

**SU KİRLİLİĞİNDE  
BİYODENEYLER  
(Balık Biyodeneayleri)**

**Prof. Dr. M. Ziya Lugal GÖKSU**



AKADEMİSYEN  
KİTABEVİ

© Copyright 2018

*Bu kitabın, basım, yayım ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.*

**ISBN**  
978-605-2396-39-1

**Sayfa ve Kapak Tasarımı**  
Rahime DİLMEN

**Kitap Adı**  
Su Kirliliğinde Biyodenyeler  
(Balık Biyodenyeleri)

**Yayıncı Sertifika No**  
25465

**Yazar**  
Prof. Dr. M. Ziya Lugal GÖKSU

**Baskı ve Cilt**  
Özyurt Matbaacılık

**Yayın Koordinatörü**  
Yasin Dilmen

**DOI**  
10.37609/akya.1192

**GENEL DAĞITIM**  
**Akademisyen Kitabevi A.Ş.**

*Halk Sokak 5 / A  
Yenişehir / Ankara  
Tel: 0312 431 16 33  
siparis@akademisyen.com*

**www.akademisyen.com**

# ÖNSÖZ

---

Su kirliliğine dair sorunların çözümü ve sucul ortamların korunması amacıyla yapılacak olan çalışmalarda, biyodenyelerin ve özellikle balık biyodenyelerinin; elde edilecek sonuçların uygulamada değerlendirilmesi bakımından önemi çok büyüktür.

Doğaya, sucul ortamlara ve özellikle insana yararlı olmak için, gerekli bilgileri ve ipuçlarını, ancak bu ortamlarda yaşayan canlılardan elde edilecek bilgilerden sağlayabiliriz. Bu ise, ancak belirtilen kapsamdaki çalışmalar ile mümkün olabilmektedir.

Diğer taraftan, Su Ürünleri Mühendislerinin mesleki yaşamlarında karşılabilecekleri sorunların çözümünde yararlı olabileceği inancı ile çeşitli kaynaklardan yararlanarak ve çalışma hayatım boyunca edindiğim deneyimleri dikkate alarak yazdığım bu ders kitabının, ilgililere yardımcı olacağı düşüncesindeyim.

Kitabı yazma gücünü bana veren eşime ve oğullarıma teşekkürü borç bilirim.

Prof. Dr. M. Ziya Lugal GÖKSU



# İÇİNDEKİLER

---

## BÖLÜM 1

### SU KİRLİLİĞİNİN TANIMI, SONUÇLARI VE TESPİTİ .....1

- 1.1. Su Kirliliğinin Tanımı ve Olumsuz Sonuçları .....1
- 1.2. Su Kirliliğinin Tespiti .....3
  - 1.2.1. Suyun Yapısal İncelenmesi .....3
  - 1.2.2. Suyun Biyolojik İncelenmesi .....5
  - 1.2.3. Biyodenyeler .....8

## BÖLÜM 2

### ZEHİR ETKİSİ, PARAMETRESİ VE FAKTÖRLER .....9

- 2.1. Zehir Etkisi .....9
- 2.2. Zehirlilik Parametresi .....11
- 2.3. Zehir Deneylerinde Etkili Faktörler .....12

## BÖLÜM 3

### BİYODENEY (TANIM-TARİHÇE-AMAÇ-PARAMETRE) .....15

- 3.1. Biyodenyelerin Tanımı ve Tarihçesi .....15
- 3.2. Biyodenyelerin Yapılış Amaçları .....16
- 3.3. Biyodenyeleri Tanımlayıcı Parametreler .....17
  - 3.3.1.  $LC_{50}$  ve  $LD_{50}$  .....17
  - 3.3.2. Diğer Parametreler .....18

## BÖLÜM 4

### DENEYLERİN SINIFLANDIRILMASI, ORGANİZMALAR .....21

- 4.1. Biyodenyelerin Sınıflandırılması .....21
  - 4.1.1. Zehirli Madde Veriliş Şekline Göre Yapılan Sınıflandırma .....22
    - 4.1.1.1. Statik Deneyler .....22
    - 4.1.1.2. Yenilemeli Deneyler .....22
    - 4.1.1.3. Akar Sistemli Deneyler .....23

4.1.2. Deney Sürelerine Göre Yapılan Sınıflandırma .....	24
4.1.3. Diğer Sınıflandırmalar .....	25
4.2. Deneylede Kullanılan Organizmalar .....	25

## **BÖLÜM 5**

### **DENEY ORGANİZMALARI (MİKROORGANİZMA-BİTKİ) .....**

5.1. Mikroorganizmalar İle Yapılan Biyodeneyleler .....	27
5.2. Sucul Bitkiler İle Yapılan Biyodeneyleler .....	29
5.2.1. Diatomlar .....	31
5.2.2. Flagellatlar .....	32
5.2.3. Yeşil Algler .....	34

## **BÖLÜM 6**

### **DENEY ORGANİZMALARI (OMURGASIZ HAYVANLAR) .....**

6.1. Annelidler .....	36
6.2. Amfipodlar .....	38
6.3. Kopepodlar .....	38
6.4. Rotiferler .....	39
6.5. Mercanlar .....	40
6.6. Çamur Yengeçleri .....	40
6.7. Çift Kabuklular .....	41
6.8. Kladoserler .....	42

## **BÖLÜM 7**

### **DENEY ORGANİZMALARI (BALIKLAR) .....**

7.1. Biyodeneylelerde Balıkların Tercih Nedenleri .....	45
7.2. Biyodeneylelerde Kullanılan Çeşitli Balık Türleri .....	46
7.3. İçsu Balıkları .....	46
7.3.1. Sazan .....	47
7.3.2. Gökkuşığı Alabalığı .....	49
7.3.3. Tilapia (Nil Tilapiası ve Mango Tilapia) .....	49

## **BÖLÜM 8**

### **DENEY ORGANİZMALARI (AKVARYUM BALIKLARI) .....**

8.1. Altın Balık .....	53
8.2. Havuz Balığı .....	54
8.3. Lepistes Türleri .....	54

**BÖLÜM 9****DENEY MALZEMELERİ, SU KALİTESİ, ÇÖZELTİLER .....57**

- 9.1. Biyodenyeler .....58  
 9.2. Biyodenyelerde Gerekli Olan Malzemeler .....58  
 9.3. Su Kalitesi .....60  
 9.4. Deney Çözeltilerinin Hazırlanması .....61

**BÖLÜM 10****DENEYLER (ÖN-ESAS-KONTROL) VE İZLENMESİ .....65**

- 10.1. Ön Denemeler .....66  
 10.2. Esas Denemeler .....68  
 10.3. Kontrol Denemeleri .....69  
 10.4. Biyodenyelerin İzlenmesi .....70

**BÖLÜM 11****BULGULAR, KABULÜ VE HESAPLAMALAR .....73**

- 11.1. Biyodenyey Sonucunda Bulguların Kabul Edilmesi .....73  
 11.2. Parametrelerin Hesaplanması .....74

**BÖLÜM 12****BALIK BİYODENEYLERİ .....77**

- 12.1. Deney Balıklarının Özellikleri .....78  
 12.2. Balıkların Seçimi .....78  
 12.3. Balıkların Boyları, Ağırlıkları ve Sayıları .....79  
 12.4. Balıkların Deneylere Hazırlanması .....80  
 12.5. Balıkların Yemlenmesi .....81  
 12.6. Balıkların Akvaryumlara Konulması .....82

**BÖLÜM 13****YASAL DURUM .....83**

- 13.1. ÇÜTF-Detaum Kuruluş ve İşleyiş Yönergesi .....84

**BÖLÜM 14****BİLİMSEL YAYINLAR-BAZI BİYODENEY ÖRNEKLERİ .....111**

- Kaynaklar .....137  
 İndeks .....139

# KAYNAKLAR

---

- Anonymous, 1971**, Standart Methods, for examinations of water and waste water, 13<sup>th</sup> edition, APHA, AWWA, WPCF.
- Anonymous, 1977**, Manual of Methods in Aquatic Environment Research, Part: 4, Bases For Selecting Biological Test in Evaluate Marine Pollution, FAO Fisheries Technical Paper, No: 164, Rome.
- Anonymous, 1981**, Manual of Methods in Aquatic Environment Research, Part: 7, Selected Bioassays for the Mediterranean, FAO Fish.Tec.Pap, No: 208, Rome.
- Anonymous, 1982**, Manual of Methods In Aquatic Environment Research, Part: 6, Toxicity Tests, FAO Fisheries Technical Paper No:185, UNEP, Rome.
- Arceivala, S. J., 1976**, Endüstri Atık Sularının Yeniden Kullanılma ve Uzaklaştırması İçin Arıtılması, ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Arceivala, S. J., 1978**, WHO, Çevre Mühendisliğinde Ekoloji, İTÜ ders notu, İstanbul
- Azgın, C., 2016**. Arş. Gör. Cansev Azgın, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi
- Canyurt, M. A., 1982**, Bazı Tarım İlaçlarının Aynalı Sazan (Cyprinus carpio L.), Tilapia (Tilapia galilaca A.) ve Yılan Balıkları (Anguilla anguilla L.) için Toksik Konsantrasyonları Üzerine Araştırmalar, EÜ Zir. Fak., Bornova-İzmir
- Erişim-İnternet** (2014, 2015, 2016)
- E-1. düzcetv.com
- E-2. geo.org.tr
- E-3. dardenia.com
- E-4. gelbalder.org
- E-5. bafrahaber.com
- E-6. www.cumhuriyet.com.tr
- E-7. www.slideshare.net
- E-8. akvaryum.com
- E-9. doçplayer.biz.tr O.Erman
- E-10. tr.wikipedia.org
- E-11. cfb.unh.edu
- E-12. www.wikipedia.org
- E-13. en.wikipedia.org
- E-14. www.delinetciler.org



E-15. [www.bettaclub.org](http://www.bettaclub.org)

E-16. [www.flickare.com](http://www.flickare.com)

E-17. [www.ubio.org](http://www.ubio.org)

E-18. [milliparklar.gov.tr](http://milliparklar.gov.tr)

E-19. [akvaryum.blue](http://akvaryum.blue)

E-20. [www.bik.gov.tr](http://www.bik.gov.tr)

E-21. [ntv.com.tr](http://ntv.com.tr)

E-22. [dergi.omu.edu.tr](http://dergi.omu.edu.tr)

E-23. [www.cu.edu.tr](http://www.cu.edu.tr)

**Göksu, M.Z.L., 2003**, Su Kirliliği Ders Kitabı, 232 sayfa, Nobel Kitapevi, Adana.

**Göksu, M.Z.L., 2015**, Su Kirliliği Kitabı, 200 sayfa, Akademisyen Kitapevi, Ankara.

**Hanazato, T. And Stanley, I., 1995**. Synergistic effects of low oxygen concentration, predator kairomone, and a pesticide on the cladoceran *Daphnia pulex*. *Limnology Oceanografi*, 40(4), 1995, 700-709 0 1995, by the American Society of Limnology and Oceanography, Inc. Dodson Department of Zoology, University of Wisconsin, 430 Lincoln Dr., Madison 53706.

**Hanazato 2001**, Pesticide effects on freshwater zooplankton: an ecological perspective, *Environmental Pollution*, 2001;112(1):1-10.

**Persoone, G., C.R. Janssen 1993**. Freshwater invertebrate toxicity tests. In: *Hand book of ecotoxicology*. Ed. by P. Calow. Blackwell Sci. Pub. N.york, 1, 51-53.

**TS 6020, Mart-1989**, Su Kalitesi-Tatlı Su Balığına (*BrachydanioRerio* Hamilton- Buchanan) Ani Öldürücü Zehir Tesiri Olan Maddelerin Tayini, Kısım 1:Statik Metot, Türk Standartları, UDK 574.63/.64, Ankara.

**TS 6021, Mart-1989**, Su Kalitesi-Tatlı Su Balığına (*BrachydanioRerio* Hamilton- Buchanan) Ani Öldürücü Zehir Tesiri Olan Maddelerin Tayini, Kısım 2:Yarı- Statik Metot, Türk Standartları, UDK 574.64/.64, Ankara.

**TS 6022, Mart-1989**, Su Kalitesi-Tatlı Su Balığına (*BrachydanioRerio* Hamilton- Buchanan) Ani Öldürücü Zehir Tesiri Olan Maddelerin Tayini, Kısım 3:Akar Sistemli Metot, Türk Standartları, UDK 754.63/.64, Ankara.

**Ünsal, M., 1998**, Kirlilik Deneyleri, "Yöntemler ve Sonuçların Değerlendirilmesi" Tarım ve Köyiş. Bak. Su Ür. Arş. Enst. Müd. Seri A, Yay. No 11, Bodrum.

**Yardımcı, B., 2015**, Probit Model, Yaşar Üniversitesi, [dtaskin.yasar.edu.tr](http://dtaskin.yasar.edu.tr)