

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BIYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**AMONYUM NİTRAT SUNİ GÜBRESİNİN KAFKAS KURBAĞASI (*Pelodytes caucasicus*) LARVALARI ÜZERİNDEKİ AKUT VE KRONİK ETKİLERİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Yüksek Biyolog Handan KARAOĞLU**

**OCAK 2011  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**AMONYUM NİTRAT SUNİ GÜBRESİNİN KAFKAS KURBAĞASI (*Pelodytes caucasicus*) LARVALARI ÜZERİNDEKİ AKUT VE KRONİK ETKİLERİ**

**Biyolog Handan KARAOĞLU**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“Doktor (Biyoloji)”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15.12.2010  
Tezin Savunma Tarihi : 21.01.2011**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Bilal KUTRUP  
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Sabriye ÇANAKÇI  
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Hamdi ÖĞÜT  
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mustafa YAMAN  
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Murat ÖZMEN**

**Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**

**Trabzon 2011**

## ÖNSÖZ

Amonyum nitrat suni gübresinin Kafkas kurbağası *Pelodytes caucasicus*'a ait iki farklı popülasyonun larvaları üzerindeki akut ve kronik etkilerini konu alan bu araştırma, KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri biriminden (Proje No: 2003-111.04.6) sağlanan imkânlarla KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Doktora Programında, Biyoloji Bölümü, Zooloji laboratuvarında yürütülmüştür.

Araştırma konusunun seçiminde, verilerin değerlendirilmesi ve sonuçlandırılmasında değerli eleştiri ve önerileri ile yol gösteren saygıdeğer hocam Doç. Dr. Bilal KUTRUP'a, verilerin değerlendirilmesi sırasında uygulanan istatistiki analizlerin yürütülüp yorumlanması konusunda değerli eleştiri ve önerilerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Hamdi ÖĞÜT'e, çalışmalar esnasında bilgisini esirgemeyerek yol gösterici olan saygıdeğer hocam Doç. Dr. Sabriye ÇANAKÇI'ya ve benden manevi desteğini hiç esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Atalay SÖKMEN'e teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, laboratuvar ve arazi çalışmaları sırasındaki desteklerinden dolayı sevgili Bülent AKAR, sevgili Cihan GÖKÇE, sevgili Zeliha ÇOLAK, sevgili Ali Adem BAHAR, sevgili Uğur UZUNER ve Zooloji laboratuvarı elemanlarına sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bununla beraber gerek arazi çalışmaları gerekse laboratuvar çalışmaları sırasında beni yalnız bırakmayan sevgili öğrencilerim Ramazan ŞAHAN, Tamer KILIÇ, Demet KOLAYLI, Burak MISIR, Serdar FINDIK, Cihan DAĞ, Gözde GÖÇMEN, Tuğçe ERGÜN, Fatma BABAYİĞİT, Seçil TAŞÇI, Elif ERGÜL, Gül BAŞIBÜYÜK ve Ahmet KALMUK'a çok teşekkür ederim. Dahası, eşsiz dostluklarıyla her zaman arkamda olan sevgili Derya YANMIŞ, sevgili Nurşen AKSU, sevgili Yusuf ve Serap BEKTAŞ, sevgili Aykut SAĞLAM, sevgili Hülya TORUN, sevgili Mutlu GÜLTEPE ve sayamadığım tüm Biyoloji Anabilim Dalı çalışanlarına en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca hayatım boyunca maddi-manevi tüm desteğiyle yanımda olan biricik eşim Hakan KARAOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

Tüm bunlara ek olarak sevgi ve destekleriyle her zaman bana güç veren aileme, akrabalarımın minnetlerini sunarım.

Handan KARAOĞLU

Trabzon 2011

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET .....	V
SUMMARY .....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VII
TABLolar DİZİNİ .....	IX
SEMBOLLER DİZİNİ .....	XVIII
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. GİRİŞ.....	1
1.2. Amfibiler Hakkında Genel Bilgiler .....	5
1.2.1. Amfibilerin Sistemattikteki Yeri ve Genel Özellikleri.....	5
1.2.2. Amfibilerin İnsanlar İçin Önemi .....	7
1.3. Çalışılan Türün Kısa Tanıtımı .....	9
1.3.1. Morfolojik Karakterleri .....	9
1.3.2. Dağılımı ve Habitatları .....	10
1.3.3. Ekolojik-Biyolojik Özellikleri.....	11
1.3.4. İnsanlarla Olan İlişkisi.....	11
1.4. Amonyum Nitrat Gübresinin Amfibilerin Azalmasına Sebep Olan Etkenler Arasındaki Önemi.....	12
1.4.1. Amfibilerin Nitrat Kirliliğine Hassasiyetini Artıran Sebepler .....	13
1.4.2. Amonyum ve Nitrat Bileşiklerinin Amfibiler Üzerindeki Etkileri ile İlgili Çalışmalar .....	14
1.4.3. Nitrat Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri .....	19
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	22
2.1. Materyal.....	22
2.2. Yöntem .....	22
2.2.1. Yer Seçimi .....	22
2.2.2. Çalışma Alanları .....	23
2.2.3.1. Su Örneklerinin Alınması ve Muhafazası .....	24
2.2.3.2. Su Analizleri ve Sonuçları .....	25

2.2.4.	Yumurta Örneklerinin Alınması.....	26
2.2.5.	Yumurtaların Bakımı.....	27
2.2.6.	Larvaların Uygun Gelişme Aşamasına Kadar Büyütülmesi.....	27
2.2.7.	Deney İçin Uygun Larvanın Seçimi.....	27
2.2.8.	Deney Şartları.....	28
2.2.9.	Deney Çözeltilerinin Hazırlanması.....	28
2.2.10.	Kronik Deneyin Uygulanışı.....	28
2.2.11.	Akut Deneyin Uygulanışı.....	30
2.2.12.	Kullanılan İstatistiksel Analizler.....	31
3.	BULGULAR.....	32
3.1.	Kronik Deney.....	32
3.1.1.	Büyüme Parametreleri.....	32
3.1.2.	Anormallik ve Ölüm Değerleri.....	36
3.1.2.1.	Görülüş Yüzdeleri.....	39
3.1.2.2.	Ortaya Çıkış Zamanları.....	48
3.2.	Akut Deney.....	52
3.2.1.	Büyüme Parametreleri.....	52
3.2.2.	Anormallik Vakaları.....	54
3.2.2.1.	Görülüş Yüzdeleri.....	55
3.2.3.	Ölüm Vakası.....	62
4.	TARTIŞMA.....	65
5.	SONUÇLAR.....	72
6.	ÖNERİLER.....	74
7.	KAYNAKLAR.....	75
8.	EKLER.....	85
ÖZGEÇMİŞ		

## ÖZET

Kafkas kurbağası (*Pelodytes caucasicus*) ülkemizde sadece Doğu Karadeniz bölgesinde yayılış gösteren, Kafkaslara endemik olan ve IUCN (The International Union for Conservation of Nature) topluluğunun kırmızı liste kategorilerinden ‘tehdide açık canlılar’ sınıfına dahil etmiş olduğu bir türdür. Amonyum nitrat ise dünya genelinde en çok kullanılan suni gübredir ve birçok bilim adamına göre amfibi populasyonlarında son zamanlarda meydana gelen ciddi azalışın en önemli sebebidir. Bununla beraber bu kimyasalın *Pelodytes caucasicus* türü üzerindeki etkileri ne ülkemizde ne de dünyada çalışılmamıştır.

Bu çalışma kapsamında, doğadan toplanan yumurtalardan laboratuarda elde edilen 10 günlük Kafkas kurbağası larvalarına amonyum nitratın doğada rastlanması mümkün düşük konsantrasyonları (0, 5, 10, 15, 20, 25 mg/L) kronik olarak 70 gün, çok yüksek konsantrasyonları da (0, 50, 75, 100, 150, 250, 500 mg/L) akut olarak 15 gün uygulanmıştır. Ayrıca deneylerde nitrat kirliliği açısından iki farklı habitattan elde edilen iki farklı populasyon kullanılarak kirli ve temiz bölgelerden alınan bu populasyonların amonyum nitrate karşı oluşturduğu tepkilerde farklılık olup olmadığı da test edilmiştir. Bu doğrultuda bu populasyonların büyüme oranları, anormallik ve ölüm vakalarının meydana geliş yüzdeleri ve meydana geliş zamanları, populasyonların yarısının ölümüne yol açacak LC<sub>50</sub> değerleri gibi parametreler irdelenmiştir.

Elde edilen sonuçlar ışığında amonyum nitrat gübresinin hem kronik hem de akut düzeyde Kafkas kurbağası larvalarına ait iki populasyonda da büyümeyi engellediği, davranışsal ve fiziksel çeşitli anormalliklere ayrıca ölümlere yol açtığı belirlenmiştir. Fakat ölüm ve anormallik olaylarının her ikisinin de temiz bölge populasyonunda kirli bölge populasyonuna kıyasla önemli düzeyde fazla ( $p \leq 0,05$ ) meydana geldiği ve önemli düzeyde erken başladığı belirlenmiştir. Ayrıca temiz bölge populasyonunun LC<sub>50</sub> değeri 170 mg/L, kirli bölge populasyonunun LC<sub>50</sub> değeri ise 204 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu veriler sonucunda kirli bölge populasyonunda amonyum nitrate karşı direnci arttıran bir adaptasyon geliştiği kanısına varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Amonyum nitrat, *Pelodytes caucasicus* larvaları, akut ve kronik etkiler

## SUMMARY

### **Acute and Chronic Effects of Ammonium nitrate Fertilizer on Caucasian Parsley Frog (*Pelodytes caucasicus*) Tadpoles**

The *Pelodytes caucasicus*, endemic Caucasian Isthmus and inhabit only in the Eastern Black Sea Region of our country, has been included in the Red List of Threatened Species as near threatened by the IUCN (The International Union for Conservation of Nature) and ammonium nitrate is the most widely used fertilizer that the main reason leading to recent significant decrease in the amphibian population throughout the world. There are no studies conducted on the effects of ammonium nitrate on the *Pelodytes caucasicus* species in Turkey or in the world.

Within the scope of this study, concentrations of ammonium nitrate (0, 5, 10, 15, 20, 25 mg/L) that can be found in nature have been applied chronically for 70 days and very high concentrations (0, 50, 75, 100, 150, 250, 500 mg/L) have been acutely applied for 15 days to 10 days old *Pelodytes caucasicus* larvae hatched in the laboratory from eggs collected from nature. Furthermore, the test was conducted on two different populations, of which one was obtained from an unpolluted area and the other from a polluted area, in order to determine whether or not there was difference in their level of resistance to ammonium nitrate. Accordingly, parameters such as the growth rates, percentages and times of anomaly and mortality of these populations and LC<sub>50</sub> values that lead to the mortality of half of the populations were studied.

In the light of the obtained results, it has been determined that ammonium nitrate fertilizer decreased growth and caused various behavioral and physical anomalies and also mortality in both populations at both chronic and acute levels. It has been determined that, cases of mortality and anomaly increased in parallel with increases in concentration and time and however, both cases occurred far higher ( $p \leq 0,05$ ) in the population obtained from unpolluted areas in comparison to those obtained from polluted areas and these cases commenced significantly earlier in the population from unpolluted areas. Furthermore, the LC<sub>50</sub> value has been determined to be 170 mg/L for the unpolluted area population and 204 mg/L for the polluted area population. As a result of these data, it is thought that an adaptation that increases resistance against ammonium nitrate has developed in the polluted area population.

**Key words:** Ammonium nitrate, *Pelodytes caucasicus* tadpoles, acute and chronic effects

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1. Mevcut omurgalı sınıfları ve bu sınıfların daha büyük gruplar halinde birleştirilmiş durumları.....	7
Şekil 2. Ergin bir <i>Pelodytes caucasicus</i> bireyinin genel görünümü .....	9
Şekil 3. <i>Pelodytes caucasicus</i> 'un Türkiye ve dünyadaki dağılışı alanı .....	10
Şekil 4. Çalışma yapılan alanların harita üzerinde gösterimi .....	23
Şekil 5. Çalışma alanlarının genel görünümü ve örneklerin toplanması .....	24
Şekil 6. Su analizlerinin gerçekleştirildiği Spektroquant cihazının ve kitlerin görünümü	25
Şekil 7. Farklı yumurta kümelerinin görünümü .....	26
Şekil 8. Deney kapları ve düzeninin genel görünümü .....	28
Şekil 9. Kronik deney ilk ölçümüne ait ağırlık değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	33
Şekil 10. Kronik deney ilk ölçümüne ait boy değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	33
Şekil 11. Kronik deney son ölçümüne ait ağırlık değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	35
Şekil 12. Kronik deney son ölçümüne ait boy değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	35
Şekil 13. Kanser benzeri bozukluk .....	36
Şekil 14. Pigment kaybı ve ödem .....	37
Şekil 15. Gövde biçiminde bozulma ve pigment kaybı.....	37
Şekil 16. Kamburlaşma.....	38
Şekil 17. Gövde biçiminde bozulma .....	38
Şekil 18. Göz kusuru .....	39
Şekil 19. Yavaşlama vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	43
Şekil 20. Dengesizlik vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	43
Şekil 21. Gelişememe vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	43
Şekil 22. V. Ş. Bozukluk vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	44
Şekil 23. Kamburluk vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	44
Şekil 24. Pigment kaybı vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	44
Şekil 25. Ödem vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	45



Şekil 26. Felç vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı.....	45
Şekil 27. Ölüm vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	45
Şekil 28. Tüm anormallik vakalarının tüm konsantrasyonların tamamındaki kümülatif yüzdeleri.....	47
Şekil 29. Her konsantrasyondaki tüm anormalliklerin kümülatif yüzdeleri.....	47
Şekil 30. Akut deney ilk ölçümüne ait ağırlık değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	53
Şekil 31. Akut deney ilk ölçümüne ait boy değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	53
Şekil 32. Akut deney son ölçümüne ait ağırlık değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	55
Şekil 33. Akut deney son ölçümüne ait boy değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	55
Şekil 34. Yavaşlama vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı.....	58
Şekil 35. Dengesizlik vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	59
Şekil 36. Gelişememe vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	59
Şekil 37. Vücut şeklinde bozukluk vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı...	59
Şekil 38. Kamburluk vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	60
Şekil 39. Felç vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı.....	60
Şekil 40. Tüm anormallik vakalarının tüm konsantrasyonların tamamındaki kümülatif yüzdeleri.....	61
Şekil 41. Her konsantrasyondaki tüm anormalliklerin kümülatif yüzdeleri.....	61
Şekil 42. Ölüm vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	63
Şekil 43. Uzungöl populasyonuna ait Probit Analizi (Finney Method [Lognormal Distribution]) grafiği .....	63
Şekil 44. Hıdırnebi populasyonuna ait Probit Analizi (Finney Method [Lognormal Distribution]) grafiği .....	64

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1.	Su analizi sonuçlarının habitatlara göre dağılımı.....	25
Tablo 2.	Kronik deney boyunca gözlemlenen tüm anormal larvaların toplam sayıları ve larva başına düşen ortalama anormallik sayıları .....	41
Tablo 3.	Kronik deney boyunca gözlemlenen toplam anormal larvaların vakalara ve konsantrasyonlara göre dağılımı .....	42
Tablo 4.	Kronik deney boyunca gözlemlenen toplam vaka sayılarının konsantrasyonlara göre dağılımı .....	42
Tablo 5.	Anormallik vakalarının her konsantrasyon için haftalara ve populasyonlara göre yüzde dağılımı.....	49
Tablo 6.	Akut deney boyunca gözlemlenen toplam anormal larva sayıları ve larva başına düşen ortalama anormallik sayıları .....	57
Tablo 7.	Akut deney boyunca gözlemlenen anormallik sayılarının vakalara konsantrasyonlara ve bölgelere göre dağılımı .....	58
Tablo 8.	Şimdiye kadar yapılan akut uygulamalar sonucunda elde edilen LC <sub>50</sub> değerlerinin türlere ve deney sürecine göre değişimi .....	68
Ek Tablo1.	Kronik deneyin ilk ölçümünde Uzungöl populasyonunun konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamaları arası fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları .....	85
Ek Tablo2.	Kronik deneyin ilk ölçümünde Hıdırnebi populasyonunun konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamaları arası fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları .....	85
Ek Tablo 3.	Kronik deneyin ilk ölçümünde Uzungöl populasyonuna ait tüm uygulama gruplarının ağırlık- boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları.....	86
Ek Tablo 4.	Kronik deneyin ilk ölçümünde Hıdırnebi populasyonuna ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları.....	86
Ek Tablo 5.	Kronik deneyin ilk ölçümünde Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları .....	86
Ek Tablo 6.	Kronik deneyin son ölçümünde Uzungöl populasyonuna ait konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamaları fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları .....	87
Ek Tablo 7.	Kronik deneyin son ölçümünde Hıdırnebi populasyonuna ait konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamaları fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları .....	87

Ek Tablo 8.	Kronik deney son ölçüm değerlerinin Uzungöl popülasyonuna ait tüm uygulama grupları açısından kendi içinde karşılaştırılması (Kruskal Wallis) sonuçları .....	87
Ek Tablo 9.	Kronik deney son ölçüm değerlerinin Uzungöl popülasyonuna ait tüm uygulama grupları açısından kendi içinde ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları .....	88
Ek Tablo 10.	Kronik deney son ölçüm değerlerinin Hıdırnebi popülasyonuna ait tüm uygulama grupları açısından kendi içinde karşılaştırılması (Kruskal Wallis) sonuçları .....	88
Ek Tablo 11.	Kronik deney son ölçüm değerlerinin Hıdırnebi popülasyonuna ait tüm uygulama grupları açısından kendi içinde ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları .....	89
Ek Tablo 12.	Kronik deney son ölçümünde Uzungöl-Hıdırnebi popülasyonlarına ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları .....	89
Ek Tablo 13.	Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen yavaşlama anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	90
Ek Tablo 14.	Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen dengesizlik anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	90
Ek Tablo 15.	Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	90
Ek Tablo 16.	Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	91
Ek Tablo 17.	Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen kamburluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	91
Ek Tablo 18.	Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen pigment kaybı anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	91
Ek Tablo 19.	Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen ödem anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	92
Ek Tablo 20.	Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	92
Ek Tablo 21.	Kronik deney sonunda Hıdırnebi popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	92

Ek Tablo 22.	Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait uygulama gruplarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin farkı açısından ikili karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları.....	93
Ek Tablo 23.	Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu.....	93
Ek Tablo 24.	Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait uygulama gruplarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin farkı açısından ikili karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları.....	94
Ek Tablo 25.	Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen yavaşlama anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	94
Ek Tablo 26.	Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen dengesizlik anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	95
Ek Tablo 27.	Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	95
Ek Tablo 28.	Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen kamburluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	95
Ek Tablo 29.	Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen pigment kaybı anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	96
Ek Tablo 30.	Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen ödem anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu.....	96
Ek Tablo 31.	Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen dengesizlik anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu .....	96
Ek Tablo 32.	Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki dengesizlik anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları.....	97
Ek Tablo 33.	Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen pigment kaybı anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu.....	97
Ek Tablo 34.	Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki pigment kaybı anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları .....	97
Ek Tablo 35.	Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen ödem anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu.....	98

Ek Tablo 36.	Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki ödem anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları .....	98
Ek Tablo 37.	Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu.....	98
Ek Tablo 38.	Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki ölüm vakasına ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları.....	99
Ek Tablo 39.	Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen yavaşlama anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu.....	99
Ek Tablo 40.	Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu.....	99
Ek Tablo 41.	Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki gelişememe anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları.....	100
Ek Tablo 42.	Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu .....	100
Ek Tablo 43.	Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları ..	100
Ek Tablo 44.	Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen kamburluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu.....	101
Ek Tablo 45.	Kronik deney boyunca gözlemlenen toplam anormal larva sayılarının Uzungöl-Hıdırnebi arasında Chi-square Analizi ile karşılaştırılması sonuçları.....	101
Ek Tablo 46.	Kronik deney boyunca gözlemlenen anormallik sayılarının Uzungöl-Hıdırnebi arasında Chi-square Analizi ile karşılaştırılması sonuçları.....	103
Ek Tablo 47.	Kronik deney boyunca gözlemlenen tüm anormal larvaların toplam sayıları ve larva başına düşen ortalama anormallik sayılarının iki populasyon için Chi-square analizi ile karşılaştırılması sonuçları.....	105
Ek Tablo 48.	Kronik deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarının tüm anormallik sayılarının fark testi (Kruskal Wallis) sonucu ..	105
Ek Tablo 49.	Kronik deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait uygulama gruplarının tüm anormallik sayıları farkı açısından ikili karşılaştırılma (Mann-Whitney U) sonuçları.....	106
Ek Tablo 50.	Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarının tüm anormallik sayılarının fark testi (Kruskal Wallis) sonucu ..	106

Ek Tablo 51.	Kronik deney sonunda Hıdırnebi popülasyonuna ait uygulama gruplarının tüm anormallik sayıları farkı açısından ikili karşılaştırılma (Mann-Whitney U) sonuçları.....	107
Ek Tablo 52.	Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi popülasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki toplam anormallik sayılarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları .....	107
Ek Tablo 53.	Yavaşlama vakasının Uzungöl popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	108
Ek Tablo 54.	Dengesizlik vakasının Uzungöl popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	108
Ek Tablo 55.	Gelişememe vakasının Uzungöl popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	108
Ek Tablo 56.	Vücut şeklinde bozukluk vakasının Uzungöl popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	109
Ek Tablo 57.	Vücut şeklinde bozukluk vakasının Uzungöl popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları .....	109
Ek Tablo 58.	Kamburluk vakasının Uzungöl popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	109
Ek Tablo 59.	Pigment kaybı vakasının Uzungöl popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	110
Ek Tablo 60.	Ödem vakasının Uzungöl popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	110
Ek Tablo 61.	Ölüm vakasının Uzungöl popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	110
Ek Tablo 62.	Yavaşlama vakasının Hıdırnebi popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	111
Ek Tablo 63.	Yavaşlama vakasının Hıdırnebi popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları .....	111
Ek Tablo 64.	Dengesizlik vakasının Hıdırnebi popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	111
Ek Tablo 65.	Gelişememe vakasının Hıdırnebi popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	112
Ek Tablo 66.	Vücut şeklinde bozukluk vakasının Hıdırnebi popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	112
Ek Tablo 67.	Vücut şeklinde bozukluk vakasının Hıdırnebi popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları .....	112

Ek Tablo 68.	Kamburluk vakasının Hıdırnebi popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	113
Ek Tablo 69.	Pigment kaybı vakasının Hıdırnebi popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	113
Ek Tablo 70.	Ödem vakasının Hıdırnebi popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	113
Ek Tablo 71.	Ölüm vakasının Hıdırnebi popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu .....	113
Ek Tablo 72.	Yavaşlama vakasının Uzungöl- Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann- Whitney U) sonuçları .....	114
Ek Tablo 73.	Dengesizlik vakasının Uzungöl- Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann- Whitney U) sonuçları .....	114
Ek Tablo 74.	Gelişememe vakasının Uzungöl- Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann- Whitney U) sonuçları .....	114
Ek Tablo 75.	Vücut şeklinde bozukluk vakasının Uzungöl- Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları .....	115
Ek Tablo 76.	Kamburluk vakasının Uzungöl- Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının karşılaştırılması testi (Mann-Whitney U) sonucu .....	115
Ek Tablo 77.	Pigment kaybı vakasının Uzungöl- Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının karşılaştırılması testi (Mann- Whitney U) sonucu .....	115
Ek Tablo 78.	Ödem vakasının Uzungöl- Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının karşılaştırılması testi (Mann-Whitney U) sonucu .....	115
Ek Tablo 79.	Ölüm vakasının Uzungöl- Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının karşılaştırılması testi (Mann- Whitney U) sonucu .....	116
Ek Tablo 80.	Akut deneyin ilk ölçümünde Uzungöl popülasyonunun konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamaları arası fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları .....	116
Ek Tablo 81.	Akut deneyin ilk ölçümünde Hıdırnebi popülasyonunun konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamaları arası fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları .....	116
Ek Tablo 82.	Akut deney ilk ölçümünde Uzungöl popülasyonuna ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları .....	117

Ek Tablo 83.	Akut deney ilk ölçümünde Hıdırnebi popülasyonuna ait tüm uygulama gruplarının ağırlık- boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları.....	117
Ek Tablo 84.	Akut deney ilk ölçümünde Uzungöl-Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının ikili karşılaştırılması (Mann-Whitney U) Sonuçları .....	118
Ek Tablo 85.	Akut deney son ölçümünde Uzungöl popülasyonuna ait tüm konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları .....	118
Ek Tablo 86.	Akut deney son ölçümünde Hıdırnebi popülasyonuna ait tüm konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları .....	118
Ek Tablo 87.	Akut deney son ölçümünde Uzungöl popülasyonuna ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları.....	119
Ek Tablo 88.	Akut deney son ölçüm değerlerinin Uzungöl popülasyonuna ait tüm uygulama grupları açısından kendi içinde ikili karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları.....	119
Ek Tablo 89.	Akut deney son ölçümünde Hıdırnebi popülasyonuna ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları.....	120
Ek Tablo 90.	Akut deney son ölçüm değerlerinin Hıdırnebi popülasyonuna ait tüm uygulama grupları açısından kendi içinde ikili karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları .....	120
Ek Tablo 91.	Akut deney son ölçümünde Uzungöl-Hıdırnebi popülasyonlarına ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının ikili karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları.....	121
Ek Tablo 92.	Akut deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	121
Ek Tablo 93.	Akut deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen yavaşlama anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	121
Ek Tablo 94.	Akut deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen dengesizlik anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	122
Ek Tablo 95.	Akut deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu.....	122
Ek Tablo 96.	Akut deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen kamburluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	122



Ek Tablo 97. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen felç anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	123
Ek Tablo 98. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu.....	123
Ek Tablo 99. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	123
Ek Tablo 100. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen yavaşlama anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	124
Ek Tablo 101. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	124
Ek Tablo 102. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen dengesizlik anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	124
Ek Tablo 103. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen kamburluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	125
Ek Tablo 104. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen felç anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu .....	125
Ek Tablo 105. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu.....	125
Ek Tablo 106. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen yavaşlama anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu.....	126
Ek Tablo 107. Akut deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki yavaşlama anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları.....	126
Ek Tablo 108. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen dengesizlik anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu.....	126
Ek Tablo 109. Akut deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki dengesizlik anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları.....	127
Ek Tablo 110. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen felç anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu.....	127

Ek Tablo 111. Akut deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki felç anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları.....	127
Ek Tablo 112. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu.....	128
Ek Tablo 113. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu .....	128
Ek Tablo 114. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen kamburluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu.....	128
Ek Tablo 115. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu.....	128
Ek Tablo 116. Akut deney boyunca gözlemlenen tüm anormalliklerin toplam sayılarının vakalara ve konsantrasyonlara göre dağılımının iki populasyon arasında Chi-square analizi ile karşılaştırılması sonuçları .....	129
Ek Tablo 117. Akut deney boyunca gözlemlenen tüm anormal larvaların toplam sayıları ve larva başına düşen ortalama anormallik sayılarının iki populasyon için Chi-square analizi ile karşılaştırılması sonuçları.....	131
Ek Tablo 118. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarının tüm anormallik sayıları farkı test (Kruskal Wallis) sonucu .....	131
Ek Tablo 119. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait uygulama gruplarının tüm anormallik sayıları farkı açısından ikili karşılaştırılma (Mann-Whitney U) sonuçları .....	132
Ek Tablo 120. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarının tüm anormallik sayıları farkı test (Kruskal Wallis) sonucu .....	132
Ek Tablo 121. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait uygulama gruplarının tüm anormallik sayıları farkı açısından ikili karşılaştırılma (Mann-Whitney U) sonuçları .....	133
Ek Tablo 122. Akut deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki tüm anormallik sayılarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları.....	133

## SEMBOLLER DİZİNİ

Asymp.Sig	Asymptotic Significance
cm	Santimetre
df	Decrease of freedom
g	Gram
GPS	Global Positioning System
HD	Hıdırnebi
IUCN	International Union for Conservation of Nature
km	Kilometre
LC <sub>50</sub>	Median Lethal Konsantrasyon
mg/L	Miligram/Litre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
n	Örnek sayısı
NH <sub>4</sub>	Amonyum
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Amonyum nitrat
NO <sub>3</sub>	Nitrat
NO <sub>3</sub> -N	Nitrat Azotu
NO <sub>2</sub>	Nitrit
NO <sub>2</sub> -N	Nitrit Azotu
RSW	Reconstituted Soft Water
SPSS	Statistical Packages for the Social Sciences
UZ	Uzungöl
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UV-B	Ultraviyole B ışını
WHO	World Health Organization
vd.	ve diğerleri
V.Ş	Vücut şeklinde

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. GİRİŞ

Son 50 yıl içerisinde, amfibi populasyonlarında dünya çapında ve ciddi bir azalış saptanmıştır. Bu azalış da biyologlar arasında dünya çapında bir alarm yol açmıştır. Birçok bilim adamına göre bu geri dönüşümsüz durumun muhtemel sebepleri arasında en güçlü ve en yaygın olanı tarımdaki ileri gelişmeler ve buna bağlı olarak amonyum nitrat gübresinin ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) kullanımındaki yadsınamaz artıştır (Berger, 1989; Galloway vd., 2002; Johansson, 2004; Holland vd., 2005; Loman ve Lardner, 2006; Edwards vd., 2006).

Nitrat tabanlı suni gübrelerin kullanımındaki mevcut ciddi artışın (Vitousek, 1994; Lanyon, 1996; Tilman, 1999) gelecekte de devam edeceği düşünülmektedir (Tilman vd., 2001; Galloway vd., 2003). Sucul ortamlarda azot kirliliğinin ana kaynağını da bu tarımsal gübreler oluşturmaktadır (Oldham vd., 1997; Vitousek vd., 1997; US EPA, 1999; Fenn vd., 2003; Holland vd., 2005). İnsan tabanlı bu kirlilik olayları sebebiyle, sucul habitatlarda nitrat konsantrasyonları 1 ile 100 mg/L arasında değişiklik göstermektedir (Bogardi vd., 1991; Lagerstedt vd., 1994; Rouse vd., 1999; Camargo vd., 2005).

Birçok araştırma sonucunda böylesi konsantrasyonların amfibi larvalarında çeşitli anormalliklere sebep olduğu (Hecnar, 1995; Xu ve Oldham, 1997; Marco vd., 1999; Ortiz vd., 2004; Griffis-Kyle ve Ritchie, 2007; Krishnamurthy vd., 2008; Karaoglu vd., 2010), aktivite kaybına yol açtığı (Watt ve Oldham, 1995; Xu ve Oldham, 1997; Burgett vd., 2007; Karaoglu vd., 2010) belirlenmiştir. Düşük konsantrasyonlarına uzun vadeli maruz kalındığında büyümeyi engellediği (Johansson vd., 2001, Smith vd., 2005, Griffis-Kyle ve Ritchie, 2007; Karaoglu vd., 2010), ayrıca yüksek konsantrasyonlarına kısa vadeli maruz kalındığında da büyümeyi engellediği ortaya konmuştur (Hecnar, 1995; Watt ve Oldham, 1995; Xu ve Oldham, 1997; Schuyttema ve Nebeker, 1999a ve 1999b; Ortiz-Santaliestra ve Sparling, 2007; Oromi vd., 2009; Karaoglu vd., 2010). Hatta hem kronik konsantrasyonlarda (Hecnar, 1995; Johansson vd., 2001; Smith vd., 2005; Krishnamurthy vd., 2008) hem de akut konsantrasyonlarda (Johansson vd., 2001; Ortiz vd., 2004; Burgett vd., 2007; Camargo vd., 2005; Oromi vd., 2009) ölümlere yol açtığı tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak, çeşitli nitrat bileşikleri amfibi larvalarında gelişme ve metamorfoz sürecini geciktirmektedir (Marco ve Blaustein, 1999; De Wijer vd., 2003; Edwards vd., 2006; Griffis-Kyle, 2007; Krishnamurthy

vd., 2008). Şu da bilinen bir gerçektir ki, diğer kimyasallarla birlikte kullanıldıklarında suni gübrelerin olumsuz etkileri sinerjistik biçimde artmaktadır (Carey vd., 1999, Hatch ve Blaustein, 2000 ve 2003; De Solla vd., 2002; Boone vd., 2007).

Yukarıdaki tüm bu sebeplerin önemli bir olumsuz sonucu da, yapılan birçok araştırmanın tarım alanları yakınında veya içerisinde yaşamakta olan çeşitli amfibi türlerinde azalma veya yok oluş eğilimi belirlemiş olmasıdır (Örn: Denton vd., 1997; Morales vd., 1997; Barbadillo vd., 1999; Marco vd., 1999; Márquez, 2002).

Ayrıca larvaların maruz kaldıkları amonyum nitratın yarattığı olumsuz etkiler eğer ölüm meydana getirmemişse tüm yaşam boyunca varlığını sürdürür (örn. Watt ve Oldham, 1995; Watt ve Jarvis, 1997). Örneğin büyüme gelişmenin yavaşlaması sebebiyle larvaların sucul habitatta geçirmeleri gereken sürecin uzaması, onları su birikintisinin kuruması ihtimali karşısında büyük bir risk altına sokar ve tüm larva grubunun ölümüne yol açabilir. Ek olarak gelişme sürecinin uzaması durumunda avcısıyla karşılaşabilecek larva sayısı ve larvaların avcıları ile karşılaşabileceği zaman da artmış olur. Bu durum, populasyonun sürdürülebilir olarak hayatta kalabilmesi önünde tehdittir (Griffiths, 1997).

Metamorfoz bitimindeki büyüklük de amfibilerde hayatta kalma ve üreme açısından çok önemli bir parametredir. Amonyum nitratın metamorfoz sonundaki büyüklüklerini azaltması, bu bireyleri avlanmaya karşı daha korunmasız hale getirir çünkü küçük bireyler avcıları tarafından daha kolay yakalanabilirler (Heinen, 1993; Welborn vd., 1996). Aynı zamanda küçük bireylerde avlanma yeteneği de diğerlerine göre daha zayıftır (Ranta ve Nuutinen, 1985). Tüm bunlara ek olarak metamorfoz sonundaki büyüklüğün azalması eşeyssel erginliğe daha geç ulaşma durumuyla sonuçlanır ve küçük boyutta erginler meydana getirir (Smith, 1987). Bu erginler de boyutça daha küçük ve sayıca daha düşük miktarda yumurta bırakırlar (Cummins, 1986). Ayrıca küçük boyutlu erkekler eş olarak tercih edilmeyebilirler (Davies ve Halliday, 1977). Bu sebepler üremeyi daha başarısız bir hale getirir (Werrel ve Francillon, 1986).

Aktivite kaybı ve hareketliliğin azalması da bir yandan avcılara karşı korunma sağlarken, diğer yandan gelişim aşamalarının ilerlemesini ve büyümeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bununla birlikte çeşitli kirleticilerin sublethal etkilerinin çoğu durumda amfibi larvalarının avcılarına karşı olan tutumlarında, rakipleri ve avcılarıyla olan ilişkilerinde farklılıklar yaratarak göletin toplum yapısını ya da dengesini değiştirdiği bilinmektedir (örn. Rohr ve Crumrine, 2005; Camargo ve Alonso, 2006).

Meydana gelen anormallikler de amfibilerin sağlığı ve hayatta kalma oranları üzerinde önemli etkilere sahiptir. Anormallik taşıyan çoğu larva ya metamorfozunu tamamlayamaz ya da özellikle ilk kışında avcılarına karşı çok hassas olur (Helgen vd., 2000).

Birçok ülkede nitrat bileşikleri ile yapılan çalışmaların sonuçları ışığında pek çok kurbağa türünün korunması açısından bilgi edinilmiş, çeşitli önlemler alınmıştır. Fakat yaptığımız literatür taraması sonucunda *Pelophylax ridibundus* türü dışında ülkemizde var olan hiçbir amfibi türü üzerinde, dünyada en yaygın kullanılan suni gübre olan amonyum nitratın ne tür etkilere sahip olduğu konusunda bir araştırmanın bulunmadığı görülmüştür. Bu tez kapsamında incelenen *Pelodytes caucasicus* türü de bu açıdan ne ülkemizde ne de yurt dışında ele alınmamış bir türdür.

Türkiye’de amfibilerin soyu tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olmamakla beraber birçok yörede sayıca azaldıkları bilinmektedir. Bu duruma sebep olan doğal ve yapay etkenlerin tıpkı diğer ülkelerdeki gibi orman tahribi, erozyon, tatlı su ortamlarının kurutulması, ötrofikasyon, tarımsal girdi-çıktılar, yapılaşma ve ticaret olduğu bilinmektedir (Demirsoy, 1996; Demirsoy, 1998; Özeti ve Yılmaz, 1994). Özellikle tarımsal kimyasallarla ilgili alınması gereken önlemlerin belirlenebilmesi açısından bu kimyasallar ve kurbağalar üzerindeki etkileriyle ilgili çalışmaların yapılması büyük önem taşımaktadır.

Tüm bunların yanı sıra, kirletici seviyelerindeki coğrafik farklılıkların, bu kirleticinin olumsuz etkilerini bertaraf etmede organizmalar üzerinde bir seçim baskısı oluşturduğuna dair iddialar bulunmaktadır (Holloway vd., 1990; Forbes ve Calow, 1997; Johansson vd., 2001) ve aynı kimyasallara aynı tür içerisinde farklı cevapların verildiğine dair kanıtlar gün geçtikçe artmaktadır (Hecnar, 1995; Johansson vd., 2001; Johansson, 2004; Karaoglu vd., 2010). Fakat aynı türe ait farklı populasyonların hem büyüme, hem larval gelişim, hem anormallikler, hem ölüm ile ilgili tüm tepkilerini ayrıntılı olarak araştıran bir çalışılma henüz gerçekleştirilmemiştir.

Johansson vd.’nın (2001) *Rana temporaria* türünün kirli ve temiz bölgeden gelen iki farklı populasyonuna kronik düzeyde sodyum nitrat uygulayarak gerçekleştirdikleri bir çalışmada bu populasyonların büyüme oranında ve deney bitimindeki büyüklüklerinde önemli farklılıklar tespit edilmiş fakat deney boyunca maruz kaldıkları ölüm oranlarında önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Ayrıca bu çalışmada anormalliklerin varlığı-seyri ve ölümlerin seyri üzerinde de durulmamıştır. Hecnar (1995) ise kirli ve temiz bölgelerden gelen iki farklı *Bufo americanus* populasyonunun amonyum nitrate tepkilerini sadece akut seviyede ve 4 gün gibi kısa bir süre için irdelemiştir. LC<sub>50</sub> değerlerini ve anormallikleri belirlemiş fakat sürecin

kısıtlılığı dolayısıyla ölüm ve anormalliklerin seyri açısından inceleme yapmamıştır. *Pelophylax ridibundus* türünün iki populasyonunun hem kronik hem akut seviyelerde amonyum nitrate karşı oluşturduğu cevapların incelendiği çalışma (Karaoglu vd., 2010) ise, yukarıda sözü geçen diğer iki çalışmadan daha kapsamlı olmakla beraber, meydana gelen ölüm ve anormalliklerin seyri açısından belli eksiklikler içermektedir.

Bu nedenle yürüttüğümüz deneyler sonucunda Kafkaslara endemik, ülkemizde ise sadece Doğu Karadeniz bölgesinde yayılış gösteren ve IUCN (International Union for Conservation of Nature) tarafından kırmızı liste kategorilerinden ‘tehdide açık canlılar’ sınıfı içerisinde değerlendirilen Kafkas kurbağası üzerinde; amonyum nitrat gübresinin ne tür etkiler gösterdiği ilk kez çalışılmış, hangi konsantrasyonlarda zararlı etkilere yol açtığı ve hangi konsantrasyonun ölümcül etkisi bulunduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte nitrat kirliliği açısından iki farklı alandan gelen iki farklı Kafkas kurbağası populasyonunun amonyum nitrate karşı ortaya koyduğu tepkiler ve dirençlilikte farklılık olup olmadığı da ilk kez test edilmiştir. Bu amaçlarla *Pelodytes caucasicus* türüne ait iki farklı populasyon, farklı amonyum nitrat konsantrasyonlarına aynı biçimde maruz bırakılarak büyüme oranları, anormallik ve ölüm vakalarının meydana geliş yüzdeleri ve meydana geliş zamanları gibi parametreler bir arada ve ayrıntılı olarak ilk kez değerlendirilmiştir.

Kafkas kurbağası ile ilgili yapılan diğer çalışmalar aşağıda verilmektedir.

Mazin vd. (1980) bu türün nükleer DNA miktarının 4 pikogramdan; karyotipinin de 7 çift büyük, 5 çift küçük olmak üzere toplam 24 kromozomdan oluştuğunu belirlemiştir. Tosunoğlu ve Arıkan’ın (2007) yapmış olduğu çalışmada, poliakrilamid disk elektroforezi kullanılarak türün kan serumu proteinlerinin *Pelobates syriacus* türününkiler ile kalitatif ve kantitatif olarak karşılaştırılması sonucunda, bu türün Pelobatidae familyasına değilde Pelodytidae familyasına ait olduğu görüşü kuvvetlenmiştir. Gokhelaşvili ve Tarkhnişvili (1994) birbirini takip eden iki yıl boyunca Kafkas kurbağası ve bir arada yaşadığı *Hyla arborea*, *Bufo verrucosissimus*, *Bufo viridis*, *Rana macrocnemis* ve *Rana ridibunda* türlerinin yaş yapısını çalışarak bu türlerle Kafkas kurbağası arasındaki etkileşimi ortaya koymuştur. Sanchiz vd. (2002) *Pelodytes* cinsine ait *P. ibericus*, *P. punctatus* ve *P. caucasicus* türlerinin ergin erkek bireylerinin iskeletine ait birçok kemiğin morfolojik karakterlerini inceleyerek *P. ibericus* ve *P. punctatus* türlerinin benzerlikleri açısından bir grupta, *P. caucasicus* türünün ise diğer bir grupta bulunabileceğini ortaya koymuştur. Arıkan vd. (2007) ise bu türe ait Uzungöl bölgesindeki bir populasyonun üreme biyolojisini iki yıl çalışarak, bu türün üreme döneminin hangi aylarda olduğunu, bir kümede ortalama kaç yumurta bulunduğunu,

larvaların yumurtalardan ne kadar zamanda çıktığını ve metamorfozunu ne kadar zamanda tamamladığını ortaya çıkartmıştır.

## 1.2. Amfibiler Hakkında Genel Bilgiler

### 1.2.1. Amfibilerin Sistematikteki Yeri ve Genel Özellikleri

Amfibiler; omurgalı hayvanların, hayatlarının belli dönemlerinde habitatlarında genellikle değişiklikler yapan bir sınıftır (Just vd., 1981). Böyle bir değişim genellikle sucul ve otçul bir larvadan karasal ve etçil bir ergine dönüşümü içerir. Bununla beraber, bazı gelişmiş kara kurbağaları hayatlarının çoğunu karada geçirirken diğer bazı amfibiler hayatları boyunca suda kalır. Birçok amfibi erginliklerinde bile havuz ya da derelerin yakınında yaşarlar. Yumurta bırakma ve larva evrelerinin gelişimi için suya bağımlıdırlar (Shi, 2000; Baran ve Atatür, 1997; Özeti ve Yılmaz, 1994; Demirsoy, 1998; Demirsoy, 1996).

Embriyolarının amniyon zarı içermemesi açısından balıklara, dört ayaklarının bulunması açısından da kara omurgalılarına benzedikleri için balıklarla sürüngenler arasında yer alan bir omurgalı sınıfını teşkil etmektedirler. Sudan karaya geçerlerken yüzgeçlerin yerine bacakları, solungaçların yerine de akciğerleri gelişmiştir (Baran ve Atatür, 1997; Özeti ve Yılmaz, 1994; Demirsoy, 1998; Demirsoy, 1996).

Derileri pul, tüy, kıl gibi yapılar içermez bunun yanında birçok salgı bezi içererek sürekli ıslak tutulur ve bu bezler içerisinde zehir salgılayanları da mevcuttur.

Erginleri böcek, solucan, salyangoz gibi canlılarla beslenirken larvaları; kuyruklu kurbağalarda etçil, kuyruksuz kurbağalarda ise otçuldur.

Fizyolojik yapıları nedeniyle kuraklık ve tuzluluk tahammül edemedikleri iki faktördür.

Renkleri kuyruksuz kurbağalarda ortama uyum sağlayacak yapıdayken, kuyruklu kurbağalarda oldukça canlıdır (Baran ve Atatür, 1997; Özeti ve Yılmaz, 1994; Demirsoy, 1998; Demirsoy, 1996).

Doğada hem av hem de avcı olan bu canlılar bazı kuşlar, su kaplumbağaları, büyük balıklar, yılanlar ve bazı memeliler tarafından avlanmaktadır. Fakat günümüzde en büyük düşmanları insanlardır. Ülkemizde bilinçsizce toplanıp canlı halde ticareti yapılan bazı türlerin (*Pelophylax ridibundus*) populasyonları büyük zarara uğramaktadır (Baran ve Atatür, 1997; Özeti ve Yılmaz, 1994).

Gelişmiş amfibiler 3 takıma ayrılabilirler. Bunlar;



- 1) Anura (Salientia= Kuyruksuz kurbağalar),
- 2) Urodela (Caudata= Kuyruklu kurbağalar),
- 3) Apoda (Caesilia veya Gymnophiona= Bacaksız kurbağalar) dır.

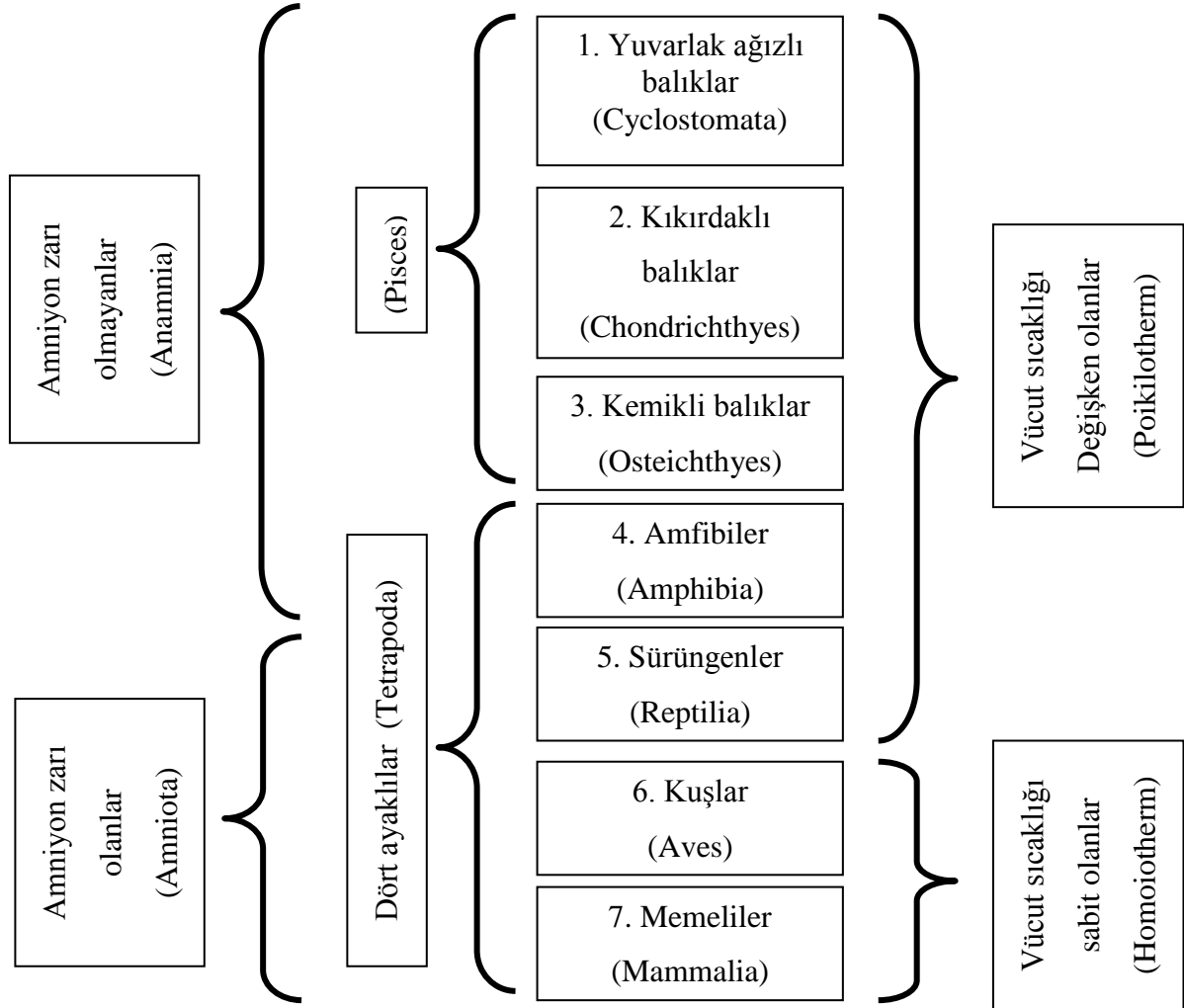
Anuralar; kuyruksuz kurbağalar ve kara kurbağalarını içerir. Kara kurbağaları, kurbağaların bir alt sınıfı olarak düşünülebilir. Benzer olarak kuyruklu kurbağalar Newt'leri ve Salamandridae familyasına ait diğer türleri içerir. Newt'ler Salamandridae familyasının sucul üyeleri olan kuyruklu kurbağalardır. Kuyruksuz kurbağalar mevcut amfibi türlerinin büyük çoğunluğunu temsil eder. Yaşayan amfibi türlerinin 3000 den fazlasını, yani %85'ini bu takım oluşturmaktadır, en geniş coğrafi dağılıma sahip olup Antartika dışında tüm kıtalarda mevcuttur. Bunun yanı sıra, kuyruklu kurbağalar takımı mevcut amfibi türlerinin yalnız %10'unu, bacaksız kurbağalar takımı ise %5'ini meydana getirir (Shi, 2000).

Kuyruksuz kurbağalar vücut yapısında boyun kısmının olmamasıyla karakteristik bir özelliğe sahiptirler. Erginler kuyruksuzdur ama uzamış arka bacaklara sahiptirler. Bu da onlara etkili bir zıplama şekli sağlar. Üreme şekli açısından da çeşitliliğe sahiptirler. Diğer yandan birkaç istisna dışında döllenme dışarıdadır. Kuyruksuz kurbağalarda yumurtalar ve larvalar suculken birçok türün ergini karasaldır (Shi, 2000; Özeti ve Yılmaz, 1994; Demirsoy, 1998; Demirsoy, 1996).

Bilinen yaklaşık 300 tür kuyruklu kurbağa vardır. Bunların çoğu kuzey yarım kürededir ama istisna olarak %40'ı Orta ve Kuzey Amerika'dadır. Kuyruksuz kurbağaların aksine kuyruklu kurbağalarda uzun olan kuyruk hayat döngüsünün ergin fazında da mevcuttur. Üstelik 4 bacağı tümü eşit büyüklüğe sahiptir. Bazılarıysa küçük bacaklara veya yalnız ön bacaklara sahiptir. Kulak yolu ve orta kulak yoktur. Sucul larvaları her iki çenede de dişlere, bunun yanı sıra solungaç yarıkları ve dış solungaçlara sahiptirler. Ayrıca kuyruksuz kurbağalara zıt olarak döllenme çoğu kuyruklu kurbağalarda içtedir. Erkekler özelleşmiş kloak bezlerine sahiptirler. Bunlar piramidal şekilli jelatinimsi yapılar oluşturur, spermatofor olarak adlandırılır. Sperm şapkası şeklinde yapıları vardır. Dişiler bu sperm şapkasını, üst kısmı sperm depolamak üzere spermateka şeklinde değişen kloaklarına alırlar. Yumurtalar kloak boyunca geçerken döllenir ve sonra tek olarak, küme halinde veya sıra halinde suya bırakılır (Shi, 2000; Özeti ve Yılmaz, 1994; Demirsoy, 1998; Demirsoy, 1996).

En az bilinen amfibi takımı bacaksız kurbağalardır. Oldukça uzun vücutlu, bacaksız, öncelikle tropik bölgelerde yaşayan, solucana benzeyen canlılardır. Ayrıca vücutları halka şeklinde oluklar vasıtasıyla segmentlenmiştir. Kısa ve benekli kuyrukları, deri veya kemikle

kaplanmış küçük gözleri vardır (Shi, 2000; Özeti ve Yılmaz, 1994; Demirsoy, 1998; Demirsoy, 1996).



Şekil 1. Mevcut omurgalı sınıfları ve bu sınıfların daha büyük gruplar halinde birleştirilmiş durumları

### 1.2.2. Amfibilerin İnsanlar İçin Önemi

İnsanlarla ilişkileri milattan öncesine dayanan kurbağaların, bazı türlerinin özellikle yaz aylarında koro halinde bağırarak çevredekileri rahatsız etmeleri haricinde insanlara zararı dokunmayan bir canlı gurubu olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra bizim için birçok açıdan yarar sağladıkları da bir gerçektir.

Öğretim ve araştırma amaçlı birçok laboratuarda deney hayvanı olarak kurbağalar kullanılmaktadırlar (Özeti ve Yılmaz, 1994). Ayrıca gelişim biyolojisinde; ‘tek bir hücre olan

yumurtanın büyük, karmaşık bir organizmaya nasıl dönüştüğünü' açıklığa kavuşturmak için biyologların yüzyıllardır kullanmış olduğu belki en eski ve en yaygın model sistem de kurbağadır (Shi, 2000).

Döllenme dahil tüm gelişim süreçlerinin dışarıda gerçekleşmesi embriyoyu gözleme ve deneysel işlemler için kolayca ulaşılabilir yapar, ayrıca embriyoları fare ve insan gibi diğer omurgalı embriyolarından 10 ila 20 kez daha büyüktür, bu muazzam büyüklük sayesinde embriyo; kolaylıkla işlenebilir, erken hücre bölünmesi ve gelişim sürecinde geçirdiği farklı morfolojik değişimler kolayca gözlenebilir (Shi, 2000).

Larva evresi ve ergin evre olmak üzere iki evrede gerçekleşen kurbağa gelişiminde sucul ve otçul bir larva; karmaşık ama sistematik bir değişim sonucunda karasal ve etçil bir kurbağaya dönüşür. Hemen hemen tüm esas organ ve dokuları kapsayan bu süreç; metamorfoz olarak bilinir ve gerek yapısal gerek fonksiyonel açıdan; gelişmiş omurgalılarda 'embriyonik evre sonrası gerçekleşen organ gelişimine' çok benzer. Bu nedenle bu süreci çalışmak için metamorfoz eşsiz bir model sistem oluşturur (Shi, 2000).

Kurbağalar aynı zamanda besin zincirinde hem önemli besin kaynakları hem de önemli avcılar olarak çok değerli bir yer işgal ettiklerinden ekolojik dengenin vazgeçilmez öğeleridir. Ticari değeri olan birçok bitkide önemli zararlara sebep olan çeşitli böceklerin doğal dengeleyicileridir (Duellman ve Trueb, 1986). Ayrıca sivrisinek gibi zararlı canlıları tüketerek popülasyonlarının denetim altına alınmasında önemli rol oynamakta ve sıtmaya karşı nispeten doğal bir koruma sağlamaktadırlar (Demirsoy, 1996). Bunların yanı sıra hayvan toplulukları içindeki biyokütlenin önemli bir kısmını oluşturduklarından (Burton ve Likens, 1975) amfibileri etkileyen herhangi bir faktör bu hayvan toplulukları ve ekosistem üzerinde çok değişken etkiler yaratabilir (Hecnar, 1995). Bu yüzden amfibilere zarar verebilecek ajanların çok iyi tanınması ve gerekli tedbirlerin alınması büyük önem taşımaktadır.

### 1.3. Çalışılan Türün Kısa Tanıtımı

Alem	: Animalia (Hayvanlar)
Şube	: Chordata (Sırt İplikliler)
Sınıf	: Amphibia (İki Yaşamlılar)
Takım	: Anura (Kuyruksuz Kurbağalar)
Aile	: Pelodytidae (Maydonozlu Kurbağalar)
Tür	: <i>Pelodytes caucasicus</i> (Kafkas Kurbağası) (Özeti ve Yılmaz, 1994).



Şekil 2. Ergin bir *Pelodytes caucasicus* bireyinin genel görünümü

#### 1.3.1. Morfolojik Karakterleri

Vücut boyu 5,5 cm kadar ve ince yapılı bir türdür. Arka bacaklar oldukça ince yapılı ve uzundur. Genel olarak kurbağa türlerinde iyi gelişmiş olan yüzme zarı, bunlarda ancak parmakların kaide tarafında ve kenarlarında bulunan deri kıvrıntısı şeklindedir.

Sırt tarafın derisinde çeşitli büyüklükte ve delikli siğiller bulunur. Bunların büyük olanları uzunlamasına az veya çok dalgalı seriler halinde dizilmişlerdir. Vücudun alt tarafındaki deri düzdür.

Erkekleri dişilerden ayıran temel farklar iç ses kesesinin bulunması, ön bacakların daha uzunca ve daha kuvvetli olması, arka ayaklardaki perdenin biraz daha gelişmiş olması ve üreme mevsiminde vücudun alt tarafında özellikle bacaklarda siyah renkli kabarcıklar meydana gelmesidir.

Sırt tarafının esas rengi, zeytin yeşilinden gri ve balçık kahverengisine kadar değişir; bunun üzerinde siyahımsı lekeler bulunur. Alt taraf genel olarak beyazımsıdır (Özeti ve Yılmaz, 1994).

### 1.3.2. Dağılımı ve Habitatları

Kafkas bölgesinin dağ ormanlarında yaşar. Rusya'da özellikle Kuzey Osetya olmak üzere Krasnodar bölgesinin dağlık kısmında, Gürcistan'da en çok bu bölgenin Batı kısmında ve Güney Osetya'da yaşar. Kafkas Dağları'nın Kuzeydoğu eğiminde, güney sırtlarında, Azerbaycan'ın Kuzeybatı kesiminde, Türkiye'de ise sadece Doğu Karadeniz sahilinde Trabzon, Rize, Artvin'i içine alan dağlık bölgede yaşayan endemik bir türdür. Yaşam sınırı Kafkas dağları boyunca 10-30 km genişlikte, 750 km uzunlukta dar bir hat biçimindedir.



Şekil 3. *Pelodytes caucasicus*'un Türkiye ve dünyadaki dağılış alanı

Göllerin kıyısında, temiz durgun ya da yavaş veya hızlı akan akarsuların kenarlarında ve bazen sudan 200-300 m uzakta bulunurlar. 2300 m yüksekliklere kadar bulunurlar. Kafkas Maydonozlu kurbağaları pisikrofilik yani soğukta yaşayan canlılardır. Gölge, nemli ve serin ortamları tercih ederler. *Pelodytes caucasicus*, geniş yapraklı; hem geniş yapraklı hem iğne yapraklı ağaçlardan oluşan dağ ormanlarında ve alt alpin kuşağında yaşarlar (Özeti ve Yılmaz, 1994; Kuzmin, 1999; Tarkhnishvili ve Gokhelashvili, 1999).

### 1.3.3. Ekolojik-Biyolojik Özellikleri

Populasyon yoğunluğu ve dağılımı düzensiz olsa da aslında bu tür oldukça nadir bir türdür. Kış uykusu Eylül-Kasım aylarından Mart ayına kadar sürer. Üreme genellikle Haziran sonundan Eylül başlarına kadar sürer. Tüm günlerini taş altlarında, ağaç köklerinin altındaki su birikintilerinde, deliklerde, oyuklarda geçirirler ve geceleri üreme havuzlarına dönerler. Gece aktif yani nokturnal canlılardır. Erkek bireyler üreme havuzlarına dişi bireylerden önce varıp şarkı söylemeye başlarlar. Üreme sırasında erkek ön bacakları ile dişiyi kalça bölgesinden kavrar. Yumurtlama olayı gölge bölgelerde gerçekleşir. Her bir dişi yumurtlama dönemi boyunca bir kez yumurtlar. Döllenmeye hazır yumurtalar 80-750 yumurta arasındadır ve mukuslu keseler formunda küçük parçalar halinde depolanırlar. Dışarı bırakıldığında yumurta kümesi silindirik şeklindedir ve sarmal halde su bitkilerine tutturulur. Yumurtalarının çapı (jelatinimsi kılıf ile birlikte) 2,5–3 mm'dir. Larvalarda spirakulum vücudun sol tarafında olup geriye ve yukarıya dönüktür. Anüs median hat üzerindedir. Larvaların uzunluğu 50 mm kadar olabilir. İribaşlar 2-3 ay içinde metamorfoza uğrayabilirler, fakat sıklıkla kış uykusuna yatıp metamorfozlarını bir sonraki yıl genellikle de Mayıs-Haziran ayları arasında tamamlarlar. Bazen iribaşlar ikinci kez kış uykusuna yatabilirler.

Eşeyssel olgunluğa 2-3 yaşında veya daha da sonra ulaşırlar. Bu tür için en uzun yaşam süresinin 9 yıl olduğu tahmin edilmektedir (Özeti ve Yılmaz, 1994).

### 1.3.4. İnsanlarla Olan İlişkisi

Yollarda meydana gelen ölümler, tarım arazilerinin böcek ilaçları-suni ve doğal gübrelerle kirlenmesi ve insanlar tarafından toplanma bu türü olumsuz etkileyen insan kaynaklı faktörler olarak bilinmektedir. Ancak, literatürde populasyonun bu faktörlerden etkilenmesi ile ilgili bir bilgi mevcut değildir.

Fakat bu tür IUCN (The International Union for Conservation of Nature) topluluğunun kırmızı liste kategorilerinden ‘tehdide açık canlılar’ sınıfına dahil edilmiştir. Yani yakın gelecekte tehdit altında olması muhtemel bir türdür. Ayrıca Rusya Federasyonunda belli bölgelerde ve Türkiye’de Uzungöl bölgesinde populasyonlarının azalma eğilimi gösterdiği, diğer dağılım alanlarında ise durumlarının değişken olduğu belirtilmiştir (Kuzmin, 1999; Tarkhnishvili ve Gokhelashvili, 1999).

#### **1.4. Amonyum Nitrat Gübresinin Amfibilerin Azalmasına Sebep Olan Etkenler Arasındaki Önemi**

Son 50 yıl içerisinde, amfibi populasyonlarında dünya çapında ciddi bir azalış saptanmıştır. Bu azalış biyologlar arasında yine dünya çapında bir alarm yol açmıştır. Bazı bilim adamları bu doğa olayının amfibi populasyonlarındaki doğal bir dalgalanma olduğunu iddia etse de bu ciddi azalışa yol açabilecek muhtemel sebepler olmaları açısından asit yağmurları, habitatların zarar görüşü veya yok oluşu ya da buralara yabancı türlerin gelişi, aşırı toplanma, UV-B radyasyonu, küresel ısınma, hastalıklar gibi etkenler analiz edilmiştir (örn. Boyer ve Gruce, 1995; Ehrlich vd., 1996; Hecnar, 1995; Kiesecker ve Blaustein, 1995 ve 1997; Reaser, 1996; Stebbins ve Cohen, 1995; Dalton, 2002; Krishnamurthy ve Hussian, 2004, Stuart vd., 2004).

Özellikle habitatların yok olması veya değişmesi bu biyoçeşitlilik sorununun çok önemli bir parçasıdır (Wake, 1991; Wilson, 1992; Ehrlich vd., 1996). Buna bağlı bir sonuç olarak, 1970’lerin sonlarından itibaren birçok amfibi türünün populasyonlarında azalma gözlemlendiği rapor edilmiştir (Barinaga, 1990; Pechmann vd., 1991; Blaustein ve Wake, 1995; Reaser, 1996; Stebbins ve Cohen, 1995).

Habitatların bozulması amfibi populasyonlarının azalmasında önemli bir sebep gibi görünse de bu faktör, hemen hemen hiç bozulmamış alanlarda yaşamakta olan bazı populasyonlarda gözlenen kayıpları açıklayamamaktadır. Oysa bu alanlarda amfibiler için uygun ortamlar mevcuttur. Bununla beraber uygun görünen bu habitatların farklı şekillerde değişime uğramış olması da muhtemeldir. Örneğin çeşitli amaçlarla kullanılan kimyasallar göl, havuzcuk, nehir sularına sızarak bu ortamları amfibiler için uygunsuz hale getirmiş olabilir (Mahaney, 1994; Watt ve Jarvis, 1997; Xu ve Oldham, 1997; Shi, 2000; Johansson vd., 2001).

İşte birçok bilim adamına göre amfibi populasyonlarında gözlemlenen bu geri dönüşümsüz azalışın en önemli sebebi, tarımdaki ileri gelişmeler ve buna bağlı olarak amonyum nitrat içeren gübrelerin kullanımındaki yadsınamaz artıştır (Berger, 1989; Galloway vd., 2002; Johansson, 2004; Holland vd., 2005; Loman ve Lardner, 2006; Edwards vd., 2006). Yapılan araştırmalar sonucunda tarım alanlarına yakın veya tarım alanları içerisinde yaşamakta olan çeşitli amfibi türlerinin azalma eğiliminde olduğunun veya yok olduğunun ortaya çıkması da bu görüşü destekler niteliktedir (Örn: Denton vd., 1997; Morales vd., 1997; Barbadillo vd., 1999; Marco vd., 1999; Márquez, 2002).

Bunlara rağmen, sucul ortamlardaki nitrat kirliliğinin ana kaynağını oluşturduğu bilinen (Oldham vd., 1997; Vitousek vd., 1997; US EPA, 1999; Fenn vd., 2003; Holland vd., 2005) tarımsal gübrelerin kullanımındaki mevcut artışın (Vitousek, 1994; Lanyon, 1996; Tilman, 1999) gelecekte de hız kesmeden devam edeceği düşünülmektedir (Tilman vd., 2001; Galloway vd., 2003).

#### **1.4.1. Amfibilerin Nitrat Kirliliğine Hassasiyetini Artıran Sebepler**

Amfibiler hayat döngülerinin ergin fazında karasal habitatlarda da yaşasalar suya daima bağımlıdırlar. Beslenme, üreme, larval gelişme ve kış uykusu esnasında sucul habitatlardan yararlanırlar. Dolayısıyla hem karasal hem sucul habitatları kullandıklarından her ikisinde de meydana gelen herhangi bir değişiklik onları direkt olarak etkilemektedir (Mahaney, 1994; Watt ve Oldham, 1995; Hecnar, 1995; Shi, 2000). Oldukça geçirgen olan vücut yüzeylelerinin nemini koruyup böylece deri solunumlarını gerçekleştirebilmek açısından da su amfibiler için vazgeçilmezdir (Watt ve Oldham, 1995; Shi, 2000).

Bu fizyolojik özellikleri amfibileri su kirliliğinin etkilerine karşı daha duyarlı hale getirmektedir (Vitt vd., 1990; Blaustein vd., 1994). Sudaki kimyasallarla daha çok etkileşim halinde olmalarına sebep olur (Hecnar, 1995; Mahaney, 1994), toksik maddeleri hem deri emilimiyle hem de kirlenmiş materyallerin yenmesi yoluyla almalarını mümkün kılar (Cooke, 1981; Berger, 1989; Baker ve Waights, 1993).

Ayrıca tarımsal gübrelerin uygulanışının bahar aylarında gerçekleşmesi, böylelikle hem yağışlar hem de karların erimesi sonucunda bu kimyasalların sucul ortamlara taşınması yoluyla nitrat düzeyinin artışı, birçok amfibinin yumurtlama ve larval gelişim dönemleriyle eş zamanlı olmaktadır (Chalmers vd., 1990; Hecnar, 1995; Watt ve Jarvis, 1997; Schuytema ve Nebeker, 1999a ve 1999b; Johansson vd., 2001; Ortiz-Santaliestra vd., 2006; Griffis-Kyle ve



Ritchie, 2007). Bu sebeplerle amonyum nitratın amfibi larvaları üzerindeki etkileri yadsınamaz ve çok tehlikeli bir hal almıştır. Çünkü bilinmektedir ki embriyo ve genç larvalar daha yaşlı larvalar ve erginlere göre bu zararlı kimyasala karşı daha hassastırlar (Watt ve Jarvis, 1997; Schuytema ve Nebeker, 1999a ve 1999b). Ayrıca embriyonik aşamada nitrat bileşiklerine maruz kalmak gelişimin daha ileriki aşamalarında ölüm oranını arttırabilmektedir (Griffis-Kyle, 2005).

#### **1.4.2. Amonyum ve Nitrat Bileşiklerinin Amfibiler Üzerindeki Etkileri ile İlgili Çalışmalar**

Hecnar'ın (1995) *Bufo americanus*, *Pseudacris triseriata*, *Rana pipiens*, *Rana clamitans* larvalarına amonyum nitrat gübresinin akut ve kronik konsantrasyonları uygulanarak etkilerinin değerlendirildiği çalışmasında: akut testte ölümün türden türe değiştiği gözlemlendi. Ayrıca iki farklı *B. americanus* populasyonunun kirli bölgeden alınanında 4 günlük LC<sub>50</sub> değeri 39,3 mg/L olarak belirlenirken, temiz bölgeden alınanda 13,6 mg/L olarak belirlendi. Bunların dışında bu 6 türe ait larvalarda beslenmede azalma, yüzmede yavaşlama ve dengesizlik, dokunmaya karşı verilen tepkilerde gecikme, felç, gövdede çıkıntılarının oluşması, pigment kaybı, ödemlerin gelişmesi, kuyrukta kıvrılma gibi anormallikler, ağırlık artışında önemli düzeyde azalış ve aktivite kaybı tespit edildi. 100 günlük kronik deneyde *Pseudacris triseriata* ve *Rana pipiens*'in 10 mg/L uygulama grubundaki hayatta kalma oranında önemli düzeyde azalış ortaya çıkarken, *R. clamitans*'in hayatta kalma oranının etkilenmediği belirlendi.

Xu ve Oldham'ın (1997) *Bufo bufo* larvalarına amonyum nitratın yüksek konsantrasyonlarını uygulayarak bu konsantrasyonların türün hayatta kalma oranı ve gelişimi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada: amonyum nitrata ait 4 ve 7 günlük LC<sub>50</sub> değerleri 2199 ve 2112 mg/L olarak tespit edildi. Buna ek olarak larvalarda dokunulmadıkça hareketsiz kalma, yüzmede dengesizlik, yan yüzme gibi çeşitli anormalliklerin ortaya çıktığı gözlemlendi. 100 mg/L amonyum nitrat 1, 2 ve 3 gün uygulandığında aktivitede önemli düzeyde azalmaya sebep olduğu ortaya çıktı fakat besin tüketimi veya gelişmede yavaşlamaya sebep olduğu konusunda kesin sonuçlara varılamadı. 50 ve 100 mg/L nitrat subkronik olarak uygulandığında metamorfozun kontrol grubuna göre daha erken başlayıp daha çabuk sonlandığı belirlendi. Fakat metamorfoz bitimindeki ağırlıkta önemli düzeyde bir azalmanın meydana gelmediği tespit edildi.

Watt ve Oldham'ın (1995) *Triturus vittatus* larvalarını yüksek konsantrasyonlarda amonyum nitrate maruz bırakarak yürüttüğü deneyler sonucunda 13 hafta 50 mg/L uygulamasının beslenme oranı, metamorfoz zamanı ve metamorfoz bitimindeki ağırlığı kontrol larvalarına göre önemli düzeyde etkilemediği belirlendi. Fakat 24, 48 ve 72 saat 200 ve 500 mg/L amonyum nitrate maruz bırakılan larvaların metamorfoz bitiminde kontrol larvalarına göre önemli düzeyde küçük olduğu saptandı. Hayatta kalma oranının ise tüm konsantrasyonlarda yüksek değerlerde seyrettiği gözlemlendi.

Watt ve Jarvis'in (1997) *Triturus helvetica* larvalarına 50,100,200 ve 500 mg/L amonyum nitrat uygulayıp sonuçları Survival analizi ile değerlendirdiği çalışmada; başlangıç ağırlığının ve konsantrasyon artışının ölüm oranını önemli düzeyde etkilediği saptandı. Ölüm oranının başlangıç ağırlığı daha fazla olan larvalarda başlangıç ağırlığı daha az olanlara göre daha düşük olduğu tespit edildi. Ayrıca ölüm oranının konsantrasyon artışına paralel bir artış gösterdiği belirlendi.

Marco ve diğerlerinin (1999) *Rana pretiosa*, *Rana aurora*, *Bufo boreas*, *Hyla regilla*, *Ambystoma gracile* türlerine 15 gün potasyum nitrat ve sodyum nitrit uygulayarak gerçekleştirdiği çalışmada; larvalarda beslenmede azalma, yüzmede yavaşlama ve dengesizlik, felç, ödem gibi anormallikler gözlemlendi. Bu kimyasallara hassasiyetin ise türden türe önemli oranda değiştiği belirlendi. Environmental Protection Agency kuruluşunun içme suyu içinde bulunabilecek maksimum nitrit (1 mg N-NO<sub>2</sub>/L) konsantrasyonu olarak önerdiği değer bu amfibi larvaları için ölümcül ve maksimum nitrat (90 mg N-NO<sub>3</sub>/L) konsantrasyonu olarak önerdiği değer ise özellikle *R. pretiosa* ve *A. gracile* larvalarında önemli toksik etkilere sahip olduğu görüldü.

Schuytema ve Nebeker'in (1999a) *Pseudacris regilla* ve *Xenopus laevis* larvalarına 4'er ve 10'ar gün amonyum nitrat, amonyum klor, amonyum sülfat ve sodyum nitrat uygulanarak gerçekleştirilen çalışmasında; *P. regilla* için amonyum nitrat ve amonyum sülfata ait 10 günlük LC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 55,2 ve 89,7 mg/L olarak tespit edildi. *X. laevis* larvaları için ise üç amonyum bileşiğinin 10 günlük LC<sub>50</sub> değerleri: 45-64 mg/L arasında değişmekteydi. Sodyum nitratın 10 günlük LC<sub>50</sub> değerleri ise *P. regilla* larvaları için 266 mg/L, *X. laevis* larvaları için 1236 mg/L olarak belirlendi. Ağırlık veya boy artışında önemli düzeyde azalışa sebep olan en düşük amonyum konsantrasyonu *P. regilla* larvaları için 24,6 mg/L, en düşük nitrat konsantrasyonu ise 30 mg/L olarak tespit edilirken *X. laevis* larvaları için ağırlık veya boy artışında önemli düzeyde azalışa sebep olan en düşük amonyum konsantrasyonu 99,5 mg/L, en düşük nitrat konsantrasyonu ise 126 mg/L olarak belirlendi.

*Rana aurora* embriyolarına 16 gün sodyum nitrat ve amonyum nitrat uygulanarak yürütülen deneyleri sonucunda ise: 105 mg/L'nin üzerindeki amonyum nitrat ve 918 mg/L'nin üzerindeki sodyum nitrat konsantrasyonlarında tüm embriyoların öldüğü belirlendi. 16 günlük LC<sub>50</sub> değeri amonyum nitrat için 72 mg/L, sodyum nitrat için ise 636 mg/L olarak belirlendi. Ağırlık veya boy artışında önemli düzeyde azalışa sebep olan en düşük amonyum konsantrasyonu olarak 13 mg/L'nin üstündeki değerler, en düşük nitrat konsantrasyonu olarak ise 29 mg/L'nin üstündeki değerler tespit edildi. Amonyum nitratın büyüme ve hayatta kalma üzerinde olumsuz etkiler oluşturan konsantrasyonlarında sodyum nitratın olumsuz etkiler yaratmaması; amonyum nitrat bileşiğindeki toksikliğinin amonyum iyonundan kaynaklandığını ortaya koymuş oldu Schuytema ve Nebeker (1999b).

Marco ve Blaustein'in (1999) 38-40. gelişim aşamalarındaki *Rana cascadae* larvalarına sodyum nitrit uygulayarak gerçekleştirdiği deneyler sonucunda bu kimyasalın bu türde metamorfoz esnasında davranışsal ve morfolojik değişimlere sebep olduğu gözlemlendi. 3,5 mg/L sodyum nitrite maruz kalan larvaların metamorfozunun kontrol grubu larvalarına göre yavaşladığı tespit edildi. Ayrıca nitrit uygulanan tanklarda larvaların suyun daha sığ bölgelerinde olmayı tercih ettiği ve gelişimin yavaşlayarak larvaların sudan karaya daha erken gelişim aşamalarında geçtiği belirlendi.

Johansson vd.'nin (2001) araştırmalarına göre İskandinavya'da sucul habitatlardaki nitrat konsantrasyonları kuzeye doğru insansal faktörlerden doğan nitrat bileşiklerinin azalması sebebiyle doğal olarak azalmaktadır. Daha kirli ve daha temiz bu iki bölgeden alınan iki farklı *Rana temporaria* popülasyonuna ait larvalara 0-5 mg/L sodyum nitrat uygulayarak gerçekleştirdikleri kronik deneyler sonucunda iki popülasyonun nitrat toleransında büyüme oranı ve metamorfoz bitimindeki büyüklük açısından önemli farklılıklar olduğu ortaya çıktı. Yüksek konsantrasyonların temiz bölge olan kuzey popülasyonunda büyüme oranı ve metamorfoz bitimindeki büyüklüğü azalttığı belirlenirken güney popülasyonunda bu parametreleri etkilemediği gözlemlendi. Toksik etkilerin nitrat iyonundan kaynaklanıp kaynaklanmadığını belirlemek için ise hem amonyum nitratın hem de sodyum nitratın kullanıldığı bir akut test gerçekleştirildi. Sonucunda amonyum iyonunun nitrat iyonundan çok daha toksik etkilere sahip olduğu tespit edildi.

De Wijer ve diğerlerinin (2003) *Rana temporaria* larvalarını arazi ortamında amonyum nitrate maruz bıraktığı tekrarlı deneyler sonucunda, ölüm oranları ve metamorfoz bitimindeki ağırlıklarda bir artış olduğu görülürken larval periyotta ise uzama tespit edildi. İkinci bir deney olarak *R. temporaria* ve *Bufo bufo* larvalarının düşük amonyum ve yüksek

nitrat içeren çözeltilere maruz bırakılması sonucunda ise, iki türe ait larvaların da hayatta kalma oranları ve larval gelişim süreçlerinin etkilenmediği fakat metamorfoz bitimindeki ağırlıklarında bir atışın mevcut olduğu saptandı. *R. temporaria* yumurtalarının yine arazi ortamında kalsiyum nitrata maruz bırakılması sonucunda 25. gelişim aşamasında ve yumurtadan çıkış aşamasındaki hayatta kalma oranlarının kontrol grubundan farklı olmadığı belirlendi. Bu sonuçlar doğrultusunda amonyum nitratın *R. temporaria* ile *B. bufo* larva ve yumurtalarının gelişimi üzerine zararlı etkilere sahip olabileceği saptanırken yüksek nitrat konsantrasyonlarının ise direkt bir olumsuz etkisi bulunmamakla birlikte dolaylı yoldan metamorfoz bitimindeki ağırlığın artışına sebep olduğu görüldü.

Ortiz ve diğerleri (2004) amonyum nitrat gübresinin *Pleurodeles waltl*, *Discoglossus galganoi*, *Pelobates cultripes*, *Bufo bufo*, *Bufo calamita* ve *Hyla arborea* embriyo ve larvaları üzerindeki etkilerini araştırırken: embriyolara 15 gün 0-200 mg/L arasındaki konsantrasyonlar uyguladı. Embriyoların yumurtadan çıkışı deney esnasında gerçekleşti. *H. arborea*'nın bu 6 tür içerisinde en hassası olduğu ve 8. günden sonra düşük konsantrasyonlarda bile oldukça yüksek ölüm oranı gösterdiği belirlendi. *D. galganoi* ve *B. bufo* türlerinin de amonyum nitrata karşı oldukça hassas oldukları ve 15 gün sonunda yüksek düzeyde ölüm oranı gösterdikleri tespit edildi. Diğer türlerin ise ölüme maruz kalmazken en yüksek konsantrasyonda büyümede azalma ve çeşitli anormallikler gösterme eğilimlerine sahip oldukları saptandı. Bu sonuçlar ışığında *B. bufo* ve *D. galganoi* türlerinin İber Yarımadasının tarım arazilerinde yakın zamanda meydana gelen azalışının sebebi olarak amonyum nitrat gübresi gösterilebilir.

Smith ve diğerlerinin (2005) *Rana catesbeiana* ve *Rana clamitans* larvalarına 15 gün 1-20 mg/L sodyum nitrat uygulayarak yürüttüğü deneyler sonucunda 20 mg/L uygulamasının iki türün larvalarında da hayatta kalma oranını olumsuz etkilediği belirlendi. *R. clamitans* larvalarının *R. catesbeiana* larvalarından daha fazla etkilendiği; deney sonundaki ağırlığın *R. catesbeiana* larvalarında daha fazla olduğu tespit edildi.

Edwards ve diğerlerinin (2006) *Bufo terrestris* larvalarına 25. gelişim aşamasından 42. gelişim aşamasına kadar 0-30 mg/L sodyum nitrat uyguladığı deneylerde, larvalar filtre edilip elektrolit eklenmiş çeşme suyu ve doğal kaynak suyu olmak üzere iki farklı sucul ortamda tutuldu. Nitrat ise ya haftada 3 kez ya da sürekli olacak şekilde iki farklı yolla uygulandı. Deneylerin bitiminde 3 temel sonuca varıldı: 1) filtre edilen çeşme suyunda tutulan ve sürekli nitrat uygulanan larvaların daha hızlı büyüdüğü ve kaynak suyunda tutulan larvalardan genellikle daha büyük olduğu tespit edildi. 2) Haftada 3 kez nitrat uygulanan larvalarda iki su tipinde de metamorfoz sürecinde veya metamorfoz bitimindeki ağırlıkta

kontrol grubu larvalarından önemli bir fark bulunmadığı saptandı. 3) Sodyum nitratın büyüme ve gelişme üzerindeki etkilerinin su tipine bağımlı olduğu gözlemlendi. Filtre edilmiş çeşme suyunda 30 mg/L uygulanan gruba ait larvalar metamorfozlarını kontrol grubu larvalarından 5 gün daha erken fakat kontrol grubu larvalarıyla benzer büyüklükte tamamladı. 30 mg/L sodyum nitrat içeren kaynak suyunda tutulan larvalar ise metamorfozlarını kaynak suyunda tutulan kontrol grubuna göre 7 gün, 30 mg/L sodyum nitrat içeren çeşme suyunda tutulan larvalara göre ise 11 gün geç tamamladı. Bu gecikme larvaların metamorfoz bitiminde daha fazla büyüklüğe ulaşmasını sağladı.

Griffis-Kyle ve Ritchie (2007) arazi ortamında gerçekleştirdikleri deneylerde seçtikleri 12 göletten 6'sını amonyum nitratla gübreledi. Deneyler sonucunda yüksek amonyum konsantrasyonlarının incelenen türlerden *Rana sylvatica*'yı *Ambystoma tigrinum*'dan daha fazla etkilediği tespit edildi. *R. sylvatica* embriyo ve larvalarının *A. tigrinum* larvalarına göre daha yüksek ölüm oranı gösterme ve daha yavaş embriyonik gelişim sergileme eğiliminde oldukları gözlemlendi. Ayrıca yumurtadan çıkan larvalardan anormalliğe sahip olanların *A. tigrinum* larvalarına göre bir hayli fazla olduğu saptandı. *A. tigrinum* larvalarının yüksek oranda ölüme maruz kalmadığı fakat larval gelişimlerinin yüksek amonyum nitrat konsantrasyonu ve büyük omurgasız avcılarının varlığında yavaşladığı görüldü.

Griffis-Kyle (2007) *Rana sylvatica* ve *Ambystoma tigrinum tigrinum* embriyo ve larvalarına 0-6 mg/L sodyum nitrit uygulayarak, artan nitrit konsantrasyonlarının her iki türde de embriyonik ve larval gelişim sürecini yavaşlattığını, *A. tigrinum tigrinum* embriyo ve larvalarında büyümeyi azalttığını, *Rana sylvatica* larvalarında da metamorfoz sürecini uzattığını tespit etti. 2 mg/L'nin altındaki konsantrasyonların embriyoların yumurtadan çıkışını geciktirdiği, üzerindeki konsantrasyonların ise embriyoların yumurtalardan daha erken fakat daha düşük gelişim aşamalarında çıkışına sebep olduğu belirlendi. Bu durumların da bu türlerin tüm yaşam süreci üzerinde ciddi etkiler doğurabileceği kanısına varıldı.

Ortiz-Santaliestra ve Sparling'in (2007) embriyo ve larvaların hayatta kalma oranlarını ve gelişimini azaltan nitrat ile guatra sebep olduğu ve metamorfozu engellediği bilinen perkloratın *Rana sphenoccephala* larvaları üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışması sonucunda: 100 mg/L nitratın ölüm oranını artırıp gelişimi azalttığı görüldü. 15 mg/L perkloratın larvalar için öldürücü olmadığı fakat metamorfozu engelleyip metamorfoz sırasındaki ölümleri arttırdığı, 30 mg/L perkloratın ise larvalarda ölüm oranını yükselttiği belirlendi. Bu iki kimyasalın bir arada uygulandığı durumlarda ise büyüme ve ölüm oranları üzerinde daha olumsuz etkiler sergiledikleri gözlemlendi.

Burgett ve diğerlerinin (2007) amonyum nitrat gübresinin *Rana sylvatica* larvalarında hayatta kalma oranı ve davranışlardaki etkilerini araştırdığı deneyler sonucunda 50 mg/L ve üzerindeki konsantrasyonların bu larvalarda hem aktivite ve davranışları hem de hayatta kalma oranını olumsuz yönde etkilediği saptandı.

Krishnamurthy ve diğerlerinin Ranidae ailesine üye *Nyctibatrachus major* ve *Fejervarya limnocharis* türleri üzerinde kronik (0-5 mg/L) sodyum nitrat konsantrasyonlarının etkilerini araştırdığı çalışmalarında: bu konsantrasyonların *N. major* larvalarında ağzın dışarı doğru çıkık hale gelmesi, baş ve gövde kısmının şişmesi, yan veya dik yüzme, kıvrılma-kıvrınma biçiminde hareket etme gibi anormalliklere sebep olduğu gözlemlendi. *F. limnocharis* larvalarında ise baş ve gövde kısmının şişmesi, kuyruğun kıvrılması, felç, pigment kaybı ve bağırsakta kanama gibi anormalliklere sebep olduğu saptandı. İki türde de anormalliklerin konsantrasyon yükselişiyle paralel bir artış gösterdiği fakat *N. major* larvalarının larval süreci tamamlayamadan öldüğü, dolayısıyla nitrata karşı daha hassas olduğu belirlendi.

Oromi ve diğerlerinin (2009) *Rana temporaria* larvalarına 0-500 mg/L nitrat ve 0-1,2 mg/L amonyum uyguladığı deneyler sonucunda, nitratin 100 mg/L'den yüksek konsantrasyonlarının ağırlıkta azalış ve ölüme sebep olduğu belirlendi.

Karaoglu ve diğerlerinin (2010) aynı bölge içerisinde bulunan temiz ve kirli iki farklı habitattan elde ettikleri iki farklı populasyona ait *Pelophylax ridibundus* larvalarına kronik (0-25 mg/L) ve akut (0-500 mg/L) seviyelerde amonyum nitrat konsantrasyonları uygulayarak gerçekleştirdikleri deneyler sonucunda: yüksek amonyum nitrat konsantrasyonlarının larval gelişim sürecini uzattığı, büyüme oranını düşürdüğü, gözlemlenen anormallikler ile ölümlerin oranını arttırdığı, her ikisinin de başlama zamanını kısalttığı, aktivite seviyesini düşürdüğü tespit edildi. Ayrıca doğal ortamında nitrat kirliliğine maruz olan populasyonun amonyum nitrata, temiz bölgede yaşayan populasyona göre hem akut hem kronik konsantrasyonlarda daha dirençli olduğu, doğal ortamdaki kirliliğin amonyum nitrata direnci arttıran bir adaptasyon mekanizması geliştirmiş olabileceği tespit edildi.

### **1.4.3. Nitrat Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri**

Şüphesiz ki inorganik suni gübrelerin dünya genelindeki artan kullanımları sağlık ve ekonomi açısından insanlara muazzam faydalar getirmektedir. Durmaksızın artan nüfus dolayısıyla gereksinim duyulan besin üretimini çarpıcı düzeyde arttırmaktadır. Bununla

beraber, yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi ve deniz canlıları gibi zengin besin kaynaklarından yararlanılabilmesi açısından insan toplulukları için vazgeçilemez olan su kaynaklarının nitrat bileşikleri gibi etkenlerle kirlenmesi, insan sağlığı ve ekonomisi üzerinde devasa boyutta olumsuz etkiler yaratacaktır.

Kirlenmiş içme suyuyla vücuda alınan nitrat bileşiklerinin, sindirim kanalındaki anaerobik şartlarda nitrit bileşiklerine dönüştürülmesi, insanlarda methemoglobineminin ortaya çıkmasına sebep olabilir ve sonucunda hemoglobinin methemoglobine dönüşmesiyle oksijen taşınımı azalabilir veya durabilir. 1945'den beri dünya genelinde 3000'den fazla methemoglobinemi vakası rapor edilmiştir. Bunlardan çoğu mülke özel kuyuların yüksek nitrat kirliliği içeren sularının (>10 mg/L NO<sub>3</sub>-N) kullanımından kaynaklanmıştır. İnsanların methemoglobinemiden korunabilmesini sağlayacak maksimum nitrat oranı; içme suyunda 10 mg/L NO<sub>3</sub>-N, maksimum nitrit oranı ise 1 mg/L NO<sub>2</sub>-N olarak kabul edilmiştir (World Health Organization, 1996; Knobeloch vd., 2000; Wolfe ve Patz, 2002).

Methemoglobineminin tipik belirtileri: deri ve mukozada morarma, baş ağrısı, baygınlık, kısmi bilinç kaybı, bitkinlik, kalp çarpıntısı, istemsiz kasılmalarıdır. Sonucunda ise solunumun durması sebebiyle boğulma ve nihayetinde ölüm gerçekleşmektedir (Knobeloch vd., 2000; Fwetrell, 2004; Greer ve Shannon, 2005).

Vücuda alınan nitrat ve nitrit bileşikleri aynı zamanda sindirim kanalında kansere yol açma potansiyeline de sahiptirler. Çünkü memeliler için en güçlü kanserojenler arasında bilinen nitrozamin bileşiklerinin meydana gelmesine yardımcı olurlar. Sindirim kanalında nitrozaminlerin sentezlenmesinin muhtemel sonucu ise dimetilnitrozaminlerin oluşmasıdır. Dimetilnitrozaminlerin kanserojen etkisi, yüksek dozlarına kısa süreli maruz kalınması veya düşük dozlarına uzun süreli maruz kalınması sonucunda DNA'nın alkilenmesi yoluyla ortaya çıkar (Knobeloch vd., 2000; Wolfe ve Patz, 2002; Fwetrell, 2004; Townsend vd., 2003).

Diğer taraftan, bazı araştırmalara göre; vücuda alınan nitrat ve nitrit bileşikleri genlerde mutasyonlara, organ veya dokularda hasarlara ve doğuştan gelen özürlere (Luca vd., 1987), non Hodgkin's lenfoma riskinde artışa (Ward vd., 1996), koroner kalp rahatsızlıklarına (Cerhan vd., 2001), mesane ve ovaryum kanserlerine (Weyer vd., 2001), insülin bağımlı şeker hastalığına (Van Maanen vd., 2000), aşırı tiroit büyümesine (Van Maanen vd., 1994), düşüklere (Centers for Disease Control ve Prevention, 1996), solunum yolu enfeksiyonlarına (Gupta vd., 2000) da sebep olabilmektedir.

Ayrıca nitrat bileşikleri sebebiyle gelişimi artan zararlı algilere ait toksinler de sağlık sorunları meydana getirebilmektedir. Çeşitli laboratuvar çalışmaları, siyanobakterilerin ve

dinofilagellatların toksinlerinin memeliler için çok zararlı hepatotoksik ve nörotoksik etkilerinin bulunduğunu ortaya koymuştur (Dawson, 1998; Chorus, 2001; Landsberg, 2002).



## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Materyal**

Bu çalışmada *Pelodytes caucasicus* (Kafkas kurbağası) türüne ait Uzungöl ve Hıdırnebi'den alınmış yumurtalardan laboratuvar koşullarında elde edilmiş larvalar kullanılmıştır.

### **2.2. Yöntem**

Bu çalışma kapsamında amonyum nitrat gübresinin Kafkas kurbağası üzerindeki etkilerinin ortaya konması amaçlandı. Ayrıca, kirli bölgede yaşayan populasyonların temiz bölgede yaşayan populasyonlardan daha dirençli olduğu hipotezini test etmek amacıyla çalışma alanı olarak farklı iki bölge seçildi.

#### **2.2.1. Yer Seçimi**

Uygun habitat olarak Uzungöl ve Hıdırnebi seçildi. Çünkü yapılacak olan çalışmanın amacına uygun olarak bu iki bölge, nitrat kirliliği açısından birbirinden çok farklıdır. Yapılan su analizleri sonucunda Uzungöl habitatının ortalama nitrat değeri 1,5 mg/l olarak, Hıdırnebi habitatının ortalama nitrat değeri ise 20 mg/l olarak belirlendi.

Uzungöl habitatının temiz kalma sebebi olarak, burada bulunan ana gölden ve alabalık çiftliklerinden bağımsız olması, dolayısıyla olası bir ötrofikasyondan korunmuş olmasıdır. Hıdırnebi habitatında var olan nitrat kirliliğinin sebepleri olarak ise çalışma alanı içerisinde bulunan suni alabalık yetiştirme havuzuna ait atıklar, çevre halkının beslediği büyükbaş hayvanların gübreleri ve hayvanları daha iyi beslemek amacıyla oluşturulan otlaklara uygulanan nitrat tabanlı suni gübreler sayılabilir.

### 2.2.2. Çalışma Alanları

Aralarında 83 km bulunan bu iki habitat kendi içinde bazı benzerlikler ve farklılıklar taşımaktadır. Hıdırnebi’de yumurta örneklerinin alındığı bölge büyük yapay bir göletin yakınlarında bulunan, geniş bir alana yayılmış irili ufaklı su birikintilerinden oluşmaktadır. Bu su birikintilerinden bir kısmı yağmur sularının yol kenarında oluşturduğu sığ, küçük göletçikler, bir kısmı ise derinliği birkaç metreyi, uzunluğu 10-15 metreyi genişliği 3-5 metreyi bulan, etrafı, içi ve kenar kısımları çeşitli kara ve su bitkileri ile kaplı daha büyük göletçikler şeklindedir. Çalışma alanı yakınlarında suni bir alabalık yetiştirme havuzu bulunmaktadır. Alınan yumurta örnekleri bu göletçiklerin kenar kısımlarındaki çeşitli bitkilere sarılı halde bulunmaktadır. Kullanılan GPS cihazı yardımıyla buradaki çalışma alanının koordinatları  $40^{\circ}57'27.83''$  K ve  $39^{\circ}26'1.27''$  E şeklinde, rakımı ise yaklaşık 1600 metre olarak belirlendi. Yumurtaların toplandığı zaman aralığında buradaki sucul habitata ait sıcaklık



Şekil 4. Çalışma yapılan alanların harita üzerinde gösterimi (Sarı ölçek çizgisinin uzunluğu 83 km.)

değeri kullanılan elektronik termometre yardımıyla  $14-16^{\circ}\text{C}$  olarak, suyun ortalama pH değeri ise kullanılan portatif pH metre yardımıyla 8,36 olarak belirlenmiştir. Uzungöl’deki çalışma alanı ise bir motelin arka bahçesindeki birbirine bağlı iki göletçik şeklindedir. Bu göletçiklerin derinliği 2-3 metreyi bulurken uzunluğu 8-10 metreyi, genişliği 5-6 metreyi bulmaktadır. Bu

göletlerden birinin içi sazlık, diğerinin içi ve kıyı kısımları ise çimen ve çeşitli su bitkileriyle kaplıdır. Göletçiklerin etrafları yer yer çalılıklar bulunduran çimenlik bir arazidir. Alınan yumurta örnekleri Hıdırnebi bölgesindeki benzer olarak bu göletçiklerin kenar kısımlarındaki çeşitli bitkilere sarılı halde bulunmaktadır. Buradaki çalışma alanının koordinatları da 40°36'44.33" K ve 40°18'42.53" E şeklinde, rakımı ise yaklaşık 1100 metredir. Yumurtaların toplandığı zaman aralığında buradaki sucul habitata ait sıcaklık değeri 16-18°C, suyun ortalama pH değeri ise 7,97'dir.

### 2.2.3.1. Su Örneklerinin Alınması ve Muhafazası

Üreme dönemi boyunca yapılan örnekleme esnasında 500 ml'lik plastik kaplar kullanıldı. Su örneği derelerin en akıntılı yerinden ve yüzeyin 20 cm kadar altından alındı. Örnekler alınır alınmaz buz içeren, kapaklı köpük kaba alındı. Çünkü ısı artışı nitrat ve nitrit bakterilerinin aktivitesini artırarak nitrat ve nitrit değerlerini etkilemekte, bu sebeple analizlerde yanlış sonuç alınmasına yol açmaktadır. Aynı sebepten, laboratuara ulaşıldığında da örnekler hemen incelenmeyecekse -20°C'de saklandı.



Şekil 5. Çalışma alanlarının genel görünümü ve örneklerin toplanması

### 2.2.3.2. Su Analizleri ve Sonuçları

Analizler Spektroquant cihazı kullanılarak nitrit, nitrat ve amonyum tayin kitleri yardımı ile gerçekleştirildi. Bu kitler yardımıyla nitrit ( $\text{NO}_2$ ) ve nitrat ( $\text{NO}_3$ ) değerleri tam ve doğru biçimde saptanabildi fakat kullanılan amonyum ( $\text{NH}_4$ ) kiti 2,6 mg/L ve üzerindeki değerleri ölçebildiği için iki bölgeye ait amonyum değerleri tam olarak saptanamadı. Sadece iki bölgedeki amonyum değerinin de 2,6 mg/L'den düşük olduğu belirlenebildi. Elde edilen su analizi sonuçları aşağıda (Tablo 1) görülmektedir.

Tablo 1. Su analizi sonuçlarının habitatlara göre dağılımı

	Uzungöl Habitatı	Hıdırnebi Habitatı
<b>Ortalama Amonyum (<math>\text{NH}_4</math>) Değeri</b>	2,6 mg/L'den düşük	2,6 mg/L'den düşük
<b>Ortalama Nitrat (<math>\text{NO}_3</math>) Değeri</b>	1,5 mg/L	19,9 mg/L
<b>Ortalama Nitrit (<math>\text{NO}_2</math>) Değeri</b>	0,015 mg/L	0,16 mg/L



Şekil 6. Su analizlerinin gerçekleştirildiği Spektroquant cihazının ve kitlerin görünümü

#### 2.2.4. Yumurta Örneklerinin Alınması

Uygun habitat belirlendikten sonra düzenli arazi çalışmalarıyla ergin bireylerin üreme dönemleri takip edildi. Yumurtalar bırakıldıktan sonra; deneysel çalışmalar için 6-7 farklı kümeden gerekli miktarda yumurta alınarak, aktarma esnasında laboratuara ulaşınca kadar yumurta içerisindeki embriyoların oksijen gereksinimini karşılamaya yetecek miktarda su alabilen, dökülme riskine karşı kapağı bulunan fakat kapağı üzerinde oksijen girişini sağlamak amacıyla delikler içeren plastik bir kap içerisinde, yumurtaları örtecek ve doğal ortamında olduğu kadar aşacak miktarda su ile laboratuara getirildi. Yumurtaların alındığı bölgeden aynı zamanda su örnekleri de alınıp nitrat, nitrit içeriği belirlenmek üzere depolandı.



Şekil 7. Farklı yumurta kümelerinin görünümü: a) Uzaktan görünüm, b) Yakından görünüm ve c) Genel görünüm

### **2.2.5. Yumurtaların Bakımı**

Laboratuara aktarılan yumurtalar, deneysel sürecin tamamında deney çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılacak olan RSW (Reconstituted Soft Water veya Yapay Tatlı Su) çözeltisi oluşturularak bu çözelti içerisine alındı. Su sıcaklığının doğal ortama da uygun olarak 19-21 C° civarında olmasına dikkat edildi. Gerekli oksijen ise sürekli işlev gören hava motorlarıyla karşılanmaya çalışıldı (Johansson vd., 2001). Yumurtaların bulunduğu kap içerisine doğal ortamlarından alındıkları bazı bitkiler yerleştirildi. Böylece yumurtaların kabın zeminine direkt temasları engellendi. Bu da embriyoların her yönden oksijen alabilmesini ve iyi bir şekilde gelişebilmesini sağladı (Demirsoy, 1998).

### **2.2.6. Larvaların Uygun Gelişme Aşamasına Kadar Büyütülmesi**

Kuluçka dönemi bitip yumurtalardan larvalar çıktıktan sonra bunlar da RSW çözeltisi içerisinde, yaklaşık 19-21 C°'de ve yukarıda bahsedildiği gibi bir havalandırma düzeneği bulunan büyükçe bir akvaryum içerisinde tutularak Gosner'in (1960) ölçütlerine göre 25. gelişim aşamasına ulaşmaları beklendi (Johansson vd., 2001; Hecnar, 1995). Bu aşamadan önce larvalarda dışarıdan beslenme söz konusu olmadığından besin olarak herhangi bir şey verilmedi ve bu süre zarfında 3 günde bir çözeltiler değiştirildi. Laboratuara getirilen larvaların yumurtadan çıkması ortalama 3-4 gün, yumurtadan çıkan larvaların 25. Gelişim aşamasına ulaşması ise ortalama 7-8 gün sürdü.

### **2.2.7. Deney İçin Uygun Larvanın Seçimi**

25. gelişim aşamasına ulaşan larvalardan deney için morfolojik açıdan veya davranışlar açısından herhangi bir anormalliği olmayan ve hemen hemen aynı boyuta sahip olanlar arasından gerekli sayıda larva seçildi ve tartılarak deney çözeltilerine aktarıldı (Oldham, 1999). Larvalar seçilmesi esnasında gelişim aşamaları Gosner (1960)'in ölçütlerine göre belirlendi. İlk ölçüm değerlerine ait ortalama ağırlık ve boy değerleri bulgular kısmında grafikler halinde verilmiştir.

### 2.2.8. Deney Şartları

Tüm deneyler doğal fotoperiyotta, yaklaşık 19-21C°'de gerçekleştirildi. Sıcaklık tüm kaplarda klima yardımı ile sabit ve eşit tutuldu. Uygulamalar 5 litrelik kaplarda, kronik deney için 3, akut deney için 2 litrelik çözeltiler içerisinde gerçekleştirildi.

### 2.2.9. Deney Çözeltilerinin Hazırlanması

Deneyler için gerekli çözeltiler yukarıda da bahsedildiği gibi RSW hazırlanıp bu çözelti içerisinde uygun miktarda amonyum nitrat çözülerek oluşturuldu. RSW ise; 1 litre deiyonize su içerisinde 48 mg NaHCO<sub>3</sub>, 30 mg CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O, 61 mg MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 2 mg KCl çözülerek hazırlanmaktadır. Amonyum nitratın toksikliği pH'a bağımlı olduğu için her çözeltinin pH'sı 10 mM Tris tamponu ile 7,5'e ayarlandı (Johansson vd., 2001).



Şekil 8. Deney kapları ve düzeninin genel görünümü

### 2.2.10. Kronik Deneyin Uygulanışı

Deneyin bu aşamasında gerçekleştirilen uygulamada, her iki popülasyona ait larvalara çevrede de mevcut olabilecek düşük nitrat değerleri uzun vadeli uygulanarak, amonyum nitratın bu tür üzerindeki kronik etkileri araştırıldı. Her iki popülasyon için de 0, 5, 10, 15, 20 ve 25 mg/L'lik amonyum nitrat çözeltileri kullanılarak öncelikle bu suni gübrenin bu tür üzerindeki etkileri, sonra da temiz bölge olan Uzungöl'e ve kirli bölge olan Hıdırnebi'ye ait

larvalarda amonyum nitrata karşı verilen tepkilerde herhangi bir farklılık olup olmadığı araştırıldı. Ayrıca, doğal ortamında zaten nitrat kirliliğiyle yüz yüze olan Hıdırnebi popülasyonunda nitrata karşı bir adaptasyonun gelişip gelişmediği belirlenmeye çalışıldı.

Deneyler her iki popülasyonda da her bir konsantrasyon için 5'er tekrarlı olarak gerçekleştirildi. Her tekrarda 6'şar larva kullanıldı. Dolayısıyla her uygulama grubunda her iki popülasyon için de toplam 30'ar, kronik uygulama için ise toplam 180'er larva kullanılmış oldu.

Deney başlatılmadan önce kronik deney için gerekli bu 180 larvanın ağırlığı 0,0001 g düzeyinde hassasiyete sahip terazi, boyu ise 0,01 mm düzeyinde hassasiyete sahip elektronik kumpas kullanılarak ölçüldü. Ağırlık ölçülürken seçilen larva önce küçük bir atrap yardımı ile sudan dışarı alınıp yumuşak bir bez üzerinde olabildiğince kısa sürede ve dikkatlice kurulandı. Sonra hassas terazi üzerine yerleştirilmiş içi su dolu ve darası alınmış petri içerisine bırakılarak kaydedildi. Boyu da aynı petri içerisinde larva hareketsiz halde iken kumpasın uçları larvanın gövde ön ucu ve kuyruk ucuna hafifçe temas edecek biçimde ölçülerek kaydedildi. Ölçüm değerleri kaydedilen her larva tek tek işaretli plastik bardaklara alındı. Her bardaktaki larvaların ölçüm değerleri biliniyordu ve bu 180 larva Microsoft excel programı yardımıyla uygulama gruplarının tümünde her tekrarda larvaların başlangıç ağırlıkları eşit olacak biçimde dağıtıldı.

Larvalar deney solüsyonlarına 25. gelişim aşamasından 42. gelişim aşamasına kadar maruz bırakılmalıydılar (Johansson vd., 2001). Fakat önceki deneysel incelemelerimizden Kafkas Kurbağası larvalarının laboratuvar şartlarında metamorfoza girmesinin mümkün olmadığı görüldüğünden deney yaklaşık 70 gün sürdürüldü. Çünkü arazi çalışmalarımız sırasında bu türün üreme döneminin Haziran sonundan Eylül başına kadar sürdüğü gözlemlendi ve larvaların Eylül başında kış uykusuna yatana kadar suda geçirdikleri zamanın yaklaşık 70 gün olduğu belirlendi.

Kullanılan çözeltiler hazırlanırken pH'ları yukarıda anlatıldığı gibi 7,5'a ayarlandı ve haftada bir deney çözeltileri yenilendi. Çözelti değişimi esnasında larvalar kısa bir süre için deneylerin sürdürüldüğü kaplardakine eşit konsantrasyonda yeni çözeltiler içeren başka kaplara aktarıldılar. Larvaların önceden bulunduğu kaplar temizlenip yeni çözeltilerle doldurulduğunda larvalar tekrar eski yerlerine alındılar. Ve larvalar her gün her kaba eşit miktarda düşecek şekilde haşlanmış marulla beslendiler (Johansson vd., 2001; Marco vd., 1999; Hecnar, 1995).



Amonyum nitratın kronik etkileri larvalarda bazı parametreler üzerinde ölçümler yapılarak yorumlandı. Bu parametreler; larvaların deney sonundaki büyüklükleri, deney boyunca hayatta kalma oranları, morfolojik ya da davranışsal anormalliklerin ve ölümün ortaya çıkış zamanları ile azlık-çoklukları, larva başına düşen anormallik sayısıdır. Hayatta kalma oranı: ölü larvalar her gün sayılıp kaydedilerek, deney sonundaki büyüklük: deney bitiminde larvaların ağırlıkları hassas terazi ile, boyları kumpasla ölçülüp kaydedilerek, anormalliklerin ortaya çıkış zamanı: larvalar her gün bir kez sabah bir kez akşam kontrol edilip gözlemlenen anormallikler ve ortaya çıkış günleri kaydedilerek, anormalliklerin ve ölümlerin yüzdeleri deney süresince meydana gelen her ölüm ve anormallik kümülatif biçimde toplanarak deney sonunda her uygulama grubunun sayısına bağlı olarak yüzdesi hesaplanmak suretiyle ve larva başına düşen anormallik sayısı anormallikler kaydedilirken her larvada aynı anda kaç anormalliğin görüldüğü yazılarak elde edildi (Johansson vd., 2001; Hecnar, 1995; Marco vd., 1999).

İki bölge arasında nitrat direncinde oluşabilecek farklılıklar, tüm değerlendirilen parametrelerin bu iki bölgeye ait larvalar için mümkünse istatistiksel analizler, değilse sayısal değerlerindeki farklılıklar kullanılarak karşılaştırılması yoluyla ortaya kondu.

### **2.2.11. Akut Deneyin Uygulanışı**

Deneyin bu aşamasında, kısa bir süre için larvalara doğada bulunan nitrat değerlerinin oldukça üstündeki dozlar uygulanarak öncelikle bu tür için popülasyonların yarısının ölümüne yol açacak amonyum nitrat konsantrasyonu ( $LC_{50}$ ) belirlendi. Bunun yanı sıra iki popülasyon için  $LC_{50}$  veya bu yüksek konsantrasyonlara verilen tepkilerde herhangi bir farklılık olup olmadığı araştırıldı. Akut uygulama 0, 50, 75, 100, 150, 250 ve 500 mg/L çözeltiler kullanılarak 15 gün sürdürüldü (Marco vd., 1999). Her deney kabı her popülasyon için 2 litre çözelti ve 5'er larva içeriyordu. Her uygulama çözeltisi 4 kez tekrarlandı. Böylece her popülasyon için her uygulama grubunda 20'şer larva ve akut uygulamada bir bölge için toplam 140 larva kullanılmış oldu. Larvaların uygulama gruplarına dağıtılışı tıpkı kronik uygulamadaki gibi gerçekleştirildi. Larvalara besin olarak her gün her kaba eşit büyüklükte düşecek şekilde haşlanmış marul verildi. Çünkü larvalar beslenmediği takdirde ölümlerin bir sebebi de açlık olacak, bu da sonuçların yorumlanmasını zorlaştıracaktı ve deney çözeltileri her gün yenilendi (Johansson vd., 2001; Xu ve Oldham, 1997; Hecnar, 1995; Watt ve Oldham, 1995). Böylece 15 günlük  $LC_{50}$  belirlenmiş oldu. Deneyler boyunca her gün larvalar

rahatsız edilmeyecek şekilde, gün boyunca bir kez sabah, bir kez öğle, bir kez de akşam olmak üzere 3 kez gözlemlendi ve davranışsal veya morfolojik anormallikler kaydedildi, ölü larvalar sayılarak alındı (Hecnar, 1995; Marco vd., 1999). Akut etkiler de kronik etkilere benzer olarak, larvaların deney sonundaki büyüklükleri, deney boyunca hayatta kalma oranları, morfolojik ya da davranışsal anormalliklerin ve ölümlerin azlık-çoklukları, larva başına düşen anormallik sayısı hesaplanarak ortaya kondu.

### **2.2.12. Kullanılan İstatistiksel Analizler**

Uygulanan deneylerde kontrol ve uygulama gruplarına ait büyüme parametreleri, anormallik oranları, ölüm oranları, anormalliklerin ortaya çıkış zamanları ve ölümlerin ortaya çıkış zamanları arasında fark olup olmadığının belirlenmesinde SPSS 17.0 (Statistical Package for social Science) paket programı içerisinde bulunan nonparametrik Kruskal Wallis, Mann-Whitney U ve Chi-Square testleri kullanıldı. Akut deneyde LC<sub>50</sub> değerinin belirlenmesinde ise StatPlus paket programı içerisinde bulunan Probit analizi (Finney Method [Lognormal Distribution]) kullanıldı.

### **3. BULGULAR**

#### **3.1. Kronik Deney**

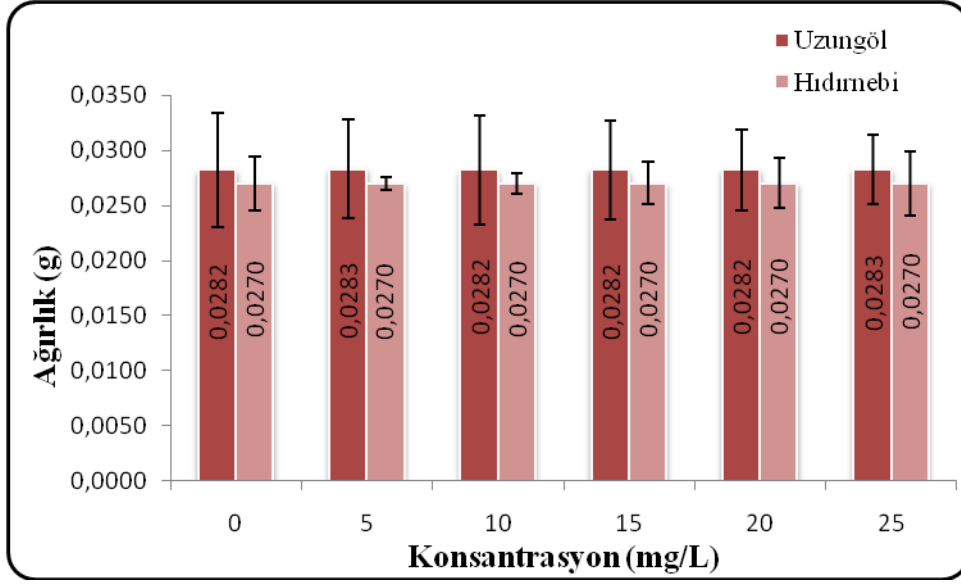
##### **3.1.1. Büyüme Parametreleri**

Deney uygulanmaya başlanmadan önce iki bölgeye ait populasyondan da ağırlıkları birbirine çok yakın olabilecek 180'er larva ölçüldü. Numaralandırılmış plastik bardaklara alınan bu larvalar, ağırlık ortalamaları her deney kabında eşit olacak biçimde ve her konsantrasyon için 5 tekrara, tekrar başına 6'şar larva gelecek şekilde dağıtıldı. Ayrıca yapılan analizlerden elde edilen veriler ışığında konsantrasyon tekrarları arasında istatistiki anlamda fark bulunmadığı sonucuna varılması sebebiyle (Ek Tablo 1 ve Ek Tablo 2), daha sonra yapılacak istatistiki analizlerde her konsantrasyon için tekrarlar birleştirilip tek grup haline getirilerek değerlendirildi.

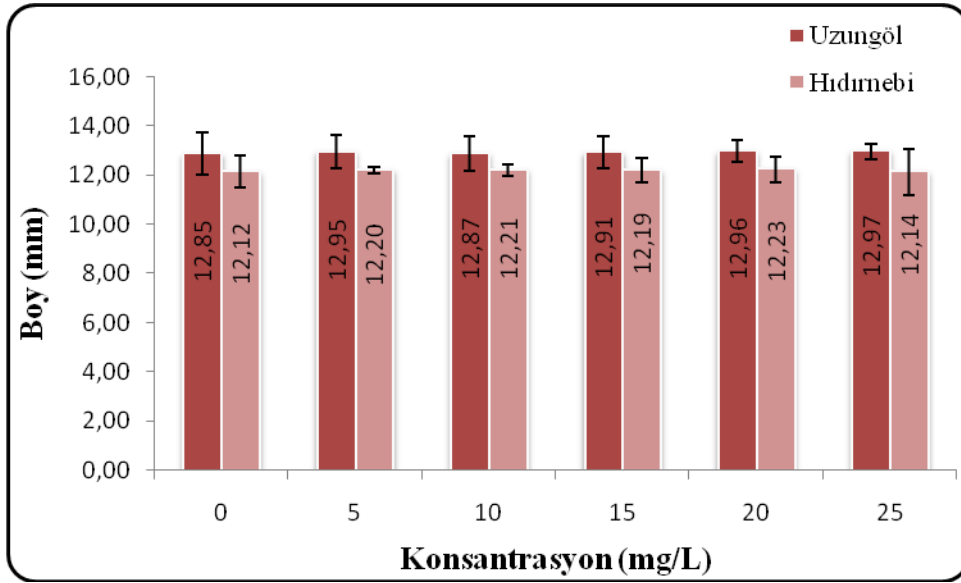
Ağırlık ve boy değerleri hem aynı populasyonun farklı deney grupları arasında hem de farklı iki populasyonun eş deney grupları arasında istatistiki olarak karşılaştırıldı. Elde edilen sonuçlar ne aynı populasyonun farklı deney grupları arasında (Ek Tablo 3 ve Ek Tablo 4), ne de farklı iki populasyonun eş deney grupları arasında ilk ölçümde ağırlık değerleri açısından istatistiki bir fark olmadığını ortaya koydu. Sadece farklı iki populasyonun boy değerleri arasında istatistiki anlamda önemli bir fark olduğu belirlendi (Ek Tablo 5). İlk ölçüme ait ağırlık ve boy değerleri de Şekil 9 ve 10'da görülmektedir.

Deney bitiminde hayatta kalan larvalardan elde edilen son ölçüm değerleri analiz edilirken de ilk ölçüm değerleri gibi önce konsantrasyon tekrarları karşılaştırıldı. Tekrarlar arasında istatistikî anlamda bir fark bulunmadığı ortaya konduktan sonra (Ek Tablo 6 ve Ek Tablo 7) her deney grubu için tekrarlar birleştirilip yine tek grup olarak analiz edildi.

Uzungöl populasyonunun uygulama grupları son ölçümler açısından kendi içerisinde karşılaştırıldığında ne ağırlık değerleri ne de boy değerleri bakımından bu gruplar arasında istatistiki anlamda önemli bir fark bulunmadığı belirlendi (Ek Tablo 8). Fakat uygulama gruplarının büyüme parametreleri arasındaki benzerliğin çok yüksek olmaması sebebiyle her grup birbiriyle bir de ikili olarak karşılaştırıldı. Bu karşılaştırmalar sonucunda 25 mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama grubunun ağırlık ve boy değerlerinin kontrol grubu ve 15 mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama grubunun değerlerine göre önemli düzeyde azaldığı tespit edildi (Ek Tablo 9).



Şekil 9. Kronik deney ilk ölçümüne ait ağırlık değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı

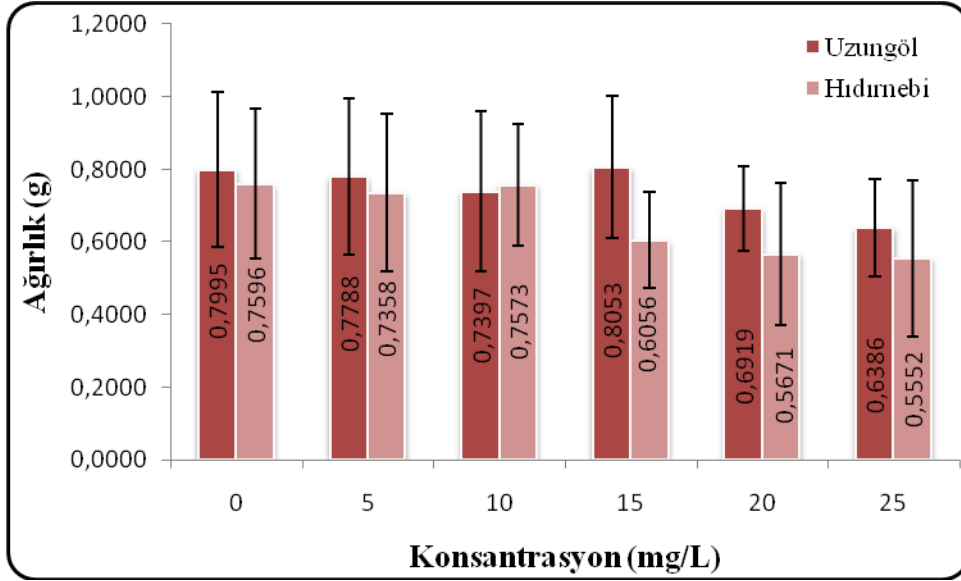


Şekil 10. Kronik deney ilk ölçümüne ait boy değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı

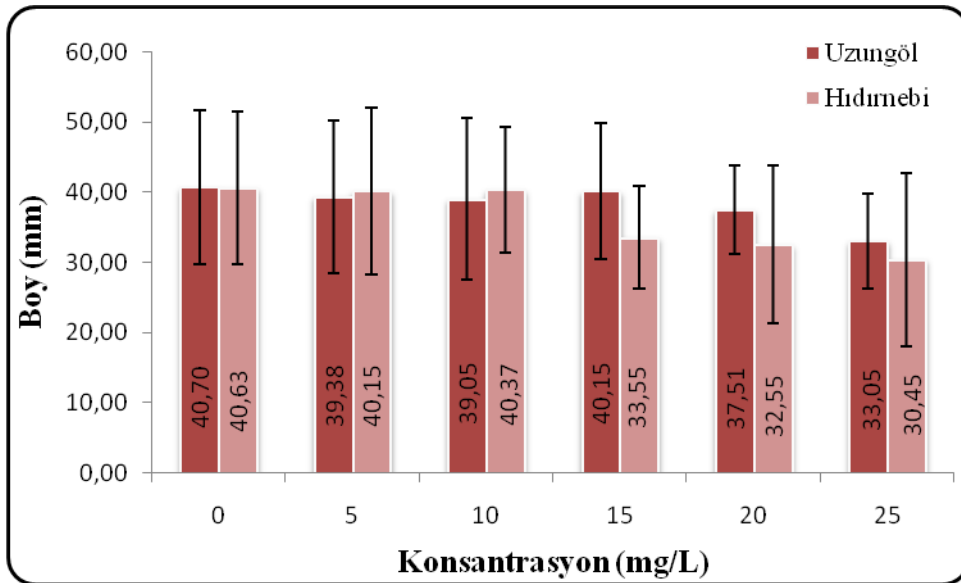
Hıdırnebi populasyonunun uygulama grupları son ölçüm değerleri açısından kendi içerisinde karşılaştırıldığında ise hem ağırlık hem de boy değerlerinin gruplar arasında istatistiki açıdan çok önemli düzeyde farklı olduğu belirlendi (Ek Tablo 10). Sonrasında bu gruplar arasında yapılan ikili karşılaştırmalar: ağırlık ve boy değerleri açısından kontrol grubu ile 5 mg/L ve 10 mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama gruplarının kendi içerisinde; 15, 20 ve 25 mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama gruplarının da kendi içerisinde benzer olduğunu gösterdi. Fakat 15, 20 ve 25 mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama gruplarının ağırlık ve boy değerleri kontrol grubu ve diğer uygulama gruplarının değerlerinden önemli düzeyde düşüktü (Ek Tablo 11).

Kronik deneyin son ölçüm değerleriyle ilgili ağırlık ve boy verileri Şekil 11 ve 12'de görülmektedir. Deney sonunda Uzungöl populasyonunun uygulama gruplarına ait larvaların ağırlık değerleri kontrol grubu larvalarına göre sırasıyla %3, %8, %0, %13, %20 boy değerleri de sırasıyla %3, %4, %1, %8, %19 azalış gösterdi. Hıdırnebi populasyonunun uygulama gruplarına ait larvaların ağırlık değerleri ise kontrol grubu larvalarına göre sırasıyla %3; %0,3; %20; %25; %27 boy değerleri de sırasıyla %1; %0,7; %17; %20; %25 azalış gösterdi.

İki populasyonun eş uygulama grupları son ölçüm değerleri açısından birbirleriyle karşılaştırıldıklarında; kontrol grupları, 5'er mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama grupları ve 10'ar mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama gruplarının ölçüm değerleri bakımından benzerlik gösterdiği belirlendi. Bununla birlikte, 15'er mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama gruplarının hem ağırlık hem boy değerleri bakımından istatistikî anlamda çok önemli düzeyde fark ihtiva ettiği, 20'şer mg/L amonyum nitrata ve 25'er mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama gruplarının ise ağırlık değerleri açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark ihtiva ettiği tespit edildi. Hıdırnebi populasyonuna ait 15, 20 ve 25 mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama gruplarının ağırlık değerlerinin, Uzungöl populasyonunun eş uygulama gruplarına ait değerlerden istatistiki açıdan önemli düzeyde düşük olduğu belirlendi (Ek Tablo 12).



Şekil 11. Kronik deney son ölçümüne ait ağırlık değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



Şekil 12. Kronik deney son ölçümüne ait boy değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı

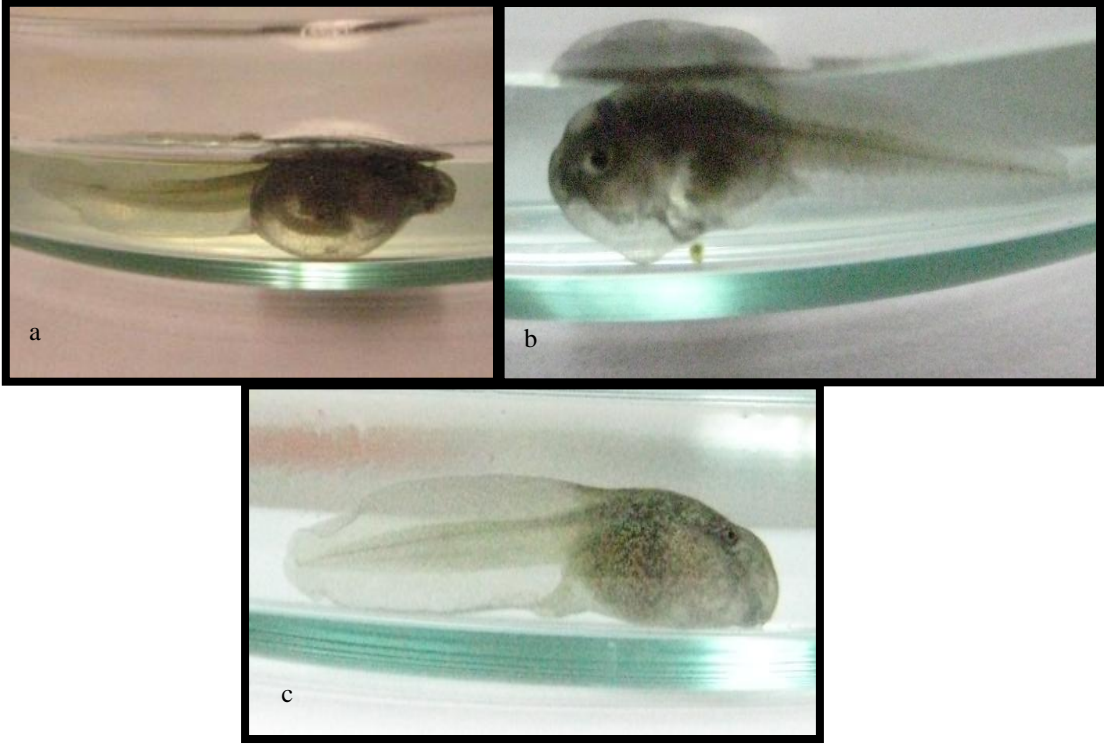
### 3.1.2. Anormallik ve Ölüm Değerleri

10 haftalık deney süresince yapılan gözlemler sonucunda her iki popülasyona ait larvaların da kontrol grubu dışındaki tüm uygulama gruplarında, davranışsal ve fiziksel bazı anormalliklere sahip oldukları tespit edildi. Bunlar: yüzmede yavaşlama ve dengesizlik, harekette ve beslenmede azalma, kamburluk, larvanın gövdesinin gelişme eksikliği nedeniyle şekil değiştirmesi, gelişmede azalma, vücutta kasılma, pigment kaybı, gözde kusur, ödem ve felç olarak sıralanabilir. Gözlemlenen anormallik vakalarına ait bazı örnekler Şekil 13-18'de görülmektedir.

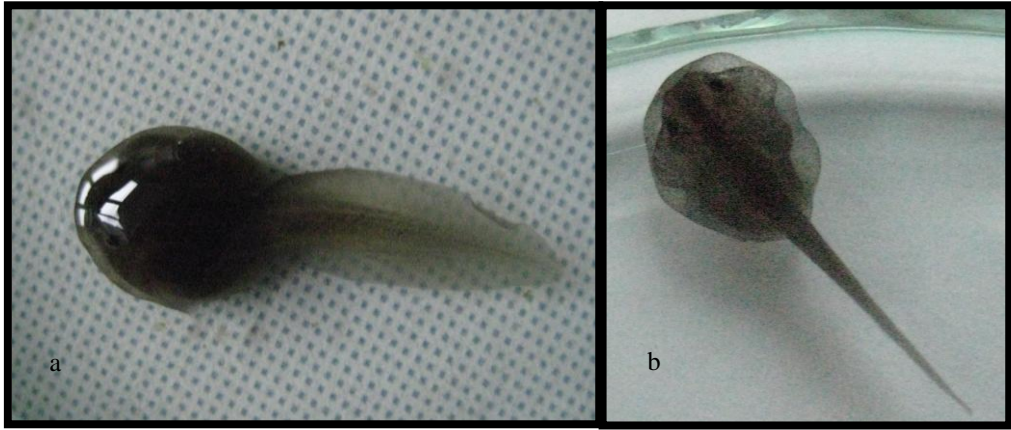
Ayrıca her iki popülasyona ait larvaların da kontrol grubu dışındaki tüm uygulama gruplarında belli oranlarda ölüme maruz kaldıkları gözlemlendi.



Şekil 13. Kanser benzeri bozukluk: a. Normal bir larva, b-c. Vücudunda kanser benzeri bozukluk taşıyan larvalar

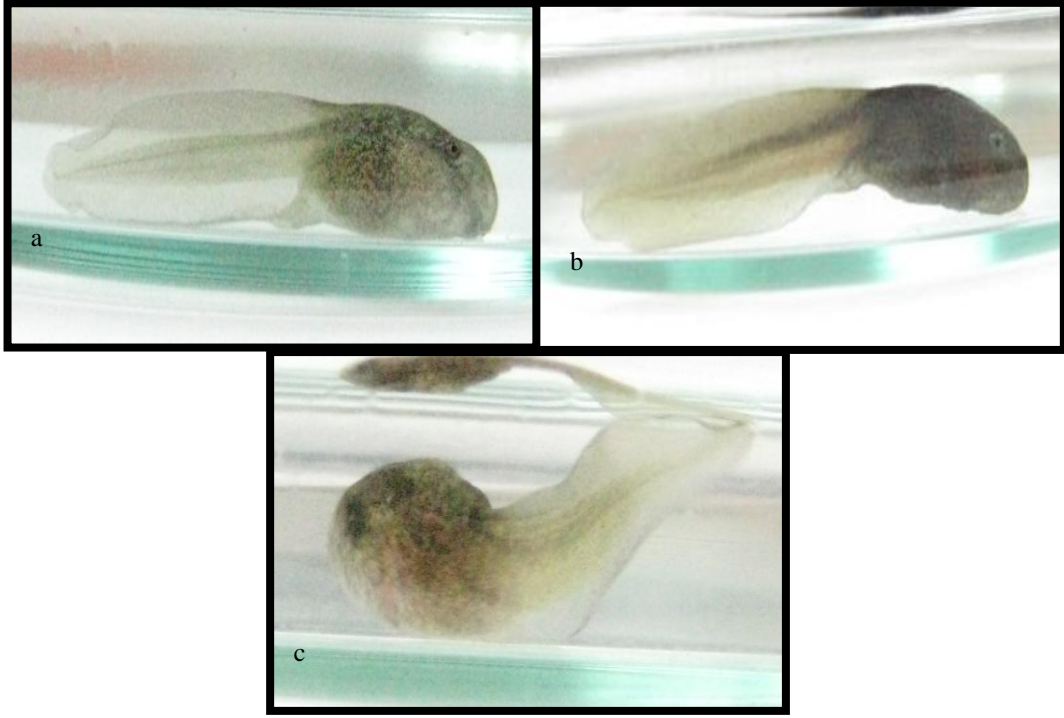


Şekil 14. Pigment kaybı ve ödem: a-b. Karın kısmında ödem ve pigment kaybı görülen bir larva, c. Normal görünümlü bir larva.



Şekil 15. Gövde biçiminde bozulma ve pigment kaybı: a. Normal görünümlü bir larva, b. Gövde biçimi bozulmuş, gövdesinin ön ve yan kısımlarında pigment kaybı görülen bir larva.

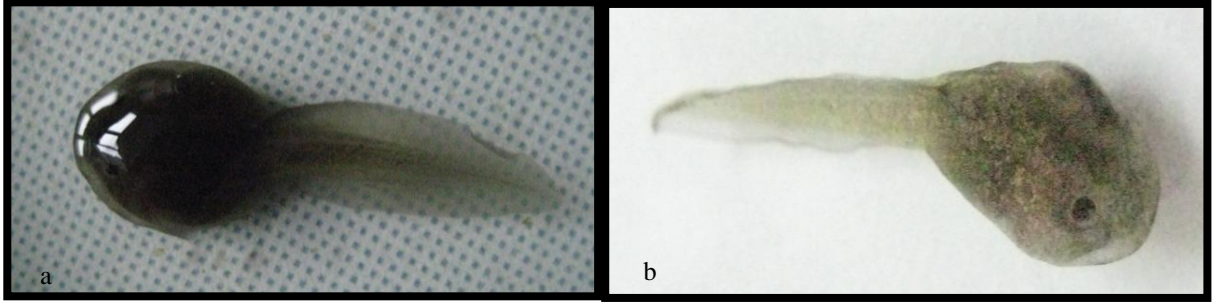




Şekil 16. Kamburlaşma: a. Vücut duruşu normal bir larva, b. Vücut duruşunda kamburlaşma görülen bir larva, c. Ters yönde kamburlaşmış bir larva



Şekil 17. Gövde biçiminde bozulma a. Normal görünümlü larva, b-c. Gelişememe durumunda ağırlık kaybı sonucu gövde biçimi bozulmuş larvalar



Şekil 18. Göz kusuru: a. Normal bir larva, b. Göz kusuru taşıyan bir larva

### 3.1.2.1. Görülüş Yüzdeleri

Deney sonunda ulaşılan toplam anormal larva sayısı, larva başına düşen ortalama anormallik sayısı, deney boyunca gözlemlenen toplam vaka sayısı ve anormalliklerin yüzde değerleri ele alınıp hem iki populasyonun bu açılardan farklı konsantrasyonlarındaki durumu, hem de iki populasyonun birbirine karşı durumu değerlendirildi. Gözlemlenen tüm anormallik ve ölüm vakalarının iki populasyonda da zaman ve konsantrasyon artışıyla az yada çok paralel biçimde yükseliş gösterdiği tespit edildi. Deney sonunda ulaşılan toplam anormal larva sayısı, larva başına düşen ortalama anormallik sayısı ve deney boyunca gözlemlenen toplam vaka sayısı değerlerinin Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonuna göre daha yüksek sayısal değerlere ulaştığı belirlendi. Ayrıca yavaşlama ve felç vakaları hariç diğer tüm anormallik vakalarının yüzde değerlerinin, Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonuna oranla oldukça yüksek seyrettiği tespit edildi.

Uzungöl populasyonunda kronik deney boyunca kaydedilen her anormalliğe ait veriler bu populasyonun tüm uygulama grupları içerisinde Kruskal Wallis testi ile karşılaştırıldığında, tüm anormalliklerin (yavaşlama, dengesizlik, gelişememe, vücut şeklinde bozukluk, kamburluk, pigment kaybı, ödem) ve ölüm vakasının konsantrasyon artışından bağımsız seyrettiği, yani düşük konsantrasyonlarda da yüksek konsantrasyonlarda da benzer değerlere sahip olduğu belirlendi (Ek Tablo: 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20)

Hıdırnebi populasyonunda kronik deney boyunca kaydedilen her anormalliğe ait veriler Kruskal Wallis testi ile bu populasyonun tüm uygulama grupları içerisinde karşılaştırıldığında: sadece gelişememe vakası ve ölümün konsantrasyon artışına paralel olarak değişip düşük konsantrasyonlarda düşük, yüksek konsantrasyonlarda ise önemli oranlarda yüksek değerlere sahip olduğu tespit edildi (Ek Tablo: 21, 22, 23, 24). Diğer

anormalliklerin ise konsantrasyon artışından bağımsız bir seyre sahip olduğu belirlendi (Ek Tablo: 25, 26, 27, 28, 29, 30).

Deney boyunca gözlemlenen tüm anormalliklerin tüm uygulama gruplarındaki toplam sayıları iki populasyon arasında Mann Whitney-U testiyle karşılaştırıldığında: dengesizlik, pigment kaybı, ödem anormalliklerine ve ölüm vakasına ait değerlerin bu iki populasyon arasında önemli düzeyde farklı olduğu ortaya çıktı (Ek Tablo: 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38). Uzungöl populasyonunda bu 3 anormalliğe ve ölüm vakasına ait değerlerin Hıdırnebi populasyonuna göre önemli düzeyde yüksek olduğu görüldü. Yavaşlama, gelişememe, vücut şeklinde bozukluk, kamburluk anormalliklerine ait değerlerin ise iki populasyon için de benzer olduğu saptandı. Her ne kadar bu 4 anormalliğe ait değerler Uzungöl populasyonu için Hıdırnebinin değerlerinden nispeten daha yüksek de olsa, iki populasyon arasındaki farkın istatistiki anlamda önemli olmadığı belirlendi (Ek Tablo: 39, 40, 41, 42, 43, 44).

Ayrıca deney sonunda ulaşılan toplam anormal larva sayıları her vaka ve her uygulama grubu için Chi-square (Ki-Kare) testi ile karşılaştırıldığında, yukarıdaki test sonuçlarına benzer olarak dengesiz, kambur, pigment kaybı taşıyan, ödemli ve ölü larvaların sayılarının iki populasyon arasında önemli düzeyde farklı olduğu belirlendi. Bu farklılık özellikle hem 5'er, 10'ar, 20'şer mg/L gruplarında hem de toplam ortalama anormal larva sayılarında mevcuttu. Yavaş, gelişmemiş, vücut şekli bozuk ve felçli larvaların sayısında ise iki populasyon arasında önemli bir fark olmadığı tespit edildi. Yavaş ve gelişmemiş larva sayılarının 20'şer mg/L gruplarındaki değerleri ile felçli larvaların 10'ar ve 15'er mg/L gruplarındaki sayıları gibi istisnalar hariç tüm değerler Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonundakilerden önemli düzeyde yüksekti (Tablo 3, Ek Tablo 45).

Deney sonunda ulaşılan anormallik vakalarının toplam sayılarının Chi-square (Ki-Kare) analizi ile test edilmesi sonucunda da yukarıdaki sonuçlara benzer veriler elde edildi. Dengesizlik, gelişememe, pigment kaybı, kamburluk, ödem anormallikleri ve ölüm vakalarının sayılarının hem çoğu uygulama grubunda hem de tüm uygulama gruplarının ortalama değerlerinde iki populasyon arasında önemli düzeyde fark ihtiva ettiği saptandı. Bu 5 anormallik ve ölüm vakasının çoğu uygulama grubundaki değerlerinin Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonundakilere göre önemli düzeyde yüksek olduğu ortaya çıkarken istisnai olarak sadece yavaşlama ve gelişememe vakalarının 20 mg/L grubundaki ve felç vakasının 15 mg/L grubundaki sayılarının Uzungöl populasyonunda daha düşük olduğu görüldü. Yavaşlama, vücut şeklinde bozukluk ve felç vakalarının sayılarının ise iki populasyonda da benzer olduğu tespit edildi (Tablo 4, Ek Tablo 46). Fakat bir larvada aynı

anda gözlemlenen ortalama anormallik sayısı değerlerinin hiçbir uygulama grubunda iki populasyon arasında önemli düzeyde fark ihtiva etmediği belirlendi Bununla birlikte, bir larvada aynı anda gözlemlenen bu ortalama anormallik sayıları 25 mg/L hariç her konsantrasyonda Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonuna göre sayısal değer olarak yüksekti (Tablo 4, Ek Tablo 47).

Tablo 2. Kronik deney boyunca gözlemlenen tüm anormal larvaların toplam sayıları ve larva başına düşen ortalama anormallik sayıları

	<b>Kronik Deney Boyunca Gözlemlenen Toplam Anormal Larva Sayısı</b>		<b>Bir Larvada Aynı Anda Gözlemlenen Ortalama Anormallik Sayısı</b>	
	Uzungöl	Hıdırnebi	Uzungöl	Hıdırnebi
<b>5 mg/L*</b>	<b>72*</b>	<b>27*</b>	1,5	1,3
<b>10 mg/L*</b>	<b>79*</b>	<b>72*</b>	1,7	1,4
15 mg/L	80	87	1,7	1,5
20 mg/L	91	94	1,9	1,7
<b>25 mg/L*</b>	<b>133*</b>	<b>95*</b>	1,8	2
<b>Ortalama*</b>	<b>91*</b>	<b>75*</b>	1,7	1,6

\*Koyu renk ve yıldızla işaretlenmiş kısımlar, bu parametreler açısından iki populasyon arasında istatistiki açıdan önemli düzeyde fark bulunduğunu göstermektedir.

Deney sonunda anormalliklerin her birinin her iki populasyon için ulaştığı yüzde değerleri Şekil 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26'da ve ölüm vakalarının yüzde değerleri Şekil 27'de görülmektedir. Burada da anormallik ve ölüm vakalarının konsantrasyon artışıyla az çok paralel bir artış gösterdiği, ayrıca Uzungöl populasyonunda anormallik oranlarının çoğu vakada ve ölümlerin her konsantrasyonda Hıdırnebi populasyonuna kıyasla daha yüksek bir değere ulaştığı tekrar fark edilmektedir.

Tablo 3. Kronik deney boyunca gözlemlenen toplam anormal larvaların vakalara ve konsantrasyonlara göre dağılımı

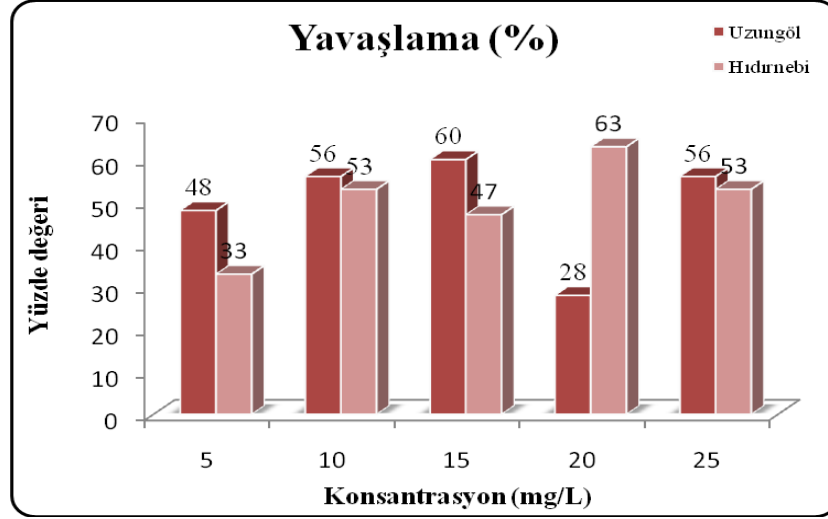
Kronik Deney Boyunca Gözlemlenen Anormal Larva Sayısı																		
	Yavaş		Dengesiz		Gelişememiş		V.Ş. Bozuk		Kambur		Pigment Kaybı Taşıyan		Ödemli		Felçli		Ölü	
	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD
5 mg/L	15*	10*	5*	0*	18*	7*	6*	3*	5*	0*	3*	0*	0	0	0	0	4*	0*
10 mg/L	17	16	6*	1*	16	12	9	6	1	0	9*	2*	4*	0*	0*	2*	10	7
15 mg/L	18	14	6	4	19	15	10	9	1	0	7*	2*	3*	0*	0*	2*	10*	5*
20 mg/L	9*	19*	5	6	21*	28*	13	13	4*	0*	4*	1*	3*	1*	4*	1*	14*	9*
25 mg/L	17	16	7*	1*	23	21	13	15	5	4	3	2	3*	0*	0	1	11	10
Ortalama	15	15	6*	3*	20	17	10	9	3	1	5*	2*	3*	0*	1	1	10*	6*

\*Koyu renk ve yıldızla işaretlenen değer çiftleri bu değerler açısından iki populasyonun önemli düzeyde farklı olduğunu göstermektedir (UZ: Uzungöl, HD: Hıdırnebi).

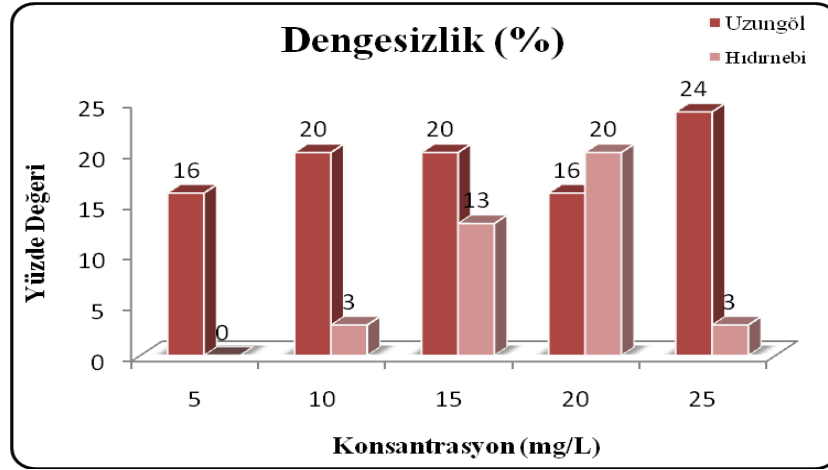
Tablo 4. Kronik deney boyunca gözlemlenen toplam vaka sayılarının konsantrasyonlara göre dağılımı

Kronik Deney Boyunca Gözlemlenen Vaka Sayısı																		
	Yavaşlama		Dengesizlik		Gelişememe		V.Ş. Bozukluk		Kamburluk		Pigment Kaybı		Ödem		Felç		Ölüm	
	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD
5 mg/L	34*	10*	7*	0*	71*	20*	12*	4*	4*	0*	3*	0*	0	0	0	0	4*	0*
10 mg/L	33*	20*	9*	1*	73*	49*	16	12	1	1	7*	2*	3	2	0	1	10	7
15 mg/L	31	31	12*	4*	69*	48*	19	19	1	0	7*	2*	6*	0*	0*	2*	10*	5*
20 mg/L	19*	37*	12	8	69*	80*	31	33	4*	0*	12*	1*	4*	1*	4*	1*	14*	9*
25 mg/L	58*	48*	15*	3*	125*	79*	40	44	5	4	3	2	4*	0*	0	1	11	10
Ortalama	35	29	11*	3*	82*	55*	24	23	3*	1*	7*	2*	4*	1*	1	1	10*	6*

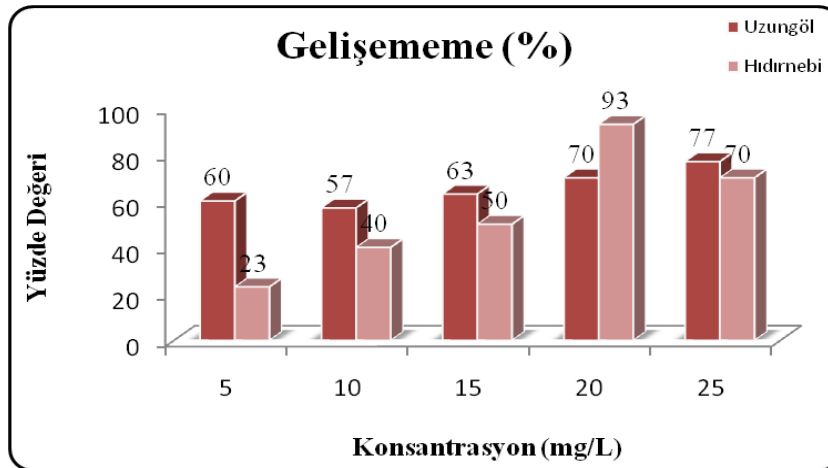
\*Koyu renk ve yıldızla işaretlenen değer çiftleri bu değerler açısından iki populasyonun önemli düzeyde farklı olduğunu göstermektedir (UZ: Uzungöl, HD: Hıdırnebi).



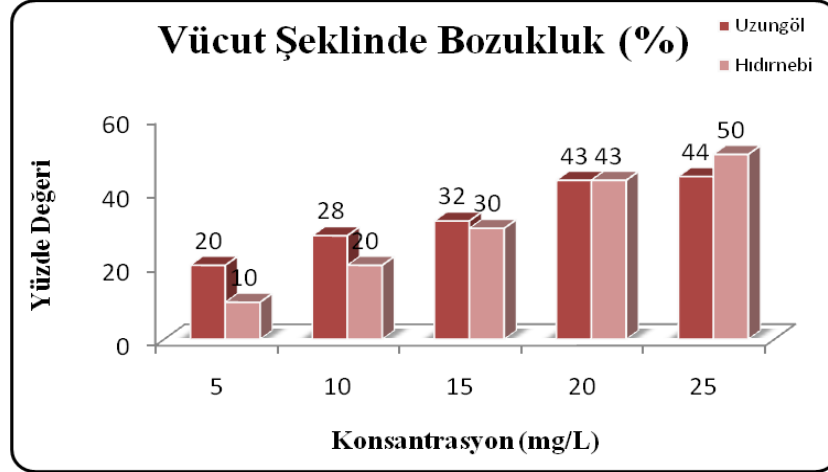
Şekil 19. Yavaşlama vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



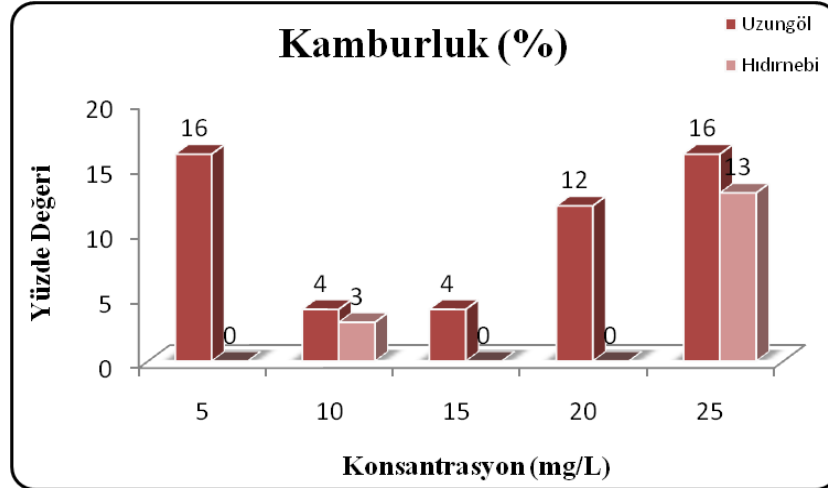
Şekil 20. Dengesizlik vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



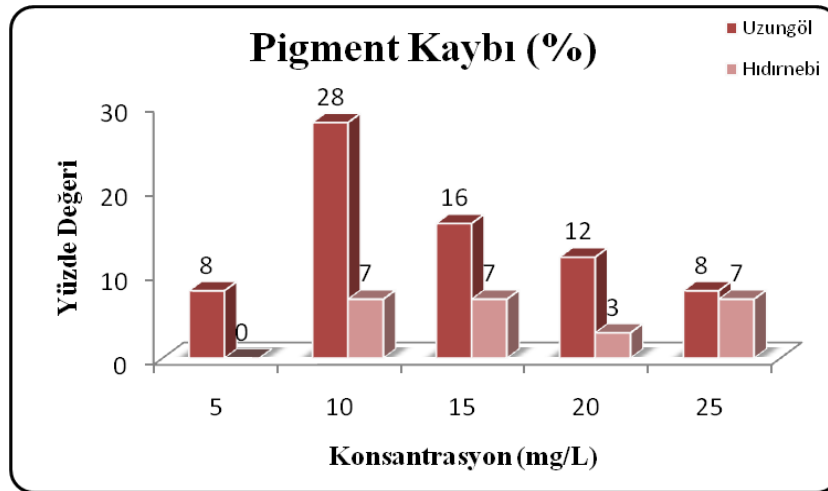
Şekil 21. Gelişememe vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



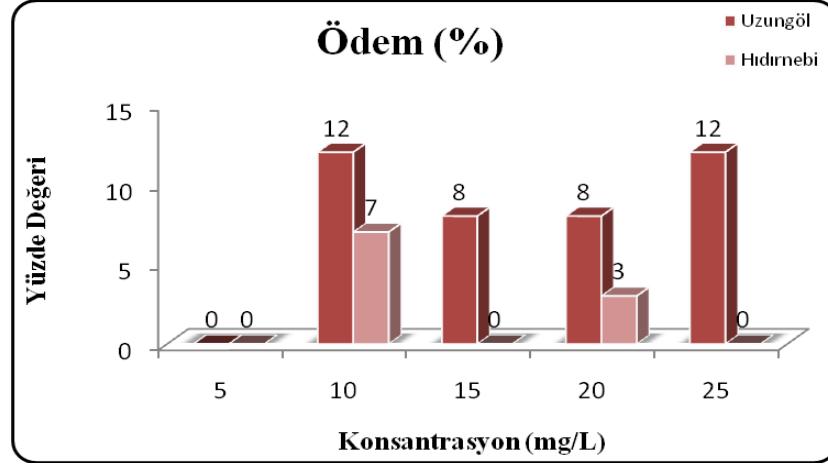
Şekil 22. V. Ş. Bozukluk vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



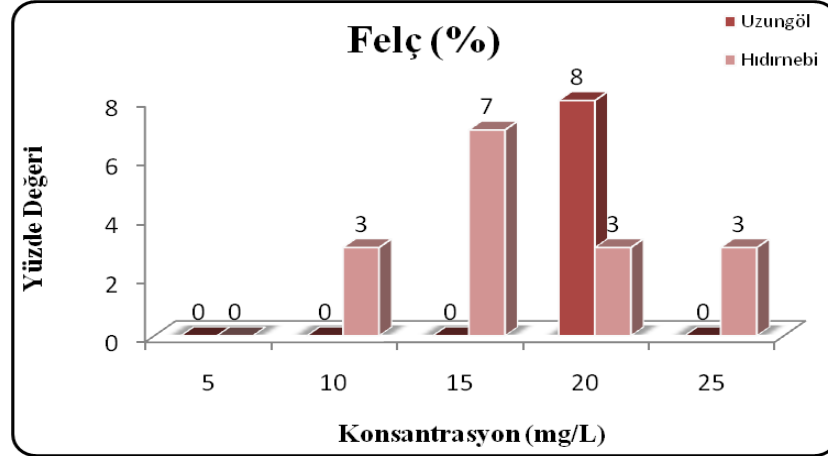
Şekil 23. Kamburluk vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



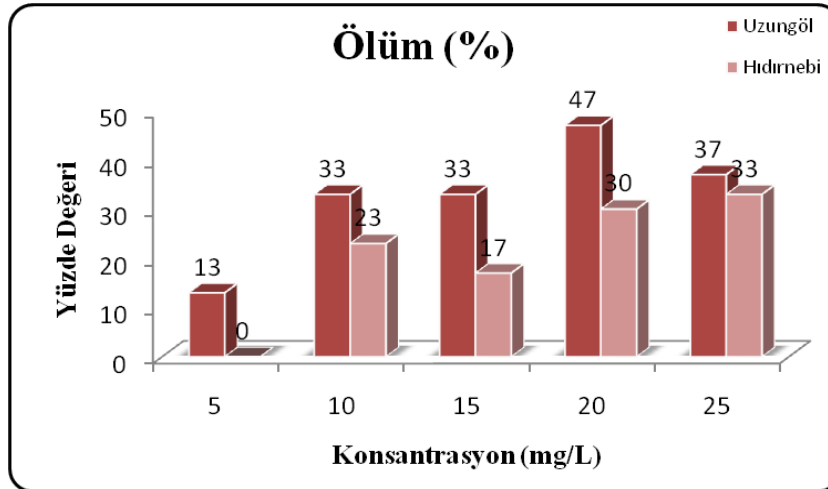
Şekil 24. Pigment kaybı vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



Şekil 25. Ödem vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



Şekil 26. Felç vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



Şekil 27. Ölüm vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



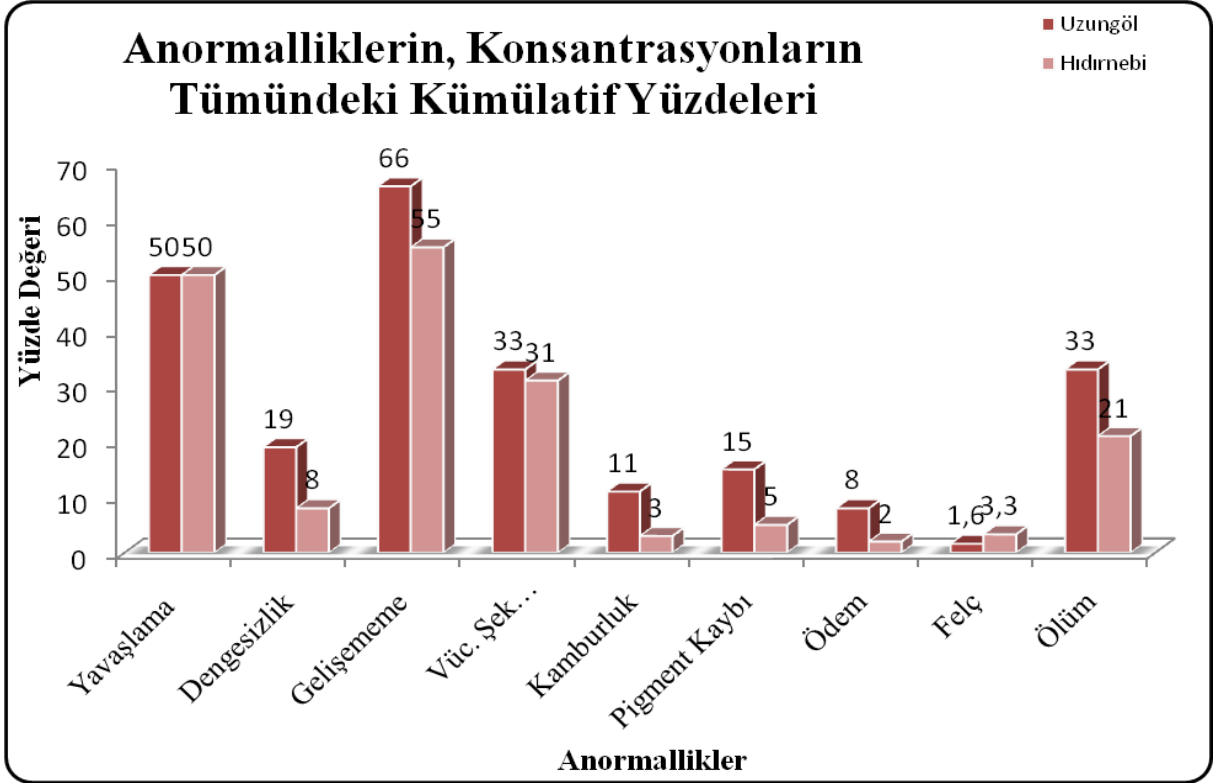
Bunlara ek olarak, ortaya çıkan bütün anormalliklerin toplam sayıları her populasyonun farklı uygulama grupları arasında ve iki farklı populasyonun eş uygulama grupları arasında istatistikî açıdan analiz edildi.

Uzungöl populasyonunun uygulama grupları, gözlemlenen tüm anormalliklerin toplam sayıları açısından kendi içlerinde karşılaştırıldığında istatistiki olarak bir farklarının olmadığı ortaya çıktı (Ek Tablo 48). Fakat toplam anormallik sayılarındaki bu benzerlik yüksek olmadığından her grup ayrıca birbiriyle ikili olarak karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma sonucunda toplam anormallik sayıları bakımından 5, 10 ve 15 mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama gruplarının birbirleriyle, 20 ve 25 mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama gruplarının da birbirleriyle benzer özellikte olduğu tespit edildi. Fakat 20 ve 25 mg/L'lik uygulama gruplarına ait larvaların 5 mg/L grubu larvalarından önemli düzeyde yüksek anormallik oranına sahip olduğu belirlendi (Ek Tablo 49).

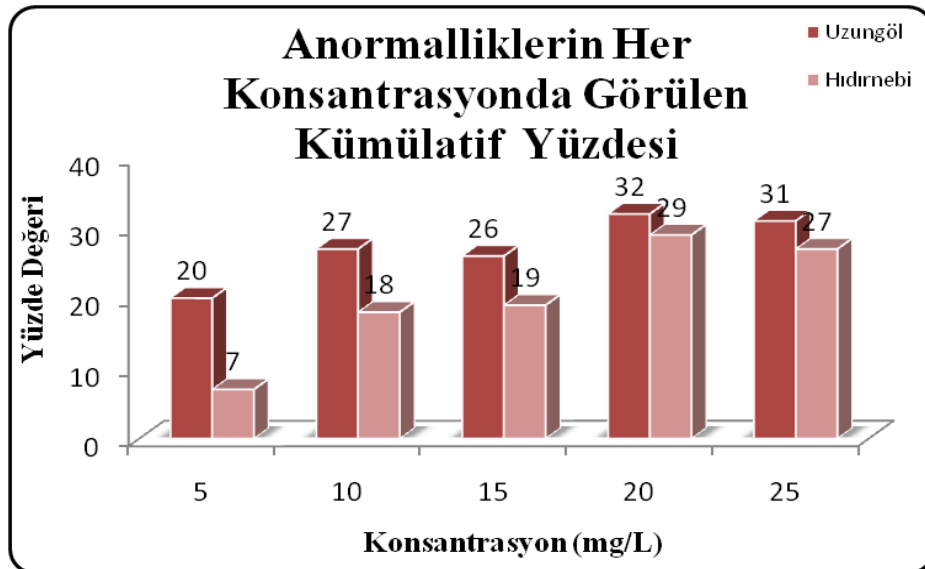
Gözlemlenen tüm anormalliklerin toplam sayıları açısından Hıdırnebi populasyonunun uygulama grupları kendi içlerinde karşılaştırıldığında ise bu anormallik sayılarının birbirinden istatistiki anlamda çok önemli düzeyde farklı olduğu belirlendi (Ek Tablo 50). Sonrasında her uygulama grubunun toplam anormallik sayısı bakımından ikili olarak karşılaştırılması, bu populasyonda da Uzungöl populasyonuna benzer olarak toplam anormallik sayıları açısından 5, 10 ve 15 mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama gruplarının birbirleriyle, 20 ve 25 mg/L amonyum nitrata maruz bırakılan uygulama gruplarına ait larvaların da birbirleriyle benzerlik gösterdiği tespit edildi. Fakat 20 ve 25 mg/L gruplarına ait larvaların hem 5, hem 10 hem de 15 mg/L grubu larvalarından istatistiki anlamda önemli düzeyde yüksek anormallik oranına sahip olduğu ortaya çıktı (Ek Tablo 51).

Son olarak tüm anormallik sayılarının toplamı bakımından iki farklı populasyonun eş uygulama grupları karşılaştırıldığında 5'er mg/L ve 10'ar mg/L uygulama gruplarının istatistikî açıdan önemli düzeyde farklı olduğu, Uzungöl populasyonu larvalarının Hıdırnebi populasyonu larvalarına göre önemli düzeyde yüksek anormallik oranı gösterdiği belirlendi. Fakat konsantrasyon arttıkça bu farklılığın ortadan kalktığı, 15, 20 ve 25'er mg/L'lik gruplara ait larvaların iki populasyonda da benzer anormallik oranı gösterdiği tespit edildi (Tablo 2, Ek Tablo 52).

Vakaların gidişatını genel bir açıdan görebilmek adına anormalliklerin tüm konsantrasyonlardaki kümülatif yüzdeleri Şekil 28'de ve tüm anormalliklerin her konsantrasyonda görülen kümülatif yüzdeleri Şekil 29'da verilmiştir.



Şekil 28. Tüm anormallik vakalarının tüm konsantrasyonların tamamındaki kümülatif yüzdeleri



Şekil 29. Her konsantrasyondaki tüm anormalliklerin kümülatif yüzdeleri

### 3.1.2.2. Ortaya Çıkış Zamanları

Anormalliklerin ortaya çıkış zamanları istatistiki anlamda incelendiğinde Ek Tablo: 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60 ve 61’de görüldüğü gibi Uzungöl populasyonunda vücut şeklinde bozukluk vakası hariç tüm anormallik vakalarının ve ölümün konsantrasyon artışından bağımsız bir seyri olduğu, anormallik vakalarının düşük konsantrasyonlarda da yüksek konsantrasyonlarda da hemen hemen aynı zamanlarda ve erkenden ortaya çıktığı belirlendi.

Hıdırnebi populasyonunda da istatistiki analiz sonuçlarını gösteren Ek Tablo: 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69 ve 70’de görüldüğü gibi anormalliklerden sadece yavaşlama ve vücut şeklinde bozukluk vakalarının konsantrasyon artışına bağlı bir seyir gösterdiği, yüksek konsantrasyonlarda daha erken ortaya çıktığı tespit edildi. Ölüm vakasının ortaya çıkış zamanının da Ek Tablo 71’de görüldüğü gibi konsantrasyon artışından bağımsız olduğu belirlendi.

İki populasyon anormallik ve ölüm vakalarının ortaya çıkış zamanları bakımından birbiriyle karşılaştırıldığında ise kamburluk, pigment kaybı ve ödem gibi her iki populasyonda da tüm konsantrasyonlardaki kümülatif yüzdesi 5-10 civarında olan anormallik vakalarında istatistiki anlamda bir fark bulunmadığı görülürken (Ek Tablo: 76, 77, 78); yavaşlama, dengesizlik, gelişememe, vücut şeklinde bozukluk gibi anormallik vakalarının ve ölümün ortaya çıkış zamanlarının 10 mg/L hariç tüm uygulama gruplarında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde farklı olduğu, Uzungöl populasyonu larvalarında bu anormallik vakalarının ve ölüm vakasının Hıdırnebi populasyonu larvalarına göre önemli düzeyde erken başladığı tespit edildi (Ek Tablo: 72, 73, 74, 75, 79).

Son olarak anormallik vakalarının haftalara göre dağılımı Tablo 5’de görülmektedir. Bu tabloya göre, Uzungöl populasyonunda anormallik vakalarının hepsinin 2. hafta, Hıdırnebi populasyonunda ise ortalama olarak 4. hafta başladığı tespit edildi. Anormallik oranlarının %50’yi aşmasının Uzungöl populasyonunda 2. veya 3. hafta, Hıdırnebi populasyonunda ise ortalama olarak 5. veya 6. hafta gerçekleştiği tespit edildi. Anormalliklerin oran olarak % 100’e ulaşmasının da Uzungöl populasyonunda ortalama 6. veya 7. hafta ve sonrasında, Hıdırnebi populasyonunda ise ortalama 8. hafta ve sonrasında gerçekleştiği belirlendi.

Ölüm olayının da Uzungöl populasyonunda 2. hafta başlayıp 3. hafta %50’yi aştığı ve ortalama 7. haftadan sonra %100’e ulaştığı belirlenirken Hıdırnebi populasyonunda ise 2. hafta başlayıp 5. veya 6. hafta %50’yi aştığı ve ortalama 7. haftadan sonra %100’e ulaştığı belirlendi.

Tablo 5. Anormallik vakalarının her konsantrasyon için haftalara ve populasyonlara göre yüzde dağılımı

		Yavaşlama		Dengesizlik		Gelişememe		V.Ş. Bozukluk		Kamburluk		Pigment Kaybı		Ödem		Felç		Ölüm	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%	
		Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn
5 mg/L	2.Hafta	21		83	0	7	5	20		100	0	50	0	0	0	0	0		
	3.Hafta	54		83	0	25	5	20				50	0	0	0	0	0	67	0
	4.Hafta	57		83	0	49	20	60				50	0	0	0	0	0	67	0
	5.Hafta	79		83	0	56	20	60				50	0	0	0	0	0	67	0
	6.Hafta	86	100	83	0	66	50	100	50			50	0	0	0	0	0	67	0
	7.Hafta	100		100	0	76	70		100			100	0	0	0	0	0	67	0
	8.Hafta				0	76	70							0	0	0	0	100	0
	9.Hafta				0	86	80							0	0	0	0		
	10.Hafta				0	100	100							0	0	0	0		
10 mg/L	2.Hafta	30	20	57	100	13	24	31	33	100	0	50	50	50				25	29
	3.Hafta	63	25	57		31	33	31	33			67	100	100	50			50	43
	4.Hafta	70	25	57		46	43	38	33			100			50	0	100	100	57
	5.Hafta	70	25	57		57	43	62	50						50				71
	6.Hafta	85	80	71		69	53	77	67						50				100
	7.Hafta	93	100	71		80	69	85	92						100				
	8.Hafta	93		71		80	69	85	92										
	9.Hafta	93		71		90	80	85	92										
	10.Hafta	100		100		100	100	100	100										

Tablo 5'in devamı

		Yavaşlama		Dengesizlik		Gelişememe		V.Ş. Bozukluk		Kamburluk		Pigment Kaybı		Ödem		Felç		Ölüm	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%	
		Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn
15 mg/L	1.Hafta					2				100	0	17		20	0				
	2.Hafta	31	16	60		25	17	69	16			50	50	60	0	0	50	25	20
	3.Hafta	54	23	80		42	21	88	26			100	50	100	0	0	50	25	20
	4.Hafta	65	39	80		53	27	94	37				50			0	100	88	20
	5.Hafta	77	58	100	50	63	31	94	79				50					88	80
	6.Hafta	92	87		75	72	50	100	84				50					100	80
	7.Hafta	100	90		75	81	69		98				100						100
	8.Hafta		90		100	81	69		98										
	9.Hafta		94			89	71		98										
	10.Hafta		100			100	100		100										
20 mg/L	2.Hafta	35		70		26		42		100	0	50		67		34	0	25	
	3.Hafta	53		80		42		50				60		100		34	0	58	11
	4.Hafta	53	16	80		56	22	69	12			80				100	100	67	11
	5.Hafta	53	24	80	38	60	22	69	39			90						75	33
	6.Hafta	94	46	90	38	72	45	88	55			100						75	44
	7.Hafta	100	81	100	75	82	75	96	76									83	44
	8.Hafta		81		75	82	75	96	76				100		100			92	56
	9.Hafta		84		88	93	86	100	82									100	89
	10.Hafta		100		100	100	100		100										100

Tablo 5'in devamı

		Yavaşlama		Dengesizlik		Gelişeme		V.Ş. Bozukluk		Kamburluk		Pigment Kaybı		Ödem		Felç		Ölüm	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%	
		Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn	Uzg	Hdn
25 mg/L	1.Hafta					2				25									
	2.Hafta	38	2	83		19	2	45		75		67	0	67	0			33	10
	3.Hafta	60	4	83		34	27	64	2	100	25	100	0	100	0			67	20
	4.Hafta	65	27	83		45	43	76	27		25					0	100	89	20
	5.Hafta	65	33	83	33	52	70	82	43		25							89	50
	6.Hafta	79	56	83	33	65	84	91	70		25							89	100
	7.Hafta	96	81	92	33	77	84	94	84		100							100	
	8.Hafta	100	81	92	33	77	84	94	84										
	9.Hafta		88	100	67	86	86	100	86										
	10.Hafta		100		100	100	100		100										

## 3.2. Akut Deney

### 3.2.1 Büyüme Parametreleri

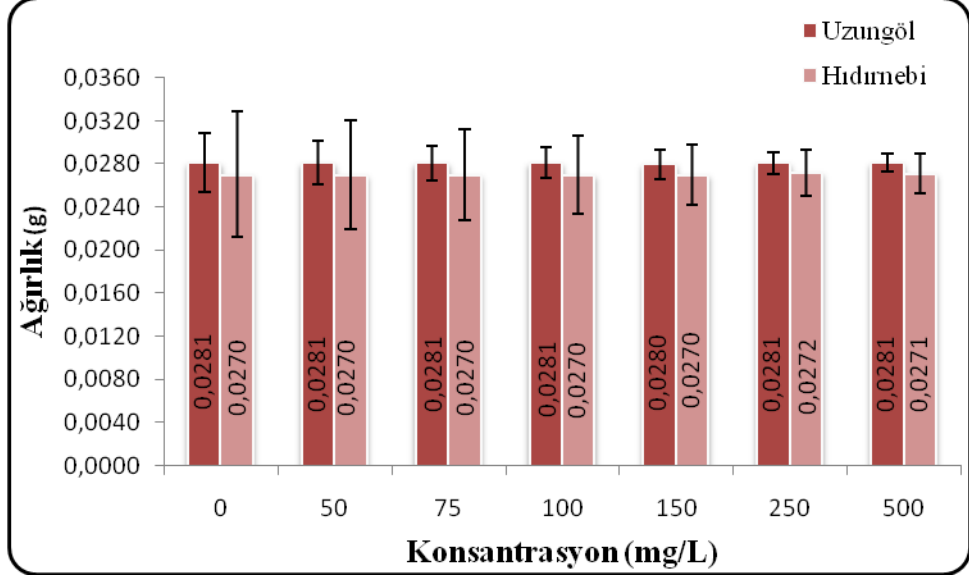
Deney uygulanmaya başlanmadan önce iki bölgeye ait populasyondan da ağırlıkları birbirine çok yakın olabilecek 140'ar larva ölçüldü. Numaralandırılmış plastik bardaklara alınan bu larvalar, ağırlık ortalamaları her deney kabında eşit olacak biçimde ve her konsantrasyon için 4 tekrara, tekrar başına 5'er larva gelecek şekilde dağıtıldı. Ayrıca yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar ışığında konsantrasyon tekrarları arasında istatistiki anlamda fark bulunmadığı sonucuna varılması sebebiyle (Ek Tablo 80 ve Ek Tablo 81), daha sonra yapılacak istatistiki analizlerde her konsantrasyon için tekrarlar birleştirilip tek grup haline getirilerek değerlendirildi. Ağırlık ve boy değerleri hem aynı populasyonun farklı deney grupları arasında hem de farklı iki populasyonun eş deney grupları arasında istatistikî olarak karşılaştırıldı.

İlk ölçümlere ait ağırlık ve boy değerleri, hem aynı populasyonun farklı deney grupları arasında hem de farklı iki populasyonun eş uygulama grupları arasında istatistiki olarak karşılaştırıldı. Elde edilen sonuçlar ne aynı populasyonun farklı deney grupları arasında (Ek Tablo 82 ve Ek Tablo 83), ne de farklı iki populasyonun eş deney grupları arasında (250 ve 500 mg/L uygulama grupları hariç) ilk ölçümde ağırlık değerleri açısından istatistiki bir fark olmadığını ortaya koydu. Sadece farklı iki populasyonun boy değerleri arasında istatistiki anlamda önemli bir fark olduğu belirlendi (Ek Tablo 84). İlk ölçüme ait ağırlık ve boy değerleri de Şekil 30 ve 31'de görülmektedir.

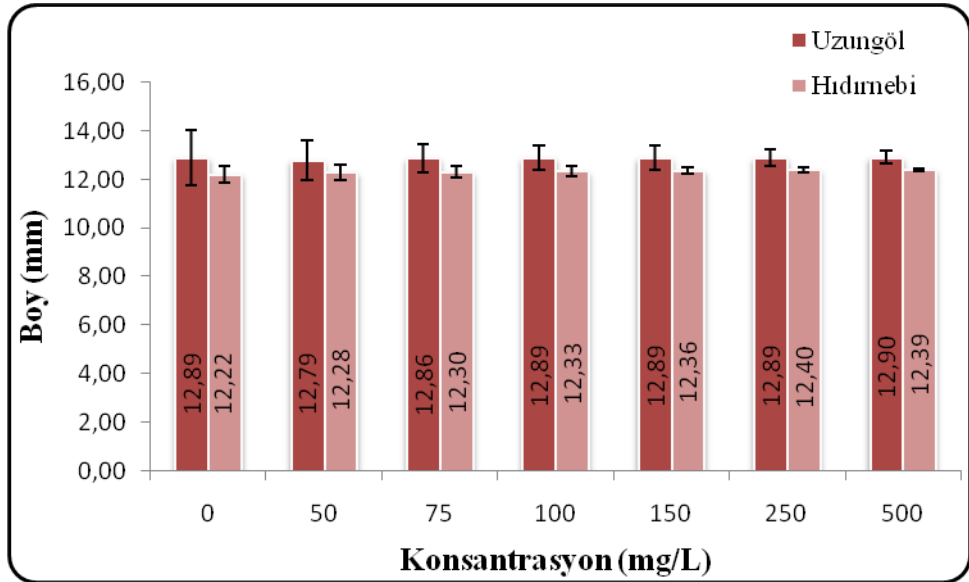
Deney bitiminde hayatta kalan larvalardan elde edilen son ölçüm değerleri analiz edilirken de ilk ölçüm değerleri gibi önce konsantrasyon tekrarları karşılaştırıldı. Tekrarlar arasında istatistikî anlamda bir fark bulunmadığı ortaya konduktan sonra (Ek Tablo 85 ve Ek Tablo 86) her deney grubu için tekrarlar birleştirilip tek grup olarak analiz edildi.

Uzungöl populasyonunun uygulama grupları son ölçüm değerleri açısından kendi içerisinde karşılaştırıldığında bu grupların birbirinden istatistiki anlamda çok önemli düzeyde farklı olduğu tespit edildi (Ek Tablo 87). Bu uygulama grupları kendi aralarında ikili olarak karşılaştırıldığında ise tüm uygulama grubu larvalarının kontrol grubu larvalarına göre istatistiki olarak çok önemli düzeyde düşük ağırlık ve boy değerlerine sahip oldukları belirlendi. Ayrıca büyümenin konsantrasyon artışına paralel biçimde azaldığı, 50 ile 75 mg/L'lik gruplar ve 75 ile 100 mg/L'lik gruplara ait larvaların istatistiki olarak benzer ağırlık-

boyda fakat daha yüksek konsantrasyon grubu larvalarından istatistiki olarak önemli derecede daha ağır ve daha uzun oldukları belirlendi (Ek Tablo 88).



Şekil 30. Akut deney ilk ölçümüne ait ağırlık değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



Şekil 31. Akut deney ilk ölçümüne ait boy değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



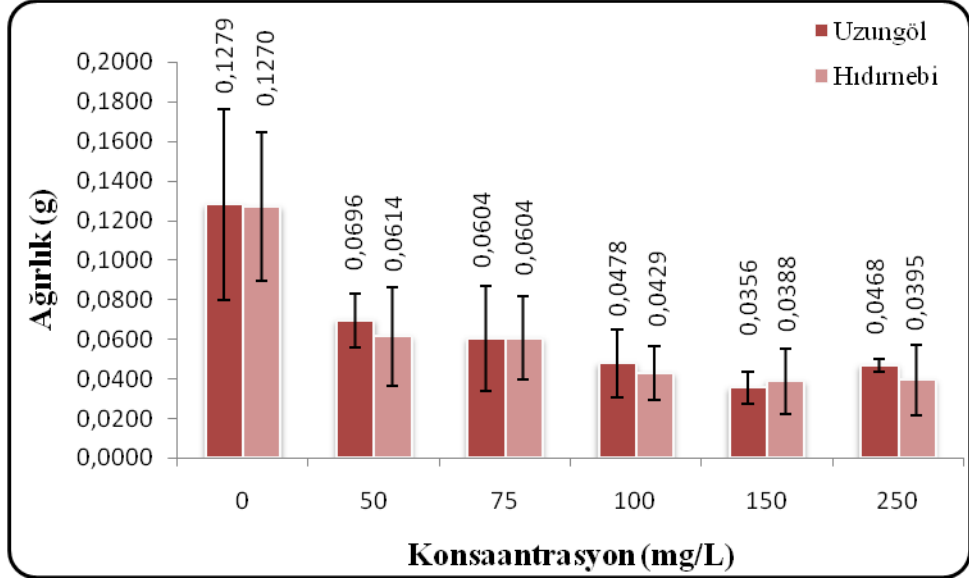
Hıdırnebi populasyonunun uygulama grupları son ölçüm değerleri açısından kendi içerisinde karşılaştırıldığında Uzungöl populasyonuna benzer olarak bu konsantrasyonların ölçüm değerlerinin de birbirinden istatistikî anlamda çok önemli düzeyde farklı olduğu tespit edildi (Ek Tablo 89). Bu uygulama grupları kendi aralarında ikili olarak karşılaştırıldığında ise yine Uzungöl populasyonuna benzer olarak tüm uygulama grubu larvalarının kontrol grubu larvalarına göre istatistikî anlamda çok önemli düzeyde düşük ağırlık ve boy değerlerine sahip oldukları belirlendi. Ayrıca, 50 ile 75 mg/L'lik gruplara ait larvaların kendi içinde, 100, 150 ve 250 mg/L'lik gruplara ait larvaların da kendi içinde istatistikî olarak benzer ağırlıkta oldukları tespit edildi. Bununla birlikte 50 ile 75 mg/L'lik gruplara ait larvaların daha yüksek konsantrasyonlardaki larvalardan istatistikî olarak önemli derecede daha ağır ve daha uzun oldukları, yani yine Uzungöl populasyonuna benzer olarak büyümenin konsantrasyon artışıyla paralel biçimde azaldığı belirlendi (Ek Tablo 90).

Son ölçüme ait ağırlık ve boy değerleri Şekil 32 ve 33'de görülmektedir. Uzungöl populasyonunun uygulama gruplarının ağırlık değerlerinin kontrol grubuna göre sırasıyla %46, %53, %63, %72 ve %63 azaldığı tespit edilirken boy değerlerinin sırasıyla %13, %16, %21, %26, %21 azaldığı tespit edildi. Hıdırnebi populasyonunun uygulama gruplarının ağırlık değerlerinin ise kontrol grubuna göre sırasıyla %52, %52, %66, %69, %69 azaldığı belirlenirken boy değerlerinin sırasıyla %25, %24, %30, %32, %29 azaldığı belirlendi.

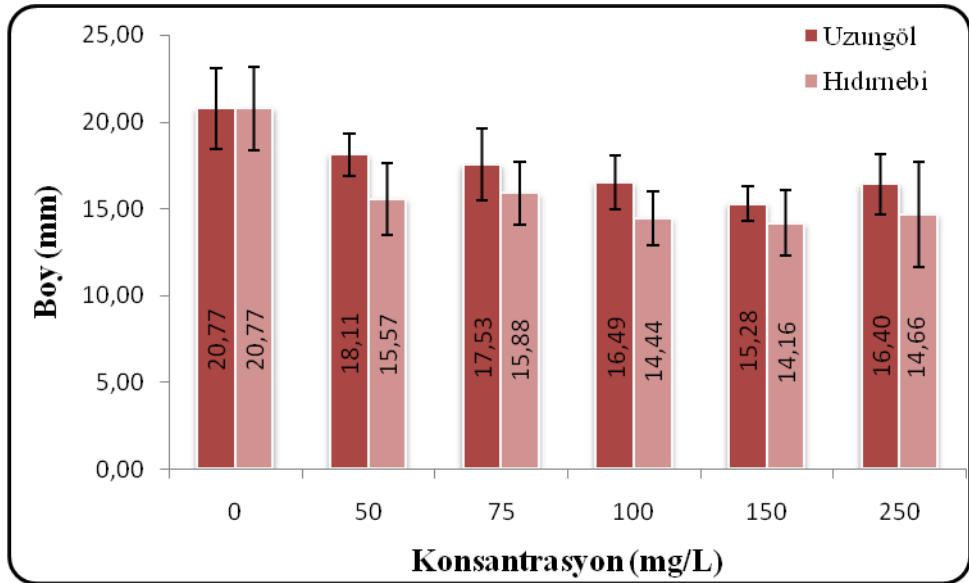
İki populasyonun eş uygulama grupları son ölçüm değerleri açısından birbirleriyle ikili olarak karşılaştırıldıklarında ise; tüm uygulama gruplarının ağırlıklarının benzer olduğu görüldü. Bununla birlikte, 50, 75, 100 ve 150 mg/L'ye maruz bırakılan gruplara ait larvaların boy değerleri bakımından istatistikî anlamda çok önemli düzeyde fark ihtiva ettiği, Hıdırnebi populasyonuna ait larvaların boy değerlerinin daha düşük olduğu tespit edildi (Ek Tablo 91).

### **3.2.2. Anormallik Vakaları**

15 günlük deney süresince yapılan gözlemler sonucunda her iki populasyona ait larvaların da kontrol grubu dışındaki tüm uygulama gruplarında, tıpkı kronik deneyde gözlemlenen anormallikler gibi davranışsal ve fiziksel bazı anormalliklere sahip oldukları tespit edildi.



Şekil 32. Akut deney son ölçümüne ait ağırlık değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



Şekil 33. Akut deney son ölçümüne ait boy değerlerinin bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı

### 3.2.2.1. Görülüş Yüzdeleri

Deney sonunda ulaşılan toplam anormal larva sayısı, larva başına düşen ortalama anormallik sayısı ve deney boyunca gözlemlenen toplam vaka sayısı değerlerinin iki popülasyonda da konsantrasyon artışına paralel artış gösterdiği ama bu değerlerin 50 mg/L

hariç tüm konsantrasyonlarda Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonuna göre daha yüksek olduğu belirlendi.

Yapılan Kruskal Wallis analizleri ile deney boyunca kaydedilen anormallikler Uzungöl populasyonunun farklı uygulama grupları arasında karşılaştırıldığında gelişememe anormalliğinin konsantrasyon artışına paralel olarak yükseliş göstererek: düşük konsantrasyonlarda daha düşük, yüksek konsantrasyonlarda ise önemli düzeyde yüksek değerlerde seyrettiği belirlendi (Ek Tablo 92). Diğer tüm anormalliklerin (yavaşlama, dengesizlik, vücut şeklinde bozukluk, kamburluk, felç) (Ek Tablo: 93, 94, 95, 96, 97) ve ölümün (Ek Tablo 98) düşük konsantrasyonlarda da yüksek konsantrasyonlarda da benzer değerlere sahip olduğu yani konsantrasyon artışından bağımsız seyrettiği tespit edildi.

Hıdırnebi populasyonunda deney boyunca kaydedilen anormalliklerden gelişememe, yavaşlama ve vücut şeklinde bozukluk vakalarına ait değerlerin konsantrasyonlar arasında farklılık gösterdiği, konsantrasyon artışına paralel olarak arttığı belirlendi (Ek Tablo: 99, 100, 101). Diğer anormallik vakaları (Ek Tablo: 102, 103, 104) ve ölüme (Ek Tablo 105) ait değerlerin ise düşük konsantrasyonlarda da yüksek konsantrasyonlarda da benzer olduğu tespit edildi.

Bu anormallik değerlerinin tümü her uygulama grubu için iki populasyon arasında Mann Whitney-U testiyle analiz edildiğinde ise; yavaşlama, dengesizlik ve felç anormalliklerine ait değerlerin önemli düzeyde farklı olduğu ortaya çıktı (Ek Tablo: 106, 107, 108, 109, 110, 111). Uzungöl populasyonunda bu değerlerin hıdırnebi populasyonuna göre önemli düzeyde yüksek olduğu belirlendi. Bu farkın özellikle 75, 150 ve 250'şer mg/L gruplarında var olduğu görüldü. Gelişememe, vücut şeklinde bozukluk, kamburluk anormallikleri (Ek Tablo: 112, 113, 114) ve ölüm vakası değerlerinin (Ek Tablo 115) ise iki populasyonda da benzer olduğu tespit edildi. Bu anormalliklere ve ölüme ait değerler Uzungöl populasyonu için, Hıdırnebi populasyonuna göre nispeten daha yüksek seyretmekteydi ama bu fark istatistiksel anlamda önemli değildi.

Ayrıca deney sonunda ulaşılan anormallik vakalarının toplam sayıları; iki populasyon arasında her vaka ve her uygulama grubu için Chi-square (Ki-Kare) analizi ile karşılaştırıldı. Bu analiz sonucunda, sadece dengesizlik vakasının iki populasyon arasında önemli düzeyde farklılık ihtiva ettiği belirlendi. Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonuna oranla dengesizlik vakasına ait değerlerin önemli düzeyde yüksek olduğu tespit edildi. Diğer anormallik vakalarının tümünde ve ölüm vakasında ise tüm uygulama gruplarının ortalama değerleri iki populasyon için istatistiksel açıdan benzerken: yine de en az 1 en çok 3 uygulama

grubunda Uzungöl popülasyonuna ait değerler Hıdırnebiye oranla önemli düzeyde yüksekti (Tablo 7, Ek Tablo 116).

Son olarak her uygulama grubu için deney boyunca gözlemlenen tüm anormalliklerin toplam sayısı iki popülasyon arasında Chi-square testiyle karşılaştırıldığında 75'er, 100'er ve 150'şer mg/L uygulama gruplarında bu değerlerin Uzungöl popülasyonunda Hıdırnebi popülasyonuna göre önemli düzeyde yüksek olduğu belirlendi. Fakat bir larvada aynı anda gözlemlenen ortalama anormallik sayısı değerlerinin hiçbir uygulama grubunda iki popülasyon arasında önemli düzeyde fark ihtiva etmediği saptandı. Bununla birlikte, bir larvada aynı anda gözlemlenen bu ortalama anormallik sayıları 50'şer mg/L grupları hariç her konsantrasyonda Uzungöl popülasyonunda Hıdırnebi popülasyonuna göre sayısal değer olarak yüksekti (Tablo 6, Ek Tablo 117).

Tablo 6. Akut deney boyunca gözlemlenen toplam anormal larva sayıları ve larva başına düşen ortalama anormallik sayıları

	Akut Deney Boyunca Gözlemlenen Toplam Anormal Larva Sayısı		Bir Larvada Aynı Anda Gözlemlenen Ortalama Anormallik Sayısı	
	Uzungöl	Hıdırnebi	Uzungöl	Hıdırnebi
50 mg/L	<b>12*</b>	<b>20*</b>	2,0	2,7
75 mg/L	<b>54*</b>	<b>36*</b>	3,4	2,2
100 mg/L	<b>67*</b>	<b>54*</b>	3,0	2,5
150 mg/L	<b>79*</b>	<b>61*</b>	3,5	2,2
250 mg/L	76	70	2,9	2,4
500 mg/L	92	90	3,5	3,4
Ortalama	63	55	3,0	2,6

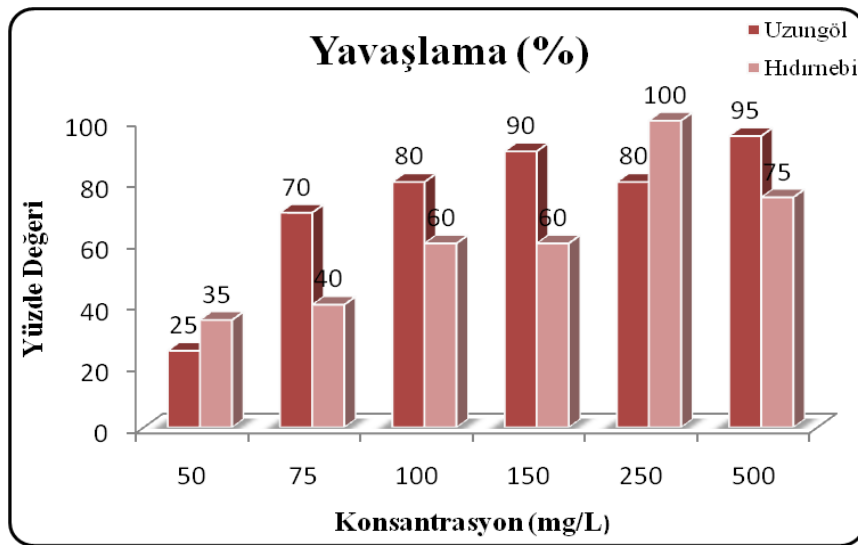
\*Koyu renk ve yıldızla işaretlenen değer çiftleri bu değerler açısından iki popülasyonun önemli düzeyde farklı olduğunu göstermektedir.

Tablo 7. Akut deney boyunca gözlemlenen anormallik sayılarının vakalara, konsantrasyonlara ve bölgelere göre dağılımı

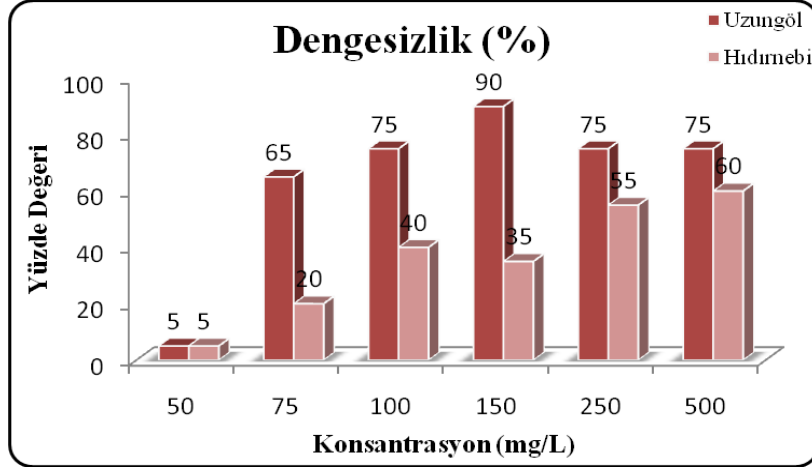
Akut Deney Boyunca Gözlemlenen Vaka Sayısı														
	Yavaşlama		Dengesizlik		Gelişememe		V.Ş. Bozukluk		Kamburluk		Felç		Ölüm	
	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD	UZ	HD
50 mg/L	5	7	1	1	4	4	1*	5*	0	0	0	0	4*	1*
75 mg/L	14*	8*	13*	4*	10	7	11	11	4*	1*	0*	2*	3	2
100 mg/L	16	12	15*	8*	14	12	18	18	0	0	4	2	5	4
150 mg/L	18*	12*	18*	7*	15	12	20*	14*	1	1	6	4	12	10
250 mg/L	16	20	15	11	16*	11*	16	19	3	2	9*	3*	15	12
500 mg/L	19	15	15	12	18	20	18	18	6*	1*3	6*	3*	20	20
Ortalama	15	12	13*	7*	13	11	14	14	2	3	4	2	10	8

\*Kırmızı renk yüksek değerleri, Yeşil renk ise düşük değerleri işaret etmektedir (UZ: Uzungöl, HD: Hıdırnebi).

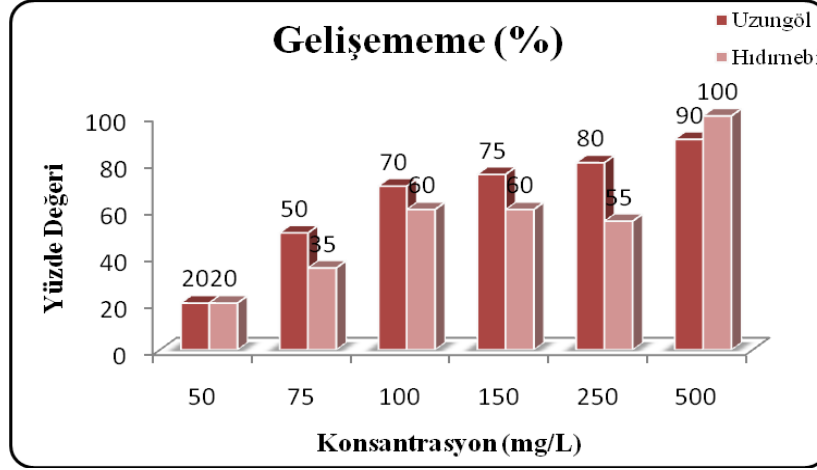
Ayrıca vücut şeklinde bozukluk vakası hariç diğer tüm anormallik vakalarının Uzungöl popülasyonunda Hıdırnebi popülasyonuna oranla oldukça yüksek değerlerde seyrettiği tespit edildi. Şekil 34, 35, 36, 37, 38 ve 39'da bu anormalliklere ait grafikler görülmektedir.



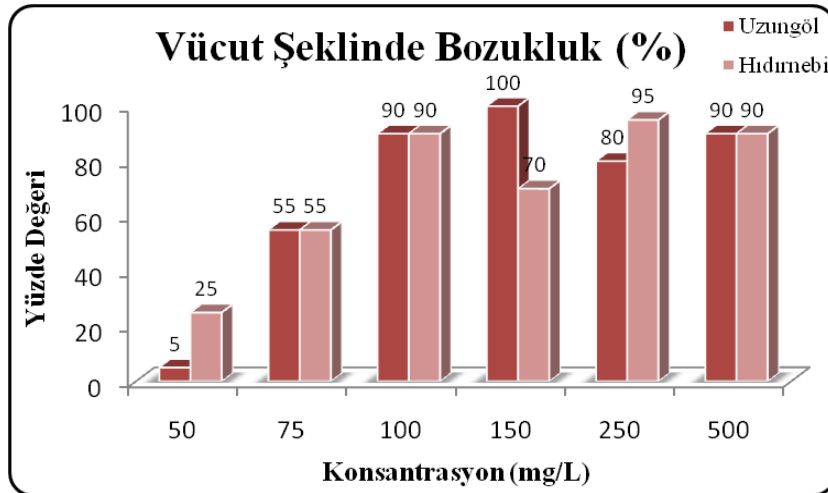
Şekil 34. Yavaşlama vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



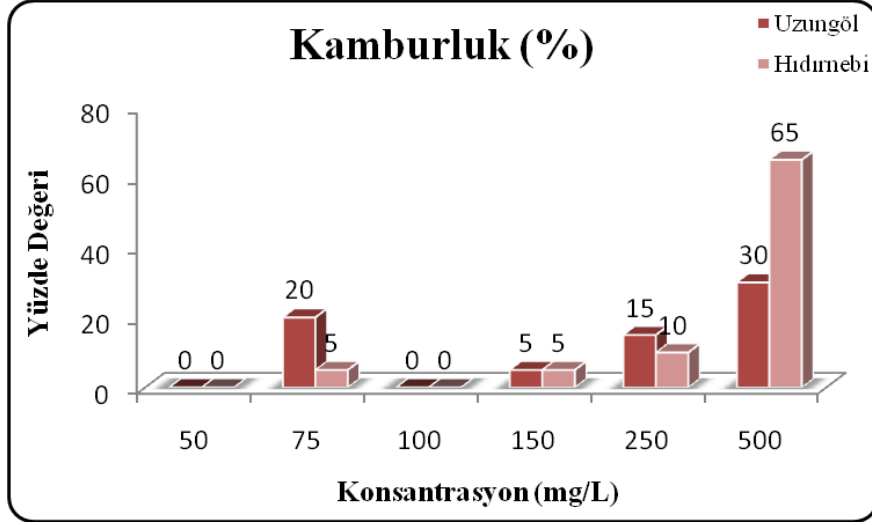
Şekil 35. Dengesizlik vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



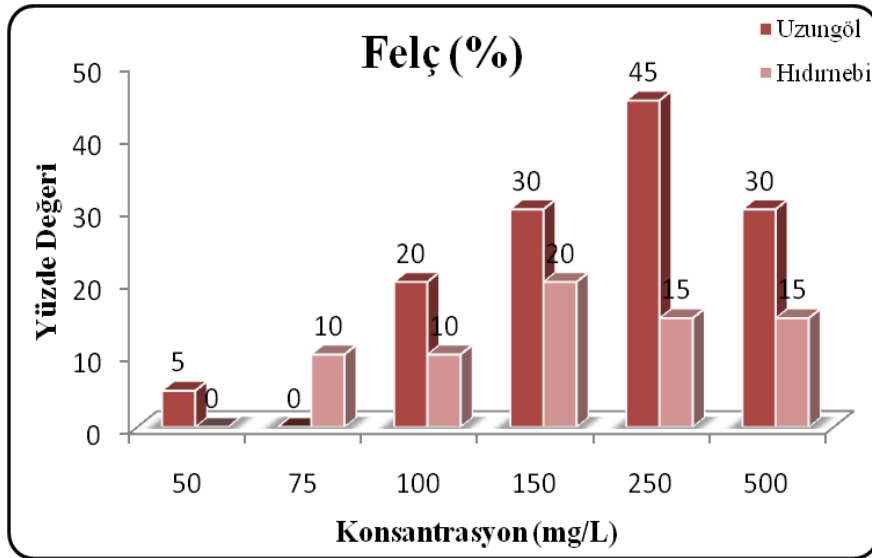
Şekil 36. Gelişememe vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



Şekil 37. Vücut şeklinde bozukluk vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı

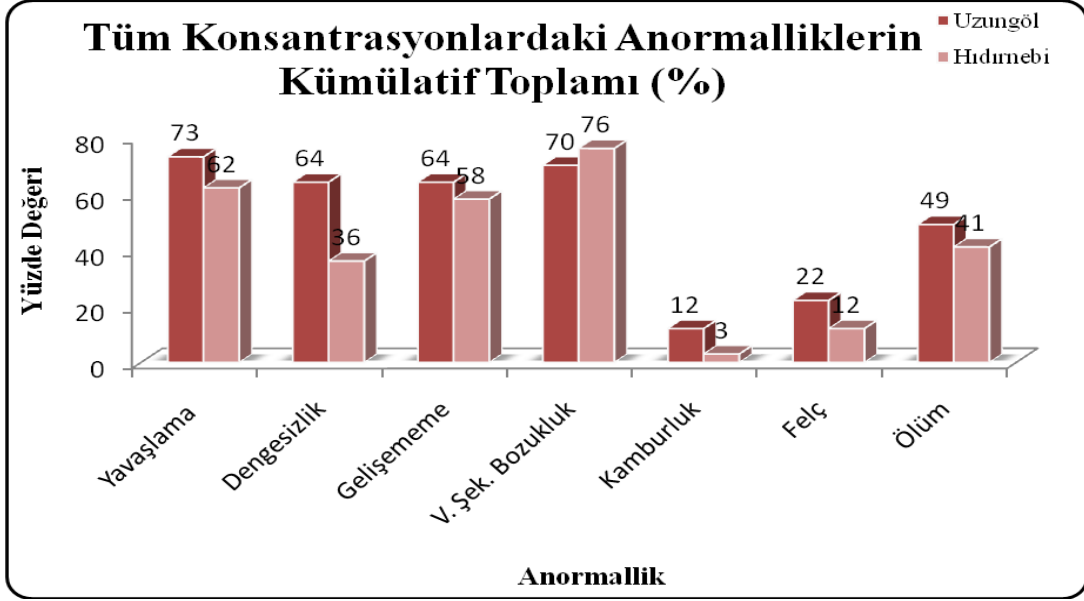


Şekil 38. Kamburluk vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı

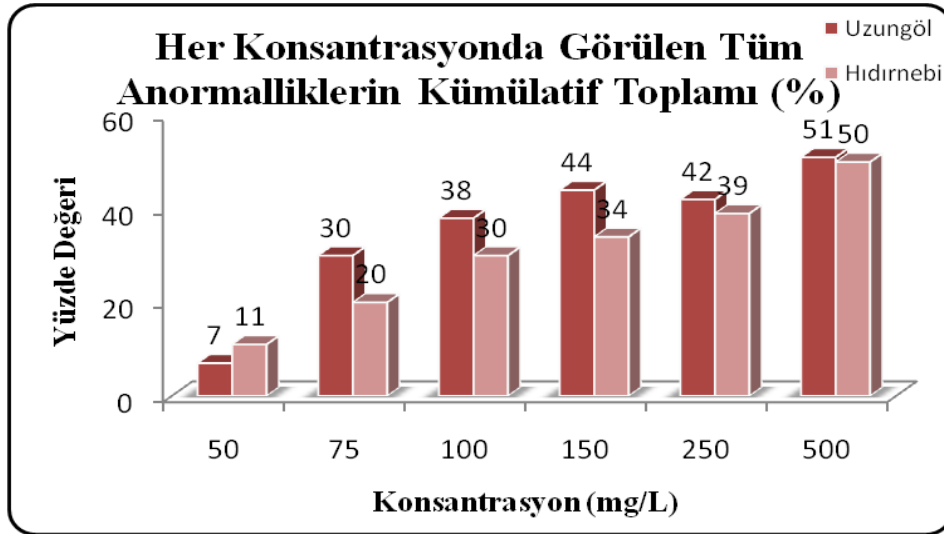


Şekil 39. Felç vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı

Son olarak vakalara genel bir açıdan bakabilmeyi sağlaması için tüm konsantrasyonlardaki kümülatif anormallik oranları ve her konsantrasyondaki kümülatif anormallik oranları Şekil 40 ve 41’de verilmiştir.



Şekil 40. Tüm anormallik vakalarının tüm konsantrasyonların tamamındaki kümülatif yüzdeleri



Şekil 41. Her konsantrasyondaki tüm anormalliklerin kümülatif yüzdeleri

Bunlara ek olarak, ortaya çıkan tüm anormalliklerin toplam sayıları, her populasyonun farklı uygulama grupları arasında Kruskal Wallis testi ile ve iki farklı populasyonun eş uygulama grupları arasında Mann-Whitney U testi ile istatistikî açıdan analiz edildi.

Uzungöl populasyonunun uygulama grupları, gözlemlenen anormalliklerin sayıları açısından kendi içlerinde karşılaştırıldığında, bu açıdan istatistikî olarak çok önemli düzeyde farklarının olduğu ortaya çıktı (Ek Tablo 118). Uygulama grupları arasında yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda ise her ne kadar 75 mg/L ile 100 mg/L'lik, 75 mg/L ile 500



mg/L'lik, 100 mg/L ile 250 mg/L'lik ve 150 mg/L ile 500 mg/L'lik uygulama gruplarının anormallik sayıları bakımından kendi içlerinde benzer oldukları görülse de, anormallik vakalarının sayısının konsantrasyon artışına bağlı olarak artış gösterdiği belirlendi (Ek Tablo 119).

Aynı yolla gözlemlenen anormallik sayıları açısından Hıdırnebi populasyonunun uygulama grupları kendi içlerinde karşılaştırıldığında anormallik sayılarının birbirinden istatistiki anlamda çok önemli düzeyde farklı olduğu belirlendi (Ek Tablo 120).

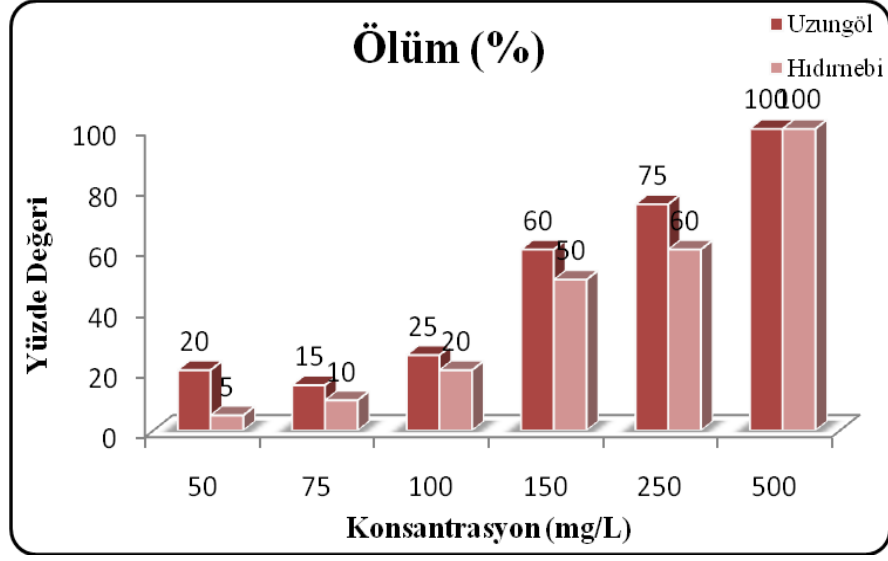
Sonrasında her uygulama grubunun anormallik sayısı bakımından ikili olarak karşılaştırılmasıyla, bu populasyonda Uzungöl populasyonundan farklı olarak anormallik sayılarının artışının konsantrasyon artışından bağımsız olduğu, sadece 500 mg/L'lik uygulama grubuna ait larvaların tüm diğer uygulama grubu larvalarından istatistiki anlamda önemli düzeyde yüksek anormallik oranına sahip olduğu ortaya çıktı (Ek Tablo 121).

Son olarak anormallik sayıları bakımından iki farklı populasyonun eş konsantrasyonları karşılaştırıldığında 50'şer mg/L'lik, 250'şer mg/L'lik ve 500'er mg/L'lik uygulama gruplarının bu açıdan istatistiki anlamda benzer olduğu, diğer uygulama grupları için ise anormallik vakası sayılarının Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonuna oranla istatistiki olarak çok daha yüksek olduğu belirlendi (Ek Tablo 122).

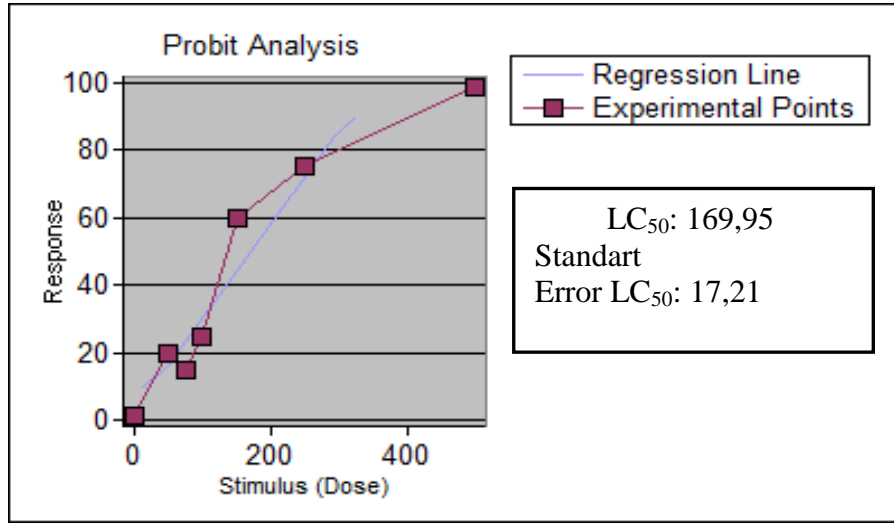
### 3.2.3. Ölüm Vakası

Her iki populasyona ait larvaların da kontrol grubu dışındaki tüm uygulama gruplarında belli oranlarda ölüme maruz kaldığı gözlemlendi. Ölüm vakalarının da tıpkı anormallik vakaları gibi zaman ve konsantrasyon artışıyla paralel biçimde artış gösterdiği belirlendi. Aynı zamanda anormallik vakalarına benzer olarak Uzungöl populasyonu larvalarındaki ölümlerin Hıdırnebi populasyonu larvalarındakilerden daha yüksek yüzde değerlerine ulaştığı görüldü. Sadece en yüksek konsantrasyon olan 500 mg/L'lik uygulama grubunda iki populasyonun da ölüm oranlarının aynı olduğu belirlendi (Şekil 42).

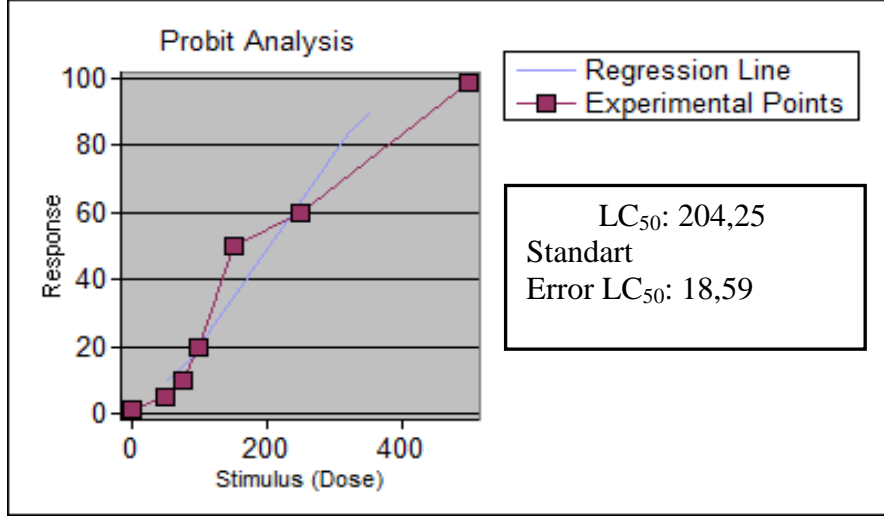
Probit analizi sonuçlarına bakıldığında: 15 günde larvaların yarısının ölümüne yol açacak konsantrasyonun ( $LC_{50}$ ) Uzungöl populasyonu için 169,95 mg/L, Hıdırnebi populasyonu için ise 204,25 mg/L olduğu belirlendi (Şekil 43, 44).



Şekil 42. Ölüm vakasının bölge ve konsantrasyonlara göre dağılımı



Şekil 43. Uzungöl popülasyonuna ait Probit Analizi (Finney Method [Lognormal Distribution]) grafiği



Şekil 44. Hıdırnebi popülasyonuna ait Probit Analizi (Finney Method [Lognormal Distribution]) grafiği

#### 4. TARTIŞMA

Bu çalışmadan elde edilen veriler ışığında amonyum nitrat suni gübresinin, Kafkaslara endemik, ülkemizde ise sadece Doğu Karadeniz bölgesinde yayılış gösteren ve IUCN (International Union for Conservation of Nature) tarafından kırmızı liste kategorilerinden ‘tehdide açık canlılar’ sınıfı içerisinde değerlendirilen Kafkas kurbağası üzerinde hem yüksek konsantrasyonlarda akut düzeyde hem de düşük ve doğada rastlanması mümkün konsantrasyonlarda kronik düzeyde önemli olumsuz etkilere sahip olduğu tespit edildi.

Bununla beraber ağırlık-boy artışları, anormallik vakalarının meydana geliş oranları ve ortaya çıkış zamanları, ölüm vakalarının meydana geliş oranları ve ortaya çıkış zamanları iki popülasyon için de derinlemesine incelendiğinde, doğal yaşam ortamları nitrat kirliliği bakımından değişiklik gösteren bu iki popülasyonun amonyum nitrata karşı oluşturduğu tepkilerin belirgin farklılıklar taşıdığı görüldü.

Bu farklılıkların mekanizması bir miktar belirsiz olmakla beraber son yapılan çalışmalar göstermiştir ki aynı türlerin farklı popülasyonları arasında belli kimyasallara karşı oluşturulan tepkilerde farklılıklar bulunabilmektedir (Semlitsch vd., 2000). Bridges ve Semlitsch’e (2000) göre bu farklılıklar kimyasalın farklı konsantrasyonlarına maruz kalmaktan kaynaklanmaktadır. Diğer bazı bilim adamları da bu farklılıkların sebebinin genetik olduğu kanısındadır (Berrill vd., 1994; Hecnar, 1995; Johansson vd., 2001; Johansson, 2004). Bununla birlikte bu iki faktör de bu duruma sebep olmada aynı zamanda etkili olabilir. Uzun bir periyotta bir kimyasalın düşükten yükseğe değişik seviyelerine maruz kalmak genetik olarak popülasyonun daha dirençli bireylerini seçilime uğratacağından yüksek derecede kalıtılan bu değişiklik bir bölgedeki popülasyonun devamlılığını etkileyebilir (Lande ve Shannon, 1996; Johansson, 2004). Böylelikle Corn ve Fogleman (1984), Bradford (1991) ve Johansson’un (2004) da rapor ettiği üzere; aynı türe ait popülasyonlardan bir bölgedeki belli bir kirlenici düzeyinde azalma eğilimi gösterirken başka bir bölgedeki aynı seviyede kirleniciye maruz kaldığında durumdan etkilenmeyebilir.

Büyüme gelişmenin hem kronik deneyin yüksek konsantrasyonlarında hem de akut deneyin tüm konsantrasyonlarında orijinden bağımsız olarak iki popülasyon için de azalış gösterdiği belirlendi. Griffis-Kyle ve Ritchie (2007) *Rana sylvatica* ve *Ambystoma tigrinum* türleri ile Smith vd. (2005) ise *Rana* cinsinden çeşitli türler ile yapmış oldukları kronik amonyum nitrat uygulamalarında bizim sonuçlarımıza benzer olarak ağırlıkta azalış tespit etmişler fakat bu türlere ait tek bir popülasyon üzerinde çalışmışlardır. Ayrıca *Pelophylax*

*ridibundus* türünün (Karaoglu vd., 2010) ve *Rana temporaria* (Johansson vd., 2001) türünün ikişer popülasyonu ile yapılan çalışmalarda hem akut hem kronik deneylerde ağırlıkta azalış görülmesi bu çalışmanın sonuçlarıyla benzerdir. Bunların yanı sıra, Hecnar (1995), Watt ve Oldham (1995), Xu ve Oldham (1997), Schuytema ve Nebeker (1999a ve 1999b), Ortiz-Santaliestra ve Sparling'in (2007) ve Oromi vd. (2009) tarafından çeşitli türlere ait birer popülasyon ile yapılmış akut çalışmalarda elde edilen sonuçlar da bizim çalışmamızda *Pelodytes caucasicus* türüne ait iki popülasyonla yürüttüğümüz akut uygulamalarda elde edilenler gibi amonyum nitratın büyümeyi engellediği yönündedir.

Gerçekleştirdiğimiz akut ve kronik uygulamalarda ortaya çıkan anormallik türleri, seyirleri ve hem zaman hem konsantrasyon artışına bağlı olarak artışları Xu ve Oldham (1997), Marco vd. (1999), Hecnar (1995), Ortiz vd. (2004), Griffis-Kyle ve Ritchie (2007), Krishnamurthy vd. (2008) ve Karaoglu vd. (2010) tarafından farklı türlerle yapılmış olan çalışmalarda ortaya çıkan anormallik türleri ve seyirleri ile benzerdir.

Deney bitiminde ulaşılan toplam anormal larva sayıları, larva başına düşen ortalama anormallik sayıları ve deney süresince gözlemlenen toplam vaka sayıları, hem kronik hem de akut uygulamada Uzungöl popülasyonunda Hıdırnebi popülasyonuna kıyasla daha yüksekti. Ayrıca hem kronik uygulamada hem de akut uygulamada anormallik vakalarının tamamına yakınının yüzde değerleri de Uzungöl popülasyonunda Hıdırnebi popülasyonuna oranla oldukça yüksekti. Bunlara ek olarak gözlemlenen tüm anormalliklerin kümülatif değerlerinin iki popülasyonun eş uygulama grupları arasında analiz edilmesi sonucunda kronik uygulamada da akut uygulamada da Uzungöl popülasyonundaki kümülatif anormallik oranlarının Hıdırnebi popülasyonuna kıyasla önemli ölçüde yüksek olduğu fakat en yüksek konsantrasyonlarda popülasyonlar arasındaki bu farkın ortadan kalktığı belirlendi. Bu sonuçların karşılaştırılabileceği ayrıntılı bir çalışma bulunmamakla beraber anormalliklerin temiz bölge popülasyonunda daha fazla meydana gelmesi Karaoglu ve arkadaşlarının (2010) elde ettiği sonuçlarla benzerdir.

Kümülatif anormallik değerleri her popülasyonun kendi içinde karşılaştırıldığında akut deneyde; beklendiği gibi Uzungöl popülasyonunda konsantrasyon artışından çok daha önemli düzeyde etkilenirken Hıdırnebi popülasyonundaki kümülatif anormallik değerleri sadece 500 mg/L grubunda diğer uygulama gruplarından önemli ölçüde fazlaydı. Bu sonuçların karşılaştırılabileceği bir çalışma da bulunmamaktadır.

Deney bitiminde ulaşılan ölüm oranları da anormallik oranları gibi hem akut hem de kronik uygulamada temiz bölgeye ait olan Uzungöl popülasyonunda kirli bölgeye ait olan Hıdırnebi popülasyonundaki değerlerinden önemli ölçüde yüksekti. Benzer biçimde, 5-10

mg/L gibi kronik konsantrasyonlarda Hecnar (1995), Smith vd. (2005) ve Krishnamurthy vd. (2008) da çeşitli türlere ait birer popülasyonda önemli oranlarda ölüme rastlamıştır. Johansson vd. (2001) ise *Rana temporaria* türüne ait iki popülasyonla yaptığı kronik deneyde istatistiki açıdan önemli olmasa da ölümlerin temiz bölge popülasyonunda biraz daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Bunların yanında, Ortiz vd. (2004), Burgett vd. (2007), Camargo vd. (2005), Oromi vd. (2009) farklı türlerin birer popülasyonu ile ve Johansson vd. (2001) aynı türün iki popülasyonu ile yaptıkları çalışmalarda su içerisinde artan nitrat konsantrasyonunun (>50 mg/L) çeşitli türlerin hayatta kalma oranını azalttığını belirlemiştir.

*P. caucasicus* türüne ait iki popülasyonla gerçekleştirilen akut uygulamada hesaplanan LC<sub>50</sub> değerleri Uzungöl popülasyonu için daha düşük iken Hıdırnebi popülasyonu için daha yüksekti. Hecnar (1995) da nitrat kirliliği açısından farklı alanlardan alınan iki *Bufo americanus* popülasyonun LC<sub>50</sub> değerlerinin *P. ridibundus* ile (Karaoglu ve vd. 2010) ve *P. caucasicus* ile yapılan akut deneylerden elde edilen sonuçlara benzer biçimde değiştiğini, doğal ortamında nitrat kirliliğine aşına olan popülasyonun LC<sub>50</sub> değerinin diğerinden daha yüksek olduğunu tespit etti. *Bufo americanus*'a ait 4 günlük LC<sub>50</sub> değerleri kirli ve temiz bölge popülasyonları için sırasıyla 228 ve 80 mg/L iken *P. ridibundus*'a ait 15 günlük LC<sub>50</sub> değerleri kirli ve temiz bölge popülasyonları için sırasıyla 59 ve 37 mg/L, *P. caucasicus*'a ait 15 günlük LC<sub>50</sub> değerleri ise kirli ve temiz bölge popülasyonları için sırasıyla 204 ve 170 mg/L'dir. Ayrıca tüm bu çalışmalarda bizim çalışmalarımızdaki gibi ölüm; zaman ve konsantrasyon artışıyla artmıştır. Camargo vd. (2005) ise ölümcül etkilerin doğru biçimde ortaya konabilmesi için 4 ve 7 günlük kısa süreçlerden ziyade bizim çalışmalarımızdaki gibi 15 günlük bir süreç gerektiğini belirtmiştir.

Aşağıdaki tabloda (Tablo 8) çeşitli türlerin tek popülasyonuna veya kirlilik açısından farklı iki bölgeden alınmış popülasyonlarına ait LC<sub>50</sub> değerleri görülmektedir. Burada da görüldüğü gibi bu değerler türlere göre ve deney sürecinin kısalık-uzunluğuna göre değişmektedir. Deney süreci uzadıkça popülasyonun yarısının ölümüne yol açacak kirlitici değeri yani LC<sub>50</sub> düşmektedir. Tablo 8 incelendiğinde: *Bufo bufo*, *Bufo calamita* ve *Discoglossus galganoi* türlerinin LC<sub>50</sub> değerleri açısından *P. caucasicus* türünden önemli derecede dirençli olduğu; *Bufo americanus* türünün 4 günlük LC<sub>50</sub> değerinin *P. caucasicus* türünün 15 günlük LC<sub>50</sub> değerine benzer olduğu fakat *Bufo americanus* için bu değer 15 günlük olsaydı muhtemelen *P. caucasicus* türünün 15 günlük LC<sub>50</sub> değerinden önemli oranda düşük olabileceği; *Hyla arborea*, *Pelobates cultripis* ve *Osteopilus septentrionalis* türlerinin

Tablo 8. Şimdiye kadar yapılan akut uygulamalar sonucunda elde edilen LC<sub>50</sub> değerlerinin türlere ve deney sürecine göre değişimi

Tür	Süre	LC <sub>50</sub> (mg/L)	Nitrat Bileşiği	Larva/L	Kaynak
<i>Ambystoma gracile</i>	15 gün	23,39	KNO <sub>3</sub>	6,7	Marco vd. (1999)
<i>Bufo americanus*</i>	4 gün	80-228	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	10	Hecnar (1995)
<i>Bufo bufo</i>	4-7 gün	2193	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	12,5	Xu ve Oldham (1997)
<i>Bufo bufo</i>	15 gün	1143	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	12-20	Ortiz vd. (2004)
<i>Bufo calamita</i>	8-12 gün	648	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	?	Ortiz-Santaliestra vd. (2006)
<i>Discoglossus galganoi</i>	15 gün	259	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	?	Ortiz-Santaliestra vd. (2006)
<i>Discoglossus galganoi</i>	15 gün	1143	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	12-20	Ortiz vd. (2004)
<i>Fejervarya limnocharis</i>	4 gün	7,61	NaNO <sub>3</sub>	8	Krishnamurthy vd. (2008)
<i>Hyla arborea</i>	15 gün	286	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	12-20	Ortiz vd. (2004)
<i>Nyctibatrachus major</i>	4 gün	2,02	NaNO <sub>3</sub>	8	Krishnamurthy vd. (2008)
<i>Osteopilus septentrionalis</i>	13 gün	228,6	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	2	Punzo and Law (2006)
<i>Pelobates cultripes</i>	8-15 gün	259	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	?	Ortiz-Santaliestra vd. (2006)
<i>Pelodytes caucasicus*</i>	15 gün	170-204	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	2,5	Bu çalışma
<i>Pelophylax ridibundus*</i>	15 gün	37-59	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	3	Karaoglu vd. (2010)
<i>Pseudacris regilla</i>	4 gün	135,4	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	4-6	Schuytema ve Nebeker (1999a)
<i>Pseudacris regilla</i>	10 gün	55,2	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	4-6	Schuytema ve Nebeker (1999a)
<i>Pseudacris triseriata</i>	4 gün	143	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	10	Hecnar (1995)
<i>Rana clamitans</i>	4 gün	286	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	10	Hecnar (1995)
<i>Rana pipiens</i>	4 gün	143	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	10	Hecnar (1995)
<i>Rana pretiosa</i>	15 gün	16,45	KNO <sub>3</sub>	6,7	Marco vd. (1999)
<i>Rana sylvatica</i>	7 gün	50-100	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	8,6	Burgett vd. (2007)
<i>Xenopus laevis</i>	4 gün	100,7	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	15	Schuytema ve Nebeker (1999b)
<i>Xenopus laevis</i>	10 gün	52,9	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	15	Schuytema ve Nebeker (1999b)

\*: Aynı türün sırasıyla temiz ve kirli bölgelerden alınmış iki farklı popülasyonundan elde edilen LC<sub>50</sub> değerleri

LC<sub>50</sub> değerleri açısından *P. caucasicus* türü ile oldukça benzer olduğu; geri kalan 11 farklı türden ise LC<sub>50</sub> değerleri açısından *P. caucasicus* türünün önemli düzeyde dirençli olduğu anlaşılmaktadır.

Yukarıdaki sonuçlara ek olarak, kronik uygulamada iki popülasyonun eş uygulama grupları anormallik ve ölüm vakalarının ortaya çıkışları bakımından karşılaştırıldığında Uzungöl popülasyonunda her ikisinin de Hıdırnebi popülasyonuna göre istatistiki anlamda önemli ölçüde ve ortalama 2 hafta erken başladığı ve yaklaşık 2 hafta erken ilerleyip %100 oranına daha çabuk ulaştığı tespit edildi. Bu sonuçların karşılaştırılabileceği ayrıntılı bir çalışma bulunmamakla beraber, anormallik ve ölümlerin temiz bölge popülasyonunda daha erken başlaması *Pelopylax ridibundus* ile yapılan çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Karaoglu vd. 2010).

Bu veriler bize doğal yaşam alanında nitrat bileşiklerine maruz kalmayan Uzungöl popülasyonunun doğal yaşam alanında nitrat kirliliğine aşına olan Hıdırnebi popülasyonuna göre daha hassas olduğunu, başka bir deyişle doğal olarak yaşamını kirli bölgede sürdüren Hıdırnebi popülasyonunun nitrat bileşiklerine karşı zamanla bir adaptasyon geliştirdiğini düşündürmektedir. Bulgularımız Johansson vd. (2001), Johansson (2004), Hecnar'ın (1995) ve Karaoglu vd.'nin (2010) elde ettiği sonuçlarla örtüşmektedir.

Fakat deney sonuçlarında beklenilen aksine ilerleyen bazı durumlar da ortaya çıktı. Örneğin kronik deneyde kaydedilen kümülatif anormallik değerlerinin Uzungöl popülasyonunda konsantrasyon artışından Hıdırnebi popülasyonuna göre çok daha az etkilendiği belirlendi. 20 ve 25 mg/L gruplarında gözlemlenen kümülatif anormallik değerlerinin Uzungöl popülasyonunda sadece 5 mg/L grubundan fakat Hıdırnebi popülasyonunda hem 5, hem 10, hem 15 mg/L gruplarından daha yüksek olduğu tespit edildi. Anormallik değerlerindeki farkın bu şekilde Uzungöl popülasyonuna ait uygulama grupları yerine Hıdırnebi popülasyonuna ait olanlarda daha yüksek olmasının sebebi, Hıdırnebi popülasyonunun amonyum nitrata daha dirençli olması dolayısıyla gösterdiği ölüm oranının düşük olması olabilir. Çünkü Uzungöl popülasyonunda anormallik gösterme potansiyeline sahip larvalar hassasiyetleri sebebiyle ölürken Hıdırnebi popülasyonunda anormallik gösterdiği halde ölmediği için deney süresince gözlemlenen kümülatif anormallik değerlerindeki gruplar arası farkı Uzungöl popülasyonuna oranla yukarıya çekmiş olabileceği düşünülmektedir.

Kronik deneyin son ölçümünde de en yüksek konsantrasyonda iki popülasyonda da büyümede önemli düzeyde azalma tespit edildi. Fakat Uzungöl popülasyonunda bu azalma kontrol grubuna göre sadece 25 mg/L uygulanan grupta gerçekleşirken Hıdırnebi



populasyonunda 25 mg/L uygulanan grubun yanında 15 ve 20 mg/L uygulanan gruplarda da gerçekleşti. Ayrıca son ölçüm değerleri bakımından iki populasyon birbiriyle karşılaştırıldığında ağırlık değerlerinin 15, 20 ve 25'er mg/L amonyum nitrat uygulanan gruplarda Hıdırnebi populasyonunda Uzungöl populasyonu larvalarına kıyasla önemli düzeyde düşük olduğu belirlendi. Beklenenin aksine seyreden bu durumların sebebi olarak iki populasyon arasındaki ölüm oranlarının farklı olması düşünülmektedir. Doğal yaşam alanında nitrat kirliliğine aşinalığı olmayan Uzungöl populasyonu, amonyum nitrate karşı Hıdırnebi populasyonundan daha hassas olduğundan her konsantrasyonda gözlemlenen ölüm vakaları Hıdırnebi populasyonundan yüksekti. Dolayısıyla gelişemeyerek küçük kalan larvalardan çoğu Uzungöl populasyonunda ölürken daha dirençli olan Hıdırnebi populasyonunda hayatta kaldığı için bu küçük larvaların Hıdırnebi populasyonunun ağırlık değerlerini Uzungöl populasyonundan daha aşağılara çekmiş olabileceği düşünülmektedir. Akut uygulamada ise kullanılan yüksek konsantrasyonlar iki populasyon arasındaki tepki farkını ortadan kaldırmış ve büyümedeki mevcut azalma eğilimini iki populasyon için de benzer kılmıştır. Ayrıca daha önce Karaoglu vd. (2010) ve Johansson vd.'nin (2001) çalışmalarından farklı olan bu sonuçlar çalışılan türlerin ve dirençlerinin farklı olmasından da kaynaklanmış olabilir. Nitekim yapılan birçok çalışma farklı türlerin nitrat bileşiklerinden kaynaklanan kirliliğe toleranslarının çok farklı olduğunu kanıtlamıştır (Hecnar 1995, Hamer vd. 2004, Griffis-Kyle 2007, Griffis-Kyle ve Ritchie 2007, Ortiz vd. 2004, Egea-Serrano vd. 2008; Earl ve Whiteman 2009).

Aynı amonyum nitrat konsantrasyonlarında ve aynı gelişim aşamalarındaki larvalarla yaptığımız çalışmalarda, aynı türe ait bireylerin amonyum nitrat gübresine oluşturduğu neredeyse tüm tepkilerin önemli düzeyde farklı olduğunu belirledik. Bu durum olası bir şekilde göstermektedir ki populasyonun doğal yaşamda daha önceden amonyum nitrate maruz kalmıştır ve kalıtsal bir dirence sahiptir. Larvalar yumurtalardan laboratuvar ortamında çıktıkları için bu direncin kalıtsal olduğu fikri güçlenmektedir. Bu bulgu şaşırtıcı değildir. Çünkü diğer türlerde toksik bileşiklere olan evrimsel direnç üzerine raporlar bulunmaktadır (e.g., Roush ve McKenzie 1987, Posthuma ve Van Straalen 1993, Macnair 1997, Johansson vd. 2001, Johansson 2004).

Sonuç olarak, aynı amfibi türlerinin populasyonları arasında amonyum nitrate duyarlılık açısından nispeten yüksek bir çeşitlilik bulunmaktadır. Bridges ve Semlitsch'in de (2000) belirttiği gibi araştırmaların asıl odaklanması gerektiği husus bazı türleri ve populasyonları diğerlerine göre daha dirençli kılan şeyin ne olduğudur.

Amonyum nitratın etkilerinin birçok türde aynı olması sonucunda ortak bir etki mekanizması olduğu kanısına varılmıştır. Gözlemlenen beslenme azalışının sebebi olarak

sindirim sisteminde nitrat etkisiyle bazı bakterilerin gelişmesi, dengesizlik ve felç olaylarının sebebi olarak sinir sisteminin etkilenmesi, kan rengindeki değişimlerin sebebi olarak nitrat etkisiyle methemoglobinemi olayının gerçekleşmesi, yani hemoglobinin yerini methemoglobinin alması düşünülmektedir. Methemoglobin oksijene bağlanamadığından alınan besinlerin yakılamaması da yavaşlama, halsizlik ve diğer etkileri tetiklemektedir (Johansson vd., 2001; Hecnar, 1995; Watt ve Oldham, 1995).

Amonyum nitratın kurbağalarda büyüme gelişmeyi engellemesi sucul habitatta uzayan bir gelişme sürecine neden olur ve uzayan gelişme süreci su birikintisinin kurumasına karşı larvaları büyük risk altına sokar, grubun tümünün ölme riski yükselir (Griffiths, 1997). Ayrıca gelişme sürecinin uzaması durumunda avcıyla karşılaşabilecek larva sayısı ve larvaların avcılar ile karşılaşabileceği zaman da artmış olur. Bunların yanı sıra bu bireyler avlanmaya karşı daha korunmasız hale gelirler çünkü metamorfoz sonundaki büyüklükleri azalmıştır ve küçük bireyler daha kolay yakalanabilir (Heinen, 1993; Welborn vd. 1996). Küçük bireylerin avlanma yetenekleri de diğerlerine göre daha zayıftır (Ranta ve Nuutinen, 1985). Tüm bunlara ek olarak metamorfoz sonundaki büyüklüğün azalması eşeyssel erginliğe daha geç erişme ile sonuçlanır ve küçük boyutta erginler meydana gelir (Smith, 1987). Bu erginler daha küçük ve daha az sayıda yumurta bırakırlar (Cummins, 1986) veya küçük boyutlu erkekler eş olarak tercih edilmeyebilir (Davies ve Halliday, 1977), bu yolla üreme daha başarısız bir hale gelir (Werrel ve Francillon, 1986). Sonuç olarak metamorfoz bitimindeki büyüklük amfibilerde hayatta kalma açısından çok önemli bir parametredir ve bu yüzden amonyum nitrat birçok türün hayatı boyunca olumsuz etkilerini devam ettirmektedir (örn. Watt ve Oldham, 1995; Watt ve Jarvis, 1997).

Meydana gelen anormallikler de amfibilerin sağlığı ve hayatta kalma oranları üzerinde önemli etkilere sahiptir. Anormallik taşıyan çoğu larva ya metamorfozunu tamamlayamaz ya da özellikle ilk kışında avcılarına karşı çok hassas olur (Helgen vd., 2000).

Kurbağalar besin zincirinde hem önemli besin kaynakları hem de önemli avcılardır. Ticari değeri olan birçok bitkide zararlı etkilere sahip çeşitli böceklerin doğadaki dengeleyicileridir (Duellman ve Trueb, 1986). Hayvan toplulukları içindeki biyokütlenin önemli bir kısmını oluşturduklarından (Burton ve Likens, 1975) amfibileri etkileyen herhangi bir faktör topluluklar ve ekosistem üzerinde çok değişken etkiler yaratabilir (Hecnar, 1995). Bu yüzden amfibilere zarar verebilecek biyotik ve abiyotik faktörlerin çok iyi tanınması ve ilgili tedbirlerin alınması büyük önem taşımaktadır.

Özellikle Türkiyede'ki kurbağa türleriyle ilgili bu tür çalışmaların eksik olması dolayısıyla bu eksikliğin olabildiğince hızlı giderilmesi gerekmektedir.

## 5. SONUÇLAR

Bu doktora tezi kapsamında; amonyum nitrat gübresinin, Kafkas kurbağasına ait larvalar üzerindeki hem kronik ve akut etkileri belirlenmiştir; hem de temiz ve kirli iki farklı bölgeden gelen iki farklı populasyona ait larva grubu arasında amonyum nitrata karşı oluşturulan cevaplarda bir farklılık olup olmadığı tespit edilmiştir.

Kronik uygulama sonuçları değerlendirilecek olursa şunlar yazılabilir:

Gözlemlenen anormalliklerin iki populasyonda da benzer biçimde konsantrasyon ve zaman artışıyla paralel olarak yükseldiği belirlendi. Yapılan istatistik analizler sonucunda iki populasyonun da yüksek konsantrasyonlarında (20 ve 25'er mg/L) gözlemlenen anormalliklerin düşük konsantrasyonlarında (5, 10 ve 15'er mg/L) gözlemlenenlerden önemli düzeyde fazla olduğu tespit edildi. İki populasyonun eş konsantrasyonları anormallik sayıları bakımından birbiriyle karşılaştırıldığında; 5'er ve 10'ar mg/L gruplarında gözlemlenen anormalliklerin Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonuna göre önemli düzeyde fazla olduğu, daha yüksek konsantrasyonlardaysa bu farkın kaybolduğu belirlendi.

Yapılan istatistik analizler sonucunda anormalliklerin ortaya çıkış zamanlarının Uzungöl populasyonunda da Hıdırnebi populasyonunda da konsantrasyon artışından bağımsız olduğu, yüksek konsantrasyonlarda da düşük konsantrasyonlarda da hemen hemen aynı zamanda ortaya çıktığı görülürken, iki populasyonun eş konsantrasyonları bu açıdan birbirleriyle karşılaştırıldığında çoğu anormalliğin Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonuna göre önemli düzeyde erken ortaya çıktığı tespit edildi.

Ölüm vakalarının da anormallikler gibi her iki populasyonda da benzer biçimde konsantrasyon ve zaman artışıyla paralel olarak yükseldiği fakat her konsantrasyonda ulaştığı yüzde değerlerinin Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonuna göre oldukça yüksek olduğu tespit edildi.

Yapılan istatistik analizler sonucunda ölüm vakalarının ortaya çıkış zamanlarının iki populasyonun kendi içinde de konsantrasyon artışından bağımsız olduğu belirlendi. İki populasyonun eş konsantrasyonları birbirleriyle karşılaştırıldığında ise anormallik vakaları gibi ölüm vakalarının da Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonuna göre önemli düzeyde erken başladığı belirlendi.

Bu populasyonlar ağırlık ve boy değerleri açısından irdelendiğinde; yapılan istatistik analizler sonucunda Uzungöl populasyonunda büyümedeki azalmanın konsantrasyon artışından nispeten bağımsız olduğu, sadece 25 mg/L grubunda kontrol grubundan önemli

düzeyde az olduğu tespit edildi. Hıdırnebi populasyonundaysa büyümedeki azalmanın konsantrasyon artışına bağımlı olduğu, yüksek konsantrasyonlardaki (15, 20 ve 25 mg/L) büyüme değerlerinin düşük konsantrasyonlardaki (0, 5, 10 mg/L) değerlere göre önemli düzeyde azaldığı belirlendi. Bununla beraber iki populasyonun eş konsantrasyonları büyüme değerleri açısından birbirleriyle karşılaştırıldığında Kontrol gruplarına, 5'er mg/L ve 10'ar mg/L uygulama gruplarına ait değerlerin birbiriyle benzer olduğu fakat 15'er, 20'şer ve 25'er mg/L gruplarına ait değerlerin beklenenin aksine Hıdırnebi populasyonunda Uzungöl populasyonuna göre önemli düzeyde düşük olduğu tespit edildi.

Akut uygulama sonuçları ile ilgili ise şunlar yazılabilir:

Anormallik sayıları istatistik açıdan test edildiğinde Uzungöl populasyonunda yüksek konsantrasyonlarda düşük konsantrasyonlardaki değerlerinden önemli düzeyde fazla olduğu, konsantrasyon artışıyla paralel bir artış gösterdiği tespit edildi. Hıdırnebi populasyonundaysa sadece 500 mg/L grubuna ait anormallik sayılarının tüm diğer grupların değerlerinden önemli oranda yüksek olduğu belirlendi. Anormallik sayıları açısından iki populasyonun eş konsantrasyonları birbiriyle karşılaştırıldığında ise en düşük ve en yüksek konsantrasyon hariç diğer tüm konsantrasyonlarda anormallik sayılarının Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonuna göre önemli düzeyde yüksek olduğu görüldü.

Ölüm oranlarının da anormallik oranları gibi her iki populasyonda da benzer biçimde konsantrasyon artışıyla arttığı belirlendi. İki populasyonun eş konsantrasyonlarındaki ölüm oranlarına bakıldığında; ölüm oranlarının en yüksek konsantrasyon hariç tüm konsantrasyonlarda Uzungöl populasyonunda Hıdırnebi populasyonuna göre oldukça yüksek olduğu görüldü. Buna paralel olarak yarı ölümcül dozu gösteren LC<sub>50</sub> değerleri de Uzungöl populasyonu için 170 mg/L, Hıdırnebi populasyonu için ise 204 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Büyüme parametrelerinin ise her iki populasyon için de benzer biçimde değiştiği belirlendi. İki populasyonda da tüm uygulama gruplarına ait büyüme değerleri kontrol grubuna ait değerlerden önemli düzeyde düşüktü. Bununla birlikte iki populasyonun eş konsantrasyonları karşılaştırıldığında büyüme değerlerinin benzer olduğu belirlendi.

Elde edilen tüm bu veriler ışığında, amonyum nitrat gübresinin bu tür üzerinde hem kronik hem de akut seviyede, önemli düzeyde olumsuz etkilere sahip olduğu ortaya konmuştur. Bu gübreye her iki populasyonun verdiği cevaplar derinlemesine irdelendiğinde ise büyüme parametreleri haricindeki tüm sonuçlar bize kirli bölgede yaşayan Hıdırnebi populasyonunun nitrat kirliliğine karşı, temiz bölgede yaşayan Uzungöl populasyonuna göre daha dirençli bir hale geldiğini göstermektedir.

## 6. ÖNERİLER

Günümüzde pek çok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de oldukça yaygın kullanıma sahip bir gübre olan amonyum nitratın, birçok amfibi türü üzerinde ciddi olumsuz etkilere sahip olduğu artık bilinmektedir. Bununla birlikte yarattığı etkilerin türden türe veya diğer çevresel şartlara göre değişiklik gösterdiği ortaya konan bu kimyasalın, ülkemizde yayılış gösteren pek çok amfibi türü üzerindeki etkileri hala bilinmemektedir.

Bu bağlamda, araştırmalar genişletilerek söz konusu türlerin amonyum nitrata toleransları belirlenebilir, doğal dengenin ve biyoçeşitliliğin korunması adına gereksinim duyulabilecek önlemlerin alınması için adım atılabilir.

Bununla birlikte, moleküler tekniklerin de kullanıldığı daha kapsamlı araştırmalarla, akut ve kronik seviyelerde bu gübreyle maruz kalınması sonucunda gelişebilecek muhtemel DNA hasarları, kromozom anormallikleri, üretilen stres proteinleri ve bunların etkileri ortaya konmaya çalışılabilir.

Ayrıca bu kimyasala direnç gösteren organizmaların geliştirmiş oldukları savunma mekanizmaları ortaya konabilir. Bu sayede ilgili genleri kapsayan moleküler çalışmalar sonucunda önemli gelişmeler elde edilebilir.

Ve en önemlisi, çeşitli kuruluşlarla işbirliği içerisinde çalışılarak tüm bu araştırmaların sonuçları daha geniş kitlelerle paylaşılabilir, doğal dengenin korunmasıyla ilgili ortak ve daha güçlü bir bilinç düzeyine ulaşılabilir.

## 7. KAYNAKLAR

- Arıkan, H., Tosunoğlu, M., Atatür, M.K. ve Göçmen, B., 2007. Some comments on the breeding biology of *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 (Anura: Pelodytidae) from Uzungöl, Northeast Anatolia, Turkish Journal of Zoology, 31, 53-64.
- Baker, J.M.R. ve Waights, V., 1993. The effect of sodium nitrate on the growth and survival of toad tadpoles (*Bufo bufo*) in the laboratory. Herpetological Journal, 3, 147-148.
- Baran, İ. ve Atatür, M.K., 1998. Türkiye Herpetofaunası (Kurbağa ve Sürüngenler), Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara, 214s.
- Barbadillo, L.J., Lacomba, J.I., Pe'rez-Mellado, V., Sancho, V. ve Lo'pez-Jurado, L.F., 1999. Anfibios y reptiles de la Peninsula Ibe'rica, Baleares y Canarias. Editorial GeoPlaneta, Barcelona, Spain
- Barinaga, M., 1990. Where have all the froggies gone, Science, 247, 1033-1034.
- Berger, L., 1989. Dissappearance of amphibian larvae in the agricultural landscape, Ecol. Int. Bull., 17, 65-73.
- Berrill, M., Bertram, S., McGillivray, L., Kolohon, M. ve Pauli., B., 1994. Effects of low concentrations of forest-use pesticides on frog embryos and tadpoles. Environmental Toxicology and Chemistry, 13, 657-664.
- Blaustein, A.R., Hoffman, P.D., Hokit D.G., Kiesecker J.M., Walls S.C. ve Hays J.B., 1994. UV-repair and reistance to solar UV-B in amphibian eggs: A link to population declines, Proc. Natl. Acad. Sci., 91, 1791-1795.
- Blaustein A.R. ve Wake D.B., 1995. The puzzle of declining amphibian populations, Sci. Amer., 272, 52-57.
- Bogardi, I., Kuzelka, R.D. ve Ennenga, W.G.(Eds.), 1991. Nitrate contamination: Exposure, consequence and control. NATO ASI Series G: Ecological Sciences, 30. Springer- Verlag, New York.
- Boone, M.D., Semlitsch, R.D. Little, E.E. ve Doyle, M.C., 2007. Multiple stressors in amphibian communities: effects of chemical contamination, bullfrogs, and fish, Ecological Applications, 17, 291-301.
- Bradford, D.F. 1991. Mass mortality and extinction in a high-elevation population of *Rana muscosa*, Journal of Herpetology, 2, 174-177.
- Bridges, C.M. ve Semlitsch R.D., 2000. Variation in pesticide tolerance of tadpoles among and within species of Ranidae and patterns of amphibian decline, Conservation Biology, 14, 1490-1499.
- Boyer, R. ve Gruce, G.E., 1995. The need for water quality criteria for frogs, Environmental Health Perspectives, 103, 352-357.

- Burgett, A.A., Wright, C.D., Smith, G.R., Fortune, D.T. ve Johnson, S.L., 2007. Impact of ammonium nitrate on wood frog (*Rana sylvatica*) tadpoles: effects on survivorship and behavior, Herpetological Conservation and Biology, 2, 29-34.
- Burton, T.M. ve Likens G.E., 1975. Salamander populations and biomass in the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire, Copeia, 541-546.
- Camargo, J.A., Alonso, A. ve Salamanca, A., 2005. Nitrate toxicity to aquatic animals: A review with new data for freshwater invertebrates, Chemosphere, 58, 1255-1267.
- Camargo, J.A. ve Alonso, Á., 2006. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment, Environment International, 32, 6, 831-849.
- Carey, C., Cohen, N. ve Rollins-Smith, L., 1999. Amphibian declines: an immunological perspective, Developmental and Comparative Immunology, 23, 459-472.
- Centers for Disease Control and Prevention, 1996. Spontaneous abortions possibly related to ingestion of nitrate-contaminated well water in La Grange County, Indiana, 1991–1994. Morb. Mortal. Wkly. Rep., 45, 569-572.
- Cerhan, J.R., Weyer, P.J., Janney, C.A., Lynch, C.F. ve Folsom, A.R., 2001. Association of nitrate levels in municipal drinking water and diet with risk of coronary heart disease mortality: the Iowa Women's Health Study, Epidemiology, 12, 84-457.
- Chalmers, A., Kershaw, C. ve Leech, P., 1990. Fertilizer use on farm crops in Great Britain: results from the survey of fertilizer practice, 1969–88, Outlook on Agriculture, 19, 269-278.
- Chorus, I., 2001. Cyanotoxins: occurrence, causes, consequences. Berlin: Springer.
- Cooke, A.S., 1981. Tadpoles as indicators of harmful levels of pollution in the field, Environ. Pollut. Serie A., 25, 123-133.
- Corn, P.S. ve Fogleman, J.C., 1984. Extinction of montane populations of the northern leopard frog (*Rana pipiens*) in Colorado, Journal of Herpetology, 18, 147-152.
- Cummins, C.P., 1986. Effects of aluminium and low pH on growth and development in *Rana temporaria* tadpoles, Oecologia, 69, 248-252.
- Dalton, R. 2002. Frogs put in a gender blender by America's favorite herbicide, Nature, 416, 665.
- Davies, N.B. ve Halliday, T.R., 1977. Optimal mate selection in the toad *Bufo bufo*, Nature, 269, 56-58.
- Dawson, R.M., 1998. The toxicology of microcystins, Toxicon., 36, 953-962.

- Demirsoy, A., 1996. Türkiye Omurgalıları, Amfibiler, Çevre Bakanlığı Doğal Kaynaklar Genel Müdürlüğü, Proje no:90 K 1000 90 Meteksan, 69.
- Demirsoy, A., 1998. Yaşamın Temel Kuralları, Cilt – III / Kısım – I Dördüncü Baskı, Metaksan, 684.
- Denton, J.S., Hitchings, S.P., Beebee, T.J.C. ve Gent, A., 1997. A recovery program for the natterjack toad (*Bufo calamita*) in Britain, Conserv. Biol., 11, 1329-1338
- De Solla, S.R, Pettit, K.E., Bishop, C.A., Cheng, K.M. ve Elliott, J.E., 2002. Effects of agricultural runoff on native amphibians in the Lower Fraser River Valley, British Columbia, Canada, Environmental Toxicology and Chemistry, 21, 2, 353-360.
- De Wijer, P., Watt, P.J. ve Oldham, R.S., 2003. Amphibian decline and aquatic pollution: effects of nitrogenous fertilizer on survival and development of larvae of the frog *Rana temporaria*, Applied Herpetology, 1, 3-12.
- Duellman, W.E. ve Trueb L., 1986. Biology of Amphibians. McGraw-Hill, New York, NY.
- Earl, J.E. ve Whiteman, H.H., 2009. Effects of pulsed nitrate exposure on amphibian development, Environmental Toxicology and Chemistry, 28, 1331-1337.
- Edwards, T.M., McCoy, K.A., Barbeau, T., McCoy, M.W., Thro, J.M. ve Guillette Jr, L.J., 2006. Environmental context determines nitrate toxicity in Southern toad (*Bufo terrestris*) tadpoles, Aquatic Toxicology, 78, 50-58.
- Egea-Serrano, A., Tejedo, M. ve Torralva, M., 2008. Analysis of the Avoidance of Nitrogen Fertilizers in the Water Column by Juvenile Iberian Water Frog, *Pelophylax perezi* (Seoane, 1885), in Laboratory Conditions, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 80, 2, 178-183.
- Ehrlich, P.R., Ehrlich, A.H. ve Pimm, S., 1996. Betrayal of science and reason, Nature, 383, 494.
- Fenn, M.E., Baron, J.S., Allen, E.B., Rueth, H.M., Nydick, K.R. ve L. Geiser., 2003. Ecological effects of nitrogen deposition in the western United States, Bioscience, 53, 404-420.
- Forbes, V.E. ve Calow, P., 1997. Responses of aquatic organisms to pollutant stress: theoretical and practical implications, Environmental stress, adaptation and evolution. Springer Verlag, 25-42.
- Fwetrell, L., 2004. Drinking-water nitrate, methemoglobinemia, and global burden of disease: a discussion, Environ. Health Perspect., 112, 1371-1374.
- Galloway, J.N., Aber, J.D., Erisman, J.W., Seitzinger, S.P., Howarth, R.W., Cowling, E.B. ve Cosby, B.J., 2003. The nitrogen cascade, Bioscience, 53, 341-356.
- Galloway, J.N., Cowling, E.B., Seitzinger, S.P. ve Socolow, R.H., 2002. Reactive nitrogen: too much of a good thing?, Ambio, 13, 60-63.



- Gokhelashvili, R.K. ve Tarkhnishvili, D.N., 1994. Age structure of six Georgian anuran populations and its dynamics during two consecutive years (Anura), Herpetozoa, 7, 1-2, 11-18.
- Gosner, K.L., 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification, Herpetologica, 16, 183-190.
- Greer, F.R. ve Shannon, M., 2005. Infant methemoglobinemia: the role of dietary nitrate in food and water, Pediatrics, 116, 784-786.
- Griffis-Kyle KL. 2005. Ontogenetic delays in effects of nitrite exposure on Tiger salamanders (*Ambystoma tigrinum tigrinum*) and Wood frogs (*Rana sylvatica*), Environ. Toxicol. and Chem. 24, 1523-1527.
- Griffis-Kyle, K.L. 2007. Sublethal effects of nitrite on tiger salamander (*Ambystoma tigrinum tigrinum*) and wood frog (*Rana sylvatica*) embryos and larvae: Implications for weld populations, Aquatic Ecology, 41, 119-127.
- Griffis-Kyle, K.L. ve Ritchie, M.E., 2007. Amphibian survival, growth and development in response to mineral nitrogen exposure and predator cues in the field: an experimental approach, Oecologia, 152, 633-642.
- Griffiths, R.A., 1997. Temporary ponds as amphibian habitats, Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst., 7, 119-126.
- Gupta, S.K., Gupta, R.C., Gupta, A.B., Seth, A.K., Bassin, J.K. ve Gupta, A., 2000. Recurrent acute respiratory infections in areas with high nitrate concentrations in drinking water, Environ. Health Perspect., 108, 363-366.
- Hamer, A.J., Makings, J.A., Simon, J.L. ve Michael J.M., 2004. Amphibian decline and fertilizers used on agricultural land in South-eastern Australia, Agriculture, Ecosystems and Environment, 102, 3, 299-305.
- Hatch, A.C. ve Blaustein, A.R., 2000. Combined Effects of UV-B, nitrate, and low pH reduce the survival and activity level of larval cascades frogs (*Rana cascadae*), Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 39, 4, 494-499
- Hatch, A.C. ve Blaustein. A.R., 2003. Combined effects of UV-B radiation and nitrate fertilizer on larval amphibians, Ecological Applications, 13, 1083-1093.
- Hecnar, S.J., 1995. Acute and chronic toxicity of ammonium nitrate fertilizer to amphibians from Southern Ontario, Environ. Chem., 14, 2131-2137.
- Heinen, J.T., 1993. Aggregations of newly metamorphosed *Bufo americanus*: tests of two hypotheses, Can. J. Zool., 71, 334-338.
- Helgen, J.C., Gernes, M.C., Kersten, SM., Chirhard, J.W., Canfield, J.T., Bowers, D., Haferman, J., McKinnell, R.G. ve Hoppe, D.M., 2000. Field investigations of malformed frogs in Minnesota 1993-1997, J. Iowa Acad. Sci., 107, 96-112.

- Holland, E.A., Braswell, B.H., Sulzman, J. ve Lamarque, J.F., 2005. Nitrogen deposition onto the United States and Western Europe: synthesis of observations and models, Ecological Applications, 15, 38-57.
- Holloway, G.J., Sibly, R.M. ve Povey, S.R., 1990. Evolution in toxic-stressed environments, Functional Ecology, 4, 289-294.
- Johansson, M., Räsänen, K. ve Merilä, J., 2001. Comparison of nitrate tolerance between different populations of the common frog, *Rana temporaria*, Aquatic Toxicology, 54, 1-14.
- Johansson, M. 2004. Effects of agriculture on abundance, genetic diversity and fitness in the common frog, *Rana temporaria*. Acta Universitatis Upsaliensis, Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from The Faculty of Science and Technology 1025. Uppsala. ISBN 91-554-6060-7, 43.
- Just, J.J., Kraus-Just, J. ve Check, D.A., 1981. Survey of chordate metamorphosis, In Metamorphosis : A Problem in Developmental Biology, 2nd ed. (L. I. Gilbert, and E. Frieden, eds.), Plenum Pres, 265-326.
- Karaoglu, H., Kutrup, B. ve Ogut, H., 2010. Intraspecific differences in responses of Marsh Frog (*Pelophylax ridibundus*) tadpoles exposed to environmentally relevant and acute levels of ammonium nitrate fertilizer, Journal of Freshwater Ecology, 25, 3, 353-366.
- Kiesecker, J.M. ve Blaustein, A.R., 1995. Synergism between UV-B radiation and a pathogen magnifies amphibian embryo mortality in nature, Proc. Natl. Acad. Sci., 92, 11049-11052.
- Kiesecker, J.M. ve Blaustein, A.R., 1997. Influences of egg laying behavior on pathogenic infection of amphibian eggs, Conserv. Biol., 12, 214-220.
- Knobeloch, L., Salna, B., Hogan, A., Postle, J. ve Anderson, H., 2000. Blue babies and nitrate contaminated well water, Environ. Health Perspect, 108, 675-678.
- Krishnamurthy, S.V. ve Hussain, S.A., 2004. Species composition and distribution status of amphibians in Kudremukh National Park with special reference to iron ore mining and habitat qualities, The Herpetological Journal, 14, 139-145.
- Krishnamurthy, S.V., Meenakumari, D., Gurushankara, H.P. ve Vasudev, V., 2008. Nitrate-induced morphological anomalies in the tadpoles of *Nyctibatrachus major* and *Fejervarya limnocharis* (Anura: Ranidae), Turkish Journal of Zoology, 32, 239-244.
- Kuzmin, S. L., 1999. The Amphibians of the Former Soviet Union, Pensoft, Sofia-Moscow.
- Lagerstedt, E., Jacks, G. ve Sefe, F., 1994. Nitrate in groundwater and N circulation in eastern Botswana, Environmental Geology, 23, 60-64.
- Lande, R. ve Shannon, S., 1996. The role of genetic variation in adaptation and population persistence in a changing environment, Evolution, 50, 434-437.

- Landsberg, J.H., 2002. The effects of harmful algal blooms on aquatic organisms. Rev. Fish. Sci., 10, 113-390.
- Lanyon, L.E., 1996. Does nitrogen cycle, Ag. Consultant, 52, 17.
- Loman, J. ve Lardner, B., 2006. Does pond quality limit frogs *Rana arvalis* and *R. temporaria* in agricultural landscapes? A field experiment, Journal of Applied Ecology, 43, 690-700.
- Luca, D., Luca, V., Cotor, F. ve Rileanu, L., 1987. In vivo and in vitro cytogenetic damage induced by sodium nitrite, Mutat. Res., 189, 333-340.
- Macnair, M.R. 1997. The evolution of plants in metal-contaminated environments, Bijlsma and V. Loeschcke, Environmental stress, adaptation and evolution. Springer Verlag, 3-24
- Mahaney, P.A., 1994. Effects of freshwater petroleum contamination on amphibian hatching and metamorphosis, Environ. Toxicol. Chem., 13, 259-235.
- Marco, A. ve Blaustein, A.R., 1999. The effects of nitrite on behavior and metamorphosis in cascade frogs (*Rana cascadae*), Environmental Toxicology and Chemistry, 18, 946-949.
- Marco, A., Consuelo, Q. ve Blaustein, A.R., 1999. Sensitivity to nitrate and nitrite in pond-breeding amphibians from the Pacific Northwest, Environ. Toxi. and Chem., 18-10, 2836-2839.
- Márquez, R., 2002. *Hyla arborea*. In: Pleguezuelos JM, Ma'rqez R, Lizana M (eds) Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, 103-105.
- Mazin. A.,L., Birstein, V.J. ve Alexandrovskaya, T.O.,1980. Karyotype and genome size of *Pelodytes caucasicus* (Amphibia, Pelobatidae), Genetica, 54, 75-77.
- Morales, J.J., Lizana, M., Martin-Sa'nchez, R. ve Lo'pez-Gonza'lez, J., 1997. Nuevos datos sobre la distribucio'n de anfibios en la provincia de Salamanca, Bol. Asoc. Herp. Esp., 8, 12-13.
- Oldham, R.S., 1999. Amphibians and Agriculture: double jeopardy, De Montfort Univ., Leicester LE7 9SU, UK.
- Oldham, R.S., Latham, D.M., Hilton-Brown, D., Towns, M., Cooke, A.S. ve Burn, A., 1997. The effect of ammonium nitrate fertiliser on frog (*Rana temporaria*) survival, Agric. Ecosyst. Environ., 61, 69-74.
- Oromí, N., Sanuy, D. ve Vilches M., 2009. Effects of nitrate and ammonium on larvae of *Rana temporaria* from the Pyrenees, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 82, 534-537.

- Ortiz, M.E., Marco, A., Saiz, N. ve Lizana, M., 2004 Impact of ammonium nitrate on growth and survival of six European amphibians, Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 47, 234-239.
- Ortiz-Santaliestra, M.E., Marco, A., Fernández, M.J. ve Lizana, M., 2006. Influence of developmental stage on sensitivity to ammonium nitrate of aquatic stages of amphibians, Environmental Toxicology and Chemistry, 25, 105-111.
- Ortiz-Santaliestra, M.E. ve Sparling, D.W., 2007. Alteration of larval development and metamorphosis by nitrate and perchlorate in Southern Leopard frogs (*Rana sphenoccephala*), Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 53, 639-646.
- Özeti, N. ve Yılmaz, İ., 1994. Türkiye Amfibileri, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No: 151, İzmir, 221s.
- Posthuma, L. ve Van Straalen, N.M., 1993. Heavy-metal adaptation in terrestrial invertebrates: a review of occurrence, genetics, physiology and ecological consequences, Comparative Biochemistry and Physiology, 106C, 11-38.
- Pechmann, J.H.K., Scott, D.E., Semlitch, R.D., Caldwell, J.P., Vitt, L.J. ve Gibbons, J.W., 1991. Declining amphibian populations: the problem of separating human impacts from natural fluctuations, Science, 253, 892-895.
- Punzo, F. ve Law, S., 2006. Effect of nitrate-related compounds on growth, survival and hematological responses in tadpoles of the Cuban tree frog, *Osteopilus septentrionalis* (Boulenger), Journal of Environmental Biology, 27, 2, 187-190.
- Ranta, E. ve Nuutinen, V., 1985. Foraging by the Smooth Newt (*Triturus vulgaris*) on zooplankton: functional responses and diet choice, J. Anim. Ecol., 54, 275-294.
- Reaser, J.K., 1996. The elucidation of amphibian declines: Are amphibian populations disappearing, Amphib. Reptile. Conserv., 1, 4-9.
- Rohr, J.R. ve Crumrine P.W., 2005. Effects of an herbicide and an insecticide on pond community structure and processes, Ecological Applications, 15, 1135-1147.
- Rouse, J.D., Bishop, C.A. ve Struger, J., 1999. Nitrogen pollution: an assessment of its threat to amphibian survival, Environmental Health Perspectives, 107, 799-803.
- Roush, R.T. ve McKenzie, A., 1987. Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance, Annual Review of Entomology, 32, 361-380.
- Sanchiz, B., Tejedo, M. ve Sánchez-Herráiz, M.J., 2002. Osteological differentiation among Iberian Pelodytes (Anura, Pelodytidae), Graellsia, 58, 2, 35-68.
- Schuytema, G.S. ve Nebeker, A.V., 1999a. Comparative toxicity of ammonium and nitrate compounds to Pacific tree frog, and African clawed frog tadpoles, Environmental Toxicology and Chemistry, 18, 2251-2257.

- Schuytema, G.S. ve Nebeker, A.V., 1999b. Effects of ammonium nitrate, sodium nitrate, and urea on Red-Legged Frogs, Pacific Treefrogs, and African Clawed Frogs. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 63, 357-364.
- Semlitsch, R.D., Bridges, C.M. ve Welch, A.M., 2000. Genetic variation and a fitness tradeoff in the tolerance of gray treefrog (*Hyla versicolor*) tadpoles to the insecticide carbaryl, Oecologia, 125, 179-185.
- Shi, Y., 2000. Amphibian Metamorphosis From Morphology to Molecular Biology, First Edition, United States of America.
- Smith, D.C., 1987. Adult recruitment in Chorus frogs: effects of size and date at metamorphosis, Ecology, 68, 344-350.
- Smith, G.R., Temple, K.G., Vaala, D.A. ve Dingfelder, H.A., 2005. Effects of nitrate on the tadpoles of two Ranids (*Rana catesbeiana* and *R. clamitans*), Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 49, 559-562.
- Stebbins, R.C. ve Cohen, N.W., 1995. A Natural History of Amphibians, Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.
- Stuart, S.N., Chanson, J.S., Cox, N.A., Young, B.E., Rodrigues, A.S.L., Fischman, D.L. ve Waller, R.W. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide, Science, 306, 1783-1786.
- Tarkhnishvili, D. N. ve Gokhelashvili, R., K., 1999. "The amphibians of the Caucasus.", Advances in Amphibian Research in the Former Soviet Union, 4, 1-233.
- Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., Antonio, C.D., Dobson, A., Howarth, R., Schindler, D., Schlesinger, W.H., Simberloff, D. ve Swackhamer, D., 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change, Science, 292, 281-284.
- Tilman D., 1999, Global Environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 96, 5995-6000.
- Tosunoğlu, M. ve Arıkan, H., 2007. A Serological Investigation of *Pelodytes caucasicus* and *Pelobates syriacus* (Amphibia, Anura) Populations in Turkey, Turk. J. Zool., 31, 395-398.
- Townsend, A.R., Howarth, R.W., Bazzaz, F.A., Booth, M.S., Cleveland, C.C. ve Collinge, S.K., vd., 2003. Human health effects of a changing global nitrogen cycle, Front. Ecol. Environ., 1, 240-246.
- US EPA. 1999. Water quality criteria; notice of availability; 1999 update of ambient quality criteria for ammonia, EPA-822-R-99-014. Washington, DC, USA. Environmental Protection Agency. Federal Register 64, 71974-71980.

- Van Maanen, J.M.S, Albering, H.J., de Kok, T.M.C.M, van Breda, S.G.J., Curfs, D.M.J. ve Vermeer, I.T.M., vd., 2000. Does the risk of childhood diabetes mellitus require revision of the guideline values for nitrate in drinking water? Environ Health Perspect, 108, 457-461.
- Van Maanen, J.M.S, van Dijk, A., Mulder, K., de Baets, M.H., Menheere, P.C.A. ve van der Heide, D., vd., 1994. Consumption of drinking waters with high nitrate levels causes hypertrophy of the thyroid, Toxicol. Lett., 72, 365-374.
- Vitousek, P.M. 1994. Beyond global warming: ecology and global change, Ecology, 75, 1861-1877.
- Vitousek, P.M., Aber, J., Howarth, R.W., Likens, G.E., Matson, P.A., Schindler, D.W., Schlesinger, W.H. ve Tilman, G.D., 1997. Human alteration of the global nitrogen cycle: causes and consequences, Issues in Ecology, 1, 1-6.
- Vitt, L.J., Caldwell, J.P., Wilbur H.M. ve Smith, D.C., 1990. Amphibians as harbingers of decay, Bioscience, 40, 418.
- Wake, D.B., 1991. Declining amphibian populations, Science, 253, 860.
- Ward, M.H., Mark, S.D., Cantor, K.P., Weisenburger, D.D., Correa-Villasenor, A. ve Zahm, S.H., 1996. Drinking water nitrate and the risk of non-Hodgkin's lymphoma, Epidemiology, 7, 465-71.
- Watt, P.J. ve Jarvis, P., 1997. Survival analysis in Palmate newts exposed to ammonium nitrate agricultural fertilizer, Ecotoxicology, 6, 355-362.
- Watt, P.J. ve Oldham, R.S., 1995. The effect of ammonium nitrate on the feeding and development of the Smooth newt, *Triturus vulgaris* (L.), and on the behavior of its food source, *Daphnia magna*, Freshwater Biology, 33, 319-324.
- Welborn, G.A., Skelly, D.K. ve Werner, E.E., 1996. Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient, Annu. Rev. Ecol. Syst., 27, 337-363.
- Werrel, P.A. ve Francillon, H., 1986. Body size, age and reproduction in the Smooth newt, *Triturus vulgaris*, J. Zool. (Lond.), 210, 89-100.
- Weyer, P.J., Cerhan, J., Kross, B.C., Hallberg, G.R., Kantamneni, J., Breuer, G., vd., 2001. Municipal drinking water nitrate level and cancer risk in older women: the Iowa Women's Health Study, Epidemiology, 12, 327-338.
- Wilson E.O., 1992. The diversity of Life. Belknap, Cambridge, MA, USA.
- Wolfe, A.H. ve Patz, J.A., 2002. Reactive nitrogen and human health: acute and long-term implications, Ambio, 31, 120-5.
- World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. Healthcriteria and other supporting information 2nd edition, Geneva: WHO; 1996.

Xu, Q. ve Oldham, R.S., 1997. Lethal and Sublethal Effects of Nitrojen Fertilizer Ammonium Nitrate on Common Toad (*Bufo bufo*) Tadpoles, Environ. Contam. Toxicol., 32, 298-303.

## 8. EKLER

Ek Tablo1. Kronik deneyin ilk ölçümünde Uzungöl populasyonunun konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamaları arası fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

<b>Konsantrasyon</b>	<b>n</b>	<b>Chi-Square (Ağırlık)</b>	<b>Chi-Square (Boy)</b>	<b>df</b>	<b>Asymp. Sig. (Ağırlık)</b>	<b>Asymp. Sig. (Boy)</b>
0 mg/L	6	0,219	0,178	4	0,994	0,996
5 mg/L	6	0,088	0,102	4	0,999	0,999
10 mg/L	6	0,045	0,130	4	1,000	0,998
15 mg/L	6	0,051	0,072	4	1,000	0,999
20 mg/L	6	0,142	0,249	4	0,998	0,993
25 mg/L	6	0,051	0,019	4	1,000	1,000

Ek Tablo2. Kronik deneyin ilk ölçümünde Hıdırnebi populasyonunun konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamaları arası fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

<b>Konsantrasyon</b>	<b>n</b>	<b>Chi-Square (Ağırlık)</b>	<b>Chi-Square (Boy)</b>	<b>df</b>	<b>Asymp. Sig. (Ağırlık)</b>	<b>Asymp. Sig. (Boy)</b>
0 mg/L	6	2,963	2,573	4	0,564	0,632
5 mg/L	6	0,255	0,638	4	0,993	0,959
10 mg/L	6	0,586	0,700	4	0,965	0,951
15 mg/L	6	0,580	0,754	4	0,965	0,945
20 mg/L	6	1,391	1,618	4	0,846	0,806
25 mg/L	6	0,090	0,104	4	0,999	0,999



Ek Tablo 3. Kronik deneyin ilk ölçümünde Uzungöl populasyonuna ait tüm uygulama gruplarının ağırlık- boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

Konsantrasyon	n	Mean Rank (Ağırlık)	Mean Rank (Boy)	Chi-Square (Ağırlık)	Chi-Square (Boy)	df	Asymp. Sig. (Ağırlık)	Asymp. Sig. (Boy)
0 mg/L	30	90,23	90,38	0,258	0,240	5	0,998	0,999
5 mg/L	30	90,62	89,62					
10 mg/L	30	87,10	88,00					
15 mg/L	30	89,53	89,05					
20 mg/L	30	92,25	92,55					
25 mg/L	30	93,27	93,40					

Ek Tablo 4. Kronik deneyin ilk ölçümünde Hıdırnebi populasyonuna ait tüm uygulama ağırlık-boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

Konsantrasyon	n	Mean Rank (Ağırlık)	Mean Rank (Boy)	Chi-Square (Ağırlık)	Chi-Square (Boy)	df	Asymp. Sig. (Ağırlık)	Asymp. Sig. (Boy)
0 mg/L	30	84,35	83,93	0,719	0,791	5	0,982	0,978
5 mg/L	30	93,32	93,15					
10 mg/L	30	94,45	94,75					
15 mg/L	30	91,00	90,83					
20 mg/L	30	91,12	91,40					
25 mg/L	30	88,77	88,93					

Ek Tablo 5. Kronik deneyin ilk ölçümünde Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U (Ağırlık)	Mann-Whitney U (Boy)	Wilcoxon W (Ağırlık)	Wilcoxon W (Boy)	Z (Ağırlık)	Z (Boy)	Asymp. Sig. (2-tailed) (Ağırlık)	Asymp. Sig. (2-tailed) (Boy)
0 mg/L'ler*	337,500	237,000	802,500	702,000	-1,665	-3,150	0,096	0,002*
5 mg/L'ler*	345,000	122,500	810,000	587,500	-1,556	-5,132	0,120	0,000*
10 mg/L'ler*	407,500	215,500	872,500	680,500	-0,629	-3,469	0,529	0,001*
15 mg/L'ler*	426,500	156,000	891,500	622,000	-0,348	-4,333	0,728	0,000*
20 mg/L'ler*	422,500	157,000	887,500	583,500	-0,407	-4,902	0,684	0,000*
25 mg/L'ler*	330,000	213,500	795,000	678,500	-1,776	-3,498	0,076	0,000*

\*: Boy değerleri bakımından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 6. Kronik deneyin son ölçümünde Uzungöl populasyonuna ait konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamaları fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

<b>Konsantrasyon</b>	<b>n</b>	<b>Chi-Square (Ağırlık)</b>	<b>Chi-Square (Boy)</b>	<b>df</b>	<b>Asymp. Sig. (Ağırlık)</b>	<b>Asymp. Sig. (Boy)</b>
0 mg/L	6	2,335	2,560	4	0,674	0,639
5 mg/L	6	0,376	0,978	4	0,984	0,913
10 mg/L	6	1,952	2,337	4	0,745	0,674
15 mg/L	6	2,626	2,530	4	0,622	0,639
20 mg/L	6	1,748	3,382	4	0,782	0,496
25 mg/L	6	4,568	3,447	4	0,335	0,486

Ek Tablo 7. Kronik deneyin son ölçümünde Hıdırnebi populasyonuna ait konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamaları fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

<b>Konsantrasyon</b>	<b>n</b>	<b>Chi-Square (Ağırlık)</b>	<b>Chi-Square (Boy)</b>	<b>df</b>	<b>Asymp. Sig. (Ağırlık)</b>	<b>Asymp. Sig. (Boy)</b>
0 mg/L	6	1,470	2,981	4	0,832	0,561
5 mg/L	6	6,208	4,126	4	0,284	0,389
10 mg/L	6	0,397	0,167	4	0,983	0,997
15 mg/L	6	2,067	1,677	4	0,723	0,795
20 mg/L	6	3,600	3,164	4	0,463	0,531
25 mg/L	6	1,305	1,952	4	0,861	0,745

Ek Tablo 8. Kronik deney son ölçüm değerlerinin Uzungöl populasyonuna ait tüm uygulama grupları açısından kendi içinde karşılaştırılması (Kruskal Wallis) sonuçları

<b>Konsantrasyon</b>	<b>n</b>	<b>Mean Rank (Ağırlık)</b>	<b>Mean Rank (Boy)</b>	<b>Chi-Square (Ağırlık)</b>	<b>Chi-Square (Boy)</b>	<b>df</b>	<b>Asymp. Sig. (Ağırlık)</b>	<b>Asymp. Sig. (Boy)</b>
0 mg/L	30	73,78	72,95	8,951	7,063	5	0,111	0,216
5 mg/L	26	69,06	66,85					
10 mg/L	20	65,05	67,60					
15 mg/L	20	76,95	73,53					
20 mg/L	16	56,88	63,69					
25 mg/L	19	46,68	46,21					

Ek Tablo 9. Kronik deney son ölçüm değerlerinin Uzungöl populasyonuna ait tüm uygulama grupları açısından kendi içinde ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U(Ağırlık)	Mann-Whitney U (Boy)	Wilcoxon W (Ağırlık)	Wilcoxon W (Boy)	Z (Ağırlık)	Z (Boy)	Asymp. Sig. (2-tailed) (Ağırlık)	Asymp. Sig. (2-tailed) (Boy)
0-5 mg/L	356,500	348,000	707,500	699,000	-0,550	-0,690	0,582	0,490
0-10 mg/L	266,000	277,000	476,000	487,000	-0,673	-0,455	0,501	0,649
0-15 mg/L	292,000	294,000	757,000	504,500	-0,158	-0,109	0,874	0,913
0-20 mg/L	179,000	207,000	315,000	343,000	-1,407	-0,761	0,159	0,447
0-25 mg/L**	172,000	180,000	362,000	370,000	-2,319	-2,155	0,020*	0,031*
5-10 mg/L	234,000	260,000	444,000	470,000	-0,576	0,000	0,565	1,000
5-15 mg/L	236,000	242,000	587,000	593,000	-0,532	-0,399	0,595	0,690
5-20 mg/L	172,000	197,000	308,000	333,000	-0,932	-0,285	0,351	0,776
5-25 mg/L	172,000	171,000	362,000	361,000	-1,723	-1,816	0,085	0,069
10-15 mg/L	169,000	183,000	379,000	393,000	-0,839	-0,460	0,402	0,646
10-20 mg/L	138,000	149,000	274,000	285,000	-0,700	-0,350	0,484	0,726
10-25 mg/L	140,000	133,000	330,000	323,000	-1,405	-1,703	0,160	0,089
15-20mg/L	100,000	124,000	236,000	260,000	-1,190	-1,146	0,056	0,252
15-25mg/L**	94,000	114,000	284,000	304,000	-2,697	-2,270	0,007*	0,023*

\*\* : Hem ağırlık hem boy değerleri bakımından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

\* : Sadece ağırlık veya boy değerleri bakımından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 10. Kronik deney son ölçüm değerlerinin Hıdırnebi populasyonuna ait tüm uygulama grupları açısından kendi içinde karşılaştırılması (Kruskal Wallis) sonuçları

Konsantrasyon	n	Mean Rank (Ağırlık)	Mean Rank (Boy)	Chi-Square (Ağırlık)	Chi-Square (Boy)	df	Asymp. Sig. (Ağırlık)	Asymp. Sig. (Boy)
0 mg/L	30	92,28	88,67	24,300	18,440	5	0,000*	0,002*
5 mg/L	30	86,03	87,40					
10 mg/L	23	93,11	89,59					
15 mg/L	25	59,68	60,46					
20 mg/L	21	55,71	58,00					
25 mg/L	20	51,10	55,15					

\*: Tüm uygulama grupları arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 11. Kronik deney son ölçüm değerlerinin Hıdırnebi populasyonuna ait tüm uygulama grupları açısından kendi içinde ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U (Ağırlık)	Mann-Whitney U (Boy)	Wilcoxon W (Ağırlık)	Wilcoxon W (Boy)	Z (Ağırlık)	Z (Boy)	Asymp. Sig. (2-tailed) (Ağırlık)	Asymp. Sig. (2-tailed) (Boy)
0-5 mg/L	406,000	443,000	871,000	908,000	-0,651	-0,103	0,515	0,918
0-10 mg/L	340,500	340,500	616,500	616,500	-0,081	-0,081	0,936	0,936
0-15 mg/L**	207,000	226,500	532,000	551,500	-2,840	-2,510	0,005*	0,012*
0-20 mg/L**	169,000	183,000	400,000	414,000	-2,794	-2,526	0,005*	0,012*
0-25 mg/L**	144,000	168,000	354,000	378,000	-3,089	-2,614	0,002*	0,009*
5-10 mg/L	322,000	339,000	787,000	804,000	-0,413	-0,108	0,680	0,914
5-15 mg/L**	238,000	242,000	563,000	567,000	-2,316	-2,248	0,021*	0,025*
5-20 mg/L**	190,000	196,000	421,000	427,000	-2,392	-2,278	0,017*	0,023*
5-25 mg/L**	164,000	181,000	374,000	391,000	-2,693	-2,357	0,007*	0,018*
10-15 mg/L**	138,000	168,000	463,000	493,000	-3,085	-2,466	0,002*	0,014*
10-20 mg/L**	121,000	137,000	352,000	368,000	-2,832	-2,456	0,005*	0,014*
10-25 mg/L**	102,000	120,000	312,000	330,000	-3,117	-2,678	0,002*	0,007*
15-20mg/L	227,000	241,000	458,000	472,000	-0,783	-0,474	0,434	0,635
15-25mg/L	214,000	234,000	424,000	444,000	-0,822	-0,365	0,411	0,715

\*\* : Hem ağırlık hem de boy değerleri bakımından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

\* : Sadece ağırlık veya boy değerleri bakımından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 12. Kronik deney son ölçümünde Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U (Ağırlık)	Mann-Whitney U (Boy)	Wilcoxon W (Ağırlık)	Wilcoxon W (Boy)	Z (Ağırlık)	Z (Boy)	Asymp. Sig. (2-tailed) (Ağırlık)	Asymp. Sig. (2-tailed) (Boy)
0 mg/L'ler	401,000	443,000	866,000	908,000	-0,724	-0,103	0,469	0,918
5 mg/L'ler	334,000	357,500	799,000	708,500	-0,920	-0,534	0,358	0,593
10 mg/L'ler	261,000	263,000	537,000	539,000	-0,077	-0,033	0,939	0,974
15 mg/L'ler**	114,000	146,000	439,000	471,000	-3,106	-2,376	0,002*	0,018*
20 mg/L'ler*	98,000	124,000	329,000	355,000	-2,146	-1,349	0,032*	0,177
25 mg/L'ler*	121,000	174,000	331,000	384,500	-1,939	-0,450	0,053*	0,653

\*\* : Hem ağırlık hem de boy değerleri bakımından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

\* : Sadece ağırlık veya boy değerleri bakımından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 13. Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen yavaşlama anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	28	19,64	2,603	4	0,626
10 mg/L	27	17,94			
15 mg/L	26	18,94			
20 mg/L	17	15,33			
25 mg/L	49	24,06			

Ek Tablo 14. Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen dengesizlik anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	6	10,50	2,967	4	0,563
10 mg/L	7	9,50			
15 mg/L	10	15,50			
20 mg/L	10	12,10			
25 mg/L	12	14,50			

Ek Tablo 15. Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	70	31,67	3,334	4	0,504
10 mg/L	50	28,83			
15 mg/L	51	25,35			
20 mg/L	57	22,42			
25 mg/L	104	32,18			

Ek Tablo 16. Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	10	16,50	2,602	4	0,626
10 mg/L	13	14,50			
15 mg/L	16	20,30			
20 mg/L	26	17,70			
25 mg/L	33	22,00			

Ek Tablo 17. Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen kamburluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	3	9,00	6,000	4	0,199
10 mg/L	1	4,00			
15 mg/L	1	4,00			
20 mg/L	3	6,00			
25 mg/L	4	4,00			

Ek Tablo 18. Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen pigment kaybı anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	2	8,00	2,533	4	0,639
10 mg/L	6	13,00			
15 mg/L	5	10,50			
20 mg/L	10	10,50			
25 mg/L	2	8,00			

Ek Tablo 19. Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen ödem anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
10 mg/L	2	5,00	2,033	3	0,566
15 mg/L	6	6,30			
20 mg/L	6	8,25			
25 mg/L	3	8,25			

Ek Tablo 20. Kronik deney sonunda Uzungöl popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	4	16,75	3,740	4	0,442
10 mg/L	10	17,30			
15 mg/L	9	18,88			
20 mg/L	14	12,35			
25 mg/L	10	12,43			

Ek Tablo 21. Kronik deney sonunda Hıdırnebi popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	20	12,17	14,253	4	0,007*
10 mg/L	50	20,28			
15 mg/L	48	14,20			
20 mg/L	80	34,30			
25 mg/L	79	23,44			

\* : Gelişememe anormalliği bakımından uygulama grupları arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 22. Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait uygulama gruplarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin farkı açısından ikili karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
5-10 mg/L	11,500	32,500	-1,862	0,063
5-15 mg/L	28,000	49,000	-0,220	0,826
5-20 mg/L*	0, ,000	21,000	-2,751	0,006*
5-25 mg/L	12,500	33,500	-1,721	0,085
10-15 mg/L	27,500	82,500	-1,444	0,149
10-20 mg/L*	1,500	46,500	-2,841	0,004*
10-25 mg/L	31,000	76,000	-0,851	0,395
15-20mg/L*	2,500	57,500	-2,773	0,006*
15-25mg/L	25,000	80,000	-1,641	0,101
20-25mg/L	9,500	54,500	-1,739	0,082

\* : Gelişememe anormalliği bakımından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 23. Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	0	1,00	10,692	4	0,030*
10 mg/L	7	12,83			
15 mg/L	5	11,00			
20 mg/L	9	12,38			
25 mg/L	10	18,60			

\*: Ölüm vakası bakımından uygulama grupları arasında önemli düzeyde fark



Ek Tablo 24. Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait uygulama gruplarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin farkı açısından ikili karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
5-10 mg/L	11,500	32,500	-1,862	0,063
5-15 mg/L	28,000	49,000	-0,220	0,826
5-20 mg/L*	0, ,000	21,000	-2,751	0,006*
5-25 mg/L	12,500	33,500	-1,721	0,085
10-15 mg/L	27,500	82,500	-1,444	0,149
10-20 mg/L*	1,500	46,500	-2,841	0,004*
10-25 mg/L	31,000	76,000	-0,851	0,395
15-20mg/L*	2,500	57,500	-2,773	0,006*
15-25mg/L	25,000	80,000	-1,641	0,101
20-25mg/L	9,500	54,500	-1,739	0,082

\*: Ölüm vakası bakımından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 25. Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen yavaşlama anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	10	32,50	5,874	4	0,209
10 mg/L	20	15,33			
15 mg/L	31	14,55			
20 mg/L	37	23,42			
25 mg/L	48	22,03			

Ek Tablo 26. Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen dengesizlik anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
10 mg/L	1	5,50	5,554	3	0,235
15 mg/L	4	7,00			
20 mg/L	9	8,50			
25 mg/L	3	5,50			

Ek Tablo 27. Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	4	12,00	8,216	4	0,084
10 mg/L	12	11,58			
15 mg/L	19	10,44			
20 mg/L	33	20,75			
25 mg/L	44	19,07			

Ek Tablo 28. Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen kamburluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	0	2,00	4,625	4	0,328
10 mg/L	1	4,50			
15 mg/L	0	2,00			
20 mg/L	0	2,00			
25 mg/L	4	5,25			

Ek Tablo 29. Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen pigment kaybı anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	0	1,00	7,000	4	0,136
10 mg/L	2	5,00			
15 mg/L	2	5,00			
20 mg/L	1	5,00			
25 mg/L	2	5,00			

Ek Tablo 30. Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen ödem anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
10 mg/L	2	4,00	4,000	3	0,261
15 mg/L	0	1,50			
20 mg/L	1	4,00			
25 mg/L	0	1,50			

Ek Tablo 31. Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen dengesizlik anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

Bölge	n	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Uzungöl	45	120,000	198,000	-2,561	0,010*
Hıdırnebi	17				

\*: Dengesizlik anormalliği bakımından iki populasyon arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 32. Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki dengesizlik anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları

<b>Konsantrasyon</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>
5'er mg/L'ler	0,000	1,000	-1,491	0,136
10'ar mg/L'ler	1,500	2,500	-0,707	0,480
15'er mg/L'ler	4,500	10,500	-1,414	0,157
20'şer mg/L'ler	9,000	24,000	-0,271	0,786
25'er mg/L'ler	3,000	9,000	-1,549	0,121

Ek Tablo 33. Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen pigment kaybı anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

<b>Bölge</b>	<b>n</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>
Uzungöl	25	52,500	88,500	-1,959	0,050*
Hıdırnebi	7				

\*: Pigment kaybı anormalliği bakımından iki populasyon arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 34. Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki pigment kaybı anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları

<b>Konsantrasyon</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>
5'er mg/L'ler	0,000	1,000	-1,414	0,157
10'ar mg/L'ler	2,000	5,000	-1,118	0,264
15'er mg/L'ler	3,000	6,000	-0,707	0,480
20'şer mg/L'ler	3,000	4,000	-0,535	0,593
25'er mg/L'ler	2,000	5,000	-0,000	1,000

Ek Tablo 35. Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen ödem anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

Bölge	n	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Uzungöl	17	13,500	28,500	-2,249	0,025*
Hıdırnebi	3				

\*: Ödem anormalliği bakımından iki populasyon arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 36. Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki ödem anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
10'ar mg/L'ler	2,000	5,000	-0,000	1,000
15'er mg/L'ler	0,000	1,000	-1,732	0,083
20'şer mg/L'ler	1,000	2,000	-0,816	0,414
25'er mg/L'ler	0,000	1,000	-1,225	0,221

Ek Tablo 37. Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

Bölge	n	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Uzungöl	47	258,000	583,000	-1,952	0,050*
Hıdırnebi	31				

\*: Ölüm vakası bakımından iki populasyon arasında istatistiki açıdan önemli düzeyde fark

Ek Tablo 38. Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki ölüm vakasına ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları

<b>Konsantrasyon</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>
5'er mg/L'ler	0,000	1,000	-1,225	0,221
10'ar mg/L'ler	7,500	28,500	-1,596	0,111
15'er mg/L'ler*	2,500	17,500	-2,196	0,028*
20'şer mg/L'ler	32,500	68,500	-0,919	0,358
25'er mg/L'ler	11,500	39,500	-1,099	0,272

\*: Ölüm vakası bakımından iki populasyon arasında istatistiki açıdan önemli düzeyde fark ihtiva eden gruplar

Ek Tablo 39. Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen yavaşlama anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

<b>Bölge</b>	<b>n</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>
Uzungöl	147	573,500	1314,500	-0,189	0,850
Hıdırnebi	146				

Ek Tablo 40. Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

<b>Bölge</b>	<b>n</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>
Uzungöl	322	1008,000	2548,000	-0,497	0,619
Hıdırnebi	277				

Ek Tablo 41. Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki gelişememe anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları

<b>Konsantrasyon</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>
5'er mg/L'ler	12,000	33,000	-1,787	0,074
10'ar mg/L'ler	37,000	82,000	-0,312	0,755
15'er mg/L'ler	40,500	95,500	-0,724	0,469
20'şer mg/L'ler*	0,500	91,500	-3,179	0,001*
25'er mg/L'ler	51,000	156,000	-0,761	0,447

\*: Gelişememe anormalliği bakımından iki populasyon arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 42. Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

<b>Bölge</b>	<b>n</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>
Uzungöl	98	439,000	1105,000	-1,123	0,261
Hıdırnebi	112				

Ek Tablo 43. Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları

<b>Konsantrasyon</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>
5'er mg/L'ler	4,000	7,000	0,000	1,000
10'ar mg/L'ler	18,500	46,500	-0,411	0,681
15'er mg/L'ler	15,500	51,500	-0,695	0,487
20'şer mg/L'ler*	9,500	64,500	-2,269	0,023*
25'er mg/L'ler	19,000	74,000	-1,581	0,114

\*: Vücut şeklinde bozukluk anormalliği bakımından iki populasyon arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 44. Kronik deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen kamburluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

Bölge	n	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Uzungöl	12	11,500	56,500	-0,487	0,626
Hıdırnebi	5				

Ek Tablo 45. Kronik deney boyunca gözlemlenen anormal larva sayılarının Uzungöl-Hıdırnebi arasında Chi-square Analizi ile karşılaştırılması sonuçları

Anormal Larva	Konsantrasyon	Chi-square	df	Asymp. Sig.
Yavaş	5 mg/L	4,655	1	0,031*
	10 mg/L	0,0970	1	0,755
	15 mg/L	2,265	1	0,132
	20 mg/L	17,715	1	0,001*
	25 mg/L	0,0970	1	0,755
	Ortalama	0,00667	1	0,935
Dengesiz	5 mg/L	33,672	1	0,001*
	10 mg/L	18,863	1	0,001*
	15 mg/L	1,636	1	0,201
	20 mg/L	0,292	1	0,589
	25 mg/L	24,465	1	0,001*
	Ortalama	4,480	1	0,034*
Gelişmemiş	5 mg/L	24,515	1	0,001*
	10 mg/L	2,592	1	0,107
	15 mg/L	2,131	1	0,144
	20 mg/L	4,743	1	0,029*
	25 mg/L	0,368	1	0,544
	Ortalama	1,061	1	0,303
Vücut Şekli Bozuk	5 mg/L	4,480	1	0,034*
	10 mg/L	2,640	1	0,104
	15 mg/L	0,169	1	0,681
	20 mg/L	0,00769	1	0,930
	25 mg/L	0,579	1	0,447
	Ortalama	0,169	1	0,681

\*: Anormal larva sayıları bakımından iki populasyon arasında istatistikî açıdan önemli düzeyde fark taşıyan gruplar



Ek Tablo 45'in devamı.

<b>Anormal Larva</b>	<b>Konsantrasyon</b>	<b>Chi-square</b>	<b>df</b>	<b>Asymp. Sig.</b>
<b>Kambur</b>	5 mg/L	33,672	1	0,001*
	10 mg/L	1,097	1	0,295
	15 mg/L	1,097	1	0,295
	20 mg/L	26,400	1	0,001*
	25 mg/L	0,357	1	0,550
	Ortalama	5,227	1	0,001*
<b>Pigment Kaybı Taşıyan</b>	5 mg/L	19,734	1	0,001*
	10 mg/L	23,386	1	0,001*
	15 mg/L	13,870	1	0,001*
	20 mg/L	9,758	1	0,001*
	25 mg/L	1,991	1	0,158
	Ortalama	5,870	1	0,015*
<b>Ödemli</b>	5 mg/L	0,00969	1	0,960
	10 mg/L	26,400	1	0,001*
	15 mg/L	19,734	1	0,001*
	20 mg/L	52,272	1	0,001*
	25 mg/L	19,734	1	0,001*
	Ortalama	19,734	1	0,001*
<b>Felçli</b>	5 mg/L	0,00969	1	0,960
	10 mg/L	4,320	1	0,038*
	15 mg/L	4,320	1	0,038*
	20 mg/L	57,587	1	0,001*
	25 mg/L	1,097	1	0,295
	Ortalama	0,01000	1	0,920
<b>Ölü</b>	5 mg/L	24,067	1	0,001*
	10 mg/L	2,324	1	0,127
	15 mg/L	7,899	1	0,005*
	20 mg/L	5,069	1	0,024*
	25 mg/L	0,152	1	0,696
	Ortalama	4,584	1	0,032*

\*: Anormal larva sayıları bakımından iki populasyon arasında istatistiki açıdan önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 46. Kronik deney boyunca gözlemlenen anormallik sayılarının Uzungöl-Hıdırnebi arasında Chi-square Analizi ile karşılaştırılması sonuçları

Anormallik	Konsantrasyon	Chi-square	df	Asymp. Sig.
Yavaşlama	5 mg/L	69,541	1	0,001*
	10 mg/L	15,693	1	0,001*
	15 mg/L	0,00323	1	0,955
	20 mg/L	29,039	1	0,001*
	25 mg/L	4,540	1	0,033*
	Ortalama	2,634	1	0,105
Dengesizlik	5 mg/L	44,038	1	0,001*
	10 mg/L	36,214	1	0,001*
	15 mg/L	20,280	1	0,001*
	20 mg/L	3,646	1	0,056
	25 mg/L	43,513	1	0,001*
	Ortalama	23,660	1	0,001*
Gelişememe	5 mg/L	14,388	1	0,001*
	10 mg/L	23,442	1	0,001*
	15 mg/L	18,639	1	0,001*
	20 mg/L	3,919	1	0,048
	25 mg/L	4,806	1	0,028*
	Ortalama	26,470	1	0,001*
Vücut Şeklinde Bozukluk	5 mg/L	20,280	1	0,001*
	10 mg/L	2,592	1	0,107
	15 mg/L	0,00526	1	0,942
	20 mg/L	0,253	1	0,615
	25 mg/L	0,00487	1	0,944
	Ortalama	0,0681	1	0,794
Kamburluk	5 mg/L	24,067	1	0,001*
	10 mg/L	0,01000	1	0,920
	15 mg/L	1,097	1	0,295
	20 mg/L	24,067	1	0,001*
	25 mg/L	0,357	1	0,550
	Ortalama	4,320	1	0,038*

\*: Anormallik sayıları bakımından iki populasyon arasında istatistiki açıdan önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 46'nın devamı

<b>Anormallik</b>	<b>Konsantrasyon</b>	<b>Chi-square</b>	<b>df</b>	<b>Asymp. Sig.</b>
<b>Pigment Kaybı</b>	5 mg/L	17,422	1	0,001*
	10 mg/L	13,870	1	0,001*
	15 mg/L	13,870	1	0,001*
	20 mg/L	54,642	1	0,001*
	25 mg/L	1,991	1	0,158
	Ortalama	13,870	1	0,001*
<b>Ödem</b>	5 mg/L	0,00969	1	0,960
	10 mg/L	1,991	1	0,158
	15 mg/L	37,378	1	0,001*
	20 mg/L	57,587	1	0,001*
	25 mg/L	26,400	1	0,001*
	Ortalama	57,587	1	0,001*
<b>Felç</b>	5 mg/L	0,00969	1	0,960
	10 mg/L	1,097	1	0,295
	15 mg/L	4,320	1	0,038*
	20 mg/L	8,615	1	0,003*
	25 mg/L	1,097	1	0,295
	Ortalama	0,1000	1	0,752
<b>Ölüm</b>	5 mg/L	24,067	1	0,001*
	10 mg/L	2,324	1	0,127
	15 mg/L	7,899	1	0,005*
	20 mg/L	5,069	1	0,024*
	25 mg/L	0,152	1	0,696
	Ortalama	4,584	1	0,032*

\*: Anormallik sayıları bakımından iki populasyon arasında istatistiki açıdan önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 47. Kronik deney boyunca gözlemlenen tüm anormal larvaların toplam sayıları ve larva başına düşen ortalama anormallik sayılarının iki populasyon için Chi-square analizi ile karşılaştırılması sonuçları

Konsantrasyon	Kronik Deney Boyunca Gözlemlenen Toplam Anormal Larva Sayısı			Bir Larvada Aynı Anda Gözlemlenen Ortalama Anormallik Sayısı		
	Chi-square	df	Asymp. Sig.	Chi-square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L*	106,887	1	0,001*	0,000	1	1,000
10 mg/L	1,532	1	0,216	0,00469	1	0,945
15 mg/L	1,385	1	0,239	0,00263	1	0,959
20 mg/L	0,212	1	0,645	0,000	1	1,000
25 mg/L*	31,553	1	0,001*	0,000	1	1,000
Ortalama*	7,537	1	0,006*	0,0145	1	0,904

\*: Tüm anormal larvaların toplam sayıları bakımından iki populasyon arasında istatistiki açıdan önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 48. Kronik deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarının tüm anormallik sayılarının toplamı açısından fark testi (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	72	198,13	8,464	4	0,076
10 mg/L	79	224,85			
15 mg/L	80	210,29			
20 mg/L	91	247,03			
25 mg/L	133	231,72			

Ek Tablo 49. Kronik deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait uygulama gruplarının tüm anormallik sayıları farkı açısından ikili karşılaştırılma (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
5-10 mg/L	2282,000	4910,000	-1,376	0,169
5-15 mg/L	2753,500	5381,500	-0,527	0,598
5-20 mg/L*	2554,500	5182,500	-2,628	0,009*
5-25 mg/L*	4047,500	6675,500	-2,009	0,044*
10-15 mg/L	2707,500	5947,500	-0,702	0,483
10-20 mg/L	2954,500	5582,500	-1,153	0,249
10-25 mg/L	4652,500	7280,500	-0,362	0,717
15-20mg/L*	3067,000	6307,000	-1,921	0,052*
15-25mg/L	4802,000	8042,000	-1,300	0,194

\*: Tüm anormalliklerin toplam sayıları açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 50. Kronik deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarının tüm anormallik sayılarının fark testi (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	27	141,24	27,750	4	0,000*
10 mg/L	72	165,21			
15 mg/L	87	178,74			
20 mg/L	94	203,54			
25 mg/L	95	227,42			

\*: Tüm anormalliklerin toplam sayıları açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 51. Kronik deney sonunda Hıdırnebi popülasyonuna ait uygulama gruplarının tüm anormallik sayıları farkı açısından ikili karşılaştırılma (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
5-10 mg/L	921,500	1299,500	-1,318	0,187
5-15 mg/L	937,500	1315,500	-1,885	0,059
5-20 mg/L*	847,500	1225,500	-2,929	0,003*
5-25 mg/L*	729,000	1107,000	-3,690	0,000*
10-15 mg/L	3193,500	6353,500	-0,924	0,355
10-20 mg/L*	2949,000	6109,000	-2,620	0,009*
10-25 mg/L*	2537,500	5697,500	-4,026	0,000*
15-20mg/L	3547,000	7375,000	-1,710	0,087
15-25mg/L*	3084,500	6912,500	-3,207	0,001*

\*: Tüm anormalliklerin toplam sayıları açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 52. Kronik deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi popülasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki toplam anormallik sayılarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
5'er mg/L'ler*	750,000	1128,000	-2,060	0,039*
10'ar mg/L'ler*	2285,500	5445,500	-2,365	0,018*
15'er mg/L'ler	3274,000	7102,000	-0,749	0,454
20'şer mg/L'ler	3870,000	8335,000	-1,202	0,229
25'er mg/L'ler	5652,500	14563,500	-1,450	0,147

\*: Anormallik sayıları açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 53. Yavaşlama vakasının Uzungöl populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	28	79,16	0,725	4	0,948
10 mg/L	27	71,59			
15 mg/L	26	71,88			
20 mg/L	17	74,91			
25 mg/L	48	71,65			

Ek Tablo 54. Dengesizlik vakasının Uzungöl populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	6	19,00	2,940	4	0,568
10 mg/L	7	26,21			
15 mg/L	10	24,20			
20 mg/L	10	26,55			
25 mg/L	12	19,17			

Ek Tablo 55. Gelişememe vakasının Uzungöl populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	60	185,88	5,021	4	0,285
10 mg/L	61	173,93			
15 mg/L	57	156,86			
20 mg/L	57	152,02			
25 mg/L	104	175,59			

Ek Tablo 56. Vücut şeklinde bozukluk vakasının Uzungöl popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	10	61,20	10,643	4	0,031*
10 mg/L	13	63,50			
15 mg/L	16	34,94			
20 mg/L	26	55,13			
25 mg/L	33	44,64			

\*: Vücut şeklinde bozukluk vakasının ortaya çıkış zamanı açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 57. Vücut şeklinde bozukluk vakasının Uzungöl popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
5-10 mg/L	57,000	112,000	-5,04	0,614
5-15 mg/L*	31,500	167,500	-2,607	0,009*
5-20 mg/L	111,500	462,500	-0,662	0,508
5-25 mg/L	107,000	668,000	-1,683	0,092
10-15 mg/L*	46,500	182,500	-2,571	0,010*
10-20 mg/L	168,000	519,000	-1,330	0,184
10-25 mg/L*	162,000	723,000	-2,443	0,015*
15-20mg/L*	131,500	267,500	-2,023	0,043*
15-25mg/L	213,500	349,500	-1,092	0,275

\*: Vücut şeklinde bozukluk vakasının ortaya çıkış zamanı açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark ihtiva eden gruplar

Ek Tablo 58. Kamburluk vakasının Uzungöl popülasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	3	5,50	3,368	4	0,498
10 mg/L	1	2,00			
15 mg/L	1	5,50			
20 mg/L	3	8,50			
25 mg/L	4	7,13			



Ek Tablo 59. Pigment kaybı vakasının Uzungöl populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	2	14,00	2,287	4	0,683
10 mg/L	6	13,17			
15 mg/L	6	9,83			
20 mg/L	10	15,10			
25 mg/L	2	17,00			

Ek Tablo 60. Ödem vakasının Uzungöl populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
10 mg/L	2	8,25	1,851	3	0,604
15 mg/L	6	7,92			
20 mg/L	6	11,17			
25 mg/L	3	7,33			

Ek Tablo 61. Ölüm vakasının Uzungöl populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	4	30,75	1,453	4	0,835
10 mg/L	10	23,35			
15 mg/L	9	22,72			
20 mg/L	14	25,00			
25 mg/L	10	21,70			

Ek Tablo 62. Yavaşlama vakasının Hıdırnebi populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	10	75,00	17,450	4	0,002*
10 mg/L	20	58,93			
15 mg/L	31	57,73			
20 mg/L	37	89,89			
25 mg/L	48	80,04			

\*: Yavaşlama vakasının ortaya çıkış zamanı açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 63. Yavaşlama vakasının Hıdırnebi populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
5-10 mg/L*	300,000	1120,000	-1,937	0,053*
5-15 mg/L*	85,000	581,000	-2,246	0,025*
5-20 mg/L	130,000	185,000	-1,492	0,136
5-25 mg/L	215,000	270,000	-0,532	0,595
10-15 mg/L	267,500	763,500	-0,848	0,396
10-20 mg/L*	205,000	415,000	-2,843	0,004*
10-25 mg/L*	336,000	546,000	-1,986	0,047*
15-20mg/L*	299,000	795,000	-3,436	0,001*
15-25mg/L*	487,000	983,000	-2,622	0,009*

\*: Yavaşlama vakasının ortaya çıkış zamanı açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 64. Dengesizlik vakasının Hıdırnebi populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
10 mg/L	1	1,00	3,524	3	0,318
15 mg/L	4	8,25			
20 mg/L	9	9,44			
25 mg/L	3	11,33			

Ek Tablo 65. Gelişememe vakasının Hıdırnebi populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	20	148,05	3,222	4	0,521
10 mg/L	50	125,24			
15 mg/L	48	146,50			
20 mg/L	80	146,11			
25 mg/L	79	133,66			

Ek Tablo 66. Vücut şeklinde bozukluk vakasının Hıdırnebi populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
5 mg/L	4	75,25	11,573	4	0,021*
10 mg/L	12	49,38			
15 mg/L	19	37,95			
20 mg/L	33	66,42			
25 mg/L	44	57,31			

\*: Vücut şeklinde bozukluk vakasının ortaya çıkış zamanı açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 67. Vücut şeklinde bozukluk vakasının Hıdırnebi populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
5-10 mg/L	15,000	93,000	-1,119	0,263
5-15 mg/L*	10,000	200,000	-2,328	0,020*
5-20 mg/L	58,000	619,000	-0,399	0,690
5-25 mg/L	58,000	1048,000	-1,146	0,252
10-15 mg/L	95,000	285,000	-7,787	0,431
10-20 mg/L	142,500	220,500	-1,449	0,147
10-25 mg/L	224,000	302,000	-0,812	0,417
15-20mg/L*	157,000	347,000	-3,042	0,002*
15-25mg/L*	269,000	459,000	-2,270	0,023*

\*: Vücut şeklinde bozukluk vakasının ortaya çıkış zamanı açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 68. Kamburluk vakasının Hıdırnebi populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
10 mg/L	1	1,50	1,500	1	0,221
25 mg/L	4	3,38			

Ek Tablo 69. Pigment kaybı vakasının Hıdırnebi populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
10 mg/L	2	3,25	2,673	3	0,445
15 mg/L	2	4,25			
20 mg/L	1	7,00			
25 mg/L	2	3,00			

Ek Tablo 70. Ödem vakasının Hıdırnebi populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
10 mg/L	2	3,50	3,789	3	0,285
15 mg/L	1	1,50			
20 mg/L	1	5,00			
25 mg/L	1	1,50			

Ek Tablo 71. Ölüm vakasının Hıdırnebi populasyonunun tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanı farkları test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
10 mg/L	7	11,21	6,262	3	0,100
15 mg/L	5	14,60			
20 mg/L	9	22,00			
25 mg/L	10	14,65			

Ek Tablo 72. Yavaşlama vakasının Uzungöl- Hıdırnebi populasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
5'er mg/L'ler*	55,000	461,000	-2,882	0,004*
10'ar mg/L'ler	189,500	567,500	-1,773	0,076
15'er mg/L'ler*	280,500	631,500	-1,986	0,047*
20'şer mg/L'ler*	118,500	271,500	-3,722	0,000*
25'er mg/L'ler*	337,000	1713,000	-4,555	0,000*

\*: Yavaşlama vakasının ortaya çıkış zamanı açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 73. Dengesizlik vakasının Uzungöl- Hıdırnebi populasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
10'ar mg/L'ler	1,000	2,000	-1,125	0,261
15'er mg/L'ler*	2,000	57,000	-2,586	0,010*
20'şer mg/L'ler*	8,000	63,000	-3,073	0,002*
25'er mg/L'ler*	2,500	80,500	-2,283	0,022*

\*: Yavaşlama vakasının ortaya çıkış zamanı açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 74. Gelişememe vakasının Uzungöl- Hıdırnebi populasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
5'er mg/L'ler *	419,500	2249,500	-2,029	0,042*
10'ar mg/L'ler	1378,500	3269,500	-0,874	0,382
15'er mg/L'ler*	923,500	2576,500	-2,882	0,004*
20'şer mg/L'ler*	1219,000	2872,000	-4,690	0,000*
25'er mg/L'ler*	4683,000	10143,000	-2,512	0,012*

\*: Gelişememe vakasının ortaya çıkış zamanı açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 75. Vücut şeklinde bozukluk vakasının Uzungöl- Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
5'er mg/L'ler*	4,000	59,000	-2,387	0,017*
10'ar mg/L'ler	73,500	164,500	-0,248	0,804
15'er mg/L'ler*	57,500	193,500	-3,185	0,001*
20'şer mg/L'ler*	170,000	521,000	-3,989	0,000*
25'er mg/L'ler*	238,500	799,500	-5,063	0,000*

\*: Vücut şeklinde bozukluk vakasının ortaya çıkış zamanı açısından istatistikî anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 76. Kamburluk vakasının Uzungöl- Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının karşılaştırılması testi (Mann-Whitney U) sonucu

Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
21,000	99,000	-0,977	0,328

Ek Tablo 77. Pigment kaybı vakasının Uzungöl- Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının karşılaştırılması testi (Mann-Whitney U) sonucu

Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
80,500	431,500	-0,466	0,641

Ek Tablo 78. Ödem vakasının Uzungöl- Hıdırnebi popülasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının karşılaştırılması testi (Mann-Whitney U) sonucu

Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-Tailed)
40,500	193,500	-0,159	0,874

Ek Tablo 79. Ölüm vakasının Uzungöl- Hıdırnebi populasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki ortaya çıkış zamanlarının karşılaştırılması testi (Mann- Whitney U) sonucu

<b>Konsantrasyon</b>	<b>Mann-Whitney U</b>	<b>Wilcoxon W</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-Tailed)</b>
10'ar mg/L'ler	26,000	81,000	-0,884	0,377
15'er mg/L'ler*	7,000	52,000	-2,094	0,036*
20'şer mg/L'ler*	21,500	126,500	-2,619	0,009*
25'er mg/L'ler*	24,000	79,000	-1,976	0,048*

\*: Ölüm vakasının ortaya çıkış zamanı açısından istatistikî anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 80. Akut deneyin ilk ölçümünde Uzungöl populasyonunun konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamaları arası fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

<b>Konsantrasyon</b>	<b>n</b>	<b>Chi-Square (Ağırlık)</b>	<b>Chi-Square (Boy)</b>	<b>df</b>	<b>Asymp. Sig. (Ağırlık)</b>	<b>Asymp. Sig. (Boy)</b>
0 mg/L	5	0,150	0,097	3	0,985	0,992
50 mg/L	5	0,152	0,197	3	0,985	0,978
75 mg/L	5	0,120	0,129	3	0,989	0,988
100 mg/L	5	0,109	0,123	3	0,991	0,989
150 mg/L	5	0,227	0,195	3	0,973	0,978
250 mg/L	5	0,078	0,141	3	0,994	0,987
500 mg/L	5	0,147	0,094	3	0,986	0,993

Ek Tablo 81. Akut deneyin ilk ölçümünde Hıdırnebi populasyonunun konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamaları arası fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

<b>Konsantrasyon</b>	<b>n</b>	<b>Chi-Square (Ağırlık)</b>	<b>Chi-Square (Boy)</b>	<b>df</b>	<b>Asymp. Sig. (Ağırlık)</b>	<b>Asymp. Sig. (Boy)</b>
0 mg/L	5	1,627	1,585	3	0,653	0,663
50 mg/L	5	1,850	1,954	3	0,604	0,582
75 mg/L	5	1,288	1,299	3	0,732	0,729
100 mg/L	5	1,336	1,296	3	0,721	0,730
150 mg/L	5	0,119	0,211	3	0,989	0,976
250 mg/L	5	1,278	1,452	3	0,734	0,693
500 mg/L	5	1,060	3,678	3	0,787	0,298

Ek Tablo 82. Akut deney ilk ölçümünde Uzungöl populasyonuna ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

Konsantrasyon	n	Mean Rank (Ağırlık)	Mean Rank (Boy)	Chi-Square (Ağırlık)	Chi-Square (Boy)	df	Asymp. Sig. (Ağırlık)	Asymp. Sig. (Boy)
0 mg/L	20	71,78	71,40	0,077	0,100	6	1,000	1,000
50 mg/L	20	68,45	68,23					
75 mg/L	20	70,65	70,20					
100 mg/L	20	70,40	70,00					
150 mg/L	20	70,30	70,80					
250 mg/L	20	71,03	71,53					
500 mg/L	20	70,90	71,35					

Ek Tablo 83. Akut deney ilk ölçümünde Hıdırnebi populasyonuna ait tüm uygulama gruplarının ağırlık- boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

Konsantrasyon	n	Mean Rank (Ağırlık)	Mean Rank (Boy)	Chi-Square (Ağırlık)	Chi-Square (Boy)	df	Asymp. Sig. (Ağırlık)	Asymp. Sig. (Boy)
0 mg/L	20	56,43	54,45	8,041	8,724	6	0,235	0,190
50 mg/L	20	60,33	60,85					
75 mg/L	20	66,23	66,30					
100 mg/L	20	69,25	69,70					
150 mg/L	20	75,05	76,00					
250 mg/L	20	82,53	83,58					
500 mg/L	20	83,70	82,63					



Ek Tablo 84. Akut deney ilk ölçümünde Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarının tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının ikili karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U (Ağırlık)	Mann-Whitney U (Boy)	Wilcoxon W (Ağırlık)	Wilcoxon W (Boy)	Z (Ağırlık)	Z (Boy)	Asymp. Sig. (2-tailed) (Ağırlık)	Asymp. Sig. (2-tailed) (Boy)
0 mg/L'ler	146,500	157,000	356,500	367,000	-1,449	-1,164	0,147	0,245
50 mg/L'ler*	154,000	127,000	364,000	337,000	-1,245	-1,976	0,213	0,048*
75 mg/L'ler*	154,000	73,000	364,000	283,000	-1,246	-3,437	0,213	0,001*
100 mg/L'ler*	147,000	61,000	357,000	271,000	-1,435	-3,764	0,151	0,000*
150 mg/L'ler*	140,000	48,000	350,000	258,000	-1,626	-4,103	0,104	0,000*
250 mg/L'ler**	116,000	31,000	326,000	241,000	-2,276	-4,575	0,023*	0,000*
500 mg/L'ler**	97,000	0,000	307,000	210,000	-2,792	-5,415	0,005*	0,000*

\* : Boy değerleri açısından istatistikî anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

\*\* : Hem ağırlık hem boy değerleri açısından istatistikî anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 85. Akut deney son ölçümünde Uzungöl populasyonuna ait tüm konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

Konsantrasyon	Chi-Square (Ağırlık)	Chi-Square (Boy)	df	Asymp. Sig. (Ağırlık)	Asymp. Sig. (Boy)
0 mg/L	0,989	0,234	3	0,804	0,972
50 mg/L	7,736	1,212	3	0,059	0,750
75 mg/L	1,838	0,432	3	0,607	0,933
100 mg/L	4,442	5,376	3	0,218	0,146
150 mg/L	6,250	3,373	3	0,100	0,338
250 mg/L	3,000	1,400	3	0,223	0,497

Ek Tablo 86. Akut deney son ölçümünde Hıdırnebi populasyonuna ait tüm konsantrasyon tekrarlarının ağırlık-boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

Konsantrasyon	Chi-Square (Ağırlık)	Chi-Square (Boy)	df	Asymp. Sig. (Ağırlık)	Asymp. Sig. (Boy)
0 mg/L	0,337	0,166	3	0,953	0,983
50 mg/L	5,400	4,511	3	0,145	0,211
75 mg/L	4,344	2,495	3	0,227	0,476
100 mg/L	3,215	4,656	3	0,360	0,199
150 mg/L	2,027	1,673	3	0,567	0,643
250 mg/L	0,250	0,250	3	0,969	0,969

Ek Tablo 87. Akut deney son ölçümünde Uzungöl populasyonuna ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

Konsantrasyon	n	Mean Rank (Ağırlık)	Mean Rank (Boy)	Chi-Square (Ağırlık)	Chi-Square (Boy)	df	Asymp. Sig. (Ağırlık)	Asymp. Sig. (Boy)
0 mg/L	20	66,73	65,20	46,619	41,549	5	0,000*	0,000*
50 mg/L	16	48,00	46,06					
75 mg/L	17	35,68	38,32					
100 mg/L	15	25,37	25,53					
150 mg/L	8	12,25	12,69					
250 mg/L	5	26,70	28,80					

\*Son ölçüm değerleri açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 88. Akut deney son ölçüm değerlerinin Uzungöl populasyonuna ait tüm uygulama grupları açısından kendi içinde ikili karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U (Ağırlık)	Mann-Whitney U (Boy)	Wilcoxon W (Ağırlık)	Wilcoxon W (Boy)	Z (Ağırlık)	Z (Boy)	Asymp. Sig. (2-Tailed) (Ağırlık)	Asymp. Sig. (2-Tailed) (Boy)
0-50 mg/L**	44,500	50,000	180,500	186,000	-3,677	-3,502	0,000*	0,000*
0-75 mg/L**	41,000	52,500	194,000	205,500	-3,932	-3,581	0,000*	0,000*
0-100 mg/L**	10,000	17,000	130,000	137,000	-4,667	-4,434	0,000*	0,000*
0-150 mg/L**	0,000	0,000	36,000	36,000	-4,068	-4,069	0,000*	0,000*
0-250 mg/L**	0,000	6,500	15,000	21,500	-3,397	-2,956	0,001*	0,003*
50-75 mg/L	89,500	109,500	242,500	262,500	-1,675	-0,955	0,094	0,340
50-100 mg/L**	32,000	45,000	152,000	165,000	-3,479	-2,967	0,001*	0,003*
50-150 mg/L**	3,000	6,000	39,000	42,000	-3,736	-3,554	0,000*	0,000*
50-250 mg/L**	8,000	8,500	23,000	23,500	-2,643	-2,604	0,008*	0,009*
75-100 mg/L	91,000	87,000	211,000	207,000	-1,378	-1,531	0,168	0,126
75-150 mg/L**	27,000	22,500	63,000	58,500	-2,389	-2,652	0,017*	0,008*
75-250 mg/L	35,000	30,000	50,000	45,000	-0,588	-0,980	0,557	0,327
100-150 mg/L**	27,000	29,000	63,000	65,000	-2,130	-2,004	0,033*	0,045*
100-250 mg/L	34,500	23,000	154,500	143,000	-0,262	-1,267	0,793	0,205
150-250 mg/L*	5,000	8,000	41,000	44,000	-2,196	-1,759	0,028*	0,079

\* : Ağırlık değerleri açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

\*\* : Hem ağırlık hem boy değerleri açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 89. Akut deney son ölçümünde Hıdırnebi populasyonuna ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının fark testi (Kruskal Wallis) sonuçları

Konsantrasyon	n	Mean Rank (Ağırlık)	Mean Rank (Boy)	Chi-Square (Ağırlık)	Chi-Square (Boy)	df	Asymp. Sig. (Ağırlık)	Asymp. Sig. (Boy)
0 mg/L	20	78,45	78,40	49,424	44,258	5	0,000*	0,000*
50 mg/L	19	46,76	42,03					
75 mg/L	18	46,39	45,67					
100 mg/L	16	28,72	29,78					
150 mg/L	10	23,75	26,50					
250 mg/L	8	24,56	32,00					

\* : Son ölçüm değerleri açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 90. Akut deney son ölçüm değerlerinin Hıdırnebi populasyonuna ait tüm uygulama grupları açısından kendi içinde ikili karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U (Ağırlık)	Mann-Whitney U (Boy)	Wilcoxon W (Ağırlık)	Wilcoxon W (Boy)	Z (Ağırlık)	Z (Boy)	Asymp. Sig. (2-Tailed) (Ağırlık)	Asymp. Sig. (2-Tailed) (Boy)
0-50 mg/L**	31,000	23,000	221,000	213,000	-4,468	-4,693	0,000*	0,000*
0-75 mg/L**	23,000	16,000	194,000	187,000	-4,590	-4,795	0,000*	0,000*
0-100 mg/L**	1,000	6,000	137,000	142,000	-5,062	-4,903	0,000*	0,000*
0-150 mg/L**	4,000	7,000	59,000	62,000	-4,223	-4,091	0,000*	0,000*
0-250 mg/L**	2,000	10,000	38,000	46,000	-3,967	-3,560	0,000*	0,000*
50-75 mg/L	167,000	145,000	338,000	335,000	-0,122	-0,790	0,903	0,429
50-100 mg/L*	81,500	100,000	217,500	236,000	-2,335	-1,722	0,020*	0,085
50-150 mg/L**	40,000	50,000	95,000	105,000	-2,524	-2,065	0,012*	0,039*
50-250 mg/L*	32,000	55,500	68,000	91,500	-2,336	-1,089	0,019*	0,276
75-100 mg/L**	69,000	73,000	205,000	209,000	-2,588	-2,450	0,010*	0,014*
75-150 mg/L**	35,000	45,000	90,000	100,000	-2,638	-2,158	0,008*	0,031*
75-250 mg/L*	34,000	56,000	70,000	92,000	-2,111	-0,889	0,035*	0,374
100-150 mg/L	62,000	66,000	117,000	121,000	-0,949	-0,738	0,343	0,461
100-250 mg/L	54,000	60,500	90,000	96,500	-0,613	-0,214	0,540	0,830
150-250 mg/L	38,500	38,000	74,500	74,000	-0,133	-0,178	0,894	0,959

\* : Ağırlık değerleri açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

\*\* : Hem ağırlık hem boy değerleri açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 91. Akut deney son ölçümünde Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarının ağırlık-boy ortalamalarının ikili karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U (Ağırlık)	Mann-Whitney U (Boy)	Wilcoxon W (Ağırlık)	Wilcoxon W (Boy)	Z (Ağırlık)	Z (Boy)	Asymp. Sig. (2-Tailed) (Ağırlık)	Asymp. Sig. (2-Tailed) (Boy)
0 mg/L'ler	191,500	193,000	401,500	403,000	-0,230	-0,189	0,818	0,850
50'şer mg/L'ler*	110,000	48,000	300,000	238,000	-1,391	-3,445	0,164	0,001*
75'er mg/L'ler*	151,500	91,500	322,500	262,500	-0,050	-2,030	0,961	0,042*
100'er mg/L'ler*	106,500	36,000	242,500	172,000	-0,534	-3,321	0,594	0,001*
150'şer mg/L*	40,000	17,000	95,000	72,000	0,000	-2,045	1,000	0,041*
250'er mg/L	15,000	15,000	51,000	51,000	-0,732	-0,732	0,464	0,464

\* : Ağırlık değerleri açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 92. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	4	3,00	11,300	5	0,046*
75 mg/L	10	5,75			
100 mg/L	14	11,63			
150 mg/L	15	12,88			
250 mg/L	16	14,25			
500 mg/L	18	17,25			

\*: Gelişememe anormalliği açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 93. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen yavaşlama anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	5	2,50	10,573	5	0,061
75 mg/L	14	7,50			
100 mg/L	16	11,25			
150 mg/L	18	15,00			
250 mg/L	16	11,25			
500 mg/L	19	17,00			

Ek Tablo 94. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen dengesizlik anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	1	1,00	6,109	5	0,296
75 mg/L	13	8,00			
100 mg/L	15	11,50			
150 mg/L	18	15,50			
250 mg/L	15	11,00			
500 mg/L	15	11,50			

Ek Tablo 95. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	1	1,00	12,066	5	0,034*
75 mg/L	11	5,00			
100 mg/L	18	13,13			
150 mg/L	20	15,50			
250 mg/L	16	10,75			
500 mg/L	18	13,13			

\*: Vücut şeklinde bozukluk anormalliği açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 96. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen kamburluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	0	2,00	6,632	5	0,250
75 mg/L	4	6,00			
100 mg/L	0	2,00			
150 mg/L	1	4,00			
250 mg/L	0	2,00			
500 mg/L	6	7,00			

Ek Tablo 97. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen felç anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	1	3,50	7,060	5	0,216
75 mg/L	0	1,00			
100 mg/L	4	9,00			
150 mg/L	6	9,50			
250 mg/L	9	10,75			
500 mg/L	6	6,50			

Ek Tablo 98. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	4	15,50	5,330	5	0,377
75 mg/L	3	5,50			
100 mg/L	5	12,17			
150 mg/L	12	15,50			
250 mg/L	14	13,83			
500 mg/L	10	16,69			

Ek Tablo 99. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	7	6,50	13,350	5	0,020*
75 mg/L	8	7,75			
100 mg/L	12	13,00			
150 mg/L	12	13,25			
250 mg/L	11	12,00			
500 mg/L	20	22,50			

\*: Gelişememe anormalliği açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 100. Akut deney sonunda Hıdırnebi popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen yavaşlama anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	7	4,88	16,920	5	0,005*
75 mg/L	8	6,63			
100 mg/L	12	12,50			
150 mg/L	12	12,50			
250 mg/L	20	22,00			
500 mg/L	15	16,50			

\*: Yavaşlama anormalliği açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 101. Akut deney sonunda Hıdırnebi popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	5	3,33	15,876	5	0,007*
75 mg/L	11	6,00			
100 mg/L	18	16,25			
150 mg/L	14	10,00			
250 mg/L	19	17,88			
500 mg/L	18	16,38			

\*: Vücut şeklinde bozukluk anormalliği açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 102. Akut deney sonunda Hıdırnebi popülasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen dengesizlik anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	1	3,50	8,435	5	0,134
75 mg/L	4	5,67			
100 mg/L	8	10,00			
150 mg/L	7	8,38			
250 mg/L	11	14,88			
500 mg/L	12	14,13			

Ek Tablo 103. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen kamburluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	0	2,00	6,750	5	0,240
75 mg/L	1	5,00			
100 mg/L	0	2,00			
150 mg/L	1	5,00			
250 mg/L	0	2,00			
500 mg/L	13	7,25			

Ek Tablo 104. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen felç anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	0	1,00	6,909	5	0,227
75 mg/L	2	6,50			
100 mg/L	2	6,50			
150 mg/L	4	8,50			
250 mg/L	3	6,50			
500 mg/L	3	9,50			

Ek Tablo 105. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin karşılaştırılması (Kruskal Wallis testi) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	1	5,50	3,274	5	0,658
75 mg/L	2	14,50			
100 mg/L	4	8,50			
150 mg/L	10	13,50			
250 mg/L	9	12,75			
500 mg/L	10	15,06			



Ek Tablo 106. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen yavaşlama anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

Bölge	n	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Uzungöl	88	152,000	452,000	-2,538	0,011*
Hıdırnebi	74				

\*: Yavaşlama anormalliği açısından iki populasyon arasında istatistiksel anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 107. Akut deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki yavaşlama anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
50'şer mg/L'ler	1,500	11,500	-1,369	0,171
75'er mg/L'ler*	1,000	11,000	-2,097	0,036*
100'er mg/L'ler	3,000	13,000	-1,517	0,129
150'şer mg/L'ler*	1,000	11,000	-2,097	0,036*
250'şer mg/L'ler*	2,000	12,000	-2,000	0,046*
500'er mg/L'ler	3,000	13,000	-1,559	0,119

\*: Yavaşlama anormalliği açısından istatistiksel anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 108. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen dengesizlik anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

Bölge	n	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Uzungöl	77	71,000	281,000	-3,716	0,000*
Hıdırnebi	43				

\*: Dengesizlik anormalliği açısından iki populasyon arasında istatistiksel anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 109. Akut deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki dengesizlik anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
50'şer mg/L'ler	0,500	1,500	-0,000	1,000
75'er mg/L'ler*	0,000	6,000	-2,223	0,026*
100'er mg/L'ler	2,000	12,000	-1,786	0,074
150'şer mg/L'ler*	0,000	10,000	-2,428	0,015*
250'şer mg/L'ler	3,000	13,000	-1,654	0,098
500'er mg/L'ler	5,500	15,500	-0,735	0,462

\*: Dengesizlik anormalliği açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 110. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen felç anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

Bölge	n	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Uzungöl	26	48,500	139,500	-2,478	0,013*
Hıdırnebi	14				

\*: Felç anormalliği açısından iki populasyon arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 111. Akut deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarına ait tüm uygulama gruplarındaki felç anormalliğine ait değerlerin ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
50'şer mg/L'ler	0,000	1,000	-1,000	0,317
75'er mg/L'ler	0,000	1,000	-1,414	0,157
100'er mg/L'ler	1,000	4,000	-1,000	0,317
150'şer mg/L'ler	1,500	7,500	-1,581	0,114
250'şer mg/L'ler*	0,000	6,000	-2,291	0,022*
500'er mg/L'ler	4,000	7,000	0,000	1,000

\*: Felç anormalliği açısından iki populasyon arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 112. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen gelişememe anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

Bölge	n	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Uzungöl	77	197,000	497,000	-1,511	0,131
Hıdırnebi	70				

Ek Tablo 113. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen vücut şeklinde bozukluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

Bölge	n	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Uzungöl	84	206,000	482,000	-0,893	0,372
Hıdırnebi	85				

Ek Tablo 114. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen kamburluk anormalliğine ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

Bölge	n	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Uzungöl	11	34,500	70,500	-0,149	0,882
Hıdırnebi	15				

Ek Tablo 115. Akut deney sonunda Uzungöl ve Hıdırnebi populasyonlarında gözlemlenen ölüm vakasına ait değerlerin karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi) sonucu

Bölge	n	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Uzungöl	48	323,500	648,500	-0,271	0,787
Hıdırnebi	36				

Ek Tablo 116. Akut deney boyunca gözlemlenen tüm anormalliklerin toplam sayılarının vakalara ve konsantrasyonlara göre dağılımının iki populasyon arasında Chi-square analizi ile karşılaştırılması sonuçları

Anormallik	Konsantrasyon	Chi-square	df	Asymp. Sig.
Yavaşlama	50 mg/L	1,359	1	0,244
	75 mg/L*	7,790	1	0,005*
	100 mg/L	2,592	1	0,107
	150 mg/L*	5,663	1	0,017*
	250 mg/L	2,012	1	0,156
	500 mg/L	2,131	1	0,144
	Ortalama	1,456	1	0,228
Dengesizlik*	50 mg/L	0,000	1	1,000
	75 mg/L*	24,493	1	0,001*
	100 mg/L*	10,290	1	0,001*
	150 mg/L*	24,515	1	0,001*
	250 mg/L	2,793	1	0,095
	500 mg/L	1,456	1	0,228
	Ortalama*	8,604	1	0,003*
Gelişeme	50 mg/L	0,0250	1	0,874
	75 mg/L	2,324	1	0,127
	100 mg/L	0,624	1	0,430
	150 mg/L	1,456	1	0,228
	250 mg/L*	4,304	1	0,038*
	500 mg/L	0,427	1	0,514
	Ortalama	0,676	1	0,411
Vücut Şeklinde Bozukluk	50 mg/L*	13,538	1	0,001*
	75 mg/L	0,00909	1	0,924
	100 mg/L	0,00556	1	0,941
	150 mg/L*	4,986	1	0,026*
	250 mg/L	1,122	1	0,289
	500 mg/L	0,00556	1	0,941
	Ortalama	0,00714	1	0,933

\*: Tüm anormalliklerin toplam sayıları bakımından iki populasyon arasında önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 116'nın devamı

<b>Anormallik</b>	<b>Konsantrasyon</b>	<b>Chi-square</b>	<b>df</b>	<b>Asymp. Sig.</b>
<b>Kamburluk</b>	50 mg/L	0,000	1	1,000
	75 mg/L*	8,615	1	0,003*
	100 mg/L	0,000	1	1,000
	150 mg/L	0,1000	1	0,752
	250 mg/L	0,646	1	0,421
	500 mg/L*	12,596	1	0,001*
	Ortalama	0,646	1	0,421
<b>Felç</b>	50 mg/L	0,000	1	1,000
	75 mg/L*	4,320	1	0,038*
	100 mg/L	2,777	1	0,096
	150 mg/L	1,636	1	0,201
	250 mg/L*	14,951	1	0,001*
	500 mg/L*	4,480	1	0,034*
	Ortalama	2,777	1	0,096
<b>Ölüm</b>	50 mg/L*	8,615	1	0,003*
	75 mg/L	0,646	1	0,421
	100 mg/L	0,357	1	0,550
	150 mg/L	0,738	1	0,390
	250 mg/L	1,456	1	0,228
	500 mg/L	0,00500	1	0,944
	Ortalama	0,903	1	0,342

\*: Tüm anormalliklerin toplam sayıları bakımından iki populasyon arasında önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 117. Akut deney boyunca gözlemlenen tüm anormal larvaların toplam sayıları ve larva başına düşen ortalama anormallik sayılarının iki populasyon için Chi-square analizi ile karşılaştırılması sonuçları

Konsantrasyon	Akut Deney Boyunca Gözlemlenen Toplam Anormal Larva Sayısı			Bir Larvada Aynı Anda Gözlemlenen Ortalama Anormallik Sayısı		
	Chi-square	df	Asymp. Sig.	Chi-square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L*	9,657	1	0,002*	0,970	1	0,325
75 mg/L*	17,780	1	0,001*	0,903	1	0,342
100 mg/L*	6,790	1	0,009*	0,0837	1	0,772
150 mg/L*	11,363	1	0,001*	1,088	1	0,297
250 mg/L	1,153	1	0,283	0,0870	1	0,768
500 mg/L	0,000	1	1,000	0,00709	1	0,933
Ortalama	2,581	1	0,108	1,291	1	0,256

\*: Tüm anormal larvaların toplam sayıları bakımından iki populasyon arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 118. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait farklı uygulama gruplarının tüm anormalliklerinin toplam sayıları farkı test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	19	58,87	50,359	5	0,000*
75 mg/L	47	160,46			
100 mg/L	78	141,17			
150 mg/L	66	188,39			
250 mg/L	50	123,64			
500 mg/L	41	174,73			

\*: Tüm anormalliklerinin toplam sayıları açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 119. Akut deney sonunda Uzungöl populasyonuna ait uygulama gruplarının tüm anormalliklerinin toplam sayıları farkı açısından ikili karşılaştırılma (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-Tailed)
50-75 mg/L*	132,500	322,500	-4,651	0,000*
50-100 mg/L*	340,000	530,000	-3,814	0,000*
50-150 mg/L*	103,000	293,000	-6,234	0,000*
50-250 mg/L*	254,000	444,000	-3,084	0,002*
50-500 mg/L*	99,000	289,000	-4,854	0,000*
75-100 mg/L	1597,000	4678,000	-1,290	0,197
75-150 mg/L*	1246,000	2374,000	-2,079	0,038*
75-250 mg/L*	878,000	2153,000	-2,268	0,023*
75-500 mg/L	866,000	1994,000	-0,895	0,371
100-150 mg/L*	1773,000	4854,000	-3,644	0,000*
100-250 mg/L	1729,000	3004,000	-1,140	0,254
100-500 mg/L*	1247,000	4328,000	-2,134	0,033*
150-250 mg/L*	927,000	2202,000	-4,523	0,000*
150-500 mg/L	1238,000	2099,000	-0,897	0,370
250-500 mg/L*	677,000	1952,000	-2,959	0,003*

\*: Tüm anormalliklerinin toplam sayıları açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 120. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait farklı uygulama gruplarının tüm anormalliklerinin toplam sayıları farkı test (Kruskal Wallis) sonucu

Konsantrasyon	n	Mean Rank	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
50 mg/L	25	125,72	15,645	5	0,008*
75 mg/L	60	105,60			
100 mg/L	45	122,53			
150 mg/L	41	104,34			
250 mg/L	44	120,48			
500 mg/L	22	165,05			

\*: Tüm anormalliklerinin toplam sayıları açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark

Ek Tablo 121. Akut deney sonunda Hıdırnebi populasyonuna ait uygulama gruplarının tüm anormalliklerinin toplam sayıları farkı açısından ikili karşılaştırılma (Mann-Whitney U) sonuçları

Konsantrasyon	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-Tailed)
50-75 mg/L	623,000	2453,000	-1,279	0,201
50-100 mg/L	549,000	1584,000	-0,172	0,864
50-150 mg/L	418,000	1279,000	-1,300	0,194
50-250 mg/L	528,000	1518,000	-0,286	0,775
50-500 mg/L*	186,000	511,000	-1,955	0,051*
75-100 mg/L	1151,500	2981,500	-1,345	0,179
75-150 mg/L	1216,500	2077,500	-0,098	0,922
75-250 mg/L	1148,500	2978,500	-1,182	0,237
75-500 mg/L*	339,500	2169,500	-3,480	0,001*
100-150 mg/L	778,500	1639,500	-1,299	0,194
100-250 mg/L	971,500	1961,500	-0,159	0,874
100-500 mg/L*	306,500	1341,500	-2,605	0,009
150-250 mg/L	776,500	1637,500	-1,153	0,249
150-500 mg/L	227,500	1088,500	-3,326	0,001
250-500 mg/L*	292,500	1282,500	-2,699	0,007

\*: Tüm anormalliklerinin toplam sayıları açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar

Ek Tablo 122. Akut deney sonunda Uzungöl-Hıdırnebi populasyonlarının tüm uygulama gruplarındaki tüm anormalliklerin toplam sayılarının ikili olarak karşılaştırılması (Mann-Whitney U) sonuçları

KONSANTRASYON	MANN-WHITNEY U	WILCOXON W	Z	ASYMP. SIG. (2-tailed)
50'şer mg/L'ler	160,500	350,500	-1,919	0,059
75'er mg/L'ler*	603,500	2433,500	-5,227	0,000*
100'er mg/L'ler*	1224,500	2259,500	-2,906	0,004*
150'şer mg/L'ler*	345,500	1206,500	-6,955	0,000*
250'şer mg/L'ler	869,000	1859,000	-1,813	0,070
500'er mg/L'ler	334,500	687,500	-0,252	0,801

\*: Tüm anormalliklerin toplam sayıları açısından istatistiki anlamda önemli düzeyde fark taşıyan gruplar



## **ÖZGEÇMİŞ**

29.10.1979 tarihinde İzmir'in Urla ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Urla'da 12 Eylül İlkokulu'nda, orta ve lise öğrenimini Urla Lisesi'nde tamamladı. 1996 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünde lisans öğrenimine başladı ve 2000 yılında Biyolog unvanıyla mezun oldu. Aynı yıl Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Doç. Dr. Bilal KUTRUP danışmanlığında yüksek lisans öğrenimine başladı. 2002 yılı, Aralık ayında Fen Bilimleri Enstitüsünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2004 yılında yüksek biyolog unvanı kazandı. Aynı yıl Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Doç. Dr. Bilal KUTRUP danışmanlığında Doktora öğrenimine başlamış olup iyi derecede İngilizce bilmektedir.