. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, **24**(2): 107-114.
- Batur, E., Kadioğlu, M., Özkaya, M., Saban, M., Akın, İ., Kaya, Y., 2008. Van Gölü su seviye modellemesi ve ekstrem seviyelerin tahmini. *Van Gölü Hidrolojisi ve Kirliliği Konferansı Bildiri Kitabı*, 10-24.
- Benli, A. Ç. K., Köksal, G., 2005. The acute toxicity of ammonia on tilapia (*Oreochromis niloticus L.*) larvae and fingerlings. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **29**(2): 339-344.
- Bilgili, A., Sağmanlıgil, H., Çetinkaya, N., Yarsan, E., Türel, İ., 1995. Van gölü suyunun doğal kalitesi ve buradan avlanan İnci kefali (*Calcalburnus tarichii*, Pallas 1811) örneklerinde bazı ağır metal düzeyleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **42**: 445-450.
- Boat, T. F., Cheng, P. W., 1980. Biochemistry of airway mucus secretions. *Federation Proceedings*, **39**(13): 3067-74.
- Bordas, M. A., Balebona, M. C., Chabrillon, M., Rodriquez-Maroto, J. M., Morinigo, M. A., 2003. Influence of temperature and salinity on the adhesion to mucous surfaces of gilt-head seabream (*Sparus auratus L.*) of pathogenic strains of *Vibrio alginolyticus* and *Listonella anguillarum*. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, **23**(6): 273-280.
- Calabro, C., Albanese, M. P., Lauriano, E. R., Martella, S., Licata, A., 2005. Morphological, histochemical and immunohistochemical study of the gill epithelium in the abyssal teleost fish *Coelorhynchus coelorhynchus*. *Folia Histochemica et Cytobiologica*, **43**(1): 51–56.
- Cengiz, E. I., Unlu, E., 2006. Sublethal effects of commercial deltamethrin on the structure of the gill, liver and gut tissues of mosquitofish, *Gambusia affinis*: a microscopic study. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, **21**(3): 246-253.

- Csaba, G., Kovács-Gayer, É. V. A., Békési, L., Bucsek, M., Szakolczai, J., Molnár, K., 1984. Sazan yavrularında muhtemel protozoa etiyolojisi ve swimbladder inflamasyonu üzerine yapılan çalışmalar. *Balık Hastalıkları Dergisi*, **7**(1): 39-56.
- Culling, C. F., Reid, P. E., 1979. The Histochemistry of Colonic Mucins. *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, **27**: 1177-1179.
- Çetinkaya, O., Elp, M., 1996. İnci Kefali'nin (*Chalcalburnus tarichi* Palas, 1811) Morfolojik Anatomisi ve Sistematik Özellikleri. *Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu*, Atatürk Üni. Basımevi, Erzurum, 713-722.
- Çınar, K., Senol, N., Ozen, M. R., 2008. Histochemical characterization of glycoproteins in the gills of the carp (*Cyprinus carpio*). *Ankara Univ Vet Fak Derg*, **55**: 61-64.
- Çiftçi, Y., Isık, MA., Alkeveli, T., Yeşilova, Ç., 2008. *Van Gölü havzasının çevre jeolojisi. Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, **32**(2): 45-77.
- Danulat, E., Kempe, S., 1992. Nitrogenous waste excretion and accumulation of urea and ammonia in *Chalcalburnus tarichi* (Cyprinidae) endemic to Lake Van (Eastern Turkey). *Fish Physiology and Biochemistry* **9**: 377-386.
- Danulat, E., Selçuk, B., 1992. Life history and environmental conditions of the anadromous *Chalcalburnus tarichi* (Cyprinidae) in the highly alkaline *Lake Van, eastern Anatolia, Turkey*. *Archiv für Hydrobiologie* **126**(1): 105-125.
- Dash, S., Das, S. K., Samal, J., Ojha, P. K., Patra, J. K., Thatoi, H., 2011. Dose dependence specific and non-specific immune responses of Indian major carp (*L. rohita* Ham) to intraperitoneal injection of formalin killed *Aeromonas hydrophila* whole cell vaccine. *Veterinary Research Communications*, **35**(8): 541-552.
- Dekker, J., Rossen, J., Büller, H., Einerhand, A., 2002. The MUC family: an obituary. *Trends in Biochemical Sciences*, **27**(3): 126-131.
- Demir, N., 2006. *Solungaçlar, Solunum ve İlgili Oluşumlar. İhtiyoloji* (Karataş, M.). Nobel Yayın Dağıtım, Ankara. 278s.
- Demirbağ, E., Kelek, S., Çınar, K., 2012. Kovada, Eğirdir ve Karacaören II Baraj Göllerinde Yaşayan Sudak Balığı (*Sander lucioperca* L., 1857) Solungaçlarındaki Glikokonjugatların Histokimyasal Yapısı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **23**(1): 29-33.
- Dereli Gür, M., 2013. *Çipura ve levrek yavrularında görülen hastalıklarda histopatolojik incelemeler* (Doktora tezi), ADU, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Dezfuli, B. S., Giari, L., Konecny, R., Jaeger, P., Manera, M., 2003. Immunohistochemistry, ultrastructure and pathology of gills of *Abramis brama* from Lake Mondsee, Austria, infected with *Ergasilus sieboldi* (Copepoda). *Diseases of Aquatic Organisms*, **53**(3): 257-262.
- Díaz, A. O., Garcia, A. M., Devinenti, C. V., Goldemberg, A. L., 2005. Glycoconjugates in the branchial mucous cells of *Cynoscion guatucupa* (Cuvier, 1830) (Pisces: Sciaenidae). *Scientia Marina*, **69**: 545-553.
- Díaz, A. O., García, A., De lima, F. B., Pinheiro, C., 2010. Glycoproteins in the branchial mucous cells of *steindachnerina brevipinna* (Characiformes, curimatidae): a histochemical study. *Revista Real Academia Galega de Ciencias*, **29**: 35-48.



- Díaz, A. O., García, A. M., Pinheiro Junior, C., Lima, F. B. D., Braccini, M. D. C., Guimarães, A. C. G., 2008. Histochemical analysis of glycoconjugates in the branchial mucous cells of *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879)(Characiformes, Parodontidae). *Ciencias Morfológicas* 10.
- Diler, D., Çınar, K., 2009. A histochemical study of glycoconjugates in the gills of the sea bass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758). *Gazi University Journal of Science*, 22(4): 257-261.
- Diler, D., Çınar, K., 2019. *Aphanius anatoliae* sureyanus (Neu, 1937)(Osteichthyes: Cyprinodontidae) Solungaç Glikokonjugatlarının Histokimyasal Özellikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1: 1 - 8
- Domenechini, C., Pannelli, Straini. R., Veggetti, A., 1998. Gut glycoconjugates in *Sparus aurata* L.(Pisces, Teleostei). A comparative histochemical study in larval and adult ages. *Histology and Histopathology*, 13(2): 359-372.
- Dunel- Erb, S., Bailly, Y., Laurent, P., 1982. Neuroepithelial cells in fish gill primary lamellae. *Journal of Applied Physiology* 53: 1342–1353.
- Dunel, E. B., Sebest, P., Chevalier, C., Simon, B., Bart, H. L., 1996. Morphological changes induced by acclimation high pressure in the gill epithelium of the freshwater Yellow Eel. *Journal of Fish Biology*, 48: 1018–1022.
- Elp, M., Şen, F., Çetinkaya, O., 2006. Van Gölü Havzası Su Kaynaklarında Yaşayan Balık Populasyonlarının Karşılaştığı Problemler ve Çözüm Yolları. *Su Ürünleri Dergisi*, 23(3): 407-412.
- Esteban, M. A., 2012. An overview of the immunological defenses in fish skin. *ISRN Immunol*, 853470, 1–29.
- Evans, D. H., Piermarini, P. M., Choe, K. P., 2005. The multifunctional fish gill: dominant site of gas exchange, osmoregulation, acid-base regulation, and excretion of nitrogenous waste. *Physiological Reviews*, 85: 97-177.
- Ferguson, H. W., Morrison, D., Ostland, V. E., Lumsden, J., Byrne, P., 1992. Responses of mucus-producing cells in gill disease of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Comparative Pathology*, 106(3): 255-265.
- Fletcher, T. C., 1978. Defence mechanism in fish. *Journal of Histochemical and Cytochemistry*. 32: 681-689.
- Franklin, G. C., 1990. Surface ultrastructural changes in the gills of *Sockeye salmon* (Teleostei: *Oncorhynchus nerka*) during seawater transfer: comparison of successful seawater adaptation. *Journal of Morphology*, 206: 13–23.
- Geldiay, R., Balık, S., 1996. *Türkiye Tatlısu Balıkları* (Ders Kitabı). Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yay. No: 46, E.Ü. Basımevi, Bornova-İzmir. 532 s.
- Genten, F., Terwinghe, E., Danguy, A., 2009. *Atlas of Fish Histology*. 10: 104-110, USA.
- Hellio, C., Pons, A. M., Beaupoil, C., Bourgougnon, N., Le Gal, Y., 2002. Antibacterial, antifungal and cytotoxic activities of extracts from fish epidermis and epidermal mucus. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 20(3): 214-219.
- Hibiya, T., Yokote, M., Oguri, M., Sato, H., Takashima, F., Aida, K., 1997. *An Atlas of Fish Histology: Normal and Pathological Features*. Gustav Fischer Verlag, New York, 145.
- Hughes, G. M., 1984. General anatomy of the gills. In: W.S. Hoar ve D.J. Randall (eds). *Fish Physiology*, 10A, Academic Press, Orlando.

- Hughes, G. M., Mittal, A. K., 1980. Structure of the gills of *Barbus sophor* (Ham), a cyprinid with tertiary lamellae. *Journal of Fish Biology*, **16**(4), 461-467.
- Jagoe, C. H., Haines, T. A., 1997. Changes in gill morphology of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts due to addition of acid and aluminum to stream water. *Environmental Pollution*, **97**(1-2): 137-146.
- Jenjan, H. B., 2011. *Quantitative analysis of the fine structure of the fish gill: environmental response and relation to welfare* (Doctoral dissertation, University of Glasgow).
- Kabata, Z., 1982. Copepoda (*Crustacea*) parasitic on fishes: problems and perspectives. In *Advances in Parasitology* **19**:1-71.
- Kelek, S., 2010. *Farklı ortam koşullarında yaşayan sudak balığı (sander lucioperca) solungaçlarının histokimyasal yapısı* (Doktora tezi), SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Küçüköner, B., Yurt, H., Genççelep., 2001. Van gölü havzasında yaşayan inci kefal (*Chalcalburnus tarichi*) 'nin bazı kimyasal özelliklerinin incelenmesi. *Gıda* 2001-01.
- Lai, S. K., Wang, Y. Y., Wirtz, D., Hanes, J., 2009. Micro- and macrorheology of mucus. *Advanced Drug Delivery Review*, **61**: 86-100.
- Laurent, P., 1984. 2 Gill Internal Morphology. In *Fish physiology* **10**: 73-183. Academic Press.
- Lease, H. M., Hansen, J. A., Bergman, H. L., Meyer, J. S., 2003. Structural changes in gills of Lost River suckers exposed to elevated pH and ammonia concentrations. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, **134**(4): 491-500.
- Liu, L., Li, C., Su, B., Beck, B. H., Peatman, E., 2013. Short-term feed deprivation alters immunestatus of surface mucosa in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Plos One*, **8**: 74581.
- Mittal, A. K., Fujimori, O., Ueda, H., Yamada, K., 1995. Carbohydrates in the epidermal mucous cells of a fresh-water fish *Mastacembelus pancalus* (*Mastacembelidae*, *Pisces*) as studied by electron-microscopic cytochemical methods. *Cell and Tissue Research*, **280**(3): 531-539.
- Munday, B. L., Zilberg, D., Findlay, V., 2001. Gill disease of morine fish caused by infection with *Neoporamoeba pemaguidensis*. *Journal of Fish Diseases*, **24**: 497-507.
- Nagashima, Y., Sendo, A., Shimakura, K., Shiomi, K., Kobayashi, T., Kimura, B., Fujii, T., 2001. Antibacterial factors in skin mucus of rabbitfishes. *Journal of Fish Biology*, **58**(6): 1761-1765.
- Neutra, M. R., 1987. Gastrointestinal mucus: synthesis, secretion, and function. *Physiology of the gastrointestinal tract*, 975-1009.
- Ogundiran, M. A., Fawole, O. O., Adewoye, S. O., and Ayandiran, T. A., 2009. Pathologic lesions in the gills of *Clarias gariepinus* exposed to sublethal concentrations of soap and detergent effluents. *Journal of Cell and Animal Biology*. **3**(5): 078-082.
- Oğuz, A. R., 2015. Histological changes in the gill epithelium of endemic Lake Van Fish (*Chalcalburnus tarichi*) during migration from alkaline water to freshwater. *North-Western Journal of Zoology*, **11**(1): 51-57.

- Oğuz, A. R. 2018. Development of osmoregulatory tissues in the Lake van fish (*Alburnus tarichi*) during larval development. *Fish Physiology and Biochemistry*, **44**(1): 227-233.
- Ong, K. J., Stevens, E. D., Wright, P. A., 2007. Gill morphology of the mangrove killifish (*Kryptolebias marmoratus*) is plastic and changes in response to terrestrial air exposure. *Journal of Experimental Biology*, **210**(7): 1109-1115.
- Özdemir, H., Konyar, E., Ayman, İ., Avcı, C., 2013. Comparison between archaeological findings and level changes of Van Lake during the Holocene Holosendeki Van Gölü seviye değişimleri ile arkeolojik bulguların karşılaştırılması. *Journal of Human Sciences*, **10**(1): 959-992.
- Peters, G., Hoffmann, R., Klinger, H., 1984. Environment-induced gill disease of cultured rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, **38**(2): 105-126
- Powell, M. D., Parsons, H. J., Nowak, B. F., 2001. Physiological effects of freshwater bathing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as a treatment for amoebic gill disease. *Aquaculture*, **199**(3-4): 259-266.
- Randall, D. J., Brauner, C., 1998. Interactions between ion and gas transfer in freshwater teleost fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, **119**(1): 3-8.
- Reimer, A., Landmann, G., Kempe, S., 2009. Lake Van, Eastern Anatolia, Hydrochemistry and History. *Aquatic Geochemistry*, **15**: 195-222.
- Reverter, M., Tapissier-Bontemps, N., Lecchini, D., Banaigs, B., Sasal, P., 2018. Biological and ecological roles of external fish mucus: A review. *Fishes*, **3**(4): 41.
- Roberts, S. D., Powell, M. D., 2003. Comparative ionic flux and gill mucous cell histochemistry: effects of salinity and disease status in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, **134**(3): 525-537.
- Roy, D., 1988. Statistical analysis of anionic detergent-induced changes in the goblet mucous cells of opercular epidermis and gill epithelium of Rita rita (Ham.) (*Bagridae: Pisces*). *Ecotoxicology and environmental safety*, **15**(3): 260-271.
- Sarıhan, E., Cengizler, İ., 2006. *Temel Balık Anatomisi ve Fizyolojisi*. Nobel Kitabevi, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Adana. 172.
- Shephard, K. L., 1994. Functions for fish mucus. *Reviews in fish biology and fisheries*, **4**(4): 401-429.
- Srivastava, N., Kumari, U., Rai, A. K., Mittal, S., Mittal, A. K., 2012. Histochemical analysis of glycoproteins in the gill epithelium of an Indian major carp, *Cirrhinus mrigala*. *Acta Histochemica*, **114**(6): 626-635.
- Şenol, N., 2009. *Sazan (Cyprinus carpio) ve sudak (Stizostedion lucioperca) balıklarında gastrointestinal kanalın histokimyasal yapısı ve bazı peptidlerin lokalizasyonu* (Doctoral dissertation). SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Şenol, N., 2014. Identification of Glycoproteins in Mucous Cells of Epidermis and Gill of Tinca tinca Linnaeus, 1758 (*Cypriniformes: Cyprinidae*). *Van Veterinary Journal*, **25**(2): 47-49.
- Tharton, D. J., Davies, J. R., Krayanbrink, M., Richardson, P. S., Sheehan, J. K., Carlstedt, I., 1990. Mucus glycoproteins from "normal" human tracheobranchial secretions. *Biochemical Journal*, **265**: 179-186.
- Timur, M., 2006. *Balık fizyolojisi*. Nobel Yayıncılık, Ankara.

- Uçar, A., Atamanalp, M., 2008. Balıklarda Toksikopatolojik Lezyonlar II/Toxicopathological Lesions in Fish II. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **40**(1): 95-101.
- Ürkü, Ç., 2011. *Gökkuşuğu alabalıklarında (oncorhynchus mykiss, w.) deneysel olarak oluşturulan lactococcosis' in bakteriyolojik ve serolojik metotlarla teşhisi* (Yükseklisans tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Walsh, A. H., William, E. R., 1972. The pathology of pesticide poisoning in The Pathology of Fishes Edt. By W. E. Ribelin, G. Migaki. *The University of Wisconsin press*. USA. 515- 538.
- Wells, P. R., Pinder, A. W., 1996. The respiratory development of Atlantic salmonII: partitioning of oxygen uptake among gills, yolk sac and body surfaces. *Journal of Experimental Biology*, **199**: 2737-2744.
- Wilson, J. M., Laurent, P., 2002. Fish gill morphology: inside out. *Journal of Experimental Zoology*, **293**: 192-213
- Yiğit, A., İrak, Z. T., Öztürk, D., Öztürk, E., Alpaslan, D., Şahan, T., Aktaş, N., 2017. Van Gölü Suyunun İyon Karakterizasyonuyla Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **7**(4): 169-179.
- Zayed, A. E., Mohamed, S. A., 2004. Morphological study on the gills of two species of fresh waterfishes: *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*. *Annals of Anatomy*, **186**: 295-304.

## ÖZ GEÇMİŞ

Zehra ALKAN, 1996 yılında Bingöl'ün Karlıova ilçesinde doğdu. İlköğretimi ve ortaokulunu Toklular İlköğretim okulunda tamamladı. Lise öğrenimini 2013 yılında Karlıova Lisesinde tamamladı. Aynı yıl içerisinde Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji bölümü kazanarak 2017 yılında eğitimini tamamladı. Lisansüstü eğitimine ise 2017 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim dalında başladı.







**VAN YÜHADYEK**  
**VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ**  
**Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu**

**ARAŞTIRMA KESİN SONUÇ ONAY BELGESİ**

**VAN YUZUNCUYILUNIVERSITY (TURKEY)**  
**ANIMAL RESEARCHES LOCAL ETHIC COMMITTEE**  
**RESEARCH FINAL REPORT APPROVAL CERTIFICATE**

<b>Araştırmanın Adı</b> <i>Research Title</i>	Van Balığının ( <i>Alburnus Tarichi</i> ) Solungaç Mukus Hücrelerin Üreme Göçü Sırasında İncelenmesi Investigation Of Gill Mucus Cells Of Van Fish ( <i>Alburnus Tarichi</i> ) During Reoroductive Migration	
<b>Araştırmacı(lar)</b> <i>Investigator(s)</i>	<b>Yürütücü / Chief investigator :</b> Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ <b>Yardımcı Araştırmacı(lar) / Co-investigator(s):</b> Zehra ALKAN	
<b>Araştırmanın Başlama Tarihi / Research Starting Date:</b>	01.05.2018	
<b>Araştırmanın Bitiş Tarihi / Research Completion Date:</b>	01.05.2020	
<b>Proje Süresi / Total Time of Project:</b>	12 Ay	
<b>Proje No / Project Number:</b>	FYL-2019-7879	
<b>Araştırmayı Destekleyen Kuruluş (varsa) / Funding institution(s) (if available):</b>	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyonu	
<b>Destek Şekli ve Miktarı / Type and amount of funding:</b>	8.997,86 TL	
<b>Karar:</b> Yukarıda bilgileri verilen araştırma projesinin kesin sonuç raporu Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 30/05/2019 tarih ve 2019/05 sayılı kararı ile kabul edilmiştir. <b>Decision:</b> Final report of the research project detailed above was approved by Van Yuzuncu Yil University Animal Researches Local Ethic Committee in the session held on 30/05/2019 (decision number 2019/05		
	<b>BAŞKAN/CHAIR</b>  Prof. Dr. Semiha DEDE	
<b>ÜYE/Member</b>  Prof. Dr. N. Tuğba BİNGÖL	<b>ÜYE/Member</b>  Prof. Dr. Siddik KESKİN	<b>ÜYE/Member</b>  Prof. Dr. Nalan ÖZDAL
<b>ÜYE</b>  Prof. Dr. Atilla DÜRMEŞ	<b>ÜYE/Member</b>  Doç. Dr. Ferda KARAKUŞ	<b>ÜYE/Member</b>  Doç. Dr. Yıldırım BAŞBUĞAN
<b>ÜYE/Member</b>  Dr. Öğr. Üyesi Oruc ALLAHVERDİYEV	<b>ÜYE/Member</b>  Dr. Öğr. Üyesi Canser Yılmaz DEMİR	<b>ÜYE/Member</b>  Dr. Öğr. Üyesi Haşer ŞAHİN AYDINYURT
<b>ÜYE/Member</b>  Dr. Öğr. Üyesi Şokri ÖNALAN	<b>ÜYE/Member</b>  Vet. Hek. Kerem OĞRAK	<b>ÜYE/Member</b>  Vet. Hek. İsmail Hakkı BEHÇET
<b>ÜYE/Member</b> Zir. Müh. Kenan YILDIRIMOĞLU		



T.C  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 18/07/2019

Tez Başlığı / Konusu: Van Balığının (*Alburnus tarichi*) Solungaç Mukus Hücrelerinin Üreme Göçü Sırasında İncelenmesi

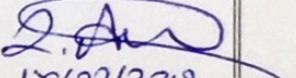
Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 83 sayfalık kısmına ilişkin, 18/07/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 3 (Üç) dür.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

  
18/07/2019  
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Zehra ALKAN

Öğrenci No: 17910002137

Anabilim Dalı: Biyoloji Anabilim Dalı

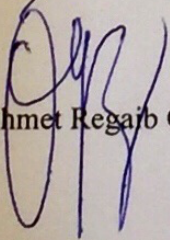
Programı:

Statüsü: Y. Lisans

Doktora

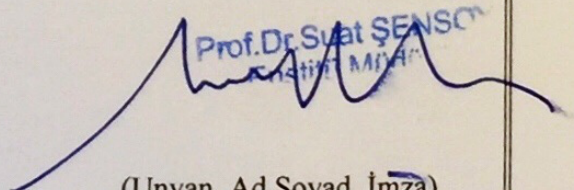
**DANIŞMAN ONAYI**  
UYGUNDUR

Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ



**ENSTİTÜ ONAYI**  
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

  
Prof. Dr. Suat ŞENSOY  
Enstitü Müdürü