T.C.
FIRAT UNIVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEBAN BARAJ GÖLÜ ULUOVA BÖLGESİNİN BİTKİ BESİN MADDELERİYLE YÜKLENMESİNİN İNCELENMESİ

Yusuf SAATÇİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

1993
ELAZIĞ

T.C.
FIRAT UNIVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEBAN BARAJ GÖLÜ ULUOVA BÖLGESİNİN BİTKİ BESİN MADDELERİYLE YÜKLENMESİNİN İNCELENMESİ

Yusuf SAATÇİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez ..... Tarihinde, Aşağıda Belirtilen Juri Tarafından Oybirliği/ Oy Çokluğu ile Başarılı/ Başarısız Olarak Degerlendirilmiştir.

İmza İmza İmza

Danışman
Doç. Dr. Bülent TOPKAYA

ÖZET

Yuksek Lisans Tezi

KEBAN BARAJ GÖLÜ ULOUVA BÖLGESİNİN BİTKI BESİN MADDELERİYLE YÜKLENMESİNİN İNCELENMESİ

Yusuf SAATÇİ

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

1993, Sayfa 72

Bu çalışmada, Keban Baraj Gölü Uluova Bölgesi'nin bitki besin maddeleriyle yuklenmesi araştırılarak gelecege yonelik tahminlerde bulunulmuştur.

Bu amaçla gölün en yoğun kulanılan kısmı olan Uluova Bölgesi'nde üç istasyondan su ornekleri alınarak incelendi. Ayrıca başta Murat Nehri olmak üzere, yağış, evsel atıksular, hayvansal atıklar, tarım alanları ve ormanlık araziler ile kırsal alanlardan yüzey akış ile baraj gölüne ulaşan besi maddesi yükleri tesbit edilmiştir.

Keban Baraj gölü Uluova Bölgesi'nde yapılan araştırmalar neticesinde gölde biriken azot ve fosforun kritik yükün üzerinde olduğu sonucuna varlarak, bitki besin madeleri yüklerinin azaltılabilmesi için gerekli önlemlerin alınması amacıyla çeşitli oneriler sunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Bitki Besin Maddeleri, Ötrofikasyon, Kirlilik Yükü, Wollenweider Metodu.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

SUMMARY

Masters Thesis

A STUDY ON PLANT NUTRIENT LOADS OF ULUOVA REGION OF KEBAN DAM LAKE

Yusuf SAATÇİ

Fırat Unversity
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Depertment of Environment Engineering

1993, Page . 72

In this study, the dicharge of plant nutrients of Uluova region in to Keban Dam Lake were inverstigated and aspects for the future are discussed.

For this reason, water samples were collected from different stations of most intensively used Uluova region. Beside this, nutrients transported by surface run of resulting from rain fall, domestic wastewater, lifestock westes, agricultural and forestry are as were deternined.

The results of the study showed that the amount of nitrogen and phosphorus loads were above the critcal level. In order to decreaus the high load of nutrients, necessariy precautions must be taken are discussed.

KEY WORDS : Keban Dam Lake, plant Nutrients, Eutrophication, Pollution Load, Vollenweider Method

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanması süresince yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç.Dr. Bülent TOPKAYA'ya, hocam Sayın Prof. Dr. Sucaattin KIRIMHAN'a ve laboratuvar imkanlarından faydalandığım Kimya Mühendisliği Bölümü ve Su Ürünleri Fakültesi personeline en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca araştırmam süresince verileri sağlayan Elazığ Orman Bölge Müdürlüğü, Elazığ İl Tarım Müdürlüğü, Devlet Su İşleri IX. Bölge Müdürlüğü ve Keban Su Ürünleri Baş Mühendisliği ile Elazığ Meteoroloji Bölge Müdürlüğü personeline teşekkür ederim.

Yusuf SAATÇİ

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZET III

SUMMARY IV

TEŞEKKÜR V

TABLOLAR LİSTESİ VIII

ŞEKİLLER LİSTESİ X

1. GİRİŞ 1

2. OTROFİKASYON 3
2.1. Bitki Besin Maddeleri (P,N,C) 8
2.1.1. Fosfor (P) 8
2.1.2. Azot (N) 11
2.1.3. Karbon (C) 13

3. KEBAN BARAJI VE BARAJ GÖLÜ 15
3.1. Drenaj Alanı ve Akarsular 15
3.2. Elazığ Uluova Pompaj Sulaması 18
3.3. Su Dengesi ve Baraj İşletmesi 18

4. KEBAN BARAJ GÖLÜNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR 23

5. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI 26
5.1. Coğrafi Konum 26
5.2. Jeolojik Özellikler 26
5.3. Meteorolojik Veriler ve İklim 27
5.4. Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanımı 29
5.5. Hayvancılık 32

5.6. Sanayi 33
5.7 Nüfus ve Gelişimi 33

6. MATERYAL VE METOT 35
6.1. Deneysel Çalışmalar 35
6.1.1. Örnekleme Noktaları 35
6.1.2. Su Analizleri ve Analiz Metotları 35
6.2. Azot ve Fosfor Yüklerinin Tespiti 44
6.2.1. Azot 48
6.2.2. Fosfor 51
6.3. 2020 Yılındaki Durum 57
6.3.1. Azot 57
6.3.2. Fosfor 59

7. BULGULAR 61

8. SONUÇ VE TARTIŞMA 59

10. ÖNERİLER 65

KAYNAKLAR 66

EKLER 70

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Yüzeysel Sulara Kanalizasyon ve Diğer Kaynaklardan Karışan Azot ve Fosfor Miktarları....6

Tablo 2.2. Sularda Farklı Derinliklerde Toplam Azot ve Fosfor Yükleri....6

Tablo 2.3. Göller İçin Müsaade Edilebilir Azot ve Fosfor Yükü....7

Tablo 2.4. Göller, Göletler ve Bataklıklar ile Baraj Hazneleri İçin Otrofikasyon Sınır Değerleri....7

Tablo 2.5. Göllerin Verimliliği İle Toplam Fosfor Konsantrasyonu İlişkisi....9

Tablo 3.1. Keban Baraj Gölü Hidrolojik Verileri....19

Tablo 3.2. Yıllara Göre Hidrolik Yenilenme Süresi....22

Tablo 5.1. Elazığ Meteoroloji İstasyonu'nda 30 Yıllık Gözlem Süresince Aylara Göre Ölçülen Ortalama En Yüksek, Ortalama En Düşük ve Ortalama Sıcaklıklar....28

Tablo 5.2. Elazığ Meteoroloji İstasyonu'nda Ölçülen Aylara Göre Ortalama Buharlaşma ve Yağış Miktarları....28

Tablo 5.3. Havza Alanı Kullanım Durumu....30

Tablo 5.4. Havza Alanı İçerisinde 1970 ve 1990 Yılları Sayımlarına Göre Hayvan Varlığı ve Gelişimi....32

Tablo 5.5. Havza Alanı Nüfusu ve Gelişimi....34

Tablo 6.1. Temmuz Ayı Su Analiz Sonuçları....40

Tablo 6.2. Eylül Ayı Su Analiz Sonuçları....41

Tablo 6.3. Aralık Ayı Su Analiz Sonuçları....42

Tablo 6.4. Su Analiz Sonuçlarının Ortalama Değerleri....43

Tablo 6.5. Çeşitli Kaynaklardan Gelen Azot ve Fosfor Yükleri....44

Tablo 6.6. Hayvansal Atıklardan Gelen Azot ve Fosfor Yükleri....44

Tablo 6.7. Çeşitli Kaynaklardan Gelen Ortalama Azot Miktarları....46

Tablo 6.8. Çeşitli Kaynaklardan Gelen Ortalama Fosfor Miktarları....47

Tablo 6.9. Azot Yükleri ve % Olarak Dağılımı....49

Tablo 6.10. Çeşitli Göllerdeki Azot Yükleri....50

Tablo 6.11. Fosfor Yükleri ve % Olarak Dağılımı....54

Tablo 6.12. 2020 Yılında Tahmin Edilen Azot Yükleri ve % Olarak Dağılımı....58

Tablo 6.13. 2020 Yılında Tahmin Edilen Fosfor Yükleri ve % Olarak Dağılımı....60

Ek 1.1 Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri....71

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Fırat Havzası 17

Şekil 3.2. Keban Baraj Gölü'nde Yıllara Göre Ortalama Alan 20

Şekil 3.3. Keban Baraj Gölü'nde Yıllara Göre Ortalama Hacim 20

Şekil 3.4. Keban Baraj Gölü'nde Ortalama Kod-Hacim İlişkisi 21

Şekil 3.5. Keban Baraj Gölü'nde Ortalama Kod-Alan İlişkisi 21

Şekil 3.6. Keban Baraj Gölü'nde Toplam Buharlaşmanın Yıllara Göre Değişimi 22

Şekil 5.1. Aylara Göre Buharlaşma ve Yağış 29

Şekil 5.2. Keban Baraj Gölü Uluova Havzası Arazi kullanımı 31

Şekil 5.3. Havza Alanı İçerisinde Yıllara Göre Nüfus 34

Şekil 6.1. Göllerin Kaldırabileceği Fosfor Yükü 56

1.GİRİŞ

Butun dunyada oldugu gibi ulkemizde de tabii ve yapay goller artan oranda kirlilik etkisi altında bulunmaktadır. Nüfus artışının hızlandırdığı iç göçler, su toplama havzalarındaki yanlış yerleşim, verimli tarım alanlarının amaç dışı kullanımlarının yanısıra, birim alandan elde edilen verimin yükseltilmesi için yapay gubre kullanımının artması, bu kaynaklardan gelen suların su kaynakları üzerindeki etkisini daha da artırmaktadır

Ozellikle yüzeysel su kaynaklarımıza her yıl anılan kaynaklardan buyuk miktarda bitki besin maddeleri girmektedir ve sucul ortamlarda bitkisel uretimi artırmaktadır.

Bir gölün besin maddesi düzeyinin belirlenmesinde özellikle incelenmesi gerekli elementler, alg hucresinin de yapı taşları olan fosfor (P), azot (N) ve karbon (C)' dur. Bunlardan fosfor, yüzeysel sularda çözünür halde, çok az miktarlarda bulunması nedeni ile incelemelerde ozel bir yer tutar ve otrofikasyonu sınırlayıcı element olarak görülür (Uslu ve Türkman, 1987).

Bir göle su toplama havzasından gelen fosforun kaynağı evsel atıksuların yanısıra, tarımsal araziler ile yerleşim yerlerinden gelen yuzeysel akışlardır. ABD'de yapılan bir araştırmada bir göle gelen toplam fosfor konsantrasyonunun %36'sının evsel atıksulardan, % 43'ünun tarımsal arazilerden gelen yüzeysel akıştan, %17'sinin ise yerleşim yerleri yüzeysel akışından kaynaklandığı belirtilmektedir. Kalan %4 ise yeraltı suyu ve çokelme ile su kaynağına ulaşmaktadır Evsel atıksularda bulunan fosforun %30-50'si insan atıklarından, kalan %50-70'i ise deterjanlarda kullanılan fosfat yapı taşlarından kaynaklanmaktadır (Hammer,1977; Nesbitt, 1969).

Azot bileşiklerinin su kirliliği açısından etkileri, ötrofikasyonun yanı sıra oksijen bilançosunun etkilenmesi ve içme sularındaki toksikolojik (zehirleyici) sorunlardır. Ötrofikasyon açısından azota anahtar rol düşmemekle beraber, göldeki primer uretimin dinamigi açısından incelenmesi gerekmektedir.

Su ortamına deşarj edilen organik maddeler, mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri sırasında parçalanırlar ve oksijen bilançosuna etki ederler.

Su kaynaklarının kirlenmesinde toprak erozyonu ayrı bir oneme sahip bulunmaktadır. Ülkemizde su toplama havzalarının çok buyuk bir bolumunun koruyucu bitki örtusunden yoksun oluşu, aşırı ve erken hayvan otlatma, uygun olmayan tarımsal tekniklerle topragın işlenmesi, yakacak odun amacı ile ormanların tahribi toprak erozyonunu artıran onemli faktörler arasındadır. Kışın kar halinde dusen yagışların ozellikle ilkbaharda havanın ısınmasına ve yagmur halindeki yağışların etkisine bağlı olarak kısa sürede eriyerek, henüz donu yeterince çozulmemiş toprak yuzeyi uzerinde akışa geçmesi ve ayrıca yuksek intensiteli ilkbahar yağışları toprakların aşınmasına ve su kaynakları içerisine tasınmasına neden olmaktadır (Kırımhan, 1989).

Çalışma alanı, ulkemizin en buyuk yapay gollerinden Keban Baraj Golu'nun Uluova Bolgesi'dir. Golun en yoğun kullanılan bu bölgesi, Elazığ Kenti doğusundaki Uluova'nın devamıdır ve golun diğer kısımlarına oranla daha sığ bir yapıya sahiptir. Uluova'da sulu tarıma açılmış olan yaklaşık 11 670 ha alan için gerekli sulama suyu golun bu kısmından yapılan pompaj ile karşılanmakta olup drenaj suyunun alıcı ortamı ise yine bu bolgedir Yöredeki şeker fabrikası da ekilen alanlar ve bitki paterni uzerinde etkili olmaktadır. Tabii gubreler daha çok ısınma amaçlı değerlendirildiğinden, tarım alanlarında yoğun bir yapay gübre kullanımı söz konusudur.

Bu yuksek lisans çalısmasında amaç, Keban Baraj Golü Uluova Bolgesi'nin su toplama havzasından gelen bitki besin maddeleri ile yuklenmesinde, mevcut durumun tespiti ve gelecege yonelik tahminlerde bulunmaktır.

2. ÖTROFİKASYON

Otrofikasyon, doğal sularda özellikle göllerde bitki besin maddelerinin artışına bağlı olarak su kalitesi ve biyolojik verimliliğin olumsuz yönde değişmesi anlamına gelir. Otrofikasyon, doğal olarak gelişen bir olay olmakla beraber antropojen etkiler ile hızı artar. Doğal otrofikasyon yağmur suyu, çevre arazilerden gelen sular ve bitki polenlerinin göl ortamına taşınması gibi nedenlerden oluşmaktadır. Ancak otrofikasyon çoğunlukla insan faaliyetleri sonucu, örneğin; arazi kullanımı, kanalizasyon ve endüstriyel atıksuların göl ortamına ulaşması neticesinde görülür. Yaşlı göllerde doğal bir süreç olarak görülen otrofikasyon, insan faaliyetleri sonucu hızlanır (Ramalho, 1983).

Otrofikasyon olayı sulardaki besin zinciri ile ilgilidir. Besin maddelerinin ilk halkasında yer alan ve zooplanktonların besinini oluşturan alglerin gelişmeleri ve üremeleri için karbon, azot, fosfor ve iz elementlere ihtiyacı vardır (Hammer, 1986). Canlıların oldükten sonra ayrışmaları sonucunda sulara bu elementler geri verilir. Bu olgu biyolojik yaşamın devamını sağlar. Bitkisel üretim ve besin zincirinin normal dengesi, besin maddelerinin (P, N, C) miktarına bağlıdır. Bu maddelerin normalden fazla olması, dengeyi bozar ve zooplanktonlar tarafından tüketilmesi kolay olmayan mavi-yeşil alglerin gelişmesine yol açar (Muslu, 1985).

İlk bakışta bitki ve hayvan yönünden zengin gibi görülen otrofik göller balıkçılık açısından kullanım alanı olarak değerlendirilebilirse de zamanla bataklık haline gelebilir. Bunun sonucu göllerdeki varsa su alma yapıları zamanla tıkanır ve tam verimli çalışamazlar. Bu tür göllerin sahillerinde yaşayan insanlarda beyaz benekler halinde deri hastalıklarının görüldüğü de belirtilmektedir (Karpuzcu, 1988).

Ramalho'ya (1983) göre, oligotrofik göllerde besin maddesi ve fitoplankton verimliliği düşüktür. İnsan faaliyetleri sonucu göllere gelen besin maddeleri konsantrasyonu arttıkça, gölün doğal yaşlanma süreci hızlanır. Önce mezotrofik göller, daha sonra ise biyolojik verimliliği devamlı ve yüksek olan otrofik göller meydana gelir. Sonuçta göl, bataklığa dönüşür. Bu göllere ise distrof adı verilmektedir.

Hammer'e (1986) göre, otrofikasyona maruz kalan sular bulanık haldedir. Suda

yuzen alg kitleleri ruzgar ve dalga etkisi ile sahile tasınarak sıg sularda cururler. Bu çurume neticesinde kotu kokuların oluşması sonucu rekreasyon ve estetik kullanım uygunsuz hale gelir. Sahiller ve sıg korfezler koklu su bitkilerinin çok fazla uremesi sonucu otlarla dolar, ekonomik deger taşıyan su canlıları yaşayamazlar. Bunların yerini daha dayanıklı fakat ekonomik olmayan turler alır.

Bir su kitlesinin otrofikasyonu, halk tarafından alg buyumesinin gozlenmesi ve kullanımın uygunsuz hale gelmesi sonucu belirlenebilir. Ama gerçekte olay daha karmaşıktır. Genellikle bir su kitlesindeki otrofikasyon aşagıdaki olaylarla gozlenir (Uslu ve Türkman, 1987).

1. Su organizmaları ve bitki kütlesindeki artış (bu olay tür sayısında azalmayı beraberinde getirir).
2. Organizma tipinde değişim. (yeşil alglere ek olarak mavi-yeşil alg üremesi, Salmon balığı yerine ekonomik degeri daha az olan türlerin ortaya çıkması).
3. Suyun ışık geçirgenliğinin azalması ve renk artışı.
4. Gol derinligi boyunca oksijen gradyanı oluşumu ve gunluk oksijen konsantrasyonunda maksimum ve minimum değerler görülmesi.
5. Tabakalaşmanın oluştuğu donemlerde derin bolgelerde oksijen konsantrasyonunun azalması.
6. Çozunmuş azot ve fosfor konsantrasyonunda artış.

Güneş ısınlarının tesir ettiği epilimnion tabakasında gelişen algler oldükten sonra hipolimnion tabakasına doğru çökelirler. Bu bitkisel ve hayvansal organizmaların bakteriler tarafından ayrıştırılması, dip tabakalarda çozunmuş oksijen konsantrasyonunun azalmasına neden olur. Derinlerde çozünmüş oksijenin azalması ile demir ve mangan bileşikleri geri çozünur. Bunun yanısıra dibe çoken organik maddeler ayrışarak hidrojensülfür, metan ve karbondioksit gibi gazları açıga çıkarırlar.

Gollerde sıcaklığın artması sonucu bu olaylar hız kazanır. Çozünmüş oksijen miktarının azalmasına ve özellikle gece saatlerinde sularda çozünmüş karbondioksit konsantrasyonunun artmasına bagli olarak, alabalık gibi oksijen ihtiyacı fazla olan balıklar yok olma tehlikesi ile karşılaşırlar. Ayrıca sahilde büyük bitkiler çoğalır. Boylece dip kısımlara çöken organik maddeler, bu kısımların dolmasına neden olurlar. Bununla beraber göl tabanında zooplankton üremesi, organik maddenin parçalanması sonucu çozunmuş oksijenin tuketilmesi ile yavaşlar (Hammer, 1986).

Bataklık (distrof) goller, genellikle organik besin maddelerinin oldukça yuksek miktarda gole verilmesi sonucu, zamanla dolarak sığ duruma gelmiş göllerdir. Faydalanma olanakları çok az olan bu göllerin özellikleri şunlardır (Guner, 1987):

1. Derinlikleri daima az, gunluk sıcaklık değişimleri yüksektir.
2. Gölun dibinde suspanse organik madde boldur. Suyun rengi esmer, sarı veya bulanıktır.
3. Kalsiyum, azot ve fosfor bileşikleri son derece az olup, humuslu maddeler boldur.
4. Dip sularda çözünmuş oksijen hemen hemen hiç yoktur.
5. Buyuk su bitkileri, çevrede seyrektir.
6. Plankton tür sayısı bakımından çok azdır.
7. Golun dip makrofaunası çok fakirdir.
8. Mevcut balıklardaki üreme oranı çok düşuktur.

Yüzeysel sulara çeşitli kirletici kaynaklardan karışan azot ve fosfor miktarları hakkında literatürlerde farklı veriler bulunmaktadır. Yüzeysel sularda azot ve fosfor yükü nüfus yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Nüfus yoğunluğu artışına bağlı olarak kanalizasyon ve çeşitli kaynaklardan yuzeysel sulara karışan azot ve fosfor miktarları artmaktadır. Örneğin 100 nüfus/km^2 olan yerleşim yerinden yuzeysel sulara karışan azot ve fosfor yukleri 0.44 g-N / m^2, yıl ve 0.08 g-P/ m^2, yıl olarak belirtilmektedir (Tablo 2.1.).

Su kaynaklarında toplam azot ve fosfor yükleri suyun derinliğine bağlı olarak değişmektedir. Derinlik arttıkça tehlike arz eden azot ve fosfor yukleri artırılmaktadır. Örneğin 50 m derinlikte, normal yük 4,0 g-N / m^2, yıl ve 0,25 g-P / m^2, yıl olup, tehlikeli yuk 8.0 g-N / m^2, yıl ve 0,5 g-P / m^2, yıl kabul edilmektedir (Tablo 2.2.).

Gölun diğer özelliklerine bağlı olarak musade edilebilir azot ve fosfor yükleri golun kullanım amacına ve tabakalaşma durumuna bagli olarak degişmekte olup Tablo 2.3.'te sığ gollerde çeşitli kullanımlar için ve tabakalaşmış göllerde derinliğe bağlı olarak musade edilebilir azot ve fosfor yukleri belirtilmiştir. Turk Çevre Kanunu'na göre göller, göletler ve bataklıklar ile baraj hazneleri için ötrofikasyon sınır degerleri Tablo 2.4.'te ozetlenmiştir. Su Kirliliği Kontrol Yonetmeligi'nde çeşitli

kullanımlar için otrofikasyon sınır değerleri, 1 mg/l toplam azot ve 0.1 mg/l toplam fosfor olarak belirlenmiştir

Tablo 2.1. Yüzeysel Sulara Kanalizasyon ve Diğer Kaynaklardan Karışan Azot ve Fosfor Miktarları (Erençin ve Koksal, 1981)

Nufus yogunlugu Nufus / km^2	g / m^2.yıl Azot (N)	Fosfor (P)
50	0,22	0,04
100	0,44	0,08
150	0,66	0,12
200	0,88	0,16
300	1,32	0,24
500	2,20	0,40
1000	4,40	0,80
2500	11,00	2,00
5000	22,00	4,05

Tablo 2.2. Sularda Farklı Derinliklerde Toplam Azot ve Fosfor Yükleri (Uslu ve Turkman, 1987).

Derinlik (m)	Normal Yük (g/m^2,yıl) N	P	Tehlikeli yük (g/m^2,yıl) N	P
0,5	1,0	0,07	2,0	0,13
10	1,5	0,10	3,0	0,20
50	4,0	0,25	8,0	0,50
100	6,0	0,40	12,0	0,80
150	7,5	0,50	15,0	1,00
200	9,0	0,60	18,0	1,20

Tablo 2.3. Goller İçin Musade Edilebilir Azot ve Fosfor Yuku (Uslu ve Turkman, 1987)

Golun Özelliği	g-N/ m^2. yıl	g-P/ m^2. Yıl
Sığ goller (5 m Derinliğe kadar)		
Rekreasyon amacı ile kullanılan	1	0,07
Rekreasyon + yoğun balıkçılık	2	0,13
Yoğun balıkçılık	4,5	0,30
Tabakalaşmış goller		
10 m derinliğe kadar	1,5	0,10
50 m derinliğe kadar	4,0	0,25
100 m derinliğe kadar	6,0	0,40

Tablo 2.4. Göller, Goletler ve Bataklıklar İle Baraj Hazneleri İçin Ötrofikasyon Sınır Değerleri (Resmi gazete, 1988).

İstenen özellikler	Kullanım alanı	
	Doğal koruma alanı ve rakreasyon	Çeşitli kullanımlar için (doğal olarak tuzlu,sodalı ve acı goller dahil)
pH	6,5-8,5	6-10,5
KOİ (mg/l)	3	8
ÇO (mg/l)	7,5	5
AKM (mg/l)	5	15
Toplam koliform S. (EMS/ 100 ml)	1000	1000
Toplam azot (mg/l)	0,1	1
Toplam fosfor (mg/l)	0,005	0,1

2.1. Bitki Besin Maddeleri (P, N, C)

2.1.1. Fosfor (P)

Bitkilerin gelişmesi için optimal miktarlarda bulunması gerekli besin maddeleri, karbon, azot ve fosfordur. Karbon ve azot atmosfer gibi doğal mekanizmalar tarafından kazanılmaktadır. Liebig'in Minimum Yasası'na göre, göllerde sınırlayıcı element fosfordur. Yine deneysel çalışmalar, atmosferik karbondioksitin geniş fosfor konsantrasyon aralıklarında fitoplanktonların gelişimi için yeterli karbonu sağladığını göstermiştir (Uslu ve Türkman, 1987).

Hammer'a (1986) göre, göle fosfor girdisinde ani bir artış olduğu zaman, azot ve karbon yönünden bir kısıtlama varmış gibi görünürse de uzun vadede bu eksiklikler giderilerek, fosfor konsantrasyonu ile orantılı bir fitoplankton büyümesi gerçekleşmektedir. Büyüme, sudaki birbirleriyle bağlantılı pek çok fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçleri içermektedir. Bazı gözlemler N/P oranına bağlı olarak alg türlerinde de değişim olduğunu ortaya koymuştur. Düşük N/P oranında mavi-yeşil alglerin çoğaldığı, fosfor kontrolü yapılması durumunda gözlenen N/P oranlarında ise azot bağlayan mavi-yeşil alglerin, daha az olumsuz etki yapan türlere doğru kayma olduğu belirtilmiştir.

Allen ve Kramer,e (1972) göre, alglerin büyümesinde etkili olan fosfor :

% 76 Tarımsal alanlarda yapılan gübrelemelerden,
% 7 deterjanlardan,
% 3 kaplamacılık ve cilalardan,
% 3 hayvan atıklarından ve
% 11 diğer kullanımlardan kaynaklanmaktadır.

Fosfor doğada, bitki ve özellikle hayvanların govde yapısında (hücre ve dokular) bulunan önemli bir elementtir. Su ekosistemindeki fosfor ise biyokimyasal ve kimyasal dengenin anahtar elemanlarından biridir. Sularda fosfor çeşitli fosfor bileşikleri şeklinde bulunur ve gerek doğal su ortamında gerekse atıksu ortamında gerçeklesen pek çok reaksiyona girer. Göl sularında bulunan fosforun büyük bir kısmı (%90) organik fosfor olarak canlıların hücre yapısında ve ölu organik maddeler içerisinde bulunur. Kirlenmış doğal göllerde toplam fosfor

konsantrasyonu 1 mikrogram P / l kadardır. Dağlık kesimlerdeki göllerde fosfor konsantrasyonu genellikle düşüktür Buna karşın bataklık ve humusca zengin göllerde ise fosfor konsantrasyonu yuksektir (Wetzel. 1975). Tablo 2.5. te çeşitli karakterdeki degişik göllerde toplam fosfor yoğunluğu özetlenmiştir.

Tablo 2.5. Göllerin Verimliliği İle Toplam Fosfor Konsantrasyonu İlişkisi (Wetzel, 1975).

Gölün karakteri	Toplam fosfor (ort.)
	Mikrogram-P/l
Ultra-oligotrofik	< 5
Oligo-mezotrofik	5 - 10
Mezo-ötrofik	10 - 30
Ötrofik	30 -100
Hiper ötrofik	>100

Ölen canlı materyallerin çökelmesi sonucu, gölün derin kısımlarına ulaşan her fosfor atomunun ayrışması için, 276 oksijen atomu gerekir.

$$106\,CO_2 + 16\,NO^-_3 + HPO_4^- + 122\,H_2O + 18H^+ + (\text{iz elementler , enerji}) \xrightarrow{F} \xleftarrow{S}$$

$$C_{106}H_{263}O_{110}N_{16}P + 138\,O_2$$

Boylece hipolimnionda bir oksijen harcanması oluşur. Bir golde tolere edilebilecek fosfor yuku, hipolimnetik oksijen tuketimine bağlıdır.

Sulama amacıyla tarımsal alanlara verilen fosfor yuku toprağın tutma kapasitesinin altındadır. Sıvı atıklardaki fosforun yaklaşık % 20 si bitkiler tarafından kullanılır, geri kalan kısmı ise toprakta tutulur. Toprağın fosfor tutma kapasitesi laboratuvar testleri ile tayin edilir. 23450 kg/ha-yıl'lık bir yuk altında, toprak içinde 61 m'lik sızma sonunda fosfor miktarında onemli azalmaların elde edildiği belirtilmektedir (Bouwer, 1970).

Gol suyundaki fosfor ve çozunmuş oksijen konsantrasyonları, birbirleriyle yakından ilgilidir Gölde anaerobik şartlar hakim olduğunda su-sediment ara kesitinde indirgen kosullar oluşur ve sedimentte depolanmış olan fosfor serbest hale geçer (Marsden, 1989).

Bentik fosfor döngüsünde, sediment ile su arasındaki fosfor alışverişi sürekli bir denge halindedir. Bu dongu (fosforun sedimentten suya geçişi ile yeniden sedimente dönmesi) fizikokimyasal ve metabolik etkiler altında gerçekleşir. Sediment, gol suyuna kıyasla daha fazla fosfor taşıyabilir. Bu dolaşımda ; sedimentin fosforu belirli bir süre tutabilmesi , göl suyunun durumu ve sediment içinde yaşayan canlılar önemli etkenlerdir. Fosforun sediment içinde dağılışında bakterilerin, mantarların, planktonların ve çeşitli omurgasızların etkisi olmakla beraber tabanda yasayan balıkların da etkileri vardır (Erençin ve Koksal, 1981).

Fosfatın, tarımda, endustride ve evlerdeki kullanımı son bir kaç yılda hızlı bir artış göstermiştir. Fosforun karadan denize doğru akışındaki artış, nehir ve gollerdeki fosfor konsatrasyonunun artmasıyla sonuçlanmıstır. Fosfatın, sediment ile sudaki dağılımı göldeki üretim ile yakından ilgilidir.

Yüzeysel suların tortularında, ötrofik göl ve körfezlerin dip kısımlarında oldukça fazla miktarlarda fosfat bulunmaktadır. Organik fosfor, kalsiyum, alüminyum ve demir bileşikleri ile fosfatın doğrudan çökelmesi veya tortular ile kimyasal reaksiyonu sonucu oluşabilir. Killer de fosfat taşıyıcı olarak davranabilirler.

Besin maddesi olarak 1 mg fosfor, 100 mg alg biyokütlesinin üretimine neden olmaktadır. Bu biyokutlenin derin katmanlara çokelmesinden sonra ise mineralizasyonu için yaklaşık 140 mg/l çözünmüş oksijen gerekmektedir (Topkaya ve Tumen, 1987).

Bir drenaj alanından yüzeysel sulara verilen fosfor miktarı:

a. Yoredeki nufus yogunluguna,
b Tarımsal gübreleme yontemleri ve gübreleme sıklığına.
c. Hayvancılıga.
d Bitki örtüsüne.
e. Toprağın yapısına.

f. Atıksu toplama ve tasfiye sistemlerine, bağlıdır.

Kişi başına dışkı ve idrarla yaklaşık 1,5 g-P/gun fosfor atımı olduğu belirtilmektedir. Temizlik işlerinde kullanılan ve alıcı su ortamına atıklarla ulaşan deterjanlar da fosfor konsantrasyonunu etkiler. Amerika Birleşik Devletleri gibi endüstrileşmiş ülkelerde kentsel atıksulardan gelen fosfor miktarı 3 g-P/ gün' dür (Uslu ve Türkman,1987).

2.1.2. Azot (N)

Yüzeysel sulara, çeşitli organik ve anorganik azot bileşikleri yağışlar, kanalizasyonlar ve tarımsal alanların drenajı ile katılırlar. Bunun yanında yuzeysel su ortamında önemli ölçüde moleküler azot bağlanması söz konusudur. Mavi-yeşil algler, molekuler azotu bağlayabilen en onemli organizmalardır. Yine bu su kaynaklarının sedimentlerinde anaerobik olarak yaşayan Clostridium turleri de molekuler azotu baglayabilirler.

Ötrofik ortamlarda su sutunu içindeki ayrı bolgeler değişik reaksiyonları içerirler. özellikle stabil yaz tabakalaşmasının olduğu durumlarda epilimnion nitrifikasyon için uygun bir ortam oluştururken, hipolimnionda denitrifikasyon süreçleri yer alır. Sulardaki amonyum, iyon halindeki amonyum veya amonyum hidroksit olarak bulunur. Amonyum hidroksit balıklar için çok zehirlidir. Bu iki amonyum oranı pH ve sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık ve pH'nın yanısıra kemolitotrof nitrifikasyon bakterilerinin mineral ve iz element (organik karbon, fosfat, kalsiyum, mağnezyum, molibden) gereksinimleri de önemli rol oynar. Öte yandan bazı organik kukurt bileşikleri, klorlu karbon bileşikleri, aminler ve fenoller nitrifikasyonu engelleyici maddelerdir (Wetzel, 1975)

Su ortamına karışan azot bileşikleri doğal ve antropojen kökenli olabilir Su toplama havzasının ozelliklerine gore suların azotla yuklenmesi çeşitli farklılıkları doğurur. Bu farklılaşmalara rağmen günümüzde antropojen kaynaklar doğal kaynaklara oranla cok daha fazla onem tasımaktadır. Sulara gelen dogal azot yuku mikroorganizmaların bağladıkları azot, yağışların getirdikleri azot bileşikleri, yuzey akış veya yeraltı suyu akışı ile gelen azot bileşiklerinden olusmaktadır Antropojen etkiler ile uzak bölgelerden gelen yağmur sularının getirdiği azot yukleri literaturde 0.2 g/m^3 toplam azot (Isveç'te), 0.8 g/m^3 toplam azot (Sierra

Nevada ve ABD'de) olarak belirtilmektedir (Uslu ve Turkman, 1987).

Endüstrileşme ve kentleşmenin yoğun olduğu bölgelerde yağmur sularındaki azot miktarının 1,5 g/m^3 e ulaştığı gözlenmiştir. Antropojen azot yüklerinin belirlenmesinde kaynaklar, noktasal ve dağınık olarak iki kısımda incelenmektedir.

Noktasal kaynakların en önemli kısmını kentsel atıksu tasfiye tesislerinin çıkış suyu oluşturur. Bu tesislere gelen atıksu, yağışsız kuru havada yaklaşık 40-80 g-N/ m^3 içerir. Bu azotun yaklaşık % 50-60 ı amonyum azotu şeklindedir. Kişi başına ise atıksu katkısının günde 8-15 g-N/ kişi olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu atıksularda bulunan organik ve inorganik azot bileşiklerinin üre ve proteinden oluştuğu bilinmektedir. Kentsel atıksuların yanısıra bazı endüstri kuruluşları da noktasal azot yükü kaynaklarını oluşturur. Bunların en önemlileri, koklaştırma tesisleri, yapay gübre ve nitroselüloz fabrikaları, kimyasal endüstriler, yoğun hayvancılık tesisleri, bira fabrikaları, süt endüstrileri ve mezbahalardır.

Dağınık kaynakların en önemlilerinden biri tarımsal arazilerdir. Toprakta nitrat iyonları daha güç tutulur. Bu nedenle bu iyonlar drenaj suları ile yıkanır ve taşınır. Nitrat iyonları, genelde gübreleme ve organik maddelerin mineralizasyonu ile ortaya çıkar. İster doğal ister yapay gübre kullanılsın, organik maddeler ve gübrelemeden dolayı tarımsal kaynaklı azot yükünün kısıtlanması mümkün değildir.

Gelişmiş ülkelerde uygulanan tasfiye tesislerinde bile tam bir nitrifikasyon uygulanmadığı için bu sularda bulunan amonyak, alıcı ortamda önemli ölçüde oksijen tüketimine neden olmaktadır. Tasfiye tesislerinin çamur yükü yüksek ise, yüksek konsantrasyonlarda amonyak içerir. Organik maddenin heterotrof organizmalar tarafından parçalanması yoğun bir bakteri faaliyetini gerektirir. Buna karşın nitrifikasyon olayı çok daha yavaş cereyan eder. Nitrifikasyon bakterileri, organik maddeyi parçalayan heterotrof bakterilerin baskın olduğu ortamlarda etkili olmaktadır Yüzeysel sulara verilen organik azot, amonyak ve nitrit biyolojik süreçler ile nitrat şekline dönüşebilmektedir. Bu reaksiyonlarda tüketilen oksijen önemli boyutlara ulaşmaktadır (4,57 g O_2).

Yüzeysel sularda bulunan azot bileşikleri içinde hidrotoksikolojik açıdan en önemlileri amonyak ve nitrittir. Amonyum iyonu su canlıları için önemli ölçüde toksik değildir Buna karşın serbest amonyak düşük konsantrasyonlarda bile zehirleyici (toksik) etki yapar. Amonyum / amonyak oranı, pH değerine ve sıcaklığa

bağlı olduğundan özellikle yaz aylarında ve 8,5 den yüksek pH değerlerinde amonyak yüzdesi ve buna bağlı olarak toksik etkisi hızlı bir şekilde artar. Böylece atıksulardaki amonyak su canlıları için zararlı duruma gelebilir. Bu durumdan en çok balıklar etkilenir. Tipik bir değer olarak alabalıklar için 24 saatlik LC_{50} değeri 0,39-0,57 g NH_3-N/m^3 tür. Uygulamada amonyağın toksik etkisinin, sıcaklık artışı, oksijen noksanlığı ve diğer toksik maddelerin artması ile daha da artacağından dikkat edilmelidir. Bu yüzden balıkçılık yapılan sularda amonyak için tolerans sınırı 0,1 g NH_3-N/m^3 olarak saptanmıştır (Uslu ve Türkman, 1987). Hazırlanmakta olan Avrupa Topluluğu Standartları'na göre bu sınır 0,0025 g-NH_3-N/m^3 değerine düşebilecektir.

Amonyum ve nitrata oranla, nitrit yüzeysel sularda daha düşük konsantrasyonlarda bulunur. Bunun nedeni nitritin ortama gore gerçekleşen indirgenme ve yükseltgenme reaksiyonlarının bir ara ürünü olmasıdır. Böylece nitrit ya oksitlenerek nitrata veya indirgenerek amonyaga dönüşmektedir. Ancak yeterli derecede nitrifikasyona uğramış atıksuların ortama verilmesi halinde bu ortamlarda çok yüksek nitrit degerine rastlamak mumkundur. Boyle durumlarda sudaki canlılar için ek toksik etkiler görülmektedir. Alabalıklar için 24 saatlik LC_{50} değeri 0,55 g NH_3-N/m^3 olarak verilmektedir. Amonyaga benzer şekilde nitrit de yumuşakçalara ve alglere daha az toksik etki yaparlar (Uslu ve Türkman, 1987).

2.1.3. Karbon (C)

Atmosferdeki karbondioksit ile sudaki karbondioksit denge halindedir. Tum üretilen organik maddeler, solunum ve ayrışma sonucu karbondioksite çevrilmezler. Organik maddelerin uzun sure ayrışmadan kalması sonucu petrol, kömür ve linyit oluşmuştur (Berkes ve Kışlalıoğlu, 1990).

Atmosferik karbondioksit , suda çözünmüş karbondioksit ile bikarbonat ve kalsiyum karbonat arasındaki denge önemlidir. Suda, sedimentte ve canlılarda bulunan karbon ve çevrimi, canlı hayatın önemli özelliğidir. Gaz veya çözünmüş haldeki karbondioksit veya çozeltideki bikarbonat halindeki karbon, fotosentez sırasında kullanılır. Çözeltideki bikarbonat ile denge halindeki bikarbonat, çozeltideki veya gaz halindeki karbondioksite gore çok daha zengindir (% 0.7). Fotosentez ile üretilen maddelerin izotopik bileşimi kullanılan karbon kaynağına

gore degişir(Aydın ve Baykurt, 1987).

Wetzel'e (1975) göre, tatlı su sisteminde görülen inorganik karbon, genellikle karbonik asit ($H_2CO^-_3$)'ten bir denge ürünü olarak meydana gelir. Karbon ikinci derecede organik bileşiklerde eriyik veya kalıntı parçacıklar halinde (detrital), ayrıca biyota karbonu olarak gorulur. Sularda inorganik karbonun denge reaksiyonları ve toplam karbondioksit türlerinin (Toplam CO_2 = CO_2+HCO_3^-+ $CO_3^=$) dagılımı geniş olarak incelenmiş ise de bu oldukça karmaşık bir sistem oluşturmaktadır. Bikarbonat içeren sularda atmosferik karbondioksit eriyik halde bulunur. Bunun ilk birleşeceği element kalsiyumdur. İnorganik karbonun pH 8,5 değerinde ayrışması sonucu tatlı sularda :

a. Serbest karbondioksit (CO_2),

b. Bikarbanat, karbonik asit ve karbonat (HCO^-_3, H_2CO_3, $CO_3^=$),

c. Ayrışmış kalsiyum bikarbonat (Ca^+, HCO^-_3, $CO_3^=$),

d. Karbonik asitin ayrışması ile hidroksit iyonları (OH^-) oluşur.

Sudaki karbondioksitin ayrışarak, serbest kalsiyum ile birleşmesi sonucu hayvan kabukları ve bitkiler üzerinde kireçten bir tabaka oluşur. Yaz tabakalaşması esnasında gol zemininde daha fazla kireç birikimi olur. Golun üst tabakasında su sıcaklığı yuksektir ve fazla karbondioksit bulunmamaktadır. Epilimnionda teşekkul eden kalsiyum karbonat, olu organizmalar ile birlikte dibe çoker. Daha sonra kalsiyum bikarbonat haline donuşur. Bu da suyun pH' sının tahmininde önemli rol oynar. Sularda pH değeri karbondioksite bağlıdır. Kalsiyum bikarbonat da suda tampon görevi görerek suyun asit ve baz durumunu ayarlar (Güner, 1985).

3. KEBAN BARAJI VE BARAJ GÖLÜ

Keban Baraj Gölü, Elazığ Kent Merkezi'nin 45 km kuzeybatısında, Keban İlçesi civarında yer almaktadır. Baraj yeri Karasu ve Murat nehirlerinin birleşme yerinden 10 km kadar aşagıda bulunmakta, göl sahası Elazığ, Erzincan, Tunceli, Sivas ve Malatya sınırları içerisinde yer almaktadır. Keban Barajı, Fırat Nehri uzerinde inşaa edilen ilk baraj olup mansabında Ataturk ve Karakaya Barajları bulunmaktadır (DSİ, 1971).

Temelden 211 m. yukseklikteki Keban Barajı, 30,6 x10^9 m^3' luk göl hacmi ile dunyadaki barajların içerisinde 21. sırayı almaktadır (Yıldız, 1984).

Sulama, taşkın ve enerji amaçlı inşaa edilen ve 1974 yılında işletmeye giren barajın govdesi, merkezi kil ve beton çekirdekli sıkıştırılmış kaya dolgu tipindedir. Baraj kret kodu 848 m dir (DSİ.1971).

Baraj Gölü Karakteristikleri:	Minimum	Normal	Maksimum
İşletme Kodu (m)	795	835	845
Gol Hacmi (m^3)	8,7 x 10^9	24,7 x 10^9	31,0 x 10^9
Gol Alanı (ha)	24670	58250	68731,8

3.1. Drenaj Alanı ve Akarsular

Keban Baraj Golu'nun beslenme kaynağını, Fırat Nehri ve buna karışan irili ufaklı birçok akarsu teşkil etmektedir. Keban Barajı, Turkiye sınırları içerisindeki yuzolcumu 121 000 km^2 olan Fırat Nehri havzasının bir unitesidir (Şekil 3.1.). Fırat Nehri'nin Keban mevkiindeki drenaj alanı 64 100 km^2'dir. Bir başka deyişle Keban Baraj Golu'nde toplanan su, ortalama boyu 425 km ve eni 150 km olan bir alandan temin edilmektedir (Yıldız, 1984).

Fırat Nehri Doğu Anadolu'nun hatta Turkiye'nin en onemli nehirlerinden biridir. Fırat Nehri'nin ortalama debisi 635 m^3/sn olup, bu deger yıllık toplam 20.1x 10^9 m^3 luk suya karşılık gelmektedir. Fırat Nehri yılın muhtelif zamanlarında

farklılık gosteren bir akım duzenine sahiptir. Nehrin 1 yıl içerisinde getirdigi suyun % 70 i karların erime mevsimi olan Mart-Haziran ayları arasında geçer. Nisan ve Mayıs ayları ise yılda azami su miktarının geçtiği iki aydır. Son 30 yıl içerisinde en az feyezan 1961 yılında 1190 m^3/sn en fazla ise 10. 04. 1980 tarihinde 8416 m^3/sn olarak kaydedilmiştir. Minimum debi ise 145 m^3/sn' dir (Yıldız, 1984).

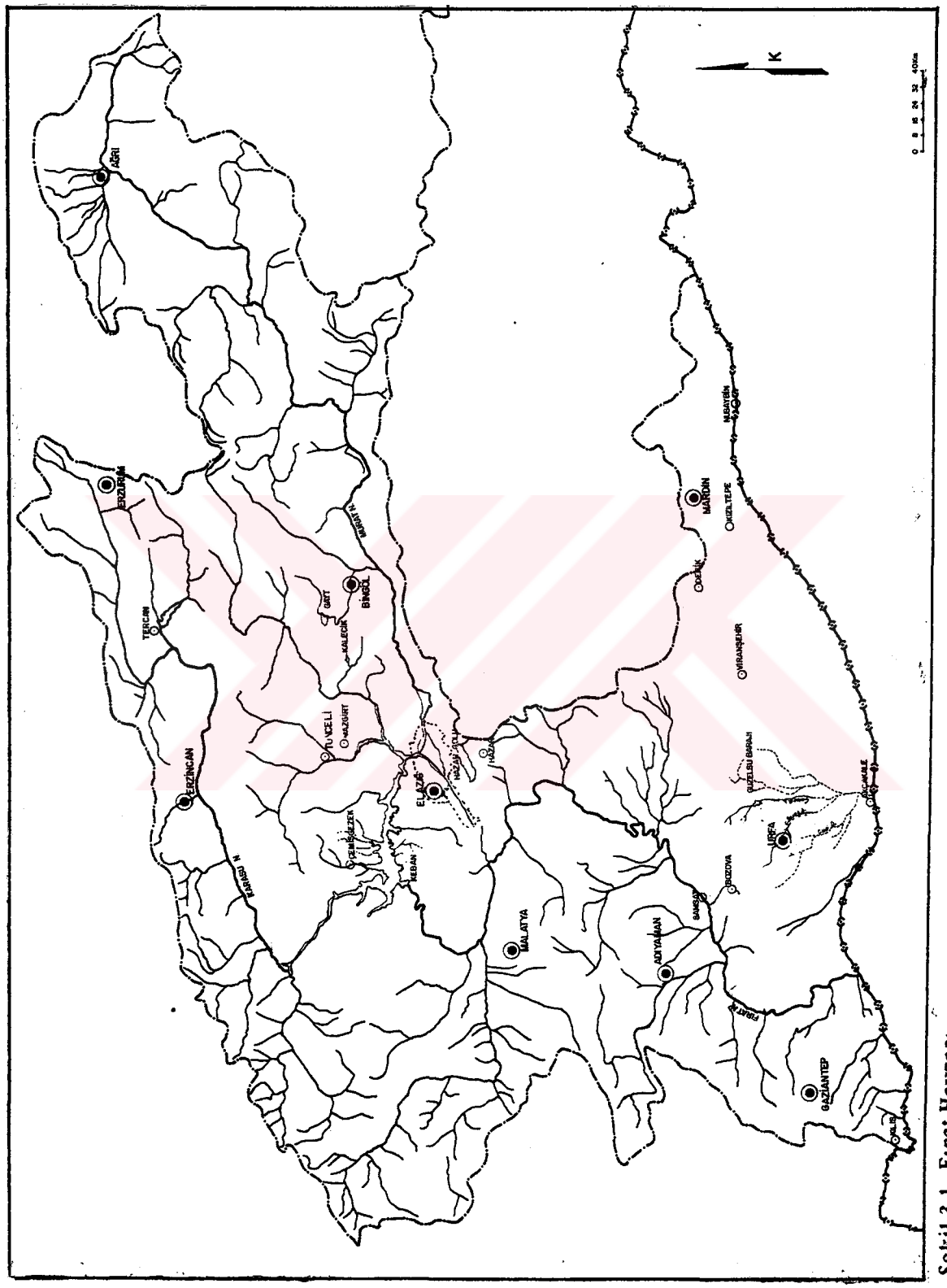
Fırat Nehri, Keban Baraj Golu'nun 10 km kadar yukarısında Murat ve Karasu Nehirlerinin birleşmesiyle meydana gelir. Birleşme yerine kadar Murat Nehri'nin uzunlugu 670 km, Karasu' nun uzunlugu ise 510 km' dir.

Murat Nehri Ağrı dağı eteklerinden doğar ve baraj golunun Guluşgur bolgesi olarak tanımlanan Guluşgur Köprusu'nun 5 km kadar yukarısında baraj golüne ulaşır (Şekil 3.1.). Murat Nehri, Fırat Nehri'nin 2/3 suyunu taşımakta ve Karasu Nehri'nden iki misli buyuklukte su toplama havzasına sahip bulunmaktadır (42000 km^2).

Karasu Nehri ise, Dumlu dağı eteklerinden doğar. Erzincan ovasını geçerek, Çaltı boğazından Çaltı Suyu'nu alır. Kemaliye ilçesinin 2-3 km kadar yukarısında baraj golüne intikal eden Karasu, Fırat Nehri'nin 1/3 suyunu karşılamaktadır.

Bunlardan başka Keban Baraj golu'ne birçok irili ufaklı akarsuyun intikal etmesine rağmen, bunlardan en önemlileri Munzur ve Peri Sularıdır. Munzur suyu Tunceli İli, Ovacık İlçesi'nin 18 km kadar batısından çıkar ve Tunceli İli önunde Pulumur Çayı ile birleşerek 12 km kadar aşağıda baraj golüne karışmaktadır.

Peri Çayı ise Bingol Ili, Kigı İlçesi'nin doğusundan çıkıp, Peri Nahiyesi'nin 4-5 km. yukarısında baraj golüne intikal etmektedir (Yıldız, 1984).



Şekil 3.1. Fırat Havzası.

3.2. Elazığ Uluova Pompaj Sulaması

Keban Baraj Golü Uluova bölgesinde en önemli proje DSİ tarafından yapılmakta olan Uluova Pompaj Sulaması Projesi'dir. Bu proje ile Elazığ ili sınırları dahilinde 11670 ha burut arazi sulanacaktır. Keban Baraj Golunden, Eyupbagları mevkiinde pompajla alınacak 6,12 m^3/sn debi, 831,65 kodundan 900 koduna terfi edilerek Hozetek köyü civarında Hazar Golunden cazibe ile alınacak 2,2m^3/sn su ile takviye edilip ikinci kez 950 ve 990 kodlarına terfi edilerek toplam 11 670 ha arazinin sulaması saglanacaktır. Bu proje kapsamında iki adet pompa istasyonu, dört adet 9581 m uzunluğunda ana kanal ve bu ana kanallardan ayrılan 252 000 m yedek ve tersiyer kanalet ağından oluşan şebeke bulunmaktadır.

Eyupbagları Pompa İstasyonu, Elazıg - Bingol karayolunun 27. km sinde ve Eyüpbagları mevkiinde bulunmaktadır. Suyunu Keban Barajı gölünden (831,65 kodundan) almaktadır ve iki ana kanal başlangıçlarına terfi etmektedir (DSİ, 1978).

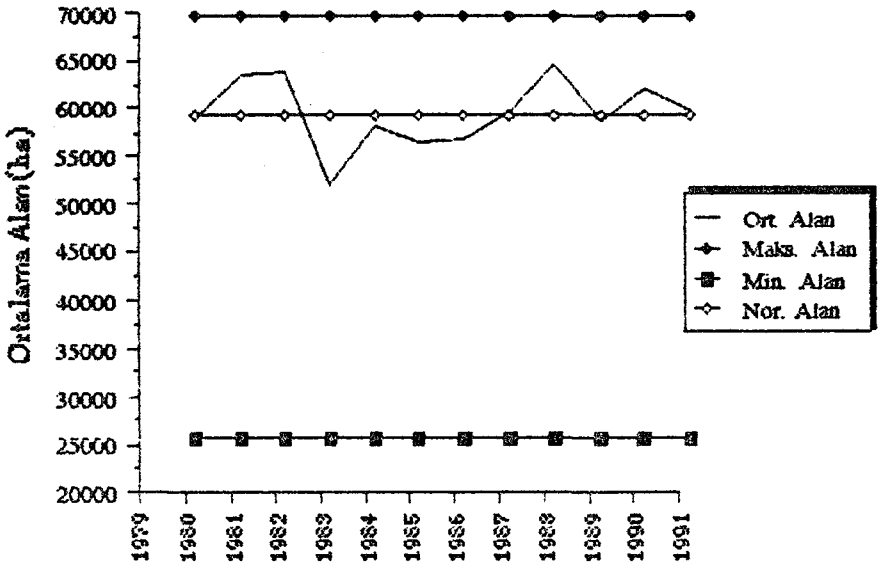
Baraj golunden, pompajla çekilen çekilen ortalama 52 x 10^6 m^3/yıl sulama suyunun deşarj edildiği yer Keban Baraj Golü'dur. Ozellikle bu alanlarda pamuk, şekerpancarı ve benzeri bitkilerin yetiştirilmesi, gübreleme sıklığının artmasına da neden olmaktadır.

3.3. Su Dengesi ve Baraj İşletmesi

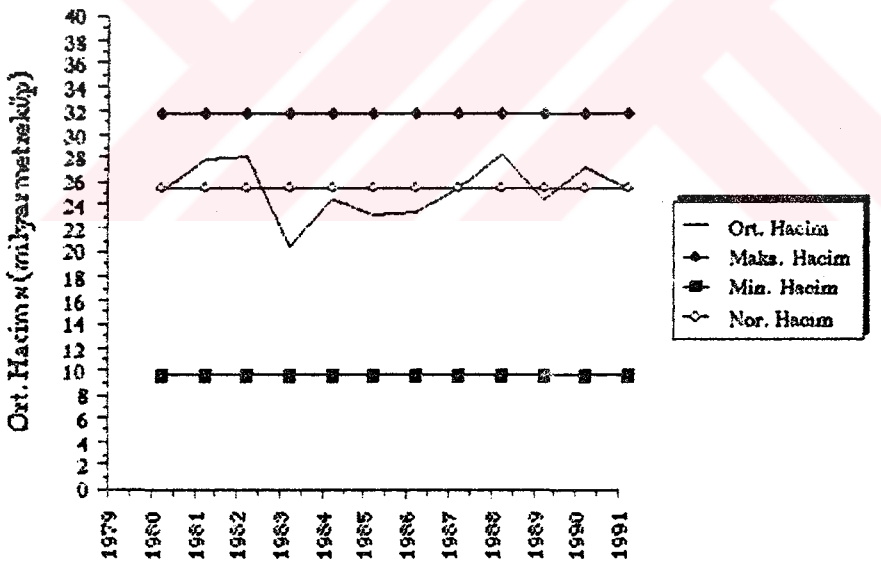
Keban Barajı'nın işletmeye açıldığı 1974 yılından, günumüze kadar her yıl DSİ IX. Bolge Müdürlüğü tarafından kod, hacım, alan, rezervuara giren ve rezervuardan çıkan akım ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca Keban ve Elazıg Meteoroloji İstasyonları'ndan edinilen bilgilerle yıllık ortalama yağış ve buharlaşma değerleri saptanarak göl alanına düşen yağış ve göl yüzeyinden buharlaşma değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3.1. ve Şekil 3.2.-3.6.). Baraj gölünde 1980-1991 yılları arasında ölçülen 12 yıllık değerlerin ortalaması alındığında, baraj gölune ulaşan akarsular tarafından ortalama 21,2 milyar m^3 su girişi olmaktadır. Bu suyun ortalama 17 milyar m^3 u enerji amacıyla kulanılmakta, yaklaşık 40 milyon m^3 u ise buharlaşmaktadır. Bunun yanında baraj gölünden Uluova pompa ıstasyonunca yaklaşık olarak ortalama 52 x10^6 m^3 su çekilmektedir. Baraj gölünde tespit edilen ortalama kod 834.16 m, Ortalama alan 58513.49 ha ve ortalama hacim 24,5 milyar m^3 tur (DSİ ,1991).

Tablo 3.1. Keban Baraj Golunde Yıllara Gore Ortalama Hidrolojik Veriler (DSI, 1992).

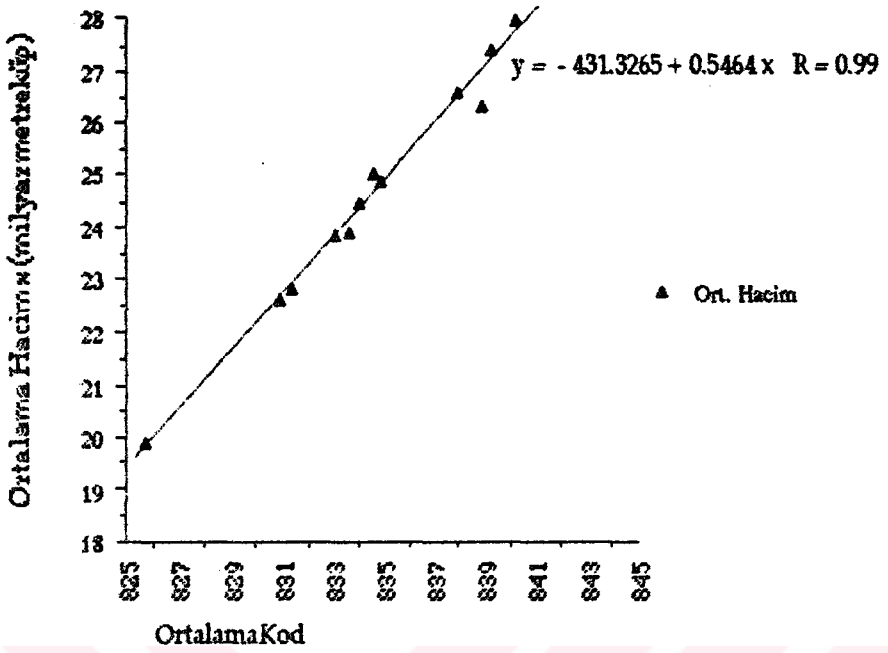
Yıllar	Ortalama Kod m	Ortalama Alan km^2	Ortalama Hacim x 10^9 m^3	Ort. Rezerv. Giren Su x 10^9 m^3	Ort. Türbin Çıkış Suyu x10^9 m^3	Ortalama Buharlaşma x 10^6 m^3
1980	833,61	580,35	24,26	24,49	14,97	38,42
1981	838,49	622,77	27,09	20,17	14,38	38,24
1982	838,90	626,34	27,21	21,79	21,62	38,01
1983	825,42	509,15	19,66	12,99	17,12	30,75
1984	832,72	572,61	23,67	19,47	15,03	36,36
1985	830,53	553,57	22,40	14,06	14,95	39,25
1986	830,97	557,40	22,59	14,50	13,77	55,84
1987	834,17	585,22	24,80	27,26	14,48	38,33
1988	839,79	634,07	27,72	36,49	22,10	42,61
1989	833,27	577,39	23,71	-	-	45,73
1990	837,57	614,78	26,39	-	-	44,14
1991	834,48	587,92	24,66	-	-	40,74
Ortalama	834,16	585,13	24,51	21,25	16,71	39,03



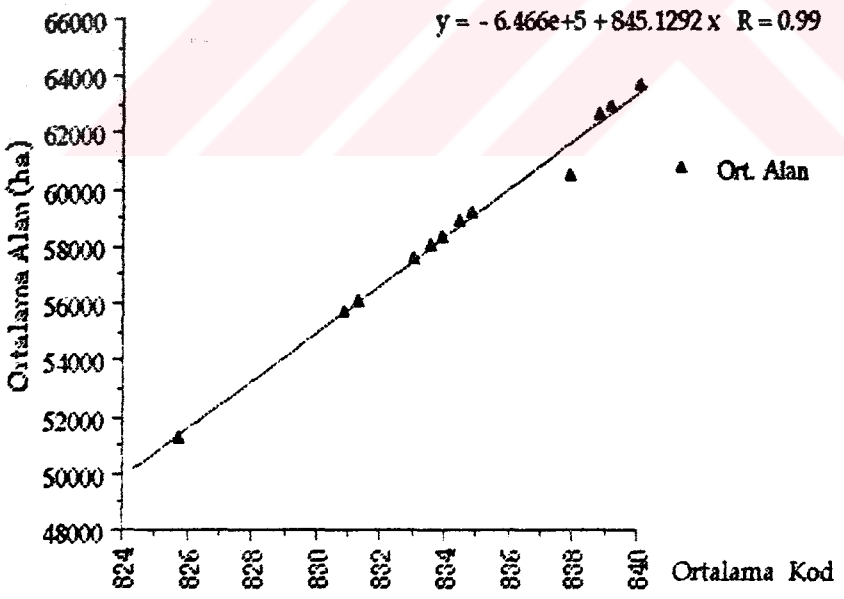
Şekil 3.2. Keban Baraj Golü'nde Yıllara Göre Ortalama Alan.



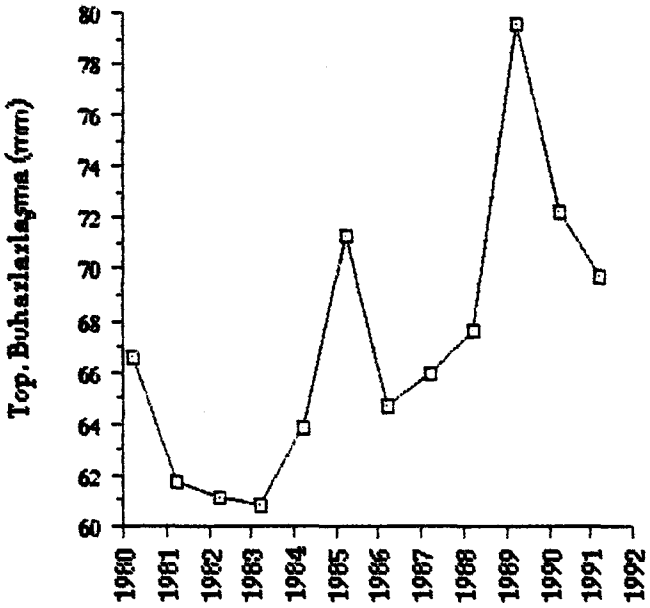
Şekil 3.3. Keban Baraj Golü'nde Yıllara Göre Ortalama Hacim.



Şekil 3.4. Keban Baraj Gölü'nde Ortalama Kod- Hacim İlişkisi.



Şekil 3.5. Keban Baraj Gölü'nde Ortalama Kod-Alan İlişkisi.



Şekil 3.6. Keban Baraj Gölünde Toplam Buharlaşmanın Yıllara Göre Değişimi.

Keban Baraj Gölü'nde ortalama hacimin, ortalama gölden çıkan su miktarına bölünmesi sonucu hidrolojik yenilenme süresi hesaplanmıştır (Tablo 3.2.).

Tablo 3.2. Yıllara Göre Hidrolojik Yenilenme Süresi (Tw).

Yıllar	Tw (yıl)
1980	1,48
1981	1,63
1982	1,13
1983	1,02
1984	1,34
1985	1,36
1986	1,39
1987	1,27
1988	1,04
Ortalama	1,29

4. KEBAN BARAJ GÖLÜ'NDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Keban Baraj Gölü ile ilgili ilk çalışma DSI tarafından yapılan, Keban Baraj Gölu Limnolojik Etud Raporu'dur. 1976-1982 yılları arasında gölde herhangi bir kirlenmenin varlığı saptanamamıştır. Ancak rezervuar kıyı şeridinde bazı endustriyel kuruluslar ile yerleşim yerlerinin sebep oldugu kirlilik gundeme getirilmiştir (DSI, 1982)

Keban Baraj Gölu'nun kirletici kaynakları uzerinde yapılan bir araştırmada, ozellikle Şeker ve Sut Fabrikası artıklarının golun biyolojik oksijen istemini artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca göl çevresindeki sanayi tesislerinin artıkları ile gole, demir, krom, kurşun, bakır ve çinko gibi ağır metallerin karışabileceği ileri sürülmuştur (Ekiz ve Ark.,1985).

Keban Baraj Gölü ova kısmı yüzey sularının incelendiği bir araştırmada, su kalitesinin su urunleri yonunden nispeten uygun olduğu belirtilerek, fosfor konsantrasyonu açısından kirlenmenin başlangıç safhasında olduğu ifade edilmiştir (Duman,1988).

Ekiz'e (1988) gore, Keban Baraj Golune verilen kanalizasyon atıksuları, mezbaa, şeker fabrikasından gelen atıklar ve kuru derelerdeki kentsel yerleşme yerlerinden gelen atıklar kirlenme yaratabilecek duzeydedir. Ayrıca havzadaki tarımsal amaçlı pestisit kullanımı ile hayvansal atıklar kirlenme kaynağı olarak sayılabilirler. Havza içerisindeki endustriyel tesislerin atık ve artıkları, uretim için hammadde temini ile ilgili faaliyetler golun kirlenmesine sebep olabilecektir. Halen Keban Baraj Golu kıyısında çeşitli endustriyel kuruluşlar mevcuttur. Baraj Golu havzasındaki yağışlar, ormanların yokedilmesi, yanlış tarımsal uygulamalar sebebiyle meydana gelebilecek erozyon, golu etkileyebilecektir. Havzadaki madensel yatakların erozyonu ve taşınması yoluyla da gölde kirlenme olabilir. Yine, Baraj golunu 5 ayrı bolgeye ayırarak çeşitli parametreler açısından inceleyen Ekiz ve Ark. (1988), ortalama en yuksek deger bazında baraj suyundaki $O\text{-}PO_4$, kurşun ve toplam krom degerlerinin yer yer içme ve kullanma suyu için Su Kirliligi Kontrolu Yonetmeliği'nde belirtilen sınırları aştığını belirtmişlerdir Bu yuksek değerlere sehirsel atıkların yanısıra, diger endustriyel kuruluşların atıklarının da yol actığı

dusunulmektedir.

Pehlivan (1988), tarafından yapılan bir çalışmada Keban Baraj Gölü'nden alınan bir numunede toplam bakteri sayısı 55300/ml olarak bulunmuş olup koliform bakteri için en muhtemel sayının 2400/ml'den fazla oldugu açıklanmıştır. Pehlivan ve Ark. (1988) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise LAB içeren sıvı krem ve toz deterjanların baraj suyundaki parçalanma hızları incelenmiştir. Bu çalışmaya gore extrakte edilen aktif maddenin surekli havalandırmalı , 20 °C lik ortamdaki biyolojik parçalanma oranı başlangıç derişimine bağlı olarak 2 gunde % 30-40, 4 gunde % 45-50 ve 20 günde % 80-90 arasındaki değere ulaşmaktadır

Evsel atıksu tasfiye tesisi tasarımında laboratuvar donelerinin kullanıldığı bir araştırmada alıcı ortam standartları goz onune alınarak atıksu tasfiye tesislerinin projelendirilmesine çalışılmıştır. Söz konusu çalışmada tasfiye tesisleri planlanırken alıcı ortama verilecek organik madde ve fosforun çeşitli tasfiye kademelerindeki geri tutulma oranları laboratuvar çalışmaları ile tespit edilmiştir. Buna gore Elazığ Kenti evsel atıksu tasfiye tesisine kimyasal tasfiye kademesi eklenerek göle karışan fosfor konsantrasyonunun müsade edilebilir değerlere indirilmesi gerekmektedir (Topkaya ve Tümen, 1988).

1989 yılında Haringet Çayı'nın dokuldugu bolgede yapılan bir araştırmada Haringet Çayı ile Keban Baraj Gölü' ne karışan maddelerin konsantrasyonunun, karışım bölgesinden uzaklaştıkça azaldığı, golun bu kısmının Haringet Çayı ile taşınan maddelere bağlı olarak ötrofik yapıda olduğu gözlenmiştir (Çalta, 1989).

Bir başka çalışmada ise, Elazığ Kenti evsel atıksuları ile Ferrokrom Fabrikası atıksularının Keban Baraj Gölü'ne ağır metaller yönunden kirlilik etkisi araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada Ferrokrom Fabrikası'nın ağır metal açısından bir etkisi olmadığı belirtilmiştir. Haringet Çayı'nda ve bu çaya verilen evsel atıkların da göl üzerinde ağır metal kirliliği oluşturmadığı, ancak demir ve çinko miktarlarının yüksek duzeyde bulunduğu belirtilmiştir (Say, 1991).

Keban Barajı Fırat Nehri uzerinde kurulan ilk baraj golu olmasının yanı sıra nehrin aşağı bölumlerine kurulmakta olan barajların da kirlilik tamponudur Karakaya ve Ataturk Barajlarının ozellikle sediment yukunden etkilenmemelerinde. Keban Baraj Gölü'nün oynadığı rol açıktır. Baraja 64 100 km^2 lik yağış alanından

her yıl 31.5 x 10^6 ton sediment akarsularla taşınmaktadır. Hızla dolan baraj golunde Gunay (1988), tarafından yapılan bir hesaplamaya gore barajın işletmeye açıldığı 1974 yılından bu yana toplanan sediment miktarı Turkiye'nin bir yılda erozyonla yitirdiği toprak miktarına eşit olmaktadır. Barajın su toplama havzasının ancak % 7,9' u bozuk nitelikli meşe baltalığı ve ardıçlık olup mer'a alanlarının % 92,7 'si çok zayıf - zayıf niteliktedir. Keban Barajı su toplama havzasında erozyon etkisindeki alan miktarı % 91 gibi urkutucu boyutta bulunmuştur(Uslu ve Ark., 1989).

5. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

5.1. Coğrafi Konum

Keban Baraj Gölü Uluova Havzası (çalışma alanı), Doğu Anadolu Bölgesi'nin Elazığ Kenti sınırları içerisinde bulunmaktadır. Havzanın genel yüzölçümü 146 176 hektar olup tüm akarsular (Murat Nehri, Haringet Çayı ile diğer dereler ve yan dereler) Keban Baraj Golu'nde toplanmaktadır.

Havzanın büyük bir bölumunu teşkil eden ova kısmı Uluova, Elazığ Kenti sınırları içerisinde kalıp, doğuda Murat Nehri, güneyinde Mastar ve Hölemez Dagları, batısında Kamışlı Dagları, Kuzeyinde Hasret Dagları ile çevrili geniş ve düz bir ovadır. Ova doğu-batı istikametinde 30 km, kuzey-güney istikametinde ise 15 km uzunluguna sahiptir (DSİ,1971)

Havzadaki en buyuk yerleşim merkezleri Elazıg Merkez İlçe ile İçme, Yurtbası, Yazıkonak ve Hankendi Bucakları'dır. Elazığ Kentinin güney kesmini Kuzeydoğu Toroslar'ın ortasındaki sıradağlar kaplar. Buradaki en yüksek nokta 2171 m ile Mastar Dağı'dır. Murat Vadisi boyunca ovalar, dar boğazlarla birbirini izler. Ovaların en genisi olan Uluova'nın ortasından Haringet Çayı geçmektedir. Bu ovanın büyük ve verimli kesimi baraj gölu suları altında kalmıştır. Elazığ Ovası, Uluova'nın bir kenar girintisidir ve Uluova'dan Meryem Dagı ile ayrılmıştır (AGM, 1978).

Havzanın doğusunda Murat Nehri ve Peri Suyu vadileri arasında çok engebeli bir saha bulunmaktadır. Uluova Havzası'nın kuzey ve güney kesimleri sıradaglarla kaplanmış olup, baraj gölu Uluova bölgesinin batısında ve güneybatısında az eğimli alanlar bulunmaktadır.

5.2. Jeolojik Özellikler

Havzadaki ana toprak grupları tespit edilerek aşagıda gosterilmiştir.

Alüviyal topraklar yüzey sularının tabanlarında veya etki sahalarında

akarsular tarafından taşınarak, genç sedimentler uzerinde yer alan duz veya duze yakın eğime sahip genç topraklardır. Değişik zamanlarda gelen sediment şiddetine bağlı olarak, toprak profili genellikle çeşitli tabaklaşmalar gosterir.

Kahverengi topraklar: kalsiyumca çok zengin olan bu topraklarda profil tamamıyla kalkerli olup, orta tabaka altında genellikle sertleşmiş kireç akumulasyon katı bulunur. Üst horizon genellikle gri- kahve veya kahverenklidir. Orta horizonda kahverenginin butun tonları görülebilir. Alt toprak soluk ve grimsi renktedir.

Kırmızı-kahverengi topraklar: üç profilli zonal topraklardır. Ust horizonun rengi kırmızımsı kahve, veya kırmızımsı, orta horizonun rengi ise kırmızımsı veya kahverengidir. Alt horizon soluk ve grimsi renktedir

Koluviyal topraklar: yuzey akışla veya yan derelerin kısa mesafelerden taşıyarak, eğimin azalmış olduğu bölgelerde depo ettikleri materyallerin meydana getirdiği genç topraklardır. Bu topraklar, yagış şiddeti ve eğim derecesine göre degişen katlardan oluşmaktadır. Butun Uluova'nın etrafını çevreleyen bu topraklar, sel sularının ve derelerin eğimli sahalarda biriktirdiği meteryallerin urunudur. Bu toprakların hem profili hem de satıhları taşlıdır. Bu nedenle drenajları iyidir. Bağ ve bahçe ziraatine elverişli arazilerdir.

Bazaltik topraklar: kahverengi veya kırmızımsı kahverengi topraklara benzerlik gösterirler. Genellikle orta derin profile sahip bazaltik topraklar killi olup, iyi bir profil teşekkulu göstermezler (AGM,1978).

5.3. Meteorolojik Veriler ve İklim

Elazıg ve çevresinde karekteristik geçiş bolgesi iklimi hukum surmektedir. Bu iklim genel ozellikleri açısından, Akdeniz iklimi ile yer yer benzerlikler gostermekle beraber, Doğu Anadolu bölgesinin karasal iklim ozelliklerinden de ayrı dusunulemez. Bu iklimin Akdeniz iklimiyle karasal iklimler arasında bir geçiş ozelligi gosterdigi soylenebilir. Tunceli İli sınırları icerisinde kalan ve yuksekligi 3900 m'ye varan Munzur Dağları'nın kuzeyden gelen sert ve soğuk havayı, Elazığ'ın guneyinde ve batısında yer alan Batı Toroslar ın da Akdeniz'den gelen ılıman havayı kestiği ve ara bir iklimin boylece oluştugu teorik olarak kabul edilmektedir.

Yaz mevsiminde havzanın düşük kodlu sahalarında gündüzler çok sıcak, yükseklerinde oldukça serin, kış aylarında ise her yeri soğuk geçer. Elazığ il merkezinde en soğuk ay ortalaması -1,3 °C, en sıcak ay ortalaması ise 27,2 °C' dir. 1990 yılına kadar ölçülen en düşük sıcaklık -22,6 °C (30 Aralık 1951), en yüksek sıcaklık ise 42 °C (28 Temmuz 1949) dir. Havzanın yıllık yağış tutarı ortalama 433 mm dir. Güneydoğu Toroslar' da bu değer 1 000 mm'yi aşar (DMİ, 1990).

Keban Baraj gölünün oluşmasıyla birlikte Elazığ'da bazı iklimsel değişimler gözlenmiştir. 1960-1970 yılları arasında yıllık yağış ortalaması ortalama 440 mm iken 1971-1981 yılları arasında 437 mm dir. İlkbahar ve yaz mevsimi yağışlarında görülen 22 ve 2 mm lik artışlar konvektif yağışlarda önemli artışın olduğunu göstermektedir. Baraj gölünün oluşmasıyla buharlaşmada % 13,4 lük bir azalma, nisbi nemde % 51 den % 53' e % 2' lik bir artmaya karşın, ilkbaharda % 7' ye kadar varan artışlar, sonbahar ve kışta değişmezlik veya % 2' lik azalmalar gözlenmiştir (DMİ, 1990).

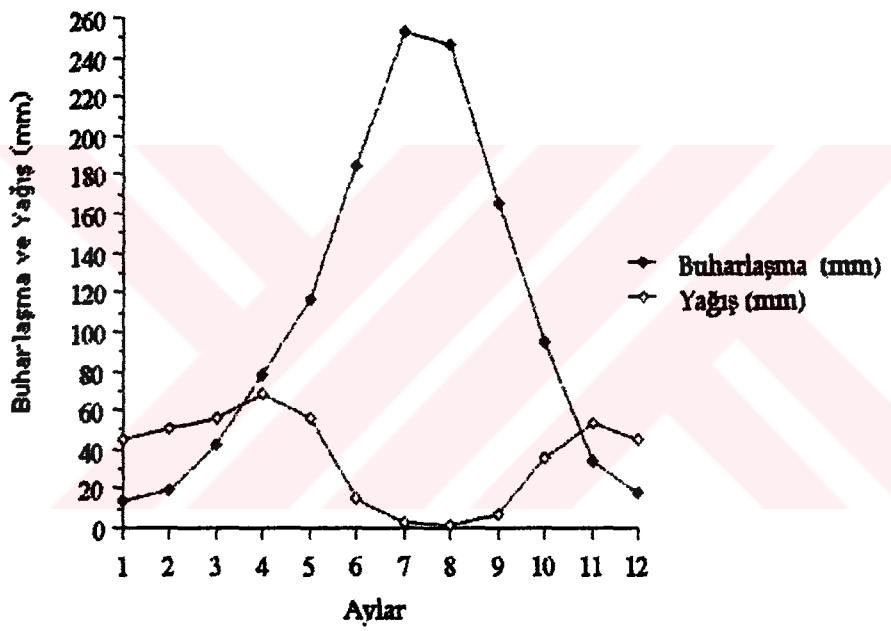
Baraj gölünden önceki ve sonraki yıllara ait veriler karşılaştırıldığında bir yılda görülen donlu günler sayısı 71,4' ten 82,2 'ye çıkmış olup, yıllık sıcaklık ortalamasında 0,2 °C lik bir azalma gözlenmiştir. Aynı zamanda yılda 19-28 gün olan karlı gün sayısı 21-40 güne çıkmıştır (Tablo 5.1 ve 5.2.).

Tablo 5.1. Elazığ Meteoroloji İstasyonun' da 30 Yıllık (1960 - 1990) Gözlem Süresince Aylara Göre (°C) Ölçülen Ortalama En Düşük, Ortalama En Yüksek ve Ortalama Sıcaklıklar (DMİ, 1990).

AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama	-1,5	0,0	4,9	11,7	17,4	22,8	27,2	26,9	22,0	14,6	7,8	1,3	12,9
Ort.yuksek	2,2	4,0	10,0	17,3	23,3	29,1	33,8	33,7	29,0	21,3	12,7	5,0	18,5
Ort. düşük	-4,7	-3,5	0,5	6,4	11,3	15,7	19,7	19,5	15,1	9,2	3,5	-1,8	7,6

Tablo 5.2. Elazıg Meteoroloji İstasyonu' nda Ölçulen Aylara Gore Ortalama Buharlaşma ve Yağış Miktarları (DMİ,1990).

AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ort. Buhar. (mm)	14,0	9,5	41,8	77,5	116,8	184,9	253,4	245,9	165,9	94,0	34,0	18,0	176,6
Yağış (mm)	45	51	55,9	68,4	55,7	15,3	3	1,4	6,4	35,4	53,8	45,6	437



Şekil 5.1. Aylara Göre Buharlaşma ve Yağış.

5.4. Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanımı

Elazıg ili ormanlık alanlar bakımından zengin değildir. Yöredeki ormanlık alanlar genellikle saf meşe niteliğindedir. Su boylarında yaygın olarak söğüt ve kavak agaçları vardır. Önemli ovalardan Uluova ve Elazıg ovası birer step ova karekterini taşımaktadır. Yorenin ekonomik kültür bitkileri hububat yanında, pamuk, şeker pancarı, ayçiçeği , biber, salatalık, domates, elma, kayısı vb. olarak sayılabilir (Kırımhan,1989).

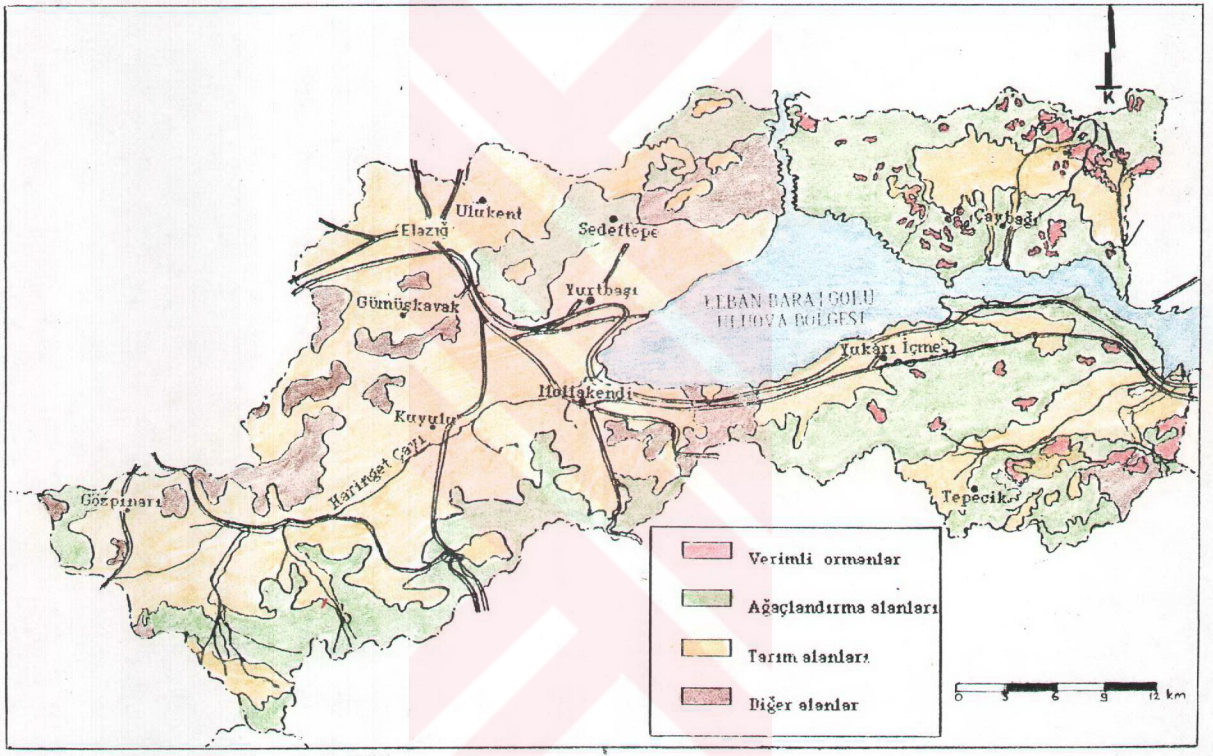
Havza alanı içerisinde 63 979 ha tarım alanı bulunmaktadır. Ormanlık alanların 955 ha lık kısmı bozuk orman, 991 ha lık kısmı ise çok bozuk orman niteliğindedir. 34 845 ha olan orman içi açıklar ise havza alanının % 23.86 sını teşkil etmektedir. Dağlık, taşlık ve yerleşim yeri alanları ise 27 494 ha olup, tüm havza alanının % 18'ini kapsamaktadır. Baraj golu alanı ise 17 912 ha olup, toplam havzanın % 12.25' lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 5.2.) Havza alanı içerisinde çeşitli alanların ha. olarak dağılımı Tablo 5.3. te belirtilmiştir.

Tablo 5.3. Havza Alanı Kullanım Durumu (AGM, 1978).

Kullanım Durumu	Alan (ha)	%
Bozuk orman (% 41-11 kapalı)	955	0.65
Çok bozuk orman (%10-1 kapalı)	991	0.67
Ormaniçi açıklıklar	34845	23.86
Tarım alanları	63979	43.76
Baraj golu alanı	17912	12.25
Diğerleri	27494	18.81
Toplam	146176	100

5.5. Sanayi

Ülkemizin en önemli tesislerinden biri olan Keban Barajı ve Hidroelektrik Santralı, Fırat Nehri üzerinde 1975 yılında kurulmuş olup, 8 ünitesi ile yılda 6,2 milyar kilowatt saat elektrik enerjisi üretmektedir. Elazığ ve yöresindeki madenlerin işletilmesi çok eski tarihlere gitmektedir. Bunlar Cumhuriyet Dönemi'nde yeniden ele alınarak geliştirilmişlerdir. Guleman'daki Sark Kromları İşletmesi 1936 yılında, Elazığ Şeker Fabrikası ise 1956 yılında İçme mevkiinde kurularak faaliyete geçmiştir. Ancak bu yörenin Keban Baraj Golu altında kalması sebebiyle, fabrika 1969 yılında Yurtbaşı mevkiindeki bugünkü yerine taşınmıştır. Diğer önemli sanayi kuruluşları Elazığ Altınova Çimento Fabrikası, Plastik Boru Fabrikası, Elazığ İplik Fabrikası, Tekel Şarap Fabrikası, Betonit ve Barit Fabrikası, Et ve Balık Kombinası, Çelik Dökum Fabrikası, Pamuk ve Ayçiçeği Yağ Fabrikaları olarak sayılabilir (Kırımhan, 1989).



Şekil 5.2 Leban Baraj Gölü Uluova Bolgesi Arazi Kullanımı (AGM, 1978)

5.6. Hayvancılık

Havzada, ozellikle kuçukbaş hayvancılık yaygındır. Son yıllarda tavukçuluk konusunda da gelişmeler vardır. Ayrıca arıcılık da ekonomik öneme sahiptir. Yorenin su kaynaklarının gelişmesine bağlı olarak su urunleri de ekonomik bir alan kazanmıştır (Kırımhan, 1989). Havza alanı içerisinde 1970 ve 1990 yıllarında Tarım Bakanlığı'nca yapılan hayvan sayımı sonuçları Tablo 5.4. te belirtilmiştir.

1970 yılı sayımları ile karşılaştırıldığında 1990 yılında kanatlı, koyun ve buyukbaş hayvan sayısında artış olmasına ragmen tek tırnaklılar ve keçi sayısında onemli bir azalış goze çarpmaktadır. Özellikle tavukçulugun son 20 yılda iki kat artış göstermesi dikkati çekmektedir.

Tablo 5.4. Havza Alanı İçerisinde 1970 ve 1990 Yılları Sayımlarına Gore Hayvan Varlığı ve Gelişimi (AGM.1975; DİE.1990).

Hay. cinsi / Yerles. Yeri		Buyukbaş	Koyun	Keçi	Tek Tır.	Kanatlı
1970 Yılı Sayımı	Merkez İlçe	35429	94840	33282	9588	192640
	Bucak ve Koyler	7665	19126	26725	1797	39640
	Toplam	43094	113966	60007	11385	232280
1990 Yılı Sayımı	Merkez İlçe	42166	97576	12877	3882	375800
	Bucak ve Koyler	9286	32525	11605	1455	66200
	Toplam	51452	130101	24482	5337	442000
2020 YılıTahmini	Merkez İlçe	52276	101680	4947	1571	650540
	Bucak ve Koyler	12168	52473	5045	970	104960
	Toplam	64444	154153	9992	2541	755500

5.7. Nufus ve Gelişimi

Elazıg İli genelinde 1980 yılı itibarıyle toplam nufus 440 808 ve 1985 yılı itibarıyle de 483 715 dir. İl genelinde yıllık nufus artış hızı % 1.86 olarak Turkiye genelindeki nufus artıs oranının altındadır (Kırımhan, 1989).

Havza alanı içerisinde Elazıg İli, Merkez İlçe ile bunlara bagli Mollakendi, Çaybagı, İçme bucakları ve 51 adet köy bulunmaktadır. 1955 yılında yapılan genel nufus sayımına gore toplam nufus 66 263 iken havza genel nufusu 1970 yılında 138 507 ye yukselmiştir (AGM, 1978)

1950 yılında yapılan genel nufus sayımında 213 530 olan il genelindeki nufusun % 80,23 luk kısmı bucak ve koylerde yasamakta iken, % 19,77'si kent merkezinde yaşamakta idi 1960 yılı genel nufus sayımına gore bu oran % 70,82 bucak ve koy, % 29,18 kent merkezi olarak degişim gostermiştir. 1985 yılı genel nufus sayımında ise hemen hemen eşit duruma gelmiştir. 1990 yılı sayımlarına gore ise kent nufusu toplam nufus içerisinde %68,47 gibi bir orana ulasmıştır (DİE, 1955-1991).

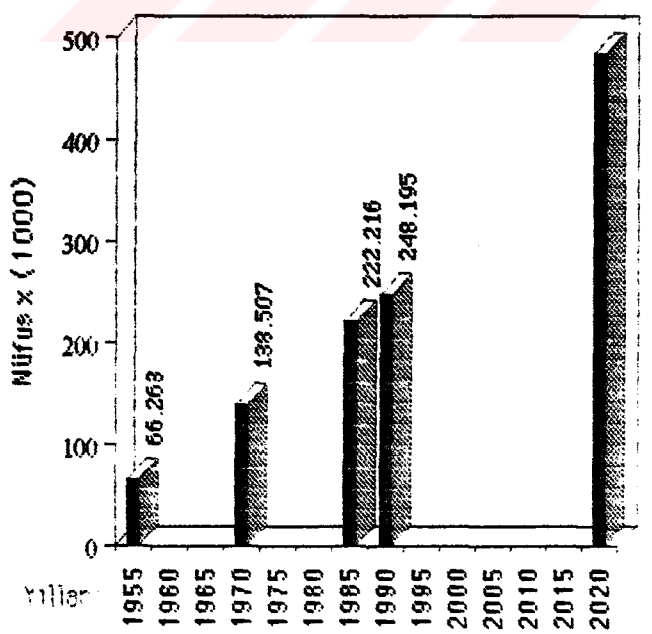
Havzadaki en buyuk nufus artış hızı Elazıg il merkezinde gerçekleşmiştir. 1955-1970 yılları arasında % 4.9 olan nufus artış hızı il merkezinde % 6,31, bucak ve koylerde ise % 1,57 olarak gerçekleşmiştir

Keban Baraj Gölü oluşumundan sonra yorede nufus artış hızı yavaşlamıştır 1985 yılı genel nufus sayımına gore havza genelindeki yıllık nufus artış hızı % 3,15, 1990 yılında ise % 2,22 olarak gerçekleşmiştir (DİE,1955-1990)

1955 -1990 yılları arasında yapılan genel nufus sayımları dikkate alınarak, $N=N_0.e^{R.T}$ formülü ile yapılan hasaplamalar sonucunda, % 2,22 lik havza geneli nufus artış hızına gore 2020 yılında toplam havza nufusu 483 055 e ulaşacaktır. Bu nufusun 409 145 i kent merkezi , 73 910 u ise bucaklar ve koyler nufusu olarak tahmin edilmektedir (Tablo 5.5)

Tablo 5.5. Havza Alanı Nufusu ve Gelişimi (DİE. 1955-1990).

Yerl. Yeri / Yıllar	Elazığ il merkezi		Bucak ve Koyler		Havza Toplamı	Yıllık nüfus artışı (%)		
	Nufus	%	Nufus	%	Nufus	Elazıg Merkez	Bucak ve Koyler	Havza
1955	41667	62,88	24596	37,12	66263	6,31	1,57	4,90
1970	107364	77,52	31143	22,48	138507	3,53	1,65	3,15
1985	182296	82,04	39920	17,96	222216	2,31	1,76	2,22
1990	204603	82,44	43592	17,56	248195			
2020	409145	88,18	73910	11,82	483055	2,31	1,76	2,22



Sekil 5.3. Havza Alanı İcerisinde Yıllara Gore Nufus

6. MATERYAL VE METOT

6.1. Deneysel Çalışmalar

6.1.1. Örnekleme noktaları

Bir goldeki bitki besin maddesi yuklerinin tespitinde, gole giren, golden çıkan ve göldeki mevcut bitki besin maddeleri konsantrasyonlarının tespit edilmesi gerekmektedir. Ayrıca göldeki metabolik döngünun tahmini açısından farklı derinliklerden örnek alınmalıdır.

Ornekleme noktaları anılan nedenlerden ötürü, Murat Nehri girişi, İçme Nahiyesi karşısı ve baraj gölünün daraldığı boğaz bölgesine 2 km mesafedeki noktalardan seçilmiştir (Şekil 6.1.) Keban Baraj Gölü Uluova bölgesinde mevcut besin maddesi duzeyinin belirlenmesi amacıyla farklı istasyonlar ve farklı derinliklerden, 17.07.1992 - 11.12.1992 tarihleri arasında Temmuz, Eylül, Aralık aylarında su örnekleri alınarak değerlendirilmiştir (Tablo 6.1. - Tablo 6.4.).

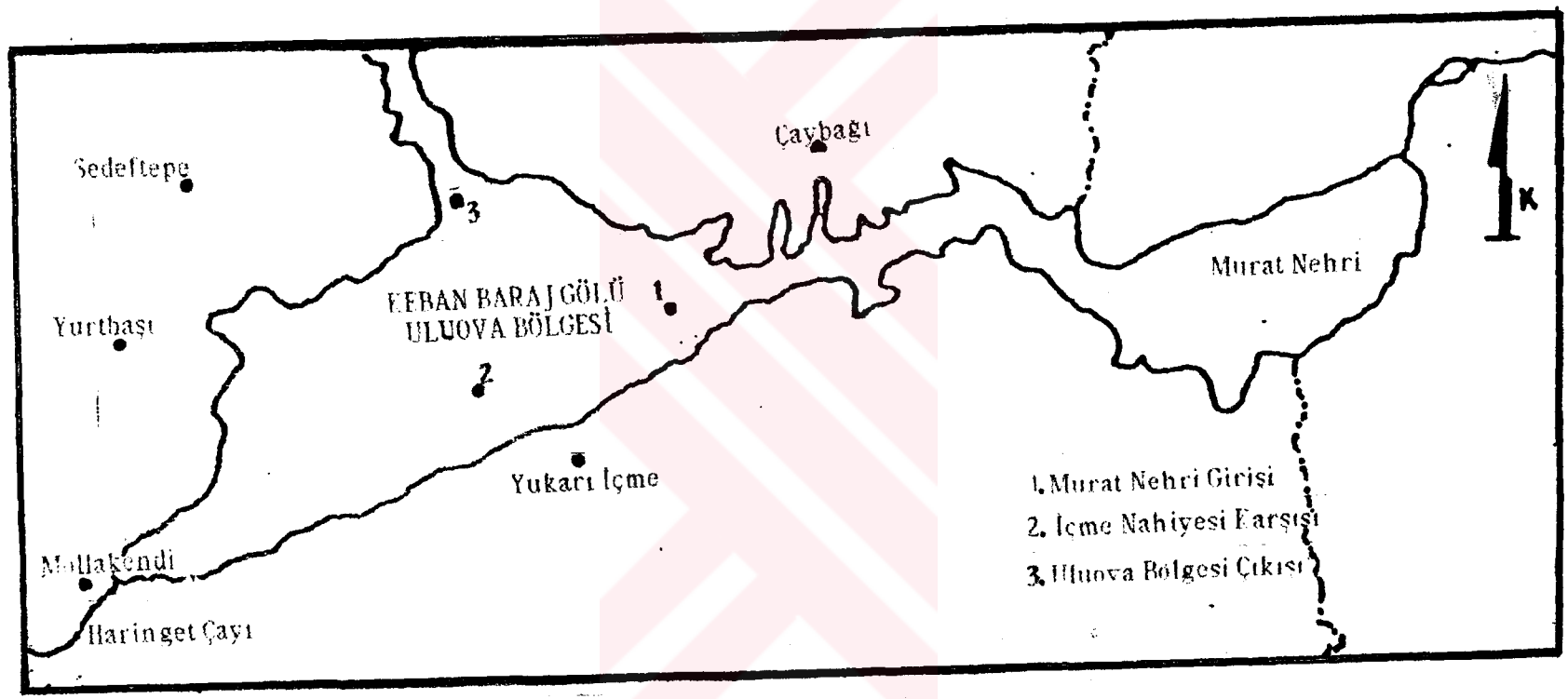
6.1.2. Su analizleri ve analiz metotları

İstasyonlardan, 2 litrelik Nansen Şişesi ile alınan su örneklerinde iletkenlik, pH, çozunmuş oksijen ve sıcaklık tespiti 0,01 hassasiyetli Hanna Instruments Digital pH ve Oksijen metre ile anında yapılarak kaydedilmiştir

Ayrıca seki disk derinliği, 30 cm çapında siyah-beyaz dilimleri olan metal diskle tespit edilmiştir.

Alınan ornekler, önceden hazırlanmış olan, temizlenmiş 2 litrelik pet şişelere doldurularak, ağızları sıkıca kapatılmış ve incelenmek üzere aynı gün laboratuvarlara getirilmiştir.

Laboratuvarlara getirilen örnekler mavi bant filtre kağıdından süzüldükten sonra kimyasal analizler yapılmıştır. Analizler üç tekerrürlü olarak yapılmış olup, Standart Metotlar kapsamında belirtilen yontemler uygulanmıştır (APHA, AWWA, EPA, 1985) Analizi yapılan parametreler ve uygulanan yöntemler detaylı olarak aşağıda belirtilmiştir:



Şekil 6.1. Eban Baraj Gölü Uluova Bölgesi Örnekleme Noktaları.

Ortofosfat : 50 ppm lik fosfat tampon çozeltisi hazırlanarak. bundan 1. 5. 15 ve 20 ppm lik çozeltiler hazırladı 25 ml su orneği 25 ml standartlardan ve 25 ml damıtık su (şahit) alınarak uzerlerine 10 ml vanadat molybdat ilave edildi. Numuneler ve şahit 100 ml ye tamamlandı. Şahit ile. Spektrofotometre'de 100 ve 0 ayarları yapıldı. Hazırlanan fosfat tampon çozeltileri 520 nm'de okunarak kaydedildi. Okunan standartlar ile kalibrasyon eğrisi çıkartılarak. su orneklerindeki ortofosfat konsantrasyonları tespit edildi.

Nitrit azotu: Nitrit içermeyen damıtık su ile NED ve sulfanilamid kulanıldı. Filtre kağıdından suzulmuş olan su ornekleri 50 ml'lik balonlara alındıktan sonra. nitritsiz damıtık sudan da 50 ml'lik ornek alındı. Alınan şahit ve orneklerin uzerine 1 ml sulfanilamid ilave edilerek 1-3 dk beklendi. Daha sonra aynı orneklere 1 ml NED ilave edilerek karıştırıldı ve rengin olgunlaşması için 20-40 dk bekletildi. Spektrofotometre'de şahit ile 100 ve 0 ayarları yapılarak 520 nm'de okundu.

Hesaplama.

mg NO^{-}_{2} / l= C x 50 / V

C= Nitrit konsantrasyonu (kalibrasyon eğrisinden),

V= Kullanılan seyreltilmis numune miktarı (50+2 ml).

Nitrat azotu: Kadmiyum kolonu, nitritsiz damıtık su ile amonyum klorid. NED ve sulfanilamid kulanıldı. Filtre kağıdından suzulmuş olan su ornekleri 100 ml'lik balonlara alındıktan sonra. nitritsiz damıtık sudan da 100 ml'lik ornek alındı. Alınan şahit ve orneklerin uzerine 2 ml amonyum klorid ilave edildi Once şahit olmak uzere. tum ornekler kadmiyum kolonunda indirgendi ve ilk 30-40 ml leri atıldıktan sonra. son 50 ml alındı. Alınan orneklere 1 ml sulfanilamid ilave edilerek karıştırıldı ve 1-3 dk. beklendi. Daha sonra aynı orneklere 1 ml NED ilave edilerek karıştırıldı ve rengin olgunlaşması için 20-40 dk.bekletildi Spektrofotometre'de şahit ile 100 ve 0 ayarları yapıldı ve ornekler okundu.

Hesaplama.

mg NO^{-}_{3} /l = C x 50 x 100 x 1,35 / V_1xV_2-k x 1,35

C = Nitratın konsantrasyonu (kalibrasyon egrisinden).

V_1= Kullanılan inceltilmiş numune miktarı (100+2).

V_2= Kolondan gecırıldıkten sonra seyreltılmış numune mıktarı (50+2 ml)

k = Numunenin orijinal nitrit konsantrasyonu

Amonyak azotu (NH^+_4-N): 100 ml su numunesine 1 ml çinko sülfat çözeltisi ilave edilerek iyice karıştırıldı ve üzerine 0,4-0,5 ml 6 N. NaOH çözeltisi katıldı, pH 10,5 değerine ayarlandı iyice karıştırılarık santrifujlendi ve suzuldu. Süzülen ilk 25 ml lik kısım atıldı. Daha sonraki süzüntüden 50 ml alınarak 1-2 damla rochelle tuzu çözeltisi ve 1 ml nessler reaktifi ilave edildi. 10 dakika bekletildikten sonra 425 nm'de okundu. Hazırlanan 0, 0,2 , 0,4 , 0,7 , 1, 1,4, 1,7, 2,0 standart amonyum klorur çozeltisi nessler tuplerine konarak 50 ml ye tamamlandı ve şahite karşı okundu. Şahit olarak damıtık su kullanıldı ve aynı işlemler yapıldı. Standart eğri çıkartılarak hesaplama yapıldı.

Hesaplama:
mg/l Amonyak = Mikrogram Azot/ml numune
mg/l Amonyak = mg/l amonyak azotu x 1,216
mg/l Amonyum = mg/l amonyak azotu x 1,288

Toplam Sertlik: 50 ml su örneği 100 ml lik erlene alınarak 1 ml tampon I ve spatül ucu ile indikator ilave edildi. 0,01 N EDTA çözeltisi ile renk kırmızıdan maviye dönene kadar titre edildi. Sarfedilen EDTA çözeltisi miktarı toplam sertliği, doğrudan Fransız serliği cinsinden vermektedir.

Toplam Alkalinite: 50 ml su örneği içerisine 3 damla fenol ftalein ilave edilerek, 0,02 N H_2SO_4 ile renk şeffaf olana kadar titre edildi. Titrasyonda harcanan miktar kaydedildi. Daha sonra 3 damla metiloranj indikatörü ilave edilerek, renk açık sarıdan açık kahverengiye dönene kadar titrasyona devam edildi.

Hesaplama:
Toplam alkalinite (mg/l $CaCO_3$) =B x N X 50 000 / V
B = Harcanan toplam H_2SO_4 miktarı,
N = H_2SO_4 normalitesi (0,02)
V = Numune hacmi.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ): 20 ml su numunesi ve 0,4 mg $HgSO_4$, 500 lük balona konarak karıştırıldı. Bunun üzerine 10 ml $K_2Cr_2O_7$ (potasyum di kromat) ve 30 ml H_2SO_4 + Ag_2SO_4 (sülfurik asit+ gumüşsülfat) karışımı eklendi. Örnekler ve şahit, geri soğutucuya bağlanarak 2 saat kaynatıldı. Soğutulmuş örnekler ve şahitin üzerine 3 damla ferroin indikatörü eklenerek 0,1N $Fe(NH_4)_2$

$(SO_4)_2$ (demir amonyum II sulfat) çozeltısı ile kırmızı renge kadar titre edildi.

Hesaplama:

mg / l KOİ = (V_0-V_1) x N X 8000 / V

V_0 = Sahıte sarfedilen $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ miktarı.

V_1 = Orneğe sarfedilen $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ miktarı.

V = Alınan ornek hacmi

N = $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ normalitesi

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı ($BOİ_5$): Alınan örnekler 8 mg/l çozunmuş oksijen ihtiva eden seyreltme suyu ile seyreltildikten sonra başlangıçtaki çozunmuş oksijen miktarı saptandı 300 ml lik şişelerde bulunan numune ve seyreltme suyu sogutmalı etuve konarak 20 °C bekletildi. Son çozunmuş oksijen miktarı tespit edildi. Her su örneği için 2 adet BOI şişesi kullanıldı

Hesaplama.

mg/ l $BOİ_5$ = (D-G) x 100 / F

D = Numunenin başlangıçtaki çozunmuş oksijen miktarı.

G = Numunenin 5 gun sonraki çozunmuş oksijen miktarı.

F = Ilave edilen reaktiflerin yuzdesi

Tablo 6.1. Temmuz Ayı Su Analiz Sonuçları.

İstasyon / Parametre	Murat Nehri girişi			İçme Nahiyesi karşısı			Ulunva Bölgesi çıkış kısmı		
	1 m.	3 m.	5 m.	1 m.	5 m.	15 m.	1 m.	5 m.	15 m
Çöz. Oksijen (mg/l)	9,1	8,4	8,0	7,0	6,0	5,8	7,2	6,8	6,6
Sıcaklık(^{O}C)	26,7	21,8	24,4	28,0	26,2	22,6	26,2	25,4	20,8
İletkenlik (mikrombos/cm)	360,2	364,6	372,2	370,6	378,2	392,6	340,8	344,2	352,4
pH	8,90	8,88	8,82	8,22	8,20	8,18	8,14	8,12	8,06
Top. Sertlik (^{O}Fr)	16,0	18,0	19,0	20,0	20,6	21,0	20,2	20,6	21,4
Nitrit azotu (mg/l)	0,018	0,014	0,012	0,016	0,018	0,022	0,012	0,012	0,014
Nitrat azotu (mg/l)	1,21	2,80	2,12	1,96	1,98	2,00	1,44	1,91	1,96
Amonyak azotu (mg/l)	0,01	0,009	0,009	0,009	0,008	0,009	0,009	0,009	0,01
Ortofosfat (mg/l)	0,086	0,012	0,088	0,098	0,096	0,093	0,120	0,099	0,098
B O İ$_5$ (mg/l)	8,6	8,1	6,6	2,2	8,6	8,8	8,4	8,9	9,2
K O İ (mg/l)	76	68	69	79	76	76	78	76	72
Top. Alkalinite (mg/l)	120	140	170	132	162	194	164	163	161
Seki disk der. (cm)	44			94			98		

Tablo 6.2. Eylül Ayı Su Analiz Sonuçları.

İstasyon / Parametre	Murat Nehri girişi			İçme Nahiyesi karşısı			Uluova Bölgesi çıkış kısmı		
	1 m.	3 m.	5 m.	1 m.	5 m.	15 m.	1 m.	5 m.	15 m.
Çöz. Oksijen (mg/l)	9,2	8,6	8,5	7,4	6,2	5,9	7,6	7,2	7,0
Sıcaklık (°C)	21,2	20,6	20,2	20,0	18,6	16,5	19,8	18,8	16,4
İletkenlik (mikromhos/cm)	392,2	397,8	405,4	372,3	380,4	395,2	365,4	368,8	369,8
pH	8,88	8.79	8,64	8,18	8,16	8,14	8,09	8,10	8,03
Top. Sertlik (°Fr)	16,5	19,5	20,0	21,0	20,9	21,4	20,8	21,2	21,0
Nitrit azotu (mg/l)	0,016	0,008	0,009	0,010	0,011	0,016	0,014	0,015	0,013
Nitrat azotu (mg/l)	1,18	2,1	1,91	1,86	1,90	1,92	1,48	1,96	1,98
Amonyak azotu (mg/l)	0,009	0,009	0,009	0,008	0,008	0,008	0,009	0,0098	0,014
Ortofosfat (mg/l)	0,082	0,099	0,080	0,097	0,096	0,093	0,10	0,97	0,96
B O İ5 (mg/l)	8,0	7,0	6,4	7,4	8,0	8,2	8,2	8,4	8,8
K O İ (mg/l)	72	67	66	78	76	70	76	75	70
Top. Alkalinite (mg/l)	118	136	1640	122	158	186	158	160	178
Seki disk der. (cm)	40			90			96		

Tablo 6.3. Aralık Ayı Su Analiz Sonuçları.

İstasyon / Parametre	Murat Nehri girişi			İçme Nahiyesi karşısı			Uluova Bölgesi çıkış kısmı		
	1 m.	3 m.	5 m.	1 m.	5 m.	15 m.	1 m.	5 m.	15 m
Çöz. Oksijen (mg/l)	9,3	8,8	8,7	7,8	6,4	6,0	8,0	7,6	7,4
Sıcaklık(°C)	16,6	16,3	16,0	15,0	11,0	10,2	14,6	14,0	13,5
İletkenlik (mikrohoms/cm)	416,4	420,2	431,4	393,8	386,2	404,3	380,7	380,1	387,5
pH	8,85	8,76	8,16	8,08	8,06	8,04	8,01	7,96	7,91
Top. Sertlik °Fr	17,0	21,0	21,0	22,0	22,4	22,6	21,7	21,9	22,1
Nitrit azotu (mg/l)	0,012	0,008	0,006	0,007	0,007	0,008	0,016	0,016	0,014
Nitrat azotu (mg/l)	1,12	2,0	0,8	1,82	1,88	1,90	1,49	1,97	2,02
Amonyak azotu (mg/l)	0,005	0,008	0,009	0,008	0,008	0,008	0,009	0,010	0,014
Ortofosfat (mg/l)	0,066	0,075	0,066	0,093	0,094	0,092	0,074	0,096	0,096
B O İ (mg/l)	6,2	6,5	6,2	7,2	7,4	7,6	6,8	6,4	5,9
K O İ (mg/l)	68	63	63	77	75	70	74	74	70
Top. Alkalinite (mg/l)	116	138	162	110	154	172	155	160	172
Seki disk der. (cm)	35			85			88		

Tablo 6.4. Su Analizleri Sonuçlarının Ortalama Değerleri.

İstasyon / Parametre	Murat Nehri girişi			İçme Mahiyesi karşısı			Uluova Bölgesi çıkış kısmı		
	1 m.	3 m.	5 m.	1 m.	5 m.	15 m.	1 m.	5 m.	15 m.
Çöz. Oksijen (mg/l)	9,2	8,6	8,4	7,4	6,2	5,9	7,6	7,2	7,0
Sıcaklık (^{o}C)	21,5	20,9	20,2	21,0	18,6	16,4	20,2	19,4	16,9
İletkenlik (mikrombos/cm)	389,6	394,2	403,0	378,9	381,6	397,5	362,3	364,6	389,9
pH	8,37	8,21	8,54	8,15	8,14	8,12	8,09	8,06	8,0
Top. Sertlik ^{o}Fr	16,5	19,5	20,0	21,0	21,9	21,6	20,9	21,2	21,8
Nitrit azotu (mg/l)	0,014	0,01	0,009	0,011	0,012	0,015	0,013	0,014	0,015
Nitrat azotu (mg/l)	1,17	2,3	1,61	1,88	1,92	1,94	1,47	1,97	1,98
Amonyak azotu (mg/l)	0,008	0,009	0,009	0,01	0,014	0,019	0,008	0,006	0,009
Ortofosfat (mg/l)	0,078	0,098	0,078	0,096	0,095	0,099	0,098	0,097	0,096
B O İ$_5$ (mg/l)	7,6	7,2	6,4	7,6	8,0	8,2	7,8	7,9	8,1
K O İ (mg/l)	72	66	66	86	86	72	65	72	70
Top. Alkalinite (mg/l)	118	136	164	122	156	184	159	162	177
Seki disk derinliği (cm)	40			89			97		

6.2. Azot ve Fosfor Yüklerinin Tespiti

Bir golun besin maddeleriyle yüklenmesinde, evsel atıksuların yanısıra tarımsal ve ormanlık alanlardan gelen yüzey akışlar, yağışların içerdigi besin maddeleri, hayvansal atıklar ile gole ulaşan akarsulardaki besin maddeleri etkili olmaktadır. Çeşitli kaynaklardan gelen azot ve fosfor yuklerine literaturlerde farklı degerler gorulmektedir. Ancak bu konuda uluslararası bir standart mevcut degildir. Bu nedenle tum literaturler taranarak ortalama degerleri vermesi açısından DSİ tarafından yurutulen Turkiye'deki göl kirliliği araştırmalarından faydalanılmıştır. Ancak Tarım alanlarından ve hayvanlardan gelen yukler ortalama degeri sağlamadığı için Guldede ve Çungunlu (1988) tarafından geliştirilen degerler esas alınmıştır. Çeşitli kaynaklardan gole ulaşan azot ve fosfor yukleri Tablo 6.5. ve 6.6. da gosterilmiştir

Tablo 6.5. Çeşitli Kaynaklardan Gelen Azot ve Fosfor Yükleri (DSİ,1984)

Kaynak	Azot	Fosfor
Yağmur (mg/l)	1,0	0,1
Kırsal yüzey akış (kg/km^2-yıl)	950	90
(mg/l)	0,8-5,6	0,1-2,76
Orman akımı (kg/km^2-yıl)	145-336	3,36-6,72
Tarım alanı akışı (kg/km^2-yıl)	--	100-435
(kg/m^2-yıl)	2,75-27	--
Evsel atıksular (g/kişi-gun)	6-12	1-4

Tablo 6.6. Hayvansal Atıklardan Gelen Azot ve Fosfor Yükleri (Guldede ve Çungunlu, 1988).

Hayvan turu	Azot (kg N/yıl)	Fosfor (kg P / yıl)
Buyukbaş	38	25
Küçükbaş	11	2
Kanatlı	0,5	0,2

Guldede ve Çungunlu'ya (1988) gore, azot ve fosforun yaklasık %10 kadarı yuzey akışla göllere taşınmaktadır

Havzadaki tarım alanlarında Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü'nün tavsiye ettiği değerler aşağıda belirtilmiştir (Güldede ve Çungunlu, 1988).

16-18 kg/ da, yıl fosforlu gübre , % 42 P_2O_5

20-22 kg/da, yıl azotlu gübre, % 21 N

15-17 kg/da, yıl azotlu gübre, % 26 N

Kullanılan gübrenin bir kısmı bitki tarafından alınırken bir kısmı toprak tarafından tutulur, bir kısmı ise yıkanarak uzaklaştırılır. Gübreleme ile topraga verilen azot ve fosfor miktarları:

29 kg P/ha, yıl

56 kg N/ha, yıl olduğu zaman,

0,11 kg P/ha, yıl

5,5 kg N/ha,yıl yüzeysel sularda çıkarılmaktadır (Güldede ve Çungunlu,1988).

Buna göre yapılan hesaplamalar sonucu Keban Baraj Gölü Uluova kısmı yağış havzasında gübreleme ile yüzeysel sulara taşınan fosfor ve azot miktarları:

0,11 kg P/ha, yıl

7,96 kg N/ha, yıl'dır.

Bu verilerin ışığı altında Keban Baraj Golu Uluova kısmına ulaşan azot ve fosfor miktarları saptanarak, çalışma alanındaki mevcut durum incelenmiştir. Keban Baraj Gölü Uluova Bölgesi'ndeki fosfor yükünün belirlenmesinde Vollenweider (1982) tarafından geliştirilen metot uygulanmıştır. Bu metoda gore bir goldeki besin maddelerinin hesaplanmasında göle giren, göldeki ve gölden çıkan besin maddeleri konsantrasyonlarının ve gölun hidrolojik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu metotta aşağıdaki eşitlik esas alınmıştır (Vollenweider, 1982).

$L_c = P_c \times q_s [1 + (z/q_s)^{1/2}]$

L_c = Kritik spesifik yük (mg P/m^2,yıl)

P_c = İlkbahar karışımında kritik fosfor konsantrasyonu (10 mg/m^2)

q_s = Hidrolik yük (m/yıl)

z= Ortalama derinlik (m)

Vollenweider'e (1982) gore İlkbahar karışımındaki kritik fosfor konsantrasyonu oligötrofik veya mezotrofik göller için 10 mg P/m^2 dir. Bu konsantrasyon 20 mg P/m^2 değerine yukseldiginde gol otrofik yapıda yer almaktadır. Bu nedenle P_c değeri 10 mg/m^2 olarak alınmıştır. Bu metoda gore Keban Baraj Golu Uluova Bolgesi'ndeki fosfor yuku tespit edilen L_c değerinin uzerinde ise gölun bu bölgesi ötrofik yapıda olacaktır.

Tablo 6.7 Çeşitli Kaynaklardan Gelen Ortalama Azot miktarları (DSİ,1984; Güldede ve Çungunlu,1988).

Kaynağı	Mevcut Durum		Geleceğe Yönelik Tahminler	
	DSİ , 1984	Güldede ve Çungunlu, 1988	DSİ , 1984	Güldede ve Çungunlu, 1988
Evsel atıksu	9 g /kişi,gün	- -	12 g /kişi,gün	- -
Tarım alan.	- -	7,96 kg/ha,yıl	- -	7,96 kg/ha,yıl
Ormanlık ar.	240.5 kg/ km^2, yıl	- -	145 kg/ km^2, yıl	- -
Kırsal alan.	950 kg/ km^2, yıl	- -	950 kg/ km^2, yıl	- -
Yağışlar	1 mg N/l	- -	1 mg N/l	- -
Hayvanlar	- -	B. Baş 3,8 kg/yıl K. Baş 1,1 kg/yıl Kan. 0,05 kg/yıl	- -	B. Baş 3,8 kg/yıl K. Baş 1,1 kg/yıl Kan. 0,05 kg/yıl

Mevcut durumun tespitinde çeçitli kaynaklardan gelen azot ve fosfor yüklerinin çeşitli kaynaklara göre ortalama değerleri alınarak hesalama yapılmıştır. Ancak geleceğe yönelik tahminlerde nüfus artışına. teknolojik gelişmelere ve ağaçlandırma çalışmalarına bağlı olarak evsel atıksulardan gelen besin maddesi yuklerinin literaturde belirtilen degerlerin ust sınırı, ormanlık arazilerden gelen yüklerde ise alt sınırı esas alınmıştır. Murat Nehri'ndeki besin maddesi konsatrasyonun ise giderek yükselme eğilimi gösterecegi duşunulerek mevcut konsantrasyonun ustunde bir değer alınmıştır.

Keban Baraj Gölü Uluova Bölgesindeki besin maddesi yuklerinin belirlenmesinde ve geleceğe yönelik tahminlerde Tablo 6.7.ve Tablo 6.8. de belirtilen degerler kullanılmıştır.

Tablo 6.8. Çeşitli Kaynaklardan Gelen Ortalama Fosfor Yukleri.

Kaynagı	Mevcut Durum		Gelecege Yonelik Tahminler	
	DSİ , 1984	Güldede ve Çungunlu, 1988	DSİ , 1984	Güldede ve Çungunlu, 1988
Evsel atıksu	2,5 g /kişi,gun	- -	4 g /kişi,gun	- -
Tarım alan.	- -	0,11 kg/ha,yıl	- -	0,11 kg/ha,yıl
Ormanlık ar	5,04 kg/ km^2 yıl	- -	3,36 kg/km^2 yıl	- -
Kırsal alan.	90 kg/ km^2 yıl	- -	90 kg/ km^2 yıl	- -
Yagışlar	0,1 mg P/l	- -	0,1 mg P/l	- -
Hayvanlar	- -	B. Baş 2,5 kg/yıl K. Baş 0,2 kg/yıl Kan. 0,02 kg/yıl	- -	B. Baş 2,5 kg/yıl K. Baş 0,2 kg/yıl Kan. 0,02 kg/yıl

Evsel atıksularla gelen azot ve fosfor yuku çeşitli kaynaklara dayanılarak heseplanmıştır.

	DSİ, (1984)	Metcalf ve Eddy (1979)	Güldede ve Çungunlu (1988)
Azot (kg/ yıl)	: 624 150	490 998	1 235 000
Fosfor (kg/yıl)	: 173 375	122 750	285 000

6.2.1. Azot Yükü

835 m kodunda, 179,12 km^2 göl sahası bulunan havzada Elazığ Meteoroloji İstasyonu'ndan edinilen bilgilere gore yıllık yağış toplamı 437 mm dir (DMİ. 1992). Buna göre yağışlardaki azot miktarının 1 mg/l olduğu esas alınırsa (DSİ, 1984). Yagışla gole giren toplam azot:

179,12 x 10^6 m^2 x 0,437 m x 1 mg/ l x 1000 l/ m^3 x kg/ 10^6 mg =
78 275 kg/yıl

367,91 km^2 ormanlık alanlardan yüzey akışla gelen azot miktarı:

367,91 km^2 x 240,5 kg/ km^2,yıl =
88 482 kg/yıl

639,79 km^2 olan tarımsal alanlardan yuzey akışla gelen azot miktarı:

63979 ha x 7,96 kg/ha,yıl=
509 273 kg/ yıl dır

Havza alanında kanalizasyon şebekesine bağlı olan nufus yaklaşık 190000 civarındadır (Elazıg Belediyesi, 1992). Evsel atıksularla ortalama 9 g N/ kişi. gun azot atımı (DSİ,1984). kabul edilerek evsel atıksularla gelen azot miktarı:

190 x 10^3 kişi x 9 g-N/ kişi. gun x 365 gün/yıl=

624 150 kg/yıl dır.

Murat Nehri'nin 1985 yılı debisi, 5409x10^6 m^3/s dir (EİE, 1986). Bu deger Murat Nehri girişinde tespit edilen toplam azot 1,81 mg/l (NH_3-N + NO_2-N + NO_3-N) miktarının ortalama değeri ile çarpıldığında nehrin bir yıl içerisinde getirdiği toplam azot miktarı:

5409 x 10^9 l/yıl x 1,81 mg/l x kg/10^6 mg =
9 790 290 kg/yıl dır.

Hayvansal atıklardan ulaşan azot miktarı ise (Tablo 6.5. ve Tablo 6.6. dan).

Buyukbaş hayvanlardan : 215 798 kg/yıl
Kuçukbaş hayvanlardan : 170 041 kg/yıl
Kanatlılardan : 22 100 kg/yıl olmak uzere toplam,

407 939 kg/yıl dır.

274, 94 km^2 lik kırsal alanlardan gelen azot yuku ise, 950 kg/km^2,yıl esas alınarak:

274,94 km^2 x 950 kg/ km^2 ,yıl=
261 193 kg/ yıl dır.

Tablo 6.9. Azot Yukleri ve % Olarak Dağılımı.

Azot yukleri	kg/yıl	%
Yağışla gelen	78 275	0,7
Ormanlık alanlardan	88 482	0.8
Tarım alanlarından	509 273	4,3
Hayvansal atıklarla	407 939	3,5
Evsel atıksularla	624 150	5,3
Kırsal alanlardan	261 193	2.2
Murat Nehri ile	9 790 290	83,2
Toplam	11 759 602	100

Buna gore Keban Baraj Gölü Uluova Bölgesi'ne gelen toplam azot miktarı 11 759 602 kg/yıl olmaktadır.

Bu deger 179.12 x 10^6 m^2 lik gol sahasına bolundugunde gole giren azot yuku:

11 759 602 kg/yıl / 179120000 m^2 x 1000 g / kg =

65,65 g N / m^2 , yıl olarak elde edilir.

Golden çıkan ortalama toplam azot konsantrasyonu :

1.98 g/m^3 x 5 336,32 x 10^6 m^3/yıl/ 17 912x10^4 m^2 =
58.98 g N/ m^2 yıl ise

Göldeki azot yuku .

65,65 g N / m^2 , yıl - 58,98 g N / m^2 , yıl=

6,67 g N / m^2 , yıl dır.

Göle giren toplam azot miktarı çeşitli kaynaklarda verilen değerlerle karşılaştırıldıgında, Keban Baraj Gölu Uluova Bolgesi'nde toplam azot yukunun oldukça yuksek değerde olduğu görulmektedir. Bu değerin yuksek oluşu göldeki uretkenligin ve aşırı beslenmenin fazla oldugunun gostergesidir (Tablo 6.10.).

Tablo 6.10. Çeşitli Gollerdeki Azot Yuku

Contance Golu (1960)	31,36 g-N / m^2, yıl
Zurih Golu (1952-1953)	26,20 g-N / m^2 , yıl
Porsuk Baraj Golu (1978-1979)	88.70 g-N / m^2 , yıl
Sapanca Gölu (1980-1981)	13.76 g-N / m^2 , yıl
Apalyont Golu (1979-1982)	19,71 g-N / m^2 , yıl
Buyukçekmece Baraj Golu (1987)	75,10 g-N / m^2 , yıl

6.2.2. Fosfor Yuku

Keban Baraj Golu Uluova bölgesinin kritik fosfor yukunun saptanmasında Vollenweider Metodu uygulanmıştır. Bu metodda aşağıdaki eşitlik esas alınmıştır (Vollenweider, 1982).

$L_c = P_c \times q_s [1 + (z/q_s)^{1/2}]$

L_c = Kritik spesifik yuk (mg P/m^2,yıl)

P_c = İlkbahar karışımında kritik fosfor konsantrasyonu (10mg/m^2)

q_s = Hidrolik yük (m/yıl)

z= Ortalama derinlik (m)

q_s = Q/A = Gölden çıkan ortalama su miktarı (m^3 / yıl)/ Gölün ortalama yuzey alanı (m^2/ yıl)

Tw (Hidrolik bekleme süresi)=V/Q = ortalama hacim (m^3)/Gölden çıkan ortalama su miktarı (m^3/yıl)

$z/Tw = Q/A = q_s$

Q (Golden çıkan ortalama su miktarı) = [Q_m (Murat Nehri ile gelen su) + Q_y (Yagışla gelen su) + Q_h (Haringet çayı ile gelen su)+ Q_e (Evsel atıksular)] - [Q_p (Uluova Pompaj İstasyonunca çekilen su) + Q_b (Yuzeyden buharlaşan su)]

Q_m = 5409 x10^6 m^3/ yıl

Q_y = 179,12 x10^6 m^2 x 0,437 m =78,27x10^6 m^3 / yıl

Q_h = 6,8x10^6 m^3 / yıl

Q_e = 395 l/ s x 86400 s/gun x 365 gun/yıl x m^3/1000 l = 12,45x10^6 m^3/ yıl

Q_p = 52x10^6 m^3

Q_b = 179,12 x10^6 m^2 x 0,66 m = 118,2x10^6 m^3 / yıl

Q= [(5409 x 10^6 + 78,27 x 10^6 + 6,8 x 10^6 + 12,45 x10^6)- (52 x 10^6 + 118,2 x10^6)]

$Q = 5336,32 \times 10^6$ m^3 / yıl

$q_S = Q/A = 5336,32 \times 10^6$ m^3 / yıl / $179,12 \times 10^6$ m^2

qs = 29,79 m/yıl

Tw (Hidrolik yenilenme suresi) = V / Q
Tw = $6563,71 \times 10^6$ m^3 / $5336,32 \times 10^6$ m^3 / yıl
Tw = 1,23 yıl veya 449 gün

$z/Tw = Q/A = q_S$
z/ 1,23 yıl = 29,79 m/yıl
z = 1,23 yıl x 29,79 m/ yıl

z = 36,64 m.

$L_C = P_C \times q_S [1 + (z/q_S)^{1/2}]$
$L_C = 10 \times 29,79 [1 + (36,64 / 29,79)^{1/2}]$
L_C = 628,28 mg P/m^2,yıl

Vollenweider Metodu'na gore Uluova bolgesine gelen fosfor yükünün yukarıda hesaplanan kritik fosfor değerini aşması durumunda gölde aşırı beslenme (otrofikasyon) sorunu ortaya çıkacaktır.

179,12 km^2 göl sahası bulunan havzada Elazig Meteoroloji İstasyonu'ndan edinilen bilgilere gore ortalama yıllık yagış toplamı 437 mm dir. Buna gore yagışlardaki fosfor miktarının 0,1 mg/l oldugu esas alınırsa (DSİ, 1984), yagışla göle giren toplam fosfor

$179,12 \times 10^6$ m^2 x 0,437 m x 0,1 mg/ l x 1000 l/ m^3 x kg/ 10^6 mg =
7 828 kg/yıl dır.

367,91 km^2 ormanlık alanlardan yuzey akışla gelen fosfor miktarı 5,04 kg/km^2,yıl (DSİ, 1984) esas alınarak,

367,91 x 5,04 km^2 =
1 854 kg/yıl dır.

639,79 km^2 olan tarım alanlarından yüzey akışla gelen fosfor miktarı ise.

639,79 ha x 0,11kg/ha,yıl=
7 038 kg/ yıl dır.

Hayvansal atıklardan ulaşan fosfor miktarı ise (Tablo 6.5. ve Tablo 6.6. dan),

Buyukbaş hayvanlar : 141 972 kg/yıl
Kuçukbaş hayvanlar : 30 916 kg/yıl
Kanatlılar : 8 840 kg/yıl

olmak uzere. toplam : 181 728 kg/yıl.

519028 kişinin yaşadığı havza alanında, kanalizasyon şebekesine bagli olan nufus yaklaşık 190 000 civarındadır. Evsel atıksularla ortalama 2,5 g P /kişi,gün fosfor atımı kabul edilirek :

190 000 kişi x 2,5 g P/kişi,gun x 365 gun/yıl x kg /1000g =
173 375 kg/yıl fosfor ulaşmaktadır.

274, 94 km^2 lik kırsal alanlardan gelen fosfor ise.

274,94 km^2 x 90 kg/ km^2 , yıl =
24 745 kg/ yıl dır.

Murat Nehri'nın 1985 yılı gozlem suresinde 5409 x10^6 m^3/yıl'lık debisi esas alınarak yapılan hesaplamada,
5409x 10^6 m^3/yıl x 1000 l / m^3 = 5409x 10^9 l/yıl'dır.

Bu deger Murat Nehri girisinde tespıt edilen ortalama ortofosfat konsantrasyonunun fosfor değeri ile (0,088 x 31/95 = 0,0287) çarpıldıgında nehrin bir yıl içerisinde getirdigi toplam fosfor miktarı:
5409 x10^9 l/yıl x 0,028^7 mg/l x kg/10^6 mg = 155 238 kg/yıl olmaktadır

Tablo 6.11. Fosfor Yukleri ve % Olarak Dagılımı.

Fosfor yukleri	kg/yıl	%
Yağışla gelen	7 828	1,5
Ormanlık arazilerden	1 854	0,4
Tarımsal alanlardan	7 038	1,4
Hayvansal kaynaklı	181 738	35,5
Evsel atıksularla	173 375	33,9
Kırsal alanlardan	24 745	4,8
Murat nehriyle	115 238	22,5
Toplam	511 816	100

Buna gore Keban Baraj Golü Uluova Bölgesi'ne ulaşan toplam fosfor miktarı 511 816 kg/yıl olmaktadır.

Bu deger 179,12 x10^6 m^2 lik gol sahasına bolundugunde;

511 816 kg/yıl / 179120000 m^2 x 1000 g / kg =
2,857 g P/m^2,yıl veya 2857 mg P/m^2,yıl değeri ortaya çıkmaktadır.

Gölden çıkan ortalama toplam fosfor konsantrasyonu :
0.097 mg/l x 31/95 = 0.032 mg P/l dir

0,032 g/m^3 x 5 336,32 x 10^6 m^3/yıl/ 17 912 x10^4 m^2 =
0,954 g P/ m^2,yıl dır

Bu değer göle giren toplam fosfor miktarından çıkarıldığında:

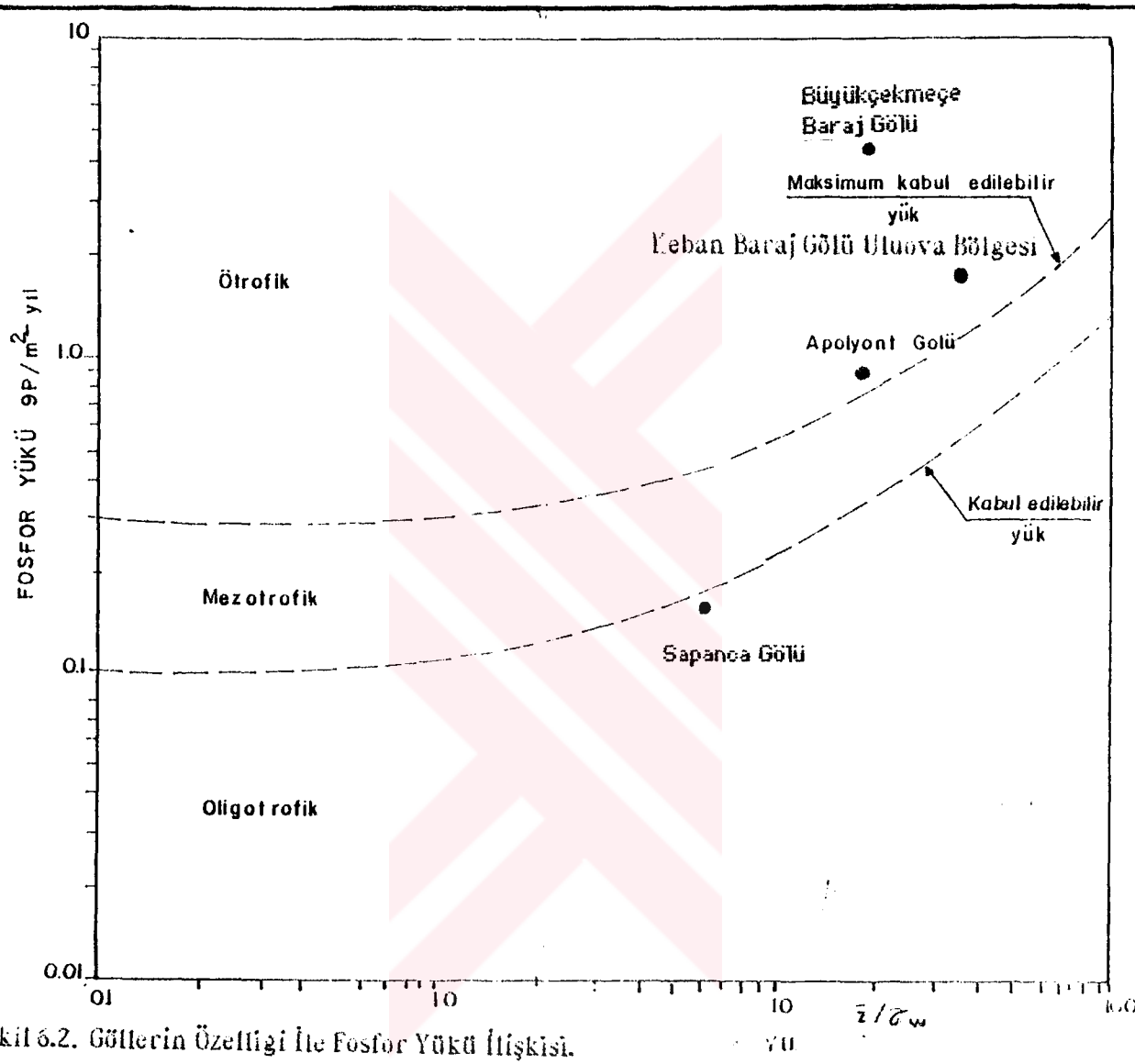
2, 857 g P/ m^2 , yıl - 0,954 g P/m^2,yıl =

1,903 g P / m^2 yıl veya 1903 mg P/ m^2,yıl gölde birikmektedir

L_c = 625,28 mg P/m^2,yıl olduguna gore bulunan fosfor değeri kritik fosfor yukunun yaklasık 3 katı kadardır.

Goruldugu gibi Keban Barajı Uluova Bolgesi'ndeki fosfor yuku kritik fosfor yukunun üstünde olduğundan Keban Baraj Gölü Uluova Bolgesi aşırı beslenme sorunu ile karşı karşıyadır.

Aşırı beslenme konusunda OECD tarfından yapılan bir araştırmada 60 tan fazla golde fosfor yuku, hidrolik yük ve gölün uretgenlik düzeyi arasındaki ilişkiler incelenmiş, bulunan sonuçlar Şekil 6.2. de verilen bir grafik haline getirilmiştir. Bu grafikte Keban Baraj Gölü Uluova Bölgesi'nin yeri işaretlendiğinde, gölun ova bolgesinin fosfor yuku yonunden aşırı beslenme sorunuyla karışı karşıya oldugu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 6.2. Göllerin Özelliği İle Fosfor Yükü İlişkisi.

6.3. 2020 Yılındaki Durumun Tahmini

6.3.1. Azot Yükü

179,12 km^2 göl sahası bulunan havzada yıllık yağış toplamı 437 mm dir (DMI. 1992). Buna göre yağışlardaki azot miktarının 1 mg N/l olduğu esas alınırsa (DSİ. 1984). Yağışla göle giren toplam azot:

179,12 x10^6 m^2 x 0,437 m x 1 mg N/ l x 1000 l/ m^3 x kg/ 10^6 mg =
78 275 kg/yıl dır.

367,91 km^2 ormanlık alanlardan yuzey akışla gelen azot miktarı:

367,91 km^2 x 145 kg/ km^2,yıl =
53 347 kg/yıl

639,79 km^2 olan tarımsal alanlardan yuzey akışla gelen azot miktarı ise,

63979 ha x 7,96 kg/ha,yıl=
509 273 kg/ yıl dır.

2020 yılında havza alanında, kanalizasyon şebekesine bağlı olan nüfusun yaklaşık 380 000' e ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Buna göre evsel atıksularla ortalama 12 g N/ kişi. gün azot atımı (DSİ,1984), kabul edilirek evsel atıksularla gelen azot miktarı:

380000 kişi x 12 g-N/ kişi. gun= 4560000 g/gun veya 4560 kg/ gun x 365 gun/ yıl=
1 664 400 kg/yıl dır.

Murat Nehri'nin debisinin aynı kaldığı (5409x10^6 m^3/sn) kabul edilerek Bu deger ortalama 2,4 mg N/l ile çarpıldığında nehrin bir yıl içerisinde getirdigi toplam azot miktarı,

5409 x 10^9 l/yıl x 2,4 mg/l x kg/10^6 mg =

12 981 600 kg/yıl tahmin edilmektedir.

274, 94 km^2 lik kırsal alanlardan gelen azot yükü ise, 950 kg/km^2,yıl esas alınarak :

274,94 km^2 x 950 kg/ km^2 ,yıl=
261 193 kg/ yıl tahmin edilmektedir.

Hayvansal atıklardan ulasan azot miktarı ise (Tablo 6.5. ve Tablo 6.6. dan),
Büyükbaş hayvanlar : 245 803 kg/yıl
Kuçukbaş hayvanlar : 180 560 kg/yıl
Kanatlılar : 37 775 kg/yıl

olmak üzere toplam 464 138 kg/yıl tahmin edilmektedir

Buna göre Keban Baraj Gölü Uluova bölgesine ulaşacak toplam azot miktarı.

16 012 226 kg N/yıl tahmin edilmektedir

Tablo 6.12. Tahmin Edilen Azot Yükleri ve % Olarak Dağılımı.

Azot yükleri	kg/yıl	%
Yağışla gelen	78 275	0,5
Ormanlık araziler	53 347	0,3
Tarım alanları	509 273	3,2
Hayvansal atıklar	464 138	2,9
Evsel atıksular	1 664 400	10,4
Murat Nehri ile	12 981 600	81,1
Kırsal alanlar	261 193	1.6
Toplam	16 012 226	100

Bu deger 179,12 x10^6 m^2 lik gol sahasına bolundugunde 2020 yılında Baraj Golu Uluova bolgesine ulaşan azot yükü
16 012 226 kg N/yıl / 179,12 x 10^6 m^2 x 1000 g / kg =
89,39 g N / m^2, yıl degerine yukselmektedir.

6.3.2. Fosfor Yuku

179,12 km^2 gol sahası bulunan havzada Elazığ Meteoroloji İstasyonu'ndan edinilen bilgilere göre yıllık yağış toplamı 437 mm dir. Buna göre yağışlardaki fosfor miktarının 0,1 mg/l oldugu esas alınırsa, yagışla gole giren toplam fosfor:

179,12 x10^6 m^2 x 0,437 m x 0,1 mg/ l x 1000 l/ m^3 x kg/ 10^6 mg =
7 828 kg/yıl dır.

367,91 km^2 ormanlık alanlardan yüzey akışla gelen fosfor miktarı 3,36 kg/km^2.yıl (DSİ. 1984) esas alınarak,

367,91 km^2 x 3,36 kg/ km^2,yıl =
1 236 kg/yıl dır

639,79 km^2 olan tarımsal alanlarından yüzey akışla gelen fosfor miktarı ise

63 979 ha x 0,11 kg/ha,yıl=
7 038 kg/ yıl dır.

Hayvansal atıklardan ulaşan fosfor miktarı ise (Tablo 6.5. ve Tablo 6..6 dan),

Büyükbaş hayvanlar : 161 713 kg/yıl
Küçükbaş hayvanlar : 32 829 kg/yıl
Kanatlılar : 15 110 kg/yıl

olmak uzere toplam : 209 652 kg P/yıl tahmin edilmektedir.

2020 yılında havza alanında kanalizasyon sistemine bagli olacak nufus yaklaşık 380 000 civarında tahmin edilmektedir

Buna göre evsel atıksularla ortalama 4 g P /kişi,gün fosfor atımı kabul edilirek.

380 000 kişi x 4 g P/kişi,gun = 1 520 000 g/gun veya 1520 kg/ gunx 365 gun/yıl =

554 800 kg P/yıl tahmin edilmektedir.

Murat Nehri'nin debisinin aynı kaldığı (5409 x10^6 m^3/yıl) kabul edilerek, bu değer ortalama 0,1 mg P/l ile çarpıldığında, nehrin bir yıl içerisinde getirdiği toplam fosfor miktarı;

5409 x10^9 l/yıl x 0,038 mg/l x kg/10^6 mg =
205 542 kg/yıl tahmin edilmektedir.

Tablo 6.13. Tahmin Edilen Fosfor Yükleri ve % Olarak Dağılımı.

Fosfor yükleri	kg/yıl	%
Yağışla gelen	7 828	0,8
Ormanlık arazilerden	1 236	0,1
Tarımsal alanlardan	7 038	0,7
Hayvansal kaynaklı	209 652	20,7
Evsel atıksularla	554 800	54,9
Kırsal alanlardan	24 745	2,4
Murat Nehri ile	205 542	20,4
Toplam	1 010 841	100

Buna gore Keban Baraj Golu Uluova Bolgesi'nde 2020 yılında toplam fosfor yuku 1 010 841 kg P/yıl tahmin edilmektedir. Bu değer 179,12 x10^6 m^2 lik göl sahasına bolunduğunde;

1 010 841 kg P/yıl / 179,12 x 10^6 m^2 x 1000 g / kg =

5,643 g P/m^2,yıl veya
5 643 mg P/m^2,yıl değerine ulaşacaktır.

L_c = 628,28 mg P/m^2,yıl olduğuna gore tahmin edilen fosfor değeri kritik fosfor yukunun yaklaşık 8,5 katına ulaşacaktır.

7. BULGULAR

Keban Baraj Gölü Uluova Bölgesi'nde yapılan analizler ve teorik çalışmalar, baraj golunun besin madelerince kirlendigini ortaya koymaktadır. Yapılan analizler sonucunda, gölun bu bölgesine giren azot ve fosfor yükünün oldukça yüksek degerler taşıdığı gorulmektedir.

Keban baraj golu ova bolgesinde yapılan analizlerde, ortofosfat konsantrasyonunun yüksek değerde (0,078-0,098 mg/l) olduğu görülmuştur.

Yapılan çalışmada, Temmuz - Aralık 1992 tarihleri arasında baraj gölü ova bolgesindeki derinlige bagli olarak pH degişimleri 8 - 8,8 arasında degişmektedir. Sıcaklık 16,9-21. arasında tespit edilmiştir. Toplam sertlik ise Fransız sertlik derecesi cinsinden 16,5-21,8 arasında degişim gostermiştir. Toplam alkalinite değeri 118-184 mg/l arasında bulunmuştur.

Nitrat azotu 1,17-2,3 mg/l arasında, Amonyak azotu 0,08- 0,14 mg/l arasında , Nitrit azotu ise 0,009-0,15 mg/l arasında gozlenmiştir. Ova kısmında görulen ortofosfat konsantrasyonu ise 0,88-0,99 mg/l değerleri arasındadır.

Biyokimyasal osijen ihiyacı ($BOİ_5$) 6,4 - 8,1 mg O_2 /l arasında ve Kimyasal oksijen ihiyacı (KOİ) 72-88 mg O_2 /l arasında tespıt edilmiştir. Baraj gölu Uluova bölgesinde seki disk derinliği 38-96 cm arasında degişmektedir.

Uluova bölgesine gelen azot yükü 11 759 602 kg/yıl veya 65,65 g N/m^2. yıl olarak bulunmuş olup, bu yukun % 83,2 sini Murat Nehri, % 5,3' unu evsel atıklar, % 4,3' unu tarım alanları, % 3,5' ini hayvansal atıklar, % 2,2' sini kırsal alanlar, % 0,8' ini ormanlık araziler oluşturmakla bereber yagışların getirdigi azot yuku % 0,7' lik duzeydedir. Uluova bolgesine giren azot yuku diğer gollere gore oldukça fazladır Ancak Uluova bolgesi çıkısında yapılan analizler ve golden çıkan akım dikkate alındığında 58,98 g N/m^2 yıl lık yukun gölun bu bölgesinden çıktığı ve golde biriken azot yukunun 6,67 g N/m^2. yıl oldugu gorulmektedir. Golde biriken azot yuku normal yukun (4,0 g N/m^2. yıl) uzerindedir (Tablo 2.2)

Uluova bölgesine gelen fosfor yuku ise 511 816 kg/yıl veya 2,857 g P/m^2 yıl olarak bulunmuş olup, toplam fosfor yukunun yaklasık % 33,9' u evsel

atıksularla, % 35,5' i hayvansal atıklarla, % 22,5' i Murat Nehri ile, % 4,8' i kırsal alanlardan, %1,5' i yağışlarla, % 1,4' ü Tarımsal alanlardan ve % 0,4' ü ormanlık arazilerden gelmektedir. Gölden çıkan fosfor yükü 0.954 g P /m^2, yıl olarak bulunmuştur. Gölun Uluova bölgesinde biriken fosfor yuku 1.903 g P /m^2, yıl dır. Bu değer OECD tarafından yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında, Keban Baraj Golu Uluova Bölgesi'nde biriken fosfor yükunun, ötrofik karekterdeki göller ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

2020 yılında ise azot yukunun 16 012 226 kg/yıl veya 89,39 g N/ m^2,yıl , fosfor yukunun ise 1 010 841 kg/yıl veya 5,643 g P/m^2,yıl değerine ulaşacağı tahmin edilmektedir. 2020 yılında toplam azot yukunun % 81,1' i Murat Nehri ile, % 10,4' ü evsel atıksularla, % 3,2' si tarım alanlarından, % 2,9' u hayvansal atıklarla, % 0,5' i yagıslarla % 1,6' sı kırsal alanlardan ve % 0,3' ü ormanlık arazilerden göle ulaşacaktır. Yapılmakta olan Elazığ Atıksu Tasfiye Tesisinde % 40 azot arıtımı dusunulurse, azot açısından ileri tasfiye sistemlerine gerek yoktur. 2020 yılında toplam fosfor yükunun % 20,4' ü Murat Nehri ile, % 54,9' u evsel atıksularla, % 0,7' si tarım alanlarından, % 20,7' si hayvansal atıklarla, % 0,8' i yagışlarla, % 2,4' ü kırsal alanlardan ve % 0,1' i ormanlık arazilerden göle ulaşacaktır. Fosfor yükunun ise yaklaşık % 58' ini evsel atıksular oluşturacaktır. Hesaplamalara göre kurulmakta olan tasfiye tesisine % 95 fosfor uzaklaştırması yapan kimyasal kademenin eklenmesiyle, bu gunku durum ancak korunabilir.

8. SONUÇ VE TARTIŞMA

Hammer (1977) ve Nesbitt e (1969) gore. bir gole giren toplam fosfor yükünün. % 36' sı evsel atıksularla. % 43' ü tarımsal arazilerden yüzey akış ile. % 17 'si yerleşim yerlerinden gelen yuzey akışlarla ve kalan % 4' luk kısım ise yeraltı sularıyla karışmaktadır

Keban Baraj Gölu Uluova bölgesine gelen fosfor yükünün % 33,9' u evsel atıksularla, % 1,4' u ise tarımsal alanlardan yuzey akışla gelmektedir.

Uslu ve Turkman (1987). göller için musade edilebilecek azot fosfor yukunun 50 m derinliğe kadar olan göllerde 4 g N m^2/yıl ve 0.25 g P/m^2,yıl olabileceğini. bu yuklerin 8 g N m^2/yıl ve 0,5 g P m^2/yıl degerlerine ulaşması halinde tehlike arzedecegini belirtmişlerdir

Uluova Bölgesi'nde 6,67 g N/m^2. yıl ve 1,903 g P m^2/yıl değerleri bulunmuşur. Bulunan degerler musade edilen kritik yuklerin çok uzerinde olup, gölun incelenen bölgesinin bitki besin maddeleri yonunden aşırı kirlendiğini ortaya koymaktadır.

Elazığ Kenti evsel atıksu tasfiye tesisine kimyasal tasfiye kademesi eklenerek göle karışan fosfor konsantrasyonunun musade edilebilir değerlere indirilmesi gerekmektedir (Topkaya ve Tumen. 1988).

2020 yılında toplam fosfor yukunun %58' ini evsel atıksularla gelen fosforun oluşturacağı tahmin edilmiştir Buna gore Elazığ Kenti Evsel atıksu tasfiye tesisine kimyasal tasfiye kademesinin eklenmesi gerekliliği. adı geçen yazarların görüşleriye paralellik göstermektedir

Keban Baraj Gölu Uluova Bolgesi'nin bitki besin maddeleriyle yuklenmesinde mevcut durumun tespiti ve gelecege yonelik tahminlerde bulunmak amacıyla yurutulen bu çalışmada. havza alanında nufus durumu. hayvan varlığı. arazi kullanımı. meteorolojik veriler toplanarak. baraj golunun ova bolgesinde su analizleri yapılmıştır

Havzada nufus artış hızı özellikle il merkezinde buyuk bir tırmanma göstermektedir Yapılan tahminlere gore il merkezinde 2020 yılında 400 000' i asan nufusun yanısıra tarım alanlarında kullanılan gübrelerin artması sonucu evsel ve

tarımsal alanlardan gelen kirletici yukun daha da artacagı. buna bağlı olarak mevcut azot ve fosfor konsantrasyonunun oldukça yuksek değerlere ulaşacağı saptanmıştır.

Yaklaşık 11 670 ha alanın sulu tarıma açılması bu bolgedeki tarımsal üretimin artmasına ve yoğun gübre kullanılmasına neden olacağından alıcı ortam durumundaki baraj gölü Uluova Bolgesi bitki besin maddeleri ile kirlenecektir. Ormanlık arazilerden gelen yukun ise Orman Genel Mudurlugu (OGM) ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmaları neticesinde gelecekte daha da azalacagı dusunulmektedir

Hayvansal atıklardan yüzeyakış ile gelen azot yuku onemli sayılamayacak derecede olup (% 3,5), fosfor yuku oldukça fazla (toplam yukun % 35,5' i) bulunmuştur Hayvansal atıkların hayvan sayısının artmasına paralel olarak gelecekte daha da artacagı sonucuna varılmıştır.

Yagışla gelen azot ve fosfor yukleri, toplam yuk içerisinde onemsiz duzeyde kalmaktadır. Gelecekte sanayileşme ve kentleşme olgusuna bağlı olarak, yağışlardaki azot ve fosfor konsantrasyonu yuksek duzeylere çıkabilir. Ancak yağışla gelen yuk, Keban Baraj Gölu Uluova Bölgesi'ne gelen diger kaynaklardan gelen bitki besin maddesi yuklerine oranla duşuk miktarlarda kalacaktır.

Keban Barajı Uluova Bolgesi gerek evsel ve tarımsal alanlardan gelen kirleticilerle, gerekse endustriyel atıklardan dolayı aşırı beslenme ile karşı karsıyadır. Golun bu kesimi daha sıg bir yapıda oldugu için. ozellikle yaz aylarında evsel atıksuların alıcı ortama verilmesiyle sıcaklığın artması ve Murat Nehri'nin debisinin azalmasına bağlı olarak kirletici konsantrasyon daha da belirginleşmektedir Uluova bölgesi çıkışı daha dar ve nispeten derin bir yapıdadır. Keban Barajı'nın diger bolgeleri Uluova bolgesine oranla besin maddeleri yonunden daha az yuklenmektedir Bunun nedeni, baraj golune karışan diger dere ve nehirlerin getirdigi besin maddesi yuklerinin azlığına bağlı olarak belirli bir seyreltme sağladığı bu bölgelerin Uluova bölgesine gore daha derin bir yapıda oldugu ve bu bolgelere tarımsal faaliyetlerin daha duşuk duzeyde oldugundan kaynaklanmaktadır

10. ÖNERİLER

Keban Baraj Golu Uluova Bolgesi'nin besin maddelerince aşırı yuklenmesinin önlenmesi için aşağıdeki önlemler alınmalıdır.

1. Baraj gölüne deşarj edilen evsel atıksuların kimyasal tasfiye tesisinden geçirilmesi gerekir. Kurulmakta olan Elazığ Atıksu Tasfiye Sistemi ile ancak evsel atıksulardaki fosforun % 30-50' si giderilebilmektedir

2. Tarım alanlarından gelen besin maddelerinin önlenmesi için gübrelerin kontrollu kullanılması gerekmektedir. Bunun icin tarım topraklarının içerdiği besin maddeleri tespit edilerek, gerekiyorsa amaca uygun gübreler kontrollu bir şekilde kullandırılmalıdır.

3. Murat Nehri ile gelen yuksek azot ve fosfor konsantrasyonlarının azaltılabilmesi için, toprak erozyonunu önlemek gerekmektedir. Bunun için havzadaki topraklar egime dik dogrultuda işlenmeli, agaçlandırma ve sekilendirme çalışmalarına hız verilmelidir

4. Fırat, Murat ve baraj gölunu besleyen diğer akarsuların yağış havzalarındaki dere, yan dere ve kuru derelere katı ve arıtılmayan sıvı atık boşaltılmamalıdır.

5. Keban Baraj Gölü Uluova yağış havzasındaki fabrika ve tesislerin gerekli tasfiye sistemlerinin yaptırılması ve kontrol altında tutulması gerekmektedir. Orneğin Elazığ Şeker Fabrikası'nın kirletici duzeyinin tespit edilmesi ve gerekli onlemlerin alınması gerekir.

6. Hayvansal atıklarla gelen azot ve fosfor yukunun azaltılabilmesi için, biyogaz tesisleri kurularak ucuz enerji elde edilebilir. Yine atıksu tasfiye tesisinden çıkan su sulama amacıyla kullanılabilir. Boylece gubreleme maliyeti azaltılabildiği gibi, atısular da degerlendirilmiş olacaktır.

7. Gerek havza alanında gerekse Murat Nehri yagış havzasında nufus artısının azaltılması ve yorede yasayan insanlar arasında çevre bilincinin yaygınlaştırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

AGM, 1978. **Keban Baraj Gölü Havzası Amenajman Planı**, T.C. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Orman Genel Mudurlugu Yayınları, Ankara. S. 155.

AWWA. APHA, EPA, 1985. **Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater**, American Public Health Association , Washington. pp. 1268.

ALLEN,H.E.,KRAMER,J.R.,1972. **Nutrients in Natural Waters**, Wiley and Sons, Newyork, London, Toronto. pp. 252.

BAYKURT, F., AYDIN, A., BAYKURT, S., 1987. **Çevre Sorunları ve Korunma**, İ.Ü. Yayını, No: 3449,İstanbul, S. 215.

BERKES, F., KIŞLALIOĞLU, M., 1990. **Ekoloji ve Çevre Bilimleri**, Remzi Kitabevi, Yayın No: 95, İstanbul. S. 135.

BİLDİK, M., CİCİ, M., TÜMEN, F., BOYBAY, M., 1989. **Etibank Simli Kurşun Tesisleri Atıklarından Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliğinin İncelenmesi.** Beşinci Bilimsel ve Teknik Çevre Konferansı, Çevre,89, Adana, S. 373-381.

BOUWER, H., 1970. **Artificial Groundwater**. Recharge Conferance Universtiy of Reading, England. pp. 210.

ÇALTA, M., 1989. **Elazığ Kanalizasyonunun Keban Baraj Gölü'ne Dökülduğu Bölgenin Bazı Kirlilik Parametreleri Yönünden Değerlendirilmesi**. F.U. Fen Bil. Enst.Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, S.37.

DİE, 1984. **1980 Yılı Genel Nufus Sayımı**,T.C. Başbakanlik Devlet İstatistik Enstiutüsü Yayınları:1072, Ankara. S.13.

DİE, 1987. **1985 Yılı Genel Nufus Sayımı**. T.C. Başbakanlik Devlet İstatistik Enstitusu Yayınları:1237, Ankara. S. 5-10.

DİE, 1990. **Tarımsal Yapı ve Üretim (1988)**. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstiutusu Yayınları: 1146, Ankara. S. 137-139

DİE, 1992. **1990 Yılı Genel Nüfus Sayımı**. T.C Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitusu Yayınları, Ankara. S. 146.

DSİ. 1971, **Elazığ Uluova Sulama Projesi**, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. D.S.İ. Genel Mudurlugu,İşl. ve Bak. Dairesi Bşk. Yayınları , Ankara. S.160.

DSİ. 1982. **Keban Baraj Gölü Limnolojik Etüt Raporu**. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. D.S.İ. Genel Mudurlugu,İşl. ve Bak. Dairesi Bşk. Yayınları: 90 , Ankara. S. 92.

DSİ. 1984. **Sapanca Gölü Kirlilik Araştırması Raporu**. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bak. , İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Bşk., DSİ Basım ve Foto-Film İşl. Mud. Matbaası, Ankara. S. 135.

DSİ, 1987. **İstanbul Büyükçekmece Baraj Gölü Kirlilik Araştırması Raporu**, Bayındırlık ve İskan Bak. , İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Bşk., DSİ basım ve Foto-Film İşl. Mud. Matbaası, Ankara. S. 87

DSİ, 1987. **Elazığ Uluova Pompaj Sulaması Tanıtım Projesi**. DSİ 9. Bolge Mud. Elazıg.

DUMAN, E., 1988. **Keban Baraj Gölü'nün Ova Bölgesi Yüzey Sularında Bazı Kimyasal Analizler**. F.U. Fen Bil. Enst. Yuksek Lisans Tezi, Elazıg, S. 37.

EİE. 1986. **1985 Su Yılı Akım Değerleri** Elektrik İsleri Etut İderesi Genel Mudurlugu Hidrolik Etutler Dairesi Bşk., Yayın No:88-42, Ankara. S. 215.

ELİZ H.İ. OZDEMIR.H., OZER. D., ÇAĞLAR. M.A., 1985 **Keban Baraj Gölü Yüzey Sularının Kirlenmesi** Ataturk Univ. Çevre Sor. Ars. Merk., Semp.-6. 11-15 Haziran 1985, Erzurum. S. 21

ERENÇİN, Z., KÖKSAL, G., 1981. **İç Sular Temel Bilimleri**, A.Ü. Veteriner Fak. Yayınları, No: 135, Ankara. S. 145.

GÜLDEDE, N., ÇUNGUNLU, E., 1988. **Terkos Gölü Besin Maddesi ve Göl Tepkisinin Araştırılması**. Doğa-Tr.J. of Engineering and Environmental Sciences, 14 (1990), , TUBİTAK, Ankara, S. 50-60

GÜNER, H., 1987. **Hidrobotanik**, E.Ü. Fen Fak. Yayınları No: 91, İzmir. S. 146.

HAMMER, M. J.,1986. **Water and Wastewater Technology**, John Wiley and Sons, Inc., Canada. pp. 386.

HILL, G., 1968. **Engineering Management Of Water Quality**. Mc. Graw- Hill Book Company, America. pp. 380.

KARPUZCU, M., 1988. **Çevre Mühendisliğine Giriş**, İ.T.Ü. İnşaat Fak. Matbaası, İstanbul. S. 345

KIRIMHAN, S., 1989. **Elazığ İlinin Genel Çevre Soruniarı ve Çözüm Önerileri**, Beşinci Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, Çevre'89 Tebliğleri, 5-9 Haziran 1984, Adana. S. 5-14.

MARSDEN, M.W., 1989. **Sediment P Release Lake Restoration By Reducing External Phosphorus Loading: The Influence Of Sediment Phosphorus Relase**, Freshwater Biyology,21, America. pp. 142.

MUSLU, Y., 1985. **Su Temini ve Çevre Sağlığı**, İ.T.Ü. İnşaat Fak. Matbaası, İstanbul. S. 686

NESBITT, J., 1969. **Phosphorus Removal**. The State of Art. Journal WPCF,41: pp. 701-713.

OECD WORKSHOP, 1974. **Test of Loading Tolerance For Phosphorus**, Canadian Center For Inland Waters, Burlington. pp.78.

RAMALHO. R.S., 1983. **Introduction to Wastewater Treatment Proceses**, Acedemic Press, Inc, Newyork. pp. 422.

RESMİ GAZETE. 1988. **Su Kirliliği ve Kontrolu Yönetmeliği**. T.C. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Gen. Mud., Sayı: 19919, 4 Eylul 1988, Ankara. S. 39-40.

SAY, H., 1991. **Elazığ Kanalizasyonu ve Ferrokrom Fabrikası Atıklarının Keban Baraj Gölu'ne Dökuldugu Bolgelerde Ağır Metal Analizleri**. F.U. Fen Bil. Enst. Yuksek Lisans Tezi, Elazığ, S. 51

TCHOBANOGLOUS. G., 1979. **Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse**. Tata Mc Graw-Hill Publishing Company LTD. New Delhi, pp. 919.

TOPKAYA, B., TUMEN, F., 1987. **Evsel Atıksu Tasfiye Tesisi Tasarımında Laboratuvar Doneleri Kullanımı**, Akdeniz Univ. Isparta Muh. Fak. Dergisi Sayı 3., Ayrı Basım, S. 9.

USLU.O., TURKMAN.A., 1987. **Su Kirliliği ve Kontrolu**. T.C. Basbakanlık Çevre Genel Mudurlugu Yayınları, No:1 Ankara. Sa 345.

USLU, O., SALİHOGLU, İ., TURKMAN, A., BAŞTURK, O., YILMAZ, A., AKTUZ, I., UNVER, I., 1989. **Turkiye'nin Çevre Sorunları**. Turkiye Çevre Sorunları Vakfı, Ankara. S. 477

WETZEL. R. G.,1975. **Limnology**. B. Sounders Company, Philedelphia, London, Toronto. pp. 743.

VOLLENVEIDER R. A., 1982. **Advances In Defining Critical Loading Levels For Phosphorus In Lake Eutrophication**. CCIW, Burlington, Canada. pp.243.

YILDIZ. S., 1984. **Keban Baraj Gölünun Fiziksel ve Kimyasal Yapısı**. Ataturk Universitesi Çevre Sorunları Arş. Merk. Simpozyum-6. 11-15 Hazıran 1984. Erzurum. S. 595-625.

EK 1. SU KALİTESİ İLE İLGİLİ STANDARTLAR

Su kalitesi araştırmalarının ana amacı, suyun kalitesini belirleyen çeşitli fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve radyolojik parametrelerin sudaki konsantrasyonlarının belirlenerek elde edilen verilerin belirli standartlarla karsılastırılmasının yapılmasıdır. Kalite sozcugunun kendisi anlam olarak bir kriter veya standartla karşılaştırma işlemini içermektedir. Bu nedenle su kalitesi standartları, kalite araştırmalarının kullanıldığı en temel araçtır.

Herhangi bir su kaynağına kirli veya temiz diyebilmek için o kaynağın hangi amaç için kirli veya temiz olduğu sorusu cevaplandırılmalıdır Çunku kaynağın kullanım amacı o kaynağın kalitesini belirlemektedir. Bir kullanım için çok uygun diger bir deyişle kalitesi yuksek olan bir su kaynağı başka bir kullanım için uygun olmayan bir kalitede olabilir. Örneğin tarımda sulama suyu olarak çok uygun olan bir su kaynağı içme suyu kaynağı olarak kullanılamaz derecede kirli olabilir veya ancak belirli bir arıtımdan geçirildikten sonra kullanılabilecek bir kalitede olabilir (DSİ, 1987).

Konumuz olan ve kıta içi su kaynakları içerisine dahil edilen baraj golleri ile ilgili standartlar, T.C. Başbakanlık Çevre Musteşarlığınca hazırlanan "Su Kirliliği Kontrolu Yonetmeliği" içerisinde belirlenmiştir Ek 1.1. 'de Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına gore kalite kriterleri verilmiştir (Resmi Gazete, 1988).

Ek 1. Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Resmi Gazete.1988).

SU KALİTE PARAMETRELERİ	1	2	3	4
A) Fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler				
1. Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2. pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6-9	6-9 dış
3. Çözünmüş oksijen (mg O_2/ l)[a]	8	6	3	< 3
4. Oksijen doygunluğu (%)[a]	90	70	40	< 40
5. Klorür iyonu (mg Cl^-/ l)	25	200	400[b]	>400
6. Sulfat iyonu (mg $SO_4^=$ / l)	200	200	400	>400
7. Amonyum azotu (mg NH_4^+-N/ l)	0,2[c]	1[c]	2[c]	> 2
8. Nitrit azotu (mg NO_2^--N/ l)	0,002	0,05	0,05	> 0,05
9. Nitrat azotu (mg NO_3^--N/l)	5	10	20	>20
10. Toplam fosfor (mg PO_4^{-3}-P/ l)	0,02	0,16	0,65	>0,65
11. Toplam çözünmüş madde (mg/ l)	500	1500	5000	>5000
12. Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	>300
13. Sodyum (mg Na^+/ l)	125	125	250	>250
B. Organik Parametreler				
1. KOİ (mg/ l)	25	50	70	>70
2. BOİ (mg/ l)	4	8	20	>20
3. Organik karbon (mg/ l)	5	8	12	>12
4. Toplam kjeldahl- azotu (mg/ l)	0,5	1,5	5	>5
5. Emulsulfiye yağ ve gres (mg/ l)	0,02	0,3	0,5	>0,5
6. Metilen mavisi aktif maddeleri (MBAS)(mg/ l)	0,05	0,2	1	>1,5
7. Fenolik maddeler (uçucu) (mg/ l)	0,002	0,01	0,1	>0,1
8. Mineral yağlar (mg/ l)	0,02	0,1	0,5	>0,5
9. Toplam pestisit (mg/ l)	0,001	0,01	0,1	>0,1
C. İnorganik Kirlenme Parametreleri[d]				
1. Civa (mikrogram Hg/ l)	0,1	0,5	2	2
2. Kadmiyum (mikrogram Cd/ l)	3	5	10	>10
3. Kurşun (mikrogram Pb/ l)	10	20	50	>50

Ek 1.1.' in Devamı.

SU KALİTE PARAMETRELERİ	1	2	3	4
4. Arsenik (mikrogram As/ l)	20	50	100	>100
5. Bakır (mikrogram Cu/ l)	20	50	200	>200
6. Krom (toplam) (mikrogram Cr/ l)	20	50	200	>200
7. Krom (mikrogram Cr^{+6}/l) Olculmeyecek kadar az		20	50	>50
8. Kobalt (mikrogram Co/ l)	10	20	200	>200
9. Nikel (mikrogram Ni/ l)	20	50	200	>200
10 Çinko (mikrogram Zn / l)	200	500	2000	>2000
11. Siyanur (toplam) (mikrogram CN/ l)	10	50	100	>100
12. Florur (mikrogram F^-/ l)	1000	1500	2000	>2000
13. Serbest klor (mikrogram Cl_2/ l)	10	10	50	>50
14. Sulfur (mikrogram S^-/ l)	2	2	10	>10
15. Demir (mikrogram Fe/ l)	300	1000	5000	>5000
16. Mangan (mikrogram Mn/ l)	100	500	3000	>3000
17. Bor (mikrogram B/ l)	1000[e]	1000[e]	1000[e]	>1000
18. Selenyum (mikrogram Se/ l)	10	10	20	>20
19. Baryum (mikrogram Ba/ l)	1000	2000	2000	>2000
20. Aluminyum (mikrogram Al/ l)	0,3	0,3	1	>1
21. Radyoaktivite (pCi/ l)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	>10
beta- aktivitesi	10	100	100	>100
D. Bakteriyolojik Parametreler				
1. Fekal koliform (EMS/100 ml)	10	200	2000	>2000
2. Toplam koliform (EMS /100 ml)	100	20000	100000	>100000

(a) Konsantrasyon veya doygunluk yuzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(b) Klorure karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini duşurmek gerekir

(c) pH degerine bagli olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0,02 mg NH_3-N / l degerini geçmemelidir.

(d) Bor a karsı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 mikrogram/ l ye kadar duşurmek gerekebilir