

T.C.  
EGE ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü

**Gediz Nehri' nde yaşayan *Pelophylax bedriagae*' nin  
(Camerano, 1882) (Amphibia: Ranidae) eritrosit  
morfolojisi ve sayısında kirliliğe bağlı değişimin  
araştırılması**

Esmeni ŞAHİN

Danışman : Doç. Dr. Kerim ÇİÇEK

Biyoloji Anabilim Dalı  
Zooloji Yüksek Lisans Programı

İzmir  
2019



Esmani ŞAHİN tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “**Gediz nehrinde yaşayan *Pelophylax bedriagae*'nin (Camerano, 1882) (Amphibia: Ranidae) eritrosit morfolojisi ve sayısında kirliliğe bağlı değişimin araştırılması**” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 12.09.2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri:**

**Jüri Başkanı** : Prof.Dr. Hüseyin ARIKAN

**Raportör Üye** : Doç.Dr. Kerim ÇİÇEK

**Üye** : Doç.Dr. Murat AFSAR

**İmza**

.....  
.....  
.....



## EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

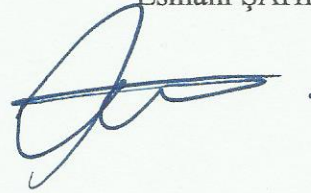
### ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Gediz Nehri’ nde yaşayan *Pelophylax bedriagae*’nin (Camerano, 1882) (Amphibia: Ranidae) eritrosit morfolojisi ve sayısında kirliliğe bağlı değişimin araştırılması” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarımı ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

23/08/2019

İmzası

Esmani ŞAHİN





**ÖZET****Gediz Nehri' nde yaşayan *Pelophylax bedriagae*'nin (Camerano, 1882) (Amphibia: Ranidae) eritrosit morfolojisi ve sayısında kirliliğe bağlı değişimin araştırılması**

ŞAHİN, Esmani

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Kerim ÇİÇEK

Eylül 2019, 26 sayfa

Bu çalışmada Gediz Nehri' ne (Manisa) dökülen farklı kirlenme düzeyine sahip sularda yaşayan Levanten su kurbağası, *Pelophylax bedriagae*, popülasyonlarında eritrosit morfolojisi ve sayısında kirliliğe bağlı herhangi bir değişim olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Evsel ve sanayi atıklarıyla kirlenmiş 2 istasyon ve kontrol istasyonu olmak üzere, toplam 3 istasyondan yakalanan 30 bireyin eritrosit sayısı ve morfolojisi incelenmiştir.

İncelenen örneklerde 1 mm<sup>3</sup> kandaki ortalama eritrosit sayısı kontrol istasyonunda 310833, evsel atıklarıyla kirlenmiş istasyonda 387000 ve sanayi atıklarıyla kirlenmiş istasyonda ise 390385 olarak hesaplanmıştır. Kirlenmiş istasyonlarda yaşayan bireylerde eritrosit sayılarının, kontrol istasyonuna oranla daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Eritrosit uzunluğu ve genişliği değerlerinin kirlenmiş istasyonlardan alınan örneklerde kontrol istasyonuna oranla daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Fakat nukleus büyüklüğü ve genişliği bakımından karşılaştırıldığında kirlenmiş istasyonlardan alınan örneklerde kontrol istasyonuna oranla daha küçük tespit edilmiştir. Ortalama eritrosit hacmi kontrol istasyonunda 2206 µm<sup>3</sup>, evsel atıklar ile kirlenmiş istasyonda 2539 µm<sup>3</sup> ve sanayi atıkları ile kirlenmiş istasyonda ise 2519 µm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Nukleositoplazmik oran ise sırasıyla 0.051, 0.049, 0.061 olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, Levanten su kurbağasının kirliliğe bağlı olarak eritrosit sayısı ve morfolojisinde değişiklikler meydana geldiği gözlenmiştir. Muhtemelen yaşam alanındaki oksijen eksikliğine bağlı olarak eritrosit sayısı artmaktadır. Ayrıca eritrosit hacmi artarken, nukleus hacmi değişmemekte ve bireyler daha fazla oksijen bağlama potansiyeline sahip olmaktadır.

**Anahtar sözcükler:** Biyoindikatör, Gediz Nehri, hematoloji, kirlilik, Manisa, *Pelophylax bedriagae*.



**ABSTRACT****Investigation of pollution-related changes in erythrocyte morphology and number of *Pelophylax bedriagae* (Camerano, 1882) (Amphibia: Ranidae) living in Gediz River**

ŞAHİN, Esmani

MSc in Biyoloji

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Kerim ÇİÇEK

September 2019, 26 pages

In this study, Levantine water frog, *Pelophylax bedriagae*, which live in waters with different pollution levels pouring into Gediz River (Manisa), have been tried to determine whether there is any change due to pollution in erythrocyte morphology and number. The erythrocyte number and morphology of 30 individuals taken from 3 stations, including 2 stations and control stations contaminated with domestic and industrial wastes, were examined.

In the examined samples, the average number of erythrocytes in 1 mm<sup>3</sup> blood was 310833 in the control station, 387000 in the station contaminated with domestic wastes and 390385 in the station contaminated with industrial wastes. It was observed that the number of erythrocytes in individuals living in polluted stations was higher than the control station.

The erythrocyte length and width values were found to be larger in the samples taken from contaminated stations than in the control station. However, when compared with the size and width of the nucleus, samples taken from polluted stations were found to be smaller than the control station. The average erythrocyte volume was 2206 µm<sup>3</sup> in the control station, 2539 µm<sup>3</sup> in the station contaminated with domestic wastes and 2519 µm<sup>3</sup> in the station contaminated with industrial waste. Nucleocytoplasmic ratio was calculated as 0.051, 0.049, 0.061 respectively.

As a result, changes in erythrocyte number and morphology of Levantine water frog were observed. The number of erythrocytes increases, probably due to lack of oxygen in the habitat. In addition, while erythrocyte volume increases, nucleus volume does not change and individuals have more oxygen binding potential.

**Keywords:** Bioindication, Gediz river, hematology, pollution, Manisa, *Pelophylax bedriagae*.



## ÖNSÖZ

Sanayileşmenin ve nüfusun artmasıyla çevreye deterjanlar, ağır metaller ve pestisitler başta olma üzere gün geçtikçe daha fazla kirletici bırakılmaktadır. Bu kirleticilerden sadece insanlar değil ekosistemde bulunan diğer canlılar da farklı düzeylerde etkilenmektedir. Akarsular ve göller ise bu kirleticilerden en fazla etkilenen ekosistemlerdendir. Bu çalışma akarsularda kirlilikten en fazla etkilenen canlılardan olan amfibiler üzerinde yürütülmüştür. Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlki çalışmaya konu olan Levanten su kurbağası örneklerinin doğal ortamlarında yakalanması, ikincisi ise laboratuvarında kan sayımlarının yapılması ve preparatların hazırlanmasıdır. Hazırlanan preparatlar mikroskop altında incelenmiş ve eritrositler mikrometrik oküler kullanılarak ölçülmüştür. Elde edilen veriler karşılaştırılarak farklı kirlenme düzeyine sahip bölgelerden toplanan bireylerin eritrositleri arasında sayısal ve morfolojik farklılıkların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

İZMİR

23/ 08/ 2019

Esmani ŞAHİN



**İÇİNDEKİLER**

	<u>Sayfa</u>
İÇ KAPAK .....	ii
KABUL ONAY SAYFASI .....	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	v
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	ix
ÖNSÖZ .....	xi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xv
TABLolar DİZİNİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	4
4. BULGULAR .....	6
4.1 Eritrosit Sayısı .....	6
4.2 Eritrosit Morfolojisi.....	8
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	19
5.1 Eritrosit Sayısı .....	19
5.2 Eritrosit Morfolojisi.....	19
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	22
TEŞEKKÜR .....	25
ÖZGEÇMİŞ.....	26

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.2.1 Kontrol istasyonundan yakalanan <i>P.bedriagae</i> 'ye ait eritrosit fotomikrografisi.....	9
4.2.2 Evsel atık istasyonundan yakalanan <i>P.bedriagae</i> 'ye ait eritrosit fotomikrografisi..	10
4.2.3 Sanayi istasyonundan yakalanan <i>P.bedriagae</i> 'ye ait eritrosit fotomikrografisi.....	10
4.2.4 İstasyonlara göre eritrosit uzunluğu/genişliği (EU/EG) değerlerinin karşılaştırması .....	16
4.2.5 İstasyonlara göre nukelüs uzunluğu/genişliği (NU/NG) değerlerinin karşılaştırması .....	16
4.2.6 İstasyonlara göre eritrosit hacmi (EH) değerlerinin karşılaştırması.....	17
4.2.7 İstasyonlara göre nucleus hacmi (NH) değerlerinin karşılaştırması .....	17
4.2.8 İstasyonlara göre nukleositoplazmik oran (NR) değerlerinin karşılaştırması .....	18



**TABLolar DİZİNİ**

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Örneklerin toplandığı lokalitele .....	4
3.2 Su analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler .....	5
4.1 İstasyonlara göre burun ucu urostil arası mesafeye (BUM) ait tanımlayıcı istatistikler.	6
4.1.1 İstasyonlara göre 1 mm <sup>3</sup> kandaki eritrosit sayısına (x10 <sup>6</sup> /µl) ait tanımlayıcı istatistikler.....	7
4.2.1 Kontrol istasyonundan (Sülüklü göl) toplanan <i>P. bedriagae</i> örneklerinin eritrosit morfolojisine ait tanımlayıcı istatistikler.....	11
4.2.2 Evsel atık arıtma tesisi çıkış suyu <i>Pelophylax bedriagae</i> eritrosit değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	12
4.2.3 Sanayi atıkları arıtma tesisi çıkış suyu <i>Pelophylax bedriagae</i> eritrosit değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler. ....	13
4.2.4 İstasyonlar arasında eritrosit morfolojisinin Tek yönlü varyans analizi (ANOVA, LSD testi) ile karşılaştırılması.....	14
4.2.5 İstasyonlar arasında eritrosit morfolojisinin çoklu karşılaştırma testi.....	15



**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
m	Metre
mm <sup>3</sup>	Milimetre küp
µm	Mikrometre
µm <sup>2</sup>	Mikrometrekare
mg/L	Miligram/litre
Cu	Bakır
Fe	Demir
Mn	Mangan
Zn	Çinko
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Ni	Nikel
Pb	Kurşun

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ(Devam)**

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
N	Birey sayısı
NR	Nukleositoplazmik oran
NU	Nukleus uzunluğu
NG	Nukleus genişliği
EU	Eritrosit uzunluğu
EG	Eritrosit genişliği
EH	Eritrosit hacmi
NH	Nukleus hacmi
SD	Standart sapma
SH	Standart hata

## 1. GİRİŞ

Sanayi devriminden sonra artan üretim faaliyetleri neticesinde çevre kirliliği de doğru oranda artış göstermektedir. 1970 yılından itibaren çevre sorunlarının dünya üzerinde daha fazla göz önüne geldiği ve çevre kirliliğine karşı çalışmaların arttığı görülmektedir (Aydoğdu, 2014). Küresel ölçekte sorun olarak ortaya çıkan bu durum; ülkemizde su kullanımı ve atık su oluşumu, hava kirletici kaynaklarının ve yoğunluğunun artmasını, atık çeşitliliği ve atık oluşum miktarlarının artmasını, doğal kaynak ve arazi kullanımı üzerine yine olumsuz etkiler yaparak, alıcı ortam olarak nitelendirdiğimiz hava, su ve toprak kalitesinin durumunu etkilemektedir (Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Envanteri Değerlendirme Raporu, 2012:1). Ülke genelinde, 30 ilde su kirliliği, 26 ilde hava kirliliği, 21 ilde atıklar, 3 ilde gürültü kirliliği, 1 ilde de erozyon öncelikli çevre sorunları olarak ifade edilmiştir (Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu, 2016). Bu verilere göre Türkiye’de birinci öncelikli sorun su kirliliğidir.

Gediz Nehri, Anadolu'dan Ege Denizi'ne dökülen Büyük Menderes Nehri'nden sonra ikinci büyük akarsudur. Gediz Deltası, sahip olduğu yüksek biyoçeşitlilik nedeniyle “Önemli Kuş Alanı” (ÖKA) ve “Önemli Doğa Alanı” (ÖDA) olarak belirlenmesinin yanı sıra, 15.04.1998 tarihinde Çevre Bakanlığınca “Özellikli Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Hakkındaki RAMSAR Sözleşmesi”ne dahil edilmiştir (Özbek Sönmez ve Onmuş, 2006/3). Gediz Deltası, ülkemizde yer alan 26 akarsu deltasından ve Ege Bölgesi’nde yer alan 4 havzadan biridir (Döndüren, 2015). Bugün için Gediz Havzasının en önemli sorunu ekolojik kirlilik olmuştur. Nehre, Demirköprü Barajına girmeden önce Uşak'ta başta dericilik olmak üzere çok sayıda sanayi tesisleri tarafından sanayi atıkları, keza Kula ilçesinde aynı şekilde her türlü atık ve barajdan sonra da Salihli, Ahmetli gibi ilçelerin atıkları deşarj edilmektedir (Ramsar Sites Information Service, 2018)

İnsan kaynaklı kirlenmeler en önemli çevre sorunlarından biridir ve bu kirlenmeler her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle günümüzde bu alanda yapılan çalışmalar çok önem kazanmıştır (Zhelev et al., 2017). Amfibiler yaşam döngülerinde karasal ve sucul safhaların bulunması ve derilerinin çıplak olması nedeni ile sulak alanların sağlığını belirlemede anahtar gruplardan biridir. Kuyruksuz kurbağaların (Anura) kan parametreleri toksik maddelere karşı duyarlıdır ve bu parametreler, toksik maddelerin sağlık ve çevre açısından etkilerini anlamak ve erken önlem almak için oldukça önemlidir. (Salinas et al., 2015; Pollo et al., 2016). Kan analizleri hayvanlardaki birçok fizyolojik durumları ve hastalıkları gösterme ve ortaya koyma

açısından yaygın olarak kullanılır (Christopher et al., 1999). Kan parametreleri ile kurbağa ve sürüngenlerde birçok çalışma mevcuttur (Arıkan ve Çiçek, 2014).

Ülkemizde bugüne kadar kuyruksuz kurbağaların (Anura) eritrosit büyüklükleri hakkında birçok çalışma bulunmakla beraber (Arıkan 1989; Atatür vd., 1998, 1999; Arıkan vd., 2001; Arserim ve Mermer, 2008; Gül vd., 2009; Arıkan ve Çiçek, 2011a, b, 2014) çevresel kirliliğin eritrosit morfolojisi üzerine etkileri hakkında bilgiler halen yetersizdir. Kurbağaların kan hücrelerindeki büyüklüklerin türler ve bireyler arasında farklı olmasını sağlayan nedenler; vücut ağırlığı, yaş, cinsiyet, ortam koşulları ve mevsime göre değişmektedir (Arserim, 2007). Bu çalışmada farklı kirlilik düzeyine sahip sularda yaşayan *Pelophylax bedriagae*'in eritrosit büyüklükleri ve sayısında kirliliğe bağlı olarak değişimlerin bulunup bulunmadığı tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada Manisa'da bulunan Gediz Nehri'ne suyunu boşaltan ve ağır metal konsantrasyonları [Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni, Pb] ve evsel kirlenmeye bağlı fosfat konsantrasyonu önceden tespit edilmiş 2 istasyondan örnekleme yapılmıştır. Kirliliğin Levanten su kurbağası eritrosit morfolojisi ve sayısı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Böylece kirliliğin kurbağa popülasyonları üzerine etkileri hakkında bilgi sahibi olunması hedeflenmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Eritrositler hayvanların kanında oksijenin taşınmasını sağlayan büyük hücrelerdir. Diğer kan hücrelerine oranla kanda daha fazla bulunur. Amfibiler omurgalılar arasında en büyük eritrositlere sahiptir (Arıkan ve Çiçek, 2014). Amfibilerde eritrositler memelilerden farklı olarak oval ve nukleusa sahiptir. Wright'ın boyası ile hazırlanan preparatlarda sitoplazma açık sarımsı- pembe, nukleus ise koyu morumsu mavi görünmektedir (Atatür vd., 1998).

Kan, çevresel değişimlerden etkilenen dinamik bir yapıdır (Davis et al., 2008). Hematolojik parametreler, sağlık risklerini belirlemek için önemlidir ve kirli bölgelerde erken uyarı sistemi olarak görülebilir (Pollo et al., 2016). Çevresel değişiklikler, hem su evrelerinde kimyasallara karşı duyarlılıklarından (Venturino et al., 2003) hem de yüksek geçirgenlikteki derilerinden dolayı, amfibilerin yaşam döngülerini çok etkiler. Zhelev et al. (2017) az kirli, ağır metal ile ve evsel atık ile kirletilmiş olmak üzere üç bölgede yaptığı çalışmada ağır metal ile kirletilmiş bölgelerde yaşıyan *Pelophylax ridibundus*'un eritrosit büyüklüklerinin farklı olduğunu tespit etmiştir.

Nehirler tarımsal sulama için kullanıldığından nehirlerdeki kirliliğin tarımda verimi düşürdüğü düşünülmektedir. Endüstriyel atıklar, fosil yakıtların yanması, jeolojik ayrışma ve evsel atıklar, su kütlelerinde ağır metalleri artırır (Minareci et al., 2009). Gediz Nehri de hızla kirlenen sulardan biridir ve geniş havzaya sahip olduğundan o bölgedeki tarımla uğraşan insanlar için oldukça önemlidir. Bu çalışmada Manisa ilinde bulunan ve Gediz Nehri'ne karışan, farklı kirlenme düzeyine sahip, sularda yaşıyan Levanten su kurbağası, *Pelophylax bedriagae*, popülasyonlarında eritrosit morfolojisi ve sayısının kirliliğe bağlı olarak nasıl değiştiği araştırılmıştır.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan Levanten su kurbağası, *Pelophylax bedriagae*, örnekleri Manisa'da suları Gediz Nehri'ne bağlanan iki istasyondan (Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisleri, Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisleri) ve kontrol istasyonu olarak Sülüklü Göl'den alınmıştır.

**Tablo 3.1:** Örneklerin toplandığı lokaliteler

Lokalite	Enlem	Boylam	Rakım
Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtım Tesisleri	38.611197	27.359924	100 m
Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisleri	38.614828	27.366300	43 m
Sülüklü Göl (Kontrol istasyonu)	38.571438	27.500750	609 m

*Pelophylax bedriagae*, örneklerinin alındığı bu iki istasyonların önceden fosfat ve ağır metal konsantrasyonları [Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni, Pb] tespit edilmiştir. Minareci (2009) tarafından yapılan çalışmada her iki istasyonda da çinko (Zn) değerlerinin yüksek olduğu, bakır (Cu) değerinin ise sanayi atık su arıtma tesisinde yüksek olduğu belirtilmiştir. Ayrıca krom (Cr) ve kurşun (Pb) oranlarının Amerikan Sağlık Örgütü kriterlerine göre yüksek olduğu, kadmiyum (Cd), kobalt (Co), demir (Fe) ve manganez (Mn) değerlerinin ise düşük olduğu belirtilmiştir. Minareci (2008) tarafından yapılan iki farklı çalışmada sanayi atık su arıtma tesislerinden çıkan suyun fosfat yönünden az kirlenmiş olduğu, Manisa Belediyesi evsel atık su arıtma tesislerinden çıkan suyun fosfat yönünden 3.sınıf yani kirlenmiş su durumunda olduğu (Resmî gazete 2004 su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre) belirtilmiştir.

Manisa'da ortaya çıkan evsel atıkların büyük bir çoğunluğu Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtım Tesisleri'nde arıtılmaktadır. Bu nedenle bu suda deterjan oranı yüksektir, deterjan içerisinde fosfat bulunduğundan, fosfat değerleri de yüksektir (Minareci, 2008). Deterjan aktif maddeleri çözünme sırasında oksijeni tükettiklerinden deterjanlar sudaki oksijenin azalmasına neden olurlar. Deterjan içerisinde bulunan fosfat ötrofikasyona neden olarak ekolojik dengeyi bozmaktadır (Minareci, 2008).

**Tablo 3.2:** Su analiz sonuçları aritmetik ortalamaları (mg/L) (Minareci, 2009)

Ağır metal	Manisa Belediyesi evsel atık su arıtma tesisi	Sanayi atık su arıtma tesisi
Cu	0,0161	0,1007
Fe	0,0103	0,0756
Mn	0,0075	0,055
Zn	1,0579	1,3806
Cd	0,00359	0,00369
Co	0,00634	0,00656
Cr	0,1055	0,0692
Ni	0,0796	0,1217
Pb	0,2183	0,2061

Sülüklü Göl (Turgutlu, Manisa) Spil Dağı'nın doğu yamacında yerleşimden uzak kapalı bir göldür. Gölün suyu yeraltı sularından ve yağışlar ile sağlanmaktadır. Etrafında meyve bahçeleri bulunmaktadır. Dolayısı ile çalışmada kontrol istasyonu olarak seçilmiştir.

İstasyonlardan Nisan – Haziran 2017 tarihleri arasında yakalanan yetişkin bireyler 4 saat içinde laboratuvara getirilmiştir. Örnekler üzerinde burun ucu kloak arası mesafe (BUM) canlı olarak ölçülmüştür. Daha sonra eter ile anestezi altına alınarak kalbin ventrikulusundan kan örnekleri alınmıştır. Eritrosit sayımı manuel olarak Neubauer hemasitometresi ile yapılmıştır. Sulandırma eriği olarak Hayem eriyiği kullanılmıştır. Eritrosit sayımı için eritrosit sulandırma pipeti aracılığı ile 200 defa sulandırılmıştır.

Eritrositlerin morfolojisi ve büyüklüklerinin ölçülmesinde, Wright'ın boyasıyla hazırlanmış yayma kan preparatları kullanılmıştır. Her bir yayma kan preparatında, rastgele seçilmiş 40 eritrositin uzunlukları (EU), genişlikleri (EG), nukleus uzunlukları (NU), nukleus genişlikleri (NG) Olympus mikrometrik oküleri kullanılarak ölçülmüştür. Eritrosit ve nukleusların büyüklükleri sırasıyla  $EH = (EU \cdot EG^2) \cdot (\pi/6)$  [ $\mu m^3$ ] ve  $NH = (NU \cdot NG^2) \cdot (\pi/6)$  [ $\mu m^3$ ] formüllerine göre hesaplanmıştır. EU/EG ve NU/NG oranlarına göre, hücre ve nukleus şekillerinin karşılaştırması yapılmıştır. Nukleositoplazmik oran (NR)  $NR = NH/(EH-NH)$  formülüne göre hesaplanmıştır. Kan hücrelerinin fotomikrografları Euromex CMEX-5000 görüntüleme sistemi ile çekilmiştir.

Kan hücrelerinin istasyonlara göre eritrosit morfolojisi ve sayısı karşılaştırmasında parametrik Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA, LSD) ve parametrik olmayan Kurskal-Wallis testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler karşılaştırmalı olarak mevcut literatür ile tartışılacaktır.

#### 4. BULGULAR

Nisan - Haziran aylarında 3 istasyondan yakalanmış 35 ergin bireyde (15 erkek, 20 dişi) eritrosit sayım ve ölçümleri yapılmıştır. Burun ucu urostil arası mesafe (BUM) kontrol istasyonunda ortalama 77,67 mm (SD= 15,86; min.-maks.= 63 – 104 mm), evsel atık istasyonunda ortalama 76,40 mm (SD= 6,78; min.-maks.= 62 – 90 mm) ve sanayi istasyonunda ortalama 71,92 mm (SD= 5,88; min.-maks.= 60 – 80 mm) olarak ölçülmüştür. İncelenen her üç istasyonda da dişi bireyler erkeklere göre daha uzun BUM değerlerine sahiptirler (t test,  $t = 4,063$ ,  $P \leq 0,01$ ).

**Tablo 4.1:** İstasyonlara göre burun ucu urostil arası mesafeye (BUM) ait tanımlayıcı istatistikler. [N= birey sayısı, Min.= minimum, Maks.= maksimum, SH= standart hata, SD= standart sapma]

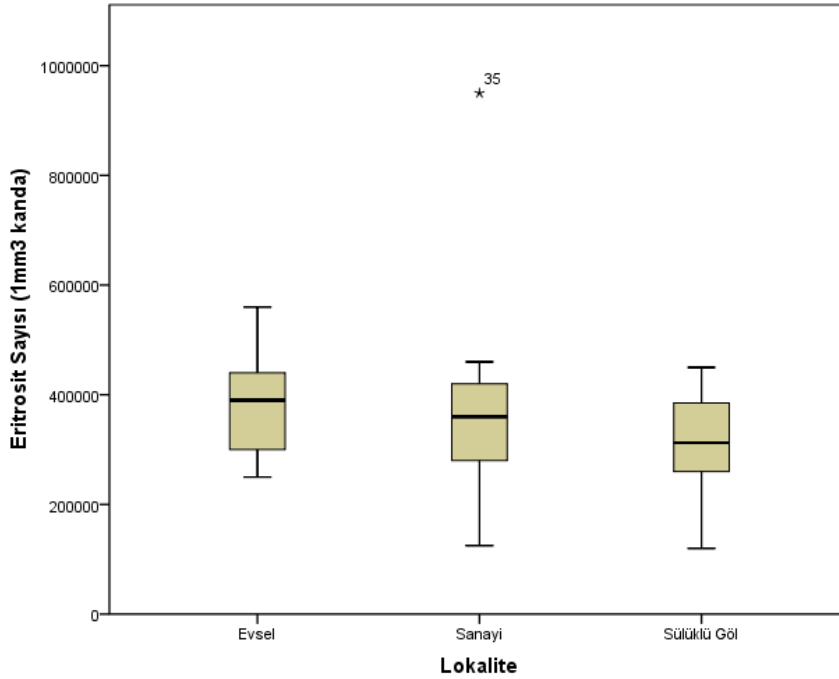
İstasyonlar	Cinsiyet	N	Ortalama	Medyan	SH	Min.	Maks.	SD
Kontrol	Dişi	7	86,14	81,00	5,994	71	104	15,858
	Erkek	5	65,80	65,00	1,594	63	72	3,564
	Toplam	12	77,67	71,50	4,578	63	104	15,859
Evsel	Dişi	7	80,43	82,00	2,562	68	90	6,779
	Erkek	3	67,00	68,00	2,646	62	71	4,583
	Toplam	10	76,40	78,50	2,782	62	90	8,796
Sanayi	Dişi	6	73,33	74,50	3,159	64	84	7,737
	Erkek	7	70,71	71,00	2,222	60	80	5,880
	Toplam	13	71,92	71,00	1,841	60	84	6,639
Toplam	Dişi	20	80,30	79,00	2,623	64	104	11,730
	Erkek	15	68,33	70,00	1,340	60	80	5,192
	Toplam	35	75,17	72,00	1,883	60	104	11,139

##### 4.1. Eritrosit Sayısı

Levanten su kurbağası, *P.bedriagae*'de yapılan eritrosit sayımı sonuçlarına göre; 1 mm<sup>3</sup> kandaki ortalama eritrosit sayısı kontrol istasyonunda 310833 (min. - maks.= 120000 - 450000), evsel atıklarıyla kirlenmiş istasyonda 387000 (250000 - 560000), sanayi atıklarıyla kirlenmiş istasyonda ise 390385 (125000 - 950000) olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.1.1, Şekil 4.1.1). İstasyonlara göre 1 mm<sup>3</sup> kandaki eritrosit sayısı karşılaştırıldığında; en düşük değerler kontrol istasyonunda, en yüksek değerler ise sanayi atıkları ile kirlenmiş istasyonda hesap edilmiştir. Fakat eritrosit sayısı bakımından istatistiki bir farklılık tespit edilememiştir (Kruskal Wallis test,  $X^2 = 2,420$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,298$ ).

**Tablo 4.1.1:** İstasyonlara göre 1 mm<sup>3</sup> kandaki eritrosit sayısına (x10<sup>6</sup>/μl) ait tanımlayıcı istatistikler. [N= birey sayısı, Min.= minimum, Maks.= maksimum, SH= standart hata, SD= standart sapma]

İstasyonlar	Cinsiyet	N	Ortalama	Medyan	SH	Min.	Maks.	SD
<b>Kontrol</b>	Dişi	7	300714	305000	27155	190000	405000	71846
	Erkek	5	325000	340000	57706	120000	450000	129035
	Toplam	12	310833	312500	27426	120000	450000	95008
<b>Eysel</b>	Dişi	7	381429	390000	31200	270000	510000	82549
	Erkek	3	400000	390000	89629	250000	560000	155242
	Toplam	10	387000	390000	31589	250000	560000	99894
<b>Sanayi</b>	Dişi	6	305000	312500	43723	125000	415000	107098
	Erkek	7	463571	420000	85347	250000	950000	225808
	Toplam	13	390385	360000	53381	125000	950000	192467
<b>Toplam</b>	Dişi	20	330250	332500	20357	125000	510000	91039
	Erkek	15	404667	390000	47651	120000	950000	184550
	Toplam	35	362143	360000	23936	120000	950000	141605



**Şekil 4.1.1:** İstasyonlara göre 1 mm<sup>3</sup> kandaki eritrosit sayısı değerleri

#### 4.2. Eritrosit Morfolojisi

Wright'ın boyasıyla hazırlanmış preparatlarda, üç istasyondan yakalanan *P.bedriagae*'ye ait bireylerden rastgele seçilen 40 ar eritrositin uzunluğu (EU), genişliği (EG), nukleus uzunluğu (NU) ve nukleus genişliği (NG) ölçülmüştür. Bu değerler tablo 4.2.1, 4.2.2 ve 4.2.3'te verilmiştir. Memelilerin dışındaki diğer tüm omurgalılarda olduğu gibi amfibilerin eritrositleri tipik olarak nukleuslu ve oval (elipsoid) şekilli hücrelerdir. Nukleus merkezde olup, yine hücre şekline uygun olarak oval ve uzun eksen hücre uzun eksenine paralel şekilde konumlanmıştır. *P.bedriagae*'de eritrositler, Wright'ın boyasıyla pembemsi nukleus ise koyu mor boyanmaktadır. *P.bedriagae*'de kan hücrelerinin fotomikrografisi şekil 4.2.1, 4.2.2 ve 4.2.3'de sunulmuştur.

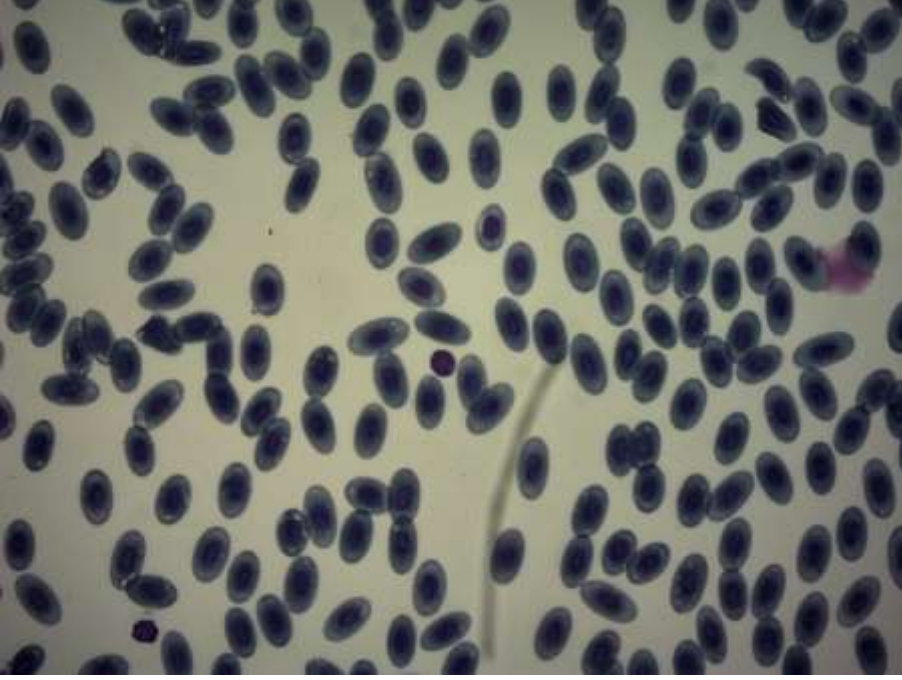
Kontrol istasyonundan (Sülüklü Göl, Manisa) yakalanan *P. bedriagae*'ye ait eritrosit değerlerine bakıldığında; ortalama EU 22,6  $\mu\text{m}$  (SD= 2,13; min. – maks.= 15 – 27,5  $\mu\text{m}$ ), EG 13,6  $\mu\text{m}$  (1,33; 10 – 17,5  $\mu\text{m}$ ), NU 9  $\mu\text{m}$  (1,14; 6,3– 12,5  $\mu\text{m}$ ), NG 5,1  $\mu\text{m}$  (0,40; 3,8 – 7,5  $\mu\text{m}$ ) olarak ölçülmüştür. Ortalama EH 2206  $\mu\text{m}^3$  (549,36; 981,3 – 4407,4  $\mu\text{m}^3$ ), NH 120,6  $\mu\text{m}^3$  (25,73; 55,2 – 294,4  $\mu\text{m}^3$ ) ve NR değeri 0,061 (0,019; 0,028 – 0,190) olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.2.1).

Evsel atık arıtma tesisi çıkış suyu kontrol istasyonundan yakalanan *P. bedriagae*'ye ait eritrosit değerlerine bakıldığında; ortalama EU 23,4  $\mu\text{m}$  (SD= 1,92; min. – maks.= 17,5 – 30  $\mu\text{m}$ ), EG 14,3  $\mu\text{m}$  (1,32; 11,3 – 17,5  $\mu\text{m}$ ), NU 8,7  $\mu\text{m}$  (1,06; 7,5 – 10  $\mu\text{m}$ ), NG 5  $\mu\text{m}$  (0,21; 2,5 – 6,3  $\mu\text{m}$ ) olarak ölçülmüştür. Ortalama EH 2538,7  $\mu\text{m}^3$  (551,07; 1490,3 – 4145,8  $\mu\text{m}^3$ ), NH 113,8  $\mu\text{m}^3$  (16,15; 32,7 – 178,9  $\mu\text{m}^3$ ) ve NR değeri 0,049 (0,013; 0,018 – 0,123) olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.2.2).

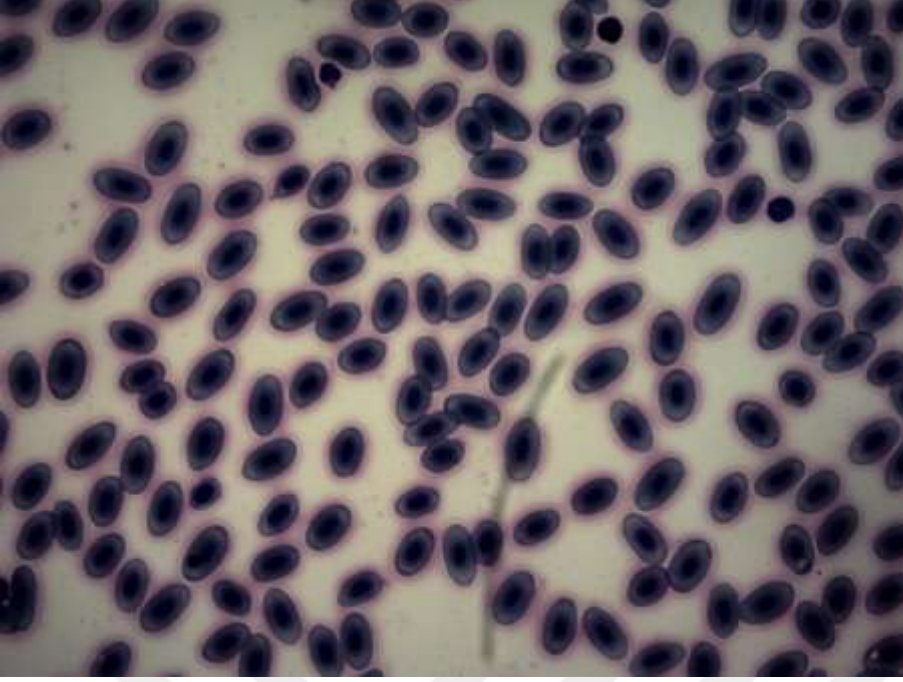
Sanayi atıkları arıtma tesisi çıkış suyu *P. bedriagae* eritrosit değerlerine bakıldığında; ortalama EU 23,1  $\mu\text{m}$  (SD= 1,92; min. – maks.= 17,5 – 28,8  $\mu\text{m}$ ), EG 14,4  $\mu\text{m}$  (1,13; 11,3 – 17,5  $\mu\text{m}$ ), NU 8,9  $\mu\text{m}$  (1,19; 6,3– 12,5  $\mu\text{m}$ ), NG 5  $\mu\text{m}$  (0,11; 3,8 – 6,3  $\mu\text{m}$ ) olarak ölçülmüştür. Ortalama EH 2519,5  $\mu\text{m}^3$  (465,85; 1324,7 – 4407,4  $\mu\text{m}^3$ ), NH 114,5  $\mu\text{m}^3$  (17,09; 55,2 – 204,4  $\mu\text{m}^3$ ) ve NR değeri 0,051 (0,013; 0,025 – 0,098) olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.2.3).

Üç istasyonda incelendiğinde eritrosit morfolojisi bakımından farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Yayma kan preparatlarında NU/NG oranı hariç diğer tüm eritrosit ve nukleus ölçüm ve oranları açısından istatistikî farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.2.4, 4.2.5,

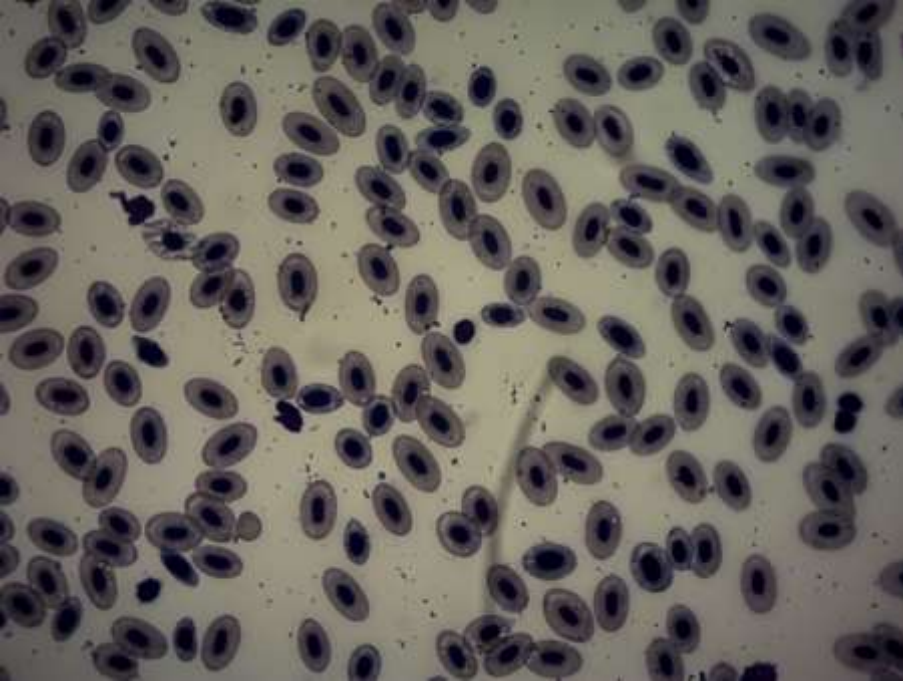
Şekil 4.2.4, 5,6,7,8). Kirilenmiş istasyonlardaki eritrosit hücrelerinin daha büyük olduğu fakat nukleus büyüklüklerinin kontrol istasyonunda daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ayrıca eritrosit hacmi bakımından kirilenmiş istasyonların daha büyük hacme sahip olduğu bulunmuştur. Nukleus hacminin ise kontrol istasyonunda daha büyük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.2.1: Kontrol istasyonundan yakalanan *P.bedriagae*'ye ait eritrosit fotomikrografisi (40x)



Şekil 4.2.2: Evsel atık istasyonundan yakalanan *P.bedriagae*'ye ait eritrosit fotomikrografisi 40x)



Şekil 4.2.3: Sanayi istasyonundan yakalanan *P.bedriagae*'ye ait eritrosit fotomikrografisi 40x)

**Tablo 4.2.1:** Kontrol istasyonundan yakalanan *P.bedriagae*'ye ait eritrosit değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler. [N= birey sayısı, Min.= minimum, Maks.= maksimum, SH= standart hata, SD= standart sapma]

Cinsiyet		EU	EG	NU	NG	EU/EG	NU/NG	EH	NH	NR
<b>Dişi</b>	N	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Ortalama	22,5	13,6	8,7	5,1	1,7	1,7	2213,4	117,5	0.059
	Medyan	22,5	13,8	8,8	5,0	1,7	1,8	2044,3	114,5	0.056
	SH	0,15	0,09	0,08	0,03	,01	0,02	36,34	1,88	0.001
	Minimum	15,0	11,3	6,3	3,8	1,2	1,0	1226,6	55,2	0.028
	Maksimum	27,5	16,3	12,5	7,5	2,0	2,5	3454,8	294,4	0.190
	SD	2,11	1,22	1,15	0,41	0,17	0,25	513,88	26,57	0.019
<b>Erkek</b>	N	160	160	160	160	160	160	160	160	160
	Ortalama	22,7	13,5	9,3	5,0	1,7	1,9	2196,6	124,6	0.064
	Medyan	22,5	12,5	10,0	5,0	1,7	2,0	2044,3	130,8	0.066
	SH	0,17	0,11	0,08	0,03	0,02	0,02	46,82	1,91	0.001
	Minimum	17,5	10,0	7,5	3,8	1,2	1,2	981,3	64,4	0.029
	Maksimum	27,5	17,5	11,3	6,3	2,2	3,0	4407,4	230,0	0.133
	SD	2,16	1,45	1,02	0,38	0,20	0,26	592,24	24,15	0.019
<b>Total</b>	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360
	Ortalama	22,6	13,6	9,0	5,1	1,7	1,8	2206,0	120,6	0.061
	Medyan	22,5	12,5	8,8	5,0	1,7	1,8	2044,3	114,5	0.056
	SH	0,11	0,07	0,06	0,02	0,01	0,01	28,95	1,36	0.001
	Minimum	15,0	10,0	6,3	3,8	1,2	1,0	981,3	55,2	0.028
	Maksimum	27,5	17,5	12,5	7,5	2,2	3,0	4407,4	294,4	0.190
	SD	2,13	1,33	1,14	0,40	0,18	0,26	549,36	25,73	0.019

**Tablo 4.2.2:** Evsel atık arıtma tesisi çıkış suyu istasyonundan yakalanan *P.bedriagae*'ye ait eritrosit değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler. [N= birey sayısı, Min.= minimum, Maks.= maksimum, SH= standart hata, SD= standart sapma]

<b>Cinsiyet</b>		<b>EU</b>	<b>EG</b>	<b>NU</b>	<b>NG</b>	<b>EU/EG</b>	<b>NU/NG</b>	<b>EH</b>	<b>NH</b>	<b>NR</b>
<b>Dişi</b>	N	240	240	240	240	240	240	240	240	240
	Ortalama	23,5	14,1	8,8	5,0	1,7	1,8	2459,5	114,8	0.051
	Medyan	22,5	15,0	8,8	5,0	1,7	1,8	2649,4	114,5	0.049
	SH	0,12	0,08	0,07	0,02	0,01	0,02	32,29	1,09	0.001
	Minimum	20,0	11,3	7,5	2,5	1,3	1,4	1490,3	32,7	0.018
	Maksimum	30,0	17,5	10,0	6,3	2,2	4,0	4145,8	178,9	0.087
	SD	1,90	1,22	1,07	0,24	0,18	0,27	500,16	16,94	0.013
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120
<b>Erkek</b>	Ortalama	23,3	14,8	8,5	5,0	1,6	1,7	2697,2	111,9	0.046
	Medyan	22,5	15,0	8,8	5,0	1,5	1,8	2649,4	114,5	0.042
	SH	0,18	0,13	0,09	0,01	0,02	0,02	55,96	1,31	0.001
	Minimum	17,5	12,5	7,5	5,0	1,0	1,4	1635,4	98,1	0.025
	Maksimum	30,0	17,5	10,0	6,3	2,0	2,0	4006,8	178,9	0.123
	SD	1,97	1,39	,99	0,11	0,17	0,20	612,97	14,34	0.013
		N	120	120	120	120	120	120	120	120
<b>Total</b>	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360
	Ortalama	23,4	14,3	8,7	5,0	1,6	1,8	2538,7	113,8	0.049
	Medyan	22,5	15,0	8,8	5,0	1,7	1,8	2649,4	114,5	0.047
	SH	0,10	0,07	0,06	0,01	0,01	0,01	29,04	0,85	0.001
	Minimum	17,5	11,3	7,5	2,5	1,0	1,4	1490,3	32,7	0.018
	Maksimum	30,0	17,5	10,0	6,3	2,2	4,0	4145,8	178,9	0.123
	SD	1,92	1,32	1,06	0,21	0,18	0,25	551,07	16,15	0.013

**Tablo 4.2.3:** Sanayi atıkları arıtma tesisi çıkış suyu istasyonundan yakalanan *P.bedriagae*'ye ait eritrosit değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler. [N= birey sayısı, Min.= minimum, Maks.= maksimum, SH= standart hata, SD= standart sapma]

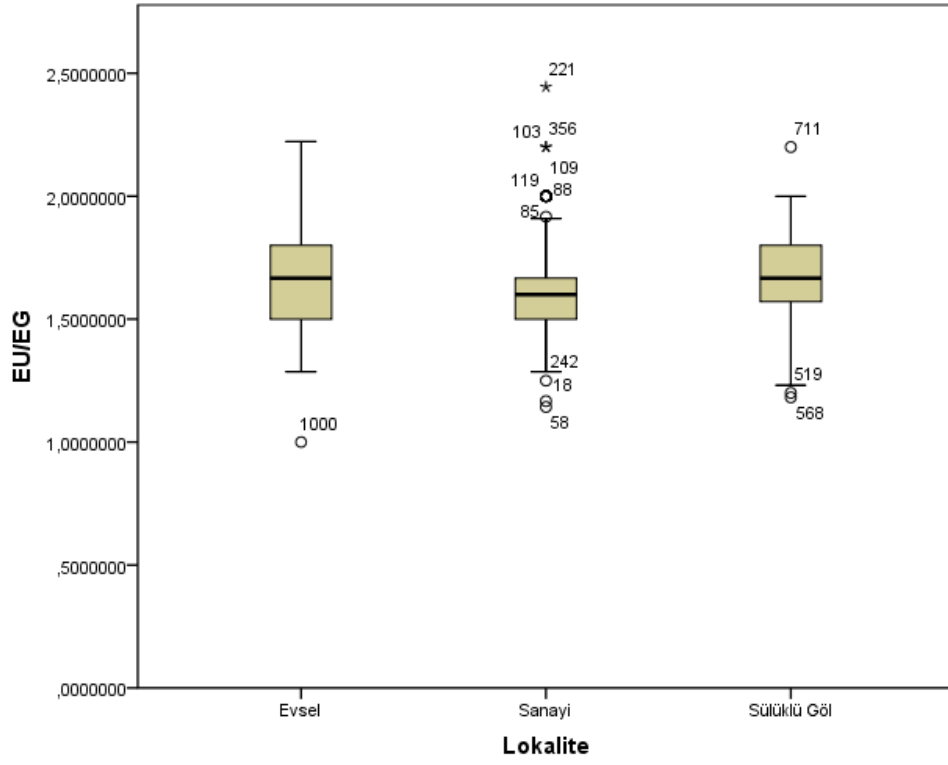
Cinsiyet		EU	EG	NU	NG	EU/EG	NU/NG	EH	NH	NR
<b>Dişi</b>	N	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Ortalama	23,0	14,3	8,9	5,0	1,6	1,8	2492,9	116,3	0.050
	Medyan	22,5	15,0	8,8	5,0	1,6	1,8	2649,4	114,5	0.048
	SH	0,13	0,07	0,08	0,01	0,01	0,02	29,74	1,18	0.001
	Minimum	18,8	11,3	6,3	5,0	1,3	1,3	1324,7	81,8	0.034
	Maksimum	28,8	17,5	12,5	6,3	2,2	2,5	4006,8	204,4	0.095
	SD	1,87	1,02	1,18	0,09	0,17	0,24	420,53	16,67	0.012
<b>Erkek</b>	N	169	169	169	169	169	169	169	169	169
	Ortalama	23,2	14,4	9,1	5,0	1,6	1,8	2551,0	118,6	0.051
	Medyan	22,5	15,0	10,0	5,0	1,6	2,0	2649,4	130,8	0.047
	SH	0,15	0,10	0,09	0,01	0,01	0,02	39,53	1,35	0.001
	Minimum	17,5	11,3	7,5	3,8	1,1	1,5	1635,4	55,2	0.025
	Maksimum	27,5	17,5	12,5	6,3	2,4	2,5	4407,4	204,4	0.098
	SD	1,98	1,24	1,19	0,14	0,19	0,24	513,87	17,55	0.014
<b>Total</b>	N	369	369	369	369	369	369	369	369	369
	Ortalama	23,1	14,4	8,9	5,0	1,6	1,8	2519,5	117,4	0.051
	Medyan	22,5	15,0	8,8	5,0	1,6	1,8	2649,4	114,5	0.047
	SH	0,10	0,06	0,06	0,01	0,01	0,01	24,25	0,89	0.001
	Minimum	17,5	11,3	6,3	3,8	1,1	1,3	1324,7	55,2	0.025
	Maksimum	28,8	17,5	12,5	6,3	2,4	2,5	4407,4	204,4	0.098
	SD	1,92	1,13	1,19	0,11	0,18	0,24	465,85	17,09	0.013

**Tablo 4.2.4:** İstasyonlar arasında eritrosit morfolojisinin Tek yönlü varyans analizi (ANOVA, LSD testi) ile karşılaştırılması [df= serbestlik derecesi, F= tablo değeri, P= anlamlılık derecesi]

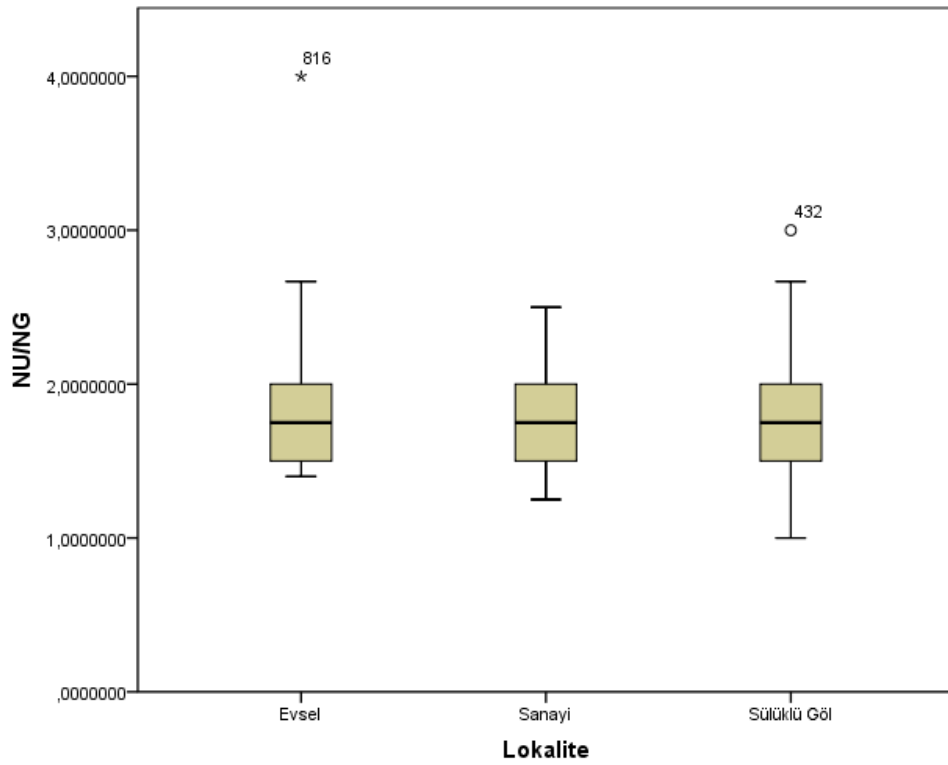
		<b>Kareler toplamı</b>	<b>df</b>	<b>Ortalama kareler</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>EU</b>	Gruplar arası	118	2	59,1	14,85	<b>0,00</b>
	Grup içi	4322	1085	4,0		
	Toplam	4440	1087			
<b>EG</b>	Gruplar arası	153	2	76,7	48,25	<b>0,00</b>
	Grup içi	1724	1085	1,6		
	Toplam	1878	1087			
<b>NU</b>	Gruplar arası	13	2	6,6	5,14	<b>0,01</b>
	Grup içi	1385	1085	1,3		
	Toplam	1398	1087			
<b>NG</b>	Gruplar arası	1	2	0,4	5,96	<b>0,00</b>
	Grup içi	77	1085	0,1		
	Toplam	78	1087			
<b>EU/EG</b>	Gruplar arası	1	2	0,3	10,20	<b>0,00</b>
	Grup içi	35	1085	0,0		
	Toplam	36	1087			
<b>NU/NG</b>	Gruplar arası		2	0,1	1,97	0,14
	Grup içi	68	1085	0,1		
	Toplam	68	1087			
<b>EH</b>	Gruplar arası	25177584	2	12588792,0	45,95	<b>0,00</b>
	Grup içi	297226603	1085	273941,6		
	Toplam	322404187	1087			
<b>NH</b>	Gruplar arası	8568	2	4284,1	10,60	<b>0,00</b>
	Grup içi	438441	1085	404,1		
	Toplam	447009	1087			
<b>NR</b>	Gruplar arası		2	0,0	66,27	<b>0,00</b>
	Grup içi		1085	0,0		
	Toplam		1087			

**Tablo 4.2.5:** İstasyonlar arasında eritrosit morfolojisinin çoklu karşılaştırma testi

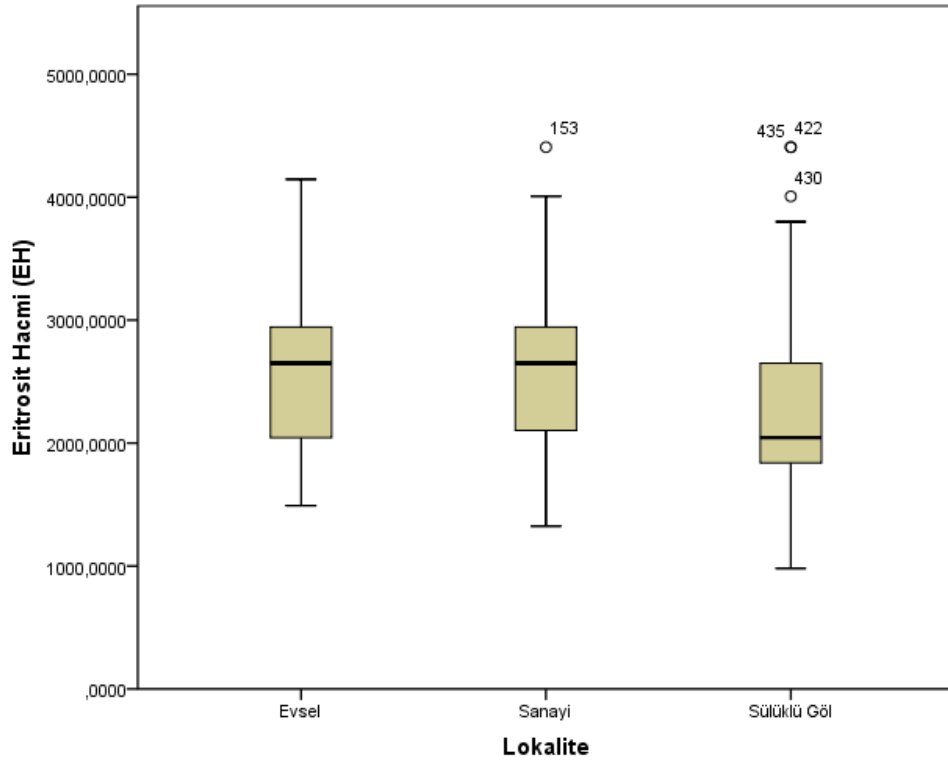
Bağımlı Karakter	(I) Lokalite	(J) Lokalite	Ortalama farkı (I-J)	SH	P	%95 Güven aralığı	
						Alt limit	Üst Limit
EU	Kontrol	Evsel	-0,80	0,15	<b>0,00</b>	-1,09	-0,51
		Sanayi	-0,52	0,15	<b>0,00</b>	-0,81	-0,23
	Evsel	Kontrol	0,80	0,15	<b>0,00</b>	0,51	1,09
		Sanayi	0,28	0,15	0,06	-0,01	0,57
	Sanayi	Kontrol	0,52	0,15	<b>0,00</b>	0,23	0,81
		Evsel	-0,28	0,15	0,06	-0,57	0,01
EG	Kontrol	Evsel	-0,77	0,09	<b>0,00</b>	-0,95	-0,58
		Sanayi	-0,83	0,09	<b>0,00</b>	-1,01	-0,64
	Evsel	Kontrol	0,77	0,09	<b>0,00</b>	0,58	0,95
		Sanayi	-0,06	0,09	0,54	-0,24	0,13
	Sanayi	Kontrol	0,83	0,09	<b>0,00</b>	0,64	1,01
		Evsel	0,06	0,09	0,54	-0,13	0,24
NU	Kontrol	Evsel	0,25	0,08	<b>0,00</b>	0,08	0,41
		Sanayi	0,03	0,08	0,72	-0,13	0,19
	Evsel	Kontrol	-0,25	0,08	<b>0,00</b>	-0,41	-0,08
		Sanayi	-0,22	0,08	<b>0,01</b>	-0,38	-0,05
	Sanayi	Kontrol	-0,03	0,08	0,72	-0,19	0,13
		Evsel	0,22	0,08	<b>0,01</b>	0,05	0,38
NG	Kontrol	Evsel	0,07	0,02	<b>0,00</b>	0,03	0,11
		Sanayi	0,05	0,02	<b>0,01</b>	0,01	0,09
	Evsel	Kontrol	-0,07	0,02	<b>0,00</b>	-0,11	-0,03
		Sanayi	-0,02	0,02	0,38	-0,06	0,02
	Sanayi	Kontrol	-0,05	0,02	<b>0,01</b>	-0,09	-0,01
		Evsel	0,02	0,02	0,38	-0,02	0,06
EU/EG	Kontrol	Evsel	0,03	0,01	<b>0,02</b>	0,01	0,06
		Sanayi	0,06	0,01	<b>0,00</b>	0,03	0,09
	Evsel	Kontrol	-0,03	0,01	<b>0,02</b>	-0,06	-0,01
		Sanayi	0,03	0,01	<b>0,04</b>	0,00	0,05
	Sanayi	Kontrol	-0,06	0,01	<b>0,00</b>	-0,09	-0,03
		Evsel	-0,03	0,01	<b>0,04</b>	-0,05	0,00
NU/NG	Kontrol	Evsel	0,03	0,02	0,10	-0,01	0,07
		Sanayi	0,00	0,02	0,93	-0,04	0,03
	Evsel	Kontrol	-0,03	0,02	0,10	-0,07	0,01
		Sanayi	-0,03	0,02	0,08	-0,07	0,00
	Sanayi	Kontrol	0,00	0,02	0,93	-0,03	0,04
		Evsel	0,03	0,02	0,08	0,00	0,07
EH	Kontrol	Evsel	-332,80	39,04	<b>0,00</b>	-409,40	-256,20
		Sanayi	-313,63	38,80	<b>0,00</b>	-389,76	-237,50
	Evsel	Kontrol	332,80	39,04	<b>0,00</b>	256,20	409,40
		Sanayi	19,17	38,77	0,62	-56,91	95,25
	Sanayi	Kontrol	313,63	38,80	<b>0,00</b>	237,50	389,76
		Evsel	-19,17	38,77	0,62	-95,25	56,91
NH	Kontrol	Evsel	6,90	1,50	<b>0,00</b>	3,96	9,84
		Sanayi	3,33	1,49	<b>0,03</b>	0,40	6,25
	Evsel	Kontrol	-6,90	1,50	<b>0,00</b>	-9,84	-3,96
		Sanayi	-3,58	1,49	<b>0,02</b>	-6,50	-0,65
	Sanayi	Kontrol	-3,33	1,49	<b>0,03</b>	-6,25	-0,40
		Evsel	3,58	1,49	<b>0,02</b>	0,65	6,50
NR	Kontrol	Evsel	0,01	0,00	<b>0,00</b>	0,01	0,01
		Sanayi	0,01	0,00	<b>0,00</b>	0,01	0,01
	Evsel	Kontrol	-0,01	0,00	<b>0,00</b>	-0,01	-0,01
		Sanayi	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00
	Sanayi	Kontrol	-0,01	0,00	<b>0,00</b>	-0,01	-0,01
		Evsel	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00



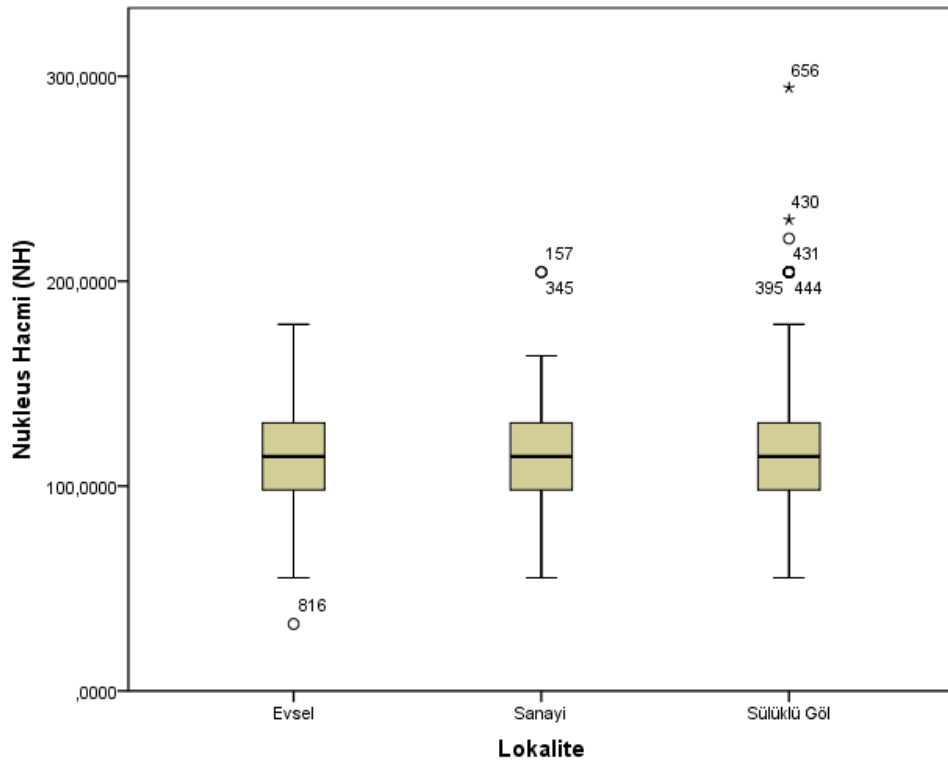
Şekil 4.2.4: İstasyonlara göre eritorsit uzunluğu/genişliği (EU/EG) değerleri



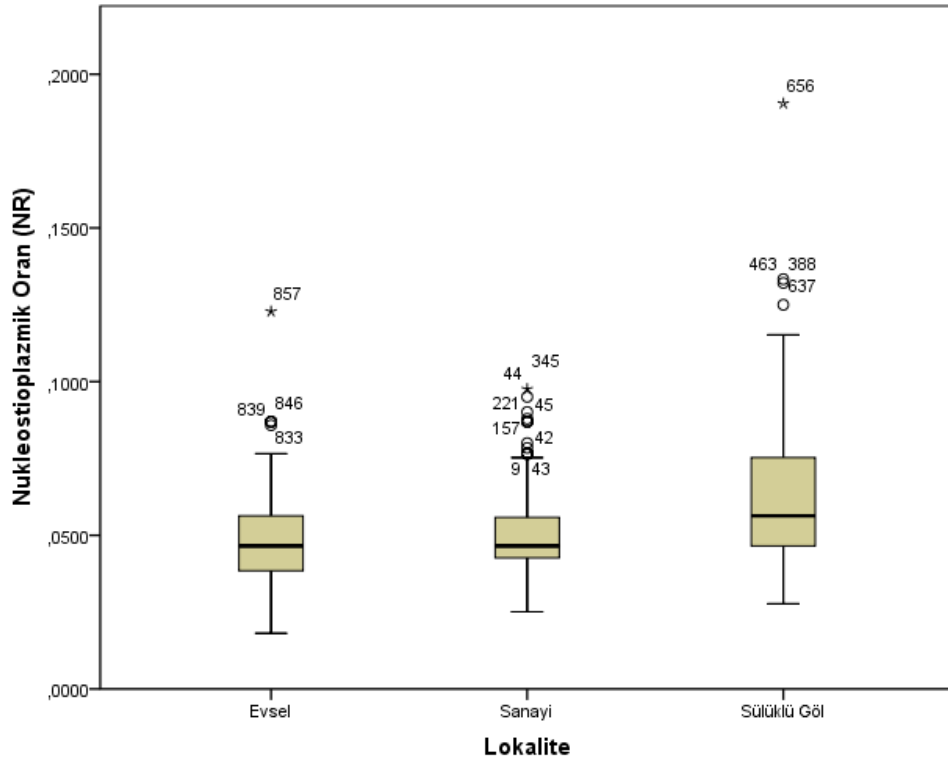
Şekil 4.2.5: İstasyonlara göre nukelus uzunluğu/genişliği (NU/NG) değerleri



Şekil 4.2.6: İstasyonlara göre eritrosit hacmi (EH) değerleri



Şekil 4.2.7: İstasyonlara göre nukleus hacmi (NH) değerleri



Şekil 4.2.8: İstasyonlara göre nukleositioplazmik oran (NR) değerlerinin karşılaştırılması

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

İnsan kaynaklı kirliliğin ekosistem üzerine olumsuz etkileri her geçen gün artmaktadır. Bu olumsuz etkilerden biri de kan parametrelerindeki değişimlerdir. Toksik maddelerin anurlarda kan parametreleri üzerinde etkili olduğu (Salinas et al., 2015), kirlili havada yaşayan kuşların kan parametrelerinde değişiklikler olduğu (Llacuna et al.,1996) birçok çalışmada gözlenmiştir. Hematolojik parametreler, toksik maddelerin sağlık ve çevre açısından etkilerini anlamak ve erken önlem almak için oldukça önemlidir. (Pollo et al., 2016).

### 5.1. Eritrosit Sayısı

Arıkan (1989) *Pelophylax caralitanus*'ta türünde eritrosit sayısının 180,000 – 590,000 arasında olduğunu tespit etmiştir. Şirinel (2006) İzmir ili çevresinde (Karagöl, Muradiye ve Gediz Deltası) yaptığı çalışmada *P. bedriagae* örneklerinde eritrosit sayısını 1mm<sup>3</sup> kanda 380000 ile 520000 arasında bulmuştur. Zhelev et al. (2015) yaptığı çalışmada kadmiyum (Cd), çinko (Zn), ve Kurşun (Zn) yönünden oldukça kirlili olan bölgelerden alınan *P. ridibundus* örneklerinde eritrosit sayılarının (571.633±10.72) nispeten kirlenmemiş bölgeden alınan örneklere (366.670±10.4) oranla yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmada nispeten kirlenmiş sanayi atıkları arıtma tesisi çıkışından alınan *P.bedriagae* örneklerinde eritrosit sayısı 1mm<sup>3</sup> kanda ortalama 390385, evsel atık arıtma tesisi çıkışlarından alınan örneklerde eritrosit sayısı ortalama 387000 ve kontrol istasyonu olan Sülüklü Göl' den alınan örneklerde ortalama 310385 bulunmuştur. Sonuçlara bakıldığında, diğer çalışmalarda olduğu gibi, kirlenmeye bağlı olarak eritrosit sayısının arttığı görülmektedir. Fakat eritrosit sayısı bakımından istatistiki bir farklılık tespit edilememiştir (Kruskal Wallis test,  $X^2= 2,420$ ,  $df= 2$ ,  $p= 0,298$ ).

### 5.2. Eritrosit morfolojisi

Şirinel (2006) İzmir ili çevresinde (Karagöl, Muradiye ve Gediz Deltası) yaptığı çalışmada *P. bedriagae* örneklerinde eritrosit uzunluğunu 15,50 µm ile 24 µm arasında eritrosit genişliğini ise 12 µm ile 18 µm arasında bulmuştur. Aynı çalışmada nukleus uzunluğu 7,5 µm ile 10,5 µm nukleus genişliği 5,30 µm ile 8 µm arasında bulunmuştur. Zhelev et al. (2017) yaptığı çalışmada az kirlenmiş suda bulunan *Pelophylax bedriagae* örneklerinde ortalama eritrosit uzunluğunu 24,20 µm, ortalama eritrosit genişliğini 14 µm , ortalama nukleus uzunluğunu 9,65 µm, ortalama nukleus genişliğini 5,50 µm bulmuştur. Evsel atık ile kirlenmiş sularda bulunan *Pelophylax bedriagae* örneklerinde ortalama eritrosit uzunluğunu

24,90  $\mu\text{m}$ , ortalama eritrosit genişliğini 14,40  $\mu\text{m}$ , ortalama nukleus uzunluğunu 9,78  $\mu\text{m}$ , ortalama nukleus genişliğini 5,60  $\mu\text{m}$  bulmuştur. Sanayi atıkları ile kirlenmiş sularda bulunan *P. bedriagae* örneklerinde ortalama eritrosit uzunluğunu 22,50  $\mu\text{m}$ , ortalama eritrosit genişliğini 13,65  $\mu\text{m}$ , ortalama nukleus uzunluğunu 8,30  $\mu\text{m}$ , ortalama nukleus genişliğini 5,20  $\mu\text{m}$  bulmuştur. Bu çalışmada elde edilen verilerin Şirinel (2006) ve Zhelev et al. (2017) yapılan çalışmalarda elde edilen verilerle sayısal olarak uyumlu olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada eritrosit uzunluğu, eritrosit genişliği ve eritrosit hacmi değerlerinin evsel atık arıtma tesisi ve sanayi atıkları arıtma tesisi istasyonlarından alınan örneklerde yüksek çıktığı kontrol istasyonunda ise düşük çıktığı görülmektedir. Nukleus uzunluğu ve nukleus genişliği ve nukleus hacmi değerlerinin evsel atık arıtma tesisi ve sanayi atıkları arıtma tesisi istasyonlarından alınan örneklerde düşük çıktığı kontrol istasyonunda ise yüksek çıktığı görülmektedir. Nukleositoplazmik oran değerlerine bakıldığında en yüksek kontrol istasyonunda en düşük ise evsel atık istasyonunda çıktığı görülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında oksijence fakir olan kirli istasyonlardaki bireylerin eritrosit sayısını ve eritrosit hacmini yüksek, nukleositoplazmik oranı düşük tutarak oksijen bağlama potansiyelini arttırdığı görülmektedir.

Zhelev et al. (2017) aynı çalışmada evsel atık ile kirlenmiş ortamdan alınan bireylerin eritrositlerinin daha uzun ve eliptik olduğunu ayrıca eritrosit uzunluğu, eritrosit genişliği ve eritrosit büyüklüğünün kontrol örneklerine oranla fazla olduğunu, fakat nukleus büyüklüğü, nukleus genişliği açısından bir farklılık olmadığını belirtmiştir. Bunun yanında ağır metal bulunan ortamlardan alınan örnekler kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında hücrelerin daha dairesel, eritrosit uzunluğu, eritrosit genişliği ve eritrosit büyüklüğünün ise daha düşük olduğunu, nukleositoplazmik oranın ise ağır metal bulunan ortamlarda düşük olduğunu tespit etmiştir. Fakat bu çalışmada Zhelev et al. (2017)'ın belirttiğinden farklı olarak sanayi atıkları arıtma tesisinden alınan örneklerin eritrosit değerlerinin, kontrol örneklerine oranla düşük değil yüksek olduğu görülmektedir.

İnsan kaynaklı kirlilik altındaki ortamlarda toksik maddenin yapısı ve konsantrasyonu *Pelophylax bedriagae* popülasyonlarının hematolojik parametrelerindeki değişimler üzerinde belirleyicidir (Zhelev et al 2015). Bu çalışmada Zhelev et al. (2017)'ın belirttiğinden farklı olarak kirli istasyonlarda eritrosit büyüklüklerinin kontrol istasyonuna oranla yüksek çıkmasının nedeninin, örnek toplanan ortamlardaki toksik madde konsantrasyonlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca hangi kirleticilerin kan parametreleri

üzerinde etkili olduğunu anlayabilmek için bu alanda daha fazla çalışma yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Sonuç olarak çevresel kirleticilerin yapısına ve konsantrasyonuna bağlı olarak Levanten su kurbağası kan parametrelerinin değiştiği, bu değişikliklerin çevresel kirleticilerin etkilerini anlamak ve önlem almak için önemli olduğu görülmektedir.



## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Arıkan, H.**,1989, Anadolu'daki *Rana ridibunda* (Anura, Ranidae) populasyonlarının kan hücrelerinin sayısı bakımından incelenmesi. Turk J Zool., 13(2): 54-59s.
- Arıkan, H., Çevik, İ.E. Kaya, U. ve Mermer, A.**, 2001, Anadolu'daki dağ kurbağalarında eritrosit ölçümleri. A.U.J.S.T., 2: 387-391s.
- Arıkan, H. and Çiçek, K.**, 2011a, Morphology of peripheral blood cells from various species of Turkish Herpetofauna. Acta Herpetologica, 5(2): 179-198p.
- Arıkan, H. and Çiçek, K.**, 2011b, Changes in blood-serum proteins, erythrocyte count and size of *Pelophylax bedriagae* (Camerano, 1882) (Anura: Ranidae) during metamorphosis. Herpetozoa, 24(1/2): 3-11p.
- Arıkan, H. and Çiçek, K.**, 2014, Haematology of amphibians and reptiles: a review. North-Western Journal of Zoology, 10(1): 190-209p.
- Arserim, S.K. and Mermer, A.**, 2008, Hematology of the Uludağ Frog, *Rana macrocnemis* Boulenger, 1885 in Uludağ National Park (Bursa, Turkey) E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 25(1): 39-46p.
- Atatür, M.K., Arıkan, H. and Mermer, A.**, 1998, Erythrocyte sizes of some urodeles from Turkey. Turk. J. Of Zoology., 22: 89-91p.
- Atatür, M.K., Arıkan, H. and Çevik, İ.E.**, 1999, Erythrocyte sizes of some anurans from Turkey. Turk. J. Of Zoology, 23: 111-114p.
- Aydoğdu, İ.B.**, 2014, yerel ve bölgesel düzeyde çevre kirliliği sorunları: Elazığ örneği, Fırat Üniversitesi Harput Araştırmaları Dergisi. 1:1 134 p.
- Gül, Ç. and Tok, C.V.**, 2009, Blood cell and sizes of some anurans from Turkey. Russ. J. Herpetol, 16: 119-125p.
- Davis, A., Maney, D., Maers, J.**, 2008, The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologist. Funct Eco., 1 22(5):760–772.
- Llacuna, S., Gorriz, A., Riera, M. and Nadal, J.**, 1996, Effects of air pollution on hematological parameters in passerine birds, Archives of environmental Contamination and Toxicology, 31:148-152.
- Minareci, O., Öztürk, M. and Minareci, E.**, 2009a, Determination of some heavy metal concentrations in water and sediment samples taken from Gediz River (Turkey) Fresenius Environmental Bulletin, 18 – No 3.

**Minareci, O., Öztürk, M., Egemen Ö. and Minareci, E.,** 2009b, Detergent and phosphate pollution in Gediz River, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8 (15): 3568-3575p.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Minareci, O., Öztürk, M., Egemen Ö. and Minareci, E.,** 2008, Manisa Belediyesi Eysel Atıksu Arıtma Tesisi çıkış sularının, Gediz Nehri' ne olan etkilerinin, anyonik deterjan ve fosfat parametreleri açısından değerlendirilmesi, SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (e-dergi). 3(1), 16-25
- Minareci, O., Öztürk, M., Egemen Ö. and Minareci, E.,** 2008, Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisinin, Gediz Nehrinde Deterjan Kirliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi, C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi. 4.1: 65 – 72
- Pollo, F., Grenat, P., Otero, M., Salas N., Martino A.** ,2016, Assessment in situ of genotoxicity in tadpoles and adults of frog *Hypsiboas cordobae* (Barrio 1965) inhabiting aquatic ecosystems associated to fluorite mine. *Ecotoxicol Environ Saf* 133:466–474
- Salinas, Z., Salas, N., Baraquet, M., Martino, A.,** 2015, Biomarcadores hematológicos del sapo común *Bufo* (Rhinella) arenarum en ecosistemas alterados de la provincia de Córdoba hematologic biomarkers of the common toad *Bufo arenarum* in alteredecosystem of Córdoba province. *Acta Toxicol Argent* 23(1):25–35
- Venturino,A., Rosenbaum, E., Caballero de Castro, A., Anguiano, O., Gauna, L., Fonovich de Schroeder, T., Pechen de D'Angelo, A.,** 2003, Biomarkers of effect in toads and frogs. *Biomarkers* 8(3-4):167–186
- Zhelev, Z., Popgeorgiev, G. and Mehterov, N.,** , 2015, Haematological Parameters of *Pelophylax ridibundus* (Amphibia: Ranidae) from the Region of the Lead and Zinc Plant “Kardzhali” (South Bulgaria) and their use in the Environmental Quality Assessment, *Acta zoolgica Bulgarica.*, 67 (2): 271-282 p.
- Zhelev, Z., Popgeorgiev, G. and Georgieva,Z.,** 2014, Fluctuating asymmetry in the populations of *Pelophylax ridibundus* and *Pseudepidalea viridis* (Amphibia: Anura) in the region of the lead and zinc” plant “Kardzhali” (South Bulgaria) – *Acta Zoologica Bulgarica*, 66 (1): 83-87.
- Zhelev, Z. M., Popgeorgiev, G. and Angelov, M.,** 2013, Investigating the changes in the morphological content of the blood of *Pelophylax ridibundus* (Amphibia: Ranidae) as

a result of anthropogenic pollution and its use as an environmental bioindicator. – *Acta Zoologica Bulgarica*,65 (2): 187-196.

**Zhelev, Z., Arnaudov,A., Popgeorgiev, G. and Dimitrov, H.,** 2012, Assessment of ecological status of two rivers with different types of anthropogenic pollution in Southern Bulgaria based on the level of fluctuating asymmetry in the populations of marsh frog *Rana ridibunda* (Amphibia: Ranidae). – *Acta Zoologica Bulgarica*, 4: 225-231.

**Zhelev, Z., Popgeorgiev, G., Ivanov, I., Boyadzhiev, P.,**2017b, Changes of erythrocytometric parameters in *Pelophylax ridibundus* (Amphibia: Anura: Ranidae) inhabiting water bodies with different types of anthropogenic pollution in Southern Bulgaria. *Environ Sci Pollut Res* 24(21):17920–17934.

[https://www.wikizero.com/tr/Gediz\\_Nehri](https://www.wikizero.com/tr/Gediz_Nehri), 2019 (Eriřim tarihi: 16 Ađustos 2019)

<http://www.acikerisim.ege.edu.tr:8081/jspui/bitstream/11454/2766/1/dileksirinel2006.pdf>, 2006

[www.spo.org.tr/resimler/ekler/e056d2b0ebd5c87\\_ek.pdf](http://www.spo.org.tr/resimler/ekler/e056d2b0ebd5c87_ek.pdf), 2006 (Eriřim tarihi: 16 Ađustos 2019)

## TEŞEKKÜR

Bu alıőma sűresince bilgi ve deneyimlerinden yararlandıđım sayın Prof. Dr. Hűseyin ARIKAN' a, bana rehberlik eden ve yakın ilgisini esirgemeyen danıőman hocam sayın Doç. Dr. Kerim ÇİÇEK' e , arazi çalıőmalarım sırasında bana yardım eden aileme ve çalıőmalarım sırasında beni cesaretlendiren eőime teőekkűrű bir borç bilirim.

23 / 08 / 2019

İmzası

Esmeni ŞAHİN

## ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Kars'ta doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İzmir'de tamamladı. 2005 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği bölümünden mezun oldu. 2008 yılında Milli Eğitim Bakanlığı'nda öğretmenliğe başladı. 2011 yılında Ege Üniversitesi Biyoloji Bölümü Zooloji Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başlamıştır. Buca Şerife Bacı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi' nde biyoloji öğretmenliğine devam etmektedir.

