



# ZİRAAT

## MÜHENDİSLİĞİ

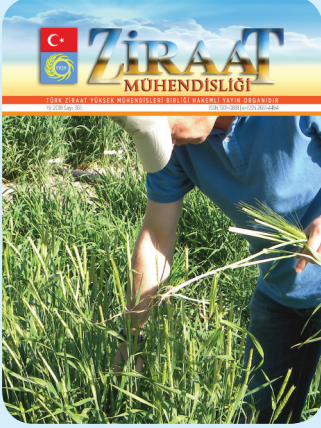
TÜRK ZİRAAT YÜKSEK MÜHENDİSLERİ BİRLİĞİ HAKEMLİ YAYIN ORGANIDIR

Yıl: 2018 Sayı: 365

ISSN 1301-0891 | e-ISSN 2651-4494







Sayı : 365

Yıl : 2018

ISSN - 1301 - 0891  
e-ISSN - 2651-4494

www.tzymb.org.tr  
http://dergipark.gov.tr/zm

**Yayın Türü:**  
Yerel Süreli Yayın

**SAHİBİ**  
Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği  
Yönetim Kurulu Adına

Genel Başkan  
**Fehmi KIRAZ**

**GENEL YAYIN YÖNETMENİ VE  
YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ**  
Mehmet BİLİR

**BİLİMSEL YAYIN KOORDİNATÖRÜ**  
Prof.Dr. Hasan H.ATAR

**EDİTÖRLER**  
Prof.Dr. Hasan H.ATAR ,  
Doruk DEMİREL, Yakup AKIN

**İDARE VE YAZIŞMA ADRESİ**  
Sakarya Caddesi No: 30/2  
Kızılay / ANKARA  
TEL: 0.312 433 59 81  
Faks : 0.312 433 64 11

**HESAP NUMARALARI  
POSTA ÇEKİ**  
341827 Yenişehir-ANKARA

**BANKA**  
T.C.Ziraat Bankası/Mithatpaşa  
Şb. 7961756-5001

Ziraat Mühendisliği Dergisi Basın İlan Kurumu'nun 14.10.1998 Tarih ve 2358 sayılı kararı ile "RESMİ İLAN VERİLECEK DERGİLER" listesine alınmıştır.

**Baskı Tarihi:**  
Dergimiz bu sayısından itibaren basılı olarak yayınlanmayacak olup,  
<http://dergipark.gov.tr/zm> adresi üzerinden elektronik olarak yayınlanacaktır.

**Yayın Tarihi:**  
31 Aralık 2018

## İÇİNDEKİLER

5

-Derleme-  
**TÜRKİYE'DEKİ BARAJ GÖLLERİ: SU ve SEDİMENTTE AĞIR METAL ÇALIŞMALARI**

**Arzu BİNİCİ<sup>1</sup>**  
**Prof. Dr. Serap PULATSÜ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Ankara

13

-Araştırma Makalesi-  
**BALIK ÜRETİM TESİSLERİNDE KULLANILAN DEZENFEKTANLARIN ÇALIŞANLARDA ETKİLERİ**

**Doç. Dr. Fatih PERÇİN**

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İZMİR

22

-Araştırma Makalesi-  
**BATI AKDENİZDE ICARDA-CIMMYT EKMEKLİK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN VERİM VE KALİTE YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI**

**Ali KOÇ<sup>1</sup>**

**Prof.Dr. İlknur AKGÜN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ANTALYA

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, ISPARTA

34

-Araştırma Makalesi-  
**GÜBRE DESTEĞİ ÖDEMELERİNDE TOPRAK ANALİZİ ZORUNLULUĞUNUN GÜBRE KULLANIMINA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ: POLATLI ÖRNEĞİ**

**Dr. Haydar POLAT**

Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,  
ANKARA

45

-Derleme-  
**GÖL EKOSİSTEMLERİNDE SEDİMENTTE FOSFOR SORPSİYON MEKANİZMASI**

**Prof.Dr. Akasya TOPÇU<sup>1</sup>**  
**Prof.Dr. Serap PULATSÜ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Ankara

## TÜRK ZİRAAT YÜKSEK MÜHENDİSLERİ BİRLİĞİ YÖNETİM KURULU

**Genel Başkan**  
Fehmi KİRAZ

**Genel Başkan Yardımcısı**  
Üzeyir YÜREKLİ

**Genel Sekreter**  
Fikri KAYA

**Genel Muhasip**  
Hasan Hüseyin BAYRAM

**Genel Yayın Yönetmeni**  
Mehmet BİLİR

### Üyeler

Dr. Yücel KEŞLİ, Gökhan BALCI,  
M. Murat TUNCER, Engin ULAŞ

### Adres

Sakarya Caddesi No: 30/2  
Yenişehir / ANKARA

TEL: 0.312 433 59 81  
Faks: 0.312 433 64 11  
www.tzymb.org.tr

## TÜRK ZİRAAT YÜKSEK MÜHENDİSLERİ BİRLİĞİ ŞUBELERİ

ADANA:	Celal KARA
Tel .....	0 532 230 11 19
ANTALYA:	İlyas TEKŞAM
Tel .....	0 533 643 18 14
KONYA:	Ahmet TAMKOÇ
Tel .....	0 533 421 43 44
ŞURFA:	Rüstem COŞKUN
Tel .....	0 414-313 12 23
SAMSUN:	Doç.Dr. Hasan ÖNDER
Tel .....	0 555 303 24 37
İZMİR:	Hüseyin DÜZ
Tel .....	0 532 740 23 59
İSTANBUL:	Kadir UZAN
Tel .....	0 505 272 53 69

## TÜRK ZİRAAT MÜHENDİSLERİ BİRLİĞİ VAKFI

**Başkan:** Özbay TAŞKIN  
**Başkan Yardımcısı:** Nurullah ÖZCAN  
**Mali Sekreter:** Dursun Murat AKTAŞ  
**Üye:** Fikri KAYA  
**Üye:** Fehmi KİRAZ  
**Üye:** Nevzat USLUCAN  
**Üye:** İsmail MERT

**Adres:**  
Sakarya Caddesi No: 30/3  
Kızılay / ANKARA  
Tel: 0.312 433 69 09 - 435 46 42  
Faks: 0.312 435 41 11  
<http://www.tzmbvakfi.org>

## Bilimsel Danışma Kurulu

Prof. Dr. Neşet ARSLAN  
Prof. Dr. Orhan ARSLAN  
Prof. Dr. Cemalettin Yaşar ÇİFTÇİ  
Prof. Dr. Rasih DEMİRCİ  
Prof. Dr. Celal ER  
Prof. Dr. Orhan KAVUNCU  
Prof. Dr. Mevlüt MÜLAYİM  
Prof. Dr. Ferhat ODABAŞ  
Prof. Dr. Kudret SAYLAM  
Prof. Dr. M. Turgut TOPBAŞ

## Bilimsel Yayın Kurulu

Prof. Dr. Musa SARICA  
19 Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Celal TUNCER  
19 Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Burhan ÖZKAN  
Akdeniz Üniversitesi

Prof. Dr. Cengiz SAYIN  
Akdeniz Üniversitesi

Prof.Dr. Ahmet BAYANER  
Akdeniz Üniversitesi

Doç. Dr. Murat AKKURT  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Aziz KARAKAYA  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Aziz TEKİN  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Nevzat ARTIK  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Mükerrerem ASLAN  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Ebru ŞENEL  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet ÖZÇELİK  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Belgin ÇAKMAK  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Dilek BAŞALMA  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Rıfat YALÇIN  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Sadık USTA  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Gürsel DELLAL  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Zahide KOCABAŞ  
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Nesrin YILDIZ  
Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. İzzet KADIOĞLU  
Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Prof. Dr. İzzet AÇAR  
Harran Üniversitesi

Prof. Dr. İsmail AKYOL  
Kahramanmaraş Sütçü İmam  
Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa YILDIRIM  
Kahramanmaraş Sütçü İmam  
Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet AYGÜN  
Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Fatih YILDIZ  
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN  
Ordu Üniversitesi

Prof. Dr. Ali KOÇ  
Osmangazi Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa ÖNDER  
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Alp Önder YILDIZ  
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Ayhan ÖZTÜRK  
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT  
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet TAMKOÇ  
Selçuk Üniversitesi

Ziraat Mühendisliği Dergisi'nde, dünyada ve Türkiye'de tarım ve tarımı ilgilendiren ve ayrıca Ziraat Mühendisliği ile ilgili bilimsel makale, araştırma, proje vb. konulara ilişkin yazılara, resimlere yer verilecektir.

Metin 10 sayfayı geçmeyen, bir buçuk satır aralığı ile anlaşılır bir dille yazılmış olmalıdır. Türkçe karşılığı olmayan teknik ve yabancı dildeki terimlerin parantez içinde kısa açıklaması yapılmalıdır. Metin 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde Türkçe ve İngilizce özet ve en az 5 kelimeden oluşan anahtar kelimeler içermelidir.

Makaleler dil bilgisi kurallarına uygun olmalıdır. Makalede noktalama işaretlerinin kullanımında, kelime ve kısaltmaların yazımında güncel TDK Yazım Kılavuzu esas alınmalı, açık ve yalın bir anlatım yolu izlenmeli, amaç ve kapsam dışına taşan gereksiz bilgilere yer verilmemelidir. Makalenin hazırlanmasında geçerli bilimsel yöntemlere uyulmalı, çalışmanın konusu, amacı, kapsamı, hazırlanma gerekçesi vb. bilgiler yeterli ölçüde ve belirli bir düzen içinde verilmelidir.

Yazım kurallarında, özellikle de kaynak gösterme ve kaynakça bildiriminde APA kuralları dikkate alınacak olsa da yazarlar makalelerini uluslar arası kabul görmüş bir akademik makale formatında hazırlamaları koşuluyla kısmen serbest bırakılmaktadır.

Dergimizde kör hakemlik sistemi uygulanmaktadır. İsimsiz hakem değerlendirme dosyası oluşturmak ve makaleler üzerinde editöryal değişiklikler yapma ihtiyacı sebebiyle DergiPark'a yayın yüklenirken "Dosya Başlığı" alanı "Word" olarak seçilmeli ve word formatında gönderilmelidir.

Tercüme yazılarda, tercümenin yapıldığı yayın adı, cildi, sayısı, sayfası, yazarı ve ülkesi belirtilmeli ve orijinalinin fotokopisi yazıya eklenmelidir.

Hakem değerlendirme süreci tamamlanan ve düzenleme süreci adımına alınan makale "Kabul Edilmiş Makaleler" başlığı altında yayına açılır. Bu bölümdeki makalelerin hangi sayfaya alınacağına, makalelerin konu ağırlığı, derleme makalelerin yayınlanacak olan sayıda yer alacak makale sayısının yarısından fazla olmaması, hakem işlemlerinin tamamlanma sırası gibi hususlar dikkate alınarak editör tarafından karar verilir.

Yazarın ismi, ünvanı, kuruluşu, yazışma adresi, ORCID makalenin ilk sayfasında olacaktır.

Yayınlanan yazılar için TZYMB'nin önceden belirlediği esaslar dahilinde telif ücreti ödenebilir. Yazarlardan herhangi bir ücret talep edilmez.

Dergide makalesi yer alan yazarlara dergi gönderilecektir. Derginin basılmaması, sadece elektronik ortamda yayınlanması durumunda bu madde geçersiz olacaktır.

Dergimizde yayınlanan yazılar sadece yazarlarının görüşlerini taşır. TZYMB için bağlayıcı husus ihtiva etmez.

Yayınlanmak için tarafımıza gelen yazıların yayınlanıp yayınlanmamasına ve dergimizde nasıl yer alacağına Yayın Kurulu/Editör karar verir. Yayın Kurulu/Editör gerektiğinde yazılarda kısaltma ve düzeltme yapılmasını önerebilir.

Yazarlar, makalelerini dergimize göndermekle çalışmasının telif hakkından feragat ettiğini, makalenin orijinal olduğunu, herhangi bir başka dergiye yayınlanmak üzere verilmediğini, daha önce yayınlanmadığını kabul etmiş sayılır.

TZYMB bu yazım kurallarını değiştirme hakkını saklı tutar. Ancak yapılan her değişiklik, değişiklikten sonraki süreçler için geçerli olacaktır.

Dergimiz basın meslek ilkelerine uyar.

(Revizyon tarihi: 15/11/2018)

# TÜRKİYE'DEKİ BARAJ GÖLLERİ: SU ve SEDİMENTTE AĞIR METAL ÇALIŞMALARI

Dam Lakes in Turkey: Heavy Metal Studies in Water-Sediment

## Arzu BİNİCİ

Su Ürünleri Yüksek Mühendisi  
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, ANKARA  
arzubinici@hotmail.com  
ORCID: 0000-0002-8212-3615

## Prof. Dr. Serap PULATSÜ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, ANKARA  
ORCID : 0000-0001-5277-417X

Gönderilme Tarihi: 23 Ekim 2018  
Kabul Tarihi : 30 Ekim 2018

## ÖZET

Sucul ekosistemlerin ağır metallerle kirlenmesi, sediment ve yüzey sularındaki birincil üretimi, nitrojen fiksasyonunu, karbon, azot, fosfor mineralizasyonu ile enzim sentez ve aktivitelerini önlemektedir. Bu bağlamda ağır metaller gerek toksik etkileri gerekse sedimentte ve besin zinciri boyunca birikme potansiyelleri nedeniyle özellikle iç su ekosistemlerinin sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Ekosistemin önemli bir bileşeni olan sedimentte, antropojenik kaynaklı metal girdisinin belirlenmesine ilişkin farklı yöntemler bulunmaktadır. Türkiye’de su-sedimentteki ağır metal seviyelerine ilişkin çalışmalar, deniz ve göllerde yoğunlaşmış olup baraj göllerinde konuya yönelik nispeten sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Bu derleme çalışmasında, ülkemizdeki baraj göllerinde su- sedimentte ağır metal kirlenmesi odaklı 2000’li yıllardan sonraki güncel araştırmaların özetlenerek bir araya getirilmesi ve araştırmalar ışığında genel bir değerlendirmenin yapılması amaçlanmıştır. Özellikle içsularda kafeslerde balık yetiştiriciliğinin yaygınlaşması nedeniyle de konuya dikkat

çekilmek istenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Baraj gölleri; ağır metaller; su-sediment

**Abstract:** Pollution of aquatic ecosystems due to heavy metals prevents primary production in sediment and surface water, fixation of nitrogen, mineralization of carbon, nitrogen, phosphorus, and enzyme synthesis and its activities. In this context, heavy metals are crucial for the sustainability of inland water ecosystems in terms of both their toxic effects and their potential to accumulate in the sediment and along the food chain. There are different methods for determining the anthropogenic metal input in the sediment, an important component of the ecosystem. In Turkey, studies on heavy metal levels in the water-sediment are centered on sea and lakes and there are relatively limited number of studies focusing on dam lakes in the subject matter. In this study of compilation, recent researches which have conducted after 2000s regarding water and sediment of dam lakes in our country were summarized and compiled. In the light of the researches, an overall evaluation is aimed by this study, which also wants to raise a concern over fish cage culturing that becomes widespread particularly in inland waters.

**Key Words:** Dam lakes; heavy metals; water-sediment

## GİRİŞ

Ağır metallerin alıcı ortamlardaki konsantrasyonları; deniz dibindeki volkanik hareketler, atmosferik taşınım, nehirler veya erozyon gibi doğal kaynaklardan ve madencilik, arıtma ve rafine sistemlerinin hızlı artışı, fosil yakıtların aşırı tüketimi, metal ürünlerinin tarımda kullanımı (arsenikli pestisitler gibi) gibi yapay kaynaklardan oluşmaktadır. Sedimentteki insan kaynaklı ağır metal birikiminin doğru şekilde ortaya konması, sucul ekosistemlerdeki inorganik kirliliğin anlaşılmasında rol oynamaktadır. Sulara taşınan ağır

metallerin bir bölümü suda seyrelmekte, bir bölümü de karbonat, sülfat, sülfür olarak katı bileşik halinde su tabanına çökerek sedimentte birikmektedir (1). Sedimentte doğal veya antropojenik yollarla depolanan ağır metaller suda tekrar çözülerek, sudaki ağır metal derişimlerinin daha da artmasına yol açabilmektedir.

Su ve sedimentte ağır metallerin su kütlesi içindeki konsantrasyonları; alıcı ortama giren kirletici miktarına ve kirleticilerin çeşitli şekillerde sudan uzaklaştırılmasına (alınmasına) bağlı olarak değişmektedir. Ağır metaller, balıklar tarafından solunum yoluyla (solungaç ve deri yüzeyi), vücut yüzeyine tutunma (adsorbsiyon) veya besin yoluyla alınabilmektedir. Sucul ekosistemlerde ağır metallerin alınması ve organizmada birikimini; ortama giren metal miktarındaki değişiklik, organizmanın durumu ve organizmanın içinde bulunduğu su ortamının fiziksel ve kimyasal özellikleri (sıcaklık, tuzluluk, pH, çözünmüş oksijen) etkilemektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde potansiyel zehirli etkileri nedeniyle önem taşıyan ağır metallerin alınması ve besin zincirinde biyolojik olarak birikime uğrayan ağır metalleri yüksek düzeyde içeren su ürünlerinin tüketilmesi, insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. (2).

Sucul ekosistemlerdeki kirletici konsantrasyonlarının, kabul edilebilir limitlerini belirlemek için kullanılan kalite kriterleri (SQG), ağır metal, PAH ve PCB gibi birçok toksik madde için geliştirilmiştir. Örneğin USEPA (United States Environmental Protection Agency) SQG'e göre sediment; "kirli olmayan", "kısmen kirli" ve "aşırı kirli" olarak sınıflandırmış; SQG için TEL (Eşik etki seviyesi) ve PEL (Olası etki seviyesi) değerleri belirlenmiştir. TEL değeri, bu konsantrasyonun altında kötü etkilerin görünmesinin nadir; PEL değeri ise bu konsantrasyonun üzerinde kötü etkilerin görünmesinin sıklıkla olacağını ifade etmektedir (3,4). Sedimentte ağır metal kirliliğini ifade etmek amacıyla farklı indeksler de (potansiyel risk indeksi-RI, jeoakümülyasyon indeksi-Igeo vb) kullanılmaktadır.



Türkiye’de sucul ekosistemlerin önemli bir bileşeni olan baraj göllerinin sürdürülebilirliği kapsamında su-sedimentin ağır metal seviyelerine ilişkin çalışmalar önemli bir paya sahiptir. Ayrıca baraj göllerimizde ağ kafeslerde gittikçe yaygınlaşan su ürünleri yetiştiricilik faaliyetleri dikkate alındığında, sedimentten ağır metallerin olası salınımı da yetiştiricilik faaliyetini olumsuz etkileyecektir. Bu derleme çalışmasında, Türkiye’deki baraj göllerinde 2000’li yıllardan sonra su-sedimente ilişkin ağır metallerin tespiti ve kaynaklarının belirlenmesine yönelik araştırmaların mümkün olduğunca bir araya getirilerek sunulması amaçlanmıştır. Bulguların genel bir değerlendirme yapılmasında ve ortak paydaların ışığında çözüm yollarının netleştirilmesinde yararlı olacağı düşünülmektedir.

## KONU YA İLİŞKİN BİLDİRİŞLER

Fırat Nehri üzerinde kurulu ve sulama-elektrik üretimi amaçlı inşa edilmiş Türkiye’nin en büyük baraj gölü olan Atatürk Baraj Gölü’nde yürütülen bir araştırmada (5), su, sediment ve bazı balık türlerinde ağır metal düzeyleri saptanmıştır. Araştırma kapsamında, su, sediment ve balıklarda Cd, Co, Hg, Mo ve Pb belirlenemezken, sedimentte Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn tespit edildiği, en fazla biriken metalin ise Fe olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, baraj gölünde ağır metaller açısından bir kirlenme sorunu olmadığını ve saptanan metal konsantrasyon değerlerinin jeolojik kökenli olabileceğini belirtmişlerdir.

Demirköprü ve Avşar Baraj Gölleri’nde su ve sediment örneklerinde ağır metal birikimleri tespit edilmiş; ağır metal düzeylerinin sıralanışı suda  $Fe > Pb > Cu > Ni > Cr > Cd$ , sedimentte ise  $Fe > Ni > Cu > Cr > Pb > Cd$  olarak bildirilmiştir (6).

Gediz Nehri üzerinde yer alan ve tarımsal sulama için önem arz eden Demirköprü Baraj Gölü’nün su ve sedimentinde ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesinin amaçlandığı çalışmada (7); konsantrasyon değerleri yüzey suyunda;  $Fe > Pb > Cu > Ni > Cr > Cd$ , sedimentte;

$Fe > Ni > Cu > Cr > Pb > Cd$  olarak tespit edilmiştir. Gediz Nehri üzerinde kurulu bir diğer baraj gölünde de (Avşar) su, sediment ve sazının bazı dokularındaki ağır metal birikimi mevsimsel olarak araştırılmıştır (8). Göl suyu örneklerinde Fe değerinin Demirköprü Baraj Gölü suyunda olduğu gibi, farklı düzenlemeler kapsamındaki standart değerlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Avşar Baraj Gölü sedimentinde en fazla Fe bulunduğu bunu sırasıyla Ni (19.8–39.4 mg/L), Cu (18.2 – 38.4 mg/L), Cr (9.41–19.9 mg/L), Pb (0.64–6.35mg/ L) ve Cd (0.34–1.23 mg/L)’un izlediği bildirilmiştir. Göle ilişkin sediment ağır metal değerlerinin Demirköprü Baraj Gölü’nde olduğu gibi Gediz Nehri sedimentine ilişkin bulgulardan daha düşük seviyede olduğu saptanmıştır. Her iki baraj gölünün de tarımsal sulamada kullanılması nedeniyle, belirli dönemlerde kirlilik araştırmaları yapılmasının halk ve çevre sağlığı açısından önem taşıdığı vurgulanmıştır (7, 8).

Seyhan Baraj Gölü’nde yürütülen bir çalışmada, sedimentte mevsimsel olarak ağır metallerin birikimi belirlenmiştir (9). Sedimentte ortalama metal düzeyleri sırasıyla  $Ca > Fe > K > Mn > Na > Cr > Zn > Cu > Cd$  olarak tespit edilmiş ve çalışma kapsamında sedimentte belirlenen metal konsantrasyonlarından; ortalama kadmiyum konsantrasyonunun eşik etki değerini (TEL), ortalama krom konsantrasyonunun ise hem eşik etki değerini (TEL) hem de olası etki konsantrasyon değerini (PEC) aştığı bildirilmiştir. Sedimentteki metal konsantrasyonları ile sedimentin kil ve organik madde düzeyi arasında pozitif korelasyon tespit edilmiş; sedimentte tespit edilen Cd ve Cr elementlerinin artan konsantrasyonlarının ana kaynağının tarımsal faaliyetler ve krom madeni kaynaklı olabileceği kanaatine varılmıştır.

Geyik Baraj Gölü (Milas) 1988 yılında sulama ve endüstriyel su temini amacıyla Sarıçay üzerinde kurulmuştur. Baraj Gölü’nde yaşayan *Cyprinus carpio* ve *Carassius carassius* ile göl suyu ve sedimentinde ağır metal konsantrasyonları belirlenmiştir (10). Su örneklerinde Cu kışın, Fe yazın yüksek, Co ise her

iki mevsimde de düşük düzeyde tespit edilmiştir. Sediment örneklerinde Fe yaz ve kış mevsimlerinde en yüksek iken Cd ve Pb yaz, Co ve Cu kış mevsiminde düşük seviyede saptanmıştır. Zn ve Cu'nun yüksek konsantrasyonlarına antropojenik kaynaklı etkilerin neden olduğu özellikle tarımda kullanılan pestisitlerin bu riski körüklediği, Fe konsantrasyonlarının ise zengin metamorfik kayalardan oluşan jeokimyasal yapıdan meydana geldiği bildirilmiştir.

Kütahya'da kentleşme ve sanayileşme faaliyetleri nedeni ile oldukça kirli bir tatlı su kaynağına dönüşen Enne ve Porsuk Baraj Gölleri sedimentinde ağır metal (Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Mn, Ni, Fe, Cr, B, Ag ve Se) konsantrasyonları araştırılmıştır (11). Araştırmacılar tarafından; Enne Baraj Gölü sediment örneklerinde, ağır metal düzeyleri sırasıyla Fe>Mn>Zn>Ni>Pb>Cr>Cu>Cd>Se, Porsuk Baraj Gölü sediment örneklerinde ise Fe>Zn> Mn>Ni> Pb>Cr>Cu>Cd>Se>Ag olarak bildirilmiştir. Her iki baraj gölü sedimentinde Hg ve B elementleri tespit edilmezken, ağır metal konsantrasyonları arasında (Zn hariç) istatistiksel fark bulunmamıştır. Ağır metal konsantrasyon değerleri, uluslararası kriterlere ve Türk standartlarına göre (Ni hariç) izin verilen maksimum seviyelerden önemli derecede düşük saptanmıştır.

Atatürk Baraj Gölü'nde, baraj gölü su ve sedimentinde eser element seviyelerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür (12). Sudaki eser elementlerin birikim sırası Fe>Zn>Cu>Se olarak, sediment örneklerinde ise Fe>Mn>Ni>Zn>Cu>Se şeklinde bulunmuştur. Sediment örneklerinde en yüksek konsantrasyon değeri Fe elementi için, en düşük konsantrasyon değeri Se elementi için tespit edilmiştir. Araştırma ile Atatürk Baraj Gölü'ndeki tüm eser element düzeyleri genel olarak düşük bulunmuşsa da gelecekte yerel atıklara ve bölgedeki tarım-sanayi faaliyetlerine bağlı olarak potansiyel bir tehlikenin ortaya çıkabileceği, baraj gölünün en azından mevcut durumunun korunmasının önem arz ettiği belirtilmiştir. Karasu Nehri üzerinde kurulu Akkaya Baraj Gölü (Niğde) sedimentinde ağır metal kirlenmesi

zenginleşme faktörü kullanılarak tayin edilmiştir (13). Zenginleşme faktör değerleri Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mn, As, V, Cr ve Cd için sırayla, 3, 5.4, 7, 2.7, 2.2, 3.4, 42.3, 2.1, 1.8 ve 7.2 olarak bulunmuştur. Belirlenen yüksek ağır metal konsantrasyonları, göl çevresindeki antropojenik kaynaklı kontaminasyona işaret etmiş ve ağır metal kirliliğinin düzenli olarak izlenmesi gerektiği bildirilmiştir.

Karacaören-II Baraj Gölü'ndeki (Burdur) su, sediment ve sazın örneklerinde bazı ağır metal birikimlerinin incelenmesine yönelik yürütülen araştırma kapsamında; suda Cr, Cd ve Hg değerleri tayin limitlerinin altında belirlenmiştir. Çalışmada Fe, Zn, Al ve Sr tüm örnekleme dönemlerinde tespit edilirken en yüksek değer Sr için saptanmıştır. Sedimentte tüm mevsimlerde Fe, Zn, Mn, Al, Sr ve Cr belirlenmiş, Fe ise en yüksek seviyede ölçülmüştür (14).

Anadolu'nun merkezinde en önemli sucul ekosistemlerden biri olan Seydisuyu Deresi, önemli tarım arazilerini ve Türkiye'nin en önemli bor yataklarını kapsamaktadır. Seydisuyu deresi üzerinde yer alan Çatören Barajı'nda (Eskişehir) yapılan bir çalışmada (15); baraj suyunun arsenik seviyesine göre 3. sınıf, bor seviyesine göre 4. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Baraj çıkışında sedimente ilişkin Zn, Mn, As and B düzeylerinin, giriş bölümüne göre daha yüksek bulunduğu; en yüksek As ve Zn değerlerinin ise sırasıyla 12.4 mg/kg ve 32 mg/kg olduğu bildirilmiştir. Çatören Barajı'nda tespit edilen abiyotik ve biyotik verilerin analizi ışığında, havzanın jeolojik yapısının, bor madeninin ve tarımsal faaliyetlerin ekosistem üzerinde en etkili kirlilik kaynaklarından olduğu bildirilmiştir.

Kapulukaya Baraj Gölü'nde (Kırıkkale) Mayıs 2007- Kasım 2007 döneminde üç farklı örnekleme noktasından alınan sediment örneklerinde 13 element (Al, Fe, Mn, Cr, Ni, n, Co, As, Pb, Cu, Mo, Hg, and Cd) tespit edilmiştir (16). Hesaplanan zenginleşme faktörü değerleri, Hg ve Pb hariç ağır metallerin büyük bir bölümünde (Mn, As, Ni, Cu, Zn, Cr, Co, Mo, Cd) insan-kaynaklı faaliyetleri işaret etmektedir. Tüm



örnekleme noktalarında maksimum EF değerleri (ort. 36.60) As, minimum değerler ise Hg (ort. 0.70) için saptanmıştır. Bulgulara dayanarak seçilen istasyonlara ilişkin Cr, Ni ve Hg değerlerinin ekolojik ve biyolojik risk açısından kabul edilebilir değerlerin üzerinde olduğu bildirilmiştir.

Tarımsal sulama ve taşkın koruma amacıyla kullanılması yanı sıra bölgesinde tatlı su balıkçılığı açısından da büyük öneme sahip olan Altınyazı Baraj Gölü'nde (Edirne) yaşayan bazı balık türlerinin farklı dokularında, baraj gölü suyu ve sedimentinde ağır metal birikimleri araştırılmıştır (17). Baraj gölü suyunda yalnızca Fe analiz sınır değerlerinin üzerinde tespit edilmiştir. Sedimentte ise tüm metaller tespit edilmiş olup, konsantrasyon değerleri Fe> Mn> Cr> Pb> Zn> Cu> Cd şeklinde sıralanmıştır. Çalışmada, su ve sedimentte ölçülen değerler kabul edilebilir limit değerlerin altında bulunmuştur.

Sakarya Nehri üzerinde bulunan hidroelektrik enerji üretmek amacı ile inşa edilen Gökçekaya Baraj Gölü'ndeki (Ankara) gökkuşağı alabalığı kafes işletmesinde yürütülen bir çalışmada, üretim öncesi ve sonrası sediment örnekleri alınmıştır (18). Ağır metal düzeyleri Fe>Mn>Zn>Ni>Cr>Cu>Pb olarak belirlenmiştir. Çalışmada Zn ve Pb konsantrasyonları sırasıyla  $0.262 \pm 0.015$  –  $0.491 \pm 0.034$  µg/g KA ve  $0.066 \pm 0.003$  –  $0.100 \pm 0.002$  µg/g KA arasında değişim göstermiştir. Sedimente ilişkin ağır metal seviyelerinin üretim döneminde arttığı ancak sucul organizmalar açısından tehlikeli düzeyde olmadığı bildirilmiştir.

Artvin ilinde bulunan Çoruh Nehri üzerinde enerji üretmek amacı ile inşa edilmiş olan Borçka Baraj Gölü'nde, yürütülen çalışma ile doğal ve antropojenik kaynaklı toksik metal kirlenmesinin yersel ve mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır (19). Çalışma bulguları baraj gölünün Cu, Zn ve As açısından orta-düzeyde, Pb ve Ni açısından ise yüksek-düzeyde kontamine olduğuna işaret etmektedir. Baraj gölünde en yüksek potansiyel ekolojik risk indeksi (RI) ve jeoakümülyasyon indeksi ( $I_{geo}$ ) değerleri sonbaharda,

bakır ve kurşun için belirlenmiştir. Araştırmacılar, gölün doğal minerolojik yapısının yanısıra etrafındaki Cu maden işletmeleri kökenli atık sular nedeniyle antropojenik baskının da önemli risk oluşturduğuna dikkat çekmişlerdir.

Seyhan Baraj Gölü'nün su ve sedimentinde Ekim 2014-Temmuz 2015 tarihleri arasında yürütülen bir çalışmada; bazı ağır metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Pb ve Zn) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi tespit edilmiştir (20). Cd, Cr, Mo, Pb ve Se'un göl suyundaki konsantrasyonları kabul edilebilir değerlerin altında bulunurken, Fe ve Zn miktarlarının tehlikeli seviyelere ulaştığı tespit edilmiştir. Sediment örneklerinde tüm metallerin her mevsimde tespit edildiği, sedimentte en fazla biriken metalin demir, en az biriken metalin ise kadmiyum olduğu saptanmıştır. Su ve sedimentteki ağır metallerin kış mevsiminde azalış göstermesinin kış durgunluğu ile birlikte sudaki metallerin dibe çökmesinden, yaz mevsimindeki artışın ise gübre ve ofiyolit kayaçlarından taşınan metallerin de yine dibe çökmesinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Atatürk Baraj Gölü'nden (Fırat Nehri) alınan su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal düzeyleri (Fe, Cu, Pb, As, Hg, Cr, Mn, Cd, Co, Zn ve Ni) mevsimsel olarak tespit edilmiştir (21). Su örneklerindeki metal konsantrasyonları; Fe>Zn>Cu>Mn>Ni>Pb>Co>As>Cr>Cd>Hg şeklinde sıralanmış, ortalama konsantrasyonlar ise Fe, Zn, Cu, Mn, Ni, Pb, Co, As, Cr, Cd ve Hg için sırasıyla 24.66, 4.38, 4.26, 2.95, 1.60, 1.078, 0.745, 0.51, 0.311, 0.16, 0.015 mg/L olarak tespit edilmiştir. Sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarına ilişkin sıralama ise Mn>Ni>Fe>Cr>Zn>Cu>Co>Hg>As>Pb>Cd şeklinde bulunmuştur. Araştırmacılar özellikle yaz aylarında belirlenen su-sediment ağır metal konsantrasyonlarındaki artışların tarımsal aktivitelerle ilişkili olabileceğini bildirmişler ve metallerin biyolojik birikim ile biyolojik deriştirme açısından izlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Araştırmacılar, göl su-sedimentinde oldukça yüksek metal konsantrasyonları

belirlenmesine karşın, toplanan midye (*Unio mancus*) örneklerinde insan sağlığını tehdit edici düzeyde ağır metal tespit etmediklerini bildirmişlerdir.

Büyük Menderes Nehri üzerinde bulunan ve tarımsal sulama, enerji üretimi, taşkın koruma amaçlı inşa edilen Adıgüzel Baraj Gölü'nde (Denizli) bir çalışma yapılmıştır (22). Baraj suyunda, bor 0.016-1.316 mg/L, bakır 0.0004-0.0049 mg/L, nikel 0.0043-0.0396 mg/L, krom 0.0009-0.0196 mg/L, kurşun 0-0.0004 mg/L değerleri arasında değişim göstermiştir. Gölde fosfat, bor ve ağır metal konsantrasyonlarının kritik değerlerden düşük olmasının, gölün endüstri bölgesine ve termal suların çıktığı bölgeye uzak olmasından kaynaklandığı ve göl sularının özellikle tarımsal amaçlı sulama kullanımına uygun olduğu bildirilmiştir.

## SONUÇ

Yukarıda özetlenmeye çalışılan çalışmalar ışığında; Türkiye'de baraj gölleri su-sedimentine ilişkin yüksek ağır metal düzeylerinde rol oynayan ana kaynaklar, diğer ekosistemler üzerinde de etkili olabilen kirletici kaynaklardan çok farklı gözükmemekte ve önem derecesine göre; kentsel, tarımsal ve endüstriyel faaliyet atık suları ile bölgesel jeolojik özellikler olarak sıralanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında dikkate alınan bildirişler doğrultusunda, Seyhan, Geyik, Akkaya, Kapulukaya, Borçka Baraj Gölleri'nin tarımsal ve evsel atık sularla kirlenmiş durumda olduğu görülmektedir. Su-sedimentteki ağır metal düzeylerinin artışında antropojenik kaynakların dışında, doğal kaynakların (havzanın jeokimyasal kompozisyonu) payının oldukça fazla olabildiği baraj gölleri de bulunmaktadır (Atatürk, Geyik, Çatören, Borçka, Seyhan Baraj Gölleri gibi). Bunun yanı sıra örneğin Atatürk Baraj Gölü'ne ilişkin önceki ve sonraki bildirişler (5, 12, 21) ele alındığında; gölde yürütülen ilk çalışmalarda yalnız jeolojik kökenli ağır metal kirlenmesinden söz edilirken, son dönemlerde endüstriyel ve evsel atıkların da kirlenme açısından önemli unsurlar olduğu belirtilmektedir.

Havzadaki madencilik faaliyetleri de su-sedimentte ağır metal artışı ile sonuçlanmaktadır; Seyhan Baraj Gölü havzasında bulunan krom madenleri, Çatören Baraj Gölü için civardaki bor işleme tesisleri atık suları sözü edilen konuya ilişkin belirgin örneklerdir.

Kafeslerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yapıldığı baraj göllerimizde ise, sedimentin ağır metaller açısından bir tuzak oluşturması yetiştiricilik faaliyetini olumsuz yönde etkileyebilecektir. Özellikle yetiştiriciliğin çevresel etkilerinin izlenmesinde sediment kalitesindeki olası değişimlerin tespiti ve izlenmesi, su kalitesine göre daha sağlıklı ve güvenilir sonuçlar vermektedir (23).

Sonuç olarak, Türkiye'de baraj göllerinin etkin yönetimi için araştırma amaçlı çalışmalar dışındaki girişimler de büyük önem taşımaktadır. Ağır metal düzeylerinin su-sedimentte genelde düşük tespit edildiği baraj göllerinde mevcut durumun korunmasına yönelik girişimler yeterli iken, çevre ve halk sağlığını tehdit eder düzeyde ağır metal içeren baraj gölleri için potansiyel kirleticileri esas alan lokal-bölgesel bazda yönetim planları devreye sokulmalıdır.

Yürürlükte olan "Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmeliğin" amacı, ülke genelindeki bütün yüzeysel sular ve yeraltı sularının miktar, kalite ve hidromorfolojik unsurlar bakımından mevcut durumunun ortaya konulması, suların ekosistem bütünlüğünü esas alan bir yaklaşımla izlenmesi, izlemede standardizasyonun ve izleme yapan kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyonun sağlanmasına yönelik usul ve esasları belirlemektir (24). Yönetmelik kapsamında yüzeysel sulara izlenmesi gereken -diğer tehlikeli maddeler kategorisinde- Se, As, Zn, Cu, Sn, Co, Fe, Mn, Cr, Al, B gibi elementler yer almaktadır. Ayrıca uygulanacak -Havza Yönetim Planlarında- sedimentte de ağır metal düzeylerinin rutin bir şekilde izlenmesi gereği baraj göllerinin sürdürülebilirliği açısından olumlu girişimler olarak gözükmektedir.

## KAYNAKLAR

- 1- Topçuoğlu, S. (2005) Denizel Biyota Örneklerinde Ağır Metal Kontaminasyonu. Deniz Kirliliği. In: Güven, K.C. and Öztürk, B., Eds., TÜDAV Yayınları, İstanbul, 205-225.
- 2- Pulatsü, S., Topçu, A. (2012) Balık Üretiminde Su Kalitesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1591, Ders Kitabı: 543. 90 s.
- 3- MacDonald, D.D., Ingersoll, C.G., Berger, T.A. (2000) Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 39, 20-31.
- 4- Pulatsü, S., Topçu, A. 2015. Review of 15 Years of Research on Sediment Heavy Metal Contents and Sediment Nutrient Release in Inland Aquatic Ecosystems, Turkey. Journal of Water Resource and Protection, 7: 85-100.
- 5- Karadede, H, Ünlü, E. (2000) Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment and Fish Species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Chemosphere, 41, 1371-1376.
- 6- Özözen, G. (2005) Demirköprü ve Avşar Barajlarından Alınan Balık, Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, Türkiye.
- 7- Öztürk, M., Özözen, G., Minareci, O., Minareci, E. (2008) Determination of Heavy Metals in of Fishes, Water and Sediment from the Demirköprü Dam Lake (Turkey). Journal of Applied Biological Sciences, 2, 99-104.
- 8- Öztürk, M., Özözen, G., Minareci, O., Minareci, E. (2009) Determination of Heavy Metals in Fish, Water and Sediments of Avsar Dam Lake in Turkey. Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng., 6 (2):73-80.
- 9- Çevik, F., Göksu, L., Derici, B., Fındık, Ö. (2009) An Assessment of Metal Pollution in Surface Sediments of Seyhan Dam by Using Enrichment Factor, Geoaccumulation Index and Statistical Analyses. Environmental Monitoring and Assessment, 152, 309-317.
- 10- Özdemir, N., Yılmaz, F., Levent Tuna, A., Demirak, A. (2010) Heavy Metal Concentrations in Fish (Cyprinus carpio and Carassius carassius) Sediment and Water Found in the Geyik Dam Lake, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 5, 798-804.
- 11- Uysal, K., Özden, Y., Çiçek, A., Köse, E. (2010) Bioaccumulation Ratios of Sediment-Bound Heavy Metals of Porsuk and Enne Dam Lakes (Kütahya/Turkey) to Different Tissues of Common Carp (Cyprinus carpio). İstanbul University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 25, 1-10.
- 12- Ural, M., Uysal, K., Çiçek, A., Köse, E., Koçer, M.A.T., Arca, S., Örnekeçi, G.N., Demirel, F., Yüce, S. (2011) Determination of Trace Element Concentrations in Water, Sediment and Fish Species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 20, 2036-2040.
- 13- Keskin, Ş. (2012) Distribution and Accumulation of Heavy Metals in the Sediments of Akkaya Dam, Niğde, Turkey Environ Monit Assess., 184:449-460.
- 14- Kır, İ., Tumantozlu, H (2012) Karacaören-II Baraj Gölü'ndeki Su, Sediment ve Sazan (Cyprinus carpio) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. Ekoloji Dergisi, 21 (82):65-70.
- 15- Çiçek, A., Tokatlı, C., Emiroğlu, Ö., Köse, E., Başkurt, S., Sülün, Ş. (2013) Macro and Micro Element Concentrations in Water, Sediment and Commercial Fishes of Çatören Dam (Eskişehir). Journal of Research in Ecology, 2, 91-99.
- 16- Kankılıç, GB., Tüzün, İ., Kadioğlu, YK (2013) Assessment of Heavy Metal Levels in Sediment Samples of Kapulukaya Dam Lake (Kırıkkale) and



Lower Catchment Area. Environ Monit Assess., 18  
5(8): 6739-50.

- 17- Çetin, E., Güher, H., Gürsoy Gaygusuz, Ç. (2016) Altinyazı Baraj Gölü'nde (Edirne-Türkiye) Yaşayan Bazı Balık Türlerinde Ağır Metal Birikimlerinin İncelenmesi. Turkish Journal of Aquatic Sciences, 31(1): 1-14.
- 18- Karakoca, S., Topçu, A. (2017) Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Cage Culture: Preliminary Observations of Surface Sediment's Chemical Parameters and Phosphorus Release in Gökçekaya Reservoir, Turkey. Journal of Geoscience and Environment Protection, 5, 12-23.
- 19- Özşeker, K., Eruz, C. (2017) Pollution Assessment of Toxic Metals in Representative Limnetic Ecosystem Sediments in the Southeastern Black Sea, Turkey. CLEAN - Soil Air Water 45 (10).
- 20- Güldiren, O., Tekin-Özan, S. (2017) Seyhan Baraj Gölü (Adana)'nın Suyunda ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yalvaç Akademi Dergisi, 2 (1): 99-111.
- 21- Uçkun, A. A., Yoloğlu, E., Uçkun, M. (2017) Seasonal Monitoring of Metals in Water, Sediment and Mussel (*Unio mancus*) from Atatürk Dam Lake (Euphrates River). Van Veterinary Journal, 28 (2): 75-83.
- 22- Minareci, O., Çakır, M. (2018) Determination of Detergent, Phosphate, Boron and Heavy Metal Pollution in Adıgüzel Dam Lake (Denizli/Turkey). Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech., 8 (1): 61-67.
- 23- Kaya, D., Pulatsü, S. (2017) Sediment-Focused Environmental Impact of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Cage Farms: Almus Reservoir (Tokat). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 17 (2): 345-352.
- 24- Anonim (2014) Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik. 11 Şubat 2014 Tarih ve 28910 Sayılı Resmi Gazete.

# BALIK ÜRETİM TESİSLERİNDE KULLANILAN DEZENFEKTANLARIN ÇALIŞANLARDA ETKİLERİ

Effects of Disinfectants Used in Fish Production Facilities on Employees

## Doç. Dr. Fatih PERÇİN

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35100,  
Bornova, İZMİR  
fatihpercini@ege.edu.tr

ORCID: 0000-0002-5118-8061

Gönderilme Tarihi: 31 Ekim 2018  
Kabul Tarihi : 31 Aralık 2018

## ÖZET

Balık üretim tesislerinde yoğun kullanılan kimyasallardan biri de dezenfektanlardır. Malzeme ve ekipman temizliği ve hijyen amacı ile kullanılan dezenfektanlar üretimi yapılan canlılar için ve çalışanlar için tehlikelidir. Bu çalışmada yavru ve porsiyonluk balıklarda dezenfektan olarak kullanılan ve üretim tesislerinde malzeme-ekipman temizliğinde kullanılan klorağın (sodyum hipokloritin) çalışanlar ve çalışma ortamındaki etkileri incelenmiştir. Araştırma, İzmir İli Çeşme, Karaburun, Urla ve Çandarlı bölgelerinde faaliyet gösteren deniz balıkları üretim tesislerinde yürütülmüştür. Çalışmada 18-50 yaş arasındaki çalışanların dezenfektanların kullanımında belirtmiş olduğu başlıca etkiler ve yüzdeleri şu şekilde sıralanmıştır: Deri ve cilt sorunları, egzama, alerji (% 77), solunum sistemi ve akciğer sorunları (% 55), görme ve göz sorunları (% 44), Sindirim sistemi sorunları (kusma, ishal) (%11)'dir. Araştırmada çalışanların kullanılan kimyasalların etkilerini bilerek çalışmalarını ve kişisel koruyucu donanımları kullanmaları gerektiği belirtilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Balık üretim tesisi, dezenfektan, çalışan, sağlık, güvenlik

## ABSTRACT

One of the chemicals used in fish production plants is disinfectants. Disinfectants used for material and equipment cleaning and hygiene purposes are dangerous for living creatures and workers. In this study, the effects of chlorine (sodium hypochlorite) which is used as disinfectant in fry and portioned fishes in the production facilities and the cleaning of materials and equipment in the production facilities were investigated. The study was carried out in the marine fish production facilities operating in the Çeşme, Karaburun, Urla and Çandarlı regions of İzmir. In this study, the main effects and percentages of the employees between the ages of 18 and 50 in the use of disinfectants are listed as follows: Skin and skin problems, Eczema, Allergy (77%), Respiratory system and lung problems (55%), Visual and eye problems (44%) Digestive system problems (vomiting, diarrhea) (11%). In the study, it was stated that the employees should use the works and personal protective equipment by knowing the effects of the chemicals used.

**Key Words:** Fish production plants, disinfectants, worker, health, safety

## 1.GİRİŞ

Ülkemizde balık ürünleri ve balık üretimi son yıllarda gittikçe önem kazanan alanlardan biri haline gelmiştir. Özellikle doğal av kaynaklarının ve av miktarının azalması üretimin ve üretim tesislerinin artmasına yol açmıştır. Yıllar içinde talep artışına bağlı olarak ülkemizde çiftlik balıklarının üretimi artmış, kalite ve kantite artışı kaydedilmiştir (1, 2, 3).

İstatistik verileri göre 2015 yılı 672.000 tonluk toplam su ürünlerinin 240.000 tonunu yetiştiricilik oluşturmuştur. Yapılan istatistik çalışmaları ve desteklemelere göre 2023 yılında üretim miktarının ülke genelinde 600.000 ton seviyelerine çıkarma hedeflenmekte ve avcılıktan elde edilen üretimden daha fazla bir kaynağın oluşumu beklenmektedir. Üretilen balık türleri özellikle Avrupa, Amerika, Japonya ve Uzak doğu ülkelerine ihraç edilmektedir.

Son yıllarda üretimin artması ile Avrupa'ya balık ihraç eden ülkeler arasında Türkiye deniz balıklarından levrek balığında ilk, çipura balığında ilk üç ve tatlı su balıklarından gökkuşuğu alabalığında ilk on ülke içinde yer almaktadır (1, 2, 3, 4).



Resim 1. Çipura-levrek üretim tesisi genel görünüm

Üretimin yüksek olduğu kıyı alanlarının bazı kesimlerinde balık çiftlikleri yoğun olarak bulunmaktadır. İzmir, Aydın, Muğla, Çanakkale, Antalya, Adana gibi kıyı illerinde deniz balıkları üretim alanları bulunmaktadır (Resim 1). Bu illerin ilk üçünde çipura-levrek balıkları üretim tesisleri ve yavru balık üretim tesisleri (Kuluçkahaneler-haçeri) sayısı yüksektir. İzmir ilinde 56 adet çipura-levrek ve 7 adet kuluçkahane tesisi bulunmaktadır (3, 4, 5).

Yoğun üretim ve çalışma sisteminin 24 saat kesintisiz devam etmesi üretim tesislerinde bazı sorunların oluşmasına neden olmaktadır. Özellikle çalışanların yaşadığı sorunlar oldukça önemlidir. Kuluçkahane, ağ kafes, beton veya toprak havuzlar, plastik veya polyester tanklar yavru balık ve porsiyonluk üretimde yoğun kullanılan malzeme ve ekipmanlar arasındadır (Resim 2). Üretim öncesi veya sonrası bu alanlarda temizlik ve dezenfeksiyon, üretim sürecindeki hastalık ve kayıpların önüne geçilmesi açısından kullanılmaktadır. Bu nedenle kullanılan çeşitli kimyasal ve toksik dezenfektanlar ortamın hijyeni, ekipmanlar, araç ve gereçlerin temizliğinde



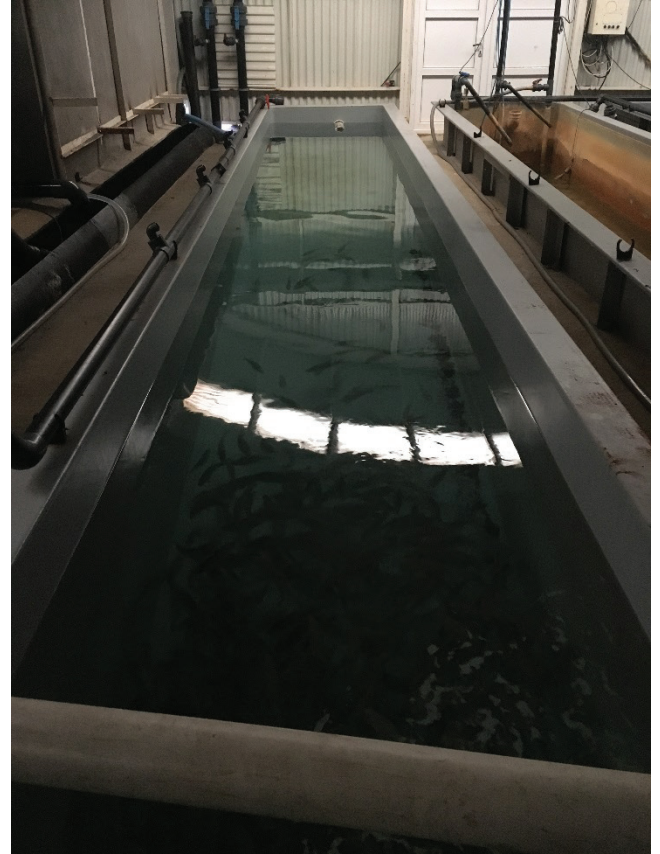
ve hijyen unsurlarının sağlanmasında gereklidir (5, 6). Moreau ve Neis (2009) Kanada'daki Akuakültür sektöründe, Myers (2010), Myers ve Durborow (2012) ise Akuakültürde tehlikeler, sağlık ve güvenlik şartları üzerinde çalışmışlar, malzeme ve ekipman dezenfeksiyonunun önemini vurgulamışlardır.



Resim 2. Silindirik polyester yavru balık tankları

Yurt içi ve yurt dışında akuakültür alanında yapılan araştırmalarda, kimyasalların toksik etkilerinin yanında kanserojen ve mutajen etkilerinin olduğu, hamileliğin ilk dönemlerinde kadın çalışanlar üzerinde teratojenik etkilerinin varlığı bildirilmektedir. Dezenfektanlar balıklar üzerinde genellikle kapalı alanlarda, tanklarda veya teknelerde ve ağ kafeslerde banyo uygulama veya hijyen amaçlı kullanılmaktadır (Resim 3). Bu süreçte, çalışanlarda kullanılan dezenfektanların etkileri zaman zaman görülmekte hatta zehirlenmeler meydana gelmektedir (5, 6, 7, 8, 9, 10). Akuakültür alanında çalışanların kimyasal zehirlenmelere maruz kaldığı Myers (2010), Myers ve Durborow (2012) tarafından bildirilmektedir. Bunun yanında Wilkinson ve Coenraads (2010) ile Bull ve ark. (2011), dezenfektanların en önemli etkilerinden birinin deri ve ciltte mesleki yaralanma ve dermatozlara yol açtığını saptamışlardır. Dericilik veya boya sektörü çalışanları kadar balıkçılık ve akuakültür çalışanlarında da mesleki maruziyetlerin

önemli olduğunu vurgulamışlardır (10, 11). Perçin ve ark.(2012), Mert ve Ercan (2014), Özönel (2016), Tantoğlu (2016) ve Ulukan, (2016), Perçin (2017) ülkemizde akuakültür çalışanları ve balıkçılar üzerine araştırmalar yapmışlardır. Bu çalışmalarda deri ve cilt rahatsızlıklarının oluşumunda deniz suyunun etkileri yanında çalışma koşullarının, kullanılan dezenfektan ve kimyasalların da etkili olduğu belirtilmektedir (12, 13, 14, 15, 16, 17).



Resim 3. Dikdörtgen polyester yavru balık havuzları

Üretim tesislerinde kullanılan kimyasallardan formaldehit balıklarda dezenfektan ve hijyen amacıyla kullanılır. Bir diğer dezenfektan sodyum hipoklorit (Klorak) ise malzeme, ekipman ve ortam temizliğinde yoğun kullanılır. Bunun yanında bazı tesislerde üretim sürecinde çeşitli nedenlerle dezenfektan olarak kullanılmaktadır. Her iki dezenfektanın rezidü bırakma potansiyeli bulunmaktadır. Bu çalışmada

dezenfeksiyon amaçlı kullanılan formaldehit ve klorajın çalışanlar üzerinde görülen etkileri ve korunma yolları incelenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

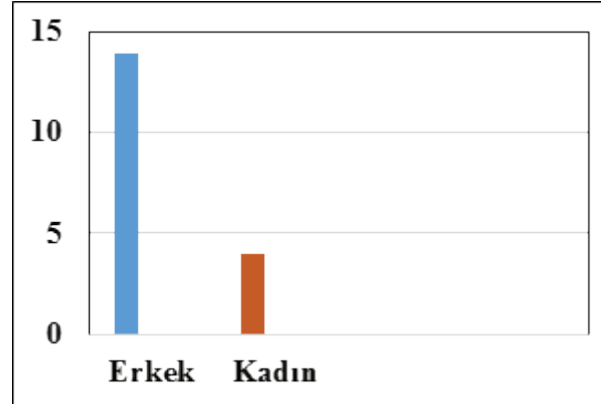
Çalışma İzmir Bölgesi'nde Çeşme, Karaburun, Çandarlı ilçelerinde bulunan çipura ve levrek üretimi yapan tesislerde yürütülmüştür (Şekil 1). Araştırma sürecinde dezenfeksiyon amaçlı kullanılan formaldehit ve klorak hakkında bilgiler alınmış, kullanım şekli ve etkileri ve korunmada kullanılan koruyucu ekipmanlar saptanmıştır. Üretim tesislerinde on sekiz çalışan (on dördü erkek, dördü kadın) ile yapılan görüşmeler ile elde edilen veriler excel ortamında girilerek tanımlayıcı istatistik testleri ve analizleri uygulanmıştır.



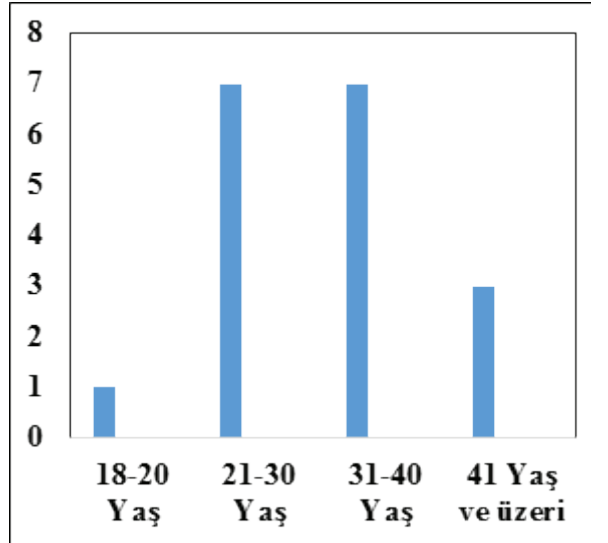
Şekil 1. İzmir İli kıyı ilçeleri haritası (Çeşme, Karaburun, Urla, Çandarlı).

## BULGULAR

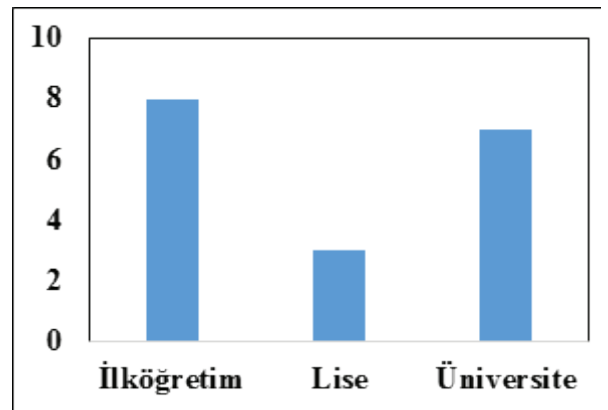
Araştırmada elde edilen bulgulara göre çalışanların yaşları on sekiz ile elli yaş arasında bulunmakta olup ağırlık olarak yirmi ile kırk yaş grubu arasındadır. Erkeklerde ağırlıklı yaş grubu 25 ile 35 arasındadır. Kadınlarda ise 26 ile 32 arasında bulunmaktadır. Katılımcılar arasında ilköğretim ve üniversite mezunu olanlar ağırlıkta olup, üçte ikisi bekardır (Çizelge 1, 2, 3 ve 4).



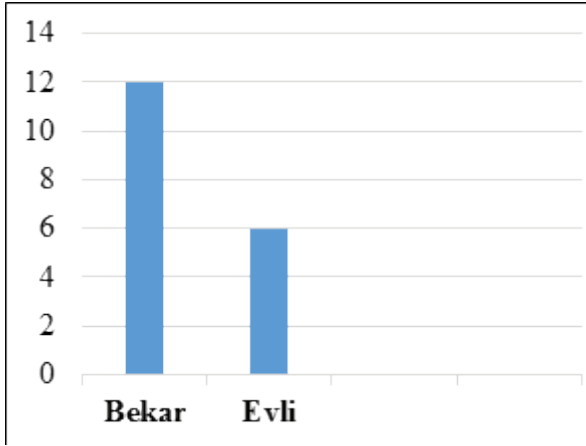
Çizelge 1. Çalışma grubunun cinsiyete göre dağılımı



Çizelge 2. Çalışma grubunun yaş grubuna göre dağılımı



Çizelge 3. Çalışma grubunun eğitim düzeyi



Çizelge 4. Çalışma grubunun medeni durumu

Çalışma alanında yapılan ortam gözetimleri ve ikili görüşmeler sonucunda klorak (sodyum hipoklorit) çoğunlukla kullanılan araç ve gereçlerin bakımında ve temizliğinde kullanıldığı görülmüştür (Resim 4, 5). Ortam yer-zemin benzeri alanların hijyeninde ağırlıklı olarak kullanılan klorak bazı alanlarda dezenfektan amaçlı banyo şeklinde, üretimi biten ya da yeni başlayacak olan polyester/plastik tanklar veya beton havuzlarda da kullanılmaktadır. Bunun dışında kloranın ağ kafes tesislerinde, kullanılan ağların bakımında veya temizliği sırasında kirlilik oranına bağlı olarak zaman zaman kullanıldığı bildirilmektedir. Çoğunlukla yüzde bir ila beş arasındaki oranlarda suda çözelti şeklinde kullanılmaktadır. Formaldehit genellikle yavru balık ya da porsiyonluk balıkların dezenfeksiyonu amaçlı ağ kafes, beton toprak havuz ya da polyester tanklarda banyo şeklinde kullanılmaktadır. Hastalıklara karşı

binde iki oranında kullanılan formaldehit ise vibrio gibi ağır hastalık durumlarında daha fazla tercih edilmektedir.



Resim 4.Çipura-levrek balıkları üretim tankları



Resim 5. Malzeme deposu ve ekipmanların dezenfeksiyonu

Araştırmada çalışanlar üzerinde dezenfektanların kullanım sırasında veya sonrasında oluşan sorunlar aşağıda gibi sıralanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışanlarda dezenfektan kullanımına bağlı bildirilen rahatsızlıklar (%).

Dezenfektan Kullanımına Bağlı Rahatsızlıklar	Yüzde oran (%)
Deri ve cilt sorunları, Egzema, Allerji	77
Solunum sistemi sorunları, Akciğer	55
Görme ve göz sorunları,	44
Sindirim sistemi sorunları (Kusma, ishal)	11

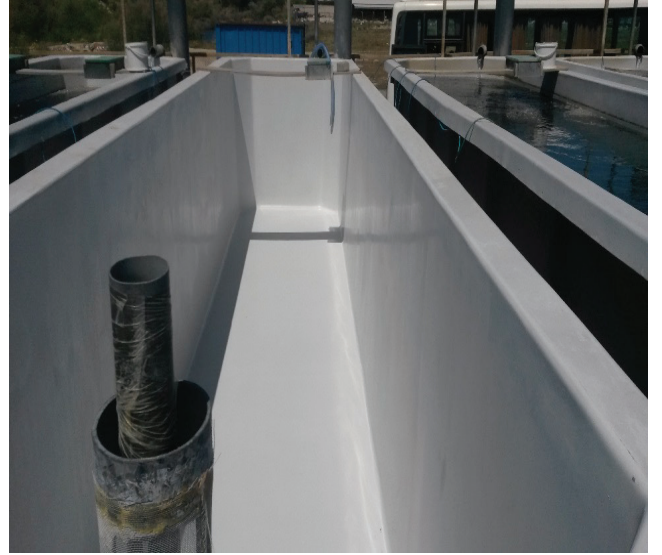


Araştırma bulgularına göre ciddi ve önemli zehirlenme sorunları görülmezken çalışanlar ağırlıklı olarak deri ve cilt sorunları yaşadıklarını bildirmiştir. Katılımcılar bu sorunların yaygın olarak eldiven veya çizme gibi kişisel koruyucuların kullanılmaları, dikkatsiz çalışma veya şakalaşma gibi durumlarda dezenfektanların üzerine dökülme veya sıçramasından kaynaklandığını da ayrıca belirtmişlerdir (Resim 7, 8).



Resim 7. Malzeme dezenfeksiyonunda kullanılan klorak (Sodyum hipoklorit) tankları

Uzun süre dezenfektan kullanımına bağlı olarak el ve kollarda kızarıklık ve kaşıntı ile oluşan alerjik sorunlar ya da egzama bildirilen sorunlardandır. Ayrıca dezenfektanların yoğun kullanımı ve özellikle yaz aylarında hızlı buharlaşmaya bağlı olarak solunum sistemi rahatsızlıkları da bildirilmektedir. Bu durum dezenfektan kullanımı sırasında maske kullanımının önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca buharlaşan kimyasalın göz ile teması ya da kullanım sırasında el ile göz temasına bağlı olarak gözde tahriş, alerji, benzeri sorunlar da belirtilmiştir. Bunun dışında dezenfektanların kullanımı sonrası ellerin yeterli derecede temizlenmemesi ve hijyene dikkat edilmemesi ve çeşitli gıda maddelerinin yenmesi sonucu kusma ya da ishal gibi sindirim sorunları yaşanmaktadır. Çalışanlar arasında dezenfektanların kullanımına bağlı olarak kas iskelet, sinir ve üriner sistem ile ilgili sorunlar bildirilmemiştir.



Resim 8. Balık üretim sistemlerinde kullanılan polyester yavru balık tankları

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Uluslararası çalışma örgütü, sosyal güvenlik kurumları sağlık işlemleri tüzüğü ve iş güvenliği esaslarına göre mesleki hastalıklar beş ana grupta toplanmaktadır. Bunun yanında ergonomik problemler bazı çalışmalarda altıncı bir başlık altında toplanmaktadır (17, 18, 19, 20). Meslek hastalıkları Tablo 2’de verilmiştir.

Araştırmada özellikle klorak kullanımının yoğun olduğu zemin-yer, tanklar, havuzlar ve ağ temizliği sırasında kimyasal etmenlere bağlı ve deri-cilt sorunlarının önemli olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Moreau ve Neis (2009), Myers (2010), Holmen ve Thorvaldsen (2017) klorak ve benzeri dezenfektan kimyasalların Norveç’te balık üretim tesislerinde, ağ kafeslerde ve kuluçkahanelerde, Sciortino (2010) ise balıkçı limanları, yükleme ve boşaltma alanlarında temizlik ve hijyen amacı ile sık kullanıldığını belirtmiş, dikkatsiz kullanımlarda çalışanlarda cilt sorunları ve zehirlenmelere yol açtığını vurgulamışlardır. HSE(2011) ve HSA (2014, 2018) hazırlamış oldukları raporlarda dezenfektanların dikkatli kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ülkemizde Özönel (2016) ‘Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde İş Kazalarının Değerlendirilmesi’ isimli yüksek lisans çalışmasında dezenfektanların akuakültür alanlarında, kuluçkahanelerde, canlı yem

Tablo 2. Meslek Hastalıkları ve Grupları

Meslek Hastalık Grubu	Meslek Hastalığı
A	Kimyasal Etkenlere Bağlı Meslek Hastalıkları
B	Mesleki Deri-Cilt Hastalıkları
C	Pnömonyoz ve Solunum Sistemi Meslek Hastalıkları
D	Bulaşıcı Mesleki Hastalıklar
E	Fiziksel Etkenlere Bağlı Mesleki Hastalıklar-Ergonomik

üretim bölümlerinde, alg üretim tesislerinde, yavru balık tank ve havuzlarda kullanıldığını belirterek iş güvenliği açısından zehirlenme gibi kazaların yaşanabildiğini vurgulamaktadır.

Akuakültür çalışanları arasında formaldehit kullanımı ve kullanım dozlarının daha düşük olduğu, buna bağlı etkilerin cilt ve deri üzerinde daha düşük etkiye olduğu saptanmıştır. Wilkinson ve Coenraads (2010), Myers ve Durborow (2012) ve Özönel (2016), Holmen ve Thorvaldsen (2017) formaldehit kullanımının, sodyum hipoklorit gibi, solunum hastalıkları, kanser, merkezi sinir sistemi hastalıkları, doğum kusurları ve üreme sorunları yanında zehirlenmelere, akciğer, göz, deri tahrişlerine neden olduğunu belirtmişlerdir. Holmen ve Thorvaldsen (2017), bu tip kimyasallara karşı uygun olan kişisel koruyucu donanımların (maske, eldiven, gözlük, çizme vb) kullanılması gerektiğini bildirmiş, çalışma prosedürlerinin güvenli olması gerektiğini vurgulamıştır. Bunun için tatbikat ve süpervayzır eğitimlerinin gerekli olduğunu belirtmiştir. Sciortino (2010) ise balıkçı limanlarında yaptığı çalışmada, dezenfektan kimyasalların deri-cilt rahatsızlıklarına, allerji ve egzema gibi sorunlara yol açtığını bildirmektedir. Wilkinson ve Coenraads (2010), ve Aydın ve ark. (2016) balık üretim tesislerinde kimyasal dezenfektanların kullanımının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Her iki dezenfektan, kimyasal etkenlere bağlı hastalık grubu (A grubu) altında değerlendirilmektedir.



Resim 9. Üretim tesisi genel görünüm

Çalışmada özellikle 20-30 ve 30-40 yaş grubu aralığında toplanan çalışanlar kişisel koruyucu ekipmanları çalışma sırasında düzenli kullanmaları gerektiğini bilmekte ve bu konuda genel eğitim aldıklarını belirtmektedirler. Ancak ortam şartları ve çalışma yoğunluğu nedeni ile koruyucuları zaman zaman kullanamadıkları ya da yetersiz kullandıklarını belirtmektedirler (Resim 9). Araştırma grubunun çoğunluğu en önemli sorunlarının düşük maaş, yorucu çalışma temposu ve ekonomik sorunlar olduğunu belirtmiş, çalışma ortamında kişisel koruyucu malzemelerin kullanımını bu sorunlar yanında önceliklendirmediklerini vurgulamışlardır. Çalışanlar sosyal güvenlik ve sigortalama sistemlerinin olduğunu belirterek, hastane ve benzeri sağlık merkezlerine başvurabilmektedirler. Bu noktada akuakültür çalışanlarının sosyal ve ekonomik açıdan desteklenmelerinin, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini almada yardımcı olacağı anlaşılmaktadır.

**KAYNAKLAR**

- (1) TÜİK, 2015. Su Ürünleri İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. 10.03.2018.
- (2) BSGM, 2016. Su Ürünleri İstatistikleri. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü.
- (3) İzmir İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, (İGTHM) 2016. [www.izmir.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf](http://www.izmir.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf). 20.03.2018.
- (4) Özden, O., Süzer, C., Korkut, A.Y., 2017. İzmir'de akuakültür. İzmir Balıkçılığı. Editörler: Kınacıgil, T., Tosunoğlu, Z., Çaklı, Ş., Bey, E., Öztürk, H. s: 179-189. İzmir Büyükşehir Belediyesi. 360 s.
- (5) Perçin, F., 2018. Job safety and accidents in marine fish farms (Sea Bream / Sea Bass) in İzmir/ Turkey. Qualitative Studies (NWSAQS). 13:30-32. DOI:10.12739/NWSA.2018.13.4.E0038.
- (6) Aydın, F., Beydan, E., Aslanbaş, E., 2016. Balık yetiştiriciliğinde kimyasal dezenfektan kullanımı. Türkiye Klinikleri. J Vet Sci Pharmacol Toxicol-Special Topics 2(1):14-21.
- (7) Moreau, D.T.R. and Neis, B., 2009. Occupational health and safety hazards in Atlantic Canadian Aquaculture: Laying the groundwork for prevention. Marine Policy. Volume:33, Issue:2, pp:401-411
- (8) Myers, M.L., 2010. Review of occupational hazards associated with aquaculture. Journal of Agromedicine. Vol:15, pp:412-426.
- (9) Myers, M. L., Durborow, R. M. 2012. Aquacultural safety and health. In Health and environment in aquaculture. InTech.pp.385-400.
- (10) Wilkinson, S.M., Coenraads, P-J., 2010. Occupational dermatoses. Therapy of Skin Diseases. pp 717-734.
- (11) Bull, N, Moen, R, Moen, B. E, 2011. Occupational injuries to fisheries workers in Norway reported to insurance companies from 1991 to 1996, Occupational Medicine, 5, 299 – 304.
- (12) Percin, F., Akyol, O., Davas, A., Saygi, H. 2012. Occupational health of Turkish Aegean small-scale fishermen. Occup Med (Lond).2012 Mar;62(2):148-51
- (13) Mert, B., Ercan, P., 2014. Su ürünleri sektöründe iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının değerlendirilmesi. Tübvav Bilim. 7 (4) 16-27.
- (14) Özönel, S., 2016. Su ürünleri yetiştiriciliğinde iş kazalarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gediz Üniversitesi. İzmir. 42 s.
- (15) Tantoğlu, G., 2016. Balıkçı gemilerinde yapılan çalışmaların iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, 140 s. Ankara.
- (16) Ulukan, U., 2016. Balıklar, tekneler ve tayfalar: Türkiye'de balıkçılık sektöründe çalışma ve yaşam koşulları (Fish, Boats and Crews: Working and Living Conditions in the Fishing Sector of Turkey). Çalışma ve Toplum. 48. 115-142.
- (17) Perçin, F., 2017. İzmir balıkçılarında kazalar ve meslek hastalıkları. İzmir Balıkçılığı. Editörler: Kınacıgil, T., Tosunoğlu, Z., Çaklı, Ş., Bey, E., Öztürk, H. s: 179-189. İzmir Büyükşehir Belediyesi. 360 s.
- (18) ILO, 2003. Global strategy on occupational safety and health, conclusions adopted by the International Labour Conference at Its 91st, Session, pp:3-4.
- (19) Antonsen, S., 2009. Safety culture: Theory, method and improvement, Ashgate Publishing Limited, England.
- (20) ÇSGB İSGMM, 2011. Meslek hastalıkları rehberi. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. Mıtsa Basımevi, Ankara. 528s.
- (21) Holmen, I.M., Thorvaldsen, T., 2017.



Occupational health and safety in Norwegian Aquaculture.. National profile for a FAO report on global aquaculture OHS. Sintiff Report. 23 p.

- (22)**Sciortino, J.A., 2010. Fishing harbour planning, construction and planning. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Report, No.539. 350 p. Rome.
- (23)**HSE, 2011. A quick guide to health and safety in ports Report. Published by Health and Safety Executive. Sudbury, Suffolk. 11 p
- (24)**HSA, 2014. Managing health and safety in fishing. Report Published by the Health and Safety Authority, The Metropolitan Building. 96 p. Dublin.
- (25)**HSA, 2018. Common hazards in the sea fishing sector. Health and Safety Authority. [https://www.hsa.ie/eng/Your\\_Industry/Fishing/Hazards/Common\\_Hazards/28.03.2018](https://www.hsa.ie/eng/Your_Industry/Fishing/Hazards/Common_Hazards/28.03.2018)

# BATI AKDENİZDE ICARDA-CIMMYT EKMEKLİK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN VERİM VE KALİTE YÖNÜNDE KARŞILAŞTIRILMASI<sup>1</sup>

Comparing Yield And Quality of ICARDA- CIMMYT Bread Wheat Lines  
In The West Mediterranean

## Ali KOÇ

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü  
Müdürlüğü  
ANTALYA  
kocali@tarimorman.gov.tr

## Prof. Dr. İlknur AKGÜN

İsparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi  
Tarla Bitkileri Bölüm Başkanlığı  
İSPARTA

Gönderilme Tarihi: 17 Eylül 2018

Kabul Tarihi : 02 Kasım 2018

## ÖZET

Bu çalışma Antalya ekolojik koşullarında ekmeçlik buğdayın tescilli çeşitlerle (Pandas, Karatopak, Adana 99 ve Koç 2015) yurt dışı (ICARDA ve CIMMYT) 16 adet genotipin verim, hektolitreye ve protein yönünden karşılaştırmak amacıyla 2016-2017 yıllarında iki lokasyon olarak yürütülmüştür. Çalışma Tesadüf Blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Tohum ekimi işlemi m<sup>2</sup>'ye 500 tohum hesabıyla kasım ayında yapılmıştır. Ekimle birlikte 30 kg/da kompoze gübresi (6 kg N ve 6 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) verilmiştir. Bitkilere sapa kalkma döneminde 30 kg/da amonyum nitrat (9.9 kg/da saf N) gübresi uygulanmıştır.

Yapılan bu çalışmada sahilde uyumlu çeşitler, CIMMYT ve ICARDA'dan temin edilen genotiplerle biyolojik verim ve kalite yönünden karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda incelenen tüm özelliklerde genotipin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Lokasyonların etkisi ise m<sup>2</sup> başak

sedimentasyon oranının etkisi önemsiz olmuştur.

<sup>1</sup>Bu makale, tez çalışmamızın bir bölümünü oluşturmaktadır. sayı ve başak uzunluğu üzerine önemli iken, hektolitreye ve sedimentasyon oranının etkisi önemsiz olmuştur.

Sonuç olarak bu kullanılan kullanılan ileri kademedeki genotiplerin birçok özellik yönünden standart olarak kullanılan çeşitlerden daha biyolojik verimli ve kaliteli genotiplerin olduğu belirlenmiştir. . Lokasyonların etkisi ise metrekarede başak sayısı, başak boyu, ve tane verimi üzerine etkisi önemli iken hektolitreye ağırlığı, sedimantasyon içeriğine etkisi önemsiz olmuştur. Genel olarak Manavgat lokasyonunda elde edilen değerler daha yüksek bulunmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Ekmeklik Buğday; Başak; Kalite; Hektolitreye; Sedimantasyon

#### ABSTRACT

This study was carried out as two locations in 2016-2017 in order to compare 16 genotypes yield, hectolitre and protein in abroad (Pandas, Karatopak, Adana 99 and Koç 2015) abroad (ICARDA and CIMMYT) in the Antalya ecological conditions of bread wheat. The study was carried out with 4 replicates according to the randomized blocks design. Seed cultivation was carried out in November with a calculation of 500 seeds per m<sup>2</sup>. 30 kg / da compound fertilizer (6 kg N and 6 kg / da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) was given with the seed. 30 kg / da ammonium nitrate (9.9 kg / da pure N) fertilizer was applied to the plants during the take-off period.

In this study, harmonized varieties on the beach were compared in terms of biological yield and quality with genotypes obtained from CIMMYT and ICARDA. As a result of the research, it was determined that the genotype influence is important in all the characteristics examined. The effect of locations was significant on the number of m<sup>2</sup> spikes and spike length, while the effect of the ratio of hectolitre and sedimentation was negligible.

As a result, it has been determined that the advanced genotypes used in this way are more biologically efficient and quality genotypes than the standard

varieties used for many features. The effect of the locations on the number of spikes per square meter, spike height, and the grain on the efficiency is important, while the effect of hectolitre weight, sedimentation has become insignificant. In general, the values obtained in the Manavgat location are higher.

**Key words:** Bread Wheat; Spike; Quality; Hectoliter; Sedimentation

#### 1.GİRİŞ

Toplam ekim alanı bakımından dünyada en yaygın yetiştirilen ürün olan buğday binlerce yıldır insanların temel enerji ve protein kaynağı olarak, dünya nüfusu tarafından günlük tüketilen kalorisinin yaklaşık olarak %20'sini sağlamaktadır. Türkiye'de ise günlük enerji ihtiyacının ortalama %44'ü buğday ürünlerinden karşılanmaktadır (Yurdakök ve İnce 2009). Buğday, adaptasyon sınırının genişliği, mekanizasyonu, taşınması, depolanması ve işleme kolaylığı gibi sebeplerden dolayı tarımı yapılan kültür bitkileri içerisinde ilk sırada yer almaktadır. Ülkemizde ise buğday ekim alanı 7.671.944 ha olup, yaklaşık 20,6 milyon ton ürün elde edilmekte ve dekara verim 273 kg'dır (Anonim, 2017 a). Bugün ülkemizde kullanılan tarım alanlarının yaklaşık %50'sinde hububat ve bu tarım alanlarının 1/3'ünde ise sadece buğday üretilmektedir. Ancak son yıllarda buğday ekim alanlarında belirgin azalmalar gözlenerek ekim alanın 8 milyon hektarın altına inmiştir.

Samsun'dan başlayıp Marmara, Ege, Akdeniz, Çukurova ve Güneydoğu'da, Diyarbakır ve Şanlıurfa'ya kadar uzanan sahil kuşağı ekolojisinde kışlık ve alternatif tip buğdaylar da dâhil olmak üzere her tip buğdayın vernalizasyon ihtiyacı karşılanmaktadır. Büyük ve önemli ekolojik donların yer aldığı bu kuşakta vernalizasyon süresi kısa yazlık olarak ifade edilen buğdaylar genetik olarak üstün verimli olmasına rağmen, ekolojik uyum sorunları



olmaktadır. Genelde, bu bölgelerde buğday erken ekildiğinde, ılık olan havalar nedeniyle bitkiler hızla geliştiğinden kış soğğundan zarar görmektedir. Soğuk zararının olumsuz etkileri ileri devrelerde rejenerasyon nedeniyle fazlaca hissedilmese de, bu durum yüksek verimli çeşitlerin potansiyel verimlerine ulaşmasını engellemektedir. Diğer taraftan sahil kuşağında, özellikle CIMMYT menşeli yazlık buğdayların erken başaklanma devresine ulaşmaları nedeniyle, ilkbaharın geç donlarından telafisi mümkün olmayacak derecede zarar görmesi söz konusu olmakta ve başakçıklarda çiçek sterilitesi problemi ortaya çıkmaktadır (Fırat 2006).

Batı Akdeniz Bölgesi 2,2 milyon dekar buğday ekim alanı ile ülkemiz buğday alanlarının yaklaşık % 2,2'sini oluşturmaktadır (Anonim 2014). Pamukta yaşanan ekonomik üretim darboğazı nedeniyle buğdaya büyük yönelim olmuştur. Bu durum üreticiyi son zamanlarda ekmeklik buğday yetiştiriciliğine

oluşan bir özelliktir. Buğdayda kalite, ilgili meslek ya da tüketim gruplarının bulmayı istedikleri özelliklere göre değişiklikler göstermektedir. Tüccar hektolitreye göre değişiklikler göstermektedir. Tüccar hektolitreye ağırlığının ve safiyetinin yüksek olmasını ve bunlara ek olarak alıcısının istediği özelliklere sahip olan ürünü istemektedir. Çiftçi için verim, değirmenci için un randımanı önemlidir. Fırıncı için fazla kabaran, bol su çeken, ekmek verimi yüksek olan un tercih edilmektedir (Doğan ve Yürür 1992).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarla bitkileri araştırma ve deneme alanı ile Manavgat İlçesi Seydiler Mahallesi çiftçi arazisinde 2016-2017 vejetasyon dönemine yürütülmüştür. Çalışmada, materyal olarak ekmeklik buğdayda standart olarak (Pandas, Adana 99, Karatopak ve Koç 2015 ) Antalya koşullarında ekmeklik buğday çeşitlerinin yurtdışından uluslararası araştırma kuruluşlarından adaptasyonu sağlanmış genotiplerinden oluşturulmuştur(Çizelge

Çizelge 2.1. Araştırmada kullanılan ekmeklik buğday genotipleri ve orijinleri

No	Çeşit/ Genotip Adı veya Menşei	No	Çeşit/Genotip Adı veya Menşei
1	CIMMYT23HRWYT18	11	CIMMYT22HRWYT208
2	CIMMYT23HRWYT34	12	CIMMYT7THWSN4414
3	CIMMYT23HRWYT39	13	CIMMYT7THWSN4526
4	CIMMYT23HRWYT41	14	CIMMYT22HRWYT28
5	CIMMYT14HTWYT17	15	CIMMYT33ESWYT139
6	CIMMYT14HTWYT30	16	ICARDAYAZ183
7	CIMMYT23SAWYT23	17	KARATOPAK
8	CIMMYT23SAWYT36	18	ADANA99
9	CIMMYT36ESWYT23	19	KOÇ2015
10	CIMMYT36ESWYT36	20	PANDAS

yöneltilmiş ve uygun çeşit arayışı hız kazanmıştır. Çeşidin ekolojik istekleri yanında kalitesi de önemli bir sorundur. Bölgede var olan un fabrikalarının çoğu ekmeklik buğday ihtiyaçlarını Orta Anadolu'dan karşılama yoluna gitmektedir. Buğdayın kalitesini tek bir unsur ile tanımlamak oldukça güçtür. Zira buğdayın kalitesi, çok sayıda faktörün etkisi altında

2.1.).

Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre, 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Parsel alanı 7.2 m<sup>2</sup>, hasat alanı ise 6 m<sup>2</sup> olmuştur. Ekim işlemi m<sup>2</sup>'ye 500 tohum hesabıyla deneme mibzeri ile yapılmış ve Kasım ayı içerisinde yapılmıştır. Ekimle birlikte 30 kg/da 20-20-0 kompoze gübresi (6 kg N ve 6 kg/

da P fosfor), kardeşlenme dönemi sonu/sapa kalkma döneminde ise % 33' lük 30 kg/da amonyum nitrat üstten (9,9 kg/da N) verilmiştir. Yabancı ot mücadelesi için şubat ayı içinde 30 ml/da olacak şekilde üstten seçici herbisit uygulanmıştır. Deneme hasadı 28 Mayıs'ta yapılmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü Enstitüye ait 8 No'lu parselin toprağı tuzsuz, killi tınlı, hafif alkali, çok kireçli, fosforca fakir, potasyumca zengin, magnezyum içeriğı yüksek birinci sınıf taban arazisidir.

Manavgat ilçesinde çiftçi tarlasında yürütülen deneme alanının toprağı tuzsuz, milli tınlı, hafif alkali, çok kireçli, fosforca fakir, potasyumca yeterli, magnezyum içeriğı çok yüksek birinci sınıf taban arazisidir.

Araştırmanın yürütüldüğü 2016-2017 vejetasyon dönemine (Ekim-Haziran ) ait sıcaklık (°C) ve yağış (mm) değerleri sırasıyla Çizelge 3.4'te verilmiştir. Uzun yıllar ortalaması toplam 1098 mm yağış, aylara göre ortalama sıcaklık toplamı 15.28 °C' dir (Anonim 2017b).

2016- 2017 üretim sezonunda bölgemizde (Çizelge 2.2 ) uzun yıllar ortalaması 1098 mm yağış almasına

rağmen, üretim sezonunda 440,40 mm yağış almıştır. Uzun yıllar sıcaklık ortalaması 15,28°C olmuş, artış göstermiş üretim sezonunda toplam ortalama sıcaklık ise 16,62°C olarak ölçülmüştür.

Deneme tesadüf blokları deneme deseninde dört tekerrürlü olarak kurulmuş, elde edilen verilerin varyans analizleri SAS (1999) programında Proc GLM işlemine göre analiz edilmiştir.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

#### 3.1. Metrekaredeki Başak Sayısı (adet)

Araştırmada materyal olarak kullanılan ekmeklik buğday çeşitlerinde metrekaredeki fertil başak sayısına ilişkin verilerle yapılan varyans analiz sonuçlarına göre lokasyon ve çeşitler arasındaki farklılık önemli ( $P \leq 0,01$ ), lokasyon x çeşit interaksyonunun ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Farklı ekmeklik buğday çeşitlerinin metrekaredeki başak sayısına ait ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.2'de görüldüğü gibi farklı ekmeklik

Çizelge 2.2. Antalya ilinin denemenin yürütüldüğü döneme ve uzun yıllara ait önemli iklim verileri

AYLAR	Ortalama Sıcaklık		Ortalama Min. Sıcaklık		Ortalama Max. Sıcaklık		Ortalama Nispi Nem		Toplam Yağış	
	1950-2016	2016-2017	1950-2016	2016-2017	1950-2016	2016-2017	1950-2016	2016-2017	1950-2016	2016-2017
Ekim	18	22,7	14,5	18,6	26,9	32,2	61	54,5	76,2	0
Kasım	15,1	16,2	7	7,8	32,7	32,1	75	69	123,7	26,2
Aralık	10,7	11,1	6,8	6,9	16,2	18,1	68	69	279,1	21,1
Ocak	9,9	10,2	6	5,8	14,9	15,1	68	66	236,3	211,4
Şubat	9,2	11,1	5,1	2,2	14,9	24,3	66	63,6	195,5	8,8
Mart	12,6	13,5	8	5,2	17,8	24,6	66	69,7	94,1	95
Nisan	16,2	16,4	11,2	11,4	21,3	23,1	69	67	52,5	23,4
Mayıs	20,5	22,2	15,1	15,7	25,6	26,3	67	68	31,5	53,3
Haziran	25,3	26,2	19,6	18,8	30,8	32,2	69	67	9,4	1,2
Ortalama / Toplam	15,28/ 137,5	16,62/ 149,6	10,37/ 93,30	10,27/ 92,40	22,34/ 201,1	25,33/ 228,0	67,67/ 609,0	65,98/ 593,8	122,03/ 1098,3	48,93/ 440,4

buğday genotip/çeşitlerinde ortalama metrekarede başak sayısı 342,20-441,88 adet arasında değişmiş ve 1 nolu genotipte en yüksek, Pandas çeşidinde ise en düşük değerler bulunmuştur. Lokasyonlara göre ortalama metrekarede başak sayısı Aksu'da 383,2 adet, Manavgat lokasyonunun da ise 395,8 adet olarak belirlenmiştir. Lokasyonlar arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bunun nedeni lokasyonlardaki toprak yapısının farklılığından kaynaklandığı düşünülebilir, Manavgat deneme alanında organik madde içeriğinin daha fazla olması çimlenme ve kardeşlenme üzerinde olumlu etkiye bulunmuş olduğu söylenebilir (Tosun ve Yurtman 1973).

Araştırmada metrekarede başak sayısı genotip/çeşitlerin genetik yapısına göre farklılık göstermiştir. Ancak çeşitlerin lokasyonlarda tepkileri farklı olmadığından lokasyon x çeşitler etkisi önemli

bulunmamıştır. En yüksek metrekarede başak sayısı 1 nolu genotip belirlenmiş olsa da bu değer ile 2 (427.75 adet) ve 4 (426.38 adet) nolu genotipler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. En düşük metrekarede başak sayısı Pandas çeşidinde belirlenmiş ancak bu çeşit ile 7 (363.63 adet) nolu genotip ve Koç-2015 çeşitleri (365.38 adet) aynı grupta yer almıştır. Buğdayda verimi doğrudan etkileyen agronomik özelliklerden birisi de metrekarede başak sayısıdır. Metrekaredeki başak sayısı, çeşidin kardeşlenme kapasitesine, çevre şartları ve kültürel uygulamalara bağlı olarak değişebilmektedir. Araştırmada metrekaredeki başak sayısı ile dekara tane verimi ilişkili olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1). Buğdaydan daha yüksek verim elde edilebilmesi için metrekaredeki fertil başak sayısı yüksek genotiplere öncelik verilmesi gerekmektedir (Öztürk ve Akfen 1999).

Nitekim Haymana koşullarında 25 ekmeklik buğday

Çizelge 3.1. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen ekmeklik buğday genotip/çeşitlerinde metrekaredeki başak sayısına (adet) ait ortalamalar

Genotip/Çeşit	Aksu	Manavgat	Ortalama <sup>1</sup>
1	438,3	445,7	441,88 A
2	423,0	432,7	427,75 AB
4	408,3	444,7	426,38 AB
6	412,3	412,3	412,30 BC
15	368,0	431,7	399,25 CD
5	390,3	404,3	397,25 C-E
Karatopak	387,3	403,7	395,38 C-E
16	387,0	403,0	395,00 C-E
14	385,0	400,3	392,63 C-G
3	384,7	396,0	390,25 C-G
12	378,7	398,7	388,50 D-H
Adana99	387,0	376,7	381,75 D-I
9	385,7	368,7	377,00 D-I
8	364,7	387,0	375,75 E-I
13	379,3	371,0	375,13 E-I
10	365,7	379,3	372,38 F-I
11	373,7	368,3	370,88 G-I
Koç 2015	349,7	381,3	365,38 H-J
7	365,3	362,0	363,63 IJ
Pandas	332,0	352,0	342,20 J
LSD:			6,14
AÖF(0,05) Lokasyon: 11,18** Genotip: 8,13*** Genotip* Lokasyon: 1,17			

<sup>1</sup> Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir



çeşidi ile yürütülen araştırmada ortalama metrekarede fertil başak sayısı 242,8-597,5 adet (Dönmez 2002), 25 ekmeklik buğday çeşidinin kullanıldığı diğer bir çalışmada 373,8-604,4 adet (Çağlar vd., 2006), Van koşullarında 16 ekmeklik buğday çeşidi ile yapılan çalışmada ise ortalama m<sup>2</sup>'de fertil başak sayısı 265,25-412,25 adet (Yağmur ve Kaydan 2008) arasında değişiklik göstermiştir. Yine farklı bir çalışmada, m<sup>2</sup>'de başak sayısı genotiplere göre önemli derecede farklılık göstermiş ve en çok m<sup>2</sup>'de başak sayısı 491 adet ile Bayraktar-2000 ve 488 adet ile Nenehatun, en az m<sup>2</sup>'de başak sayısı ise 423 adet ile Pehlivan çeşitlerinden elde edilmiştir (Özen ve Akman 2015).  
Sonuç olarak m<sup>2</sup> deki başak sayısı iklim, toprak

özellikleri ve çeşidin kardeşlenme kapasitesine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

### 3.2. Başak Uzunluğu (cm)

Farklı lokasyonlarda yetiştirilen ekmeklik buğday genotiplerinde başak boyu 7,8 – 10,4 cm arasında değişmiştir. En uzun başak boyu 7 nolu genotipte belirlenmiş, bu genotip ile 15, 11, 16, 2, 1, 9, 8 nolu genotipler ve Koç 2015 çeşidi arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Yine en kısa başak boyuna sahip 14 numaralı genotip ile 6 ve 3 nolu genotipler ile Pandas çeşidi istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. Çeşitler arasında başak boyu yönünden bu farklılıklar önemli olmuştur.

Çizelge 3.2. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen ekmeklik buğday genotip/çeşitlerinde başak boyu ait ortalamalar

Genotip /Çeşit	Aksu	Manavgat	Ortalama <sup>1</sup>
7	10,27 ab	10,52 b	10,40 A
15	9,10 b-g	11,62 a	10,36 A
11	10,14 a-c	10,47 b	10,31 A
16	8,92 c-g	11,60 a	10,26 A
Koç 2015	10,80 a	9,70 b-e	10,25 A
2	10,03 a-c	10,40 b	10,21 A
9	9,51 a-e	9,92 b-e	9,72 A-C
8	9,27 b-f	9,87 b-e	9,57 A-D
4	9,31-f	9,27 f	9,29 B-D
13	9,07 b-g	9,35 -f	9,21C-E
Karatopak	8,00 fg	10,22 bc	9,11 E
12	9,31 b-f	8,90 d-g	9,10 C-E
10	9,12 b-g	8,85 e-g	8,98 C-E
Adana99	8,57 d-g	9,12d-f	8,85 E
5	8,40 e-g	9,17 d-f	8,79 DE
3	8,38-g	8,45 f-h	8,41 EF
Pandas	8,82 c-g	8,00 gh	8,41 F
6	7,89 g	7,95 gh	7,92 F
14	7,80 g	7,80 h	7,80 F
1	9,73 d	10,42 b	10,08 AB
LSD	1,32	1,03	0,83
AÖF(0,05) <u>Lokasyon: 11,85**</u> <u>Genotip: 7,86***</u> Genotip* Lokasyon: 2,78**			

<sup>1</sup> Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir.

Araştırmada başak uzunluğu Manavgat ilçesinde 9,58 cm, Aksu lokasyonunda ise 9,12 cm bulunmuştur. Çeşitlerin lokasyonlara tepkileri, farklı olduğundan interaksiyon önemli olmuştur. Bu nedenle lokasyonlar ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Aksu lokasyonunda en uzun başak uzunluğu Koç 2015 çeşidinde (10,80 cm) çeşidinde belirlenmiştir. Bu çeşit ile 7, 11, 2, 1 ve 9 nolu genotipler istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Aksu lokasyonunda en kısa başak uzunluğu 14 nolu genotip (7,8 cm) bulunmuş, bu genotip ile 6, 3, 5, 16, 13, 15 ve 10 nolu genotipler, Adana 99, Pandas ve Karatopak, çeşitleri istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır (Yağbasanlar, 1987).

Manavgat lokasyonunda en uzun başak boyuna 15 nolu genotip (11,62 cm) sahip olmuş, ancak 16 nolu genotip (11,60 cm) ile aralarında önemli bir farklılık bulunmamıştır. En kısa başak uzunluğuna 14 nolu genotip (7,8 cm) sahip olmuş, bunu 6 Pandas ve 3 nolu genotip takip etmiş, istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır.

Araştırmada elde ettiğimiz bulgulara benzer olarak, başak uzunluğunun farklı çevre şartlarında değiştiği Tosun vd, (1997) tarafından da bildirilmiştir. Araştırmada başak uzunluğunun sulu şartlarda 8,36 cm, kurak şartlarda ise 8,85 cm olduğu saptanmıştır. Aynı çalışmada başak boyunun kalıtım derecesi yüksek bulunduğundan, tane verimi için seleksiyon kriteri olarak bildirilmiştir.

Genel olarak incelendiğinde en uzun başaklı çeşitler/genotiplerin verimlerinin daha yüksek olması başak boyu ile verim arasında bir ilişkinin göstergesidir. Benzer sonuçlar Başar vd, (1998) tarafından yapılan çalışmada belirlenmiş ve başak boyu ile tane verimi arasında olumlu ve önemli (0,656\*\*) bir ilişki belirlenmiştir.

Bu konuda yapılan araştırmalar incelendiğinde başak boyunun genotiplere göre değiştiği ortaya konulmuştur. Ekmeklik buğdaylarda başak uzunluğu üzerine yaptıkları çalışmada Yağdı ve Karan (2000), 5,01-11,0 cm, Yıldırım vd., (2005) 8.4-11 cm, Erkul ve Unay. (2009), 10,4-12,0 cm arasında değişen değerlerin

elde edildiği bildirilmiştir. Farklı araştırmalarda başak uzunluğu artışları tane verimine de etkilere neden olacağını bildirilmiştir (Korkut vd, 1993).

Başak uzunluğu büyük ölçüde genetik faktörler tarafından belirlenmesine rağmen çevre koşullarından da önemli ölçüde etkilenmiştir.

### 3.3. Hektolitre Ağırlığı(kg/hlt)

Farklı lokasyonlarda yetiştirilen ekmeklik buğday genotiplerinde hektolitre ağırlığına (kg/hlt) ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde buğdayda hektolitre ağırlığı üzerine çeşit ve lokasyon x çeşit interaksiyonunun etkisi önemli ( $P \leq 0,01$ ) olmuştur. Lokasyonxçeşit interaksiyonu önemli olduğundan hektolitre ağırlığı lokasyonlara göre değerlendirilmiştir (Çizelge 3.3).

Çeşitlere ait lokasyon ortalamalarına göre farklı ekmeklik buğday genotiplerinde hektolitre ağırlığı 74,85-78,83 kg arasında değişmiştir. En yüksek hektolitre ağırlığı 11 (78,83) nolu genotipte belirlenmiş ve bu değer ile 3 (77,90 kg), 8 (77,82 kg) ve 6 (77,81 kg) nolu genotipler istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük hektolitre ağırlığı ise Koç 2015 çeşidinde elde edilmiş, ancak bu çeşit ile 12 (75,72 kg), 7 (75,98 kg) ve 13 (76,06 kg) nolu genotipler arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Araştırmada birçok genotip, kontrol olarak kullanılan tescilli çeşitlerin üzerinde hektolitre ağırlığına sahip olmuştur (Çizelge 3.3.).

Araştırmada farklı ekmeklik buğday genotiplerinin hektolitre ağırlığı bakımından lokasyonlar arası fark istatistiki olarak önemli fark çıkmamıştır (lokasyonun ortalaması; Aksu 76,95 kg, Manavgat 77,01 kg). Ancak lokasyonlarda genotiplerin tepkisi farklı olduğundan interaksiyon önemli bulunmuştur. Genel ortalama olarak Aksu lokasyonunda farklı ekmeklik buğday genotiplerinin hektolitre ağırlığı 75,15- 79,30 kg Manavgat lokasyonunda ise 74,52-79,10 kg arasında değişmiştir. En yüksek hektolitre ağırlığı Aksu'da 11 nolu genotipte, Manavgat lokasyonunda ise 14 nolu genotipte belirlenmiştir. Her iki lokasyonda Koç 2015 çeşidi düşük, 11 nolu genotip ise yüksek hektolitre

Çizelge 3.3 Farklı lokasyonlarda yetiştirilen ekmeklik buğday genotip/çeşitlerinde hektolitreye değerlerine (kg) ait ortalamalar

Genotip /Çeşitler	Aksu	Manavgat	Ortalama
11	79,30 a	78,37 a-c	78,83 A
3	77,82 a-c	77,97 a-d	77,90 AB
8	77,32 b-d	78,32 a-c	77,82 A-C
6	77,50 b-d	78,12 a-d	77,81 A-C
14	76,07 d-g	79,10 a	77,58 B-D
Adana99	77,85 a-c	77,32 a-f	77,58 B-D
5	78,45 ab	76,70 b-g	77,57 B-D
2	77,50 b-d	77,62 a-f	77,56 B-D
1	77,22 b-e	77,77 a-e	77,50 B-E
Karatopak	77,52 b-d	76,55 c-g	77,03 B-F
9	75,40 fg	78,55 ab	76,97 B-F
10	78,07 a-c	75,85 f-h	76,96 B-F
4	76,85 c-f	76,35 d-h	76,60 C-G
15	75,67 e-g	77,37 a-f	76,52 D-G
Pandas	78,45 ab	74,52 h	76,48 D-G
16	77,37 b-d	75,20 gh	76,28 E-G
13	75,45 fg	76,67 b-g	76,06 F-H
7	74,57 g	77,40 a-f	75,98 F-H
12	75,52 fg	75,92 e-h	75,72 GH
Koç 2015	75,15 g	74,55 h	74,85 H
LSD	1,59	1,89	1,22
AÖF(0,05) Lokasyon: 0,09 Genotip: 4,52** Genotip* Lokasyon: 4,41**			

<sup>1</sup> Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir.

ağırlığına sahip olmuştur(Geç vd, 1988). Hektolitreye ağırlığı çeşit, çevre şartları, kültürel uygulamalar, yatma, hastalık ve zararlı gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Aydın vd. 2005; Altındal 2014).

Buğdayda hektolitreye ağırlığı ile tanenin şekli ve büyüklüğü arasında sıkı bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Sade vd. 1999). Yine (Kınacı vd. 2009) tanenin dolgunluğu, yoğunluğu, şekli, büyüklüğü, homojenliği ve yabancı madde oranının hektolitreye ağırlığını etkilediği, tanelerin iri ve uzun olmasından çok, dolgun ve tekdüze yapıda olmasının hektolitreye ağırlığını olumlu yönde etkilediği bildirmişlerdir.

Geleta vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada 20 kışlık ekmeklik buğday genotipi farklı ekim sıklıklarında (16, 33, 65, ve 130 kg/ha) ve lokasyonda denemeye alınmıştır. Araştırmada hektolitreye ağırlığının

ekim sıklığına ve (sırasıyla, 71,6 kg, 72,5 kg, 73,5 kg ve 73,5 kg) genotiplere göre (70,9-74,4 kg) önemli değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Araştırmada hektolitreye ağırlığını yönünden ilk sıralarda yer alan 11 ve 3 nolu genotiplerin, tane veriminin de yüksek olması, bu iki özellik arasında olumlu bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

### 3.4. Sedimentasyon(Zeleny) Değeri(ml)

Farklı lokasyonlarda yetiştirilen ekmeklik buğday çeşit /genotiplerinde sedimentasyon değerine ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde buğdayda sedimentasyon değeri üzerine çeşit ve lokasyon x çeşit etkisi önemli bulunmuştur (P≤0,01), Lokasyon x çeşit etkisi önemli olduğundan lokasyonlara



Çizelge 3.4. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen ekmeklik buğday genotip/çeşitlerinde buğdayda sedimantasyon değerine (ml) ait ortalamalar

Genotip /Çeşitler	Aksu	Manavgat	Ortalama
Adana99	45,00 ab	45,50 a	45,25 A
10	43,25 a-c	45,00 a	44,12 A
Karatopak	45,75 a	42,50 ab	44,12 A
12	46,00 a	40,25 a-c	43,12 AB
8	39,25 d	42,25 ab	40,75 BC
16	40,75 cd	39,25 bc	40,00 C
1	40,50 cd	37,75 b-d	39,12 CD
6	39,75 d	36,00 c-f	37,87 CD
13	42,75 bc	30,25 gh	36,50 DE
9	30,75 f-h	37,00 b-e	33,87 EF
4	36,25 e	31,00 fg	33,62 EF
Pandas	33,25 f	30,00 gh	31,62 F
3	29,75 g-ı	33,00 d-g	31,37 F
11	31,75 fg	30,75 fg	31,25 F
5	30,25 gh	31,75 e-g	31,00 F
Koç 2015	29,25 gı	32,75 d-g	31,00 F
2	27,25 ij	28,00 gh	27,62 G
15	26,00 j	27,75 gh	26,87 G
7	28,50 h-j	24,75 h	26,62 G
14	22,00 k	29,00 gh	25,50 G
LSD	2,79	5,59	3,09
AÖF(0,05) Lokasyon: 1,87 Genotip: 33,56** Genotip* Lokasyon: 4,58**			

<sup>1</sup> Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir.

göre de karşılaştırma yapılmıştır (Çizelge 3.4.) Denemenin (Aksu- Manavgat) 2016-2017 üretim sezonunda, yetiştirilen ekmeklik buğday genotiplerinde tanede ortalama sedim değeri 25,50-45,25 ml arasında değişmiştir. En yüksek sedim değeri, Adana 99 çeşidinden elde edilmiş, bunu Karatopak (44,12 ml), 10 nolu genotip (44,12 ml) ve 12 nolu genotip (43,12 ml) izlemiş ve bu genotipler arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. En düşük sedim değeri ise 14 nolu genotip belirlenmiş, Bunu 7 (26,62 ml), 15 (26,87 ml) ve 2 (27,62 ml) nolu genotipler izlemiş ve bu buğday genotipleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık yoktur (Çizelge 3.4).

Araştırmada farklı ekmeklik buğday genotiplerinin, sedimantasyon değeri lokasyon ortalaması arasındaki

farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Aksu 35,40 ml; Manavgat 34,72 ml). Ancak lokasyonlarda genotiplerin tepkisi farklı olduğundan interaksyon önemli bulunmuştur. Farklı ekmeklik buğday genotiplerinin sedim değeri Aksu lokasyonunda 22,00-46,00 ml Manavgat lokasyonunda ise 24,75-45,50 ml arasında değişmiştir. Aksu ve Manavgat lokasyonlarında Adana 99 ve Karatopak çeşitleri ile 10 ve 12 numaralı genotiplerde yüksek sedimantasyon değerleri belirlenmiştir.

Elgün vd (2002) bildirdiğine göre, sedimentasyon değeri 15 ml'den az olanlar çok zayıf, 16-24 ml arasındakiler zayıf, 25-36 ml arasında olanlar iyi, 36 ml'den yüksek olanlar ise çok iyi gluten kalitesine sahiptir. Bu değerlendirmeye göre, denemeye alınan

genotip /çeşitlerin tamamının iki yıllık ortalamaları incelendiğinde iyi ve çok iyi gluten kalitesine sahip olduğu görülmektedir. Araştırmada buğday genotiplerinin lokasyonlara tepkisi farklı olduğundan 14 (Aksu) ve 7 (Manavgat) nolu genotiplerde sedimentasyon değeri 25 ml altına düşmüştür (Pena vd, 1990).

Araştırmalarda protein ve gluten oranı arasındaki korelasyonun pozitif olduğu görülmektedir. Ancak proteinlerin oransal olarak fazla olması, protein kalitesinin yüksek olduğu anlamına gelmemektedir. Çevresel etmenler, süne zararı ve genetik faktörlerden kaynaklanan nedenlere bağlı olarak proteinlerin yapısında bozulmalar meydana gelebilmektedir (Egesel vd. 2009).

Bu konuda yürütülen çalışmalarda, sedimentasyon değerlerinin, Aydoğan vd. (2010) 12,3-48,5 ml; Işık (2011) 30.77-60.83 ml; Aydoğan vd. (2010) 19,5-62,5 ml arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Yaş gluten miktarı, sedimentasyon değeri ve protein oranı üzerine genetik yapı yanında çevre koşulları ve kültürel uygulamaların etkili olduğu farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir ( Dizlek vd. 2013; Akgün vd. 2016).

Sonuç olarak bu araştırmada Zeleny sedimentasyon değeri, genotipe bağlı olarak değişim göstermekle birlikte, çevre faktörlerinden de etkilenmiştir.

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Pandas, Adana 99, Karatopak, Koç 2015 ekmeklik buğday çeşitleri ile ICARDA ve CIMMYT'den temin edilerek adaptasyonu yapılmış olan 16 adet ekmeklik buğday genotipinin Antalya sahil şartlarındaki verim ve verim unsurları belirlenmiştir. 2016-2017 üretim sezonunda iki lokasyonda (Antalya'nın Aksu ve Manavgat ilçeleri) yürütülen araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir. Araştırmada metrekarede başak sayısı genotip/çeşitlerin genetik yapısına ve lokasyonlara göre farklılık göstermiştir. Genotip /çeşitlerin metrekaredeki başak sayısı 342,20-441,88 adet arasında değişmiş ve 1, 2 ve

4 nolu genotiplerde en yüksek değerler (sırasıyla 442, 428 ve 426 adet/m<sup>2</sup>) elde edilmiştir. Yine Manavgat lokasyonunda metrekaredeki başak sayısı (395,9 adet/m<sup>2</sup>) Aksu'dan daha yüksek bulunmuştur (389,2 adet/m<sup>2</sup>). Sonuç olarak metrekaredeki başak sayısı, çeşidin kardeşlenme kapasitesine ve çevre şartlarına bağlı olarak değişebilmektedir.

Farklı lokasyonlarda yetiştirilen ekmeklik buğday genotiplerinde başak boyu 7,8- 10,4 cm, olarak bulunmuştur. Lokasyonlara göre ise sadece başak boyu, değişmiş ve Manavgat lokasyonunda daha yüksek belirlenmiştir. Başak boyu Aksuda 9,12 cm; Manavgat 9,58 cm olarak bulunmuş başak uzunluğunun lokasyonlara ve çevre şartlarına göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Hektolitreye ağırlığı yönünden ise Aksu'da 11 nolu genotip, Pandas ve 5 nolu genotip (sırasıyla 79,3-78,5 ve 78,5 kg); Manavgat'ta ise 14, 11, 9, 8 ve 6 nolu genotiplerde (sırasıyla 79,1-78,37-78,55-78,32 ve 78,12 kg) yüksek değerler elde edilmiştir. Hektolitreye ağırlığının genotipik yapıya bağlı olduğu ve çevre şartlarından etkilendiği belirlenmiştir.

Farklı lokasyonlarda yetiştirilen ekmeklik buğday genotiplerinde tanede ortalama sedim değeri 25,50-45,25 ml arasında değişmiştir. En yüksek sedim değeri Adana 99 çeşidinden elde edilmiş, bunu Karatopak (44,12 ml), 10 nolu genotip (44,12 ml) ve 12 nolu genotip (43,12 ml) izlemiştir. Bu genotipler arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Sedimentasyon değeri bakımından genotip ve lokasyon interaksyonu önemli çıkmıştır. Aksu'da 12, Karatopak ve Adana 99 (sırasıyla 46,00-45,75 ve 45,00 ml); Manavgat'ta ise Adana 99, 10, Karatopak 8 ve 12 nolu genotiplerde (sırasıyla 45,50-45,00-42,50-42,25 ve 40.25 ml) yüksek değerler elde edilmiştir. Sedim değerini çevre şartları etkilemiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada kullanılan genotiplerin kalite ve biyolojik özellikleri yönünden kontrol olarak kullanılan çeşitlerden üstün özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Yurt dışından (ICARDA – CIMMYT) temin edilen bu genotiplerin yeni çeşitlerin geliştirilmesinde

ebeveyn olarak kullanılması ya da bazılarının doğrudan verim denemesine alınması mümkün görünmektedir. Bu genotipler içinde biyolojik verimi, kaliteli ve tane verimi yüksek olan genotipler ıslahta ve verim denemelerinde kullanılabilirlerdir.

## KAYNAKLAR

- 1- Yurdakök K., İnce O., T., 2009. Çocuklarda demir eksikliği anemisini önleme yaklaşımları Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2009; 52: 224-231
- 2- Anonim, 2017 a. Türkiye İstatistik Kurumu .<http://www.tuik.gov.tr>
- 3- Fırat, A., E., 2006. Ekmeklik Buğday (Triticum Aestivum L.) Adaptasyonun da Vernalizasyona Tepkiyi Kontrol Eden Genlerin Etkisi 1, Kalıtım Dereceleri, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Anadolu, J, of AARI 16 (2) 2006, 1 - 34 MARA
- 4- Anonim, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu .<http://www.tuik.gov.tr>
- 5- Doğan R., Yürür N., (1992). Bursa yöresinde yetiştirilen buğday çeşitlerinin verim komponentleri yönünden değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9: 37-46
- 6- Anonim, 2017b. Antalya Meteoroloji İl Müdürlüğü .<http://www.mgm.gov.tr>
- 7- Tosun, O., Yurtman, N., 1973. Ekmeklik Buğdaylarda Verime Etkili Morfolojik ve Fizyolojik Karakterler Arasındaki İlişkiler, A,Ü, Zir, Fak, Yıllığı 23,418-431, Ankara,
- 8- Öztürk, A., Akten, Ş., 1999. Kışlık Buğdayda Bazı Morfofizyolojik Karakterler Ve Tane Verimine Etkileri, Tr, J, of Agriculture and Forestry 23, 409-422,
- 9- Dönmez E., 2002. Bazı ekmeklik buğday (Triticum Aestivum L.) çeşitlerinde genotip x çevre interaksiyonları ve stabilite analizleri üzerine bir araştırma. Doktora tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Tokat
- 10- Çağlar, Ö., Öztürk, A., Bulut, S., 2006. Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Erzurum Ovası koşullarına Adaptasyonu, Atatürk Üniv, Ziraat Fak, Derg, 37(1), 1-7,
- 11- Yağmur, M., Kaydan, D., 2008. Van Ekolojik Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday (Triticum Aestivum L.) Çeşitlerinin Verim Ve Verim Ögeleri Üzerine Bir Araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 14 (4),350-358,
- 12- Özen S., Akman Z., 2015. Yozgat Ekolojik Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 10 (1),35-43, 2015 Issn 1304-9984,
- 13- Yağbasanlar, T., 1987. Çukurova'nın Taban ve Kıraç Koşullarında Farklı Ekim Tarihlerinde Yetiştirilen Değişik Kökenli Yedi Triticale Çeşidinin Başlıca Tarımsal ve Kalite Özellikleri Üzerinde Araştırmalar, Doktora Tezi, Ç,Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana,
- 14- Tosun, M., Demir, I., Yuce S., Sever, C., 1997. Buğdayda Proteinin Kalıtımı, Türkiye 2, Tarla Bitkileri Kongresi, pp, 61-65, Samsun,
- 15- Başar, H., Tümsavaş Z., Katkat, A., V., Özgümüş A, 1998 Saraybosna Buğday Çeşidinin Verim ve Bazı Verim Kriterleri Üzerine Değişik Azotlu Gübrelerin ve Azot Dozlarının Etkisi, Tr, J, of Agriculture and Forestry, 22,56-63
- 16- Yağdı, K., Karan, Ş., 2000. Ekmeklik Buğdayda (Triticum aestivum L.) Melez Gücünün Saptanması, Turk J Agric., For., 24, 231-236,
- 17- Yıldırım, A., Sakin, M., A., Gökmen, S., 2005. Tokat Kazova Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşit Ve Genotiplerinin Verim Ve Verim Unsurları Yönünden Değerlendirilmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1), 63-72,
- 18- Erkul, A., Ünay, A., 2009. Üç Ekmeklik Buğday (Triticum aestivum L.) Melezinde Kantitatif Özelliklerin Kalıtımı Verim ve Verim Ögeleri, ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (2), 57-62,
- 19- Korkut, K., Z., Sağlam, N., Başer, İ., 1993. Ekmeklik ve Makarnalık Buğdaylarda Verimi



- Etkileyen Bazı Özellikler Üzerine Araştırmalar, Trakya Üniv, Tekirdağ Ziraat Fak, Dergisi, 2 (2),111-118,,
- 20- Genç, İ., Ülger, A., C., Yağbasanlar, T., Kırtok, Y., Topal, N., 1988. Çukurova Koşullarında Tritikale, Buğday ve Arpanın Verim ve Verim Ögeleri Üzerinde Bir Araştırma, Çukurova Üniv, Zir, Fak, Derg., 3, 1-13,
- 21- Aydın, N., Bayramoğlu, H., O., Mut, Z., Özcan, H., 2005. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşit ve Genotiplerinin Karadeniz Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 11(3), 257-262,
- 22- Altındal, D., 2014. Göller Yöresinde Yetiştirilen Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin/Popülasyonlarının Genetik Uzaklıklarının Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Ens, Doktora Tezi (yayınlanmamış) 196s
- 23- Sade, B., Topal, A., Soylu, S., 1999. Konya Sulu Koşullarında Yetiştirilebilecek Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran, s.91-96, Konya.
- 24- Kınacı, G., Budak, Z., Kutlu, İ., Tarhan, P., Tavas, N., Gıcı, B., N., Gündüz, F., Bozkuş, C., Kınacı, E., 2009. Değişik Olgunlaşma Süreli Buğday Çeşitlerinin Eskişehir Koşullarına Adaptasyonu Üzerine Bir Araştırma, Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, s, 93-100, Konya,
- 25- Geleta, M., Asfaw, Z., Bekele, E., and Teshome, A., 2002. Edible oil crops and their integration with the major cereals in North Shewa and South Welo, Central Highlands of Ethiopia: an Ethnobotanical Perspective, *Hereditas* 137, 29–40, DOI: 10.1034/j.1601-5223.2002.1370105,
- 26- Pena, R., J., A., Amaya, S., Rajaram, A., Mujeeb, 1990. Variation in quality characteristics with some spring 1B/1R translocation wheats. *Journal of Cereal Science*, 12: 105-112.
- 27- Egesel C., Ö., Kahrıman F., Tayyar, Ş., Baytekin H., 2009. Ekmeklik Buğdayda Un Kalite Özellikleri İle Dane Veriminin Karşılıklı Etkileşimleri Ve Uygun Çeşit Seçimi, *Anadolu Journal of Agricultural Sciencexes*, 24(2), 76-83
- 28- Dizlek, H., 2013. Gluten Oluşumunu ve Bunu Sınırlayan Engelleyen Etmenler, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3(6), 15-22
- 29- Akgün İ., Karaman R., Eraslan F., Kaya M., 2016. Effect of Zinc on Some Grain Quality Parameters in Bread and Durum Wheat Cultivars, *Universal Journal of Agricultural Research* 4(6),260-265

# GÜBRE DESTEĞİ ÖDEMELERİNDE TOPRAK ANALİZİ ZORUNLULUĞUNUN GÜBRE KULLANIMINA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ: POLATLI ÖRNEĞİ

Determination of the Impact of Soil Analysis Obligation on Fertilizer Usage Habits in Fertilizer Support Payments: Polatlı Example

## Dr. Haydar POLAT

Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez  
Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ANKARA  
haydar.polat@tarimorman.gov.tr

Gönderilme Tarihi: 12 Eylül 2018  
Kabul Tarihi : 23 Ekim 2018

## Özet

Bu araştırma, gübre desteği ödemelerinde toprak analizi yaptırma zorunluluğu getirilmesinin çiftçiler üzerinde herhangi bir farkındalık yaratıp yaratmadığının tespiti amacıyla Ankara ili Polatlı ilçesi çiftçileri örnek alınarak yapılmıştır. Araştırma çerçevesinde Polatlı ilçesinin 2010, 2011 ve 2012 yıllarına ait 30.000 adet toprak örneğinin analiz sonuçları ve 5 yıllık gübre tüketim istatistikleri değerlendirilmiştir. Polatlı ilçesi topraklarının genel olarak tınlı (orta bünyeli) ve tamamına yakın bir kısmının hafif alkali karakterli olduğu tespit edilmiştir. Toprakların % 99'luk bir kısmında tuzluluk problemi olmadığı belirlenmiş olup, % 0,9'unun az, % 15,7'sinin orta, % 36,4'ünün fazla ve % 47,0'sinin çok fazla kireç içerdiği saptanmıştır. Toprakların oldukça büyük bir kısmı organik madde bakımından fakir olup, % 92,8'inin az ve çok az seviyesinde organik madde ihtiva ettiği tespit edilmiştir. Bununla beraber, araştırma neticesinde bölge çiftçilerinin toprak analizi yaptırmayı benimsedikleri, analiz yaptıran çiftçilerin, analiz sonuçlarına göre yapılan tavsiyeleri

uyguladıkları ve bunun sonucunda gübre kullanım alışkanlıklarını değiştirdikleri görülmüştür. Buna göre çiftçilerin azotlu gübre kullanım alışkanlığının, amonyum sülfata doğru kaydığı ve bölge topraklarına uygun olmamasına rağmen azotlu gübreler içinde en çok tercih edilen kalsiyum amonyum nitrat gübresinin kullanımının azaldığı tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Toprak analizi, gübre, gübre kullanımı, gübre kullanım alışkanlığı, destek ödemesi.

### Abstract

This research was carried out by taking as an example the Polatlı village farmers of Ankara province in order to determine whether the necessity of carrying out soil analysis in fertilizer support payments has created any awareness on the farmers. The results of the analysis of 30.000 soil samples of 2010, 2011 and 2012 of Polatlı district and 5 years fertilizer consumption statistics were evaluated in the framework of the research. It has been determined that the Polatlı district soil has a slightly alkaline character in general and middle texture classes. It was determined that 99% of the soils did not have a salinity problem, less than 0.9 %, moderate to 15.7%, high 36.4% and 47.0% to contain very high lime. It has been determined that the most part of the soil is poor in terms of organic matter, and that the 92.8% of the research area contain little and very little organic matter. However, as a result of the research, it has been seen that the farmers of the region have taken the soil analysis and the analysts have applied the advice according to the results of the analysis and changed the fertilizer usage habits as a result. According to results, fertilizer preference of the farmers is getting to change towards to ammonium sulphate, and use of calcium ammonium nitrate fertilizer, which is not suitable for the region soils, is getting decrease at the same time.

**Key words:** Soil analysis, fertilizer, fertilizer consumption, fertilizer usage habit, support payment

## GİRİŞ

Tarımsal üretimin temel faktörü topraktır. Toprağın verimlilik durumu uygun düzeyde olduğu sürece, birim alandan alınacak ürünün miktarı ve kalitesi de yüksek olacaktır. Bu nedenle, toprakların verimlilik düzeylerinin yükseltilmesi ve korunması son derece önemlidir. Çeşitli yollarla topraktan eksilen bitki besin maddelerinin toprağa geri kazandırılması zorunludur.

Besin maddelerinin topraktan bitkiler tarafından sürekli olarak sömürülmesi, bilinçsiz gübre kullanılması ve erozyon sonucu, tarım yapılan topraklar günden güne verimsizleşmektedir. Toprak verimliliğinin sürdürülmesinde uygun, dengeli ve ekonomik gübre kullanımı büyük önem taşımaktadır. Gereğinden fazla yapılan gübreleme; toprak, çevre, yer üstü ve yer altı sularının kirlenmesine neden olduğu gibi bitkilerde de istenmeyen birikimlere yol açabilmektedir. Bu nedenle, toprak analizleri ile tarım yapılan toprakların verimlilik durumları belirlenerek, tarım topraklarına verilecek gübre çeşit ve miktarları saptanmalıdır.

Topraktan eksilen veya toprakta bitki gelişimi için yeterli düzeyde bulunmayan bitki besin maddeleri ancak toprak analizleri sonucu belirlenebilmektedir. Bitkilerin besin maddeleri içeriklerini iyi bir şekilde yansıtması nedeniyle son 40-45 yıl içerisinde bitki analizlerine verilen önem artmış ve gübreleme programlarının hazırlanmasında en çok kullanılan yöntemlerden birisi olmuştur. Nitekim, ülkemizde ve dünyada yapılan pek çok çalışmada, toprak ve bitki analizlerinin birbirlerini tamamlar nitelikte olduğu ifade edilerek, birçok bitkinin beslenme sorunlarının belirlenmesinde yaygın şekilde kullanılmaktadır (1). Toprak analizi yapılarak, hangi ürüne hangi gübrenin, ne kadar ve ne zaman kullanılacağına bilinmesi ve çiftçilerimizin de bu bilgiler ışığında uygulama yapması, çevre ve gıda kalitesi ile güvenliği açısından sürdürülebilir bir nitelik taşımaktadır.

Toprak, hava ve su gibi canlıların hayatını devam ettirebilmesi için ihtiyaç duyulan faktörlerden bir

tanesisidir. Dünya nüfusunun sürekli olarak artmasıyla besin ihtiyacı da artmakta, buna karşılık mevcut olan tarım yapılabilir toprak miktarı, her geçen gün (erozyon, betonlaşma v.b.) azalmaktadır. Bu sebeplerden dolayı tarımın sürdürülebilir olması ve birim alandan alınan verim ve kalitenin maksimum olmasının sağlanması gerekmektedir. Birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün alabilmek için, öncelikle bitkilerin gübrenmesi gerekmektedir. Gübrelerin kullanımı hem ekonomik hem de çevre açısından sorunlar yaratabilmektedir (2), (3). Bu amaçla gübrelemenin dengeli ve sürdürülebilir olabilmesi, gübre kullanım ve uygulama teknikleri iyileştirilerek ya da bitki besin elementlerinin etkinlikleri artırılarak gerçekleştirilebilir (4), (5), (6). Gübrenmenin az yapılması, üründe kalite ve verim düşüklüğüne sebep olurken, fazla yapılması ise ekonomik kayıplarla birlikte çevre kirliliği olarak insanlara geri dönmektedir. Buna göre, ülkemiz topraklarının verimlilik durumları belirlenerek gerekli olan gübre cins ve miktarının, ne zaman verilmesi gerektiğinin, kısacası iyi bir gübreleme programının yapılmasının büyük önemi vardır. Çünkü sürdürülebilir tarım için, topraktan eksilen bitki besin maddelerinin, dengeli bir şekilde, tekrar toprağa kazandırılması gerekmektedir. Diğer koşullar uygun olmak koşulu ile gübrenmenin tek başına verim artışına katkısı % 50'den fazla olmaktadır.

Gübre üretimi ve tüketimi bir ülkenin tarımsal gelişmesinin olduğu kadar, birim alandan alınan ürün miktarının da en iyi göstergelerinden biridir. Gübreleme, sulama ile birlikte tarımsal üretimin tabii koşullara bağımlılığını azaltan en önemli etkidir. Dengeli ve ekonomik olmak koşulu ile gübrenmenin diğer tüm tarımsal girdilere göre bitkisel üretimdeki payının daha yüksek olduğu çeşitli ülkelerde yapılmış araştırmalarla kanıtlanmış durumdadır. Gübre kullanımının bitkisel üretim artışındaki payı %50-75 arasında değişmektedir. Ülkemiz ve dünyanın her yerinde bitkisel verim artışı ve gübre tüketimi arasında çok yüksek bir ilişki vardır (7). Gübre kullanılmasına bağlı olarak Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne

bağlı işletmelerde 1970 ve 1988 yılları arasında buğday veriminde % 102, arpa veriminde % 74 (8), 1950- 1999 yılları arasında Çin'de çeltik veriminde %225 artış sağlanmıştır (9).

Bu çalışmanın amacı, Polatlı ilçesi tarım arazilerine ait toprak analiz sonuçlarını verimlilik açısından standart kriterlere göre değerlendirmek ve elde edilen sonuçlara göre ilçe topraklarında toprak verimliliğinin nasıl sürdürülebileceğini ortaya koyarak gübre uygulamaları için öneriler sunmaktır. Bu çalışma ile elde edilen bilgiler, bölgede bundan sonra yapılacak olan verimlilik çalışmalarına ışık tutacağı gibi, özellikle toprak ve yaprak analizlerine dayalı olarak yapılacak gübrelemeyle, ürün miktarı ve kalitesinin artışına ve beslenme sorunlarının çözümüne katkıda bulunacaktır. Ayrıca gereksiz gübre kullanımının önüne geçerek, hem ekonomik kayıpların, hem de çevre kirliliğinin önlenmesine katkı sağlayacaktır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Araştırma alanı Ankara ilinin güney batısında yer alan Polatlı ilçesidir. 39 derece 58 dakika kuzey enlemi ile 32 derece 16 dakika doğu boylamlarının bileşkesinde bulunur. Denizden yüksekliği 886 metre olup, uzun yıllar ortalama sıcaklık 11,9 °C, yağış 360 mm'dir (10). Polatlı ilçesinde buğday başta olmak üzere arpa, yulaf, soğan, şekerpancarı, ayçiçeği tarımı yapılmaktadır.

Materyal olarak, çiftçiler tarafından 0-20 cm derinlikten alınan 2010-2011-2012 yıllarını kapsayan 30.000 adet toprak örneği kullanılmıştır. Çiftçilerin gübre kullanım alışkanlıklarını belirlemek için de Polatlı ilçesinin gübre gereksiniminin çok büyük bir kısmını (2/3'ünü) tedarik eden gübre bayilerinin yıllık satış kayıtları alınmış olup, gübre tüketimindeki değişiklikler bu rakamlar üzerinden değerlendirilmiştir.

### Yöntem

Toprak örnekleri, hava kuru hale getirildikten sonra, 2mm'lik elekten geçirilerek analizler için muhafaza



edilmişlerdir. Toprak örneklerinde suyla doygunluk; (11)'e göre, pH; suyla doygun hale getirilen toprak örneklerinde cam elektrotlu bir pH metre ile doğrudan pH okuması ile (12), elektriksel iletkenlik (EC); saturasyon çamurunda (13) yöntemiyle, toplam tuz; kondaktivite cihazı ile suyla doygun toprakta elektriksel iletkenliğin ölçülmesi yoluyla (14), kireç; Scheibler kalsimetresiyle (15), organik madde; modifiye edilmiş Walkley Black yöntemiyle (16), alınabilir fosfor; 0.5 M sodyum bikarbonat (pH: 8.5) ile ekstraksiyon yöntemiyle (17), Toprak örneklerinin bitkiye yararışlı potasyum içerikleri; (18) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir.

Elde edilen verilerin sınıflandırılmasında (19), (20) tarafından bildirilen kriterler dikkate alınmıştır.

### **BULGULAR VE TARTIŞMA**

Polatlı ilçesi tarım alanlarından alınan 30.000 toprak örneğinin bazı verimlilik parametrelerinin (pH, tuzluluk, saturasyon, organik madde, kireç, alınabilir fosfor ve alınabilir potasyum) analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi neticesinde bölgeye uygun gübre çeşitleri önerilmiş ve önerilen gübre çeşitlerinin ne oranda benimsendiği ve uygulamada yer aldığı araştırılmıştır.

Suyla doygunluk analizleri toprakların bünyelerinin (tekstür sınıflarının) tahmininde sıklıkla kullanılan geçerli bir yöntem olup, bu çalışmada da suyla doygunluk analizlerinin sonucuna göre yapılan değerlendirmeler neticesinde araştırma topraklarının orta bünyeli (tınlı) olduğu anlaşılmaktadır. Orta bünyeli topraklar tarım arazileri olarak kullanılmaya en elverişli topraklar olup, hemen hemen bütün bitkilerin yetiştirilmesi için uygun topraklardır. Toprak örneklerinin alındığı alanlarda yetiştirilen ürünlerden, buğdayın kumlu-tıندان, killi-tın bünyeye kadar değişen farklı topraklarda (21), (22), ayçiçeğinin çok değişik toprak şartlarında yetiştirilebileceği, şekerpancarı için fiziksel özellikleri iyi orta bünyeli toprakların uygun olduğu rapor edilmiştir (23), (24). Bu durumda,

araştırma sahası topraklarının bünye sınıfı yönünden, verimi sınırlayıcı bir etkisinin olmadığı rahatlıkla söylenebilir.

Araştırma topraklarının tuz içeriklerine göre, tuzluluk sınıfları dağılımları incelendiğinde; % 97,0'si 0-2 ds/m aralığında olup, tuzsuz sınıfına girmektedir. % 2,70'i 2-4 ds/m aralığında olup, az tuzlu ve % 0,30'u ise 4 ds/m'den fazla olup, tuzlu olarak değerlendirilmektedir. Bu sonuçlara göre, bölgede tarımı yapılan ürünlerin tuzlulukla ilgili olarak bir problemi bulunmamaktadır. 4 ds/m'den daha fazla tuz içeriği, genel olarak tuzlu su ile sulama yapılan ve çorak tabir edilen yerlerden gelen topraklarda bulunmuştur.

Yapılan toprak analizleri neticesinde, toprakların pH dağılımlarının 7,5-8,5 arasında olup, tamamının hafif alkalin olduğu görülmektedir. Araştırma topraklarının kireç içeriklerine göre % dağılımları incelendiğinde, % 0,9'unun kireçli, % 15,7'sinin orta kireçli, % 36,4'ünün fazla ve % 47,0'sinin çok fazla kireçli olmak üzere toprakların tamamının kireçli olduğu belirlenmiştir. Çalışmada incelenen toprak örnekleri organik madde içerikleri yönünden değerlendirildiğinde, toprakların % 32,5'inin çok az, % 60,3'ünün az, % 6,3'ünün orta, % 0,7'sinin iyi, % 0,2'sinin yüksek miktarda organik madde içerdiği belirlenmiştir. Bir başka anlatımla, incelenen toprakların yaklaşık % 99,1'i %3'ün altında, yaklaşık % 92,8'i, %2'nin altında organik madde içermektedir.

Elde edilen bulgulara göre toprakların temel verimlilik özelliklerinin, yetiştiriciliği yapılmakta olan bitkilerin yetişmesini sınırlayacak kadar olumsuz olmadığını ve Ülkemiz topraklarının özellikle Orta Anadolu Bölgesi topraklarının karakteristiğini yansıttığını (25) söylemek mümkündür.

Analiz sonuçlarından da anlaşılacağı gibi toprakların organik madde içeriklerinin düşük olması (analiz edilen toprakların yaklaşık % 99,1'i %3'ün altında), yüksek verimli ve kaliteli bir yetiştiricilik yapılabilmesi için bölge topraklarına azot takviyesinin zorunlu olduğunu göstermektedir. Ancak uygulanacak

olan azotlu gübrenin formu ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  veya üre) da, toprak özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Sonuçların incelenmesinden de anlaşılacağı üzere analizi yapılan toprakların pH'ları 7,5-8,5 arasında değişmekle birlikte, tamamı hafif alkali karakterde topraklardır. Diğer taraftan, analizi yapılan toprakların tamamının kireçli olduğu düşünüldüğünde, bu topraklara kükürt içerikli veya asit karakterli azotlu gübrelerin verilmesi uygun olacaktır. Yapılan benzer çalışmalarda da yüksek kireç içeren topraklarda kükürt içerikli veya asit karakterli gübre kullanılması önerilmekte (26) olup, bölge topraklarının analizlerini yapan laboratuvarlar da ilçede azotlu gübre olarak % 21 azot ihtiva eden amonyum sülfat gübresinin kullanılmasını tavsiye etmektedirler.

Bu amaçla, gübre desteği ödemelerinde toprak analizi yaptırma zorunluluğu getirilmesinin ardından, çiftçilerin toprak analizini ne kadar benimsediklerini, analiz yaptıran çiftçilerin analiz sonuçlarını ne oranda uyguladıklarını ve bunun sonucunda gübre kullanım alışkanlıklarını değiştirip değiştirmediklerini belirlemek (toprak analizlerinin çiftçiler üzerinde herhangi bir farkındalık yaratıp yaratmadığının tespiti) amacıyla Polatlı çiftçilerinin toprak analiz öncesi 2

yıllık ve analiz sonrası 3 yıllık olmak üzere toplam 5 yıllık gübre tüketim istatistikleri incelenmiştir (Çizelge 1).

Polatlı ilçesinin gübre gereksiniminin yıllık olarak toplamda yaklaşık 30.000 ile 35.000 ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu miktarın çok büyük bir kısmını (yaklaşık 2/3'ünü) tedarik eden gübre bayilerinin yıllık satış kayıtlarından derlenen, yıllara göre gübre tüketim miktarları çizelge 1'de sunulmuştur. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, bölgede ağırlıklı olarak; DAP, % 26'lık amonyum nitrat, % 33'lük amonyum nitrat, üre, diğer kompoze gübreler (15-15-15, 20-20-0, 20-20-20 vb.) ve % 21'lik amonyum sülfat gübrelerinin kullanıldığı ve kayıtların alındığı bayilerin yıllık toplam satışlarının 12.533 - 22.270 ton arasında değiştiği görülmektedir. Bayilerin 2009 - 2012 yılları arasında, yıllık ortalama 20852 ton gübre satışı yapmalarına rağmen, 2008 yılı toplam satışlarının 12.533 tonda kalması dikkat çekicidir. Bölgede ayrıntılı olarak yapılan araştırmalar sonucu bunun nedeninin 2007/2008 üretim sezonunun diğer yıllara göre daha az yağışlı ve kurak geçmesi nedeniyle yeterince verim alınmadığı ve gübre tüketimindeki düşüşün bundan kaynaklandığı belirlenmiştir. Polatlı

Çizelge 1. Yıllara göre gübre tüketim miktarları (ton)

GÜBRELER	YILLAR					TOPLAM
	2008	2009	2010	2011	2012	
DAP %18-48	2990	7130	5846	5412	5490	26868
Kompoze (karışık)	268	330	924	1365	1695	4582
A. Sülfat %21	81	121	213	351	667	1432
A. Nitrat %26	4773	6609	5003	3815	3512	23712
A. Nitrat %33	2253	4471	5001	5161	6952	23838
Üre %46	2168	2782	5283	2720	2555	15508
<b>TOPLAM</b>	<b>12533</b>	<b>21443</b>	<b>22270</b>	<b>18824</b>	<b>20871</b>	<b>95940</b>

Çizelge 2. Yıllara göre gübre çeşitlerinin toplam tüketim içindeki oranları (%)

GÜBRELER	YILLAR				
	2008	2009	2010	2011	2012
DAP %18-48	23,86	33,25	26,25	28,75	26,31
Kompoze (karışık)	2,14	1,54	4,15	7,25	8,12
A. Sülfat %21	0,64	0,56	0,96	1,86	3,19
A. Nitrat %26	38,08	30,82	22,47	20,27	16,83
A. Nitrat %33	17,98	20,85	22,46	27,42	33,31
Üre %46	17,30	12,97	23,72	14,45	12,24
<b>TOPLAM</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

ilçesinde tüketilen toplam gübrenin, yıllara göre değişmekle birlikte % 64,00 – 74,00’ünü azotlu gübreler, diğer kısmını da diamonyum fosfat ve farklı kompoze gübreler oluşturmaktadır (Çizelge 2). Devlet Planlama Teşkilatı raporunda da dünyada ve Türkiye’de kullanılan gübreler içindeki azotlu gübrelerin oranının % 55-60 civarında olduğunu bildirmektedir (27).

Bölgede kullanılan azotlu gübrelerin dağılımına bakıldığında, gübre desteği ödemelerinde toprak analizlerinin zorunlu hale getirilmesine (2010’a) kadar bölgede toprak özelliklerine uygun olmasa da en çok kullanılan azotlu gübrenin, CAN diye adlandırılan ve içerisinde %26 N ihtiva eden kalsiyum amonyum nitrat gübresi olduğu açıkça görülmektedir. Bunu sırasıyla, % 33’lük amonyum nitrat, üre gübrelerinin takip ettiği ve ancak bölge için tavsiye edilen % 21’lik amonyum sülfat kullanımının yok denecek kadar az olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Gübre desteği ödemelerinde toprak analizlerinin zorunlu hale getirildiği 2010 yılından sonra, bölgede tüketilen azotlu gübrelerin miktarlarındaki değişimler incelendiğinde, bölge için tavsiye edilen, % 21’lik amonyum sülfat ve % 33’lük amonyum nitrat gübrelerinin kullanımında bir artış meydana geldiği, buna paralel olarak % 26’lık amonyum nitrat ve % 46’lık üre kullanımında bir azalmanın görüldüğü tespit edilmiştir. Gübre tüketimindeki bu değişimler, % 46’lık üre gübresi hariç, diğerlerinde istatistiksel

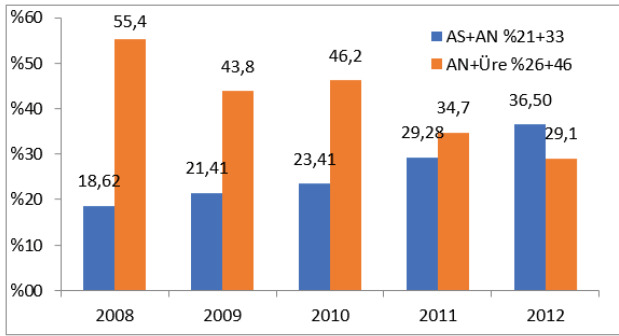
olarak önemli ( $p < 0.01$ ) olmuş ve artış veya azalışlar ile yıllar arasında quadratik bir ilişki bulunmuştur.

Quadratik ilişki denklemi; % 21’lik amonyum sülfatta  $y = 2383x^2 - 0,7896x + 1,1926$  şeklinde ( $R^2=0,9999$ ) hesaplanmış ve bu artışla, bu gübrenin 2008 ve 2009 yıllarında (toprak analizinden önce), toplam gübre içerisindeki payı ortalama % 0,64 gibi yok denecek kadar az bir orandan, son üç yılda yaklaşık % 400’lük bir artışla, 2012 yılı itibarıyla % 3,19’luk bir orana yükselmiştir. Benzer şekilde, quadratik ilişki denklemi; % 33’lük amonyum nitratta  $y = 0,671x^2 - 0,3025x + 17,929$  şeklinde ( $R^2=0,9918$ ) hesaplanmış ve bu artışla % 33’lük amonyum nitrat gübresinin 2008 ve 2009 yıllarında (toprak analizinden önce), toplam gübre içerisindeki payı ortalama % 19,42’den, son üç yılda yaklaşık % 71,52’lik bir artışla, 2012 yılı itibarıyla % 33,31’e yükselmiştir (Çizelge 2).

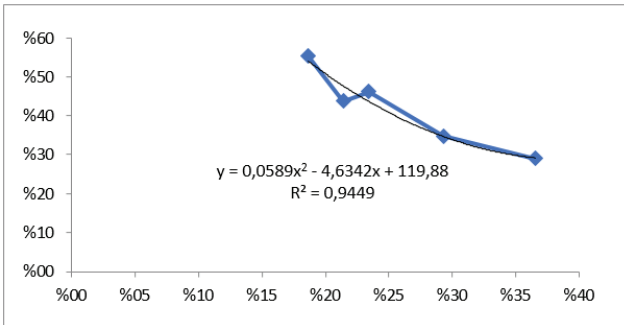
Toprak analizi sonrası tüketimlerinde azalma görülen gübrelerden, % 26’lık amonyum nitrat gübresinin quadratik ilişki denklemi  $y = 0,986x^2 - 11,223x + 48,516$  şeklinde ( $R^2=0,9897$ ) hesaplanmış ve bu azalışla % 26’lık amonyum nitrat gübresinin 2008 ve 2009 yıllarında (toprak analizinden önce), toplam gübre içerisindeki payı ortalama % 34,45’le toplam tüketimin üçte birinden daha fazla bir orandan, son üç yılda yaklaşık % 51’lik bir azalışla, 2012 yılı itibarıyla % 16,83 oranına gerilemiştir. Tüketiminde azalma görülen diğer bir gübre de 46’lık üre gübresidir. Üre tüketiminde de quadratik olarak  $y = - 1,1277x^2 + 5,9022x + 10,835$  şeklinde bir düşme meydana

gelmiş olsa da bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $R^2=0,2907$ ) (Çizelge 2).

Polatlı ilçesinde tüketilen ve gübre desteği ödemelerinde toprak analizlerinin zorunlu hale getirildiği 2010 yılından sonra, tüketiminde artış görülen gübrelerin (% 21'lik amonyum sülfat + % 33'lük amonyum nitrat) toplam oranları ile tüketiminde azalma görülen gübrelerin (% 46'lük üre + % 26'lük amonyum nitrat) toplam oranları arasındaki ilişkinin istatistiksel analizi yapılmış olup, önemli ( $p<0.01$ ) bir quadratik ilişki olduğu belirlenmiş ve  $y = 0,0589x^2 - 4,6342x + 119,88$  şeklinde bir denklem elde edilmiştir ( $R^2=0,9449$ ) (Şekil 1, 2).



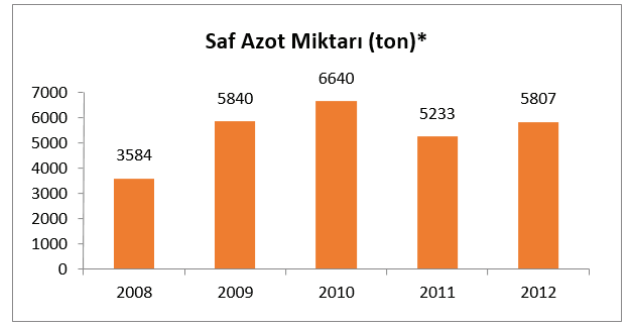
Şekil 1. AS+AN %21:33N+(AN+Üre) %26:46 N tüketimi



Şekil 2. AS+AN %21:33N+(AN+Üre) %26:46 N ilişkisi

Bununla beraber, 5 yıllık gübre tüketimlerinden hesaplanan yıllık saf azot tüketiminde, kuraklık sebebiyle 2008 yılındaki toplam tüketimin azalmasından kaynaklanan genel düşüşün azot kullanımına olan yansımından kaynaklanan azalma hariç, diğer yıllara

bakıldığında, gübre çeşitleri değişmesine rağmen, hafif dalgalanmalar olsa da, saf azot kullanımının 5233 – 6640 arasında değiştiği ve 4 yılın ortalaması olarak 5880 ton saf azot kullanıldığı tespit edilmiştir (Şekil 3). Aynı zamanda analizlerin başlamasından önceki yıl olan 2009 yılındaki azot tüketimi (5840 ton) ile toprak analizleri sonucu gübreleme yapılan üçüncü yıl olan 2012 yılındaki azot tüketimlerinin (5807 ton) neredeyse aynı olması, analiz sonuçlarına uyulduğunun ve gübrenin çeşidinin değişmesine rağmen içeriğinin ihtiyaca göre kullanıldığının, dolayısıyla çiftçilerin çoğunluğunun toprak analizini benimsediklerini ve bunun sonucunda gübre kullanım alışkanlıklarının değiştirmeye başladıklarının en güzel göstergesidir.



Şekil 3. Saf azot tüketimi

\*Karışık kompoze gübrelerin saf azot ve saf  $P_2O_5$  oranları  $(15+20)/2: 17$  olarak hesaplanmıştır.

Azot kullanımındaki farklılığın oluşmasına toprak analizinin etkisinin yanında, çiftçinin bahar (üst) gübrelemesini yapabilme zamanı ve ekonomik durumu da etkilidir. Bölgede %21'lik amonyum sülfat kullanımındaki artış daha çok toprak analizi neticesinde yapılan tavsiyelere bağlı olmakla birlikte, % 33'lük amonyum nitrat kullanımındaki artış daha çok gübreleme yapabilme zamanı ve ekonomik duruma bağlıdır. Nedeni ise bölgede hava koşullarından dolayı Şubat sonu ve/veya Mart ayının ilk yarısında verilemeyen azotlu gübre, Mart sonu ve/veya Nisan ayı başına kaldığı zaman, üreticilerimizin üre gübresi yerine % 33'lük amonyum nitrat kullanmasıdır. Son birkaç senedir bölgemizde hava koşullarından dolayı



bahar gübrelemesi, Mart sonu ve/veya Nisan ayı başına kalmıştır. Üre tüketimindeki azalışa paralel olarak, % 33'lük amonyum nitrat kullanımında artış olması bu sebepten dolayıdır. Ayrıca bölgenin temel toprak yapısındaki alkalilik, yüksek kireç içeriği ve bazı yerlerde yeterli fosfor olmasından dolayı, amonyum sülfat kullanımının bir kısmının tabandan yapılmasını müteakip, üst gübrelemede verilmesi gerekli azot miktarı azalmaktadır. Bunun sonucu olarak, daha az azot verilmesi gerektiğinden, uygulama kolaylığı bakımından çiftçiler azot içeriği yüksek gübreden ziyade, azot içeriği düşük gübreyi tercih etmektedirler.

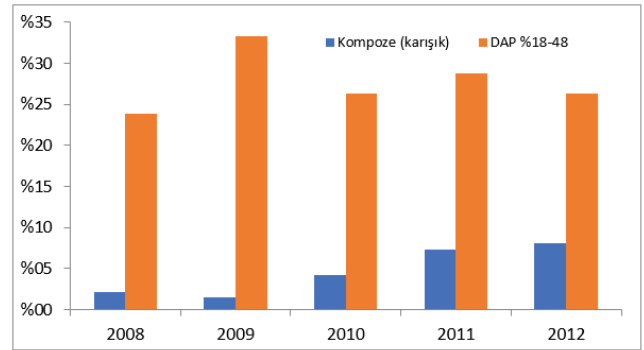
Diğer taraftan, toprak örneklerinin fosfor değerleri dağılımları (20)'ye göre değerlendirildiğinde; % 14,9'u çok az, % 44,9'u az, % 21,2'si yeterli, % 8,7'si fazla, % 10,3'ü fazla olarak bulunmuş olup, ilçe genelinde toprakların yaklaşık % 40'ının fosfor bakımından orta ve yüksek düzeylerde yeterli olduğu söylenebilir de yüksek verimli ve kaliteli bir yetiştiricilik yapılabilmesi için bölge topraklarının en az % 60'ında fosfor takviyesinin zorunlu olduğu aşikârdır.

Ancak uygulanacak olan fosforlu gübrenin formu (suda çözünür fosfor, nötral amonyum sitratta çözünür fosfor vb.) ve içeriği (% 20, % 46 vb.) toprak özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Analiz sonuçlarına göre toprakların pH'ları 7,5-8,5 arasında değişmekle birlikte, tamamı hafif alkali karakterde topraklardır. Bununla beraber, analizi yapılan toprakların tamamının kireçli olduğu düşünüldüğünde, bu topraklara yüksek oranda suda çözünür formda fosfor ihtiva eden gübrelerin verilmesi uygun olacaktır. Ancak, ilçe genelinde toprakların yaklaşık % 40'ının fosfor bakımından orta ve yüksek düzeylerde yeterli olduğu da düşünüldüğünde, analiz sonuçlarına göre, doğal olarak her yere diamonyum fosfat gübresi tavsiye edilmemiş, bunun yanında diğer kompoze gübrelerin kullanılması da tavsiye edilmiştir.

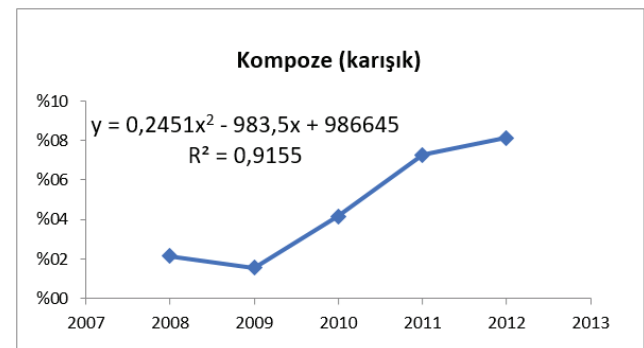
Son beş yıllık gübre tüketimleri ele alındığında, yıllara göre değişmekle birlikte, Polatlı ilçesinde tüketilen toplam gübrenin, % 23,86 – 33,25'inin DAP gübresi olduğu ve ortalama olarak yıllık tüketimin

% 27,68'ini oluşturduğu tespit edilmiştir. İçerisinde fosfor ihtiva eden gübrelerle kıyaslandığında, yıllık tüketilen miktarın % 85,64'ünün diamonyum fosfat gübresi olduğu açıkça görülmektedir. Diğer kısmını (% 14,36) diamonyum fosfat dışındaki farklı kompoze gübreler oluşturmaktadır (Çizelge 2).

Gübre desteği ödemelerinde toprak analizlerinin zorunlu hale getirildiği 2010 yılından sonra, içerisinde fosfor ihtiva eden gübrelerin tüketim miktarlarındaki değişimler incelendiğinde, DAP dışındaki kompoze gübrelerin kullanımında bir artış meydana geldiği, ancak % 46 oranında P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ihtiva eden DAP kullanımında bir durağanlığın görüldüğü tespit edilmiştir. DAP dışındaki kompoze gübrelerin tüketimindeki bu değişimler, istatistiksel olarak önemli (p<0.01) olmuş ve artış ile yıllar arasında quadratik bir ilişki bulunmuştur (Şekil 4, 5).



Şekil 4. DAP + kompoze gübre tüketimi

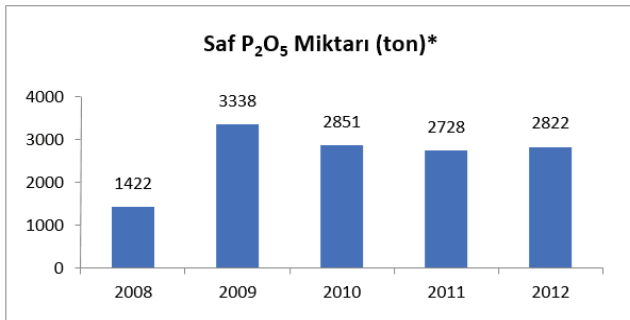


Şekil 5. Kompoze gübre tüketimi

Quadratik ilişki denklemi; DAP dışındaki kompoze gübrelerde  $y = 0,2451x^2 - 983,5x + 986645$  şeklinde ( $R^2=0,9155$ ) hesaplanmış ve bu artışla, bu gübrenin 2008

ve 2009 yıllarında (toprak analizinden önce), toplam gübre içerisindeki payı ortalama % 3,68'den, son üç yılda yaklaşık % 120'lik bir artışla, 2012 yılı itibarıyla % 8,12'ye yükselmiştir (Çizelge 2). Bununla birlikte, DAP dışındaki kompoze gübrelerin tüketimindeki bu değişimler ile DAP tüketimi arasında, istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmamıştır.

Diğer taraftan, 5 yıllık gübre tüketimlerinden hesaplanan yıllık saf  $P_2O_5$  tüketiminde, kuraklık sebebiyle 2008 yılındaki toplam tüketimin azalmasından kaynaklanan genel düşüşün fosfor kullanımına olan yansımından kaynaklanan azalma hariç, diğer yıllara bakıldığında, gübre çeşitleri değişmesine rağmen, hafif dalgalanmalar olsa da, saf  $P_2O_5$  kullanımının 2728 – 3338 arasında değiştiği ve 4 yılın ortalaması olarak 2935 ton saf  $P_2O_5$  kullanıldığı tespit edilmiştir (Şekil 4). Aynı zamanda analizlerin başlamasından sonraki üç yılın saf  $P_2O_5$  tüketiminin, tıpkı saf azot tüketimi gibi, neredeyse aynı olması, analiz sonuçlarına uyulduğunun ve gübrenin çeşidinin değişmesine rağmen içeriğinin ihtiyaca göre kullanıldığı, dolayısıyla çiftçilerin çoğunluğunun toprak analizini benimsediklerini ve bunun sonucunda gübre kullanım alışkanlıklarını değiştirmeye başladıklarının en güzel göstergesidir.



Şekil 6. Saf  $P_2O_5$  tüketimi.

\*Karışık kompoze gübrelerin saf azot ve saf  $P_2O_5$  oranları  $(15+20)/2$ : 17 olarak hesaplanmıştır.

İlçe topraklarının % 99,3'ünün fazla düzeylerde alınabilir potasyum içerdikleri, potasyum içeriğinin; yüksek verimli ve kaliteli bir yetiştiricilik yapılabilmesi için uygun seviyelerde olması sebebiyle, bölgede potasyumlu gübre kullanımı mahallî alanlar ve özel

bitkiler dışında yapılmadığından, bayilerde potasyumlu gübre satış kayıtlarına rastlanmamıştır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen bulgulara göre toprakların temel verimlilik özelliklerinin, yetiştiriciliği yapılmakta olan bitkilerin yetişmesini sınırlayacak kadar olumsuz olmadığını hatta genel olarak uygun düzeyde bulunduğunu belirtmek çok yanlış olmayacaktır. Araştırmanın yapıldığı toprakların suyla doymuluk yüzdesine göre belirlenen bünyeleri çoğunlukla killi ve killi-tınlı olup, bitki yetiştiriciliğine uygundur. Topraklar düşük seviyeden çok yüksek seviyeye kadar değişen miktarlarda kireç içermekte olup, çoğunlukla kireçli veya yüksek kireçli topraklardır. Bu nedenle, fosfor ve mikro element kullanımlarında dikkat edilmesi gerekir.

Bununla beraber, ilçe topraklarının organik madde içerikleri genellikle yetersizdir. Analiz sonuçlarından da anlaşılacağı gibi toprakların organik madde içeriklerinin düşük olması (analiz edilen toprakların yaklaşık % 99,1'i %3'ün altında), yüksek verimli ve kaliteli bir yetiştiricilik yapılabilmesi için bölge topraklarına azot takviyesinin zorunlu olduğunu göstermektedir. Ancak uygulanacak olan azotlu gübrenin formu ( $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$  veya üre) da, toprak özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Toprakların pH'larının 7,5-8,5 arasında değişmekle birlikte, tamamının hafif alkali karakterde olduğu ve tamamının kireçli olduğu düşünüldüğünde, bu topraklara kükürt içerikli veya asit karakterli azotlu gübrelerin verilmesi uygun olacaktır. Ancak azotlu gübre kullanımında bölgede özellikle, amonyak buharlaşması şeklindeki azot kayıplarına dikkat edilmelidir. Yapılan bazı çalışmalarda bilinenin aksine, ürenin topraktaki hidrolizinin alkalın, kireçli ve az organik madde içeren benzer topraklarda oldukça yavaş olduğu, bu nedenle uygun nem şartlarında  $(NH_4)_2SO_4$  gübresinin uygulanmasından hemen sonra  $NH_3$ -N kaybı meydana gelmesine rağmen üreden meydana gelen  $NH_3$ -N kaybının geciktiği (28, 29), dolayısıyla en çok amonyak



- sorunları. Ziraat Müh. 217-218.
- 9- Smill, V., 1999. Long range Perspectives on inorganic fertilizers in global acriculture. Travis P.Hignett Lecture. IFDC. Muscle Shoals. Alabama-USA.
- 10- Anonim, 2004. T.C Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü 2004.
- 11- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müd. Yay., Ankara, 375s.
- 12- Saatçı, F., Tuncay, H., Altınbaş, Ü., Akıncı, M.Ç.,1983. Toprak ve su analiz yöntemleri. E.Ü. Zir. Fak. Teksir No: 18-II. Bornova.
- 13- U.S. Salinity Lab. Staff, 1954. Diagnosis And Improvement Of Saline And Alkali Soils. Agricultural Handbook No 60 USDA.
- 14- Anonymous, 1982. Methods of soil analysis Ed.: A.L. Page. Number 9. Part II. Madison, Wisconsin. USA.
- 15- Hızalan, E., Ünal, H., 1966. Toprakta Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 278.
- 16- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. Pp 961-1010. In: Sparks, D.L. (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical Methods, ASA and SSSA, Madison, WI, SSSA Book Series No: 5.
- 17- Olsen, S.R. and Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. Pp.539- 579. In: Page, L. A., R.H. Miller and D.R. Keeney, ed. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy.
- 18- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvements saline and alkali soils. U.S. Dept. Agr. Handbook 60.
- 19- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1974., Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Yayın Seri No:28 Ankara.
- 20- FAO, 1990. Guidelines for soil description (3rd wised edJ. FAO & ISRIC, Rome.
- 21- Çolakoğlu, H.,1985. Gübre ve gübreleme. E.Ü. Zir. Fak. Teksir no: 17 - I. Bornova –İzmir.
- 22- Fageria, N.K., Baligar, V.C., Jones C.A., 1991. Growth and mineral nutrition of field crops. Marcel Dekker Inc., NY. USA.
- 23- Anonymous, 1991. Fertilization guide. Agronomic and marketing information center. Haifa chemicals ltd. Haifa – Israel.
- 24- Günay, K., 1992. Bitkisel üretimde besin ürün dengesi. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası yayınları, Ankara.
- 25- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumları. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No:220 Teknik Yayın No: T-67, ANKARA.
- 26- Kaçar, B. ve Katkat, A.V., 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları, Yayın No: 127 Vipaş Yayınları Bursa
- 27- DPT, 2005. Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013) Kimya Alt Sektörü Gübre Özel İhtisas Komisyonu Raporu Temmuz – 2005. Ankara.
- 28- Gasser, J.K.R., 1964. Urea as a fertilizer. Soils and fertilizers. 27 (3): 175-180.
- 29- Gasser J.K.R., 1964. Some Factors Affecting Losses of Ammonia from Urea and Ammonium Sulphate Applied to Soils. J.Soil Sci., 15:258-271.
- 30- Er, F., H. Polat and F. Bayraklı, 2002. The effect of the type and doses of nitrogenous fertilizers applied into soils on ammonia volatilization. Bulg. J. Agric. Sci., 8: 551–554.
- 31- Bayraklı, F., Gezgin, S., Polat, H., Uyanöz, Ş., Özyaytekin, H. ve Zengin, M., 1995. Azotlu Gübrelerden Amonyak Gazı Uçması Şeklinde Cereyan Eden Azot Kayıplarının Belirlenmesi ve Bu kayıpların Önlenmesi İçin Alınması Gereken Tedbirler Üzerinde Bir Araştırma. TÜBİTAK, TOAG, Proje No:899.



# GÖL EKOSİSTEMLERİNDE SEDİMENTTE FOSFOR SORPSİYON MEKANİZMASI

Sediment Phosphorus Mechanism in Aquatic Ecosystems

## Prof. Dr. Akasya TOPÇU

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, ANKARA  
atopcu@ankara.edu.tr  
ORCID: 0000-0002-5229-4181

## Prof. Dr. Serap PULATSÜ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, ANKARA  
spulatsu@agri.ankara.edu.tr  
ORCID : 0000-0001-5277-417X

Gönderilme Tarihi: 30 Ekim 2018

Kabul Tarihi : 20 Kasım 2018

## ÖZET

Sucul sistemlerde sedimentteki fosfor sorpsiyonu, sediment-su arası fosfor dinamiği ve hareketliliğinin belirlenmesinde kullanılan ana mekanizmadır. Bu mekanizma sedimentte fosforun adsorpsiyon ve desorpsiyon süreçlerini kapsar. Sedimentte uzun dönemli fosfor adsorpsiyon oranının tahmini ise fosfor kirlenmesi ve göl yönetim uygulamalarının belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Sedimentteki adsorpsiyon-desorpsiyon olaylarını açıklamak için geliştirilmiş birçok eşitlik bulunmaktadır. Deneysel çalışmalara dayanan bu eşitliklerden Freundlich ve Langmiur izotermleri, sıklıkla kullanılmaktadır. Sucul sistemlerde sediment-sediment üstü su arası adsorpsiyon ve desorpsiyon değerlerinin birbirine eşit olması olarak tanımlanan denge fosfat konsantrasyonu ( $EPC_0$ ); dış kaynaklı fosfor yüklemesindeki azalmayı takiben, iç kaynaklı yükleme potansiyelinin belirlenmesi ya da fosfor salınım ve/veya tutulum düzeyinin tespiti için kullanılan önemli bir parametredir. Bu çalışmada farklı sucul sistemlerde sediment fosfor sorpsiyonu tahmininde kullanılan bazı eşitlikler ele alınmış ve sorpsiyonda etkili fiziko-kimyasal

parametreler özetlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sediment, sığ göl, fosfat sorpsiyon özellikleri, fosfor fraksiyonları

## ABSTRACT

Sediment phosphorus sorption is the key mechanism used in the sediment-water phosphorus dynamic and mobility in aquatic environments. This mechanism comprises a process for sediment phosphorus adsorption and desorption. Estimation of sediment phosphorus ratio longevity has priority in the determination of sediment pollution and lake management applications. Some developed equations are generally used in the sediment phosphorus adsorption and desorption mechanism. Freundlich ve Langmuir isotherms, based on experimental study, are frequently used. Equilibrium phosphate concentration ( $EPC_0$ ) defined as the equilibrium between adsorption and desorption in aquatic systems is commonly used to assess the potential for sediment to uptake or release phosphate prior to the reduction in external phosphate source. This study examines the estimation of some equations used in the sediment phosphorus sorption and the effective physico-chemical parameters.

**Keywords:** Phosphorus fractions, phosphate sorption, sediment, shallow lake

## GİRİŞ

Sığ sucul sistemlerde sedimentteki fosfor, çevresel faktörlere bağlı biçimde ötrofikasyon sürecinde fosfor kaynağı ya da fosfor tuzağı olarak rol oynamaktadır. Sediment-su ara yüzeyinde fosfor değişimini etkileyen iki ana mekanizma bulunmaktadır. Bu mekanizmalardan biri sediment-sediment gözenek suyu arasındaki fosfor sorpsiyonu diğeri ise sediment gözenek suyu ve sediment üstü su arasında fosforun difüzyonel hareketidir.

Sedimentteki fosfor sorpsiyon mekanizması sedimentte fosforun adsorpsiyon ve desorpsiyon süreçlerini kapsar. Sığ göllerde, sediment üstü suyun

çözünmüş fosfat konsantrasyonunun saptanması yoluyla sedimentteki fosfor sorpsiyon kapasitesi belirlenebilmektedir. Sedimentteki adsorpsiyon/salınım kinetikleri ve izotermi, sedimentin kirlenme dinamiği ve eğiliminin önceden tahmini açısından yararlı unsurlardır. Sedimentteki adsorpsiyon-desorpsiyon olaylarında yaygın olarak Freundlich ve Langmuir izotermi kullanılmaktadır.

Bu çalışmada sucul sistemlerde sedimentten suya olan fosfor salınımı ya da sedimentte tutulumunu içeren fosfor sorpsiyon özellikleri ve bu özellikler üzerine etkili bazı faktörler ele alınmıştır.

## Göl Sedimentinde Fosfor Sorpsiyonunun Tahmininde Kullanılan Eşitlikler

Göllerde fosfor kirlenmesi ve göl restorasyon tekniğinin belirlenmesi için sedimentte uzun dönemli fosfor adsorpsiyon oranının tahmini önem taşımaktadır. Göl suyundaki en son (nihai) fosfor konsantrasyonu; yalnızca göle olan fosfor girdisi ve fosfor seviyesini düşürmek için yapılan ölçümlere bağlı olmayıp, fosfor sorpsiyon oranı ile de belirlenebilir. Sedimentte fosfor adsorpsiyon kinetik modelleri Langmuir ve Freundlich denklemleri ile tanımlanmaktadır. Kinetik model genellikle fosfor denge konsantrasyonunun tespitini takiben adsorpsiyon sürecinde kimyasal reaksiyonun hızını ve etkili faktörleri belirlemede kullanılmaktadır (1).

Sucul sistemde sediment-sediment üstü su arası adsorpsiyon ve desorpsiyon değerlerinin birbirine eşit olması olarak tanımlanan denge fosfat konsantrasyonu ( $EPC_0$ ) dış fosfor yüklemesindeki azalmayı takiben iç yükleme potansiyelinin belirlenmesi ya da fosfor salınım ve/veya tutulum düzeyinin tespiti için kullanılan önemli bir parametredir (2). Dolayısıyla  $EPC_0$  değeri göl yönetim uygulamalarında hedef SRP (filtre edilmiş ortofosfat) konsantrasyonunun tespiti açısından kullanışlı bir araçtır. Sucul ekosistemlerde denge fosfat konsantrasyonu, sistemde sedimentin fosfor hareketliliğindeki rolünü belirlemek

açısından oldukça faydalı bir araçtır. Fosfat denge konsantrasyonu, sediment üstü suyun SRP değerinden yüksek ise sedimentten sediment üstü suya salınım gerçekleşir (3, 4, 5, 6).

Sedimentte fosfor adsorpsiyon ölçümü ile birim sediment kütlesi başına adsorplanan 'Q' (mg/kg) miktar aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (7).

$$Q = \frac{(C_0 - C_d)V}{m}$$

$C_0$ : Deneysel başlangıcındaki fosfor

derişimi (mg/L),

$C_d$ : Denge fosfor derişimi (mg/L),

V: Çözelti hacmi (L),

m: Adsorban (sediment) kütlesi (kg)'ni ifade etmektedir.

Sedimentte fosfor adsorpsiyon miktarının derişimle derişimini içeren deneysel çalışmalara ait sonuçlar kullanılarak 'Q-C<sub>d</sub>' grafikleri oluşturulmakta ve böylece deneysel izoterm elde edilmektedir. Deneysel izotermelerin Langmuir, Freundlich modellerine uyum regresyonları, fosfor adsorpsiyon mekanizması ve mekanizmadaki etkili faktörlerin belirlenmesi açısından önemlidir. Langmuir modeli ile sedimentte adsorplanan fosfor miktarı aşağıdaki denklem ile hesaplanabilmektedir (7).

$$Q = \frac{X_L K_L C_d}{1 + K_L C_d}$$

$X_L$ : Tek tabaka adsorpsiyon kapasitesi (mg/kg)

$K_L$ : Sedimentin fosfora olan ilgisinin bir ölçüsü olan enerji ile ilgili dağılım katsayısını tanımlamaktadır.

Freundlich modelinde ise adsorplanan fosfor miktarı ile denge fosfor derişimi arasında üstel bir ilişki bulunmaktadır. Freundlich modeline ilişkin aşağıdaki formül kullanılmaktadır (7).

$$Q = aC_d^\beta$$

a ve  $\beta$ : ( $0 < \beta < 1$ ) Freundlich sabitleri olarak bilinmektedir.

Langmuir ve Freundlich modellerinin birleştirilmiş

hali olarak düşünülebilen Sips model hesaplamasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır (8).

$$Q = \frac{K_s C_d^{\beta_s}}{1 + a_s C_d^{\beta_s}}$$

$K_s$ : Sips izoterm model sabiti

$a_s$ : Sips izoterm model sabiti

$\beta_s$ : Sips üsteli olarak tanımlanmaktadır.

Adsorpsiyonun zamana bağlı derişimi olarak ifade edilen sedimentte fosfor kinetik ölçümlerinde; önceden belirlenmiş zaman aralıklarında alınan denge çözeltilerindeki fosfor derişimlerine bağlı olarak 'Q' değerleri hesaplanmakta ve bunların sözde birinci ve ikinci derece (pseudo first- and second-order kinetics) modellerine uyumu ortaya konmaktadır. Sözde birinci-derece denklem aşağıda sunulmuştur:

$$Q_t = Q_1(1 - e^{-k_1 t})$$

$Q_t$ : Adsorpsiyon sürecinin başlangıcından t (saat) sonrası için deneysel olarak bulunan miktarı,

$Q_1$ : Modele uyumdan bulunan adsorpsiyonun sonlandığı zamandaki kuramsal miktarı tanımlamaktadır.

Birinci derece adsorpsiyon süreci için dengedeki fosfor derişiminin maksimum adsorpsiyon miktarının yarısına ulaşması için geçen süre ( $t_{1/2}$ ; saat) ile  $k_1$  hız sabiti arasında aşağıdaki bağıntı bulunmaktadır:

$$t_{1/2} = 0.693 / k_1$$

Adsorpsiyon kinetiğinin sözde ikinci-derece model ile ilişkisi ise aşağıdaki formül ile belirlenmektedir:

$$\frac{t}{Q_t} = \frac{1}{k_2 Q_2^2} + \frac{t}{Q_2}$$

$Q_2$ : Modele uyumdan bulunan adsorpsiyonun sona erdiği noktadaki kuramsal miktarı,  $t_{1/2}$ : Yukarıdaki değer yarısına ulaşmak için geçen yarılanma süresi (saat),

$H_2$ : Adsorpsiyon başlangıç hızı,

$k_2$ : hız sabiti olarak ifade edilir. Bu bağlamda  $t_{1/2}$  ve  $H_2$  değerleri aşağıdaki bağıntı ile tanımlanmaktadır (9).

$$t_{1/2} = 1/k_2 Q_2$$

$$H_2 = k_2 Q_2^2$$

Sedimentin adsorpsiyon etkinleşme enerjisi, farklı iki sıcaklık ( $T_1$  ve  $T_2$ ) için elde edilen hız sabitlerinden ( $k_{T_1}$  ve  $k_{T_2}$ ) yararlanarak aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır (10 2006):

$$\ln \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = -\frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$E_a$ : J mol<sup>-1</sup>,  
 $T_1$  ve  $T_2$ : Mutlak K

sıcaklığı,

R: İdeal gaz sabiti (8.314 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>) olarak dikkate alınmaktadır.

Sedimentte fosfor adsorpsiyonuna sıcaklığın etkisini belirlemek için, sabit fosfor derişiminden farklı olan sıcaklıklara karşı gelen fosfor adsorpsiyon miktarları ölçülmekte ve her bir sıcaklık için dağılım katsayıları ( $K_T$ ) ise fosfor adsorpsiyon miktarının denge fosfor derişimine oranı ile aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$K_T = \frac{Q_T}{C_T}$$

Sedimentte doğal adsorplanmış değiştirilebilir fosfor miktarı (NAP) ve net adsorpsiyon veya desorpsiyonun görülmediği eşik P derişimi ( $EPC_0$ ) değerleri aşağıdaki bağıntılarda sırasıyla sunulmuştur (4):

$$NAP = \frac{X_L K_L C_d^0}{1 + K_L C_d^0} + C_d^0 \frac{V}{m}$$

$$EPC_0 = \frac{NAP}{K_L (X_L - NAP)}$$

## Fosfor Sorpsiyonunda Etkili Fiziko-Kimyasal Özellikler

Sucul sistemlerde fosforun sediment-su arasındaki hareketliliği; özellikle pH ve redoks potansiyelinden etkilenen adsorpsiyon-desorpsiyon mekanizmaları tarafından kontrol edilmektedir. Genellikle sığ göllerde uzun-dönemli fosfor tutulum mekanizmasının en önemli bileşenlerinden biri fosforun sediment tarafından adsorpsiyonudur (1, 3, 11).

Göllerde sedimentin fosfor yükü kapasitesi, sedimentin fiziko-kimyasal yapısına bağlı olarak değişmektedir. Fosfor sorpsiyonu; yalnızca sedimentin fiziko-kimyasal özelliklerine bağlı olmayıp aynı zamanda fosforun sedimentten sediment üstü suya difüzyonel geçiş hızıyla da değişim gösterebilmektedir. Sedimentler; sediment ve sediment gözenek suyunun fiziko-kimyasal özelliklerine bağlı olarak, fosforun sediment gözenek suyundan adsorpsiyonu veya desorpsiyonu yolu ile fosfat tampon bölgeyi oluşturabilmektedir (1, 11). Fosfor adsorpsiyonunda açığa çıkan adsorpsiyon enerjisi ( $E_a$ ) değerlerinin, sedimentte fosfor adsorpsiyon hesaplamaları ile ters orantılı olduğu bildirilmiştir. (6).

Sedimentin fosfor adsorpsiyon kapasitesi, kil minerallerinde ya da toprağın organik kısmında bulunan kalsiyum, demir ve alüminyum içeriğine bağlı olmak üzere değişiklik gösterir. Fosforun sedimentte tutulmasında sulak alan yataklarının pH değeri, redoks potansiyeli ve sulak alanlara atık su uygulanmadan önce dolgu malzemesinde mevcut olan kirletici konsantrasyonların da önemli etkileri bulunmaktadır. Demirce zengin sedimentlerdeki fosfor adsorpsiyonunu kontrol etmede temel faktörler; redoks potansiyeli ve demirdir (12).

Sedimentin fiziksel ve kimyasal özellikleri, sediment ve sedimentin hemen üst bölümündeki su arasında fosfatın değişimi için önemli olup, pekçok gölde yıllık fosfor yüklemesinin önemli bir bölümü sedimentte adsorbe olmakta (birikmekte) yani depolanmaktadır. Fosfor sedimentten aerobik veya anaerobik koşullarda bırakılabilmekte ve bu mekanizma özellikle sığ ve tabakalaşmayan göller için önem taşımaktadır (13). Sedimentte fosfor salınımını etkileyen faktörler;



sedimentin bünyesi, redoks potansiyelinin  $-200 \text{ mV}$ 'un altında olması, yüksek pH ve alkali tuzların varlığı, su sütununun besin elementi konsantrasyonu, yüksek sıcaklık ve buna bağlı olarak yüksek mikrobiyal aktivite, sediment üstü suyun anaerobik olması, organik madde düzeyinin yüksek olması ve sedimentteki organik madde sedimentasyon oranının hızlı olmasıdır (14, 15). Kalkerli sedimentlerde fosfor sorpsiyon mekanizması fosforun  $\text{CaCO}_3$ 'e adsorpsiyonu ve/veya  $\text{CO}_3$  ile tekrar çökmesi olarak ifade edilebilir (16). Özellikle sığ göllerde iç kaynaklı fosfor yükünü oluşturan sedimentten sediment üstü suya olan fosfor salınımı, sedimentin mineral madde yapısıyla yakından ilişkilidir.

### **Göl ve Rezervuarlarda Sedimentteki Fosfor Sorpsiyonuna İlişkin Bildiriler**

Oligomezotrofik Opeongo Gölü'nde (Kanada) sedimentten olan potansiyel fosfor yüklemesini belirlemek amacıyla fosfor sorpsiyon özellikleri araştırılmıştır (17). Gölde derin litoral bölgeler ve sığ alanlar arasında sedimentin fosfor sorpsiyon özellikleri karşılaştırılmış, maksimum fosfor sorpsiyon kapasitesinin sedimentin kimyasal kompozisyonuna bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Sedimentte tahmin edilen en yüksek  $\text{EPC}_0$  değeri ( $5 \mu\text{gP L}^{-1}$ ) ile sediment üstü suda ölçülemeyen düzeydeki SRP değeri dikkate alındığında, sedimentin fosfor rezervi olduğunu ve bu durumun göle giren sedimentin göl tabanına tekrar çökmesinin bir sonucu olduğunu bildirmişlerdir.

Sığ göller sıklıkla izotermal olduğu için sedimentler sıcaklık değişimlerine karşı hassas olup bu tip sistemlerde sıcaklık sedimentin fosfor sorpsiyonu üzerine oldukça etkilidir (1). Fosfor girdisinin hareketliliğini belirlemede sıklıkla kullanılan sedimentteki sorpsiyon-desorpsiyon deneyleri farklı hızlarda en az iki süreç (hızlı ve başlangıç sorpsiyon basamağı ve düşük tepkime evresi) içeren çoklu kinetik işlemleri kapsar. Sucul ortamlarda sediment fosfor sorpsiyonunu doğru olarak modellemek için

sedimentte bulunan fosfor konsantrasyonunun da bilinmesi gerekmektedir. Araştırmacılar, iki ötrofik gölde sedimentin fosfor sorpsiyonu üzerine üç farklı sıcaklığın etkisini belirlemişlerdir. Araştırma kapsamında sedimentin fosfor sorpsiyonunda; sedimentin fraksiyonel kompozisyonu ve sıcaklığa bağlı olarak değişim izlenmiş, artan sıcaklık değerlerinin sedimentteki adsorbe fosforun Al-P ve Fe-P fraksiyonlarına bağlı olduğu ve yaz aylarında artış gösterdiği bildirilmiştir.

Fosfor adsorpsiyon kapasitesi organik madde, Fe/Al oksitler gibi sediment kompozisyonu ile yakından ilişkilidir. Sedimentte fosfor kinetik ve adsorpsiyon/desorpsiyon izotermelerinin saptanması ile denge fosfat konsantrasyonu ve fosfor salınım potansiyeli tahmin edilebilmektedir.  $\text{EPC}_0$  değeri ile sediment üstü su SRP değerinin karşılaştırılmasıyla sedimentin fosfor konsantrasyonu açısından durumu (adsorpsiyon, salınım ve denge) ortaya konabilmektedir (18).

Fushi Rezervuar'ında sediment-su ara yüzeyinde fosfor adsorpsiyon özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, sorpsiyon izoterm deneyleri Langmuir ve Freundlich modelleri kullanılarak tanımlanmıştır. Langmuir adsorpsiyon izotermeleri teorik maksimum adsorpsiyon düzeyi ve sediment-su ara yüzeyindeki fosforun uzaklaştırma kapasitesinin tahmininde kullanılmaktadır.  $\text{EPC}_0$  değeri ile sediment üstü su SRP değerleri karşılaştırıldığında  $\text{EPC}_0$  değerinin daha yüksek olduğu ve bu durumda sedimentten fosfor salınımının gerçekleşerek sedimentin fosfor kaynağı olarak rol aldığı vurgulanmıştır (4).

Dış kaynaklı fosfor yükünün azaltılmasını takiben, Nansi Gölü (Çin)'nin aşağı bölümünde, sediment kaynaklı fosfor yükü ve sedimentten fosfor salınımından kaynaklanan mevcut fosfor kirliliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır (19). Araştırmacılar tarafından, sedimentteki salınım potansiyelini belirlemek amacıyla; fosforun adsorpsiyon/salınım kinetik ve izotermeleri ile denge fosfat konsantrasyonu çalışılmıştır. Sedimentte fosforun adsorpsiyonu ve sedimentten salınım kinetikleri; pseudo-first-order

rate equation ve pseudo-second-order rate eşitlikleri ile saptanmıştır, fakat adsorbsiyon/salınım kapasitesi ile pseudo-second-order eşitliği, ölçülen değerlerde daha fazla uyum göstermiştir, proses kimyasal hızının adsorbsiyon kapasitesine bağlı olduğu tespit edilmiştir. Çözünür reaktif fosfor sorpsiyon izotermi; Langmuir modeli ile uyum göstermiştir. Ayrıca  $EPC_0$  ve suyun SRP'si karşılaştırıldığında, sedimentte fosforun durumunun (adsorbsiyon, salınım veya denge durumu) belirlenebildiği de bildirilmiştir.  $EPC_0$  değerlerinin SRP değerlerinden fazla olduğu istasyonlarda, su sütununa fosforun salınımı söz konusu olduğu;  $EPC_0$  değerlerinin SRP değerlerine yaklaşık olarak eşit olduğu istasyonlarda ise, sediment üstü sudaki fosforla kalıcı olmayan bir denge olduğu ortaya konmuştur. Denge bozulduğunda sedimentten su sütununa fosfor salınımının gerçekleşebileceği vurgulanmıştır. Bu bağlamda araştırmacılar, Nansi Gölü'nde sedimentteki fosforun, ikincil kirlenme kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

Singapur'da ötrofik tropikal bir rezervuarda, sedimentteki fosforun sorpsiyon özelliklerinin belirlenmesi ve model tahmininde parametrelerin tespiti amaçlanmıştır. Sediment-su arası fosfat fosforunun kinetik ve denge özellikleri oksijenli ve oksijensiz koşullarda belirlenmiş, redoks potansiyelinin fosfor sorpsiyonu üzerine pozitif etkisi olduğu ortaya konmuştur (20).

Florida'da yürütülen bir araştırmada; fiziko-kimyasal yapıları birbirinden farklı altı kaynaktan alınan sediment örneklerinde kinetik izotermi kullanılarak fosfor adsorpsiyon-desorpsiyonu tahmin edilmiştir (3). Araştırma bulguları en yüksek fosfor adsorpsiyonunun; litoral bölgeden ikinci sırada ise sulak alan sediment örneklerinden elde edildiğini ortaya koymuştur. Sulak alanlarda sedimentin fosfor tutma kapasitesinin bazı kimyasalların tamponlanması ve sedimentten olan hızlı fosfor salınımının önlenmesi açısından kritik rol oynadığı belirlenmiştir. Araştırma kapsamında kıyı ve sulakalana ait sediment örneklerinin desorpsiyon potansiyelinin oldukça düşük olduğu bildirilmiştir.

Kanal ve göl sedimentinde tahmin edilen NAP ve  $EPC_0$  değerleri diğer bölgelere göre daha yüksek bulunmuştur.

Sığ göllerde sediment üstü suyun fosfor konsantrasyonu sedimentin fosfor sorpsiyon kapasitesinden etkilenmektedir. Florida'daki iki adet sığ-subtropikal gölde sedimentin fosfor sorpsiyon kapasitesi Langmuir denkleminle kantitatif tahmin edilmiş, fosfor sorpsiyonu ile sedimentin yüksek  $CaCO_3$  konsantrasyonu arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir (16).

Three Gorges Rezervuarı (Çin) alanında sedimentteki fosfor fraksiyonları, fosfat sorpsiyonu ve fosfor salınım özelliklerinin belirlenmesine ilişkin çalışmada; sedimentin fosfat sorpsiyonunun iki saatte tamamlandığı ve on iki saatte de dengeye ulaştığı bildirilmiştir (11). Fosfat sorpsiyon oranının, sedimentin ince tanecik oranı ile doğrusal ilişkili olduğu, sedimentin fosfor salınım miktarının ise  $Fe/Al-P$  ve organik bağlı fosfor ( $Org\approx P$ ) fraksiyonları ile önemli düzeyde pozitif korelasyon gösterdiği ortaya konmuştur.

Subtropikal göllerde sedimentin, fosfor sorpsiyon kapasitesinin tahmini ve sedimentin fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yürütülen araştırmada; sedimentlerin yüksek sorpsiyon kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (21). Araştırmacılar sedimentin fosfor sorpsiyonu ile sedimentteki toplam karbon, toplam fosfor, Ca, Mg, Fe ve Al konsantrasyonları arasında önemli düzeyde korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca oksijenli ortamda bile sudaki fosfor konsantrasyonunun düşük olması halinde sedimentten suya doğru desorpsiyon yoluyla fosfor salınımının gerçekleşebileceği vurgulanmıştır.

Ötrofikasyonun potansiyel bir tehdit oluşturduğu dünyanın en büyük rezervuarı Yangtze Nehri üzerinde kurulu Three-Gorges Rezervuarı'nda (Çin) belirlenen dört farklı istasyonda, sedimentten fosfor adsorpsiyon kapasitesi ve etkili sediment özellikleri araştırılmıştır (22). Bu bağlamda adsorpsiyon kinetikleri de sorpsiyon

reaksiyon mekanizmasındaki öneminden dolayı dikkate alınmış, en hızlı adsorpsiyon basamağının 6 saat içerisinde tamamlandığı ortaya konmuştur. Farklı fosfat konsantrasyonlarındaki adsorpsiyon kapasiteleri ise adsorpsiyon izotermi ile hesaplanmıştır. Adsorpsiyon kapasitesinin, sediment özelliklerinden demir, alüminyum, kalsiyum, organik madde ve fosforun demir+alüminyuma oranı ile ilişkili olduğu bildirilmiş, sedimentteki yüksek fosfor adsorpsiyon kapasitesi, yüksek konsantrasyonda kalsiyum (101.32 mg/g) ve organik madde (% 5.75) düzeyi ile açıklanmıştır.

## SONUÇ

Sucul sistemlerde konuya ilişkin güncel çalışmalar; ötrofikasyonun kontrolü amaçlı yönetim uygulamalarının belirlenmesinde sediment üstü sudaki fosfor konsantrasyonunun tahminine odaklanmaktadır. Bu bağlamda, sediment üstü suya ilişkin çözünmüş fosfor konsantrasyonunun deneysel olarak belirlenen denge fosfor konsantrasyon değerlerinin altına düşmesi, sedimentten olan fosfor salınımı teşvik etmektedir. Sedimentten olan fosfor salınımının tahmini ise uygun göl yönetim stratejilerinin seçimi açısından önem taşımaktadır.

Ülkemizde göl yönetiminde önem taşıyan ve sedimentten fosfor salınımının önceden tahminini amaçlayan sedimentin fosfor sorpsiyonuna yönelik araştırmalar yetersizdir. Bu çalışmada sunulan matematiksel eşitlikler ve araştırmalar, sucul sistemlerde sedimentte fosfor sorpsiyon çalışmalarına ilişkin bilimsel bir zemin oluşturmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Huang L, Fu L, Jin C, Gielen G, Lin X, Wang H, Zhang Y, 2011. Effect of temperature on phosphorus sorption to sediments from shallow eutrophic lakes. *Ecological Engineering*, 37: 1515-1522.
2. Palmer-Felgate E.J., Bowes M.J., Stratford C, Neal C, MacKenzie S, 2011. Phosphorus Release from Sediments in a Treatment Wetland: Contrast

Between DET and EPCo Methodologies. *Ecological Engineering*, 37: 826-832.

3. Wang Q, Li Y, 2010. Phosphorus adsorption and desorption behavior on sediments of different origins. *J. Soils Sediments*, 10: 1159-1173.
4. Wang X, Zhang L, Zhang H, Wu X, Mei D, 2012. Phosphorus adsorption characteristics at the sediment-water interface and relationship with sediment properties in Fushi Reservoir, China. *Environ. Earth Science*, 67: 15-22.
5. Jin X, He Y, Kirumba G, Hassan Y, Li J, 2013. Phosphorus fractions and phosphate sorption-release characteristics of the sediment in the Yangtze River estuary reservoir. *Ecological Engineering*, 55: 62-66.
6. Tang X, Wu M. Dai X, Chai P, 2014. Phosphorus Storage Dynamics and Adsorption Characteristics for Sediment from a Drinking Water Source Reservoir and It's Relation With Sediment Compositions. *Ecological Engineering*, 64: 276-284.
7. Foo K.Y, Hameed B.H., 2010. Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. *Chem. Eng. J.*, 156: 2-10.
8. Baybaş D, Ulusoy U, 2011. Polyacrylamide-clinoptilolite/Y-zeolite composites: Characterization and adsorptive features for terbium. *Journal of Hazardous Materials*, 187: 241-249.
9. Ho YS, McKay G, 1999. Pseudo-second order model for sorption processes. *Process Biochemistry*, 34: 451-465.
10. Winzor DJ, Jackson CM, 2006. Interpretation of the temperature dependence of equilibrium and rate constants. *J. Mol. Recognit.*, 19: 389-407.
11. Zhang B, Fang F, Guo J, Chen Y, Li Z, Guo S, 2012. Phosphorus fractions and phosphate sorption-release characteristics relevant to the soil composition of water-level-fluctuating zone of Three Gorges Reservoir. *Ecological Engineering*, 40: 153-159.
12. Sondergaard M, Jensen J. P., Jeppesen E, 2001.

- Retention and internal loading of phosphorus in shallow, eutrophic lakes. *The Scientific World*, 1: 427-442.
13. Lehtoranta J, Heiskanen A.S., 2003. Dissolved iron-phosphate ratio as an indicator of phosphate release to oxic water of the inner and outer coastal Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 492: 69-84.
14. Kisand A, 2005. Distribution of sediment phosphorus fractions in hypertrophic strongly stratified Lake Verevi. *Hydrobiologia*, 547: 33-39.
15. Shomar B.H, Müller G, Yahya A, 2005. Seasonal variations of chemical composition of water and bottom sediments in the wetland of Wadi Gaza, Gaza Strip, *Wetlands Ecology and Management*, 13: 419-431.
16. Olila O.G, Reddy K.G, 1993. Phosphorus sorption characteristics of sediments in shallow eutrophic lakes of Florida. *Arch. Hydrobiol.*, 129 (1): 45-65.
17. Cry H, McCabe S.K., Nurnberg G.K. 2009. Phosphorus sorption experiments and the potential for internal phosphorus loading in littoral areas of a stratified lake. *Water Research*, 43: 1654-1666.
18. Zhihjian L, Yue Q, Gao B, Wang Y, Liu Q, 2012. Phosphorus release potential and pollution characteristics of sediment in downstream Nanski Lake, China. *Front. Environ. Sci. Engin.* 6(2): 162-170.
19. Li Z, Yue Q, Gao B, Wang Y, Liu Q, 2012. Phosphorus Release Potential and Pollution Characteristics of Sediment in Downstream Nansi Lake, China. *Front. Environ. Sci. Engin.*, 6(2): 162-170.
20. Appan A, Member A.S.C.E., Wang H, 2000. Sorption isotherms and kinetics of sediment phosphorus in a tropical reservoir. *Journal of Environmental Engineering*, 126 (11): 993-998.
21. Belmont M.A., White J.R., Reddy K.R. 2009. Phosphorus Sorption and potential phosphorus storage in sediments of Lakae Istokpoga and the upper chain of lakes, Florida, USA. Technical Reports: Surface Water Quality; *Journal of Environmental Quality*, 38: 987-996.
22. Wang Y, Shen Z, Niu J, Liu R, 2009. Adsorption of Phosphorus on Sediments from the Three-Gorges Reservoir (China) and the Relation with Sediment Compositions. *Journal of Hazardous Materials*, 162: 92-98.