



**ÇEVRESEL KİRLİLİĞİN KARASU HAVZASI'NDA
YAŞAYAN OVAKURBAĞALARININ (*Pelophylax
ridibundus*) AKCİĞER, KARACİĞER VE BÖBREKLERİ
ÜZERİNE OLAN HİSTOPATOLOJİK ETKİLERİ**

Muhammet Çağrı KESKİN

**Yüksek Lisans Tezi
Biyoloji Anabilim Dalı
Genel Biyoloji Bilim Dalı
Prof. Dr. Turgay ŞİŞMAN
2018
Her Hakkı Saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRESEL KİRLİLİĞİN KARASU HAVZASI'NDA YAŞAYAN
OVA KURBAĞALARININ (*Pelophylax ridibundus*) AKCİĞER,
KARACİĞER VE BÖBREKLERİ ÜZERİNE OLAN
HİSTOPATOLOJİK ETKİLERİ

Muhammet Çağrı KESKİN

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
Genel Biyoloji Bilim Dalı

ERZURUM
2018

Her Hakkı Saklıdır



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



TEZ ONAY FORMU

**ÇEVRESEL KİRLİLİĞİN KARASU HAVZASI'NDA YAŞAYAN OVA
KURBAĞALARININ (*Pelophylax ridibundus*) AKCİĞER, KARACİĞER VE
BÖBREKLERİ ÜZERİNE OLAN HİSTOPATOLOJİK ETKİLERİ**

Prof. Dr. Turgay ŞİŞMAN'ın danışmanlığında **Muhammet Çağrı KESKİN** tarafından hazırlanan bu çalışma 23/01/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı – Genel Biyoloji Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ümit İNCEKARA

İmza :

Üye : Prof. Dr. Turgay ŞİŞMAN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Hasan TÜRKEZ

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 01/02/2018 tarih ve 5/37 nolu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü**

Bu çalışma BAP projesi kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2014/68

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇEVRESEL KİRLİLİĞİN KARASU HAVZASI'NDA YAŞAYAN OVA KURBAĞALARININ (*Pelophylax ridibundus*) AKCİĞER, KARACİĞER VE BÖBREKLER ÜZERİNE OLAN HİSTOPATOLOJİK ETKİLERİ

Muhammet Çağrı KESKİN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Genel Biyoloji Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Turgay ŞİŞMAN

Erzurum il sınırları içinde olan Karasu Havzası Fırat Nehri'nin kaynağını oluşturmaktadır. Tarımsal kaynaklı suni gübrelerin, insektisitlerin, kanalizasyon, sanayi ve fabrika atıklarının bu havzayı kirlettiği bilinmektedir. Bu havzadaki kirlilik Fırat Havzası'nı da tehdit eder niteliktedir. Son yıllarda çevresel kirlilikteki artışla beraber amfibi populasyonlarında ciddi azalmalar meydana gelmiştir. Bu amfibi türlerinden biri olan ova kurbağaları (*Pelophylax ridibundus*) Karasu Havzası'nda da yaşamaktadır. Bu çalışmada havzanın tarım yapılan bazı alanlarından (Dereboğazı Köyü ve Söğütlü Köyü) yakalanan *Pelophylax ridibundus* türü kalan kurbağalarda çevresel kirliliğin etkilerini tespit etmek amacıyla histolojik çalışmalar yapılmıştır. Kurbağaların hayati organlarındaki histolojik değişiklikler mikroskopik olarak gözlemlendi ve kantitatif olarak değerlendirildi. Yakalanan kurbağaların akciğer, karaciğer ve böbreklerinde çeşitli histopatolojik anormallikler tespit edildi. Akciğerde alveol epitelinde hiperplazi, alveolar septum kalınlaşması, akciğer kapillerinde dilatasyon, damarlarda konjesyon ve melanomakrofajlarda birikme tespit edildi. Karaciğerde melanomakrofajlarda artış, homojen olmayan parankima, merkezi ve portal venlerde konjesyon, merkezi vende dejenerasyon, sinüzoidal dilatasyonlar, hepatositlerde dejenerasyon ve vasküler dejenerasyon gözlemlendi. Böbreklerde de proksimal ve distal tubullerde dejenerasyon, dilatasyon, nekroz, glomerulonefrit ve lenfosit infiltrasyonu gibi doku hasarları bulundu. Histopatolojik anormallikler bakımından Dereboğazı Köyü'nden yakalanan kurbağalarda istatistiksel olarak bir artış gözlemlenmedi. Ancak Söğütlü Köyü'nden yakalanan kurbağalarda patolojinin arttığı ve istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edildi. Histolojik lezyonlar karşılaştırıldığında en çok karaciğerin etkilendiği görüldü. Gözlenen anormalliklerin bölgede yapılan tarımsal faaliyetlerle ilgili olabileceği sonucuna varıldı.

2018, 85 sayfa

Anahtar Kelimeler: Su Kirliliği, Karasu Nehri, Histopatoloji, Akciğer, Karaciğer, Böbrek, *Pelophylax ridibundus*.

ABSTRACT

MS Thesis

HISTOPATHOLOGICAL EFFECTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION ON LUNG, LIVER AND KIDNEY OF MARSH FROG (*Pelophylax ridibundus*) LIVING KARASU BASIN

Muhammet Çağrı KESKİN

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology
Department of General Biology

Supervisor: Prof. Dr. Turgay ŞİŞMAN

Karasu Basin, in Erzurum boundary, is the source of the Euphrates River. It is known that artificial fertilizers, insecticides, municipal sewage, industrial and factory wastes are polluted the basin. The pollution in the Karasu Basin also threatens the Euphrates basin. During the last few years, many amphibian populations have been decreasing dramatically by environmental pollution. An amphibian species marsh frogs (*Pelophylax ridibundus*) are distributed in Karasu Basin. To determine the environmental pollution effects, we performed the histological studies in *Pelophylax ridibundus* frogs collected at some agricultural areas in the Karasu Basin (Dereboğazı Village and Söğütlü Village). The histological changes in lung, liver and kidney of frog were detected microscopically and evaluated with quantitative analyses. Various histopathological abnormalities were determined in lung, liver and kidney tissue of the frogs. Hyperplasia of the epithelium, thickened alveolar septa, dilated blood capillaries, congested blood vessel and deposits of melanomacrophage were observed in lung tissue. In the liver, there were an increase in the number and size of melanomacrophage centers, non-homogenous parenchyma tissue, degeneration of the hepatocytes, blood congestion of central and portal vein, degeneration of central vein, sinusoidal dilatation, and vascular degeneration. The observed changes in kidney included degeneration, dilatation and necrosis in proksimal and distal tubules, glomerulonephritis and lymphocyte infiltration. The histopathologic abnormalities did not show significant increasing between frog species caught from Dereboğazı Village, statistically. But, pathology increased in Söğütlü Village and this increase was found to be statistically significant. The histological lesions were comparatively most severe in liver. The observed abnormalities may be related to agricultural activities in the area.

2018, 85 pages

Keywords: Water Pollution, Karasu Basin, Histopathology, Lung, Liver, Kidney, *Pelophylax ridibundus*.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum bu çalışma Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Hayvan Fizyolojisi ve Histolojisi Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Çalışmalarımın her aşamasında bana yardımcı olan, bilgi, deneyim ve önerileriyle bana yol gösteren tez danışmanım, değerli hocam Sayın Prof. Dr. Turgay ŞİŞMAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımda kullandığım kurbağa türlerinin yakalanmasında yardım eden amcam Sayın Suat KESKİN'e, tür teşhisinde yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Yahya TEPE'ye ve laboratuvar çalışmalarına yardımcı olan Hatice DANE ve Şeymanur AYDIN'a en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi manevi destekleriyle daima yanımda olan ve üzerimde sayısız emekleri bulunan kıymetli anneme, babama ve aileme yürekten teşekkürlerimi sunarım.

Muhammet Çağrı KESKİN

Ocak, 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Hava Kirliliği.....	2
1.2. Su Kirliliği.....	2
1.3. İklimlerin Değişmesi	3
1.4. Çöp Sorunları	4
1.5. Toprak Kirliliği.....	5
1.5.1. Pestisitler	6
1.5.1.a. Pestisitlerin tarihçesi	7
1.5.1.b. Pestisitlerin sınıflandırılması	7
1.5.1.c. Pestisitlerin çevresel etkileri	9
1.5.1.d Dünyada ve Türkiye’de pestisit kullanımı	11
1.5.2. Suni gübre.....	14
1.6. Amfibiler (İki Yaşamlılar).....	19
1.6.1. <i>Pelophylax ridibundus</i> (Ova kurbağası).....	22
2. KAYNAK ÖZETLERİ	27
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	31
3.1. Çalışma Bölgesi ve İstasyonların Belirlenmesi	31
3.2. Çalışmada Örneklemesi Yapılan Kurbağa Türü	35
3.3. Kullanılan Aletler ve Cihazlar.....	37
3.4. Histopatolojik Yöntem	38
3.4. Mikroskopik Analiz.....	43
3.6. İstatistik	44
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	45

4.1. Histopatolojik Bulgular	45
4.1.1. Akciğer histopatolojisi	46
4.1.2. Karaciğerde durum	51
4.1.3. Böbrek Histopatolojisi Sonuçları	56
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	63
KAYNAKLAR	73
EKLER.....	83
EK 1.....	83
EK 2.....	84
EK 3.....	85
ÖZGEÇMİŞ	86

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

gr	Gram
kg/ha	Kilogram/hektar
km	Kilometre
L	Litre
m	Metre
m ³	Metre küp
m ³ /sn	Metre küp/saniye
mg	Miligram
mg/g	Miligram/Gram
mg/kg	Miligram/Kilogram
mg/L	Miligram/litre
mL	Mililitre
nm	Nanometre
Yy	Yüzyıl
µm	Mikrometre

Kısaltmalar

DDT	Dikloro Difenil Trikloroetan
DTC	Degree of Tissue Change
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Food and Agriculture Organization
SMART	Somatik Mutasyon ve Rekombinasyon Testi
WHO	World Health Organization

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünyada pestisit kullanımı	12
Şekil 1.2. <i>Pelophylax ridibundus</i> (Ova kurbağası) türünün dünya üzerinde yayılış alanı.....	23
Şekil 1.3. <i>Pelophylax ridibundus</i> (Ova kurbağası) türünün Türkiye'deki dağılımı	24
Şekil 3.1. Kurbağa örneklerinin toplandığı istasyonlar.	32
Şekil 3.2. 1. İstasyon: Dereboğazı Köyü I. Erzurum- Dereboğazı Köyü 28.6. km. 39°49'17.7 K, 41°00'56.8 D.....	33
Şekil 3.3. 2. İstasyon: Dereboğazı Köyü II. Erzurum- Dereboğazı Köyü 27. km. 39°49'34.3 K, 41°01'36.1 D.....	34
Şekil 3.4. 3. İstasyon: Söğütlü Köyü. Erzurum- Söğütlü Köyü 17.7. km. 39° 53'16.0 K, 41°06'34.5 D.	35
Şekil 3.5. <i>Pelophylax ridibundus</i> (Ova kurbağası, ♂), dorsal görünüş	36
Şekil 3.6. <i>Pelophylax ridibundus</i> (Ova kurbağası, ♂), ventral görünüş	37
Şekil 3.7. İç organları çıkarılmış <i>Pelophylax ridibundus</i> örneği	38
Şekil 3.8. Laboratuvarında kullanılan mikrotom cihazı.....	39
Şekil 3.9. Parafin bloklar	40
Şekil 3.10. Hematoksilen & Eosin boyama seti.....	43
Şekil 4.1. <i>Pelophylax ridibundus</i> akciğeri	47
Şekil 4.2. Dereboğazı II bölgesi kurbağasında alveolar epitel hiperplazisi (oklar) ve alveolar septumda kalınlaşma	48
Şekil 4.3. Söğütlü Köyü bölgesi kurbağasının akciğerinde kapiller dilatasyon	49
Şekil 4.4. Söğütlü Köyü bölgesi kurbağasının akciğerinde konjesyon (dikdörtgen içi) alveolar septumda kalınlaşma.....	49
Şekil 4.5. Söğütlü Köyü bölgesi kurbağasının akciğerinde melanomakrofajlarda birikme.....	50
Şekil 4.6. A) Temiz alan kurbağasında normal karaciğer kesiti	51
Şekil 4.7. Suni gübre alanı kurbağasında karaciğer kesiti	52
Şekil 4.8. Pestisit kullanılan alan kurbağasının karaciğer kesiti	53
Şekil 4.9. Pestisit kullanılan alan kurbağasının karaciğer kesiti	53

Şekil 4.10. Pestisit kullanılan alan kurbağasının karaciğer kesiti	54
Şekil 4.11. Suni gübre alanı kurbağasında karaciğer kesiti	54
Şekil 4.12. Suni gübre alanı kurbağasında karaciğer kesiti	55
Şekil 4.13. Pestisit kullanılan alan kurbağasının karaciğer kesiti.....	55
Şekil 4.14. Temiz alan kurbağasında normal böbrek kesiti	57
Şekil 4.15. Suni gübre alanı kurbağasında böbrek kesiti	58
Şekil 4.16. Pestisit kullanılan alan kurbağasının böbrek kesiti.....	59
Şekil 4.17. Suni gübre kullanılan alan kurbağasının böbrek kesiti.....	60
Şekil 4.18. Suni gübre kullanılan alan kurbağasının böbrek kesiti.....	60
Şekil 4.19. Pestisit kullanılan alan kurbağasının böbrek kesiti.....	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırmalar esnasında kullanılan aletler ve cihazlar	37
Çizelge 4.1. Seçili lokalitelerinden yakalanan <i>Pelopylax ridibundus</i> kurbağalarının akciğer, karaciğer ve böbreklerinde tespit edilen histolojik anormallikler	46
Çizelge 4.2. Söğütlü Köyü’nden yakalanan kurbağaların dokularındaki mevsimsel patolojik değişimler	46
Çizelge 4.3. Akciğer için hesaplanan DTC değeri	50
Çizelge 4.4. Karaciğer için hesaplanan DTC değeri	56
Çizelge 4.5. Böbrek için hesaplanan DTC değeri	61

1. GİRİŞ

Günümüzde artan nüfus, plansız kentleşme, hızlı endüstriyelleşme ve yoğun tarımsal mücadelenin beraberinde getirdiği kirlilik, gün geçtikçe daha fazla büyüyen bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Şanlı 1979).

Dünya Bankasının yayınladığı bildiriye göre doğaya yapılan tahribatlar sonucunda mevsim değişikliklerinin tarım üretkenliğini olumsuz etkilediği belirtilmiş ve bu oranın 2080 yılında %15'den fazla olacağı ve bu durumun insan sağlığını olumsuz etkileyeceği öngörülmüştür (The World Bank 2008).

Çevre kirliliği ile ilgi mevcut sorunların artmasıyla birçok bilim insanı ülkelerin dikkatlerini uluslararası antlaşmalara vermelerini sağlamıştır. Ozon tabakasının korunması, hava kirliliği, okyanusların korunması ve iklim değişiklikleri gibi konular bu antlaşmaların ana konusunu oluşturmuştur (Sonnerfeld and Mol 2002). Ancak yapılan araştırmalar göstermiştir ki her ülkenin uluslararası çevre antlaşmalarında ve işbirliği politikalarındaki farklılıklar kalıcı çözümlere ulaşlamayı hep engellemiştir (Recchia 2001).

Çevresel sorun, canlıların davranış ve yaşam biçimlerinde olumsuz durumlar meydana getiren faktörlerin tümüdür (Erten 2004). Bu sorunların bazıları şunlardır:

- ✓ Hava Kirliliği
- ✓ Su Kirliliği
- ✓ İklimlerin Değişmesi
- ✓ Çöp Sorunları
- ✓ Toprak Kirliliği (Erten 2004).

1.1. Hava Kirliliği

Hava kirliliği doğal olarak ortamda olmayan maddelerin oluşmasından veya aslında zararlı olmayan maddelerin miktarının fazlalığından kaynaklanır. Bu maddeler canlıların yaşamını olumsuz etkiler, biyolojik zararlara ve maddi kayıplara neden olur (Cavkaytar vd 2013).

Hava kirliliğinin ana sebepleri teknolojinin gelişmesi ile beraber enerji tüketiminin artması, nüfusun ve ısınma ihtiyacının artması, şehirlerin büyümesi, motorlu araçların sayısının artması, endüstriyel sektörde büyümedir (Kardeşoğlu 2011). Özellikle geçtiğimiz 20 yıl içinde gelişmiş ülkelerdeki petrol ve doğal gaz kullanımının artması hidrokarbonl, nitrojen oksitleri, ozon ve çapı 10 µm'den küçük partiküllerden oluşan yeni bir tipte hava kirliliği maalesef ortaya çıkmıştır (Bayram ve Dikensoy 2006).

Çok farklı deneylerle hava kirliliğinin canlıların sağlığına değişik derecelerde ve farklı organ sistemlerini etkileyerek zarar verdiği bilinen bir gerçek olmuştur. Yapılması gereken ise toplumun tüm kesimlerinin bu konuda aydınlatılması ve buna yönelik tedbirlerin hep birlikte alınmasıdır (Cavkaytar vd 2013).

1.2. Su Kirliliği

Su, canlılar için çok önemli olmakla birlikte aynı zamanda bazıları için bir yaşam ortamıdır. Su kaynakları sahip olduğu ekolojik özelliklerinden dolayı pekçok canlı türüne yaşam ortamı oluşturmaktadır. Bu nedenle biyolojik çeşitliliğin en fazla olduğu doğal yaşam ortamlarını oluştururlar (Özen ve Korkmaz 2005).

Canlıların devamlılığını sürdürebilmesi için vazgeçilmez olan tatlı su doğal yaşam ortamında sınırlı olarak bulunmaktadır. Ekosistem içindeki toplam suyun %97,6'sı deniz ve okyanuslarda tuzlu su olarak bulunurken (Güler ve Çobanoğlu 1997) faydalanılan tatlı su, göller ve akarsularda yer almaktadır. Toplam suların sadece %3,5'i kullanılabilen sudur. Bunun %1,74'ü buzullarda depolanmışken %1,66'sı da sıvı halde

yer altı boşluklarında bulunmaktadır (Sampat 2001).

Su kirliliği, genellikle suyun kalitesini azaltacak ya da kullanımını engelleyecek miktarda suyun içerisinde organik, inorganik, radyoaktif ya da biyolojik bir etkenin bulunması olarak tanımlanmaktadır (Aksu 1988; Atımtay ve Yetiş 1992; Lloyd 1992; Yaman 2012).

Ülkemizde hızlı nüfus artışı, şehirleşme, hızlı endüstriyelleşme, altyapıların yetersizliği ve yeterli sayıda atık arıtım tesislerinin olmayışı veya mevcut arıtma tesislerinin verimli işletilememesi gibi nedenlerle yüzey sularında kirlenmenin boyutları her geçen gün artmaktadır (Akman vd 2004; Toroğlu vd 2006). Su kaynaklarının bilinçsizce kirlenmesi, başta canlı dokularda olmak üzere geri dönüşü mümkün olmayan sorunların çıkmasına neden olmaktadır (Haviland 2002; Akın ve Akın 2007; Carson 2011).

1.3. İklimlerin Değişmesi

Dünyanın herhangi bir yerinde uzun seneler boyunca yaşanan veya gözlemlenen bütün hava koşullarının ortalama durumu iklim değişikliği kavramını tanımlamaktadır (Arıkan ve Özsoy 2008). İklim değişikliği, atmosfere salınan sera gazlarının neticesinde, yeryüzünde yıl boyunca ölçülen ortalama sıcaklıklarda gözlenen artışı, dolayısıyla küresel ısınmayı da beraberinde getirmektedir (Altunok ve Altunok 2013).

Bilim insanları, iklim değişikliğinin, canlı sağlığı, tarım, su kaynakları, turizm gibi birçok etkende doğrudan ya da dolaylı olarak istenmeyen sonuçlara yol açacağını vurgulamaktadır (Davis *et al.* 2007).

“Küresel İklim Değişikliği” günümüzde hem ekolojik hem de ekonomik bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Sera gazları yayılımı ciddi miktarda azaltılsa da hali hazırda atmosfer ve biyosferde mevcut olan sera gazı seviyesinin yüksekliği nedeniyle iklim değişikliği zararlarının uzun süre devam edeceği tahmin edilmektedir. Zararlarını

her geçen gün hissettiğimiz iklim değişikliğine karşı tedbir almakta insanoğlu çok gecikmiştir (Altunok ve Altunok 2013).

“İklim Değişikliği” konusunda uluslararası kamuoyunun ortak iradesi bağlamında önlemlerin alınmasında en istekli taraf hiç şüphesiz Avrupa Birliği (AB)’dir. İlk kurulduğu zamanlarda çevre alanında herhangi bir faaliyeti olmayan AB, zamanla etkili bir çevre politikası geliştirmeyi başarmıştır. 1980’li yılların sonundan itibaren de AB iklim sorunlarıyla ilgilenmeye başlayarak uluslararası iklim politikasının en kuvvetli gücü haline gelmiştir (Güldoğan 2007).

Ancak yine de AB’nin özgün ve somut bir iklim politikasının olduğundan söz etmek doğru bir yaklaşım değildir. AB’nin iklim politikası yeterince bir eşgüdüm içerisinde olmamıştır. Aksine ulusal önlemlerden ve iktisadi alana ilişkin etkisiz kimi tercihlerden oluştuğu görülmektedir. Tüm bunlara rağmen, AB Avrupa çapında geniş kapsamlı gaz salınımını azaltıcı uğraşlar içerisinde (Altunok ve Altunok 2013).

1.4. Çöp Sorunları

Yerleşim yerlerinin yaşadıkları başlıca problemlerden birisi kentsel atıklardır. Nüfus miktarının artmasına, teknolojik gelişmeye, endüstriyelleşme ve kentleşmeye bağlı olarak içerik ve miktar olarak sürekli artan katı atıkların doğaya olumsuz etkileri önemli bir çevre sorunu halini almıştır (Karaca 1996). Atık; evsel, ticari ve sanayi çalışmaları sonucunda meydana gelen ve tüketicisi tarafından artık herhangi bir faydasının kalmadığı düşünülen, fakat çevre ve canlı sağlığı yanında diğer faydaları sebebiyle düzenli bir biçimde bertaraf edilmesi gereken maddeler olarak tanımlanmaktadır (Clayton ve Huie 1973; Zengin vd 2010).

2008 yılı itibariyle Ülkemizde birey başına belediye atık miktarı günde 1.15 kg ve görevlilerce toplanan toplam çöp miktarı 24.36 milyon ton olmuştur (TÜİK 2010). Türkiye İstatistik Kurumu Belediye Atık İstatistikleri Araştırmaları’na göre, 2012 yılı yaz mevsiminde 14,6 milyon ton, kış mevsiminde 11,2 milyon ton olmak üzere toplam

25,8 milyon ton, kişi başı günlük ortalama atık miktarı, yaz mevsimi için 1.14 kg, kış mevsimi için 1.09 kg, yıllık ortalama ise 1.12 kg olarak belirtilmektedir (Anonim 2014a).

Katı atıklar, kaynaklarına göre evsel atıklar, sanayi atıkları, ekonomik ve kurumsal atıklar, belediye işlevleri ile ilgili atıklar, özel atıklar ve tarımsal atıklar olarak sınıflandırılmaktadır (Palabıyık ve Altunbaş 2004). Katı atıkların bertaraf edilmesi teknikleri arasında düzensiz depolama, düzenli-sıhhi depolama, kompostlama, geri kazanım ve yakma yöntemleri bulunmaktadır (Palabıyık 2001).

Alternatif bertaraf tekniklerinden olan depolama ve yakmanın maliyetli ve çevreye zararlı olması ayrıca atıkların potansiyel yararlarından faydalanılamaması sebebiyle bu atıkların kompostlaştırılarak tarımda kullanılması güncel bir konu olarak bilimsel araştırmalarda kendine yer bulmuştur (Macar 1992; Doğan 2000; Garcia-Gil *et al.* 2000; Sönmez vd 2002; Şeker ve Gümüş 2005; Zengin vd 2010; Demirtaş vd 2013).

1.5. Toprak Kirliliği

Toprak, genellikle organik madde ve kayaların farklı ayrışma ürünlerinden oluşan ve yapısında birçok canlıyı barındıran cansız bir maddedir (Ergene 1993). Birçok ihtiyacımızı karşıladığımız topraklar gelişen teknoloji ile beraber gün geçtikçe kirlenmekte ve kirliliğin artması tarımsal ürünlerin elde edildiği toprak alanının sürekli azalmasına yol açmaktadır (Syed 2005). Toprak kirliliği, antropojenik aktiviteler neticesinde toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve jeolojik özelliklerinin değişmesidir. Hatalı tarım yöntemlerinin uygulanması, suni ve fazla gübre ile ilaçların kullanımı, zehirli ve tehlikeli etkenlerin toprakta artması neticesinde toprak kirliliği ortaya çıkmaktadır (Karaca ve Turgay 2012).

En yaygın kirlilik etmenleri tarımsal, sanayi, belediyeye ait ve nükleer kirleticiler olmak üzere 4 tiptir (Alloway 1995). Toprak kirliliği neticesinde topraktaki canlı hayat da kötü etkilenir. Yıllarca organik kalıntıların parçalanmasını sağlayan mikroorganizmalar ile

tarımsal verim yükseltilirken, suni gübrelerin ve pestisitlerin hayatımıza girmesiyle beraber topraklar artık verimsiz olmuş, mikroorganizmaların becerileri kaybolmuş, dolayısıyla atıklar parçalanamaz hale gelmiştir (Fiedler 1990; Syed 2005). İnsanoğlunun hatalı uygulamalarının bir neticesi olarak toprak ekosisteminin dengesi bozulmuştur.

Tarımsal verimi artırmada ve yabancı etkenler ile mücadelede faydalanan pestisitler, bitkileri ve hayvanları hastalık sebebi olan zararlılara karşı savunmaktadır. Usulüne göre alınmayan tedbirler, toprak ve su kirliliğine sebep olur (Kızıloğlu vd 2003). Özellikle toprak kirliliğinin en önemli nedenleri kimyasal atıklar olan pestisitler ve suni (kimyasal) gübrelerdir (Atılğan vd 2007; Altıkat vd 2009).

1.5.1. Pestisitler

İnsan ve evcil hayvanlarda meydana gelebilecek hastalıkları taşıma ihtimali olan ve tarımsal ürünlerin, gıdaların ve hayvan yemlerinin üretimi, işlenmesi, taşınması, depolanması ve pazarlanması esnasında bu uygulamaları olumsuz etkileyecek her türlü zararlı canlının yok edilmesi ya da hayvanlar üzerinde/vücutlarında bulunabilecek zararlıların kontrol altına alınması amacıyla kullanılan her türlü maddeye “Pestisit” denir (FAO 2002). Zararlı organizmalar denince akla genelde küçük hatta mikroskobik canlılar gelse de zararlı canlılar temelinde insanların besin kaynaklarına ve zenginliklerine zarar veren, hatta hastalık yayan böcekler, bitkileri öldüren patojenler, yabani otlar, bazı yumuşakça türleri, ekin kargaları gibi kuşlar, sebze bahçelerine zarar veren kemirgen fareler gibi memeliler, hatta balıklar, solucanlar ve mikroorganizmalar şeklinde geniş bir dağılım gösterir. Bu açıdan bakıldığında pestisitlerin kullanılmasının faydalı olduğu düşünülebilir. Ancak insanlar ve diğer canlılar için pestisitlerin potansiyel toksisitelerinden dolayı sorunlara neden olabileceği de bildirilmiştir (Anonim 2012). Pestisit kullanan herkesin bunların kullanımı esnasında oluşabilecek zararlara karşı çok dikkatli olması gerekir (Altınbaş vd 2004; Anonim 2009).

1.5.1.a. Pestisitlerin tarihçesi

Pestisitlerin kullanımı M.Ö 1500 yıllara kadar uzanmaktadır. Yapılan araştırmalara göre ilk pestisit 4500 yıl önce Mezopotamyada Sümerlilerce kullanılan elementel kükürt tozudur. 15. yüzyılda arsenik, civa ve kurşun gibi zararlı kimyasal maddeler tarımsal faaliyetlerde zararlıların öldürülmesinde faydalanılmıştır. 19. yüzyılda iki doğal pestisitten faydalanılmıştır. Bunlar pyrethrum (pire otu) ve retronlardır (Miller 2002).

19. yüzyılın ortalarına kadar canlıları kimyasal kullanarak kontrolde tutmak adına sınırlı bir kaç üründen faydalanılmıştır. Bu maddeler yüksek oranda bakır ve civa tuzları, kükürt, arsenik ve siyanür gibi fungusit ve insektisit zehirlerden faydalanılması şeklinde olmuştur. 1940'lı yılların ortalarında böceklerle mücadelede pestisitlerin yoğun kullanımı başlamıştır. İsviçreli bilim adamı Paul Mueller, DDT (diklorodifenil trikloroetan) maddesinin pestisit özelliklerini 1939 yılında ilk kez belirlemiştir. 1942 yılında piyasaya sürülen DDT yaygın bir şekilde kullanılmıştır. DDT kullanımı yine aynı yıl İtalya'da askeri birliklerdeki salgın bir hastalık olan tifüsün kısa sürede etkisiz hale getirilmesini sağlamıştır.

İkinci Dünya Savaşı'nda Alman bilim adamları yeni bir sinir gazı üzerinde çalışmaya başlamışlar ve Parathion'u (organik fosforlu bir insektisit) tespit etmişlerdir. Parathion 1943 yılında piyasaya sürülmüştür. ABD'de ve diğer ülkelerde İkinci Dünya Savaşı'nda bitki kökenli pestisitlerin ülkeye girişi zorlaştığında organik kimyasallara yönelim başlamıştır (Güler ve Çobanoğlu 1997). Ancak zararları kısa sürede tespit edilen pestisitlere karşı ilk yasa ABD'de 1947 yılında çıkartılmış ve EPA (Environmental Protection Agency) 1970'de kurulmuştur (Anonim 2012).

1.5.1.b. Pestisitlerin sınıflandırılması

Pestisitler; birkaç farklı şekilde sınıflandırılırlar. Ancak genel sınıflandırılmaları aşağıdaki gibidir.

1. Etkiledikleri canlı çeşitlerine ve uygulanan alanlarına göre pestisitler

Bu sınıflandırmada pestisitın hedef aldığı canlı organizma pestisite ismini verir. Böcekleri öldürenlere İnsektisit, Kemirigenleri öldürenlere Rodendisitler, Mantarları öldürenlere Fungusit, Bakterileri öldürenlere Bakterisit, Keneleri öldürenlere Mitisit, Larvaları öldürenlere Larvisit, Solucanları öldürenlere Nematositler, Örümcekleri öldürenlere Akarisit, Salyangozları öldürenlere Mollusitler, tarımsal yabancı otları öldürenlere Herbisit denmektedir (EPA 2009; Açar 2015).

2. Kimyasal özelliklerine göre pestisitler

Pestisitler, kimyasal özelliklerine göre çok farklı biçimlerde isimlendirilirler. Bununla beraber, genel olarak dört temel pestisit grubu vardır. Bunlar; organiklorlu, organikfosforlu, karbamatlı ve pretiroit grubu pestisitler şeklindedir.

3. Organiklorlu pestisitler

Organiklorlu denmesinin sebebi, kimyasal yapılarında karbon ve hidrojene ek olarak klor atomu içermeleridir. En meşhur pestisit olan DDT ile birlikte aldrin, dieldrin, heptachlor, endosulfan, lindane ve endrin gibi pestisitler bu grupta sayılabilir. Çevrede sebep oldukları problemler dolayısıyla bu grupta bulunan ilaçların kullanımı resmi olarak engellenmektedir. Dokunma ve nefes yolu ile etkilerini göstermektedirler.

4. Organikfosforlu pestisitler

Bu pestisitler genellikle triester yapısındadırlar ve fosforik asitten türevlenirler. Başka bir deyişle kimyasal yapısında fosfor atomu bulunur ve bu asıl etken maddesidir. Organikfosforlu pestisite örnek olarak chlorpyrifos, coumaphos, diazinon, dichlorvos, malathion, trichlorfon, parathion ve mevinphos verilebilir. Bu pestisitlerin kimyasal içeriğinde oldukça fazla sayıda etken madde bulunur. Bu çeşitliliğin sebebi triester

yapsında bulunan ester gruplarıdır. Teşhislerinde, yapılarına bağlı olarak değişmekle birlikte genelde gaz kromatografisi veya sıvı kromatografisi kullanılmaktadır. Bu pestisitler etkilerini temas, sindirim ve nefes yolu ile gösterirler. Böceklerin ergin, larva ve nimf dönemlerini kontrol altında tutmak için kullanılırlar.

5. Karbamatlı pestisitler

Pestisitlerin bu grubu karbamik asit esterleri içerir. Bu grupta yer alan bazı pestisitler şunlardır: Aldicarb, carbaryl, carbofuran, methiocarb, methomyl, oxamyl, pirimicarb. Kimyasal özelliklerinden dolayı gaz kromatografisi ile teşhisleri mümkün değildir. Genelde sıvı kromatografisi ile teşhis edilirler.

6. Piretroitler

Piretroitler, piretrinlerin sentetik analoglarıdır. Piretrin ise *Chrysanthemum* bitkisinden elde edilen doğal bileşiklerdir. Piretroitlerin ışığa karşı hassasiyetleri oldukça azaltılmış, diğer çevresel unsurlara karşı dirençleri artırılmış bileşiklerdir. Piretrinler ve piretroitler sinerjistik etki oluşturmak için beraber kullanılırlar. Piretroit grubu pestisitlere örnek olarak alpha-cypermethrin, cyfluthrin, bifenthrin, lambda-cyhalothrin, deltamethrin, permethrin ve fenvalerate verilebilir. Teşhislerinde genellikle gaz kromatografisinden yararlanılır. Nöronları etkisiz hale getirerek toksisitesini gösterir. Homoioterm (sıcakkanlı) canlılara karşı toksik etkisi çok azdır. Kazara memeli hayvanların vücuduna girerse birikmeden boşaltımı olabilmektedir. Doğada çok kolay parçalanabilir (Açar 2015).

1.5.1.c. Pestisitlerin çevresel etkileri

Tarım arazilerinde kullanılan pestisitler genelde su ve toprağa, oradan da aynı ortamda hayatını devam ettiren hedef dışı canlılara bulaşmakta ve böylece bir değişim geçirmektedirler. Bir pestisit in ekosistemdeki taşınım ve değişimlerini bir takım faktörler belirler. Bu faktörler; pestisit in kimyasal bileşeni, fiziksel özellikleri,

formülasyonu, kullanım şekli, iklim ve tarımsal şartlar şeklinde sıralanabilir. İnsan gıdası olan tarım ürünlerini zararlı, hastalık yapıcı ve istenmeyen otlardan korumak ve kaliteli besin elde etmek amacıyla tüm dünyada maalesef pestisitler kullanılmaktadır. Ancak bu faaliyet sonucunda da insan, hayvan ve çevre sağlığı açısından birtakım sorunlar baş göstermektedir (Yıldırım 2008).

Pestisitler bitkilere uygulanırken bir miktarı buharlaşma ve dağılma sebebiyle kaybolurken, bir kısmı da korunmaya alınmak istenen bitki yüzeyine ve bitkinin bulunduğu toprağın içerisine geçmektedir. Buharlaşma ile havaya karışan pestisit miktarı az bile olsa bu pestisit rüzgarla taşınıp sis ve yağışlarla birlikte tekrardan daha uzak bir yerde toprağa ulaşabilir. Bu dönüşümle aslında hedef durumda bulunmayan başka canlılara bulaşan pestisit, bunlarda birikme, zehirlenme ve mortaliteye yol açabilir (Öğüt ve Seçilmiş 2009; Sofuoğlu 2009).

Su kaynaklarının bünyesindeki ya da bitişiğindeki bitki ve hayvanlara karşı faydalanılan pestisitler, direkt ve ilaçlanmış bitki ve toprak üzerinin yağmur suları ile temas etmesi neticesinde suya karışabildiği gibi ilaç kimya endüstri atıklarının su kaynaklarına bırakılması, uygulama malzemelerinin, boş ambalaj paketlerinin su kaynaklarında yıkanması aracılığıyla da su kaynaklarına karışabilirler. Örneğin 2000-2002 yılları arasında Küçük Menderes'te organik klorlu pestisit ve metal artıkları yapılan bir çalışma ile gözlenmiş ve uzun süreli engellemelere rağmen Küçük Menderes suyunun kimyasal içerik bakımından zararlı olduğu tespit edilmiştir (Turgut 2003).

Tarım ilaçları direkt olarak toprak üzerine ve alt tabakasına, bitki yüzeyine veya tohum içerisine enfekte şekilde tohumluk üzerine enjekte edilir. Bitki yüzeyine uygulanan pestisidin önemli miktarı toprağa geçer. Uygulanan ilaçların kalıcı hale gelmesi durumunda gözardı edilemeyecek olumsuzluklar ortaya çıkar. Toprak pestisitlere karşı etkili bir tampon ve filtre görevi üstlenerek pestisitleri bünyesine alır (Yıldırım 2008).

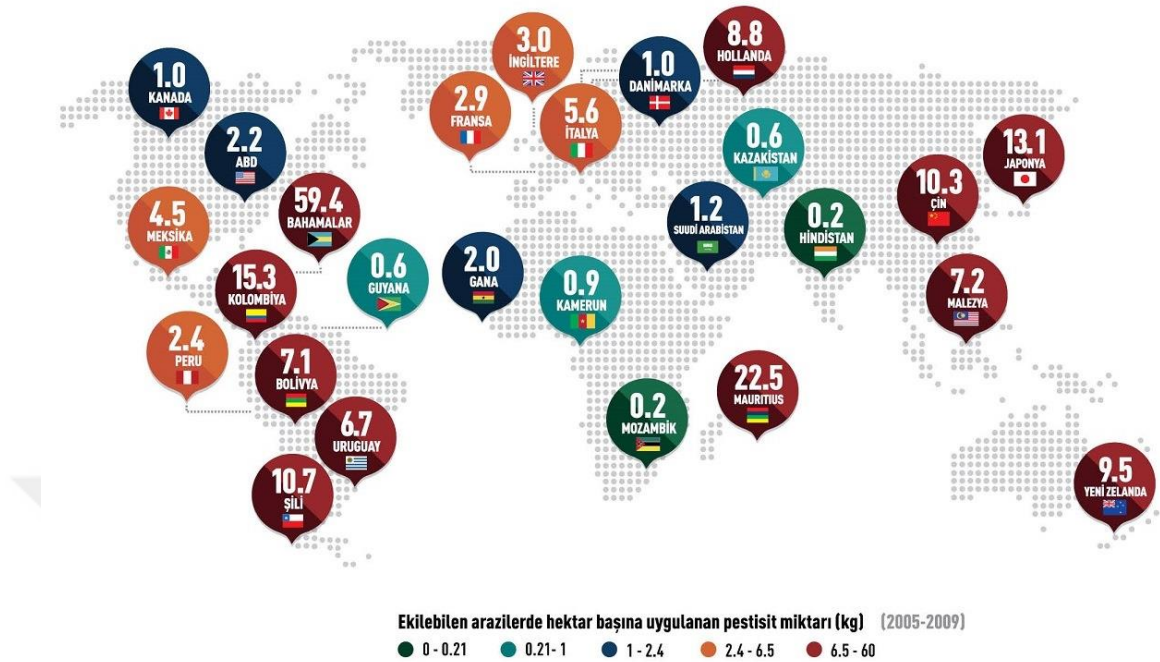
İnsektisit uygulamalarının toprak verimliliğini etkilediği artık bilinen bir gerçektir. Toprak verimliliğindeki bu olumsuz değişim özellikle orman toprakları için ciddi bir

sorun oluşturmaktadır. Çünkü ormanlarda insektisitler kullanılmakta ancak toprak hazırlanmamakta ve işlenmemektedir. Bu kontrolsüz uygulama sonucunda toprak solucanları, örümcekler ve sinekler ölmekte ve orman ekosistemi canlılarının sayıları önlenemez bir şekilde azalmaktadır (Yıldırım 2008). Pestiside maruz kalan tarımsal alandaki besinler, pestisit kalıntılarını bünyelerinde biriktireceklerinden yiyecekler aracılığıyla insanlara, yemler aracılığıyla hayvanlara aktarılması önemli bir sorun oluşturmaktadır. Pestisitlerin topraktan sızarak yeraltı sularına karışması pestisitlerin topraktaki varlığının meydana getirdiği sorunlardır. Ayrıca bal arıları, yabani hayvanlar ve hatta evcil hayvanlar bile pestisit kullanımından zarar görmektedir (Yıldırım 2008).

1.5.1.d. Dünyada ve Türkiye’de pestisit kullanımı

Dünya pestisit kullanım hacmi hemen hemen 45 milyar dolardır. Ülkemiz pazarının ise neredeyse 600 milyon dolar seviyesinde olduğu düşünülmektedir (Anonim 2014b). Pestisit kullanımı bakımından Güney Amerika ülkeleri başı çekerken (Bahamalar 59.4, Kolombiya 15.3 kg/ha gibi) Japonya, Çin, Malezya ve Yeni Zelanda ise fazla pestisit kullanımı ile dikkat çeken diğer ülkeler olarak tespit edilmiştir (Blumer 2013). Avrupa ülkeleri arasında Hollanda ve İtalya en fazla pestisit kullanan ülkelerdir (Şekil 1.1). Ülkemizde ise pestisit uygulanan miktarın alana oranı 1,3 kg/ha olduğu belirtilmektedir (Burçak 2014).

Türkiyede 2003 senesinde satıcılara verilen pestisit miktarı 29.675 ton iken 2012 yılında bu miktar malesef 52.397 ton seviyelerini bulmuştur. Aynı seneler itibarıyla pestisit dış alımı 7.183 tondan 22.675 tona; üretim miktarı ise 23.396 tondan 36.164 tona çıkmıştır. Türkiye pestisit mali hacminin doygunluğa ulaşmadığı ve büyüme trendi içerisinde bulunduğu kendisini göstermektedir (Chakravarty 2014).



Şekil 1.1. Dünyada pestisit kullanımı (kg/ha) (Blumer 2013)

Küresel pestisit mali hacminin %89'u 10 büyük üreticinin kontrolünde bulunmaktadır. Avrupalı firmalar bu hacmin hemen hemen yarısını, ABD'li firmalar %25'ini denetimi altında bulundururken, pazarın kalan bölümü İsrail, Avustralya ve Japon üreticilerin kontrolündedir (Rojas 2014).

En fazla uygulanan 700 civarındaki tarım ilacının 33'ünün insan sağlığına çok zararlı, 48'inin oldukça tehlikeli, 118'inin orta derecede tehlikeli ve 239'unun da daha az tehlikeli olduğu tahmin edilmektedir (Karaer ve Gürlük 2003).

İlaç kalıntıları deri hastalıkları, akciğer hastalıkları, hemapoiyetik sistem hastalıkları, bağışıklık sistemi hastalıkları, sindirim sistemi hastalıkları, kadın üreme sistemi hastalıkları (düşük, düşük doğum ağırlığı, toksemi ve postpartum kanama), böbrek ve idrar yolu hastalıklarına yol açmaktadır (Güler ve Çobanoğlu 1994). Pestisit ve benzeri kimyasallara maruz kalan çocuklarda hormonal bozukluklar, kavrama ve öğrenmede gerilik ve kanser riskinin artabileceği bildirilmektedir (Parlak vd 2009).

Tarımsal ilaç kalıntılarının çok az oranı dahi canlı organizmada birikime sebep olmaktadır. Bu nedenle tarımda kullanılan bu gibi maddeler insanlar ve hayvanların sağlığını ve özellikle ekosistemi ciddi anlamda olumsuz etkilemektedir. Günümüzde bu olumsuzluk 1970'li yıllardan beri farkedildiğinden pestisitlerin etkili, çevreye zarar vermeyecek şekilde kullanılması hedeflenmektedir. Bu da ruhsatlandırma seviyesinden başlanarak iyi bir kontrol mekanizmasının sağlanması ve kimyasal ilaçlar ile ilişkili tüm kurum ve şahısların (çiftçiler de dahil olmak üzere) bilinçlendirilmesi ile sağlanabilir. Pestisitlerin özellikleri, ayrıca üretilecek tarımsal ürünün, üretim yapılacak alanın ve hastalıklara sebep olan zararlı ve yabancı otların çok iyi bilinmesi gerekir. Aksi takdirde onarılması mümkün olmayan sorunlarla başa çıkılamayacaktır. Geçmişte gerek Türkiye'de gerekse ülke dışında toplu ölümlere sebebiyet veren yanlış uygulamalar yapıldığı unutulmamalıdır (Öncüler 1995).

Günümüzde birçok bilim insanı pestisitlerin zararlı etkilerini minimize etmek için teknolojik işlemlerin faaliyetleri üstünde yoğun olarak mesai harcamaktadır. Bu aşamada faydalanılacak en etkili yöntemler arasında sebze ve meyveleri soğuk suya maruz bırakarak gerektiğinde fırça ile yıkama, kabuklarıyla yememe, ısıl aşamalardan geçirme (haşlama, pişirme, pastörizasyon, sterilizasyon gibi), muhafaza (depolama) gibi önlemler alınması gerekmektedir (Tunçbilek vd 1998).

Ülkemizde tarımsal mücadelede yaklaşık 1250 çeşit pestisit kullanılmaktadır. Pestisit kalıntısı sebebiyle yurtdışına ihraç edilemeyen yaş sebze ve meyvenin yok edilmeyip iç piyasaya sürüldüğü söylentileri endişeleri artmakla beraber, bilimsel çalışmalara göre gerek iç pazarda satılan et ve süt ürünlerinde, gerekse anne sütünde pestisit kalıntısına rastlanmaktadır. Özellikle Çukurova gibi yoğun pestisit uygulanan bölgelerde, anne sütünde dikkat çekici miktarda pestisit kalıntısı olduğu tespit edilmiştir (Anonim 2005). Ülkemizde pestisit kullanımı dikkatle incelendiğinde en az pestisit kullanımının Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgesinde olduğu gözlemlenmektedir. Ülke pestisit kullanımının %1'ini Doğu Anadolu Bölgesi oluşturmaktadır (Kaymak vd 2015). Bununla beraber en fazla kullanılan grup insektisitler olup methamidophos, parathionmethyl,

dichlorvos, endosülfan, azinphos-methyl, chlorpyrifos-ethyl ve carbaryl bunlara örnek verilebilir (Ware 1994).

1.5.2. Suni gübre

Gelişmiş ülkelerde nüfus miktarındaki artış hızı %0,5 seviyesinde bulunurken gelişen ülkelerde bu miktar %2,5 seviyesine gelebilmektedir. Şartların daha kısıtlı olduğu diğer ülkelerde, artan nüfusun gereksinimlerini temin etmek amacıyla tarımsal alanlarda bilinçsiz suni gübre ve pestisitlerin kullanımı artmakta, güvenlik ve çevre kirliliği gibi sonuçları uzun zaman sonra ortaya çıkabilecek konular daha az gündeme gelmektedir (Atılğan vd 2007).

Tarımsal topraklar temel besin unsurlarının bitkiler tarafından emilmesi, toprağın yıkanması ve toprak kaybı gibi olumsuz etkiler sonucunda her geçen gün fakirleşmektedir. Tüm bunlara ilave olarak nadasa bırakılmayan toprak; gübreleme, zararlılarla savaş, işleme, sulama gibi birtakım doğal yolla olamayan müdahaleler ile daha verimli hale getirilmeye çalışılmaktadır. Toprak verimliliğinin devamı bitkilerin aldığı azot ve fosfor gibi temel elementlerin tekrar toprağa geri verilmesi yani gübrenmesi ile sağlanabilir. Gübreler bu sebeple senelerdir bilimsel çalışmalarda yerini korumaktadır (Sönmez vd 2008).

Türkiye’de gübre kullanımı 83 kg/ha olup bu değer dünya ortalamasının (95 kg/ha) altındadır (Dölekoğlu and Çakaryıldırım 2003). 1990 yılında Türkiye’de 4.995.407 ton olan suni gübre kullanımı 2007 yılında 5.148.059 tona ulaştığı tesbit edilmiştir (Güneri 2008). Seralarda özellikle yetiştiriciliğin çok sık gerçekleştiği mevsim boyunca suni gübreler yüksek miktarlarda uygulanmakta, bu sebeple yağmurla yıkanan yüzey suları su kaynaklarını özellikle de kuyu sularını kritik seviyelerde kirlletmektedir. Bunun doğal sonucu olarak bitkisel üretim oranı ve ürün kalitesi de düşmektedir (Kaplan vd 1999).

1.5.2.a. Suni gübrenin zararlı etkileri

Suni gübre kullanımının ekosisteme olan olumsuz etkileri, dolaylı ve direkt etkiler olarak gruplandırılabilir. Ancak söz konusu gübrelerin etki seviyeleri ve uygulama süreleri daha fazla önem taşımaktadır. Gereğinden çok ve uzun süreli gübreleme faaliyetleri sonucunda bir takım çevresel sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlar; toprakta tuzlanma ve ağır metal birikimi, besin içeriğinin dengesinin bozulması, mikroorganizma faaliyetinin bozulması, sularda ötrofikasyon, nitrat birikimi, havaya azot ve kükürt içeren maddelerin karışması, ozon tabakasının bozulması ve sera etkisidir. Bu sorunların ortadan kaldırılması amacıyla yapılması gereken faaliyetler uzun süreli ve ciddi manada ekonomik yatırımlar olmalıdır (Sönmez vd 2008).

1. Toprakta tuzluluk artışı

Toprakta ya da sularda birim hacimde çözünebilir tuzların oranına tuzluluk denir. Bu birikim doğal ya da suni olarak oluşabilmektedir. Doğal tuzluluk çeşitli havzalarda toprakta yeterince drenaj olmadığında yağışlarla tuzların yer değiştirmesiyle veya yüksek sıcaklıklarda tuzların kılcal yollar ile yukarı çıkmasıyla meydana gelir. Suni tuzluluk sık yetiştiricilik yapılan alanlarda yüksek oranlarda uygulanan gübrelerin uzun yıllar boyunca devam eden birikimi ile oluşmaktadır (Özbek vd 1999; Sönmez ve Sönmez 2007).

Suni gübrelerin bünyesinde kimyasal olarak nötral tuzlar bulunduğundan toprakta her yıl değişen ve artarak devam eden kullanımı, toprak tuzluluğunu artırmakta ve böylece ürün miktarı azalmakta ve kalitesi de düşmektedir (Çolakoğlu 2008). Yüksek tuz oranı, bitkileri olumsuz etkilerken bir yandan da toprağın fiziksel yapısında, özellikle Na iyonunu etkin duruma getirerek önemli zararların ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Sönmez ve Sönmez 2007). Topraktaki tuzluluğun bitki gelişmesinde ve verim potansiyelinde önemli kayıplara neden olduğu yapılan araştırmalarda bir kez daha gösterilmiştir (Kotuby vd 2007). Örneğin; Sönmez ve Kaplan (2004) yaptıkları bir çalışmada; Antalya'nın Demre ilçesinde domates tarımı yapılan sera alanlarında 0-20

cm toprak derinliğinde %93, 20-40 cm toprak derinliğinde ise yaklaşık %90 hafif ve yüksek tuzlu toprak grupları tespit etmişlerdir. Akay ve Kaplan (1995) benzer biçimde Antalya'nın Kumluca ve Finike ilçelerinde gerçekleştirdikleri araştırmada, salata ve domates tarımı yapılan sera alanlarının tuz içeriklerinin mevsimsel değişimi izlenmiş ve toprakların tuz içeriğinin yetiştirme mevsimi boyunca yükseldiğini tesbit etmişlerdir. Her iki çalışmada da yüksek tuz içeriğinin nedeni olarak yoğun suni gübre kullanımı gösterilmiştir.

2. Ağır metal birikimi

Bilindiği gibi sanayi ürünlerinin üretiminde ağır metallerden faydalanılmaktadır. İnsanların ağır metallerle muhatap olma oranı yoğun metal kullanımına bağlı olarak son 50 yılda önemli ölçüde artmıştır. Ayrıca tarımda kullanılan suni gübreler ve pestisitler de topraktaki ağır metallerin bir diğer kaynağını oluşturmaktadır. Söz konusu metallerden en önemlileri kadmiyum, kurşun, nikel, arsenik ve bakırdır. Bu metallerin toprağa karışmasının sebeplerinden biri fosforlu gübreler ve bu gübrelerin etken maddeleridir. Fosforlu gübre üretmek için yurt dışından ithal edilen işlenmemiş fosfat kayasının ağır metal içeriğinin çok yüksek olduğu tesbit edilmiştir. Fosfat kayasının Cd ve As ağır metallerini yoğun olarak içerdiği kanıtlanmıştır (Köleli ve Kantar 2006).

Toprak ve sudaki Cd seviyesinin yükselmesi sucul canlılar, toprak verimliliği ve ekosistem faaliyetlerinde olumsuz sonuçlara yol açar. Ayrıca Cd bitki yapısına geçerek fotosentez, solunum, iyon alımı, büyüme ve gelişme gibi birçok metabolik faaliyet üzerinde olumsuz etkilerini gösterir (Asri vd 2007).

3. Ötrifikasyon

Yüzey suları olan tatlısuların organik madde miktarlarının özellikle fosfor ve azot seviyelerinin artmasına ötrifikasyon denir (Walker 2004). Gübre depolarından ve suni gübre uygulanmış tarım topraklarından yağışla beraber ve erozyonla göl ve akarsu gibi tatlı sulara önemli miktarda fosfor taşınır. Sucul bitkilerin büyümesini ve gelişmesini

sınırlayan en önemli faktör fosfordur. Fosforun fazlaca biriktiği yüzey sularında alglerin büyümesi artar. Büyüyen algler suyun yüzeyini kapatarak suda yaşayan diğer bitki ve hayvanların büyümesini engelleyecek seviyeye ulaşır. Böylece artan alg kitlesi güneş ışınlarının bentik kısma ulaşmasına engel olarak tabandaki bitkilerde önemli miktarda ölümlere yol açar. Ölen bitkileri aerobik bakteriler parçalar. Hem aerobik bakterilerin oksijeni kullanması hem de bitki ölümleriyle beraber yeterince O₂ üretilmemesi neticesinde sudaki oksijen azalır. Suyun kalitesi bozulur. Oksijen seviyesi azalmış ve kalitesi bozulmuş böylesi bir ortam tatlısu omurgalıları (özellikle balıkları) için oldukça tehlikelidir. Üstelik ötrifikasyon sonucu bazı göllerde bazen istilacı türlerin sayısının arttığı da bilinmektedir. Örneğin turna balığı yerine sazan veya oksijen ihtiyacı düşük olan diğer türler bu tip yerleri işgal edebilir (Roland *et al.* 1993; Walker 2004).

Günümüzde tarım arazilerinde kullanılacak suni gübredeki hem fosfat hem de azot seviyeleri sınırlandırılmıştır. Mesela 1990 yılında Hollanda'da tarım arazilerinde mücadele edilen fosfat seviyesi çayırarda 250 kg P₂O₅/ha, mısır alanlarında ise 350 kg P₂O₅ /ha iken bu değerler 1994 yılından sonra her iki alan içinde 175 kg P₂O₅/ha'ya düşürülmesi kararlaştırılmıştır (Cole 1991). Benzer şekilde artan fosfat ve azot kirliliğini azaltmak için Taiwan'da domuz üretimi sınırlandırılmış, Singapur'da ise tamamen yasaklanmıştır. Alınan önlemler neticesinde Kore'de yağış suları ile domuz çiftliklerinden yıkanan fosfor miktarı %40 azaltılabilmektedir (Headon 1992). Benzer şekilde ABD, İsviçre, Güney Afrika ve Japonya gibi ülkelerde fosfat seviyesi sınırlandırılmış ve yine ABD'de suni gübre fosfat seviyesinin azaltılması konusunda özellikle Ohio'da ve Delaware Maryland-Virginia bölgelerinde yeni düzenlemeler yapılmıştır (Roland *et al.* 1993). Potansiyel bir kirleticisi olan fosfat dünyanın birçok yerinde tarım arazisinin varlığı, nüfus fazlalığı, üretim büyüklüğü gibi faktörlere bağlı olarak doğada ve toplanma bölgelerinde önemli problemlere yol açmaktadır (Konca ve Bahtiyarca 2004).

4. Sularda azotlu bileşikler ve etkileri

Suni gübreler sebebiyle meydana gelen kirlilik kapsamında önemsenmesi gereken en

önemli hususlardan biri sulardaki nitrat kirliliğidir. Nitrat suni gübrelerde gün geçtikçe artan oranlarda kullanılmakta ve malesef toprakta gün geçtikçe birikmektedir. Biriken nitrat değişen oranlarda yıkanarak toprak derinliğine doğru ilerlemektedir (Korkmaz 2007). Toprakta mikroorganizmalar aracılığıyla nitrifikasyonla gübre nitrata dönüşür ve nitratin negatif yüklü olması sebebiyle yıkanarak taban suyuna iletilir (Atılğan vd 2007). Optimum şartlarda bile kullanılan azotlu gübrelerin sadece %50'sinin bitkiler tarafından bünyesine alındığı, %2-20'sinin buharlaşma yoluyla havaya karıştığı, %15-25'inin killi toprakta bulunan organik bileşiklerin yapısına katıldığı ve geri kalan %2-10'luk miktarının su kaynaklarına karıştığı belirtilmektedir (Korkmaz 2007).

Yüksek seviyede azotlu gübrelerin uygulandığı tarımsal alanlardaki bitkilerde nitrozamin gibi kanserojen maddeler meydana gelebilmektedir. Artan azotlu gübre kullanımı havayı kötü etkileyen amonyak ve azot oksit gazlarının oluşmasına sebep olabilmektedir. Yüksek oranda atmosfere geçen diazot monoksit gazı ozon tabakasının incelmelerini tetiklemektedir (Taşkaya 2004). Ayrıca stratosfere ulaşan azot dioksit ve azot monoksit gazları ise stratosferde yer alan ozonun bozulmasına yol açar ve bu da azotlu gübrelerin yoğun biçimde uygulanmasından kaynaklanmaktadır (Çöpür ve Uysal 2004).

Suni gübreler uygulandığı alandaki besin maddelerinin doğal yapısının bozulmasına da sebep olmaktadır. Topraklara bırakılan yüksek orandaki azotlu ve fosforlu gübreler bitkinin gereksiniminden daha fazla potasyum almasını teşvik etmektedir. Sonuç olarak potasyumda aşırı tüketim meydana gelmektedir. Bu uyumsuzluk topraktan bitkiye aktarılacak bitkinin verim niteliğine zarar vermektedir (Sönmez vd 2008)

Suni gübreler yüksek oranda uygulandıkları zaman solucanlar ve çeşitli toprak kurtçuklarına zarar verici hatta yok edici etki yapmaktadır. Bu organizmalar ile doğrudan temas eden gübre tozları mortaliteye neden olmaktadır. Topraklara yüksek oranda azotlu gübreler uygulanması *Rhizobium sp.* gibi simbiyotik azot fikse eden mikroorganizmaların faaliyetlerini etkisiz hale getirmektedir. Bundan dolayı havanın serbest azotundan yararlanma yolu sekteye uğramaktadır. Buna ek olarak kullanılan

fazla azotlu gübreler nitrifikasyon mikroorganizmalarını olumsuz etkilemektedir. Böylece masrafsız olan ikinci azot kaynağı da olumsuz yönde etkilenmektedir (Topbaş vd 1998).

Tarımsal faaliyetlerin en önemlilerinden birisi olan suni gübreleme bir taraftan üretimde faydalar sağlarken diğer taraftan da birtakım istenmeyen sonuçlara sebep olabilmektedir. Uygulama oranı ve süresi bu olumsuzlukların oluşmasında önemli faktörler olarak gözlemlenmektedir. Topraklarda suni gübrelemeden kaçınmanın söz konusu olamayacağı realitesi dikkate alındığında, hataların azaltılması ve tarımsal faaliyetlerin organik gübrelerle teşvik edilmesi gerekliliği kendisini göstermektedir.

Aşırı suni gübre uygulanmış topraklarda yetiştirilen besinlerin insanlar ve hayvanlar tarafından kullanılmaları bu topraklardaki zararlı maddelerin canlı yapılarına aktarılmasına sebep olabilecektir. Bu sebeple bu toprakların da ıslah edilmeleri kaçınılmazdır (Sönmez vd 2008).

1.6. Amfibiler (İki Yaşamlılar)

Amfibiler su ortamından karaya geçen ilk omurgalı hayvanlar grubu olduklarından anatomik yapılarında ciddi farklılıklar meydana gelmiştir. Bununla beraber bir memeli canlı gibi suyla ilişkisini tamamen kesmemiştir. Kurbağaların karada yaşama becerisi kazanması neticesinde, yüzgeçlerin yerine bacaklar, solungaçlar yerine akciğerler oluşmuştur (Baran vd 2005). Su ortamından kara ortamına geçerken şu önemli değişimler meydana gelmiştir:

- Su ortamında yüzme yerini kara ortamında yürümeye bırakmıştır.
- Çift yüzgeçler kaybolmuş, yerine çift yapılı üyeler oluşmuştur.
- Derileri hava basıncına ve hava koşullarına uyum sağlayacak özellik kazanmıştır.
- Solungaçların yerini akciğerler almıştır.
- Dolaşım sistemi akciğer ve deri solunumu yapabilecek duruma gelmiştir.

- Her iki ortamda da işlev görecektir duyu organları meydana gelmiştir (Demirsoy 2005)

Kurbağaların derileri çıplak ve yoğun salgı bezlidir, bu sebeple sürekli ıslaktır. Üst kısımda bulunan deri tabakası bazen tamamen veya parçalar halinde atılır. Derilerinde fazlasıyla mukus ve zehir bezleri ile renk hücreleri yer almaktadır. Çoğunlukla süt renginde olan zehir bezleri problem yaşadıklarında oluşturulur. Birçok amfibi aniden renk değiştirme özelliğine sahiptir. Bazı türler yaşadığı ortama renk bakımından yüksek seviyede uyum sağlarlar. Örnek olarak yeşil renkteki Ağaç kurbağası ve kahverengi renkteki Çevik kurbağa verilebilir (Baran vd 2005; Demirsoy 2005).

İskeletleri kara hayatına uyum sağlayacak yapıda değişikliğe uğramıştır. Omuz ve kalça kemeri ön ve arka bacakların sağlam bağlanmasına uygun biçimdedir. İskelet yapısı ana hatlarıyla 3 bölümde incelenir:

- Baş (Kraniya)
- Omurga (Aksiyal)
- Üye (Appendikular)

Günümüzde yaşayan kurbağalarda ön üyelerde 4 parmak, arka üyelerde 5 parmak bulunmaktadır (Demirsoy 2005).

Farklı yaşam bölgelerinde bulunduklarından kurbağalarda farklı yaşam şekilleri meydana gelmiştir. Larvalar esas hareket aracı olacak kuyruklarından faydalanırlar. *Gymnophiona* bireyleri yılanlara benzer şekilde hareket ederler. *Urodela*'da üyeler vücuda çekilip kuyruklarını kullanarak yüzerler. *Anura*'da, su içerisinde arka bacaklar arka tarafa doğru çevik bir şekilde itilerek vücut öne doğru hareket ettirilir. Karada ise arka bacakları çok daha kuvvetli olduğundan bazı türlerde sıçrayarak hareket ederler, öyle ki bazıları 2 m uzağa, 1 m yüksekliğe sıçrayabilirler. Fakat tüm *Anura* üyeleri sıçrama yeteneği kazanmamış olup, *Bufonidae* türü gibi yürüyerek hatta *Polypedates*

cinsine bağılı bazı türler gibi havada süzölerek uğma yeteneği kazanan üyeler mevcuttur (Demirsoy 2005).

Kurbağalarda dil yapısı ęok iyi gelişmiştir. Avlarını yakalamak için değişik yapılarda dil şekilleri oluşmuştur. Discoglossidae üyelerindeki yapıştııcı dil, Karasemenderlerindeki fırlatılabilir dil, Bufonidae familyasındaki yakalayıcı dil bu konuda örnek olarak sunulabilir (Demirsoy 2005).

Larvalar dış solungağlarla solunum gerçekleştiren, başkalaşım geçirip ergin hale gelince akciğerler meydana gelir ve artık kara ortamında solunum gerçekleştirilebilir. Canlının oksijen ihtiyacı genellikle deri solunumu aracılığıyla gerçekleşir (Baran vd 2005).

Amfibiler soğukkanlı canlılar olduklarından vücut ısısı çevre sıcaklığına göre ayarlanır. Kalpleri 2 kulakçık ve 1 karıncık olmak üzere 3 gözlüdür. Kaplerinde 1 karıncık olmasına rağmen kirli kanla temiz kan kısmen birbirine karışmamaktadır. Amfibi larvaların kalp balıklara benzer şekilde vücutun ön kısmında yer alır ve kanlarında yarı oksijenli kan dolaşır (Baran vd 2005).

Yetişkin amfibiler genelde etle beslenirler. Böcekler, solucan ve salyangoz temel besin maddelerini oluşturur. Büyük türler balık, sürüngen ve memelilerle de beslenirler. Larva döneminde kuyruklu kurbağa etle beslenirken kuyruksuz kurbağalar bitkilerle beslenirler. Yetişkin bireyler ise etçildir (Baran vd 2005).

Larva döneminden ergin duruma gelişme olayı metamorfoz (başkalaşım) şeklinde gerçekleşir. Bu dönemde larva dönemine ait organlar kaybolur, yetişkin bireye ait yeni organlar oluşur ve bazı organların yapısı değişir. Ortam sıcaklığı ve dış faktörler larvaların yetişme sürecinde son derece önemlidir. Sıcak bölgelerde bu süreç daha erken gerçekleşmektedir (Demirsoy 2005).

Akciğer solunumu gerçekleştiren amfibilerden özellikle Anura takımının erkek

bireylerinde ses çıkarma yeteneği bulunur. Ağız ve burun boşlukları kapalı iken havanın akciğer ile ağız boşluğu arasında yer değiştirmesiyle ses yarığındaki zarlar titreşir ve ses meydana gelir. Özel ses keseleri ile bu sesler daha yüksek seviyede çıkmaktadır (Demirsoy 2005).

Yanal çizgi Tetrapoda arasında sadece amfibi larvalarında yer alır. Yine koku alma gereksinimini karşılayan Jakopson organı ilk olarak bu canlılarda meydana gelmiştir. Kimyasal almaçlar ve tat alma organları oldukça iyi gelişmiştir. Göz yapısı genel yapı itibarıyla omurgalıların göz yapısına benzer. Birçok amfibide renkli görme özelliğinin bulunması kanıtlanmıştır. Şekli değiştirilmeyen merceğin öne ve arkaya doğru yer değiştirmesiyle uyum (akkomodasyon) gerçekleştirilir. Larvaların tümünde ve devamlı sulara yaşayan Urodela üyelerinde göz kapakları yoktur, olanlarda üst göz kapağı sabit, alt göz kapağı hareketlidir. Anura üyelerinin çoğunda yön bulmada ve dengenin düzenlenmesinde görevli olan ve başkalaşım sonucunda kaybolan bir üçüncü göz (tepegöz) bulunur (Demirsoy 2005).

Çinde bazı kurbağalardan ilaç olarak faydalanılmış, birtakım eski kavimlerde sihirbazlık işlerinde kullanılmıştır. Ülkemizde de Van'da yöre halkı tarafından kurbağa toplamanın günah olduğuna inanılmaktadır. Dolayısıyla bu canlılara değişik dönemlerde ve yörelerde farklı misyonlar yüklenmiş değişik şekilde değer verilmiştir (Baran vd 2005).

1.6.1. *Pelophylax ridibundus* (Ova kurbağası)

Rana cinsi Avrupa, Amerika, Avustralya'da yayılış gösterir (Özeti ve Yılmaz 1994; Demirsoy 2005). İki yaşamlılar (eski Yunanca Amphi=iki; Bios=yaşam) sınıfı içinde yer alan *Pelophylax ridibundus* (Sinonim; *Rana ridibunda* Pallas 1771 (Anura; Ranidae)) Orta ve Güney Avrupa ile Kuzey Afrika ve Batı Asya'da; Türkiye'de ise uygun biyotop bulduğu her bölgede bulunmaktadır (Baran ve Atatür 1998). Türün tip lokalitesi, Dubois and Ohler (1994), Hazar Denizi'nin kuzey kıyıları ve Volga Nehri olarak belirtilmekte ve dağılım alanının Orta ve Kuzey Avrupa'dan Asya'nın batı kısmına kadar uzandığı ifade edilmektedir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. *Pelophylax ridibundus* (Ova kurbağası) türünün dünya üzerinde yayılış alanı

Diğer türlerinde bulunan temporal bant bunlarda yer almaz. Erkeklerde bulunan ağzın hemen arkasındaki ses keseleri tipiktir. Erkekler ses keselerinin yer alması, ön bacaklarının daha kuvvetli olması, ilk parmaklarının arka tarafında şişkinlik yer alması ve fiziksel olarak daha küçük olmalarıyla dişi bireylerden ayırt edilirler (Demirsoy 2005).

Boyları 10-15 cm civarındadır. Deri genellikle pürüklü olup, sırt tarafı yeşilimsi, gri veya açık ya da koyu kahverengi renkte olabilir. Bazen sırt bölgesinde orta bölümde boyuna uzanan açık renkli bir çizgi bulunur. Karın bölgesi genellikle kirli beyaz veya sarımsı renktedir (Demirsoy 2005).

Bol bitkili havuz, göl ve akışkan su ortamlarında hayatlarını sürdürürler. Göz ve burun delikleri su dışında kalacak şekilde yüzerler. Dağlık bölgelerde az bulunmalarına karşın 2500 m'ye kadar yaşayabilmektedir (Baran vd 2005).

Çiftleşme Mayıs-haziran aylarında erkeğin ön bacaklarıyla dişiye sıkıca kavramasıyla gerçekleşir. Bir dişi yaklaşık 5.000-10.000 yumurtayı birkaç grup halinde sucul ortama

bırakır (Demirsoy 2005).

Sıcaklığa bağlı olarak larva dönemi 3-4 ay sürer, eşeyssel yetişkinliğe 3 yaşında sonra ulaşır. Kış mevsiminin soğuk geçtiği bölgelerde suların dibinde yaşarlar (Demirsoy 2005).

Besinlerini böcekler teşkil ederken tarıma zararlı böcek ve sivrisinek popülasyonunu dengede tutan bir kurbağa türüdür. Dünyada Kuzey Afrika, Orta ve Güney Avrupa ve Batı Asyada; Türkiye’de Karadeniz Bölgesi, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, İç Anadolu Bölgesinin doğu ve kuzey bölümlerinde yaşarlar (Baran vd 2005; Demirsoy 2005) (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. *Pelophylax ridibundus* (Ova kurbağası) türünün Türkiye’deki dağılımı

Türkiye’deki *Pelophylax ridibundus* popülasyonları ile ilgili ilk taksonomik çalışma Bodenheimer (1944) tarafından yapılmış olup, homojen bir durumdan söz edilmiştir.

Ayrıca Beyşehir Gölü’ndeki örneklerin iri ve karın tarafının turuncu olduğunun belirtilmesiyle birlikte bu popülasyonlarda nominat alt tür *R. r. ridibunda* olarak

tanımlanmıştır. Ancak Arıkan (1983) yaptığı çalışmada Beyşehir popülasyonunun diğerlerinden farklılık gösterdiğini ve Türkiye’de yaşayan *Pelophylax ridibundus* popülasyonlarında bir homojenite bulunmadığını belirtilmiştir. Arıkan (1988), Beyşehir popülasyonunu morfolojik karakterlerin yanında özellikle karın tarafının renk ve desenini farklı bularak yeni bir alt tür, *R. ridibunda caralitana*’yı tanımlamıştır.

Yılmaz (2001) Yıldız Deresi (Trabzon)’ndeki popülasyon örneklerinin yaş tayinlerini yapmış ve büyüme parametrelerini incelemiştir. Erkeklerin vücut boylarının dişilerden küçük olduğunu ve 2-3 yaşında eşeyssel olgunluğa erişenler olmasına rağmen *Pelophylax ridibundus* bireylerinin genellikle 4. kıştan sonra eşeyssel olgunluğa eriştiği sonucuna varmıştır.

Onay (2004), *Pelophylax ridibundus* türüne ait larvaların gelişimi ve metamorfozu üzerine tarım alanlarında kullanılan Amonyum Nitrat’ın etkilerini akut ve kronik olarak araştırmış; akut uygulamada 800 mg/l’lik konsantrasyona maruz bırakılan örneklerin ölüm oranının 1. gün %75’lik oranla başlayıp 2. gün %100’e ulaştığı belirlenirken,

75 mg/l’lik konsantrasyonda 5. gün %6’lık oranda başlayıp 7. gün %100’e ulaştığı yani olumsuz etkilerin konsantrasyona ve zamana bağlı olarak arttığını gösterilmiştir. Kronik uygulamada ise 7 mg/l’lik Amonyum Nitratın konsantrasyonlarında metamorfoz süresinin yaklaşık 4 gün uzattığını tespit etmiştir.

Çevre sorunları ve doğal dengenin büyük önem kazandığı günümüz dünyasında (Baran 2006; Urhan vd 2006); geniş yüz ölçümü, Avrupa ile Asya kıtaları arasında yer alması yanında farklı yaşam ortamları içermesi gibi özellikleriyle her yönden zengin olan ülkemizde yaşayan hayvan türlerinin tanıtılması, insanlarımızın doğru bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Ürün verimine karşılık, tarımsal ilaçların çevre için rezidü (kalıntı) problemi devam etmektedir. Bu ilaçların etki mekanizmaları belirli sınırlar içinde olmakta, bu sınırlar aşıldığında, insan ve diğer canlılar için tehlikeli olmaktadır. Çok toksik yapıda olan ve

parçalanıp bozulma ihtimali olmayan bazı klorlu pestisitlerin dışındaki tarım ilaçlarının çoğu halen büyük miktarda kullanılmaktadır. Bu kimyasal yapıdaki tarım ilaçlarının taşınması, depolanması, kullanılması hatta sentezlenmesi bile büyük bir çevre kirliliğine sebep olmaktadır.

Pestisitler tarımsal mücadelede kullanılan ve tarım ürünlerine zararları dokunan canlılara çeşitli şekillerde etki eden kimyasallardır. Bunlardan pek çoğu tarım alanlarında kullanılmaktadır. Bu maddelerden bazıları toprağa karışarak sulama yoluyla akarsulara ve göllere akmaktadır. Söz konusu maddelerin karıştıkları ekosistemlerdeki canlıları etkilemesi kaçınılmazdır.

Günümüzde teknolojinin ilerlemesine paralel olarak çevreye bırakılan ağır metal iyonu miktarının ve çeşidinin artması, tarımda zirai ilaçlama faaliyetlerinin çoğalması, gıda tüketimindeki artışla birlikte suni üretim artışına gidilmesi gibi bazı faktörleri de içine alan pek çok sebepten dolayı maalesef canlı çevrenin kirlenip, bozulduğu görülmektedir. Yeryüzü, özellikle de insan çevresi, insan sağlığı açısından çok önemlidir. Kirli bölgelerde yaşayan insandaki ölüm oranının, nispeten daha temiz yörelerdekilerin en az iki misli, tüberküloz ve mide kanseri oranlarının ise üç katı olduğuna literatürlerde rastlanılmaktadır.

Bu bilgiler ışığında kurguladığımız araştırmanın hedefleri de kısaca şöyledir. Karasu Havzası'nda tarım yapılan alanlarda yaşayan kurbağaların karaciğer, akciğer ve böbrek dokularından alınan örneklerde tarımsal faaliyetin yapıldığı yerdeki muhtemel kimyasal maddelerin etkinliğinin göstergesi olarak değerlendirilebilecek histopatolojik anormallikler kantitatif olarak araştırılmıştır. Bunun için suni gübre (azotlu gübre) kullanımının ve pestisit uygulamasının (çoğunlukla deltamethrin) yapıldığı iki kirli bölge ve bunlara referans teşkil edecek aynı havzadaki temiz bir bölge seçilmiş ve mukayese edilerek sonuca varılmaya çalışılmıştır. Çalışmanın pestisit ve suni gübre kullanımının kurbağalar üzerindeki etkisinin insitu araştırılmasının bölgemiz için biyotoksik çalışmalar ile ilgili önemli bir boşluğu dolduracağı açık ve nettir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Vogiatzis and Loumbourdis (1998), *Rana ridibunda* türünü 4, 10, 30 günlük süreler ile 200 ppm kadmiyuma maruz bırakmışlar ve bu durumun karaciğer ve böbreklere olan etkilerini incelemişlerdir. Sonuçta karaciğer ve böbrek hücrelerinde yüksek oranda kadmiyum birikmesi gözlenmiştir.

Loumbourdis and Wray (1998), *Rana ridibunda* dokularında 14 farklı ağır metal konsantrasyonunu araştırmışlardır. Karaciğerde; bakır miktarı (1041 ± 153 mg / kg kuru ağırlık), kobalt ($6 \pm 0,1$ mg / kg), molibden (22 ± 47 mg / kg), krom (41 ± 11 mg / kg) ve kadmiyum ($2 \pm 0,2$ mg / kg) yüksek miktarda alüminyum (303 ± 67 mg / kg), manganez (1644 ± 38 mg / kg), nikel (27 ± 3 mg / kg), stronsiyum (419 ± 34 mg / kg) ve baryum (93.1 ± 1 mg / kg) tesbit edilmiştir. Nehir kaynaklarının çok kirli olduğu alanlarda bakır, krom, molibden, çinko, manganez ve alüminyum; orta derecede kirliliğin olduğu alanlarda kobalt, nikel, kurşun, kadmiyum ve sezyum gibi diğer bazı metaller tesbit edilmiştir.

Loumbourdis (2005), çevresel faktörlerin *Rana ridibunda* türü üzerinde histopatolojik etkilerini araştırmış, özellikle ağır metallerden kadmiyumun 200 ppm ile 4, 10, 30 günlük maruziyeti sonucunda histopatolojik etkileri incelemiştir. Çalışma sonucunda böbreklerde Hiyal Globullar (HG) ve apoptotik cisimler, karaciğerde ise fibrozis ve hepatositlerde artış gözlenmiştir.

Paunesco *et al.* (2005), 0,2 ml'lik Tetraklorür maddesinin 2 hafta süreyle uygulanması sonucunda kurbağalar üzerindeki histolojik etkilerini incelemişlerdir. İnceleme sonucunda Kupffer hücrelerinde lipofuksin birikimi, hafif yapısal düzensizlik ve sinüzoidal kılcal damarların genişlemesi tesbit edilmiştir.

Murphy *et al.* (2006), birçeşit herbisit olan Atrazin triazine maddesinin 2 g/L miktarının kurbağa gonadlarının üzerindeki morfolojik ve histolojik düzeydeki etkilerini

incelemişlerdir. Atrazin maddesine maruz kalan tarım alanlarından ve tarım yapılmayan arazilerden toplanan örnekler arasında, özellikle hermafroditizm üzerine düşük oranda etki görülmüş, en ciddi etki erkek kurbağalarının testis oositlerinde gözlenmiştir.

Loumbourdis (2007a), çevresel faktörlerin *Rana ridibunda* türünün karaciğer ve böbreklerdeki histolojik ve histokimyasal etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda karaciğerde melanomakrofajlarda artış, karyomegali ve poliploidi gözlenmiştir.

Al-Johany and Haffor (2009), ağır metallerden kadmiyumun 7 gün süre ile 200mg/kg miktarının maruziyetinin kertenkele akciğer hücrelerindeki değişimlerini incelemişlerdir. İnceleme sonucunda akciğerlerin vaskülatürünün dokusunda çökme, pulmoner kılcal endotel ve akciğer iltihapları gözlenmiştir.

Paunesco *et al.* (2010a), önemli bir insektisit olan 0.01 ml/g Reldan 40EC maddesinin 4-6°C ve 22-24°C sıcaklığında uygulanarak *Rana ridibunda* türünün karaciğerindeki histolojik ve histokimyasal değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda Kupffer hücrelerinin yanı sıra renk yoğunluğunda bir artış, hafif karyomegalia ve poliploidi, birikim ile birlikte kan damarlarının çevresinde ve hepatositler arasında fibroz izlenmiştir.

Spolyarich *et al.* (2010), *Limnodynastes tasmaniensis* (tazmanya kurbağası) larvası üzerinde Atrazin (0.1, 1, 3 ve 0,3 µg), Metolaklor (0.1, 1.0 ve 10 µg) ve Tiyobenkarb (90, 80 ve 360 µg) herbisitlerinin etkilerini incelemişlerdir. Bu gözlemler, çevresel olarak atrazin, metolaklor ve tiyobenkarb maddelerinin, *L. tasmaniensis* larvalarının normal gelişimi için önemli bir tehlike oluşturmadığı sonucuna varılmıştır.

Păunescu *et al.* (2011), *Pelophylax ridibundus*'da 3 hafta boyunca 4-6°C ve 22-24°C sıcaklıklarında 0.125x10⁻³ / g vücut ağırlığı miktarınca Champion 50WP fungusitinin etkilerini akciğer dokuları üzerinde histopatolojik etkilerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda akciğer duvarlarında esneklik kaybı, genişleyen kan kılcalları, pnömosit çevresinde çok sayıda agrege olmuş eritrosit ve goblet hücresi oluşumu gözlenmiştir.

Denoel *et al.* (2012), bir endosulfan pestisit olan Organochlorine'nin amfibilerdeki etkisini 96 saat boyunca 0.4, 3, 22 ve 282 µg miktarında uygulayarak araştırmışlar ve deneyler sonucunda Organochlorine'nin amfibilerde toksik etkilerinin olduğunu ve uygulanan örneklerde mortalitenin arttığını bildirmişlerdir.

Çakıcı (2013), *Pelophylax bedrigae* türünde Karbaril'in testislere olan histopatolojik etkilerini ilk kez incelemiş, 0.05, 0.1 ve 0.2 mg/g miktarında 96 saat boyunca uygulamıştır. Bulgulara göre düşük doz grubunda bazı seminifer tübüllerin büzülmesi gözlenmiş, orta doz grubunda interstisyelin genişlemesi, boşluklar ve germ hücreli nekrozu saptanmıştır. Yüksek dozda, belirgin tubül deformasyonu tespit edilmiştir. Seminifer tübüllerde üreme hücresi nekrozu sık olarak saptanmış ve buna ek olarak tıkanıklık, kanama, hücresel sızma ve fibrozis gibi diğer önemli patolojik bozukluklar gözlenmiştir. Bunlara göre, karbarilin erkek fertilitasını etkilediği sonucuna varılmıştır.

Çakıcı (2014), *Pelophylax bedrigae* türünün sindirim sisteminde 96 saat boyunca 0.05, 0.1 ve 0.2 mg/g miktarlarında Karbaril maruziyetini takiben gözlenen histopatolojik değişiklikleri incelemiştir. Bu çalışmanın sonuçlarında, özofagus hücreleri vakuolizasyonu, hücresel şişme, nükleer pyknosis, karyoliz ve nekroz, orta ve yüksek dozlarda özofagus bezleri çevresindeki hücreler gözlenmiştir. Midede belirgin histopatolojik defektler, gastrik bezlerde şişme ve nekroz, interstisyel boşluklar içindeki nekrotik hücreler, epitel hücre tabakasının ayrılması, tıkanmış damarlar ve orta ve yüksek dozlarda kanam; bağırsakta ise orta ve yüksek dozlarda epitel tabakasının ayrılması, epitel hücre düzeninin bozulması, inflamasyon ve nekroz tespit edilmiştir.

Papoulias *et al.* (2013), lekeli leopar kurbağalarının (*Lithobates blairi*) böcek ilacı olan bazı aktif kimyasallara maruz kalmasının sonuçlarını biyolojik açıdan değerlendirmişlerdir. Fakat maruziyetin zamanlaması ve miktarı tam olarak tesbit edilemediğinden güvenilir sonuçlar elde edilememiştir.

Zhelev *et al.* (2014), Güney Bulgaristandaki *Pelophylax ridibundus* türünde antropojenik kirlilik koşullarında hepatosomatik endeks (HSI) ve kondisyon faktörü

(CF) değerlerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda bireylerin kontaminasyon koşullarında karaciğer ağırlılığının arttığı tespit edilmiştir.

akıcı (2015), Karbaril'in 0.05, 0.1 ve 0.2 mg/g dozlarının 96 saat boyunca uygulanmasının *Bufotes variabilis* karaciğerindeki histopatolojik etkilerini ilk kez araştırmıştır. Yapılan incelemeye göre, karaciğer dokusunda vakuolizasyon, hepatositlerde nekroz, mononükleer hücre infiltrasyonu, melanomakrofaj sayısındaki artış, kanama ve tıkanıklık tespit edilmiştir. Ayrıca böbrekte, mononükleer hücre infiltrasyonu, hipertrofik bowman kapsülü hücreleri, deformasyon, vakuolizasyon, renal tübül epitelinin karyoliz ve nekrozu, fırça sınırı tahrip etme, glomerüler küçülme, kanama ve fibrozis gözlenmiştir.

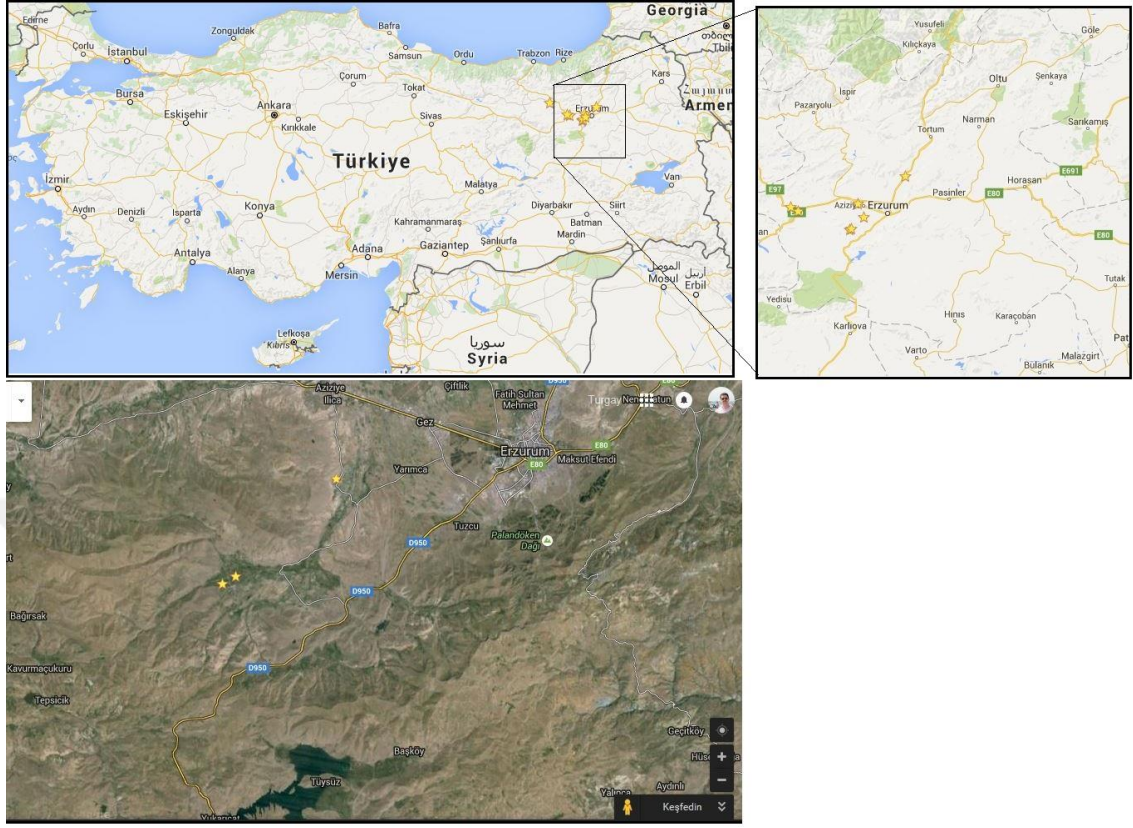
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Bölgesi ve İstasyonların Belirlenmesi

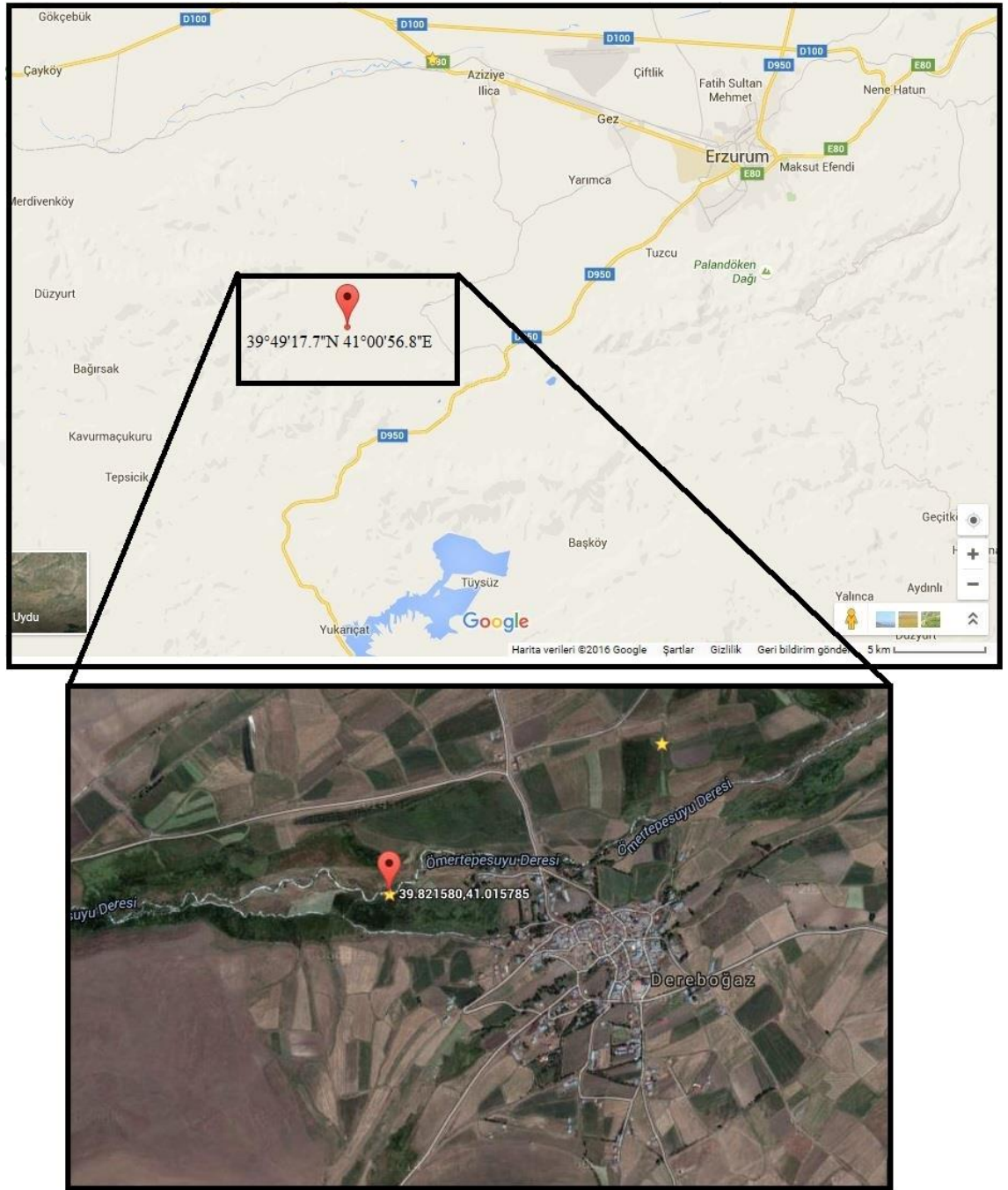
Karasu Havzası ismini içinden geçen Karasu Nehri'nden almaktadır. 1890 m rakımlı Erzurum Ovası'nın tek akarsuyudur. Fırat Nehri'nin önemli iki kolundan biri olan Karasu Nehri, Erzurum sınırları içinde Dumlu Dağı'nın eteklerinden doğar ve Erzurum Ovası'nı doğu-batı yönünde geçerek ovanın kuzeydoğusundaki 3000-3500 m yükseklikteki Karacağız, Güvercin ve Kandil Dağları'ndan gelen Köşk, Karagöbek ve Dumlu Derelerinin birleşmesinden sonra Karasu adını alır. Önce güneybatıya doğru akar, sonra batıya yönelir. Ilıca ilçesinden Pulur Çayı'nı alır ve İspir yolu üzerinde bulunan Serçeme Deresi'yle de birleşerek ovayı terk eder. Suyunu Fırat Nehri üzerine kurulmuş Elazığ'da bulunan Keban Baraj Gölü'ne ulaştırmaktadır. Karasu Nehri'nin Erzurum ili içindeki drenaj alanı 1642 km² ve ortalama akımı 4,304 m³/sn dir (Sönmez 2011).

Araştırmamızda tarımsal faaliyet çeşitliliği durumu göz önüne alınarak 3 istasyon seçilmiştir. Bunlardan ilki Erzurum'un merkez köylerinden olan Dereboğazı Köyü'nden geçen Ömertepesuyu Deresi'nin köye giriş noktası olmuştur. Burası kirliliğin hiç olmadığı referans istasyonumuz olarak kabul edilmiştir (1. İstasyon). Diğerleri aynı derenin köy çıkışında olan ve suni gübrelemenin yapıldığı alan olarak seçilmiştir (2. İstasyon). Son istasyon ise yoğun tarımsal faaliyetin yapıldığı ve pestisit kullanımının tespit edildiği, aynı dereden sulamanın yapıldığı Söğütlü Köyü olmuştur (3. İstasyon). Her istasyondan aynı ay içerisinde kurbağa örnekleri alınmıştır. Örneklemelerin yapıldığı istasyonlar Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

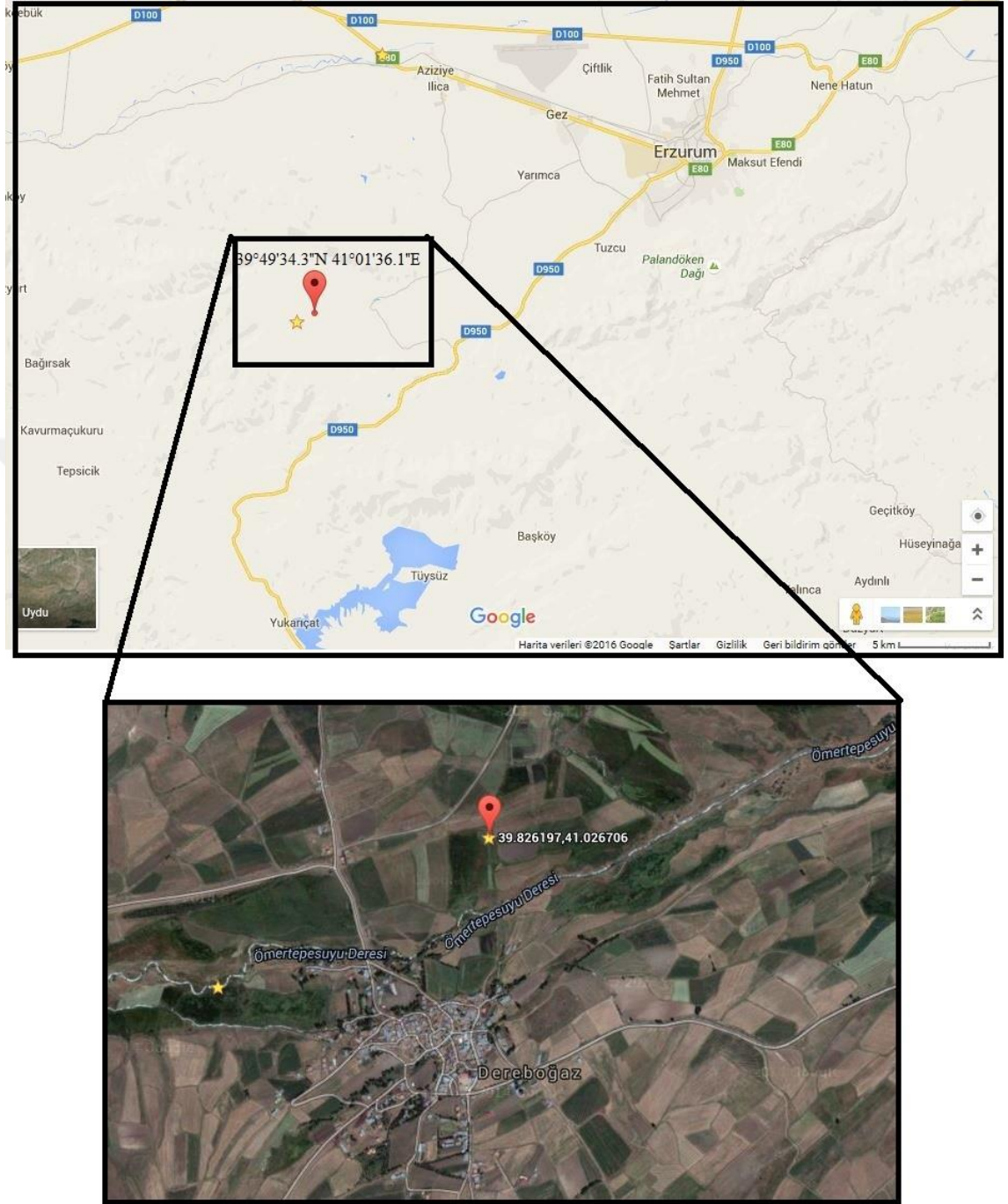
- 1. İstasyon:** Dereboğazı Köyü I. Erzurum- Dereboğazı Köyü 28.6. km (Şekil 3.2)
- 2. İstasyon:** Dereboğazı Köyü II. Erzurum- Dereboğazı Köyü 27. km (Şekil 3.3)
- 3. İstasyon:** Söğütlü Köyü. Erzurum- Söğütlü Köyü 17.7. km (Şekil 3.4).



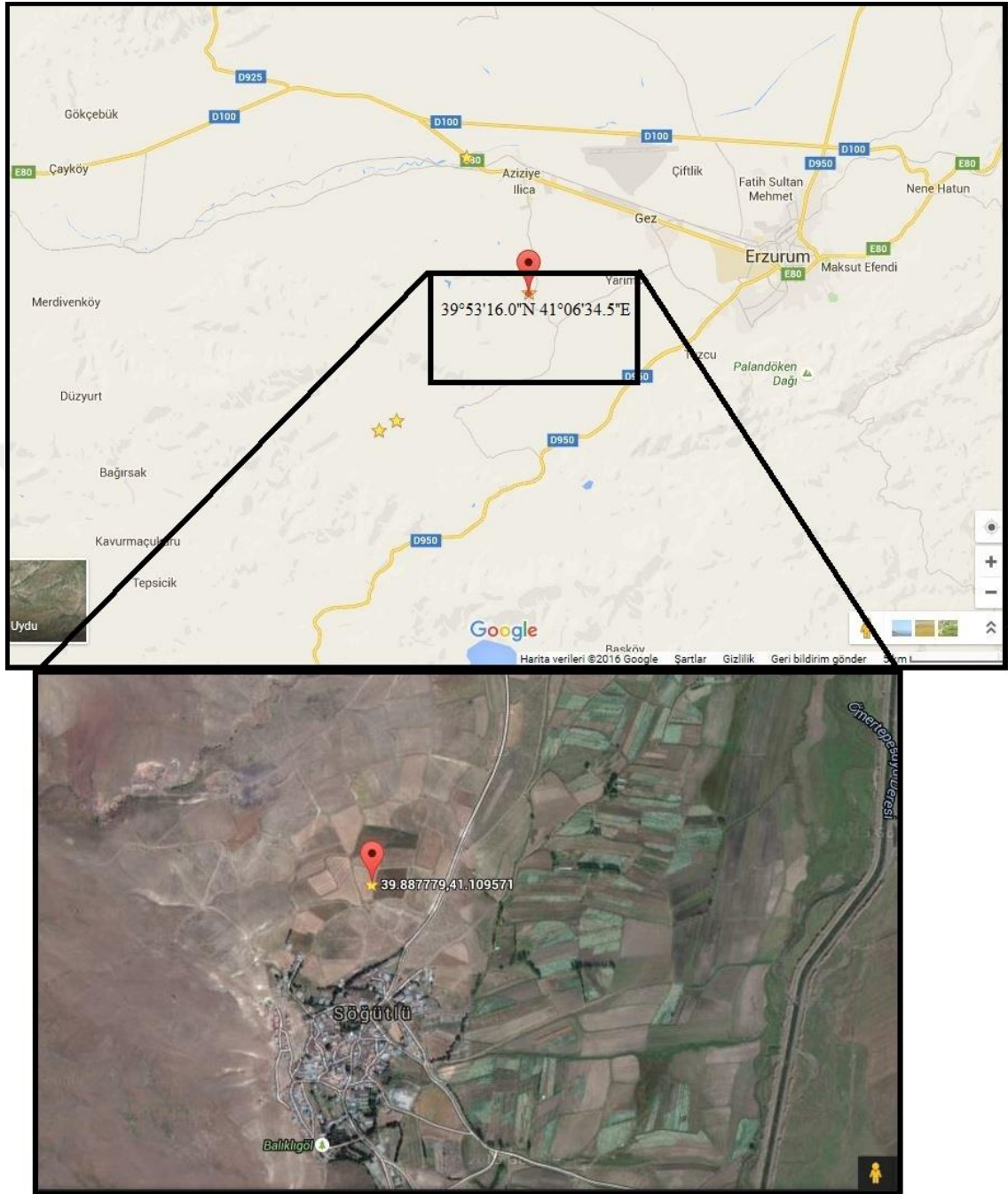
Şekil 3.1. Kurbağa örneklerinin toplandığı istasyonlar (genel görünüş).



Şekil 3.2. 1. İstasyon: Dereboğazı Köyü I. Erzurum- Dereboğazı Köyü 28.6. km.
39°49'17.7 K, 41°00'56.8 D.



Şekil 3.3. 2. İstasyon: Dereboğazı Köyü II. Erzurum- Dereboğazı Köyü 27. km. 39°49'34.3 K, 41°01'36.1 D.

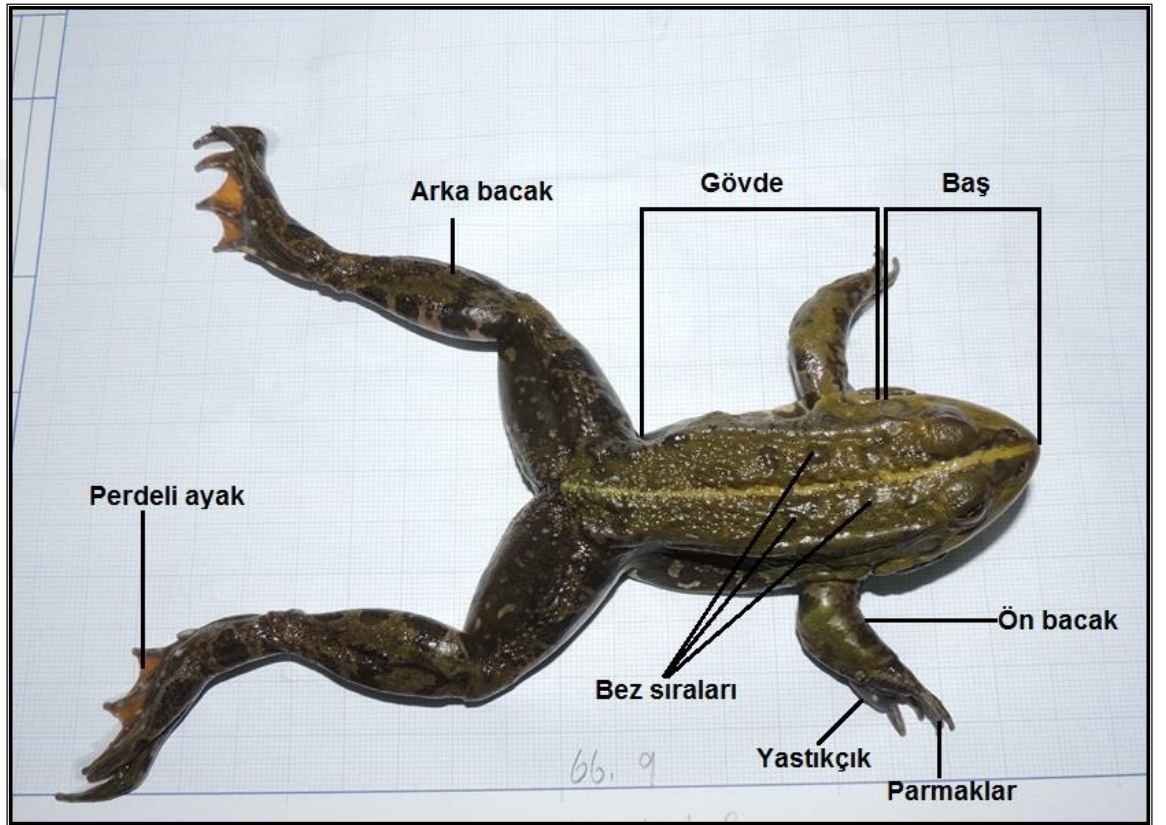


Şekil 3.4. 3. İstasyon: Söğütlü Köyü. Erzurum- Söğütlü Köyü 17.7. km. 39°53'16.0 K, 41°06'34.5 D.

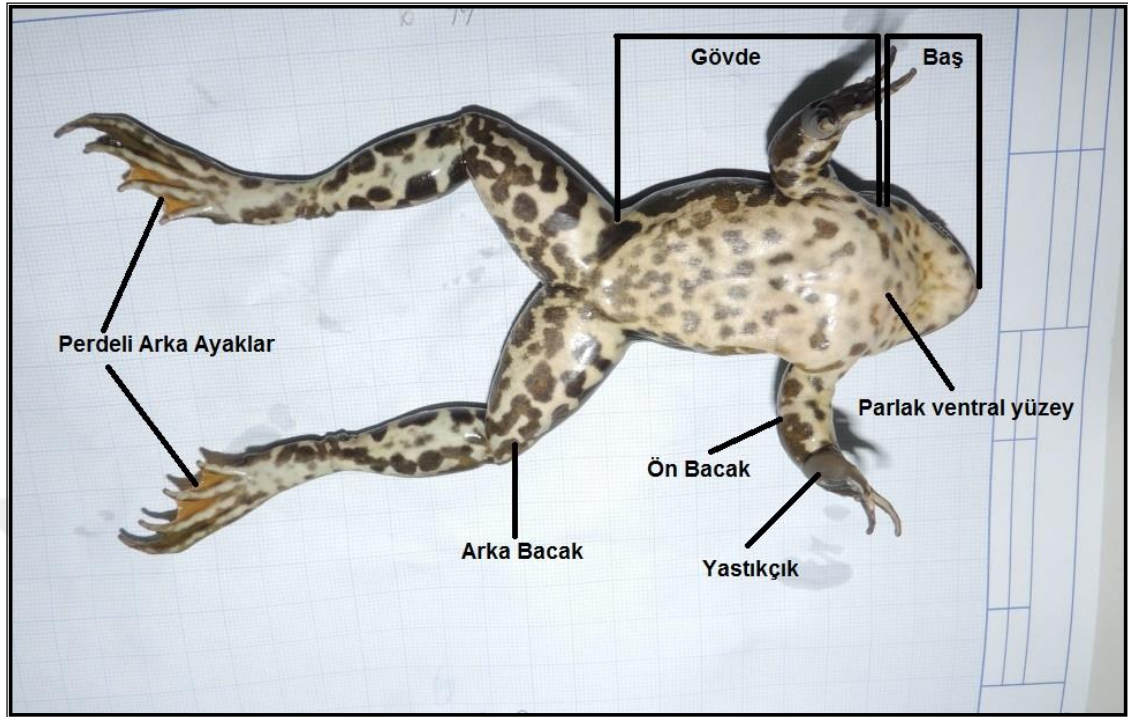
3.2. Çalışmada Örneklemesi Yapılan Kurbağa Türü

Çalışmada seçilen merkezlerin doğal faunasında bulunan *Pelophylax ridibundus* türü

kurbağalar kullanılmıştır (Şekil 3.5 ve 3.6). Örnekler 2014 yılı Haziran ve Ekim ayları içinde alınmıştır. Bunun için gerekli izinler olan Atatürk Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan Etik Kurulu İzni (**EK 1**), Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan Araştırma İzni (**EK 2**), Orman ve Su İşleri Bakanlığı'ndan Araştırma İzni (**EK 3**) çalışma başlamadan önce ilgili yerlere müracaat edilerek alınmıştır.



Şekil 3.5. *Pelophylax ridibundus* (Ova kurbağası, ♂), dorsal görünüş



Şekil 3.6. *Pelophylax ridibundus* (Ova kurbağası, ♂), ventral görünüş

3.3. Kullanılan Aletler ve Cihazlar

Araştırmalar esnasında kullanılan aletler ve cihazlarla ilgili bilgiler Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

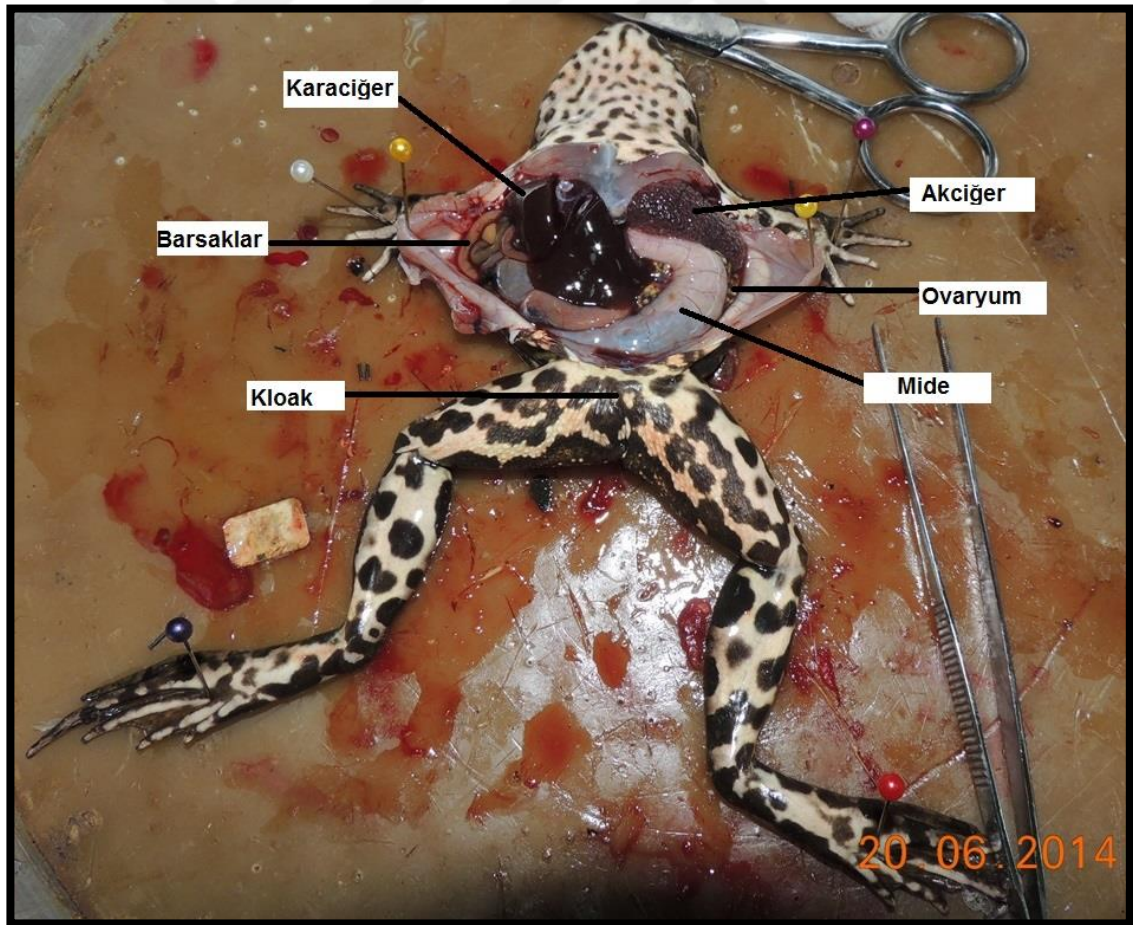
Çizelge 3.1. Araştırmalar esnasında kullanılan aletler ve cihazlar

Aletler ve Cihazlar	Temin Edildikleri Firmalar
Saf su cihazı	Easypure RF compact ultarpure ws, USA
Etüv	Heraeus FB 420, Germany
Hassas terazi	Sartorius AG, Germany
Mikroskop	Prior T-100 mA, England
Otomotik pipet	Finpipette Labsystems, Finland
Mikrotom	Leica EG 1160
Parafin blok dökücü	Leica RM 2265
Dijital kamera destekli mikroskop	Nikon SMZ 1000

3.4. Histopatolojik Yöntem

Çalışmada, sucul ekosistemde kirlilik düzeyini hassas bir şekilde gösteren histopatolojik yöntem tercih edilmiştir. Çevresel kirliliği izlemede histopatolojik biyobelirteç kullanmanın en önemli avantajlarından biri solunum, salgılama, birikim, ksenobiyotiklerin biyotransformasyonu gibi hayati fonksiyonlardan sorumlu böbrek ve karaciğer gibi organları araştırmaya uygun olmasıdır (Parikh *et al.* 2010).

Çalışmada lokalitelerden yakalanan kurbağalar aynı gün laboratuvara getirilmiştir ve eter kullanılarak hareketsiz kalmaları sağlanmıştır. Daha sonra kurbağanın alt kısmı “T” şeklinde yarılarak iç organlar dışarı alınmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. İç organları çıkarılmış *Pelophylax ridibundus* örneği (♀)

Akciğer, karaciğer ve böbrekler ayrılarak 24 saat süreyle Bouin solüsyonunda fikse edilmiştir. Fiksasyondan sonra da 12 saat Buffer tamponunda bekletilmiştir. Dehidrasyon ve şeffaflaştırmayı takiben organlar parafine gömülmüştür. Mikrotomda 5-7 µm kalınlığında kesitler alınmıştır (Şekil 3.8). Kesitlerin Hematoksilen&Eosin ile boyanmasından sonra ışık mikroskopunda incelenerek fotoğrafları çekilmiştir.

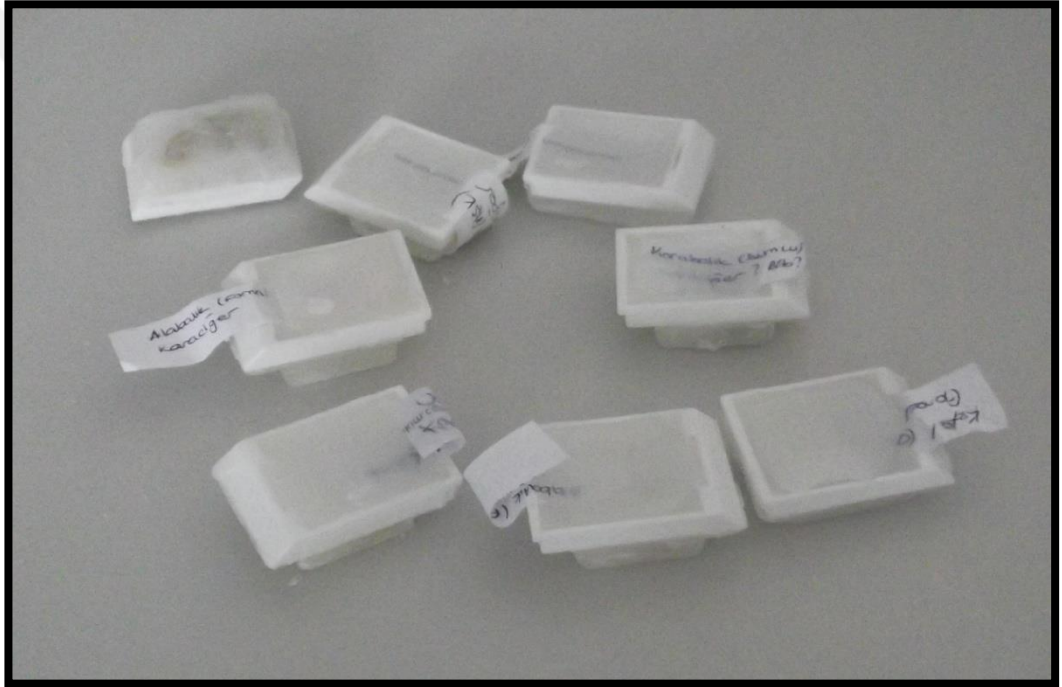


Şekil 3.8. Laboratuvarda kullanılan mikrotom cihazı

Parafine gömme

1. Parçalar 24-48 saat fiksatiflerde bekletildi.
2. 12 saat Buffer tamponda tutuldu.
3. Dokular çeşme suyu altında 4 saat boyunca yıkandı.
4. Dehidrasyon işlemi için 4 saat %70'lik alkolde
5. 1 gece %80'lik alkolde
6. 1 saat %96'lık alkol I de
7. 1 saat %96'lık alkol II de
8. 1 saat %96'lık alkol III de

9. 1 saat %96'lık alkol IV'de bekletildi.
10. Şeffaflaştırma işlemi için 15 dakika ksilol I'de
11. 15 dakika ksilol II'de
12. 15 dakika ksilol III'de bekletildi.
13. Daha sonra 58°C'lik etüvde erimiş parafin I içerisine alınan parçalar 1 saat
14. Parafin II'de 1 saat
15. Parafin III'de 1 saat bekletildi.
16. Daha sonra etüvden çıkarılan parçalar parafine gömülerek bloklandı (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Parafin bloklar

Hematoksilen & Eosin boyama

Hematoksilen'in Hazırlanışı:

Hematoksilen, kristal : 5 gr

Etil alkol : 50 ml

Potasyum amonyum sülfat (şap): 100 gr

Distile su : 1000 cc

Civa oksit : 2.5 gr
Asetik asit : 50 cc

5 gr hematoksilen 50 ml etil alkolde çözülmüştür. Daha sonra 100 gr potasyum amonyum sülfata (şap) 1 lt distile su ilave edilerek saç ayak üzerinde kaynatılmıştır. Diğer taraftan da hematoksilen manyetik ısıtıcıda en son sıcaklık derecesinde kaynatılmıştır. Üzerine kaynamış olan potasyum amonyum sülfat çözeltisi yavaş yavaş sızdırma şeklinde ilave edilerek manyetik ısıtıcıda karıştırılarak kaynatılmaya devam edilmiştir. Daha sonra 2.5 gr civa oksit ilave edilmiştir. Civa oksit katıldıktan sonra tortu tabakası oluşmuştur. Bu tabaka yok oluncaya kadar kaynatma işlemine devam edilmiştir. Filtre kağıdı ile boyanın rengi kontrol edilip, koyu mor bir renk alıncaya kadar işlem sürdürülmüştür. Renk oluşuktan sonra kaynatma işlemine son verilmiş ve soğuk su içerisinde boyanın soğuması beklendikten sonra üzerine 50 ml asetik asit ilave edilip karıştırılmıştır. Bu işlem tamamlandıktan sonra sargı bezi ile boya süzölmüştür.

Asit Alkol'ün Hazırlanışı:

Etil alkol : 300 ml
HCl : 10 ml
Distile su : 700 ml

Eozin'in Hazırlanışı:

Eozin : 4-5 gr
Distile su : 50 ml
Asetik asit : 4-5 ml
Etil alkol : 500 ml

Eozin suda çözülmüş ve karıştırıcıya yerleştirildikten sonra üzerine 500 ml etil alkol ilave edilmiştir. Karıştırmaya 10-15 dk tortu oluşmayıncaya kadar devam edilmiş, bu işlem bittikten sonra 4-5 ml asetik asit ilave edilmiştir.

Boyama Tekniği;

1. Ksilol I'de 15 dk
2. Ksilol II'de 15 dk
3. Ksilol III'de 15 dk bekletilmiştir.
4. Daha sonra %70'lik alkolde 10 dk
5. %80'lik alkolde 10 dk
6. %96'lik alkolde 10 dk bekletilmiştir.
7. eşme suyunda 15 dk yıkanmıştır.
8. Hematoksilen'de 30 dk bekletilmiştir.
9. Preparatlar  defa Asit alkole batırılıp çıkarılmıştır.
10. Eozin'de 1 dk bekletilmiştir.
11. Saf suda 1 dk bekletilmiştir.
12. %96'lik alkolde 10 dk
13. %80'lik alkolde 10 dk
14. %70'lik alkolde 10 dk bekletilmiştir.
15. Ksilol I'de 15 dk
16. Ksilol II'de 15 dk
17. Ksilol III'de 15 dk bekletilmiştir.
18. İşlemler tamamlandıktan sonra preparatlar entellan ile kapatılmıştır.

Hematoksilen & Eozin rutin bir boyama işlemidir. Sonuç olarak hücrelerin çekirdekleri mavi-siyah, diğerk kısımlar ise eozin (pembe) boyanacaktır (Bancroft and Stevens 1982). şekil 3.10'da Hematoksilen & Eosin boyama seti gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Hematoksilen & Eosin boyama seti

3.4. Mikroskopik Analiz

Her organdaki histolojik lezyon varlığı Doku Değişim Derecesi (DTC = Degree of Tissue Change) yardımıyla kantitatif olarak belirlenmiştir. DTC, lezyonların görülme sıklığı esasına dayanan gözlem parametresidir. DTC hesaplanması için her organdaki anormallikler hasarın evresine göre sınıflandırılmıştır. Bu evreler şunlardır:

- I. Evre: Dokunun normal fonksiyon gösteren durumu.
- II. Evre: Dokunun normal fonksiyonunun orta şiddette bozulması durumu.
- III. Evre: Dokuda geriye dönüşümsüz ortaya çıkan kuvvetli hasar durumu.

Her kurbağa için aşağıdaki formül kullanılarak DTC değeri belirlenmiştir.

$$DTC = (1 \times EI) + (10 \times EII) + (100 \times EIII)$$

EI, EII ve EIII sırayla evrelerde görülen anormalliklerin toplam sayısını göstermektedir.

Her kurbağa için DTC değeri belirlendikten sonra her istasyon için ortalama endeks hesaplanmıştır. Bu endeks şu verilere göre yorumlanmıştır. DTC'nin 0-10 arasında çıkması organın fonksiyonlarının normal çalıştığının göstergesi olarak kabul edilir. 11-20 arasında çıkması organda hafif bir hasarın, 21-50 organda orta dereceli hasarın, 51-100 arası ise organda kuvvetli lezyonların olduğunu gösterir. 100'ün üzerindeki DTC değeri ise organda geriye dönüşümsüz hasarın varlığına işaret etmektedir (Poleksic and Mitrovic-Tutundzic 1994).

3.6. İstatistik

Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi SPSS 20.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Her istasyon için elde edilen ortalama DTC değerlerinin karşılaştırılmasında ANOVA ve LSD testleri kullanılmıştır. Aradaki fark $P < 0.05$ seviyesinde anlam yönünden değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Histopatolojik Bulgular

Araştırma kapsamında özellikle tarımsal faaliyetler dikkate alınarak Karasu Havzası içinde belirlenen bölgelerden yaz başı ve hasat sonrası iki farklı zamanda *Pelophylax ridibundus* türü kurbağalar histolojik açıdan incelenmişlerdir. Yakalanan kurbağaların boyutlarının aynı olmasına dikkat edilmiştir. Nitekim Haziran 2014'te yakalanan kurbağaların ortalama ağırlıkları 74.16 g ve burun ucundan kloak kenarı arası ortalama uzunlukları (SVL) 10.4 cm, Ekim 2014'te yakalanan kurbağaların ortalama ağırlıkları 85.37 g ve burun ucundan kloak kenarı arası ortalama uzunlukları 10.37 cm olarak ölçülmüştür.

Dereboğazı I (Kontrol), Dereboğazı II (Sunı gübre alanı) ve Söğütlü Köyü (Pestisit alanı) bölgelerinden yakalanan kurbağaların akciğer, karaciğer ve böbrek dokularındaki histolojik lezyonlar Çizelge 4.1'de verilmiştir. Mukayese istasyonlar arasında yapıldığında Dereboğazı I (Kontrol) kurbağalarının dokularında çok az histolojik anormallik gözlenmiştir. Anormallik Dereboğazı II (Sunı gübre alanı) kurbağalarında biraz artmış, ancak bu artış da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Lezyon gradientinin Söğütlü Köyü (Pestisit alanı) kurbağalarında ise önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Mevsimsel olarak karşılaştırıldığında ise Söğütlü Köyü'nden Haziran 2014 ayında yakalanan kurbağalardaki histopatolojik anormalliklerin Ekim 2014'te yakalananlara göre biraz daha fazla olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni yaz başında uygulanan pestisite maruz kalma olarak gösterilebilir (Çizelge 4.2). Uygulanan pestisitlerin zamanla parçalanması ve etkisinin azalması da Ekim ayındaki azalan patolojiden çıkarılabilir.

Çizelge 4.1. Seçili lokalitelerinden yakalanan *Pelopylax ridibundus* kurbağalarının akciğer, karaciğer ve böbreklerinde tespit edilen histolojik anormallikler (Dokudaki hasar DTC evrelerine göre frekans olarak verilmiştir)

Organ	Lezyon	DTC evresi	DBI	DBII	SK
Akciğer	Alveol epitelinde hiperplazi	II	0	+	++
	Alveolar septum kalınlaşması	III	0+	+	++
	Kapiller dilatasyon	I	0	0+	+
	Konjesyon	I	0	+	++
	Melanomakrofajlarda birikme	I	0+	+	++
Karaciğer	Melanomakrofajlarda artış	I	+	++	+++
	Homojen olmayan parankima	I	+	+	++
	Merkezi vende konjesyon	I	+	+	+
	Merkezi vende dejenerasyon	II	0	+	++
	Sinuzoidal dilatasyon	I	+	+	++
	Hepatositlerde dejenerasyon	II	0+	+	++
	Vasküler dejenerasyon	II	0	++	+++
Böbrek	Glomerulonefrit	I	0	0+	++
	Tubuler dejenerasyon	II	0	0+	++
	Lenfosit infiltrasyonu	I	0+	+	++
	Tubuler nekroz	II	0	0	+
	Tubuler dilatasyon	I	0	0	+

0: anormallik yok, 0+: anormallik çok nadir, +: anormallik frekansı düşük, ++: anormallik frekansı orta derecede, +++: anormallik frekansı çok yüksek. Evreler verilirken Abdel-Moneim *et al.* (2012)'den yararlanılmıştır. DBI; Dereboğazı I (Kontrol), DBII; Dereboğazı II (Sunı gübre alanı), SK; Söğütlü Köyü (Pestisit alanı).

Çizelge 4.2. Söğütlü Köyü'nden yakalanan kurbağaların dokularındaki mevsimsel patolojik değişimler

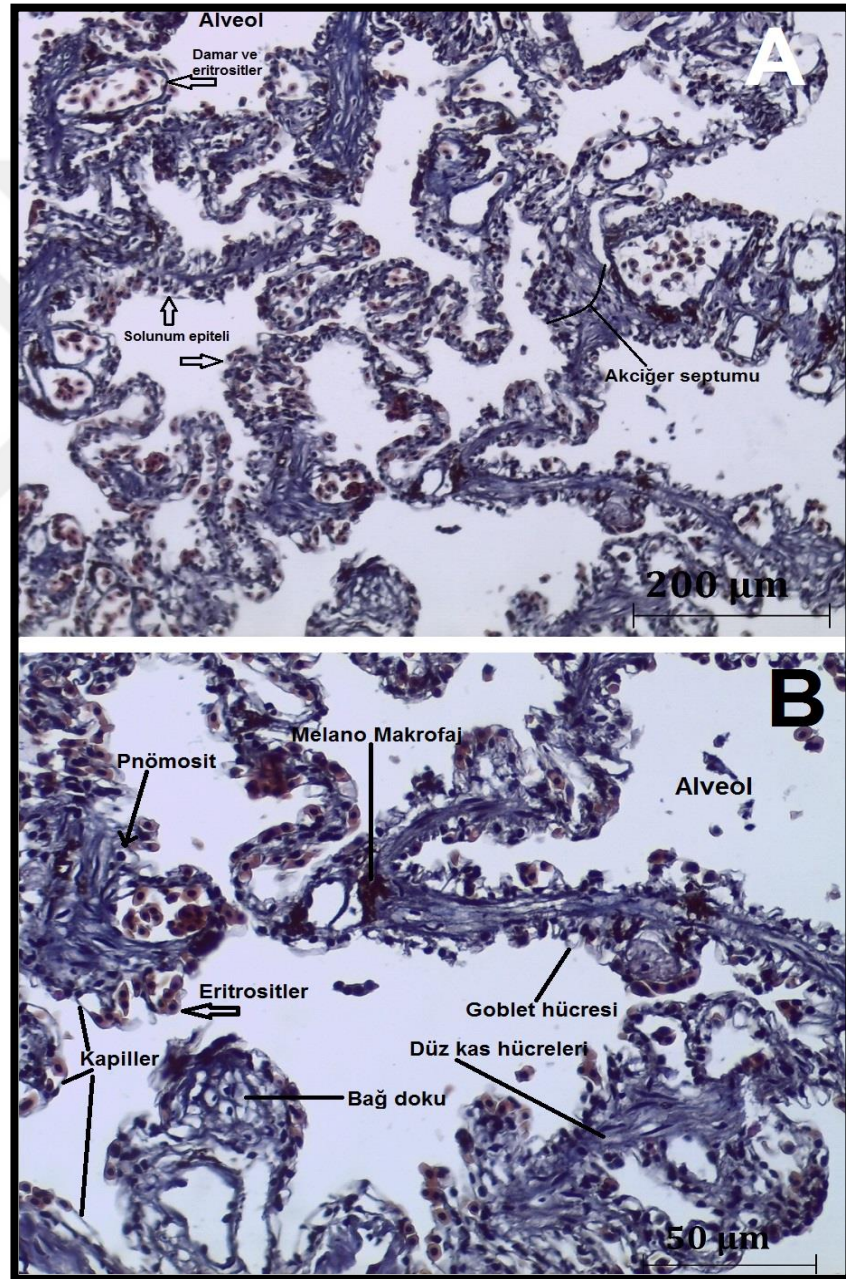
Dokular	Haziran 2014 toplam lezyon*	Ekim 2014 toplam lezyon*
Akciğer	276	258
Karaciğer	363	328
Böbrek	304	267
Toplam	943	853

*Sayılar adet olarak patolojiyi göstermekle birlikte her bir kurbağanın farklı dokularından hazırlanmış 5'er preparat üzerinden elde edilmiştir.

4.1.1. Akciğer histopatolojisi

Amfibi akciğerlerinde alveolar septumlar çeşitli derecelerde katlanmalar yapar. Bu katlanmalar alveollere daha fazla oksijen girdisini sağlamaktadır. Solunum epitelinde ise pnömositler, goblet hücreleri ve nöroepitelial endokrin hücreleri bulunmaktadır.

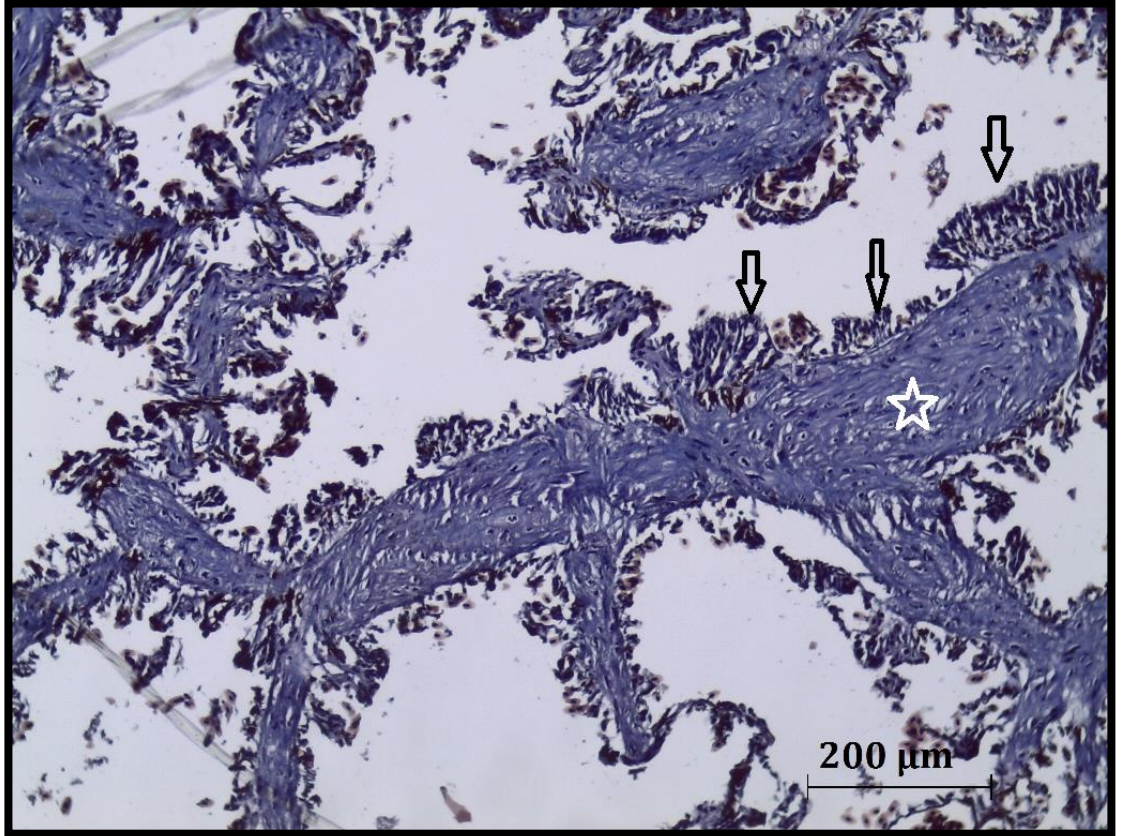
Pnömositler oldukça geniş hücreler olup çekirdekleri yuvarlaktır ve stoplazmaları koyu boyanır. Goblet hücreleri pnömositler arasında bulunan bir grup hücredir. Eritrositler pnömositlere yakın bulunurlar. Bağ doku da düz kas hücreleri, fibrositler, kollajen ve elastik liflerden oluşmaktadır. Dereboğazı I bölgesi kurbağalarından hazırlanan akciğer preparatlarında bu özelliklerin normal olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



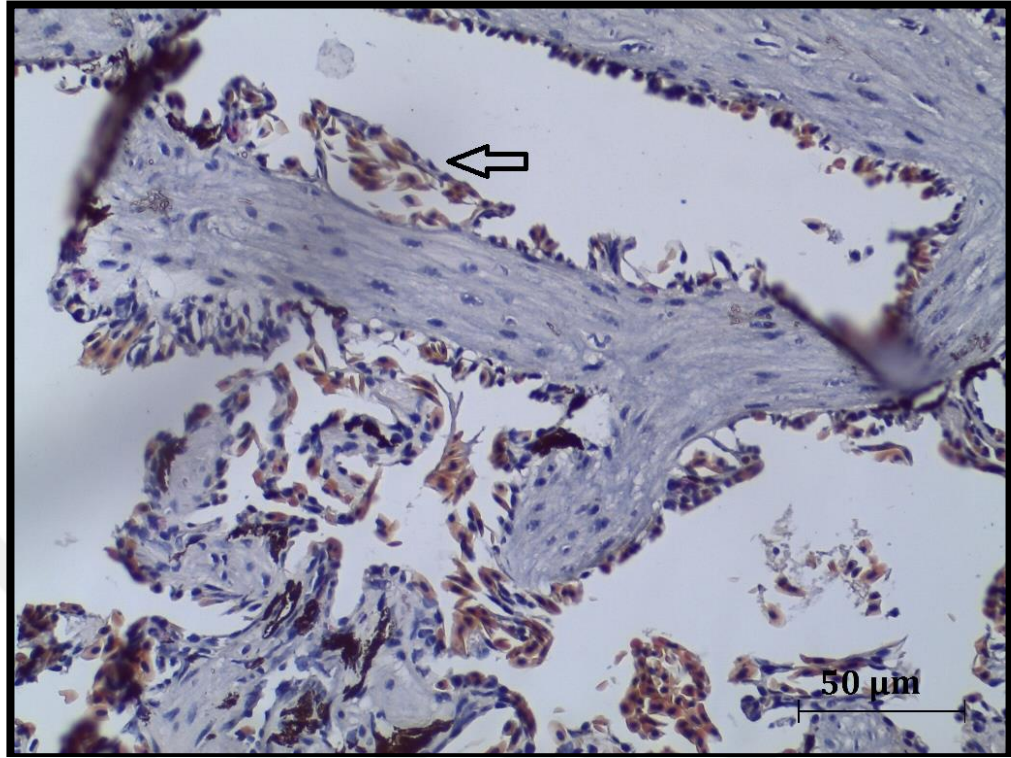
Şekil 4.1. *Pelophylax ridibundus* akciğeri

Dereboğazı I bölgesi kurbağasının akciğerinde normal septalar, kan hücreleri, damarlar, kılcal damarlar, alveol ve kas dokusu (A; genel, B; ayrıntılı akciğer kesiti).

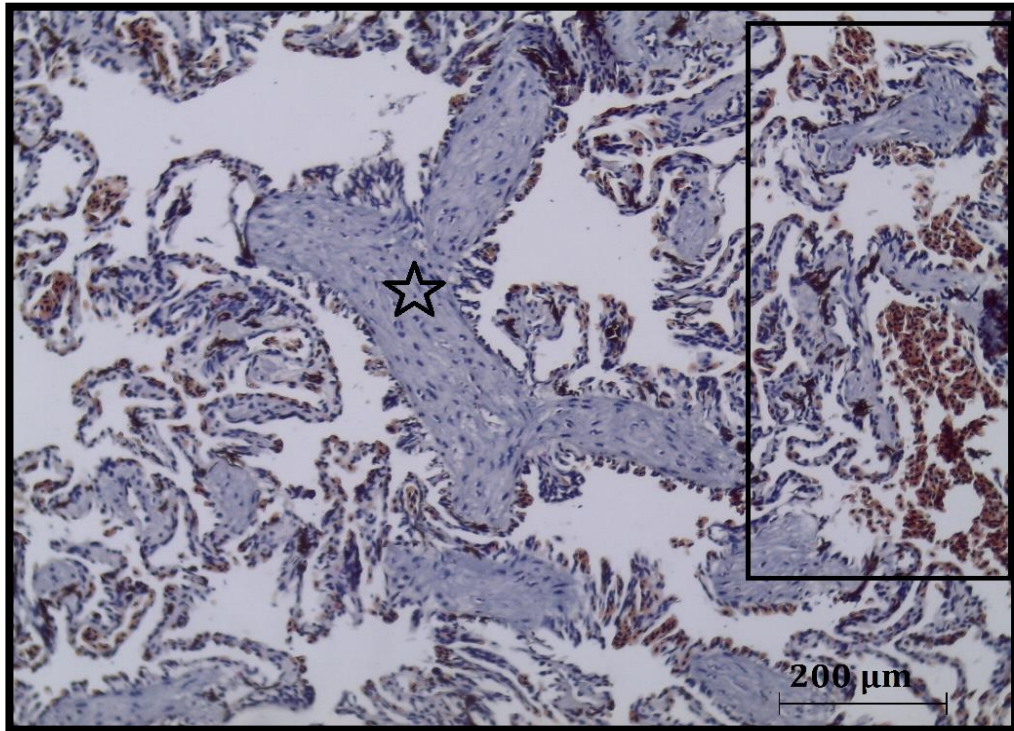
Diğer bölgelerde ise alveol epitelinde hiperplazi (Şekil 4.2), alveolar septum kalınlaşması (Şekil 4.2 ve 4.4), akciğer kapillerinde dilatasyon (Şekil 4.3), konjesyon (Şekil 4.4) ve melanomakrofajlarda birikme (Şekil 4.5) gibi patolojik durumlar gözlenmiştir. Solunum epitelindeki hiperplazi yalancı çok katlı epitelin kalınlaşması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu solunum yüzeyindeki madde veya partiküllerin yoğunluğuna bağlı ortaya çıkan bir durum olup alttaki bağ ve kas dokuyu korumaya yönelik vücudun geliştirdiği bir adaptasyondur. Dilatasyon ve konjesyon ise tamamen yabancı maddenin akciğere verdiği hasar neticesinde ortaya çıkmaktadır. Melanomakrofajdaki artış da buna bağlıdır.



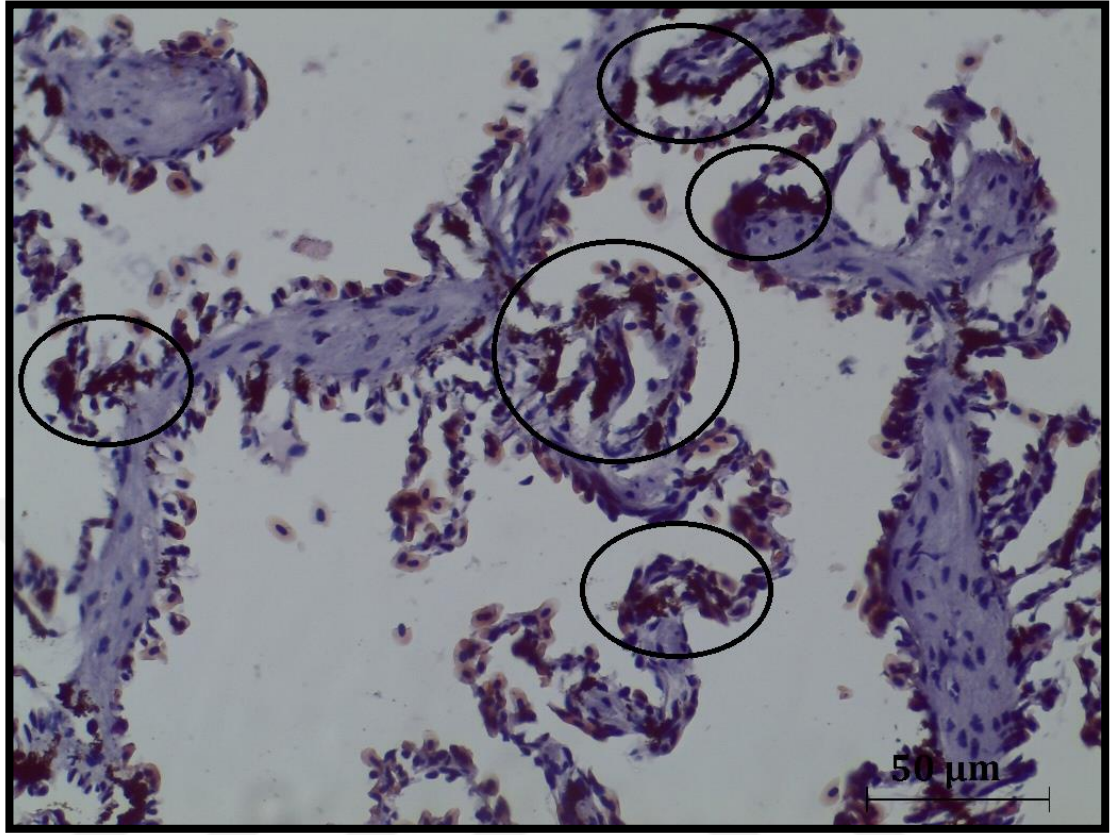
Şekil 4.2. Dereboğazı II bölgesi kurbağasında alveolar epitel hiperplazisi (oklar) ve alveolar septumda kalınlaşma (yıldız)



Şekil 4.3. Söğütlü Köyü bölgesi kurbağasının akciğerinde kapiller dilatasyon (ok)



Şekil 4.4. Söğütlü Köyü bölgesi kurbağasının akciğerinde konjesyon (dikdörtgen içi) alveolar septumda kalınlaşma (yıldız)



Şekil 4.5. Söğütlü Köyü bölgesi kurbağasının akciğerinde melanomakrofajlarda birikme

Akciğerin normal fonksiyonunun göstergesi olarak hesaplanan DTC değerleri ise Söğütlü Köyü için 42.43 ± 3.20 , Dereboğazı II için 17.96 ± 3.09 ve Dereboğazı I için 4.57 ± 2.97 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu sonuçlara göre Dereboğazı I kurbağalarının akciğerlerinin normal çalıştığı, Dereboğazı II kurbağalarının akciğerlerinde hafif dereceli bir hasarın olduğu, Söğütlü Köyü kurbağalarının akciğerlerinde ise orta şiddette patolojik hasarın olduğu tespit edilmiştir.

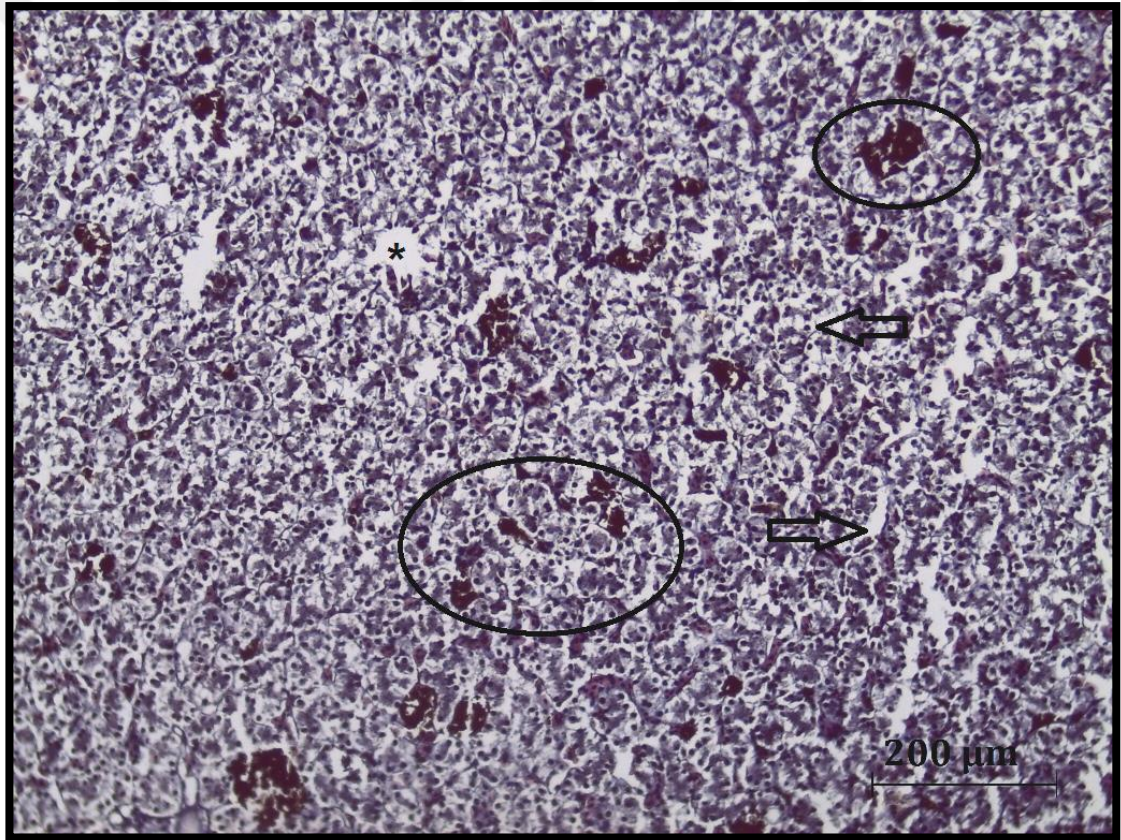
Çizelge 4.3. Akciğer için hesaplanan DTC değeri

Lokalite*	<i>Pelophylax ridibundus</i>
Dereboğazı I	4.57 ± 2.97^a
Dereboğazı II	17.96 ± 3.09^b
Söğütlü Köyü	42.43 ± 3.20^c

*Değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur (n=20). Aynı sütundaki farklı harfler $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

4.1.2. Karaciğerde durum

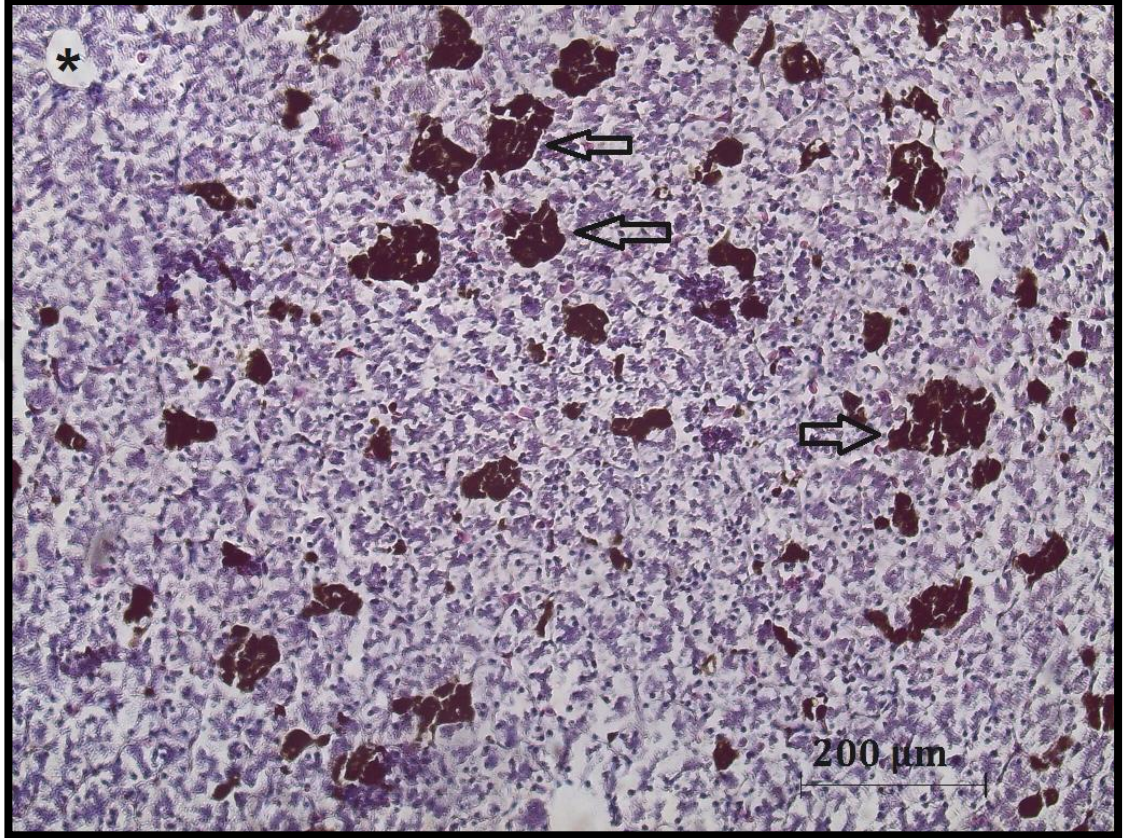
Dereboğazı I bölgesi kurbağalarından hazırlanan karaciğer preparatlarında hepatositlerin çokgen şekilli, bazılarının çift çekirdekli ve birbirlerinden sinuzoidlerle belirgin şekilde ayrılmış oldukları gözlenmiştir. Kan damarları net bir şekilde ayırt edilmiş, toplayıcı kanallar etrafındaki sinuzoidlerin belirgin olmadığı saptanmıştır. Hepatosit stoplâzmaları granüler yapıdadır. Çekirdekler koyu renkli olup çoğunda merkezi yerleşimlidir ve rahatça ayırt edilebilir (Şekil 4.6).



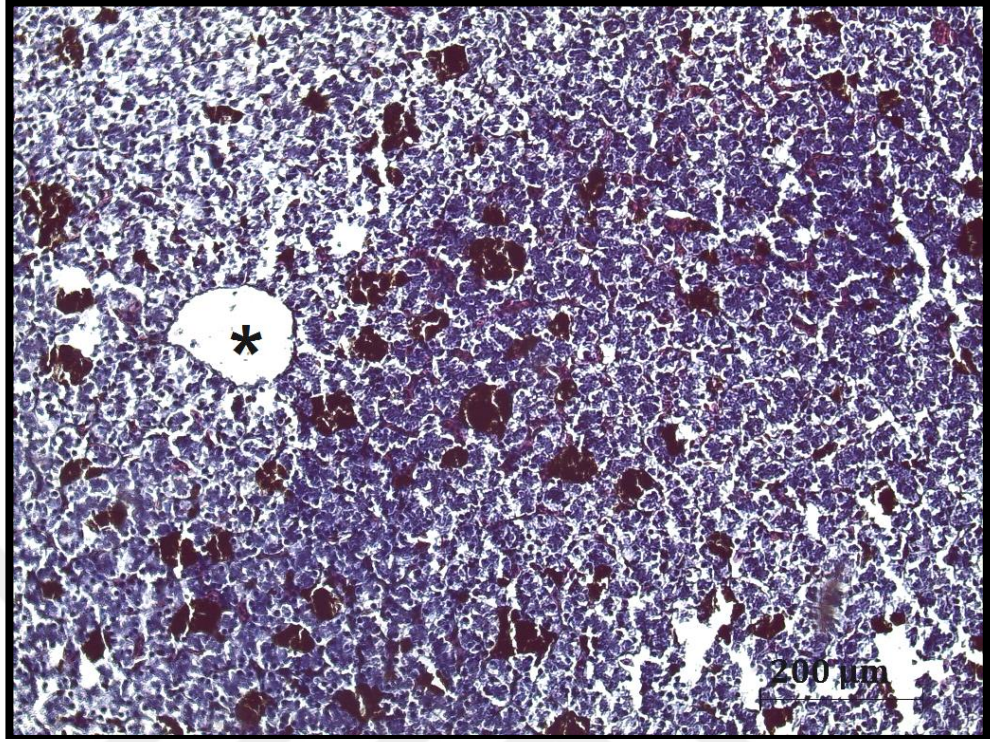
Şekil 4.6. A) Temiz alan kurbağasında normal karaciğer kesiti
Merkezi toplardamar (*) etrafında hepatositler (sol yönlü ok) ve hepatik parankimadaki sinuzoidler (sağ yönlü ok). Daire içindeki alanlar da melanomakrofajik merkezleri göstermektedir.

Ancak Dereboğazı II ve özellikle Söğütlü Köyü kurbağalarının karaciğerlerinde önemli patolojik bulgular elde edilmiştir. Bu kurbağaların karaciğerlerinde melanomakrofajik merkezlerde artış (Şekil 4.7), homojen olmayan hepatosit parankiması (Şekil 4.8), sinuzoidal dilatasyon (Şekil 4.9), vasküler dejenerasyon (Şekil 4.10), merkezi vende

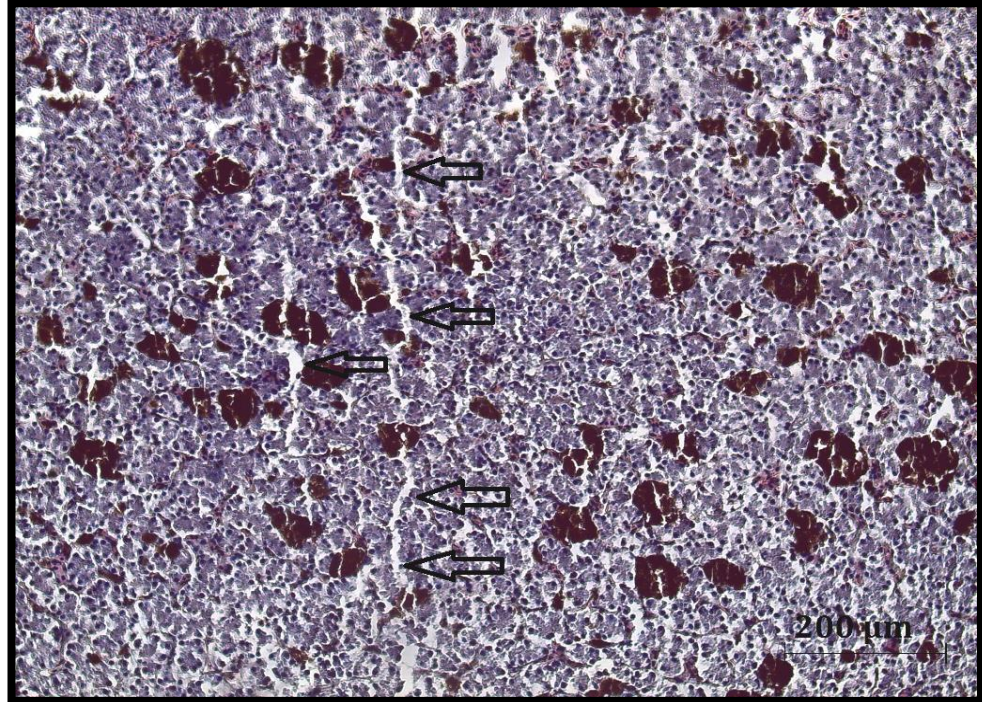
dejenerasyon (Şekil 4.11), merkezi ve portal venlerde konjesyon (Şekil 4.12) ve hepatositlerde dejenerasyon (Şekil 4.13) gözlenmiştir.



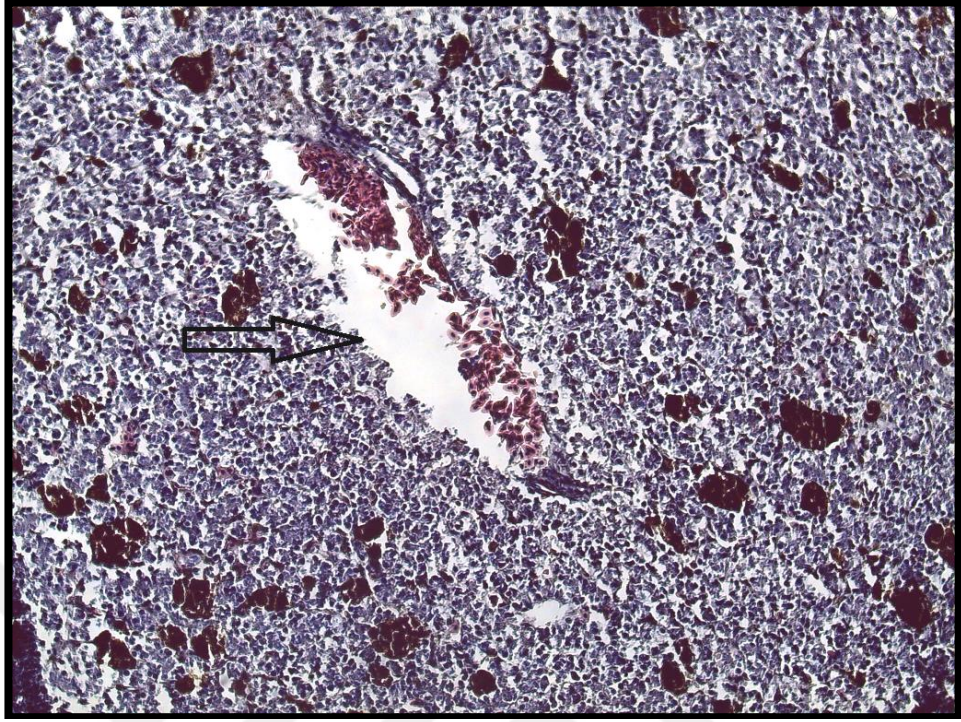
Şekil 4.7. Suni gübre alanı kurbağasında karaciğer kesiti
Melanomakrofajik merkezlerde artış (oklar), (* merkezi kanalı göstermektedir).



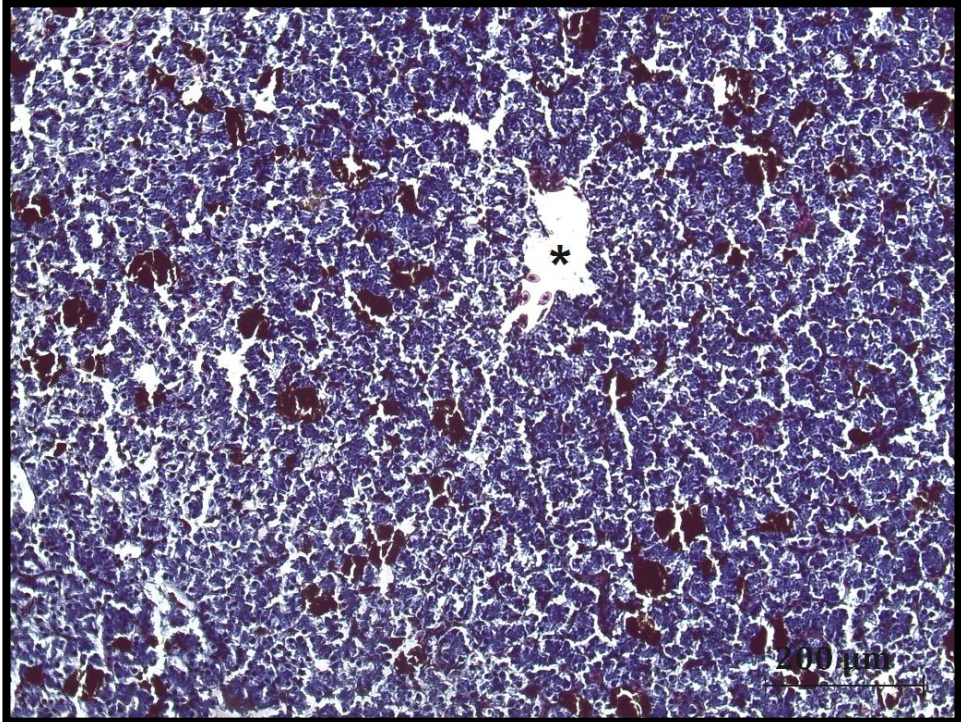
Şekil 4.8. Pestisit kullanılan alan kurbağasının karaciğer kesiti
Homojen olmayan hepatosit parankiması (* merkezi kanalı göstermektedir).



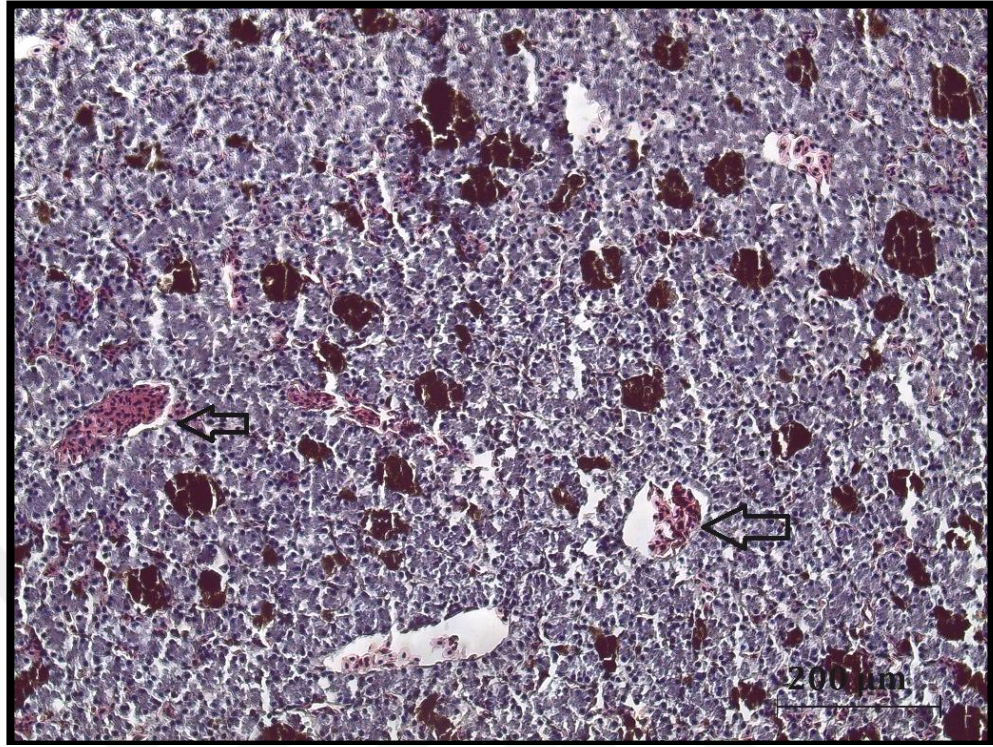
Şekil 4.9. Pestisit kullanılan alan kurbağasının karaciğer kesiti
Sinuzoidal dilatasyonlar (oklar)



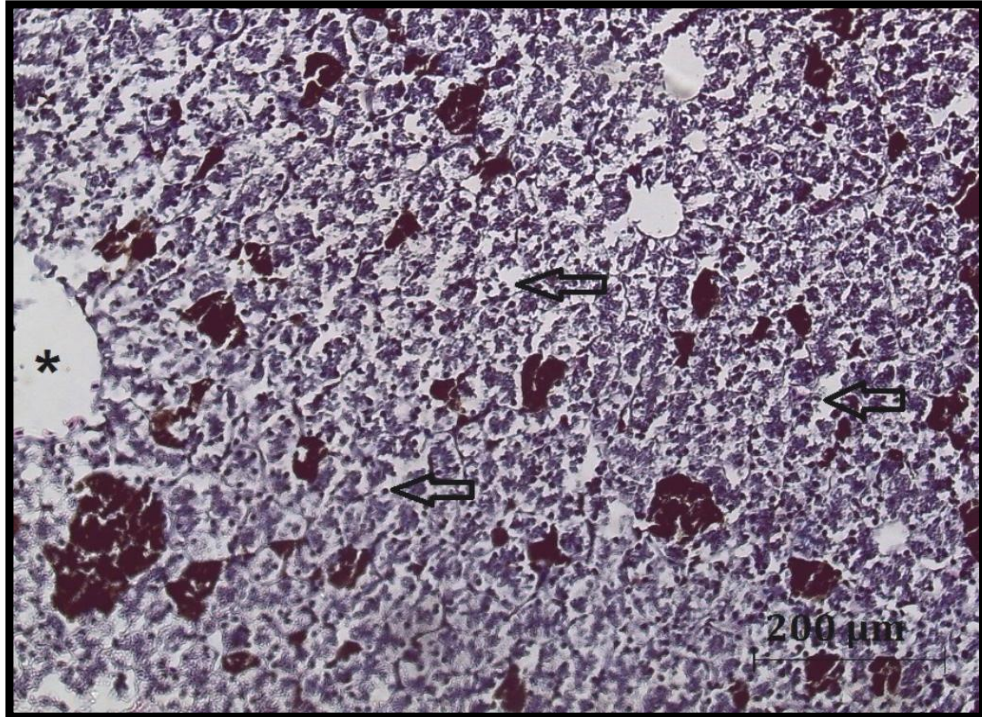
Şekil 4.10. Pestisit kullanılan alan kurbağasının karaciğer kesiti
Vasküler dejenerasyon (ok)



Şekil 4.11. Suni gübre alanı kurbağasında karaciğer kesiti
Merkezi vende dejenerasyon (*).



Şekil 4.12. Suni gübre alanı kurbağasında karaciğer kesiti
Merkezi ve portal toplardamarlarda konjesyon (oklar)



Şekil 4.13. Pestisit kullanılan alan kurbağasının karaciğer kesiti
Hepatositlerde dejenerasyon (oklar), (*, merkezi kanalı göstermektedir)

Karaciğerin normal fonksiyonunun göstergesi olarak hesaplanan DTC değerleri ise Söğütlü Köyü için 87.88 ± 22.08 , Dereboğazı II için 45.35 ± 15.09 ve Dereboğazı I için 6.05 ± 2.09 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu sonuçlara göre Dereboğazı I kurbağalarının karaciğerlerinin normal çalıştığı, Dereboğazı II kurbağalarının karaciğerlerinde orta dereceli bir hasarın olduğu, Söğütlü Köyü kurbağalarının karaciğerlerinde ise kuvvetli patolojik hasarın olduğu tespit edilmiştir.

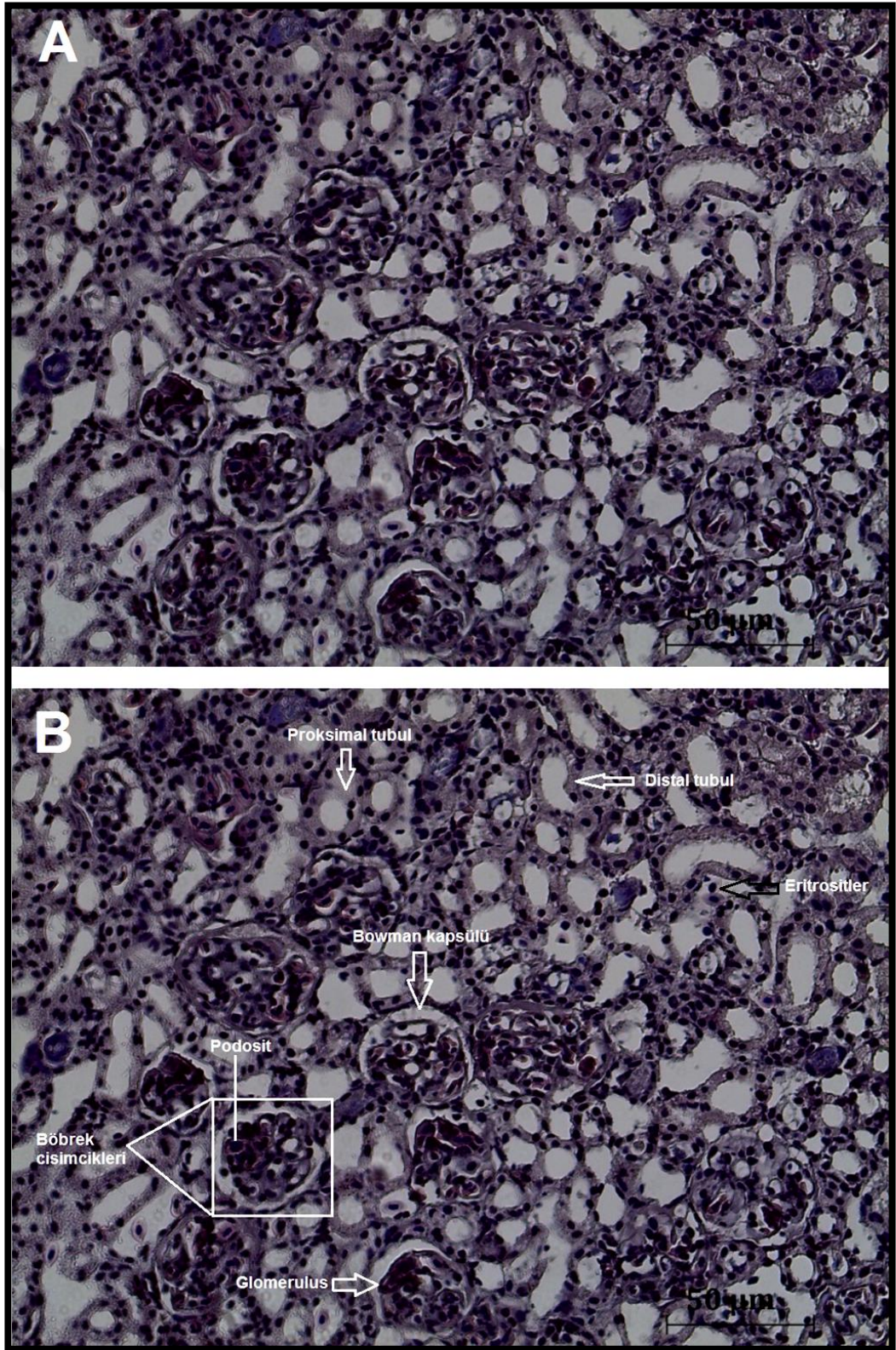
Çizelge 4.4. Karaciğer için hesaplanan DTC değeri

Lokalite*	<i>Pelophylax ridibundus</i>
Dereboğazı I	6.05 ± 2.09^a
Dereboğazı II	45.35 ± 15.09^b
Söğütlü Köyü	87.88 ± 22.08^c

*Değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur (n=20). Aynı sütundaki farklı harfler $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

4.1.3. Böbrek Histopatolojisi Sonuçları

Kontrol bölgesi kurbağalarından hazırlanan böbrek preparatlarında renal parankimanın normal görünümlü olduğu, bowman kapsülü epitelinin, glomerulus kılcal damar yumağının, proksimal ve distal tubullerin yerleşiminin ve lümenlerinin düzenli olduğu gözlenmiştir. Glomerulus içindeki podosit hücrelerinin belirgin olduğu ve eritrositlerin neredeyse renal parankimaya hiç yayılmadığı tespit edilmiştir. Kesit alanında proksimal tubuller halka şeklinde, distal tubuller ise oval veya çubuk şeklinde değerlendirilmiştir (Şekil 4.14). Kirpikli huni ve böbrek korteksi değerlendirmeye alınmamıştır.



Şekil 4.14. Temiz alan kurbağasında normal böbrek kesiti

Normal renal parankimada distal ve proksimal tubuller, İçerisinde böbrek kılcal damar yumağı (glomerulus) olan Bowman kapsülleri (A; orjinal, B şematik)

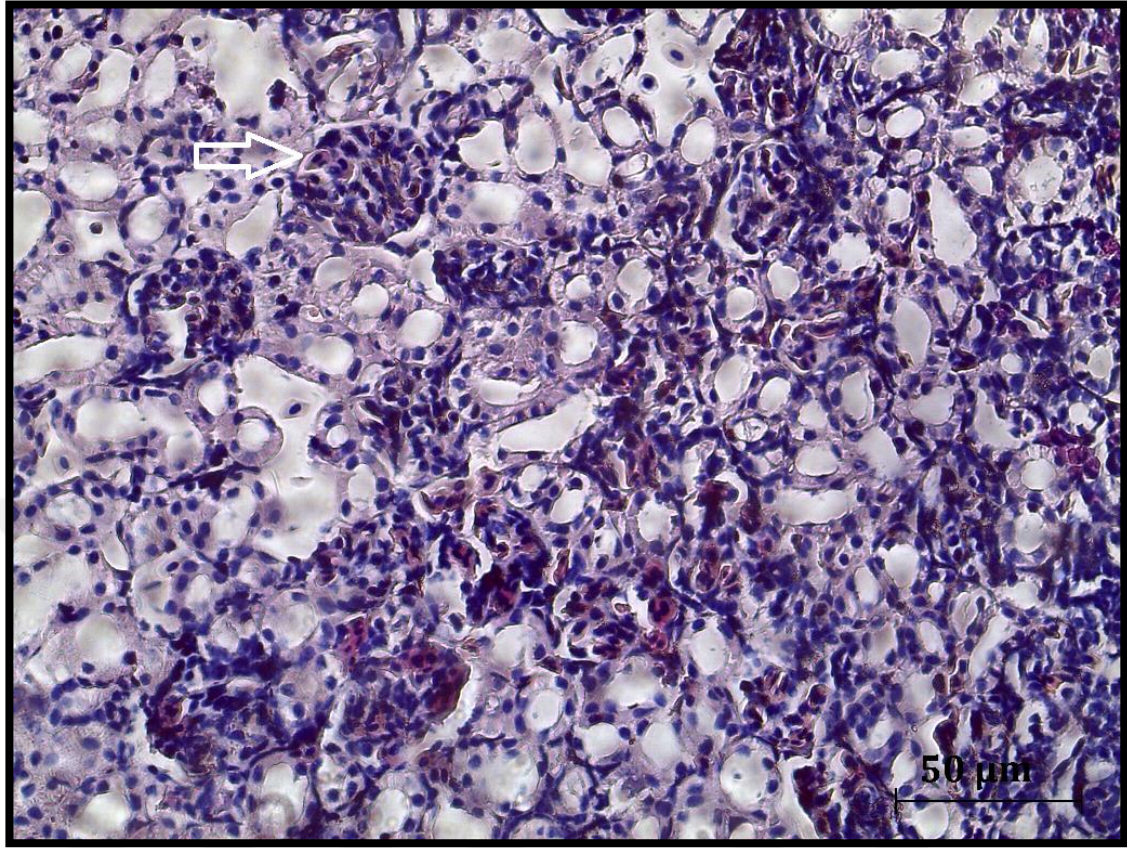
Tarım ilacının kullanıldığı bölgeden yakalanan kurbağaların böbreklerinde ise gözlenen değişiklikler proksimal ve distal tubullerde dejenerasyon, dilatasyon, nekroz, glomerulonefrit ve lenfost infiltrasyonu olmuştur. Bu anormallikler suni gübre alanı kurbağalarında da tespit edilmiştir. Bunlardan glomerulonefrit anormalliğinin inceleme sonrasında akut geliştiği tespit edilmiştir. Çünkü akut glomerulonefritte glomerulus topağı genellikle yarım ay şeklinin almaktadır. Buna bağlı olarak eritrositler de renal parankimaya sızabilmektedir. Ayrıca Bowman kapsülü glomerulus küçülmesiyle beraber genişlemiş gibi gözükmemektedir. Hazırlanan preparatlarda bu oldukça net farkedilmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Suni gübre alanı kurbağasında böbrek kesiti

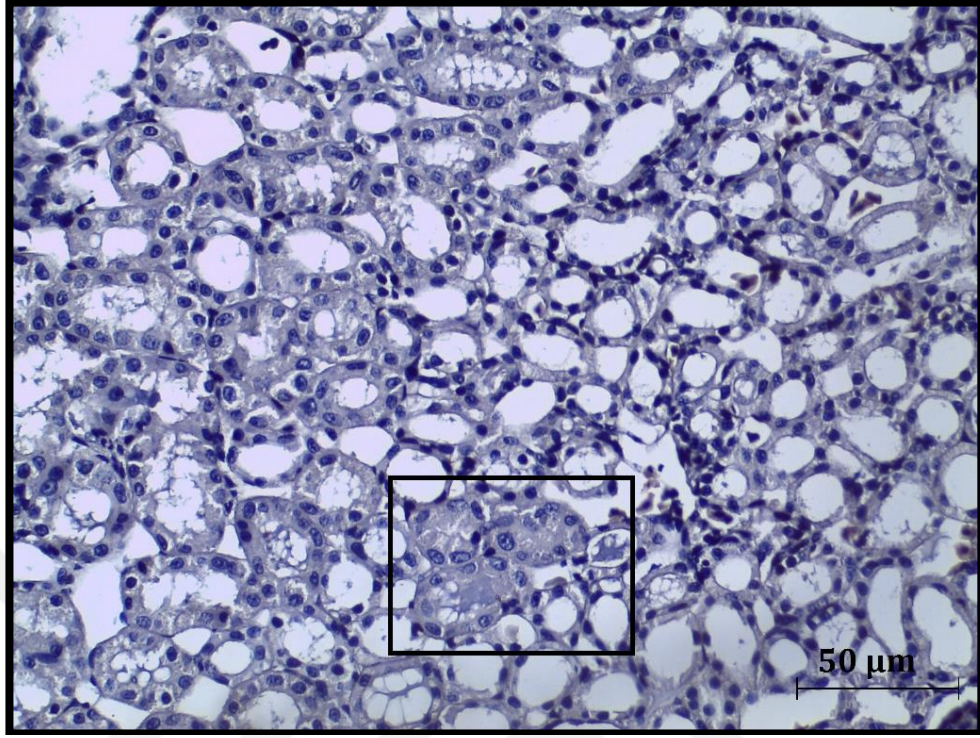
Glomerulonefrit (oklar), konjesyon (kare içinde eritrositler) ve Bowman kapsülünün genişlemesi (yıldızlar).

Öte yandan lenfosit infiltrasyonu anormalliği de lenfostillerin damar dışına çıkıp renal parankimaya yayılma şeklinde kendini gösteren bir böbrek patolojisi olup hasarın tam bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Şekil 4.16).

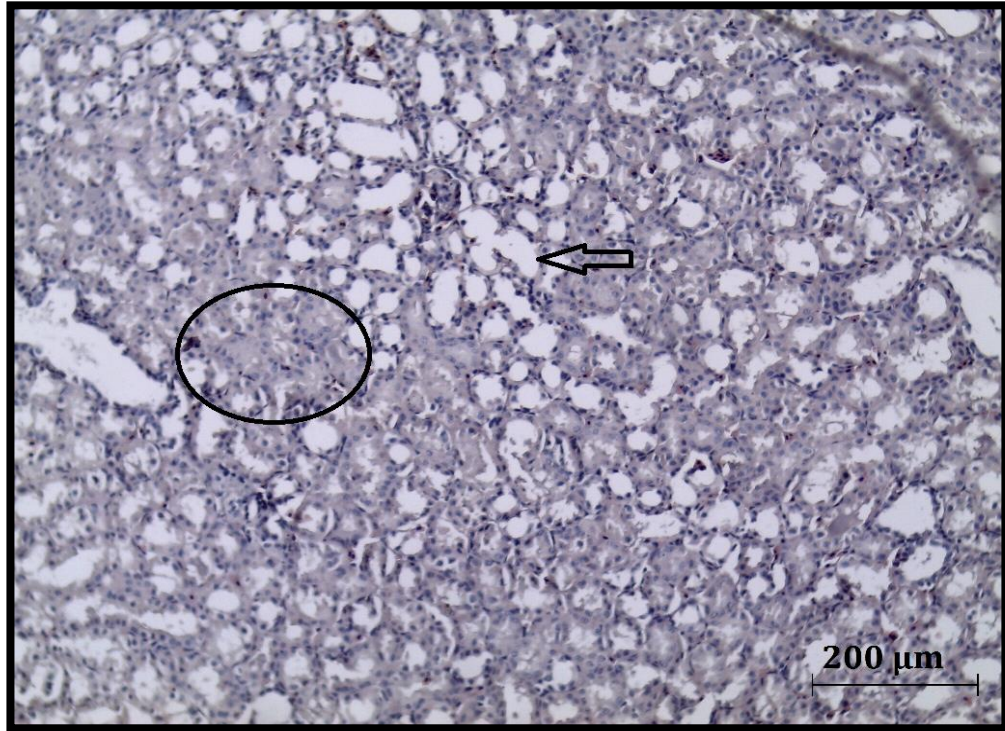


Şekil 4.16. Pestisit kullanılan alan kurbağasının böbrek kesiti
Lenfosit infiltrasyonu (Ok Bowman kapsülünü göstermektedir).

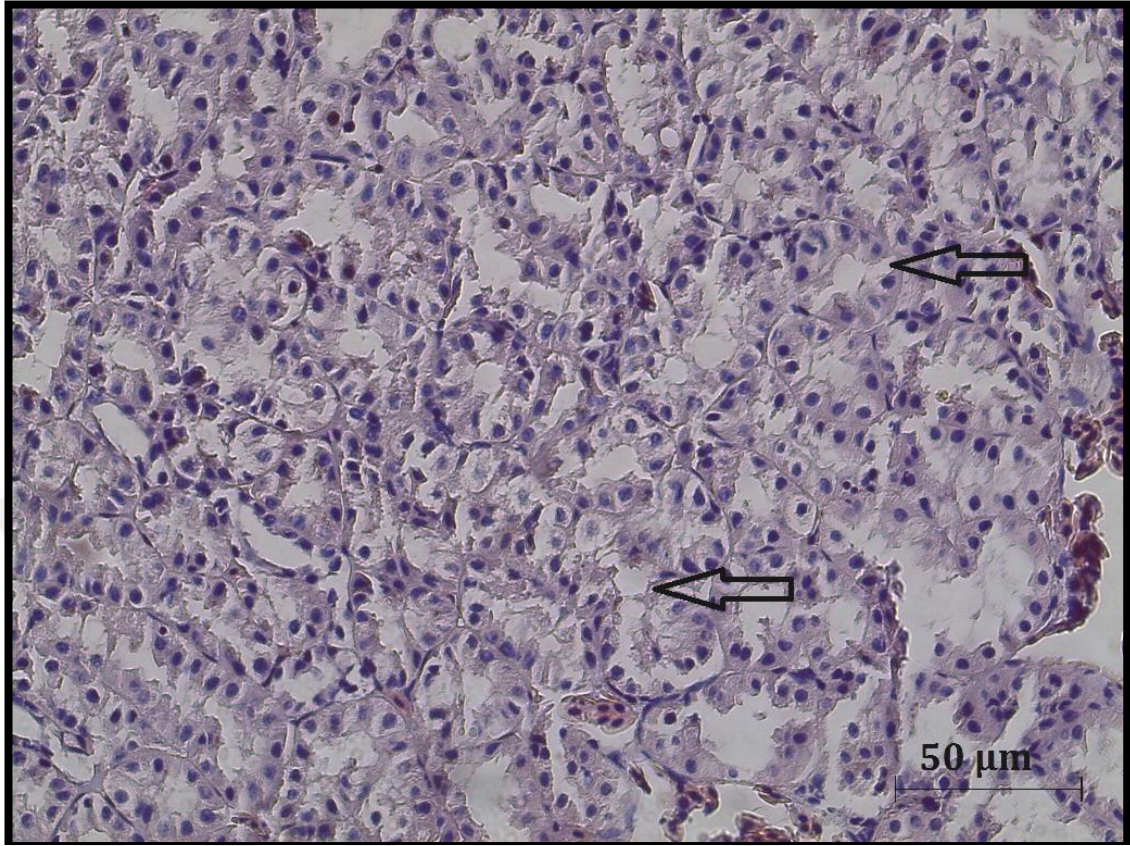
Pestisit ve suni gübre kullanılan alan kurbağalarının böbreklerinde tespit edilen diğer bir patoloji ise proksimal ve distal tubullerdeki anormalliklerdir. Her iki tubulde görülen nekroz epitel hücrelerinin yavaş yavaş çekirdeklerini kaybetmeleri ve tubuler lümenin daralması ile kendini göstermektedir. Frekansı düşük de olsa yakaladığımız kurbağaların böbrek kesitlerinde tubuler nekroz da tespit edilmiştir (Şekil 4.17). Tubuler dilatasyonda genişleyen tubul lümenlerini ve içerisinde biriken eozinofilik materyali görmek mümkündür (Şekil 4.18). Renal tubullerin en önemli hasar göstergesi ise dejenerasyondur. Çünkü bozulan histolojik yapıları nedeniyle böbrek gerekli filtrasyon işlevini tam olarak yerine getiremeyecektir. Hem proksimal hem de distal tubullerde şekil bozukluğu şeklinde tespit edilen dejenerasyon her iki istasyondan da gözlenmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.17. Suni gübre kullanılan alan kurbağasının böbrek kesiti
Hafif tubuler nekroz (kare içindeki 3 proksimal tubulde nekroz görülmektedir)



Şekil 4.18. Suni gübre kullanılan alan kurbağasının böbrek kesiti
Tubuler dilatasyon (ok) ve eozinofilik boyanmış tubuler lumenler (daire)



Şekil 4.19. Pestisit kullanılan alan kurbağasının böbrek kesiti
Tubuler dejenerasyon (Üstteki ok proksimal, alttaki ok distal tubülü göstermektedir).

Böbreğin normal fonksiyonunun göstergesi olarak hesaplanan DTC değerleri ise Söğütlü Köyü için 23.24 ± 3.90 , Dereboğazı II için 13.58 ± 1.25 ve Dereboğazı I için 1.40 ± 0.30 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu sonuçlara göre Dereboğazı I kurbağalarının böbreklerinin normal çalıştığı, Dereboğazı II kurbağalarının böbreklerinde ise hafif, Söğütlü Köyü kurbağalarının böbreklerinde ise orta dereceli patolojik hasarın olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Böbrek için hesaplanan DTC değeri

Lokalite*	<i>Pelophylax ridibundus</i>
Dereboğazı I	1.40 ± 0.30^a
Dereboğazı II	13.58 ± 1.25^b
Söğütlü Köyü	23.24 ± 3.90^c

*Değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur (n=20). Aynı sütundaki farklı harfler $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Tüm bu bulgulardan elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir:

- 1- Yakalanan tüm kurbağalarda patolojik hasar tespit edilmiştir.
- 2- Patolojik hasarlar tarım ilacı kullanılan alan olan Söğütlü Köyü kurbağalarında diğer bölge kurbağalarına göre oldukça fazla bulunmuştur. Suni gübre kullanım sahasında ise bu oran düşmüştür. Kontrol bölgesi kurbağalarında ise patolojik bulgulara oldukça seyrek rastlanmıştır.
- 3- Karaciğerde hasar oranı diğer iki dokuya oranla daha fazla tespit edilmiştir. Hasar oranı en az olan organın böbrekler olduğu bulunmuştur.
- 4- Patolojik hasarın Haziran ayında Ekim ayına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni yaz başında uygulanan pestisit ve suni gübreye maruz kalma olarak gösterilebilir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Pestisitler tarımsal mücadelede kullanılan ve tarım ürünlerine zararları dokunan, canlılara çeşitli şekillerde etki eden sentetik kimyasallardır. Bunlardan pek çoğu tarım alanlarında kullanılmaktadır. Bu maddelerden bazıları toprağa karışarak sulama yoluyla akarsulara ve göllere akmaktadır. Söz konusu maddelerin karıştıkları ekosistemlerdeki canlıları etkilemesi mümkündür. Ürün verimine karşılık, tarımsal ilaçların çevre için kalıntı problemi devam etmektedir. Bu ilaçların etki mekanizmaları belirli sınırlar içinde olmakta, bu sınırlar aşıldığında, insan ve diğer canlılar için tehlikeli olmaktadır. Çok toksik yapıda olan ve parçalanıp bozulma ihtimali olmayan bazı klorlu pestisitlerin dışındaki tarım ilaçlarının çoğu halen büyük miktarda kullanılmaktadır. Bu tarım ilaçlarının taşınması, depolanması, kullanılması, maddelerin hatta sentezlenmesi bile büyük bir çevre kirliliğine sebep olmaktadır.

Günümüzde teknolojinin ilerlemesine paralel olarak çevreye bırakılan ağır metal iyonu miktarının ve çeşidinin artması, tarımda zirai ilaçlama faaliyetlerinin ve suni gübre kullanımının çoğalması, gıda tüketimindeki artışla birlikte suni üretim artışına gidilmesi gibi bazı faktörleri de içine alan pek çok sebepten dolayı canlı çevrenin kirlenip, bozulduğu görülmektedir. Buradan yola çıkarak çalışmamızda Erzurum ili içinde zirai tarımın yapıldığı, özellikle pestisit ve suni gübre kullanımının olduğu bölgelerde yaşayan ova kurbağalarının (*Pelophylax ridibundus*) bundan etkilenip etkilenmedikleri araştırılmıştır. Yaptığımız çalışmada Karasu Havzası'nda belirlenen üç istasyondan (Dereboğazı I, II ve Söğütlü) yakalanan *Pelophylax ridibundus* türü kurbağalarda çevresel kirliliğinin etkileri histolojik yöntemlerle belirlenmiştir. Bu amaçla kurbağaların akciğer, karaciğer ve böbrek dokularından hazırlanan histolojik preparatlarda çeşitli patolojik anormallikler tespit edilmiştir. Akciğerde; alveol epiteline hiperplazi, alveolar septum kalınlaşması, akciğer kapillerinde dilatasyon, damarlarda konjesyon ve melanomakrofajlarda birikme, karaciğerde; melanomakrofajlarda artış, homojen olmayan parankima, merkezi ve portal venlerde konjesyon, merkezi vende dejenerasyon, sinüzoidal dilatasyon, hepatositlerde dejenerasyon ve vasküler dejenerasyon, böbreklerde de proksimal ve distal tubullerde

dejenerasyon, dilatasyon, nekroz, glomerulonefrit ve lenfosit infiltrasyonu gibi doku hasarları bulunmuştur. Histopatolojik anormallikler bakımından Dereboğazı Köyü'nden yakalanan kurbağalarda istatistiksel olarak bir artış gözlenmemiştir. Ancak Söğütlü Köyü'nden yakalanan kurbağalarda patolojinin arttığı ve istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Literatürde Karasu Havzası'ndaki kirlilik ile ilgili olarak son yıllarda yapılmış olan birkaç çalışma da bulgularımızı destekler niteliktedir. Çalışmamızı destekleyen en önemli araştırma Şişman *et al.* (2016a) tarafından yapılan ve Karasu Nehri etrafındaki sulak alanları kapsayan çalışmadır. Yapılan çalışmada Karasu Nehri'nin farklı 3 farklı noktasından *Pelophylax ridibundus* türü kurbağalar su kirliliğini tespit etmek amacıyla yakalanmış, karaciğer ve böbrek dokuları histolojik olarak incelenmiştir. Neticede çimento fabrikası çıkışından yakalanan kurbağaların karaciğerinde melanomakrofaj kümelerinde artış, homojen olmayan parankima, hepatosit dejenerasyonu, toplar damar kanlanması, sinuzoidlerde genişleme ve bağ doku artışı; böbreğinde ise tubuler dejenerasyon, lenfosit yayılması ve tubuller arası bağ doku artışı gibi lezyonlar tespit edilmiştir. Bu histopatolojik bulgular bizim sonuçlarımızla oldukça örtüşmektedir. Yine aynı bölgede yapılan başka bir çalışmada da aynı kurbağa türünün akciğer ve testislerinde epitel dejenerasyonları ve seminifer tüplerde deformasyonlar gözlenmiştir (Şişman *et al.* 2016b). Karasu havzası'nda yaşayan *Pelophylax ridibundus* türü kurbağaların çevresel kirlilikten etkilendikleri bu tez kapsamı da dahil olmak üzere 3 farklı çalışma ile ortaya konmuştur. Havzanın tek akarsuyu olan Karasu Nehri'ndeki kirlilikle ilgili yapılan diğer çalışmalar da bu durumu doğrular niteliktedir.

Erzurum Et Kesimhanesi, et işleme tesisleri ve yerleşim yeri atık sularının Karasu Nehri'ne olan etkilerinin incelendiği çalışmada, 8 ayrı noktadan alınan su örneklerinin laboratuvar analizi sonucunda en fazla kirliliğe et kesim noktasından alınan örneklerde rastlanıldığı belirtilmiştir. Bu kirliliğin kesim esnasında arta kalan yağ, kıl, et parçaları gibi atıkların atık su kanalına boşaltılması ile toplam katı madde derişiminin artmasıyla gerçekleştiği bildirilmiştir (Danış 1996). Şişman *et al.* (2008), Erzurum'da faaliyet gösteren bir yağ fabrikasının atıklarının Karasu Nehri'ne karıştığı yerden alınan su örnekleriyle yaptıkları *in vivo* çalışmada, su örneklerinin Zebra balığı (*Danio rerio*)

embriyolarında gelişimde gerilemeye, teratojeniteye ve koryondan çıkışta gecikmeye neden olduğunu tespit etmişler ve buna neden olarak fabrika atıklarıyla suya karışan ağır metalleri göstermişlerdir. Türkez *et al.* (2009), Erzurum Ilıca ilçesinde Karasu Nehri'ne dökülen bir yağ fabrikasının atıklarının genotoksik etkisini insan kan hücrelerinde SCE yöntemi ile araştırmışlar ve sonuçta atık su örneklerinin SCE frekansını önemli ölçüde arttırdığını ve SCE frekansı ile atık su konsantrasyonları arasında pozitif bir korelasyonun varlığını tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise Erzurum'da yerel bir yağ fabrikasının atıklarının Karasu Nehri'ne döküldüğü noktadan alınan yüzey su örneklerinin mutasyon ve rekombinasyon oranlarına olan etkisi Somatik Mutasyon ve Rekombinasyon Testi (SMART) ile araştırılmıştır. Çalışmada fabrika atıklarının suya karıştığı noktadan alınan örneğin toplam mutant klon frekansını artırdığı tespit edilmiştir. Bu duruma ise atıkların karıştığı noktada daha yüksek olduğu belirlenen metal iyon konsantrasyonunun neden olabileceği öne sürülmüştür (Aşkın and İncekara 2010). Yazıcı (2012) ise Karasu Nehri ve onu besleyen iki kolu olan Serçeme Deresi ve Dumlu Deresi'nden yakalanan balıklarda (*Leuciscus cephalus*, *Capoeta capoeta*, *Barbus plebejus*) su kirliliğinin genotoksik etkilerini araştırmıştır. Aynı bölgelerde flora ile ilgili yapılan iki önemli çalışma da bizim bulgularımızı doğrular niteliktedir. Erdal and Demirtaş (2010), Aşkale Çimento Fabrikası baca tozlarının Karasu Nehri'ndeki sucul bitki çeşitliliğine ve stres parametreleri üzerine etkisini araştırmışlar ve baca tozu içinde yüksek miktarda bulunan ağır metallerin bitki çeşitliliğini ve sayısını azalttığını ve bitkilerde oksidatif strese yol açtığını tespit etmişlerdir. Mutlu *et al.* (2012), Aşkale Çimento Fabrikası baca tozlarının fabrika çevresinde yetişen yabani bitkilerde P, S, K ve Cl elementlerinde artışa, Ca ve Fe'de azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Karasu Havzası'ndaki tarımsal ve endüstriyel kaynaklı kirlenmenin doğal fauna ve florayı olumsuz yönde etkilediği yaptığımız bu çalışma ve diğer çalışmalarla gösterilmiştir. Yurdumuzda sucul ortamda tarımsal kirlenme ile ilgili yapılmış olan benzer çalışmalardan da aynı sonuçların elde edilmiş olması kirliliğinin sucul ekosistem üzerine önemli bir tehdit oluşturduğunun bir işaretidir. Yukarı Sakarya Havzası'nda tespit edilen beş istasyondan alınan sazanların (*Cyprinus carpio*) böbrek tübül epitel

hücrelerinde hipertrofi, nükleer piknoz ve absorbsiyon yüzeyinde tahribat gözlemlenmiştir. Karaciğer dokusunda ise hipertrofi, konjesyon, lobüllerin perifer bölgelerinde mononükleer hücre infiltrasyonu tespit edilmiştir (Barlas 1999). Çalışmamızda tespit ettiğimiz karaciğer ve böbrek patolojileri bu çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Dünya’da yapılan çeşitli araştırmalarda farklı kaynaklardan gelen atıklarla kirlenen su sistemlerinin kurbağaları olumsuz etkilediğini göstermektedir. Yapılan bir çalışmada Yunanistan’ın kuzeyindeki bir akarsuda (Tafros 66) yaşayan *Rana ridibunda* üzerine kirliliğin etkileri histopatolojik yollarla belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kurbağanın karaciğerinde melanomakrofaj bölgelerinde önemli artışların olduğu, renk yoğunluğunun arttığı, orta derecede karyomegali ve poliploidinin olduğu, nötrofil ve lenfositlerde birikim ve kollajen alanlarının arttığı bulunmuştur. Tüm bu bulgulardan yola çıkılarak ilgili nehrin oldukça kirlendiği, nehir suyundaki ağır metallerin bu patolojik anormalliklerinden sorumlu olabileceği belirtilmiştir (Loumbourdois 2007). Başka bir çalışmada ise kirlenmiş ve kirlenmemiş pirinç tarlalarında yaşayan *Rana esculenta* türü kurbağalar kullanılarak kirlilik tahmin edilmeye çalışılmıştır. Kirlendiği bilinen yerden yakalanan kurbağaların karaciğerinde Kupffer hücreleri ve melanomakrofaj bölgelerinde önemli artışların olduğu, alkalın fosfataz ve katalaz enzim seviyelerinde ise önemli değişikliklerin görüldüğü tespit edilmiş ve buna sebep olarak sucul sisteme karışan yabancı maddeler gösterilmiştir (Fenoglio *et al.* 2005). Bir uranyum madenine yakın yerde yaşayan *Rana perezi* türü kurbağalarda maden atık sularının olası toksik etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada çeşitli patolojik ve genotoksik hasarlar tespit edilmiştir. Bu arazi çalışması Portekiz’de Mangualde Cunha Baixa bölgesindeki uranyum madeninin olduğu yerdeki kurbağalarda yapılmış olup kurbağanın karaciğerinde, böbreğinde ve akciğerinde melanomakrofaj merkezlerinde artış, renal tübüllerde genişleme, tübüler nekroz, eritsositik çekirdek anormallikleri bulunmuştur. Tüm bu anormalliklerin sebebi olarak da uranyum gösterilmiştir (Marques *et al.* 2009). Çalışmamızda *Pelophylax ridibundus*’ta kirliliğe bağlı olarak tespit ettiğimiz karaciğer ve böbrek patolojileri bu çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Tarımda yaygın olarak kullanılan pestisitlerin kurbağalar üzerine olan patolojik etkilerini gösteren birçok çalışma mevcuttur. Örneğin Çakıcı (2015) yaptığı bir çalışmada *Bufo variabilis* türü kurbağaları kontrollü ortam şartlarında 96 saat boyunca farklı dozlarda (0.05, 0.1 ve 0.2 mg/g) Karbaril insektisine maruz bırakmış ve süre sonunda çeşitli patolojik bulgular elde etmiştir. Karaciğerde hepatositlerde vakuolizasyon, melanoakrofajlarda artış, sinüzoidal dilatasyonlar, hemoraji ve konjesyon anormallikleri tespit edilirken böbreklerde ise tek çekirdekli hücre infiltrasyonu, renal tüp epitelinde nekroz ve karyolizis, glomerular küçülme, hemorji ve fibrosis anormallikleri bulunmuştur. Bu çalışma araştırmamızda Söğütlü Köyü kurbağalarının, yani pestisite maruz kaldığını düşündüğümüz kurbağaların neden daha çok etkilendiğinin açıklanması bakımından çok önemlidir. Başka bir araştırmada ise Paunescu *et al.* (2010a), Reldan 40EC (klorpirifos-metil) insektisini 0.01 ml/g vücut ağırlığı olacak şekilde *Rana ridibunda* türü kurbağalara intraperitoneal yolla uygulamışlar ve histolojik anormalliklere bakmışlardır. Kontrollü şartlar altında 3 hafta sonra kurbağaların karaciğerinde kupffer hücrelerinin arttığını, karaciğer renginin koyulaştığını, karyomegali ve poliplodi gibi anormallikler tespit etmişlerdir. Aynı araştırma grubu denemelerinde bu kez Champion 50 WP adlı fungusiti kullanmışlardır. Ergin dişi ve erkek *Rana ridibunda* türü kurbağalara intraperitoneal yolla 0.125×10^{-3} mg/vücut ağırlığı olacak şekilde fungusit uygulanmış, 3 hafta sonra kurbağa karaciğerinde kupffer hücrelerinde artış, kan damarlarında genişleme, fibrosis, lökosit infiltrasyonu, hepatositlerde vakuolizasyon, parankimada nekrotik alanlar gibi patolojik anormallikler gözlemlenmiştir (Paunescu *et al.* 2010b). Benzer şekilde kurbağaların akciğerinin de pestisitlerden etkilendiği bilinmektedir. Yine Champion 50WP subletal dozlarda (0.125×10^{-3} /g vücut ağırlığı) 3 hafta süreyle iki farklı sıcaklıkta *Pelophylax ridibundus* türü kurbağalara intraperitoneal yolla uygulanmış ve kurbağaların akciğerlerinin incelendiği çalışmayı yapan Paunescu *et al.* (2011), şu sonuçları bildirmişlerdir: Akciğer duvarlarında elastikiyet kaybı, kan damarlarında genişleme, pnömosit etrafında aşırı eritrosit birikimi ve goblet hücrelerinin sayısında artış. Bununla birlikte yalancı çok katlı silli silindirik epitelde hiperplazi ve iltihaplanmış alanlar aynı kurbağaların akciğerinde tespit edilmiştir. Champion 50WP fungusiti bu etkilerini 22-24 °C’de yapmıştır. Paunescu *et al.* (2012a) yaptıkları başka bir çalışmada ise bir çeşit herbisit olan Roundup®’u aynı kurbağa türüne, aynı yolla, aynı termal çeşitte ve subletal

dozda (0.138×10^{-3} /g vücut ağırlığı) 3 hafta süreyle uygulamış ve solunum epitelinde hiperpalzi, goblet hücresi sayısında artış, pnömosit nukleus büyümesi, ödem ve melanin miktarında artış gibi patolojik anormallikler tespit etmiştir. Roundup® herbisiti bu etkilerini 22-24°C’de yapmıştır. Renuka (2007), Hindistan yeşil kurbağası olarak bilinen *Euphlyctis heaxadactylus* türünü karbaril insektisine maruz bırakmış ve renal dokudaki histolojik anormallikleri araştırmıştır. Çalışmasında tespit ettiği anormallikleri tubuler dilatasyon, renal dokuda hemorrajî, iltihabi hücrelerde artış, tubul epitelinde bozulma, glomerular atrofi ve lenfositik infiltrasyon olarak bildirmiştir. Kurbağa nefrotoksitesisi ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada Champion 50WP fungusiti kullanılmıştır. Fungusitin uygulandığı kurbağalarda (*Pelophylax ridibundus*) tubul epitel hücresi dejenerasyonu, vakuolizasyon, intersisiyel ödem, karyomegali ve glomerulusta dejenerasyon gibi böbrek dokusu anormallikleri gözlemlenmiştir (Paunescu and Ponopal 2011). Talstar 10EC insektisi ise aynı tür kurbağanın böbreklerinde tubuler nekroz, Bowman kapsülünde genişleme, piknotik çekirdekli epitel hücreleri ve ödem; karaciğerinde vakuolizasyon, nuklear piknoz, fibrozis, sinüzoidal dilatasyon ve infiltrasyona yol açmıştır (Paunescu et al. 2012b). Renuka (2007), *Euphlyctis heaxadactylus* türü kurbağalarda nuvacron ve karbaril insektisinin histopatolojik etkilerini araştırmış ve doza bağlı olarak karaciğerde hepatositlerde genişleme, hemorrajî, hepatositlerde şişme, vakuolizasyon, piknotik çekirdek, nekroz, kan damarlarında genişleme ve karaciğer doku kaybı gibi anormalliklerin ortaya çıktığını bildirmiştir. Görülüyor ki pestisitler kurbağa dokularını oldukça tahrip etmektedir. Araştırmamızda da yine Söğütlü Köyü kurbağalarında tespit ettiğimiz akciğer alveol epitelinde hiperplazi, alveolar septum kalınlaşması, akciğer kapillerinde dilatasyon, damarlarda konjesyon ve melanomakrofajlarda birikme; karaciğerde melanomakrofajlarda artış, homojen olmayan parankima, merkezi ve portal venlerde konjesyon, merkezi vende dejenerasyon, sinüzoidal dilatasyon, hepatositlerde dejenerasyon ve vasküler dejenerasyon; böbreklerde de proksimal ve distal tubullerde dejenerasyon, dilatasyon, nekroz, glomerulonefrit ve lenfosit infiltrasyonu gibi anormallikler bu çalışmalar ile oldukça benzerlik göstermektedir.

Karasu Nehri’ne gelen kirletici unsurlardan biri de tarımsal atıklardır. Hem tarımda

kullanılan gübrelerin hem de pestisitlerin su ortamına karışması ile bileşimlerinde bulunan farklı metaller de sulara girer. Dolayısıyla su sistemi ile temasta olan kurbağaların da bu ağır metallere etkilenebileceği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Son yıllarda yapılan bir çalışmada Medina *et al.* (2016), *Rhinella arenarum* türü kurbağalara 15 gün süreyle 5 mg/kg kadmiyum uygulamış ve sonuçta karaciğerde hepatositlerde şişme ve kupfer hücrelerinde hiperpalzi, böbrekte ise tübüler nekrozla beraber lümen genişlemesinin olduğunu göstermişlerdir. Kadmiyumla yapılmış diğer bir araştırmada ise 4, 10 ve 30 gün süreyle 200 ppm seviyesinde ağır metal uygulanmış *Rana ridibunda* türü kurbağalarda karaciğer ve böbrek patolojileri değerlendirilmiştir. 30 gün sonra kurbağa karaciğerinde kupfer hücrelerinde artış, karyomegali, fibrozis, poliploidi ve infiltrasyon, böbrekte apoptotik bölgeler ve hiyalin küreler gibi patolojik anormallikler tespit edilmiştir (Lombourdis 2005). Lombourdis (2003) kurşun nitratin *Rana ridibunda* üzerine olan nefrotoksik etkilerini araştırmış ve vakuolizasyon, infiltrasyon, fırçamsı kenar ve proksimal tubul hasarı gibi patolojik anormallikleri tespit etmiştir. Ağır metaller kurbağa dokularında patolojik hasar yapmasının yanısıra diğer sistemleri üzerinde de olumsuz etkilere sahiptir. Akut ve subkronik çinko ve arsenik maruziyeti sonucu *Rhinella arenarum* türü kurbağaların larvalarında 4-17 gün arasında 46-50 mg/L seviyesinde ölümler meydana geldiği, 30 mg/L seviyesinde ise gelişimin tamamen durduğu rapor edilmiştir (Brodeur *et al.* 2009). Kadmiyum ve kromun *Rana ridibunda*'nın karaciğer, böbrek ve sindirim sisteminde biriktiğinin gösterildiği diğer bir araştırmada bu iki metalin daha çok böbrekte biriktiği ifade edilmiştir (Lombourdis *et al.* 2007). *Rana micromaculata* türü kurbağanın düşük dozda demire maruz kalmasıyla özellikle testis dokusunda oksidatif stresin arttığı ve DNA hasarının meydana geldiği de bildirilmektedir (Wang and Jia 2009). 51.2 mg/L kadmiyumun *Rana ridibunda* kurbağalarında yüzme davranışını olumsuz etkilediğini belirten çalışmalar da mevcuttur (Selvi *et al.* 2003). Taçlı boğa kurbağası olan *Hoplobatrachus occipitalis* subletal kadmiyum dozlarına 28 gün süreyle maruz bırakılmış ve çeşitli histopatolojik etkileri araştırılmıştır. Karaciğerde aşırı safra salgılanması ve sinüzoidal dilatasyonlar; akciğerde de pulmoner hemoraji ve akciğer parankimasının bozulması en önemli patolojiler olarak belirtilmiştir (Ikechukwu and Ajeh 2011). Bakır sülfatın *Bufo viridis* larva gelişimi üzerine histopatolojik etkilerinin araştırıldığı çalışmada Gürkan ve Hayretdağ (2009) karaciğerde hepatosellüler dejenerasyonu rapor etmişlerdir. Burada

ifade edilen patolojik bulgular bizim sonuçlarımızla örtüşmekle birlikte ağır metallerin kurbağada yaptığı olumsuz etkileri de aynı yolla bizim araştırmamızdaki kurbağaların etkilenebileceğine işaret etmektedir. Sucul ortamlara azotlu gübrenin fazla miktarda bulaşması da sucul ekosistem canlılarının dokularına zarar vermektedir. Kurbağalarla yapılmış birebir çalışma olmamakla birlikte sucul sistemin diğer organizmalarıyla yapılan araştırmalar bize ışık tutmaktadır. Subletal amonyak konsantrasyonlarının Nil tilapia (*Oreochromis niloticus*) ve sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarının solungaç dokularında hiperemi, sekonder lamellerde klorit, hücre proliferasyonu, füzyon ve telanjiektazi; karaciğerlerde pasif hiperemi, albumin ve hidropik dejenerasyon; böbreklerde hiperemi, kanama, glomerulonefrit, ayrıca sazanda böbrek tubul epitellerinde nekroza varan bozukluklara neden olduğu kaydedilmiştir (Benli 2006). Benzer bir çalışmada ise amonyum maruziyetinden sonra Nil tilapya (*Oreochromis niloticus*) balıklarının sekonder lamellerinde telanjiektazi, vakuolar dejenerasyon, mononükleer hücre infiltrasyonu, lamel epitelinde nekroz; renal tüplerde dejenerasyon ve şişlik, vakuol oluşumu ve nekroz, kan damarlarında tıkanıklık; karaciğerde hepatositlerde kanlanma, vakuol oluşumu ve piknotik çekirdek gözlemlenmiştir (El-Sherif and El-Feky 2008). Farklı su sıcaklıklarında 48 saat nitrite maruz bırakılmış *Clarias gariepinus* türü balıkların karaciğer ve solungaçlarda birtakım histopatolojik hasarlar belirlenmiştir (Ajani *et al.* 2011).

Karaciğer metabolik dengeyi sağlayan hayati bir organdır. Bu nedenle karaciğer bütün ksenobiyotiklerin hedef organı olarak değerlendirilmektedir (Lima 2006). Karaciğer birçok toksinin ve kimyasalın detoksifikasyon merkezi olmasından dolayı toksikantlar hepatositleri etkileyerek çeşitli histopatolojik değişiklikler meydana gelebilmektedir (Soufy *et al.* 2007). Ağır metallerin toksik etkileri atılım, metabolik depolama ve detoksifikasyon mekanizmalarının alınımlarına hızına yetişemedikleri durumda ortaya çıkmaktadır (Ay *et al.* 1999). Metallerin toksik etkileri denizlere göre tatlı sularda daha fazla olmaktadır. Bu farklılığın su kimyası ve metallerin birikim yollarıyla ilişkili olduğu belirtilmiştir (Bianchini *et al.* 2004). Karaciğer ve böbrek ise, uzun süreli metal etkisinde zarar gören organlardır (Spry and Wiener 1991). Böbrek metallothionein proteini ile Cd ve Zn'yi değişik oranlarda bağlayabilir. Bu metaller böbrekte Faz-I ve

Faz-II reaksiyonlarını engellemekte (Förlin *et al.* 1986) bu durum ise böbrekte patolojiye neden olmaktadır. Özellikle karaciğer dokusu diğer organlarına göre su kirliliğinin çevresel indikatörüdür (Parlak vd 2011). Metabolik faaliyetlerin ve detoksifikasyon süreçlerinin temel organı olarak karaciğer, toksik madde maruziyetinden en çok etkilenen organlardan biridir. Birçok toksik madde ve toksin karaciğerde biyolojik olarak daha az zehirli maddelere dönüştürülür ve safra kesesi yardımıyla dışarı atılır (Parlak vd 2011). Bazı toksik maddeler ise depolanır, hatta daha da zehirli kimyasallar haline getirilebilir (Buhler and Williams 1988). Karaciğerde ksenobiyotikleri metabolize eden enzimlerin, sitokrom P-450 monooksijenaz sisteminin konsantrasyonu yüksektir. Bu nedenle ksenobiyotiklerin aktivasyonu ile oluşan birçok aktif metabolitler burada hepatotoksik maddelere dönüşürler. Bu maddeler karaciğer bozukluklarının etiyolojisi ve patojenezisinde etken olurlar. Yine ağır metaller patolojik etkilerini karaciğer enzimlerinin aktivasyonunu inhibe ederek de gösterebilirler (Beaumont *et al.* 2000).

Melanomakrofajik alanlar karaciğerde, dalakta ve ender olarak da kurbağa akciğeri ve böbreğinde bulunan melanin pigmenti içeren makrofajların birikim bölgeleridir (Couillard and Hadson 1996; Loumbourdis and Vogiatzis 2002). Bu bölgelerde melanin, lipofuksin, seroid ve hemosiderin/ferritin olmak üzere dört tip pigment bulunur. Melanomakrofaj birikimindeki artış yaşlanma, kış uykusuna yatma ve enfeksiyon gibi doğal yollarla olabildiği gibi kirlenmiş alanlarda yaşayan kurbağalarda da olabilmektedir (Fenoglio *et al.* 2005). Bu bölgelerdeki melaninin asıl görevi ise reaktif oksijen radikallerine karşı hepatositleri korumak ve oksidatif stresi azaltmaktır (Rozanowska *et al.* 1999). Ayrıca melanin özellikle metal iyonlarının detoksifikasyonu başta olmak üzere birçok biyokimyasal reaksiyonda aktif rol oynamaktadır (McGraw 2003). Çalışmamızda melanomakrofajik bölgelerdeki artışların sebebi kurbağaların maruz kaldığı pestisitler ve ağır metaller olmakla birlikte melanin toksik maddeler ve serbest radikallere karşı etkili bir koruma sağlıyor olabilir.

Ülkemizde özellikle Doğu Anadolu Bölgesi'nde kurbağalarla ilgili kirlilik analizi için daha önceden yapılmış kapsamlı bir araştırma bulunmamaktadır. Karasu Havzası içinde

tarım yapılan bölgelerden yapılan kurbağa örneklemeleri neticesinde Söğütlü Köyü yerleşkesi kurbağalarında histopatolojinin anlamlı bir şekilde arttığı, Dereboğazı II bölgesindeki kurbağalarda histopatolojinin azaldığı ve Dereboğazı I kurbağalarındaki patolojinin ise önemsiz olduğunun bulunması Söğütlü bölgesi kurbağalarının buradaki tarımda kullanılan pestisitlerden etkilenmiş olabileceğini düşündürmektedir. Kurbağaların özellikle pestisit uygulanmış tarlalardan seçildiğini hatırlarsak yorumu daha anlamlı yapabiliriz. Dereboğazı II bölgesinde ise suni gübre kullanımına bağlı olarak kurbağalarda hafif bir patoloji artışının olduğunu düşünebiliriz. Dereboğazı I ise çevresel kirlilik etkilerinin neredeyse sıfır olduğu bir bölge olduğu için kurbağalarında patolojik durumların çok az olduğu bulunmuş, bu da mevsim, beslenme ve yaşa bağlı olarak ortaya çıkabilen hafif değişiklikler olarak değerlendirilmiştir.

Mevcut kirliliğin burada yaşayan kurbağalar kadar aynı ortamdaki diğer canlıları da etkilediğini unutmamak gerekir. Keza besin zincirine karışan pestisit ve kalıntıları hem uygulandığı bitki ile hem de bu bölgenin otlaklarında yayılan mera hayvanları yolu ile insana kadar ulaşabileceği gözardı edilmemelidir. Herhangi bir önlem alınmadığı takdirde yakın gelecekte tarımsal ve endüstriyel gelişmelere bağlı olarak Karasu Havzası'ndaki kirliliğin daha fazla artabileceği de öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Moneim, A.M., Al-Kahtani, M.A., Elmenshawy, O.M., 2012. Histopathological biomarkers in gills and liver of *Oreochromis niloticus* from polluted wetland environments, Saudi Arabia. *Chemosphere*, 88, 1028-1035.
- Açar, Ö.Ç., 2015. Pestisit Analizleri, T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı Ulusal Gıda Referans Laboratuvarı Kalıntı/Pestisit Birimi.
- Ajani, F., Emikpe, B.O., Adeyemo, O.K., 2011. Histopathological and Enzyme Changes in *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) Exposed to Nitrite at Different Water Temperatures. *Nature and Science*, 9 (5), 119-124.
- Akay, S. ve Kaplan, M., 1995. Kumluca ve Finike Yörelerindeki Seraların Toprak Tuzluluğu ve Mevsimsel Değişimi. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, 7, A.289-298.
- Akın, M. ve Akın G., 2007. Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47 (2), 105-118.
- Akman, Y., Ketencioğlu, O., Kurt, L., Düzenli S., Güney K., Kurt F., 2004. Çevre Kirliliği (Çevre Biyolojisi). Palme Yayıncılık, Ankara.
- Aksu, Z., 1988. Atıksulardaki Ağır Metal İyonlarının Yeşil Alglerden *Chlorella vulgaris*’e Adsorpsiyonunun Kesikli Düzende Karıştırılmalı ve Akışkan Yatak Tepkime Kaplarında İncelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Al-Johany, A.M. and Haffor, A.S., 2009. Effects of Cadmium Exposure on the Ultrastructural Pathology of Different Pulmonary Cells, Leukocyte Count, and Activity of Glutathione Peroxidase and Lactate Dehydrogenase in Relation to Free Radical Production in *Uromastix aegyptius*. *Ultrastructural Pathology*, 33:39–47.
- Alloway, B.J., 1995. Heavy Metals in Soils. Second edition. Chapman and Hall India, Australia.
- Altıkat, A., Turan, T., Ekmekyapar, F.T., Bingöl, Z., 2009. Türkiye’de Pestisit Kullanımı ve Çevreye Olan Etkileri, Atatürk Üniv. Ziraat Fak.Derg. 40 (2), 87-92, 2009 ISSN : 1300 – 9036
- Altınbaş, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, N., Kurucu, Y. ve Delibacak, S., 2004. Toprak Bilimi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No:557, İzmir, 355s.
- Altunok, E., ve Altunok, A.E., 2013. AB İklim Değişikliği Politikaları, Sayı:12
- Anonim, 2004. Nitrate: Health Risks to Consumer. www.nitrate.com/nitrate1.htm.
- Anonim, 2005. Sofradaki SOS Ankara Ticaret Odası ve Türkiye Ziraatçılar Derneği Raporu.19 03 2017.
- Anonim, 2006. Nitrate and the World Health Organization (WHO). <http://www.lenntech.com/hazardoussubstances/nitrate.htm#Nitrate%20drinking%20water%20standards>.
- Anonim, 2009. Pestisit (Online) <http://tr.wikipedia.org/wiki/Pestisit> (2017).
- Anonim, 2012. “Pestisitler”, Çevre Sağlığı , T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2014a. Belediye Atık İstatistikleri 2012. Türkiye İstatistik Kurumu, Haber Bülteni, sayı: 16170, 20.

- Anonim, 2014b. Pesticide Industry: Market Re-search Reports, Statistics and Analysis. <http://www.reportlinker.com/ci02012/Pesticide.html>.
- Arıkan, H., 1983. Ege Bölgesinde Yasayan *Rana ridibunda* (Anura: Ranidae) Populasyonlarının serolojik yönden incelenmesi. Doga Bilim Dergisi TÜBİTAK, 7: 37-45.
- Arıkan, H., 1988. On a new form of *Rana ridibunda* (Anura, Ranidae) from Turkey. İstanbul Üniv. Fen Fak. Mec., 53: 81-87.
- Arıkan, Y., Özsoy, G., 2008. "A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi", REC Türkiye.
- Asri, F.Ö., Sönmez, S ve Çıtak, S., 2007. Kadmiyumun Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Derim Dergisi, 24, 34-41.
- Aşkın, H. and İncekara, Ü., 2010. The study of the genotoxic effect of the Karasu River surface water containing local fat plant waste water on the *Drosophila melanogaster* using the wing somatic Mutation and Recombination Test (SMART). Ekoloji Çevre Dergisi, 19 (74), 45-50.
- Atılğan, A., Coşkan, A., Saltuk, B. ve Erkan, M., 2007. Antalya Yöresindeki Seralarda Kimyasal ve Organik Gübre Kullanım Düzeyleri ve Olası Çevre Etkileri. Ekoloji Dergisi, 15, 62, 37-47.
- Atımtay, A. ve Yetiş, Ü., 1992. Atıksu Özellikleri ve Analizleri. Editörler; Tanyolaç, A., Çelebi, S., TMMOB Kimya Mühendisleri Odası Yayınları, Bölüm 3, 67-83, Ankara.
- Ay, Ö., Kalay, M., Tamer, L., Canlı, M., 1999. Copper and Lead Accumulation in Tissues of a Freshwater Fish *Tilapia zillii* and Its Effects on the Branchial Na,K-ATPase Activity. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 62, 160-168.
- Bancroft, J.D. and Stevens A., 1982. Theory and practice of histological techniques. Churchill livingstone, 662 p, Edinburg.
- Baran, İ., 2006. Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 165s., Ankara.
- Baran, İ., Atatür, M. K., 1998. Türkiye Herpetofaunası (Kurbaga ve Sürüngenler). T.C Çevre Bakanlığı, 214s., Ankara.
- Baran, İ., Ilgaz, Ç., Avcı, A., Kumlutaş, Y., Kurtuluş, O., 2005. "Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri" Tubitak Popüler Bilim Kitapları. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
- Barlas, N., 1999. Histopathological examination of gill, liver and kidney tissues of carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) fish in the upper Sakarya river basin. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science 23: 277-284.
- Başoglu, M., Özeti, N., Yılmaz, İ., 1994. Türkiye Amfibileri. Ege Üniv. Yayınları, 221s., İzmir.
- Bayram, H. ve Dikensoy, Ö., 2006. Hava Kirliliği ve Solunum Sağlığına Etkileri. Tuberküloz Toraks 54, 80-89.
- Beaumont, M.W., Butler P.J., Taylor E.W., 2000. Exposure of brown trout *Salmo trutta*, to a sublethal concentration of copper in soft acidic water, effects upon muscle metabolism and membrane potential. Aquatic Toxicology, 51, 259-272.
- Benli, A.Ç.K., 2006. Subletal Amonyak Konsantrasyonlarının Tilapia (*Oreochromis niloticus*) ve Sazan (*Cyprinus carpio*) Balıklarında Büyüme ve Kan

- Parametreleri İle Dokulara Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bianchini, A., Martins, S.E.G., Barcarolli, I.F., 2004. Mechanism of Acute Copper Toxicity in Euryhaline Crustaceans: Implications for the Biotic Ligand Model. International Congress Series, 1275, 189-194.
- Blumer, B., 2013. We've Covered the World in Pesticides. Is That a Problem? Erişim tarihi: 05.06.2014 <http://www.washingtonpost.com/blogs/wonkblog/wp/2013/08/18/the-world-uses-billions-of-pounds-of-pesticides-each-year-is-that-a-problem>.
- Bodenheimer, F. S., 1944. Introduction in to the knowledge of the Amphibia and Reptilia of Turkey. Rev. Fac. Sci. Univ.İstanbul, B. 9: 1- 78.
- Brodeur, J. C., Asorey, C. M., Sztrum, A. and Herkovits, J., 2009. Acute and subchronic toxicity of arsenite and zinc to tadpoles of *Rhinella arenarum* both alone and in combination. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A, 72: 14, 884 — 890.
- Buhler, D.R., Williams, D.E., 1988. The role of biotransformation in the toxicity of chemicals. Aquatic Toxicology, 11 (1-2), 19-28.4
- Burçak A.A., 2014. İlaç, Alet ve Toksikoloji Araştırmaları Çalışma Grubu. Erişim tarihi: 11.11.2017. <http://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Belgeler/SUNULAR>
- Carson, R., 2011. Katlanacak sını dayatması. Bölüm 2, Sessiz Bahar (Silent Spring) Türkçe Çeviri, Ed: Çağatay, G., Palme Yayıncılık, Ankara, 5-13.
- Cavkaytar, Ö., Soyer, Ö.U., Şekerel, B.E., 2013. Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi Çocuk Allerji Bölümü Sıhhiye, ANKARA.
- Chakravarty, S., 2014. World Agrochemical and Pesticide Market to Grow 8.7% annually from 2014 to 2018. Erişim tarihi: 05.06.2017. <http://www.marketresearchreports.com/blog/2014/01/06/world-agrochemical-and-pesticide-market-grow-87-annually-2014-2018#sthash.Ah9mn8eN.dpuf>
- Clayton, K.C. and Huie, J.M., 1973. Solid Wastes Management the Regional Approach. Ballinger Publisher Company, Cambridge.
- Cole, J.A., 1991. The role of nutritionist in designing feed for the future. Biotechnology in the feed industry: Proceedings of Alltech's Seventh Annual Symp., s: 1-20.
- Couillard, C.M., Hodson, P.V., 1996. Pigmented macrophage aggregates: A toxic response in fish exposed to bleached-kraft mill effluent? Environmental Toxicology and Chemistry, 15: 1844–1854.
- Çakıcı, Ö., 2013. Carbaryl-induced Histopathologic Alterations on testes of Levantine Frog, *Pelophylax bedriagae* (Anura: Ranidae) Bulletin Environmental and Toxicology, 91: 96-10.
- Çakıcı, Ö., 2014. Carbaryl-induced Histopathologic Alterations in the Digestive Tract of the Levantine Frog, *Pelophylax bedriagae* (Anura: Ranidae). Toxicologic Pathology 42(6):1032-1040
- Çakıcı, Ö., 2015. Histopathologic changes in liver and kidney tissues induced by carbaryl in *Bufo variabilis* (Anura: Bufonidae). Environmental and Toxicologic Pathology, 67, 237-243.
- Çolakoğlu, H., 2008. Sera Yetiştiriciliğinde Gübreleme. <http://www.toros.com.tr/resim/Sera%20Yetiştiriciliğinde%20Gübreleme.pdf>.
- Çöpür, Z. Ve Uysal, S., 2004. Çorum İl Çevre Durum Raporu. http://www.cedgm.gov.tr/icd_raporları.

- Danış, Ü., 1996. Et işleme tesisleri ve yerleşim yeri atıklarının karasu nehrine etkisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2 (1), 9-14.
- Davis, C.P., Joroff, A.D. ve Jenks, C.F., 2007. "Climate Change Strategies for the Financial Services Industry", Goodwin Procter.
- Demirsoy, A., 2005. Omurgalılar (Yaşamın Temel Kuralları), Cilt III / Kısım I, Meteksan Basımevi, Ankara.
- Demirtaş, E.I., Asri, F.Ö. ve Arı, N., 2013. Örtüaltı domates yetistirciliğinde kentsel katı atık kompostu kullanımının bakiye etkilerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 8 (2):23-35.
- Denoel, M., D'Hooghe, B., Ficetola, G.F., Brasseur, C., De Pauw, E., Thome, J.P., Kestemont, P., 2012. Using sets of behavioral biomarkers to assess short-term effects of pesticide: a study case with endosulfan on frog tadpoles. Ecotoxicology. 21:1240–1250.
- Doğan, K., 2000. Antakya şehir çöplerinden elde edilen kompostun toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile domateste verime etkisi. Doktora Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Dölekoğlu, C.Ö. ve Çakaryıldırım, N.L., 2003. Gübre Sanayi. T.E.A.E-Bakış. www.aeri.org.tr.
- Dubois, A. and Ohler, A., 1994. Frogs of the subgenus Pelophylax (Amphibia, Anura, Genus Rana): a catalogue of available and valid scientific names, with comments on name bearing types, complete synonymies, proposed common names and maps showing all type localities. Zoologica Polonica, 39:139-204.
- El-Sherif, M.S. and El-Feky, A.M., 2008. Effect of Ammonia on *Nile Tilapia* (*O. niloticus*) Performance and Some Hematological and Histological Measures. 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Egypt.
- EPA (Environmental Protection Agency), 2009. Types of Pesticides. Washington D.C., USA. (Online) <http://www.epa.gov/pesticides/about/types.htm>
- Erdal, S. and Demirtaş, A., 2010. Effects of cement flue dust from a cement factory on stress parameters and diversity of aquatic plants. Toxicology and Industrial Health, 26 (6), 339-343.
- Ergene, A., 1993. Toprak Biliminin Esasları, Atatürk Üniv. Yay.No:586, Zir. Fak. Yay. No:267, Ders Kitapları Serisi No:42.
- Erten, S., 2004. Çevre Eğitimi Ve Çevre Bilinci Nedir, Çevre Eğitimi Nasıl Olmalıdır?, Çevre ve İnsan Dergisi, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın Organı. Sayı 65/66. 2006/25 Ankara.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2002. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Retrieved on 2007-10-25.
- Fenoglio, C., Boncompagni, E., Fasola, M., Gandini, C., Comizzoli, S., Milanesi, G., Barni, S., 2005. Effects of environmental pollution on the liver parenchymal cells and Kupffer-melanomacrophagic cells of the frog *Rana esculenta*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60: 259–268.
- Fiedler, H. J., 1990. Bodennutzung und bodenschutz. Birkhauser Verlag, Basel-Boston-Berlin, pp:268.

- Förlin, L., Haux, C., Karlsson-Norrgren, L., Runn, P., Larsson, A., 1986. Biotransformation enzyme activities and histopathology in rainbow trout, *Salmo gairdneri*, treated with cadmium. *Aquatic Toxicology*, 8 (1), 51-64.
- Garcia-Gil, J.C., Plaza, C., Soler-Rovira, P. and Polo, A., 2000. Long term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. *Soil and Biology and Biochemistry*, 32: 1907-1913.
- Güldoğan, E., 2007. "İklim Değişikliği ve Mübadele Edilebilir Ruhsatlar: Avrupa Birliği Emisyon Mübadelesi Programı Örneği".Ulusal Çevre Sempozyumu, Mersin.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1994. Çevresel Etkenlere Bağlı Olarak Ortaya Çıkan Hastalıklar. T, C Sağlık Bakanlığı, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No:6: Ankara.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1997. "Pestisitler", Çevre Sağlığı Temel Kaynak dizisi No:52, T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Güler, Ç.ve Çobanoğlu Z., 1997. Su Kalitesi. Çevre Sağlığı Temel Kaynaklar Dizisi No:43, Birinci Baskı, Ankara.
- Güneri, A., 2008. Gübre Üretim ve Tüketimi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim 2008, s:57-62.
- Gürkan, M., Hayrettaş, S., 2009. Morphological and histological effects of copper sulfate on the larval development of green toad *Bufo viridis*. *Turkish Journal of Zoology*, 36, 231–240.
- Haviland, W.A., 2002. Kültürel Antropoloji. Kaknüs Yayınları, Çev: Hüsamettin İnaç, Seda Çiftçi. No:143, Sosyoloji Serisi: 3, İstanbul.
- Headon, D.R., 1992. Use of natural biologicals as feed additives. *Proceedings of Maryland Nutrition Conference for the feed manufacturers*, 141-152.
- Ikechukwu, E.L., Ajeh, E.A., 2011. Histopathological alterations in the liver and lungs of *Hoplo-batrachus occipitalis* exposed to sublethal concentrations of cadmium. *Austin Journal of Basic and Applied Science*, 5:1062–1068.
- Kaplan, M., Sönmez, S. Ve Tokmak, S., 1999. Antalya-Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 1-9.
- Karaca, A., Turgay, O.C., 2012. Toprak Kirliliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Beslenme Dergisi* .1(1), 13-19
- Karaca, Y., 1996. Türkiye’de Atık Yönetimi. Trakya `da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu, Çorlu, 3-6 Ocak 1996, s. 553-563.
- Karaer, F., Gürlük, S.J., 2003. Gelişmekle Ülkelerde Tarım - Çevre - Ekonomi Etkileşimi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 4 (2):] 97-306.
- Kardeşoğlu, E., Yalçın, M., Işılak, Z., 2011. Hava kirliliği ve kardiyovasküler sistem. *TAF Preventive Medicine Bulletin* 10, 97-106.
- Kaymak, S., Özdemir, A., Karahan, A., Özercan, B., Aksu, P., Aydar, A., Kodan, M., Yılmaz, A., Başaran, S., Asav, Ü., Erdoğan, P., Güler, Y., 2015. Ülkemizde
- Kendall, R.J., Van Der Kraak, G., Giesy, J.P., 2006. Atrazine concentrations, gonadal gross morphology and histology in ranid frogs collected in Michigan agricultural areas. *Aquatic Toxicology*. 76- 230–245.
- Kızıloğlu-Algan, F.T. ve Bilen, S., 2003. Toprak Kirlenmesi ve Biyolojik Çevre. Atatürk Üniv. Zir.Fak.Derg. 36 (1), 83-88, 2005 ISSN 1300-9036.
- Koca, Y.B., Yıldız, Ş., Gürcü, B., Osanç, E., Tunçbaş, O., Alısoy, G., 2005. Investigation of histopathological and cytogenetic effects on *Lepomis gibbosus*

- (Pisces:Perciformes) in the Çine Stream (Aydın/Turkey) with determination of water pollution. *Environmental Toxicology*. 20:560-571
- Konca, Y. ve Bahtiyar, Y., 2004. Kanatlı Gübresindeki Fosforun Azaltılmasının Çevre Kirliliği Açısından Önemi ve Bazı Biyoteknolojik Uygulamalar. Tarımsal Araştırma ve Eğitim Koordinasyonu (Tayek/Tyuap), 2004 Yılı Hayvancılık Grubu Bilgi Alış Veriş Toplantısı Bildiriler Kitabı, 138-157, İzmir.
- Korkmaz, K., 2007. Tarım Girdi Sisteminde Azot ve Azot Kirliliği. http://www.ziraat.ktu.edu.tr/tarim_girdi.htm.
- Kotuby, J., Koenig, R. And Kitchen, B., 2007. Salinity and Plant Tolerance. <http://extension.usu.edu/files/agpubs/agso03.pdf>.
- Köleli, N. ve Kantar, Ç., 2006. Fosforlu Gübrelerde Ağır Metal Tehlikesi. *Ekoloji Dergisi*, 9, 1-5.
- Lima, C.F.M., 2006. Effects of *Salvia officinalis* in the liver: relevance of glutathione levels. Universidade do Minho. p. 447 (Ph.D. thesis).
- Lloyd, R., 1992. Pollution and Freshwater Fish. Fishing News Boks. A Division of Blackwell Scientific Publications Limited, Great Britain, 176 p.
- Loumbourdis, N.S., (2007): Liver Histopathologic Alterations in the Frog *Rana ridibunda* from a Small River of Northern Greece. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 53: 418–425.
- Loumbourdis, N.S., 2003. Nephrotoxic effects of lead nitrate in *Rana ridibunda*. *Arch Toxicology*, 77:527–32.
- Loumbourdis, N.S., 2005. Hepatotoxic and nephrotoxic effects of Cadmium in the frog *Rana ridibunda*. *Archives of Toxicology*, 79: 434–440.
- Loumbourdis, N.S., Kostaropoulos, I., Theodoropoulou, B., Kalmanti, D., (2007). Heavy metal accumulation and metallothionein concentration in the frog *Rana ridibunda* after exposure to chromium or a mixture of chromium and cadmium. *Environmental Pollution* 145: 787–792.
- Loumbourdis, N.S., Vogiatzis, A.K., 2002. Impact of cadmium on liver pigmentary system of the frog *Rana ridibunda*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 53: 52–58.
- Loumbourdis, N.S., Wray, D., 1998. Heavy-Metal Concentration In The Frog *Rana Ridibunda* From A Small River Of Macedonia, Northern Greece, 427-431.
- Macar, M., 1992. Mersin ili çöplerinin işlenmesi ile elde edilen kompostun buğday ve soya verimlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Marques, S.M., Antunes, S.C., Pissarra, H., Pereira, M.L., Gonçalves, F., Pereira, R., 2009. Histopathological changes and erythrocytic nuclear abnormalities in Iberian green frogs (*Rana perezi* Seoane) from a uranium mine pond. *Aquatic Toxicology* 91: 187–195.
- McGraw, K.J., 2003. Melanins, metals, and mate quality. *Oikos* 102: 402–406.
- Medina, M. F., González, M.E., Klyver, S.M.R., Odstreil, I.M.A., 2016. Histopathological and biochemical changes in the liver, kidney, and blood of amphibians intoxicated with cadmium. *Turkish Journal of Biology*, 40, 229-238.
- Miller, G.T., 2002. Living in the Environment (12th Ed). Belmont: Wadsworth/Thomson Learning. ISBN 0-534-37697-5.
- Murphy, M.B., Hecker, M., Coady, K.K., Tompsett, A.R., Jones, P.D., Du Preez, L.H., Everson, G.J., Solomone, K.R., Carr, J.A, Smith, E.E,

- Mutlu, S., Atıcı, Ö., Gülen, Y., 2012. Cement dust pollution induces toxicity or deficiency of some essential elements in wild plants growing around a cement factory. *Toxicology and Industrial Health*, 29 (5), 474-480.
- Onay, H., 2004. *Rana ridibunda* (Ova Kurbağası) türüne ait larvalarda gelişimi ve metamorfozu üzerine amonyum nitratın akut ve kronik etkileri. KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 64s., Trabzon.
- Öğüt, S. ve Seçilmiş, H., 2009. Tarım İlaçlarının (Pestisitler) Olası Çevre Etkileri. International Davraz Congress on Social and Economic Issues Shaping the World's Future: New Global Dialogue, Isparta.
- Öncüler, C., 1995. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları. Ege Üniv. Basımevi, İzmir, 333 s.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H., 1999. Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Yayınları, 73:A-16, 574-575, Adana.
- Özen, A.S. ve Korkmaz, Ö., 2005. Yedigöller (Kütahya) Ekosisteminde Biyolojik Çeşitlilik ve Kirlilik Üzerine Bir Araştırma, D.P.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayı:9
- Özeti, N., Yılmaz, İ., 1994. Türkiye Amfibileri, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, 151: 221 s., Bornova/İzmir.
- Palabıyık, H. D. ve Altunbaş, D., 2004. Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi, Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar: Ekolojik, Ekonomik, Politik ve Yönetimsel Perspektifler, C. Marin, U. Yıldırım (Ed.), 103-124, Beta, İstanbul.
- Palabıyık, H., 2001. Belediyelerde kentsel katı atık yönetimi: İzmir Büyükşehir Belediyesi Örneği, Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Papoulias, M.D., Schwarz, M.S., Mena, L., 2013. Gonadal abnormalities in frogs (*Lithobates* spp.) collected from managed wetlands in an agricultural region of Nebraska, USA. *Environmental Pollution*, 172 (2013) 1-8
- Parikh, P.H., Rangrez A., Adhikari Bagchi R., Desai B.N., 2010. Effect of Dimethoate on Some Histoarchitecture of Freshwater Fish *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852). *The Bioscan*, 5 (1), 55-58.
- Parlak, H., Çakalarlan, Ö., Karaarslan, M.A., 2011. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:79 Ders Kitabı Dizisi No:39
- Păunescu, A., Ponopal, C.M., Drăghici, O., Marinescu, A.I.G., 2010a. Liver histopathologic alterations in the frog *Rana (Pelophylax) ridibunda* induced by the action of Reldan 40ec insecticide. *Analele Universitatii din Oradea-Fascicula Biologie*. Tom. XVII/1, pp. 166-169.
- Păunescu, A., Ponopal, C.M., Grigorean, V.T., Popescu, M., 2012b. Histopathological changes in the liver and kidney tissues of Marsh Frog (*Pelophylax ridibundus*) induced by the action of Talstar 10EC insecticide. *An U O Fasc Biol*, 19:5-10.
- Păunescu, A., Ponopal, C., Drăghici, O., Marinescu, A.G., 2010b. Histopathological responses of the liver tissues of *Rana ridibunda* to the Champions 50WP fungicide. *Annals Food Science and Technology*, 11 (2), 60-64.
- Păunescu, A., Ponopal, C.M., Drăghici, O., 2005. Histological Studies On The Liver In The Ccl4 Intoxicated Frog (*Rana ridibunda*). *Analele Univ. Oradea, Fasc. Biologie*, Tom. XII, pp.109-111.
- Păunescu, A., Ponopal, C.M., Marinescu, A.G., 2011. Lung toxicity induced by the action of Champion 50WP fungicide in marsh frog (*Pelophylax ridibundus*).

- Studia Universitatis "Vasile Goldiș", Seria Științele Vieții Vol. 21, issue 2, 2011, pp. 355-360.
- Păunescu, A., Ponopal, M.C., 2011. Nephrotoxic effects of Champions 50WP fungicides in the mars frog *Pelophylax ridibundus*. Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii, Tom 27(1): 119-122.
- Paunescu, A., Ponopal, M.C., Dima, R., Grigorean, V.T., Valentin, T., Popescu, M., 2012a. Histopathological changes in marsh frog (*Pelophylax ridibundus*) lung tissue induced by the action of Roundup® herbicide. Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. Studii și comunicari. Științele Naturii. Tom. 28, No. 2/2012, 114-118.
- Poleksic, V. and Mitrovic-Tutundzic V., 1994. Fish gills as a monitor of sublethal and chronic effects of pollution. In: Muller, R., Lloyd, R. (Eds.), Sublethal and Chronic Effects of Pollutants on Freshwater Fish. Fishing News Books, Oxford, 339-352 p.
- Recchia, S., 2001. "Explaining the International Environmental Cooperation of Democratic Countries", Center for the Study of Democracy, August 1, p.2.
- Renuka, M.R., 2007. Effects of some pesticides on histopathological and biochemical aspects of *Euphlyctis hexadactylus* (Lesson) Amphibia: Anura. Mahatma Ghandi University, p. 150 (Ph.D. thesis).
- Rojas, L., 2014. International Pesticide Market and Regulatory Profile. Erişim tarihi: 05.06.2014. http://wcropchemicals.com/pesticide_regulatory_profile/#_ftn1.
- Roland, D.A., Gordon and Rao, S.K., 1993. Phosphorus solubilization and its affects on the enviroment with examples of common misformulation problems associated with calcium and phosphorus. Muti-State Poult. Feeding and Nutr. Conf., Indianapolis, Indiana. May 25-27, USA.
- Rozanowska, M., Sarna, T., Land, E.J., Truscott, T.G., 1999. Free radical scavenging properties of melanin interaction of eu- and pheo-melanin models with reducing and oxidising radicals. Free Radical Biology&Medicine, 26: 518–525.
- Sampat, P., 2001. Yer Altı Sularının Kirlenmesi. Dünyanın Durumu 2001. TEMA Yayını, No:35, İstanbul.
- Selvi, M., Gül, A., Yilmaz, M., 2003. Investigation of acute toxicity of cadmium chloride ($\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) metal salt and behavioural changes it causes on water frog (*Rana ridibunda* Pallas, 1771). Chemosphere 52: 259–63.
- Sofuoğlu, S.C., 2009. Hava ve Sudaki Kirleticilere Maruziyet ve İnsan Sağlığı Riskleri-İzmir İli Deneyimi. 7. Uluslar arası Katılımlı Türk Toksikoloji Derneği Kongresi, Ankara.
- Sonnenfeld, D.A. and Mol, A.P. J., 2002. "Globalization and the Transformation of Environmental Governance An Introduction", American Behavioral Scientist p.1323.
- Soufy, H., Soliman, M., El-Manakhly, E. 2007. Some biochemical and pathological investigations on monosex Tilapia following chronic exposure to carbofuran pesticides. Global Veterinaria, 1:45–52.
- Sönmez, A.Y., 2011. Karasu Irmağında Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi ve Bulanık Mantıkla Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Sönmez, İ. ve Kaplan, M., 2004. Demre Yöresi Seralarında Toprak ve Sulama Sularının Tuz İçeriğinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, ISSN 1301-2215, Cilt 17, Sayı 2, S: 155-160.

- Sönmez, İ. ve S. Sönmez., 2007. Tuzluluk ve Gübreleme Arasındaki İlişkiler. Tarımın Sesi Dergisi, Sayı: 16, S: 13-16.
- Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S., 2008. Kimyasal Gübrelerin Çevre Kirliliği Üzerine Etkileri Ve Çözüm Önerileri . Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 2008,25(2):24-34 ISSN 1300-3496.
- Sönmez, İ., Sönmez, S. ve Kaplan, M., 2002. Çöp kompostunun bitki besim maddesi içerikleri ve bazı organik gübrelerle karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(29):31-38.
- Spolyarich, N., Hyne, R., Wilson, S., Palmer, C., Byrne, M., 2010. Growth, development and sex ratios of Spotted Marsh Frog (*Limnodynastes tasmaniensis*) larvae exposed to atrazine and a herbicide mixture. Chemosphere 78-807–813.
- Spry, D.J., Wiener, J.G., 1991. Metal Bioavailability and Toxicity to Fish in Low-alkalinity Lakes a Critical Review. Environmental Pollution, 71, 243- 304.
- Syed, I, B., 2005. Pollution. Islamic Research FoundationInternational, Inc. 7102 W. Shefford Lane Louisville, KY 40242-6462, USA Elektronik (Online) Erişim,http://www.irfi.org/articles/articles_51_100/pollution.htm.
- Şanlı, Y., 1979. Türkiyenin Akdeniz sahillerinde avlanan, kıyılarıımıza bağımlı ekonomik bazı balık türleri ile karideslerde total civa ve organik civa rezidülerinin araştırılması. A.Ü. Vet. Fak. Dergisi. 26, (3-4), 151-176.
- Şeker, C. ve Gümüş, E.İ., 2005. Mısır bitkisinin ilk gelişiminde kompostlaştırılmış tuzlu çöp gübresinin etkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 19 (37):118-124.
- Şişman, T., Askin, H., Turkez, H., Ozkan, H., Incekara, U., Colak, S., 2016a. Histopathological Changes in the Liver and Kidney of the *Pelophylax ridibundus* (Anura: Ranidae) Collected from the Wetland Environments in Erzurum, Turkey. Ekoloji, 25, 1-8.
- Şişman, T., Çolak, S., Incekara, Ü., 2016b. The Histopathological Effects of Water Pollution on Marsh Frogs (*Pelophylax ridibundus*) Living Around Karasu River, Turkey. 1st International Black Sea Congress on Environmental Sciences 31 August – 3 September 2016 Giresun.
- Şişman, T., Incekara, Ü. and Yıldız, Y.Ş., 2008. Determination of Acute and Early Life Stage Toxicity of Fat-Plant Effluent Using Zebrafish (*Danio rerio*). Environmental Toxicology, 23 (4), 480-486.
- Taşkaya, B., 2004. Tarım ve Çevre. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, ISSN 1303-8346, Sayı:5, 1-8.
- The World Bank, 2008. The Little Green Data Book, p.iv.
- Topbaş, M.T., Brohi, A.R., ve Karaman, M.R., 1998. Çevre Kirliliği. T.C.Çevre Bakanlığı Yayınları. Ankara.
- Toroğlu, E., Toroğlu S., Alaeddinoğlu, F., 2006. Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. Coğrafi Bilimler Dergisi, 4 (1), 93-103.
- Tunçbilek, A., Ayvaz, A. ve Saatçi, E., 1998. Pestisitlerin Çevreye Etkisi ve Yayılma Yolları. I. Atıksu Sempozyumu, Kayseri, 316-323.
- Turgut, C., 2003. The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in Küçük Menderes River in Turkey, 2000–2002. Environment International, 4: 29-32.

- TÜİK, 2010. Belediye Atık İstatistikleri, 2008. T.C Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Haber Bülteni, sayı: 50, 25 Mart 2010. www.tuik.gov.tr
- Türkez, H., Şişman, T., İncekara, Ü., Geyikoğlu, F., Tatar, A. and Keleş, M..S., 2009. The genotoxic and biochemical effects of wastewater samples from a fat plant in Erzurum. BAÜ FBE Dergisi, 11 (2), 55-63.
- Urhan, R., Düsen, S., Kaska, Y., Duran, M., Akyıldız, G. K., 2006. Buldan İlçesinin (Denizli) Herpetofaunası. Pamukkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü. Buldan Sempozyumu, 603-614. Denizli.
- Vogiatzis, A. K., Loumbourdis, N. S., 1998. Department of Zoology, University of Thessaloniki, GR. 54006 Thessaloniki, Greece, Arch. Environ. Contam. Toxicol. 34, 64–68.
- Walker, F., 2004. Best management practices for phosphorus in the environment. <https://utextension.tennessee.edu/publications/Documents/PB1645.pdf> Erişim:10 Mayıs 2016.
- Wang, M., Jia, X., 2009. Low levels of lead exposure induce oxidative damage and DNA damage in the testes of the frog *Rana nigromaculata*. Ecotoxicology (2009) 18:94–99.
- Ware, G. W., 1994. The pesticide book, 4 th edition. Thomsan Publication, California. 386 pp.
- Yaman, S., 2012. Çevre kirliliğinin tanımlanması. Gazi üniversitesi, <http://w3.gazi.edu.tr/web/alperal/cevre1.htm>, (20.11.2012).
- Yazıcı, Z., 2012. Karasu Nehri'nde (Erzurum) Yaşayan Bazı Balık Türleri Üzerine Su Kirliliğinin Sitogenetik Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Yıldırım, E., 2008. Tarımsal Zararlılarla Mücadele Yöntemleri ve Kullanılan İlaçlar. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No:219, Erzurum, 350 s.
- Yılmaz, N., 2001. Yıldız Deresi (Trabzon) *Rana ridibunda* (Su Kurbagası) popülasyonunda yas tayini ve bazı büyüme parametrelerinin incelenmesi. KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 65s., Trabzon.
- Zengin, M., Gökmen, F. ve Gezgin, S., 2010. Meyve Bahçelerinde Organik Çöp Kompostu Kullanımı. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimler Dergisi. 24(3): 109-117.
- Zhelev, Zh.M., Popgeorgiev, G.S. and Mehterov, N.H., 2015. Changes in the Hepatosomatic Index and Condition Factor in the populations of *Pelophylax ridibundus* (Amphibia: Ranidae) from anthropogenically polluted biotopes in southern Bulgaria. Part II. Bulg. J. Agric. Sci., 21: 517–522.
- Zirai Mücadele Girdilerinin Değerlendirilmesi, Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

30.05.1988 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 2005 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümünden 2009 yılında mezun oldu ve aynı yıl Tezsiz Yüksek Lisans yapma hakkını kazanarak Atatürk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Bölümünde öğrenimine başladı. 2010 Aralık ayında Antalya Özel Çevre Koruma Kurumu Müdürlüğü’nde biyolog olarak göreve başladı. 2018 yılında Genel Biyoloji Bilim Dalı’nda Yüksek Lisansını tamamladı. Hâlen Erzurum Palandöken Devlet Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarında biyolog olarak çalışmaktadır.