

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PUPA ÇAYI HAVZASININ (EĞİRDİR GÖLÜ) BESİN
ELEMENTLERİ YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ**

Ayça ASLANTÜRK

**Danışman
Prof. Dr. Osman ÇETİNKAYA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2012**

© 2012 [Ayça ASLANTÜRK]

TEZ ONAYI

Ayça ASLANTÜRK tarafından hazırlanan “**Pupa Çayı Havzasının (Eğirdir Gölü) Besin Elementleri Yükünün Belirlenmesi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman **Prof. Dr. Osman ÇETİNKAYA**
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi **Prof. Dr. Osman ERTAN**
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi **Doç. Dr. Sevgi SAVAŞ**
Süleyman Demirel Üniversitesi

Enstitü Müdürü **Prof. Dr. Mehmet Cengiz KAYACAN**

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Ayça ASLANTÜRK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Havzalardan Besin Elementi Yükleme Üzerinde Yapılan Çalışmalar	5
2.2. Pupa Çayı ve Havzası ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	8
3. MATERYAL VE METOD	11
3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması	11
3.2. Çalışma Alanının İklimi ve Bitki Örtüsü	13
3.3. Örnek Alma Noktaları	15
3.4. Su Örneklerinin Alınması, Saklanması ve Analizleri	19
3.5. Havzanın Besin Elementi Yükünün Belirlenmesi	20
3.5.1. İstatistiksel yöntem	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	22
4.1. Araştırma Alanına İlişkin Gözlemler	22
4.2. Örneklem Noktalarındaki Fizikokimyasal Bulgular	28
4.2.1. Sıcaklık	28
4.2.2. pH	28
4.2.3. Elektriksel iletkenlik	29
4.2.4. Çözünmüş oksijen	30
4.2.5. Oksijen doygunluğu	30
4.2.6. Bulanıklık	31
4.2.7. Askıda katı madde	32
4.2.8. Nitrat azotu	32
4.2.9. Amonyum azotu	33
4.2.10. Toplam azot	34
4.2.11. Ortofosfat fosforu	34
4.2.12. Toplam fosfor	35
4.3. Parametreler Arası İlişkiler	36
4.4. Pupa Çayı Havzası'nın Yıllık Besin Elementleri Yükleme Değerleri	36
4.4.1. Nitrat azotu yükü	36
4.4.2. Amonyum azotu yükü	37
4.4.3. Toplam azot yükü	37
4.4.4. Ortofosfat yükü	37
4.4.5. Toplam fosfor yükü	38
4.5. Pupa Çayı Havzasının Arazi Kullanım Durumu, Tarım ve Hayvancılığa Ait Temel Kullanım ve Üretim Verileri	38
4.6. Pupa Çayı Havzasının Taşkın Geçmişi	46
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	48

KAYNAKLAR	57
EKLER.....	61
EK A. Harita	62
EK B. Çizelge	63
ÖZGEÇMİŞ	64

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PUPA ÇAYI HAVZASININ (EĞİRDİR GÖLÜ) BESİN ELEMENTLERİ YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ

Ayça ASLANTÜRK

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Osman ÇETİNKAYA

Güney-batı Anadolu da yer alan Pupa Çayı havzası sularını Eğirdir gölüne boşaltmaktadır. Bu çalışma Pupa Çayı ve havzasının Eğirdir Gölü'nün kirlenmesinde etken olan azot ve fosfor bileşikleri açısından nicel ve nitel olarak incelenmesi, besin elementleri yükünün ortaya konulması; incelemelere ve bulgulara dayalı olarak da Eğirdir Gölü'nün kirlilikten korunması için havzada alınabilecek önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Çalışmada Ağustos 2011–Mayıs 2012 arasında Pupa Çayı havzasında seçilen 7 örnekleme noktasında mevsimsel olarak alınan örneklerle havzanın yüzey sularının besin elementleri konsantrasyonları belirlenmiş, örnekleme noktaları ve tüm havzada incelemeler gerçekleştirilmiş, havzada gübre kullanım verileri toplanmıştır. Havzanın besin elementleri yükü, analizlerde bulunan besin elementleri konsantrasyonlarının ortalaması ile havzanın net su kazancı çarpılarak bulunmuştur. Havzanın Eğirdir Gölü'ne yüklediği nitrat azotu 205 004 kg/yıl, amonyum azotu 184 870 kg/yıl, toplam azot 197 683 kg/yıl, ortofosfat fosforu 560 624 kg/yıl, toplam fosfor 570 561 kg/yıl olarak hesaplanmıştır. Havzada kullanılan yapay ve hayvansal gübrelerin havzanın besin elementi yükü üzerinde etkili olduğu ve gübrelerin havzada su kirliliği oluşturma potansiyeli olduğu görülmektedir.

Yapılan incelemelerde havzanın, yerleşim yerlerinden herhangi bir arıtmaya tabi tutulmadan yüzey suyuna verilen evsel atıklar, tarımsal faaliyetler gibi kirleticilerin etkisi altında olduğu görülmektedir. Havzadan yüzey ve yer altı sularına geçen besin elementi yükünün azaltılmasına yönelik olarak etkin kentsel atık su arıtımı, iyi tarım uygulamaları, daha az ve doğru gübre kullanımı konularında önlemler alınması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Eğirdir Gölü, Pupa Çayı, nitrat azotu, amonyum azotu, toplam azot, ortofosfat fosforu, toplam fosfor, besin elementi yükü

2012, 64 sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

ESTIMATION OF NUTRIENTS LOAD OF PUPA RIVER BASIN (LAKE EĞİRDİR, TURKEY)

Ayça ASLANTÜRK

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Fisheries Basic Sciences**

Supervisor: Prof. Dr. Osman ÇETİNKAYA

The Pupa River basin, located in south-east Anatolia, inflows it's waters to the Lake Eğirdir. The purpose of this study were to investigate present status of the basin's nitrogen and phosphorus compounds quantitatively and qualitatively, and to estimate nutrients loading rates from the basin to Lake Eğirdir that is a pollution causative factor for the lake and to suggest pollution control measures that can be applied for Lake Eğirdir on the basin level, based to the investigations and estimations.

Nutrient concentrations of the Pupa River's Basin were determined through seasonal samples obtained at 7 sampling points between August 2011 and May 2012. In the same time investigations were made and fertilizers and manure usage data in the basin were collected. The Basin's nutrient load was found by multiplying the mean nutrient concentrations of surface waters resulting from the analyses by the Basin's net water gain. The nitrate nitrogen, ammonia nitrogen, total nitrogen, orthophosphate and total phosphorus loads per year for the Lake Eğirdir coming from the basin were estimated as 205004 kg; 184870 kg; 197683 kg; 560624 kg; and 570561 kg, respectively. It can be seen that artificial fertilizers and animal manures used in the basin are efficient on nutrient load of the basin and it was established that these fertilizers potentially caused water pollution in the area.

On the investigations it can be clearly seen that the Pupa River's Basin is influenced by pollutants as municipal wastes which are passed into the surface water without any treatment or purification, and agricultural wastes and fertilizers. There is an urgent need for taking precautions for minimizing the nutrient load coming from the basin into surface and groundwater. And measures should be taken in municipal waste water treatment and in good agricultural practices such as less and on time fertilizer usage.

Keywords: Lake Eğirdir, Pupa River, nitrate nitrogen, ammonia nitrogen, total nitrogen, orthophosphate, total phosphorus, nutrient load

2012, 64 pages.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Osman ÇETİNKAYA'ya teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan S.D.Ü Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Arş. Gör. Dr. N. Lerzan ÇİÇEK'e ve Akdeniz Su Ürünler, Araştırma, Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü Eğirdir Birimi Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Cafer BULUT'a teşekkür ederim.

2819-YL-11 No'lu Pupa Çayı Havzasının (Eğirdir Gölü) Besin Elementleri Yükünün Belirlenmesi adlı proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen eşim Faruk ASLANTÜRK'e ve tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Ayça ASLANTÜRK
ISPARTA,2012

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışma alanı ve istasyonlar.....	12
Şekil 3.2.1. Örnekleme noktası: Delipınar Kaynağı	15
Şekil 3.3.2. Örnekleme noktası: Ortayazı Köprüsü.....	16
Şekil 3.4.3. Örnekleme noktası: Deriçay	16
Şekil 3.5.4. Örnekleme noktası: Hisarardı Çayı.....	17
Şekil 3.6.5. Örnekleme noktası: Kanal Köprü 1	18
Şekil 3.7.6. Örnekleme noktası: Kanal Köprü 2	18
Şekil 3.8.7. Örnekleme noktası: Yenipapa (Üyüllü) Çayı	19
Şekil 4.1. Delipınar Kaynağı'nda gözlemlenen atıklar	21
Şekil 4.2. Pupa Çayı (Ortayazı Köprüsü, II. istasyon) yoğun sazlık örtüsü ve satılmayan balıkların çaya rastgele atılması sonucu çayda oluşan kirlilik.....	22
Şekil 4.3. III. İstasyon Deriçay noktası. Nisan 2011'de istasyonda görülen aşırı bulanıklık.....	23
Şekil 4.4. IV. İstasyon Hisarardı Çayı noktası. Nisan 2011'de istasyonda görülen aşırı bulanıklık	24
Şekil 4.5. V. İstasyon Kanal Köprü 1 noktası	24
Şekil 4.6. VI. İstasyon Kanal Köprü 2 noktası.....	25
Şekil 4.7. VII. İstasyon Yenipapa (Üyüllü) Çayı noktası Nisan 2011	26
Şekil 4.8. İstasyonlarda sıcaklığın aylara göre değişimi	28
Şekil 4.9. İstasyonlarda pH'ın aylara göre değişimi	29
Şekil 4.10. İstasyonlarda elektriksel iletkenliğin aylara göre değişimi.....	29
Şekil 4.11. İstasyonlarda çözünmüş oksijenin aylara göre değişimi.....	30
Şekil 4.12. İstasyonlarda oksijen doymuluğunun aylara göre değişimi.....	31
Şekil 4.13. İstasyonlarda bulanıklığın aylara göre değişimi	31
Şekil 4.14. İstasyonlarda askıda katı maddenin aylara göre değişimi.....	32
Şekil 4.15. İstasyonlarda nitrat azotunun aylara göre değişimi	33
Şekil 4.16. İstasyonlarda amonyum azotunun aylara göre değişimi.....	33
Şekil 4.17. İstasyonlarda toplam azotun aylara göre değişimi	34
Şekil 4.18. İstasyonlarda ortofosfat fosforunun aylara göre değişimi	35
Şekil 4.19. İstasyonlarda toplam fosforun aylara göre değişimi.....	35
Şekil 4.20. 2010 yılı Senirkent ISIC Sınıflamasına Göre Tarım Alanları (dekar)	39
Şekil 4.21. 2010 yılı Uluborlu ISIC Sınıflamasına Göre Tarım Alanları (dekar)	39
Şekil 4.22. VI. İstasyon Kanal Köprü 2 noktasından çekilen su ile etrafındaki marul tarlasının sulanması.....	40
Şekil 4.23. VI. İstasyon Kanal Köprü 2 noktası ve etrafındaki meyve bahçeleri	40
Şekil 4.24. Havzanın ortofosfat fosforu konsantrasyonu ile havzada kullanılan gübrelerden fosfor miktarı arasındaki regresyon modeli	44
Şekil 4.25. V. İstasyon Kanal Köprü 1 noktası ve su kaynağının hemen yanında bulunan mandıra	44
Şekil 4.26. Uluborlu Baraj Gölü'nden bir görünüm	47
Şekil A.1. Pupa Çayı havzasının arazi kullanım durumu.....	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1.Pupa Çayı Havzası fizikokimyasal parametrelerinin mevsimsel olarak yıllık ortalama değerleri	27
Çizelge 4.2.Pupa Çayı havzasında (Senirkent-Uluborlu) çiftçiye satılan gübre çeşitleri ve miktarları (ton).....	42
Çizelge 4.3.2010 yılı Senirkent ve Uluborlu ilçeleri hayvan mevcutları.....	45
Çizelge 4.4.Uluborlu Barajı'nın teknik özellikleri.....	46
Çizelge B.1.Thorntwaite Metoduna Göre Senirkent ve Uluborlu Ortalama Buharlaşma-Terleme Su Bilançosu.....	61

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
AKM	Askıda katı madde
da	Dekar
D.S.İ	Devlet Su İşleri
ETP	Potansiyel Evapotranspirasyon (Potential evapotranspiration)
ETR	Gerçek Evapotranspirasyon
E	Doğu
GPS	Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)
hm ³	Hektometreküp
ha	Hektar
ISIC	Uluslararası Standart Sanayi Sınıflaması (International Standard Industrial Classification)
kg	Kilogram
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
m	Metre
mm	Milimetre
m ³	Metreküp
mg	Miligram
mg/l	Miligram/litre
N	Kuzey
n	Örnek sayısı
NSK	Net su kazancı
NTU	Nephelometric Turbidity Units (Nephelometrik Bulanıklık Birimi)
Ort.	Ortalama
r	Korelasyon katsayısı
S	Güney
SE	Standart Hata
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
TGHİM	Tarım, Gıda ve Hayvancılık İl Müdürlüğü
TN	Toplam azot
TP	Toplam fosfor
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YD	Yükleme Değeri
W	Batı
µm	Mikrometre
µS	Mikrosimens
°C	Santigrat Derece

1. GİRİŞ

Hayatın doğuş yeri olan su, canlı yaşamının sürdürebilmesi için gerekli en temel kaynaklardan biridir. Hızlı nüfus artışı, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler gibi etkenler suya olan gereksinimi artırmakta bu durumda da mevcut su kaynaklarının daha dikkatli kullanılması ve kirlenmeye karşı gerekli tedbirlerin bir an önce alınmasını gerektirmektedir. Artan ihtiyacın karşılanabileceği tek potansiyel doğal su kaynaklarıdır. Alınacak basit tedbirlerle su kaynaklarımızın kirlenmesi ve tükenmesi önlenabilir. Su kaynaklarının kalitesinin izlenmesi bu anlamda büyük önem taşımaktadır (Demer, 2008).

Su kalitesi izleme programının birçok çeşidi vardır fakat iki temel yaklaşım su kalitesi izlemede sık sık kullanılır. Neden-sonuç izlemesi, spesifik arazi kullanımı ve su kalitesi bozulması arasındaki ilişkiyi kanıtlamak ya da çürütmek için çalışır. Uyum izlemesi ise su kalitesi parametrelerinin minimum ve maksimum kimyasal değerler içinde olup olmadığını değerlendirir. Su kalitesi izlemede kullanılan başlıca parametreler ise sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, iletkenlik, azot ve fosfordur (Nader vd, 2011).

Göllerin kirlenmesinde önemli role sahip kirletici gruplarından biri olan bitki besin elementleridir. Bitki besin elementleri temel olarak tarım alanlarına uygulanan yapay gübreler ile hayvan gübreleri, bitki ve hayvan atıklarından kaynaklanmaktadır. Kentsel atıklar ise çok çeşitli kirleticileri üretmekte ve taşıyıcı ortam akarsu ile göle bu atıklar ulaşmaktadır.

Yüzey ve yeraltı sularının kompozisyonu drenaj havzasındaki doğal faktörlere (jeolojik, topografik, meteorolojik, hidrolojik ve biyolojik) bağlıdır ve mevsimsel akış miktarlarındaki değişimler, hava koşulları ve su seviyeleri ile değişir. İnsan müdahalesinin de su kalitesi üzerinde önemli etkileri vardır. Bu etkilerin bazıları baraj inşası, sulak alanların drenajı ve akış yönü ve miktarının değiştirilmesi gibi hidrolojik müdahalenin sonucudur. Akarsulara kentsel, evsel, endüstriyel ve diğer atık suların deşarjı (kasıtlı veya kazara)gibi kirletici faaliyetler ve drenaj havzasındaki tarım arazilerinden kaynaklanan kimyasallar daha belirgindir (UNEP/WHO, 1996).

Besin elementlerinden azot ve fosfor ortamda doğal olarak düşük konsantrasyonlarda bulunurken asıl olarak insan faaliyetleri ile ortaya çıkar. Bu besin elementleri doğal çevresel döngülerin bir parçası olarak akarsulara taşınır. Akarsular, kıtalar ve okyanuslar arasındaki hidrolojik bağlantılardır ve besin elementleri su ile havzanın üst kısımlarından nehir sistemi içine, oradan da göl, deniz veya okyanuslara taşınırlar. Taşınan bu besin elementleri tüm kara parçaları, nehirler, göller, deniz ve okyanuslarda yaşayan organizmalara besin sağlar (Lijeström, 2007).

İnsan aktivitelerinin bir sonucu olarak nehirlerden okyanuslara taşınan azot ve fosfor miktarları özellikle 20. yy. ın ikinci yarısında üç kat artmıştır. Ve bu artış birçok nehir, göl ve nehir ağzı sisteminde ötrofikasyona sebep olmuştur. Ötrofikasyon özellikle gelişmiş ülkelerde kalıcı bir problem haline gelmiştir. Sulardaki besin elementi artışı, nüfus artışına paralel olarak, yapay gübre üretimi ve kullanımı, fosil yakıt kullanımının artması ile ilgilidir. Bu artışlar et üretimi, tarımsal ürün ihracatı verileri ile de tespit edilebilir (Smith vd, 2003).

Ekosisteme azot ve fosfor yüklemesi çevre yönetiminde önde gelen konulardır. Karasal ortamlardan su kaynaklarına olan besin elementi girişinin hızlanması ötrofikasyonu takiben mavi-yeşil alg patlamasına, balık ölümlerine ve dünyanın pek çok bölgesinde istenmeyen sucul bitkilerin aşırı gelişmesine de sebep olmuştur. Tarımsal faaliyetler ve aşırı gübre kullanımı, bu sürecin oluşumunda önemli bir bileşen olarak sorumlu tutulmaktadır (Liljeström, 2007).

Besin elementi transferinin antropojenik kaynakları noktasal ve noktasal olmayan olarak sınıflandırılır ve daha da fazlasıyla havzanın hidrolojik akış yollarına bağlı olanlar ve hidrolojiye bağlı olmayanlar olarak ayırt edilebilir. Besin elementi çalışmaları kırsal su toplama havzalarında fosfor ve azot transferinin büyük olasılıkla noktasal olmayan kaynaklardan olan tarımsal aktiviteler ile aşırı veya mevsimsel gübre uygulamalarından kaynaklandığını göstermiştir. Su kaynaklarında fosfor ve azotun aşırı zenginleşmesinden kaynaklanan ötrofikasyonun toksik alg çoğalmaları, oksijen kaybı, balık ölümleri, biyolojik çeşitliliğin azalması ve sucul ekosistemlerin bozulmasına sebep olduğu tespit edilmiştir (Lijeström, 2007). Toksik alg çoğalmaları ve ötrofikasyonun diğer sonuçları bir su kaynağının içme ve rekreasyon amacıyla kullanılması imkanını büyük ölçüde azaltır (WHO, 1999). Ötrofikasyon büyük bir sorundur ve giderek yaygınlaşmaktadır. Asya Pasifik bölgesindeki göllerin % 54 ‘ü

ötrofikdir. Ötrofikasyon oranları Avrupa sularında % 53, Afrika sularında % 28, Kuzey Amerika'da % 48 ve Güney Amerika'da % 41 olarak bildirilmiştir (WHO, 1999).

Kıta içi su kaynaklarının korunması, kirlenmesinin önlenmesi ve kirlenmiş olan su kaynaklarının su kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla havzanın jeolojik, hidrolojik, ekolojik ve çevresel özellikleri ile birlikte mevcut arazi kullanımlarının da dikkate alındığı bir havza koruma planı yapılması gereklidir.

Havza ölçekli araştırmanın birçok bölgede yararlı çevresel stratejiler ve eylem planları oluşturulması için kullanılması daha yaygın hale gelmiştir. Bu havza ölçekli çalışmalar besin elementi yüklemesi ve kirliliği ile ilgili konularda ve sorunlarda bütüncül ve sınır ötesi bir bakış açısı sağlar. Havza düzeyinde bir araştırma; bir bütün olarak besin elementi dinamiklerini ve dengelerini anlamak ve su kaynaklarına aşırı besin elementi girişinin negatif etkilerini önlemek için gereklidir (Liljeström, 2007).

Türkiye'nin en önemli tatlı su göllerinden biri olan Eğirdir Gölü; içme ve kullanma suyu, sulama, balıkçılık, rekreasyon ve su sporları gibi çok amaçlı olarak kullanılmaktadır. Gölü besleyen en önemli su kaynaklarını atmosferik yağış, göle katılan akarsular ve göl çanağından giren sular oluşturmaktadır. Göle katılan akarsuların gölün kirlenmesinde etkili olduğu sıkça dile getirilmektedir.

Eğirdir Gölü'ne dökülen akarsulardan biri de Pupa Çayıdır. Pupa çayı havzası; Eğirdir gölünün batı, kuzey-batı kesiminde yer almaktadır. Havza temel olarak güney, kuzey ve batıdan yükseltiler ve geçitler; doğudan ise Eğirdir gölü Hoyran kısmı (gölün kuzeyindeki ana bölümü) ile sınırlanmaktadır. Havzanın alanı 753 km² olup, havza içerisinde Senirkent ve Uluborlu ilçeleri, Büyükkabaca ve Küçükkabaca beldeleri ile 10 adet köy bulunmaktadır. Pupa çayı üzerinde kurulu Uluborlu Baraj Gölü havzanın en büyük yüzey suyu kaynağıdır. Havzada yerleşim ve tarım alanlarına ilaveten, güneyde ormanlık alanlar, heyelan bölgeleri, bitki örtüsü olmayan yükseltiler, doğuda sazlık sulak alanlar bulunmaktadır. Eğirdir Gölü'ne dökülen akarsulardan biri olan Pupa Çayı, gölün kuzeybatısında yer alan Uluborlu ve Senirkent ovalarından geçerek göle dökülmekte, bu akış sürecinde kentsel ve tarımsal atıkları toplayarak göle taşımakta, belli ölçüde kirlenmeye yol açmaktadır.

Pupa ayı havzası ve yakın çevresinin jeolojisi ve hidrojeolojisi üzerine birçok yerli ve yabancı araştırmacı çalışma yapmıştır. Bu çalışmalardan bir kısmında havza yer altı sularında nitrat, nitrit ve amonyum konsantrasyonları, havza sularının içme suyu standartlarına uygun olup olmadığı, katı atık depolama için uygun alanlar üzerinde durulmuştur (Tay 2005, Seyman 2005, şener vd 2009). Ancak tarımın yoğun olarak yapıldığı havzada, yüzey sularının havzanın besin elementi durumu ve Pupa ayı'nın Eğirdir Gölü'ne yüklediği besin elementleri(N ve P), bulanıklık, askıda katı madde yükleri, bunların havza ve akarsu düzeyinde değişimleri üzerinde çalışma yapılmamıştır.

Gllerin trofikasyon sürecinde ve kirlenmesinde en etkili elementler arasında fosfor ve azot başta gelmektedir. Pupa ayı havzasının gerek kentsel atıklar gerekse tarım alanları itibariyle azot ve fosfor verme potansiyeli net olarak bilinmemektedir.

Bu alışma, Pupa ayı ve havzasının besin elementi durumu, besin elementi dinamiği ve evre koruma uygulamaları ile ilgilidir. Bu alışma ile Pupa ayı'nın besin elementi durumunu belirlemek, kirlenme kaynakları konusunda bir bakış açısı sağlamak, Eğirdir glnn kirlenmesi ile ilgili kaygılar konusunda bilimsel veriler ortaya koymak, havzadan Eğirdir gölüne besin elementi yüklemesini kantitatif olarak tahmini amaçlanmıştır. Ayrıca, havzadan kaynaklanan azot ve fosforun fraksiyonları ile bu fraksiyonlara dayalı olarak azot ve fosforun orijinleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bilgilerin havza ile havza suları ve Eğirdir gölü su kalitesi yönetimi çalışmalarında yararlı olacağı beklenmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Havzalardan Besin Elementi Yükleme Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Li vd. (2003), Nim Wan Nehri Havzası (Hong Kong)'ndan akışla taşınan noktasal olmayan kaynaklardan gelen besin yükünün doğrudan bir metotla tahminini sağlamak amacıyla yaptığı çalışmada kirletici (besin elementi) yük tahmininin ötrofikasyon modellemesi ve havza kirliliği kontrolü planlamasında çok önemli olduğunu belirtmişlerdir. Kirletici yükün hesaplanmasında akarsu debi akışının tek ve en önemli faktör olduğunu ortaya koymuşlardır.

Fakıoğlu (2004), Mogan Gölü'ne ulaşan dış kaynaklı besin girdisini azaltmak için alınan bazı restorasyon önlemleri sonrası, göle ulaşan toplam fosfor yükünü belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; toplam fosfor yükü; doğal (karasal ve atmosferik) ve suni fosfor yüklerinin toplanması ile bulunmuştur. 2003 yılı için göle karadan gelen fosfor yükü 2668,88 kg, atmosferden gelen fosfor yükü 188 kg ve suni fosfor yükü 8084 kg olarak hesaplanmıştır. Göle ilişkin toplam fosfor yükü 10 941 kg/yıl, yükleme değeri 1,52 g/m².yıl olarak belirlenmiştir. Çalışma sonuçları, dış kaynaklı fosfor girdilerinin azaltılmasına yönelik ilave önlemler alınması gerektiğini ortaya koymuştur.

Liljeström (2007), "Mekong Havzası (Finlandiya)'nda Azot ve Fosfor Dinamikleri: Havza Ölçeğinde Besin Elementleri Tayini" adlı çalışmada; havzanın su kalitesini izlemesini geliştirmek ve değerlendirmek, besin elementi yönetimi stratejilerini geliştirmeye başlamak, besin elementi kirliliği riskleri hakkında bilinçlendirmek için tahminler, analizler ve çalışmalar yapılabileceğini belirtmiştir. Havzaya besin elementi girişinin çoğunluğunun tarım alanlarından olduğunu ve havza içindeki azotun %53,4'nün, fosforun ise %74,6'sının tarımsal arazilerden kaynaklandığı belirtmiştir. Değerlendirmeler azot girişinin bütün ana nehir boyunca olduğunu ancak fosfor girişinin sadece Kuzey Kratie'de olduğu tahmin edilmiştir. Arazi kullanımındaki değişiklikler, artan tarımsal ve endüstriyel faaliyetler, nüfus artışından kaynaklanan atık su artışı ve bazı faktörlerin havzanın su kalitesi üzerinden olumsuz sonuçlar doğuracağını bildirmiştir. Şu anda Aşağı Mekong havzasından besin elementi girişi ve bu elementlerin nehir içindeki hareketi

konusunda çok az şey bilindiğini, zaman içinde besin elementi çalışmalarına başlamak için iyi fırsatlar olacağını belirtmiştir.

Fox ve Argent (2009) ,“Sediment-Besin Elementi Yüklerinin Havza Çapında Tahmini” adlı çalışmada, Victoria (Avustralya)’nın Gippsland Göller Bölgesi’ndeki 3.000 km²’lik Tambo Nehri Havzası’nın model tabanlı karşılaştırması ve besin elementi yükü tahmininin ayrıntılarını vermişlerdir. www.toolkit.net.au/e2 sitesinden edinilebilen E2 havza modelleme yazılımı kullanılarak bir model geliştirmişlerdir. 1990–1998 yılları arasındaki tahminlerin bulunduğu 31 alt havza içeren model; 1977–2006 dönemi için zaman serili yağış, buharlaşma ve akış verileri, toplam azot ve toplam fosforun en önemli bileşenlerinin dinamiklerini ve toplam askıda katı madde değerlerini vermişlerdir. Modellenmiş alt havza yüklerine ilişkin katkılarına (ağırlıklarına) başvurularak her bir izleme noktasında toplam azot yükünü elde etmişlerdir. Deneysel tahmin verilerinde minimum değer 3,08 ile 1. yılda, maksimum değer 365,05 ile 8. yılda bulunmuştur. E2 modelinden elde edilen tahminlerde ise minimum değer 1,07 ile 2. yılda, maksimum değer ise 56,34 ile 3. yılda bulunmuştur. Havza modellerinin büyük ölçekli izleme ve yönetim programları için bilgilendirme ve rehberlik açısından çok değerli olduğunu belirtmişlerdir.

Earl (2009), “Britanya havzalarından Besin elementleri yüklemesinin modellenmesi adlı çalışmada” 1993–2003 dönemi boyunca Britanya kıtasının %57’sini oluşturan 145 havzanın nitrat ya da fosfat konsantrasyonları ve akış oranlarını kapsamlı olarak belirlemek için hidrolojik verileri kullanmıştır. Earl, Britanya nehirlerinin besin elementi seviyelerini ve bu besin elementlerinin kaynaklarını incelemiştir. Britanya ve Galler’deki su toplama havzaları için atık su arıtma çalışmaları, tarım, arazi kullanımı ve nüfus ile ilgili veriler toplamıştır. Britanya’daki besin elementi yükünün, 28,800±6,500 Mmol N/yıl azot ve 816±262 Mmol P/yıl fosfat olduğunu tahmin etmiştir. Besin elementi tahminlerinin doğruluğunu daha fazla kanıtlamak için başvuru her bir yönteme (bitkiler için gübre kullanım oranları, hayvanlar ve insanlar için dışkılama oranları) daha fazla bilgi eklenmesi ve potansiyel olarak daha farklı bir model yapısı planlanmasının gerektiğini belirtmiştir.

He vd. (2010), “Quickbird Uzaktan Algıma Görüntülerini Kullanarak Tarım ve Orman Alanlarından Yıllık Potansiyel Azot Yükünün Belirlenmesi” adlı çalışmada, Kasumigaura Gölü (Japonya)’nın ana nehri olan Koise Nehri’nin ve havzasının azot yükünü tahmin etmeye çalışmışlardır. Tokyo’nun 50 mk kuzeydoğundaki Kanto Ovası’nın doğu kısmındaki Kasumigaura Gölü Japonya’nın en büyük ikinci gölüdür ve etrafı çok geniş tarım arazileri ile çevrilidir. Göl havzası pürüzsüz ve sığ bir yüzeye sahip olup 171 km² büyüklüğündedir. Göl suyu deniz seviyesinden 1m yüksekliktedir. Havzanın Quickbird görüntülerinin uzaktan algılama verileri iki yıl boyunca 11 nehrin su kalitesi veri setleri üzerine uygulanmıştır. En büyük miktardaki azot yükü değerinin 1000-3000kg/ay ile Koi 1 noktasından Koi 6 noktası aralığında olduğunu belirlemiştir. 2007 yılından 2008 yılına kadar kirletici yüklerin mevsimsel farklılıklarının tahmininde bitki örtüsüne göre farklı kaynaklardan yararlanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Mutlutürk vd. (1991), “Eğirdir Gölü ve Havzası Kirletici Faktörlerinin Araştırılması” adlı çalışmalarında Eğirdir Gölü’nün doğal ve yapay yollarla kirlenmesine neden olan kirleticileri araştırmışlardır. Araştırmacılar göre yaklaşık 470 km²’lik göl alanı ve 3351,2 km²’lik havza alanı kirleticilerden etkilenmektedir. Havza alanı içerisinde 5 büyük ilçe ve çok sayıda köy ve mahallenin bulunması ve bölgenin tarım alanı oluşu gölün kirlenmesinde en büyük etkenler olarak görülmektedir. Çalışmada 81 yerleşim birimine ait bilgiler hazırlanan coğrafik ve hidrojeolojik formlara işlenmiştir. Gerek su potansiyeli, gerek çevreye olan etkisi, gerekse gelecekte bölge halkı için içme suyu temin edecek olan bu gölün ve havzanın mutlak kirlenme faktörlerinin bitki besin maddeleri, hayvansal atıklar, tarımsal mücadele ilaçları, kanalizasyon, evsel sıvı atıklar ve katı atıklar olduğunu ortaya koymuşlardır. Havza içerisinde toplam 10.495.233 kg gübre, 451.068 kg tarım koruma ilacı kullanıldığı; 3.148.799 m³/yıl sıvı atık, 31.481 ton katı atık olduğu hesaplanmıştır. Gölün ekolojik dengesinin korunabilmesi için bir takım önlemlerin alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

2.2. Pupa ayı ve Havzası ile İlgili Yapılmış alışmalar

Karagüzel vd. (1995), ‘Eğirdir Gölü’nün Hidrolojisi’ isimli raporlarında Eğirdir Gölü’nün su potansiyelinin belirlenmesi ve su seviyesinin düşmesine neden olan etkenleri araştırarak, bu potansiyelin gelecekteki işletim şeklini belirlemek üzere hidrolojik bilanço yapmışlardır. Yapılan bilanço hesaplarında, 1966–1975 kurak periyottaki seviye düşmesinin sebebinin, g lden toplam boşalımın, toplam beslenmeden fazla olması nedeniyle olduğu ve 1976–1985 arasındaki su yükselmesinin ise yağışın artması ve enerjiye verilen suyun azalmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. G l n ölçülemeyen boşalımının beslenmeden fazla olduğu ortaya konmuş ve buna kaçak su çekimlerinin sebep olabileceği d ş n lm ştir.

Tay (2005), Senirkent Uluborlu havzası içinde yer alan yerleşim birimlerinin 50 yıllık katı atık projeksiyonu için T.C. Orman ve evre Bakanlığı’nın ilgili kriterleri yanında jeolojik ve hidrojeolojik en uygun düzenli depolama yerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmada topoğrafik açıdan katı atık depolama tesisi yapımına uygun olabilecek 3 alternatif alan belirlenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda en yüksek puan alan atma Mevkii en uygun depolama yeri olarak seçilmiştir, mühendislik jeolojisi  n inceleme sonuçlarına göre seçilen alanın tesis inşaatına uygun olduğu g r lm ştir. Pupa ayı havzası yerleşim alanlarından artan nüfus ve gelişen tarımsal sanayiye bağlı olarak evsel ve endüstriyel katı atık düzeyinde önemli bir artış beklendiğini belirtmiştir. Pupa ayı havzasının da d hil olduğu Eğirdir Gölü su toplama havzası içerisindeki hiçbir yerleşim alanının düzenli katı atık depolama sahasının bulunmadığını ve bu konuda  nlem alınmadığı takdirde gelecekte Eğirdir Gölü su kalitesinde olumsuz etkiler beklendiğini bildirmiştir.

Seyman (2005), Eğirdir Gölü’nün yüzey drenaj alanı içinde yer alan Senirkent Uluborlu havzasının hidrojeolojisine dayalı olarak, havzadaki su potansiyeli ve kalitesine en uygun kullanım koşullarının belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışma yapmıştır. Havzada yer altı suyu dinamiğine açıklık getirmek amacıyla hazırlanan yer altı suyu seviye haritasından akım yönünün Eğirdir Gölü’ne doğru olduğu ve havzadaki suların Piper diyagramına göre Ca-Mg-HCO₃’lı sular olduğu ve karbonatlı kayalardan beslendiği g r lm ştir. Havza yer altı suyunun kirlilik durumunu

belirlemek için havzayı temsil eden noktalardan örnekler alarak nitrit, nitrat, amonyak ve ağır metal analizleri yapılmıştır. Havza yer altı suyunda amonyak minimum 0,0 mg/l, maksimum 3,10 mg/l; nitrat minimum 9,3 mg/l, maksimum 77,8 mg/l; nitrit minimum 0,01 mg/l, maksimum 0,19 mg/l bulunmuştur. Suların dış kökenli kirleticilerden olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Senirkent ve Uluborlu ilçeleri ile bunlara bağlı köylerin kanalizasyon sularının Pupa Çayı'na boşaltıldığını, havzadaki yerleşim merkezlerine ait kanalizasyon sistemlerinin bir an önce yapılması gerektiğini bildirmiştir.

Şener vd. (2009), CBS'e dayalı DRASTIC modeli kullanarak Eğirdir Gölü'nün kirlilik derecesini ve havzadaki akifer açığını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, havzanın en önemli yüzey suyunun Eğirdir Gölü'ne 12,84 hm³/yıl su deşarj eden Pupa Çayı olduğunu belirtmişlerdir. Havzada tarım yaygındır, gübre ve pestisit kullanımı filtrasyon ile yer altı suyuna kontaminasyona sebep olmuştur. Yüksek nitrat konsantrasyonunun (>5mg/l) genellikle antropojenik kontaminasyon göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. Yüzey ve yer altı sularının akışı ile çeşitli kirleticiler Eğirdir Gölü'ne taşınarak gölün su kalitesini tehdit etmektedir. Nitrat konsantrasyonları suyun akış yönü ve tarımsal uygulamalara bağlı olarak gölde giderek artış göstermekte ve Eğirdir Gölü'nde yer altı ve yüzey sularının deşarj olduğu yerlerde yüksek nitrat kontaminasyonu görülmektedir. Eğirdir Gölü kıyısı yakınlarındaki yer altı suyunun nitrat konsantrasyonunun Ekim 2005'te 50 mg/l'den daha yüksek olmakla birlikte nitrat konsantrasyonunun yer altı suyu akış yönüne doğru ve tarımsal uygulamalara bağlı olarak artmaktadır. Yer altı suyu akış yönü, içme suyu kaynağı olarak kullanılan Eğirdir Gölü'ne doğru olduğu için havzada yer altı suyu koruma planları ve gölün su kalitesi incelemeleri yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

İl Çevre ve Orman Müdürlüğü (2010), Isparta Çevre Durum Raporu 2009 adlı yayınında; Pupa Çayı'nın yıllık akımının 12,84 hm³ ve maksimum akımın 2,86 hm³ ile Nisan ayında; çayın ortalama debisinin ise 0,41 m³/sn ve maksimum debinin 1,1 m³/sn ile Nisan ayında olduğunu bildirmiştir. Senirkent ve Uluborlu kanalizasyon deşarj noktalarının Pupa Çayı olduğunu bu nedenle de Eğirdir Gölü'ndeki kirliliğin sebeplerinden birinin Pupa Çayı ile taşınan evsel ve tarımsal atıklar olduğunu belirtmiştir.

Şener vd (2010), Senirkent-Uluborlu (Isparta) havzasında katık atık bertarafı amacıyla CBS ve AHP metotlarını kullanarak yer seçimi üzerinde bir çalışma yapmıştır. Bu amaçla yer seçiminde kullanılabilecek 10 farklı kriter (litoloji, yüzey suları, akiferler, yer altı suyu derinliği, arazi kullanımı, yer yüzü şekilleri, rakım, eğim, yollara olan mesafe) üzerinde çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda elverişlilik haritası hazırlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre havzada mevcut alanın % 96,3'nün uygun olmadığı; %1,6'sının orta derecede uygun; %2,1'inin de en uygun olduğu belirlenmiştir. Belirlenen uygun bölgeler arazi çalışmalarıyla çek edilmiştir.

Güzelordu (2008), “Avrupa Birliği’nde Nitrat Direktifi Uygulamaları Ve Türkiye’de Uygulanabilirliği” adlı çalışmada tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğini önlemeyi amaçlayan Nitrat Direktifi’nin ülkemizde uygulanması için birçok çalışmanın yapılmasının gerektiğini belirtmiştir. Direktifinin uygulanmasının temel şartlarından olan gübre depolama sistemleri, arazi ve ürün yönetim sistemlerinin oluşturulması ve çiftçiler tarafından uygulanmasının sağlanması için eğitim ve denetim sistemlerinin ortaya çıkarılmasının ve gerekli diğer çalışmaların yapılmasının bir maliyeti olacağını ve bu nedenle çalışmaların, bir plan dahilinde yıllara yayılması olası hataları asgari düzeye indirerek maddi hataların yapılmasını da engelleyeceğini bildirmiştir. Su kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi konuları farklı yönleriyle Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Devlet Su İşleri gibi birçok kurumu ilgilendirdiğini ve tarımsal destekleme politikalarının planlanması ve uygulanmasında, üretimin yanı sıra çevrenin korunmasının göz önünde tutulması gerektiğini belirtmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

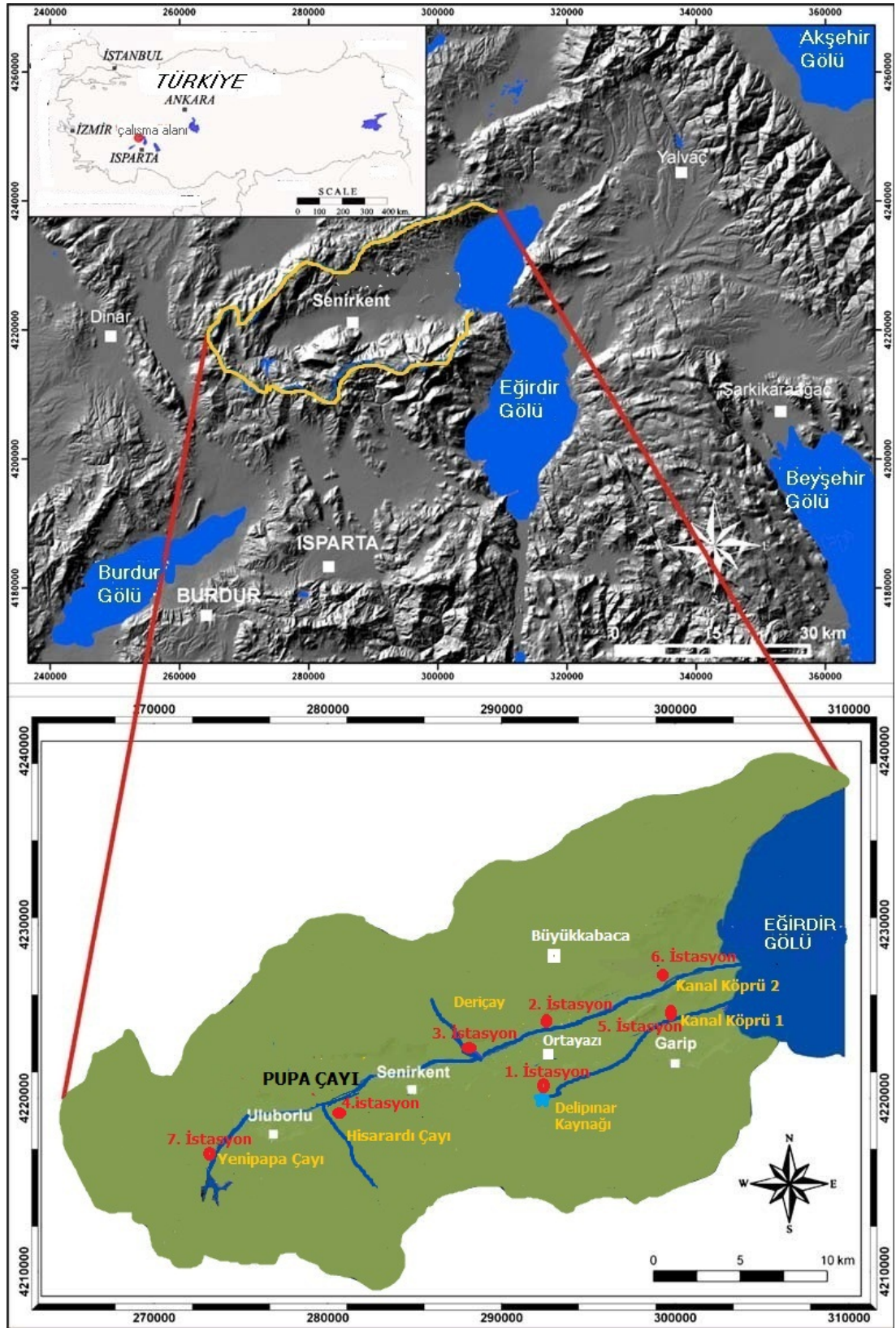
3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması

Pupa Çayı, (38° 01 59.22'—38° 07 42.38'K; 30°21 59.85'— 30° 49 34.27' D) Türkiye'nin Göller Bölgesi'nde ve Eğirdir Gölü'nün batısında olup Eğirdir Gölü'nü besleyen en önemli akarsulardan biridir. Diğer dereleri de bünyesine katara 45 km'lik mesafeden sonra Eğirdir Gölü'ne ulaşmaktadır. Uluborlu'nun batısından doğmakta ve Senirkent'in içinden geçerek Eğirdir Gölü'ne dökülmektedir. Pupa Çayı havzası yaklaşık 753 km²'lik bir alanı kapsamaktadır.

Havzanın kuzey ve güneyi dağlarla sınırlanmıştır. Yükselti batıdan doğuya doğru Karabeygir T. (2372 m), Gelincik (Barla) Dağı (2799 m), Beşparmak Dağı (2402 m), Kapıdağı (2463 m), Tinas T. (1989m), Kömürlük T. (1983m), Toklu T. (1911m), Gök T. (1992m), Şablalı T. (2130 m), Kuzueşneği T. (2060m), Tepe çukuru T. (1999m) ve Kılınçlağın Dağı'dır (Seyman, 2005).

Havzada; Senirkent ilçesi merkez 6,303 kişi ve bucak toplamı 7,307 kişi olmak üzere toplamda 13,610 nüfusa sahiptir. Uluborlu ilçesi ise merkez 6,385 kişi ve bucak toplamı 1,086 kişi olmak üzere toplamda 7,471 nüfusa sahiptir. Havzada yaşayan toplam nüfus 21,081 kişidir (TÜİK, 2010).

1970'lerden önceki yıllarda kuru tarım alanlarının geniş yer tuttuğu havzada, 1976 ve 1979 yılında DSİ tarafından hizmete açılan Senirkent I. ve II. sulama projelerinin tamamlanmasından sonra arazilerin çok büyük bir kısmı sulanmaya başlamıştır. Böylelikle daha önce geniş yer tutan tahıl alanlarının önemli bir kısmı yerini başta meyve (elma, kiraz, vişne...vs.) olmak üzere şekerpancarı ve sebze alanlarına bırakmıştır (Temurçin, 2004). Pupa çayı havzasında yoğun olarak elma, ayva, armut, kiraz, üzüm, ceviz, badem, kayısı, şeftali, şeker pancarı, karpuz, kavun, marul üretimi yapılmaktadır (TÜİK,2011).



Şekil 3.1. Çalışma alanı ve istasyonlar (Şener, 2009)

3.2.Çalışma Alanının İklimi ve Bitki Örtüsü

Akdeniz iklimi ile karasal İç Anadolu iklimi arasındaki geçiş alanı üzerinde bulunmaktadır. Bu sebeple, hem Akdeniz hem de karasal iklimin özellikleri önemli ölçüde hissedilmektedir. Ancak Akdeniz kıyılarında rastlanılan yüksek sıcaklık ve yağış ile karasal iklimin özelliği olan nispeten düşük sıcaklık ve az yağış çalışma sahasında tam olarak görülmez. Göller Bölgesi ikliminin karakteristik özelliklerinden olan ilkbahar mevsimi kısa, sonbahar ve kış mevsimleri uzun geçen bölgede, yazlar sıcak ve kurak, kış ayları ise soğuk ve yağışlıdır (Temurçin, 2004).

Çalışma alanında yağış değerlerinin kış ve ilkbahar mevsimlerinde artış gösterdiği, sonbahar mevsiminde biraz daha azaldığı ve yaz mevsiminde en düşük seviyeye indiği görülmektedir. Havzanın en önemli beslenme kaynağı yağıştır. DMİ istasyonunun 34 yıllık verilerine göre yıllık toplam yağış miktarları Senirkent'te 660,9 mm. ve Uluborlu'da 616,1 mm.dir. (Atayeter, 2011). Havzaya düşen ortalama yıllık yağış miktarı $420,174 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$ olarak belirlenmiştir. Havzanın diğer bir beslenme kaynağı ise tarım arazileri için Eğirdir Gölü'nden havzaya verilen sulama suyudur. Eğirdir Gölü'nden ortalama $45.110.198 \text{ m}^3/\text{yıl}$ su alınmaktadır. Senirkent için buharlaşma değerleri; potansiyel buharlaşma (ETP) değeri 687,10 mm ve gerçek buharlaşma (ETR) değeri ise 366,10 mm olarak bulunmuştur. Uluborlu için buharlaşma değerleri; ETP değeri 649,58 mm ve ETR değeri ise 374,24 mm olarak bulunmuştur (Seyman, 2005).

Havzadan Pupa Çayı, sulama kanalları artık suyu ve Delipınar kaynağı ile Eğirdir Gölü'ne yüzeysel akış şeklinde boşalım olmaktadır. Pupa çayı üzerinde Senirkent köprüsünde 1974–2000 yılları arasında DSİ tarafından yapılan ölçümlerde ortalama yüzeysel akış miktarı (debi) $12,84 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$ olarak bulunmuştur. Ancak ölçüm yapılan nokta havzanın ortasında bulunduğu ve havza drenaj sistemi de göz önünde tutularak toplam yüzeysel akış yolu ile boşalım bu değer iki katı olan $25,68 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak kabul edilmiştir (Seyman, 2005).

Uluborlu Meteoroloji İstasyonuna ait 35 yıllık verilere göre yıllık ortalama sıcaklık 11,7⁰C'dir. En sıcak ay Temmuz ayı olup 35 yıllık ortalama sıcaklık Uluborlu ilçesi için 22,6⁰C, Senirkent ilçesi için 24,3 ⁰C ve en soğuk ay Ocak ayı olup Uluborlu ilçesi için ortalama sıcaklık 1,1 ⁰C, Senirkent ilçesi için 1,4⁰C'dir. Araştırma alanında karla örtülü gün sayısı fazla olmamasına rağmen yörede genel olarak sıcaklıklar -20⁰C'lere hiç düşmemektedir. Ekim ayından başlamak üzere nisan ayına kadar don olayları görülmektedir. En fazla don olayına Aralık, Ocak ve Şubat aylarında rastlanmaktadır. Uluborlu meteoroloji istasyonu verilerine göre yılın 24,3 günü kar, 2,3 günü sis, 1,9 günü dolu, 24,5 günü ise kırağı olayı gerçekleşmektedir. (Temurçin, 2004)

Araştırma alanında elde edilen rasatlara göre basınç değerleri kış mevsiminde yüksek, buna karşılık yaz mevsiminde ise düşüktür. Kış mevsiminde sıcaklığın düşmeye başladığı aylarda basınç yükselmeye başlamaktadır. Uluborlu ve Senirkent ilçelerinde ağırlıklı olarak S sektörlü rüzgârlar baskın durumdadır. Uluborlu Meteoroloji İstasyonu'nun 14 yıllık verilerine göre ortalama rüzgâr hızı 2,5 m/sn, en hızlı rüzgâr yönü ve hızı N ve 35,2 m/sn.dir (Atayeter, 2011).

Havzadaki genel toprak tipi taban suyu yüksek olan hidromorfik alüvyal toprak tipidir. Ayrıca Uluborlu ilçe merkezinin güneyinde ve çevresinde kalsiyumca zengin kestane rengi topraklar da bulunmaktadır (Temurçin, 2004)

3.3.Örnek Alma Noktaları

Pupa çayı havzasının besin elementi yükünü belirlemek için Senirkent-Yalvaç D320 karayolunu takip ederek Pupa Çayı üzerinde 5 istasyon; havzadaki diğer su kaynakları üzerinde 2 istasyon belirlenmiştir. Seçilen bu 7 istasyonun koordinatları GPS yardımıyla belirlenmiştir.

1. İstasyon Delipınar Kaynağı: İlk örnekleme noktası olarak Isparta ili Senirkent ilçesinin Ortayazı Köyü'nün yaklaşık 3 km kuzey-doğusundaki 935 m yükseklikteki Delipınar Kaynağı seçilmiştir ($38^{\circ}06.413'$ N ve $030^{\circ}37.922'$ E) (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. 1. Örnekleme noktası: Delipınar Kaynağı

2. İstasyon Ortayazı Köprüsü: Araştırmada 2. örnekleme noktası olarak Pupa Çayı ana hattı olan 935 m yükseklikteki Ortayazı Köprüsü (köprü altı) seçilmiştir ($38^{\circ}08.607'$ N ve $030^{\circ}28.467'$ E) (Şekil 3.3.). Ortayazı Köprüsüne kadar Pupa Çayı'nın bütün kolları çaya katılmış olup bu örnekleme noktasından sonra çay tek hat olarak göle ulaşmaktadır.



Şekil 3.3. 2. Örnekleme noktası: Ortayazı Köprüsü

3. İstasyon Deriçay: Çalışmada 3. örnekleme noktası olarak Pupa Çayı'nın kollarından biri olan 954m yükseklikteki Deriçay seçilmiştir ($38^{\circ} 07. 321' N$ ve $030^{\circ} 34. 439' E$) (Şekil 3.4.)



Şekil 3.4. 3. Örnekleme noktası: Deriçay

4. İstasyon Hisarardı Çayı: 4. örnekleme noktası olarak, Uluborlu Senirkent karayolu üzerinde, Dereköy Köprüsü'nden sonra Pupa Çayı ile birleşen 1032 m yükseklikteki Hisarardı Çayı üzerinde seçilmiştir (38⁰ 04. 652' N ve 030⁰ 28. 636' E) (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. 4. Örnekleme noktası: Hisarardı Çayı

5. İstasyon Kanal Köprü 1: 5. örnekleme noktası Delipınar Kaynağı'nın devamı olan, ayrıca sulama suyu artıklarının drenajının da yapıldığı kanal üzerinde bulunmaktadır. Bu kanal Pupa Çayı ana hattına paralel konumludur, Eğirdir gölüne yakın, 921 m yükseklikteki Kanal Köprü 1 istasyonunun rakımı 38⁰ 08. 870' N ve 030⁰ 44. 150' E (Şekil 3.6.)



Şekil 3.6. 5. Örnekleme noktası: Kanal Köprü 1

6. İstasyon Kanal Köprü 2 : 6. örnekleme noktası olarak seçilen Kanal Köprü 2 istasyonu Pupa Çayı ana hattı üzerindeki Ortayazı Köprüsü noktasının mansabında yer almaktadır, Eğirdir gölüne en yakın örnekleme noktasıdır, rakımı 925m koordinatları $38^{\circ} 10. 298' N$ ve $030^{\circ} 44. 699' E$ şeklindedir (Şekil 3.7.)



Şekil 3.7. 6. örnekleme noktası: Kanal Köprü 2

7. İstasyon Yenipapa (Üyüllü) Çayı: Havzada 7. örnekleme noktası olarak Üyüllü kaynağından doğan ve üzerinde Uluborlu Barajı'nın kurulu olduğu Pupa Çayı'nın başlangıcı olan 1050 m yükseklikteki Yenipapa Çayı seçilmiştir ($38^{\circ} 04. 283' N$ ve $030^{\circ} 25.232' E$) (Şekil 3.8.)



Şekil 3.8. 7. Örnekleme noktası: Yenipapa (Üyüllü) Çayı

3.4. Su Örneklerinin Alınması, Saklanması ve Analizleri

Su örneklerinin alınmasında koyu renkli ½ litrelik polietilen şişeler kullanılmıştır. Su örnekleri Ağustos 2011- Mayıs 2012 tarihleri arasında mevsimsel olarak alınmıştır.

Su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), çözülmüş oksijen (mg/l), oksijen doygunluğu (%), pH değeri, elektriksel iletkenlik (25°C $\mu\text{S}/\text{cm}$) ölçümleri arazide yapılmıştır. Su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), çözülmüş oksijen (mg/l) ve oksijen doygunluğu (%): Taşınabilir WTW Oxi 320 metre ile; Elektriksel iletkenlik (25°C $\mu\text{S}/\text{cm}$): Taşınabilir YSI 30 SCT metre ile; pH: Taşınabilir WTW pH 330i pH metre ile örnekleme alanında örnek alımı sırasında ölçülmüştür.

Alınan su örnekleri laboratuara taşındıktan sonra +4 buzdolabında saklanmış ve en geç bir gün içinde analizleri tamamlanmıştır. Alınan su örneklerinde amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), toplam azot (TN), ortofosfat fosforu ($\text{PO}_4\text{-P}$), toplam fosfor (TP), askıda katı madde AKM (mg/l), bulanıklık (NTU) değerleri laboratuarda ölçülmüştür.

Amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$) mg/l, nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$) mg/l, toplam azot (TN) mg/l, toplam fosfor (TP) $\mu\text{g}/\text{l}$, ortofosfat fosforu ($\text{PO}_4\text{-P}$) $\mu\text{g}/\text{l}$: Merc fotometrik test kitleri kullanılarak NOVA 60 marka spektroquant ile ölçülmüştür.

Bulanıklık (NTU): Hatch marka türbidimetre ile ölçülmüştür.

Askıda katı madde (mg/l): su örneklerinin sabit tartıma getirilmiş 0.45 μm 'lik Whatman filtre kâğıtlarından süzülmesinden sonra filtre kâğıtlarının 105°C 'lik etüvde 1 saat kurutulup tartılmasına dayalı olan filtrasyon yöntemi ile belirlenmiştir.

$$\text{AKM (mg/l)} = ((A - B) \times 1000) / V \quad (3.4.)$$

A = filtre kâğıdı + kuru kalıntının tartımı (mg)

B = filtre kâğıdı (mg)

V = numune hacmi (ml) (Anonim, 2011)

3.5.Havzanın Besin Elementi Yükünün Belirlenmesi

Havzanın ortalama yıllık yağış miktarının havza alanına çarpılmasından havzanın ortalama yıllık buharlaşma miktarı ile havza alanının çarpımının çıkarılması ile havzanın net su kazancı bulunmuştur (Canik, 1971).

$$NSK = (OY \times A) - (OB \times A) \quad (3.5)$$

OY= ort. Yıllık yağış OB=ort. Yıllık buharlaşma A=havzanın alanı

Su kaynaklarının ortalama besin elementleri konsantrasyonları ile Havzanın net su kazancı miktarı çarpılarak; havzanın Eğirdir Gölü'ne 1 yılda taşıdığı besin elementleri miktarı bulunmuştur.

$$YD = \text{ort. besin elementi konsantrasyonu} \times NSK \quad (3.5)$$

Havzadaki su kaynaklarında bulunan besin elementlerinin bir kaynağı da havzada kullanılan hayvansal gübrelerdir. Havzada kullanılan hayvansal gübre miktarının hesaplanmasında havzada bulunan hayvan sayısı baz alınmaktadır. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan alınan 2010 yılı ilçeler bazında hayvan mevcutları ile YEGM'den alınan verilere göre hayvan başına 1 yılda elde edilebilecek hayvansal gübre miktarları çarpılarak havzada üretilen toplam hayvansal gübre miktarı bulunmuştur.

3.5.1.İstatistiksel Yöntem

Ortalamaların standart hataları EXCEL kullanılarak hesaplanan standart sapmanın (SD); veri sayısının (n) kareköküne bölünmesi ile bulunmuştur.

$$SE = SD / \sqrt{n} \quad (3.5.1.)$$

Havzadaki su kaynaklarında ölçülen ortalama askıda katı madde konsantrasyonu ile ortalama bulanıklık değerleri arasındaki ilişki EXCEL kullanılarak bulunmuştur. Havzada bulunan besin elementleri konsantrasyonları ile yapılan gübreleme arasındaki ilişki ise Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan alınan 2009 yılı Senirkent-Uluborlu ilçelerinde çiftçiye satılan gübre toplamı (ton) verileri ile aylara göre havzada bulunan ortalama besin elementleri konsantrasyonları kullanılarak EXCEL yardımıyla hesaplanan korelasyon analizi ile incelenmiştir. Ayrıca besin elementleri yükleme değerlerinin % 95'lik güven aralıkları EXCEL kullanılarak bulunmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Araştırma Alanına İlişkin Gözlemler

Örnekleme yapılan noktalar ve çevresinde araştırma süresi içerisinde gözlemlenen özellikler aşağıda açıklanmıştır.

I. İstasyon: Delipınar kaynağı çıkış noktasında betonarme ile düzenleme yapılmış olup, bir haznede toplanan suyun bir kanal vasıtasıyla akışı sağlanmıştır. Noktanın tabanı taşlıktır ve civarında çok sayıda tarımsal ilaç poşeti, şişesi ve çöpler bulunmaktadır(Şekil 4.1.). Kaynak aralık ve ocak aylarında tamamen kuruduğu için örnekleme yapılamamıştır. Bu istasyon, fiziksel atıklar olmasına rağmen henüz evsel ve tarımsal atıklarla pek bulaşık olmadığından havza için referans noktası olarak değerlendirilebilir.



Şekil 4.1. Delipınar Kaynağı'nda gözlemlenen atıklar

II. İstasyon: Pupa çayı ana hattı üzerinde yer alan Ortayazı Köprüsü istasyonunda akarsu bu bölgeye gelene kadar başta Uluborlu ve Senirkent ilçeleri olmak üzere çevredeki yerleşim yerlerinin kanalizasyon sularını ve tarım alanlarından kaynaklanan yüzey akış sularını almaktadır. Bu istasyonda aynı zamanda yer yer katı atıklar (balık kasaları, gübre paketleri, bebek bezleri) görülmektedir (Şekil 4.2.). Akarsu bu noktada balçık taban üzerinde akmakta, yoğun sazlık örtüsü ile kaplı, kötü

kokulu, aşırı ötrofik görünümlüdür. Su akışı bu noktada minimum düzeyde gözlenmektedir.



Şekil 4.2.Pupa Çayı (Ortayazı Köprüsü, II. istasyon) yoğun sazlık örtüsü (üstte) ve satılmayan balıkların çaya rastgele atılması (altta) sonucu çayda oluşan kirlilik

III. İstasyon: Deriçay noktası, bu noktanın tabanı taşlık ve kayalık olup etrafı otsu bitkilerle ağaç ve çalılarla çevrilidir. Yer yer su yatağı içinde de ağaçlara rastlanır. Çay bu noktada bir menfezle Senirkent-Yalvaç otoyolunun altından geçmektedir. Bu noktada özellikle yağışların yoğun olduğu dönemlerde çayda aşırı bulanıklık ve yoğun çamur görülmektedir (Şekil 4.3.). Bu noktada Senirkent ilçesinin kentsel atıkları çaya katılmakla birlikte, gözlem inceleme ve örnekleme yapılan tarihlerde evsel atıklar belirgin bir yüzey akış oluşturmadağı küçük sızıntılar şeklinde çaya katıldığı görülmüştür. Bu noktanın mansap kesiminde yüzey suyu drenaj kanalı da Pupa çayı ana yatağına katılmaktadır.



Şekil 4.3. III. İstasyon Deriçay noktası. Nisan 2011’de istasyonda görülen aşırı bulanıklık

IV. İstasyon: Hisarardı Çayı; Dereköy Köprüsü’nün yaklaşık 100m ilerisinde Pupa Çayı ile birleşir. Etrafı ağaçlar ve bitkiler ile örtülü olan Hisarardı Çayı’nın tabanı taşlıklı olup yaz aylarında su akışı minimum düzeye inmekte, kış aylarında ise akarsuda yer yer donmalar olmaktadır.



Şekil 4.4. IV. İstasyon Hisarardı Çayı noktası. Nisan 2011’de istasyonda görülen aşırı bulanıklık

V. İstasyon: Kanal 1 adı verilen akarsu geniş bir yatağa sahip olup etrafında meyve bahçeleri ve tarlalar bulunmaktadır. Aynı zamanda bu kanala sulama suyu atıkları da karıştığından dolayı akarsuda kirlilik ve aşırı bitki üremesi gözlenmektedir. Aralık ayında tümüyle kuruduğu için örnekleme yapılamamıştır.



Şekil 4.5. V. İstasyon Kanal Köprü 1 noktası

VI. İstasyon: Pupa Çayı ana hattı olan ve Kanal 2 adı verilen akarsu; çayın Eğirdir Gölü'ne en yakın noktası olup etrafı meyve bahçeleri ve marul tarlaları ile çevrilidir. Yaz aylarında su akışı minimum düzeye inmekte ve var olan sudan etrafındaki marul tarlalarının sulanması için su çekilmektedir. Akarsu yatağı bu kesimde su bitkileriyle (başlıca sazlık) kaplı ve su bulanıktır. Aralık ayında su yer yer kuruduğu için örnekleme yapılamamıştır.



Şekil 4.6. VI. İstasyon Kanal Köprü 2 noktası

VII. İstasyon: Havzanın memba-mansap yönünde girişine yakın noktası Uluborlu Baraj Gölü'nden doğan Yenipapa (Üyüllü) Çayı; yağışın fazla olduğu dönemlerde baraj gölünden fazla suyun çaya verilmesi sonucu akış veren çayın; tabanı taşlık ve kayalık, etrafı ise otsu bitkilerle ve ağaçlarla kaplıdır. Bu noktadan kayda değer akış yalnızca bahar aylarında kaydedilmiş olup bu noktada ağustos, eylül, aralık ve ocak aylarında örnekleme yapılamamıştır.



Şekil 4.7. VII. İstasyon Yenipapa (Üyüllü) Çayı noktası Nisan 2011

4.2. Örnekleme Noktalarındaki Fizikokimyasal Bulgular

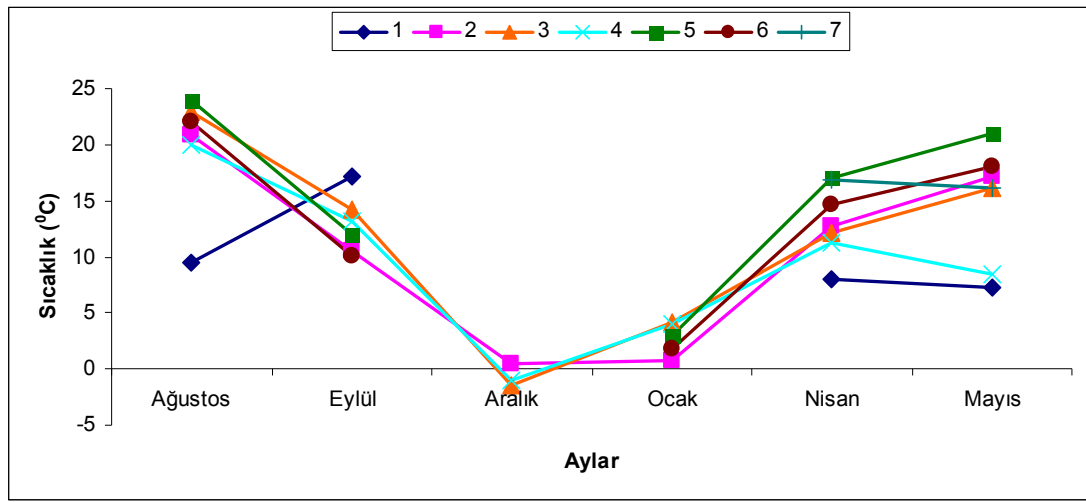
Araştırma süresince çalışma alanında ve laboratuarda çeşitli fizikokimyasal parametreler mevsimsel olarak saptanmıştır. Fizikokimyasal verilerin istasyonlardaki örnek sayıları, en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Pupa Çayı Havzasında örnekleme noktalarında fizikokimyasal parametrelerinin çalışma süresince belirlenen değerleri

Parametreler	1. istasyon	2. istasyon	3.istasyon	4. istasyon	5. istasyon	6. istasyon	7.istasyon
	Ort. $\pm$ SE Min – Max	Ort. $\pm$ SE Min - Max	Ort. $\pm$ SE Min - Max	Ort. $\pm$ SE Min - Max	Ort. $\pm$ SE Min - Max	Ort. $\pm$ SE Min - Max	Ort. $\pm$ SE Min - Max
Su Sıcaklığı °C	10,4 $\pm$ 2,26 7,2-17,1(n= 4)	10,4 $\pm$ 3,44 0,4-20,9(n=6)	11,3 $\pm$ 3,567 - 1,4 - 23(n=6)	9,3 $\pm$ 2,991 -1 - 20(n=6)	15,4 $\pm$ 3,7 3-24(n=5)	13,32 $\pm$ 3,49 1,8 - 22(n=5)	16,55 $\pm$ 0,35 16,2 - 16,9(n=2)
pH	8,3 $\pm$ 0,18 7,85 - 8,75(n= 4)	8,9$\pm$ 0,432 7,72 - 10,3(n=6)	8,913 $\pm$ 0,377 7,7 - 9,86(n=6)	9,08$\pm$ 0,282 8,37 - 10,25(n=6)	9,4$\pm$ 0,62 7,55 - 10,93(n=5)	9,39 $\pm$ 0,59 7,48 - 10,66(n=5)	9,8 $\pm$ 0,53 9,27 - 10,33(n=2)
Elektriksel İletkenlik (25 °C) (μ s/cm)	217,4 $\pm$ 27,2 182,5 - 298,5 (n= 4)	446,1$\pm$ 76,387 218,5-690(n=6)	341,6$\pm$ 41,139 216,5-486(n=6)	257,9$\pm$ 30,854 193-366,2(n=6)	532$\pm$ 168,8 314,8-1195(n=5)	305,4$\pm$ 20,6 241,8-368,1(n=5)	285,5$\pm$ 5,86 280-291,7(n=2)
Çözülmüş Oksijen mg/l	1,4 $\pm$ 0,26 1,19-2(n=3)	2,03$\pm$ 0,648 0,28-4,21(n=6)	4 $\pm$ 0,663 1,7-6,43(n=6)	3,8 $\pm$ 1,115 1,45-8,53(n=6)	3,3 $\pm$ 0,81 1,15-5,28(n=5)	2,7$\pm$ 0,6 0,18-3,8(n=5)	1,07$\pm$ 0,05 1,02-1,13(n=2)
Oksijen Doygunluğu %	17,2$\pm$ 2,18 10,7-19,8(n= 4)	22,4 $\pm$ 8,098 1,8-47,5(n=6)	41,6$\pm$ 7,297 18,5-70,2(n=6)	39,2$\pm$ 11,587 18,2-88,7(n=6)	36,8$\pm$ 9,01 11,6-57,1(n=5)	29,3$\pm$ 7,81 1,5-48(n=5)	13,2$\pm$ 2,7 10,5-15,9(n=2)
Bulanıklık NTU	1,6 $\pm$ 0,34 1,13-2,3(n= 3)	180,6$\pm$ 112,6 2,4-612(n=5)	257,7$\pm$ 149,2 11,5-716(n=5)	229,7$\pm$ 137,89 5,3-602(n=5)	49,07$\pm$ 22,8 3,7-96(n=4)	103$\pm$ 40,3 6-196(n=4)	24,75$\pm$ 22,3 2,5-47(n=2)
Askıda Katı Madde mg/l	1,3$\pm$ 0,29 0,68-2,1(n= 4)	15,8$\pm$ 10,881 0,8-69,1(n=6)	29,468$\pm$ 16,34 0,3-92,8(n=6)	21,5$\pm$ 12,975 0,2-66,8(n=6)	2,2$\pm$ 1,06 0,5-5,1(n=5)	59,4$\pm$ 47,44 2,73-267,2(n=5)	124$\pm$ 2 122-126(n=2)
Nitrat Azotu (NO ₃ -N) mg/l	0,7$\pm$ 0,24 0,2-1,4(n= 4)	1,2$\pm$ 0,434 0,1-3,2(n=6)	1,01$\pm$ 0,321 0,3-2,2(n=6)	1,7$\pm$ 0,988 0,2-6,4(n=6)	0,35$\pm$ 0,134 0,1-0,7(n=5)	2,08$\pm$ 1,05 0,3-6,1(n=5)	0,75$\pm$ 0,45 0,3-1,2(n=2)
Amonyum Azotu (NH ₄ - N)mg/l	0,4$\pm$ 0,31 0,02-1,28(n= 4)	2,07$\pm$ 1,167 0,02-5,8(n=6)	3,4$\pm$ 1,975 0,53-13,2(n=6)	0,4$\pm$ 0,216 0,03-1,4(n=6)	0,08$\pm$ 0,03 0,02-0,2(n=5)	0,08$\pm$ 0,56 0,05-0,3(n=5)	0,08$\pm$ 0,03 0,05-0,12(n=2)
Toplam Azot (TN)mg/l	0,7$\pm$ 0,08 0,5-0,8(n= 4)	2,1$\pm$ 1,418 0,2-8,3(n=6)	2,56$\pm$ 0,577 0,6-4(n=6)	0,5$\pm$ 0,129 0,3-1,1(n=6)	0,5$\pm$ 0,15 0,16-1(n=5)	0,8$\pm$ 0,37 0,37-2,1(n=5)	0,3$\pm$ 0,06 0,3-0,43(n=2)
Orto-Fosfat Fosforu (PO ₄ -P) μ g/l	6900$\pm$ 0,307 350-19000(n= 4)	10080$\pm$ 93,96 600-27800(n=6)	2800$\pm$ 1,16 450-8400(n=6)	500$\pm$ 0,3 100-2100(n=6)	100$\pm$ 0,04 40-270(n=5)	600$\pm$ 0,25 150-1500(n=5)	200$\pm$ 0,09 70-360(n=2)
Toplam Fosfor (TP) μ g/l	550$\pm$ 0,32 10-1670(n=4)	16400$\pm$ 93,96 410-57000(n=6)	2700$\pm$ 0,723 400-5000(n=6)	500$\pm$ 0,35 070-2400(n=6)	130$\pm$ 0,05 20-300 (n=5)	1200$\pm$ 1,14 170-4650	200$\pm$ 0,06 200-250(n=2)

4.2.1. Sıcaklık

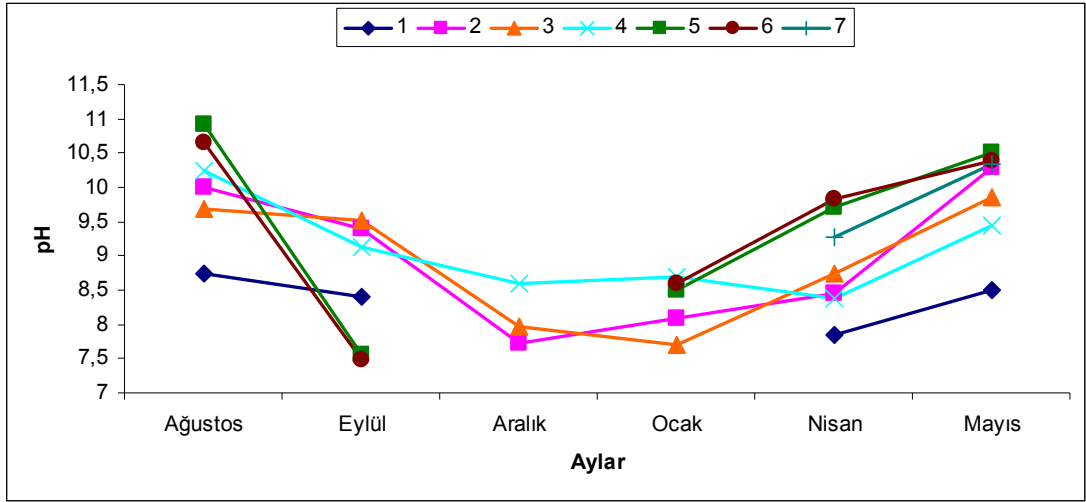
Araştırma alanında ölçülen en düşük sıcaklık değeri 3. istasyonda Aralık ayında ($-1,4^{\circ}\text{C}$); en yüksek yıllık ortalama 5. istasyonda Ağustos ayında (24°C) bulunmuştur. 1.istasyonda $7,2^{\circ}\text{C}$ (Mayıs) - $17,1^{\circ}\text{C}$ (Nisan); 2.istasyonda $0,4^{\circ}\text{C}$ (Aralık) – $20,9^{\circ}\text{C}$ (Ağustos); 3.istasyonda $-1,4^{\circ}\text{C}$ (Aralık) – 23°C (Ağustos); 4.istasyonda -1°C (Aralık) - 20 (Ağustos); 5.istasyonda 3°C (Ocak) - 24°C (Ağustos); 6.istasyonda $1,8^{\circ}\text{C}$ (Ocak) – 22°C (Ağustos); 7.istasyonda $16,2^{\circ}\text{C}$ (Mayıs) – $16,9^{\circ}\text{C}$ (Nisan) arasında değişen değerler saptanmıştır (Çizelge 4.1.). İstasyonlarda sıcaklığın aylara göre mevsimsel değişimi Şekil 4.8.'de verilmiştir.



Şekil 4.8. İstasyonlarda sıcaklığın aylara göre değişimi

4.2.2. pH

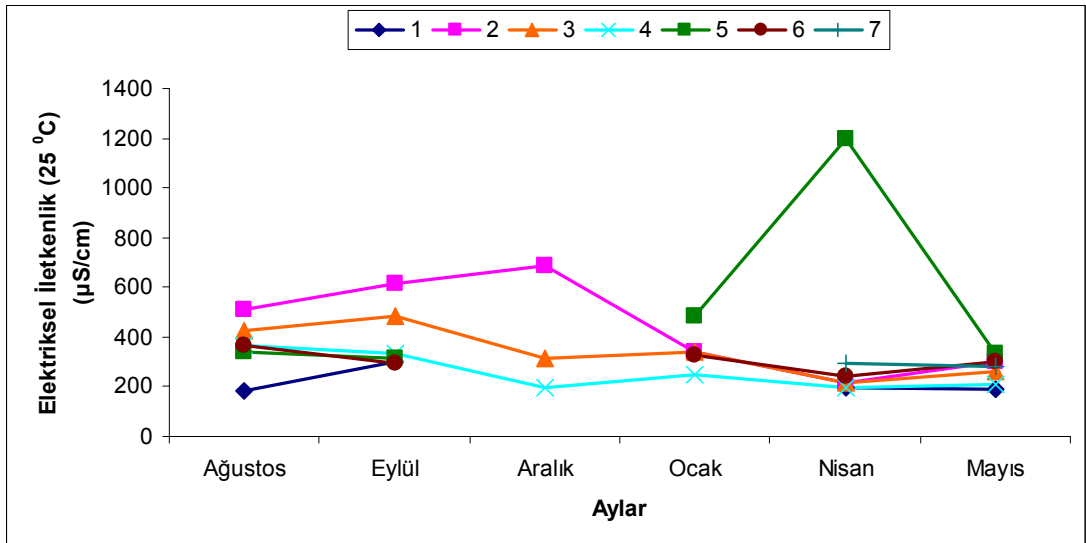
Havzadaki su kaynaklarında ölçülen pH değerleri bütün örnekleme yerlerinde 7'nin üzerinde belirlenmiş olup; en düşük pH değeri 6.istasyonda Eylül ayında (7,48) ile en yüksek değer 5.istasyonda Ağustos ayında (10,93) bulunmuştur. 1.istasyonda 7,85 (Nisan) – 8,75 (Ağustos); 2.istasyonda 7,72 (Aralık) – 10,3 (Mayıs); 3.istasyonda 7,7 (Ocak) – 9,86 (Mayıs); 4.istasyonda 8,37 (Nisan) – 10,25 (Ağustos); 5.istasyonda 7,55 (Eylül) – 10,93 (Ağustos); 6.istasyonda 7,48 (Eylül) – 10,66 (Ağustos); 7.istasyonda 9,27 (Nisan) – 10,33 (Mayıs) arasında değişen değerler saptanmıştır (Çizelge 4.1.). İstasyonlarda pH'ın aylara göre değişimi Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. İstasyonlarda pH'ın aylara göre değişimi

4.2.3. Elektriksel İletkenlik

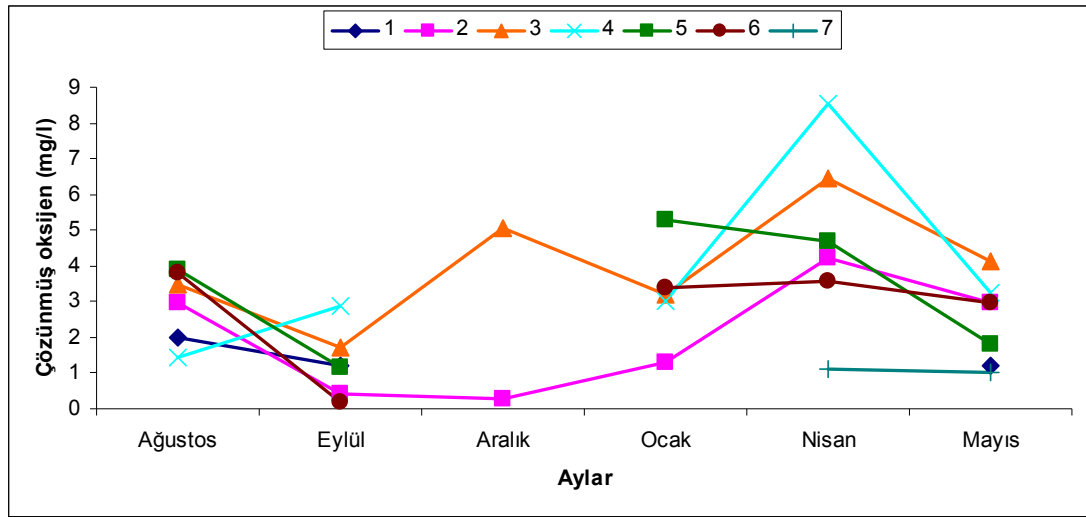
Havzadaki su kaynaklarında ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri 182,5 $\mu\text{S/cm}$ (1.istasyon) ile 1195 $\mu\text{S/cm}$ (5.istasyon) arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.). 1.istasyonda 182,5 $\mu\text{S/cm}$ (Ağustos) – 298,5 $\mu\text{S/cm}$ (Eylül); 2.istasyonda 218,5 $\mu\text{S/cm}$ (Nisan) – 690 $\mu\text{S/cm}$ (Aralık); 3.istasyonda 216,5 $\mu\text{S/cm}$ (Nisan) – 486 $\mu\text{S/cm}$ (Eylül); 4.istasyonda 193 $\mu\text{S/cm}$ (Nisan) – 366,2 $\mu\text{S/cm}$ (Ağustos); 5.istasyonda 314,8 $\mu\text{S/cm}$ (Eylül) – 1195 $\mu\text{S/cm}$ (Nisan); 6.istasyonda 241,8 $\mu\text{S/cm}$ (Nisan) – 368,1 $\mu\text{S/cm}$ (Ağustos); 7.istasyonda 280 $\mu\text{S/cm}$ (Mayıs) – 291,7 $\mu\text{S/cm}$ (Nisan) arasında değişen değerler saptanmıştır. İstasyonlarda elektriksel iletkenliğin aylara göre değişimi Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. İstasyonlarda elektriksel iletkenliğin aylara göre değişimi

4.2.4. Çözünmüş oksijen

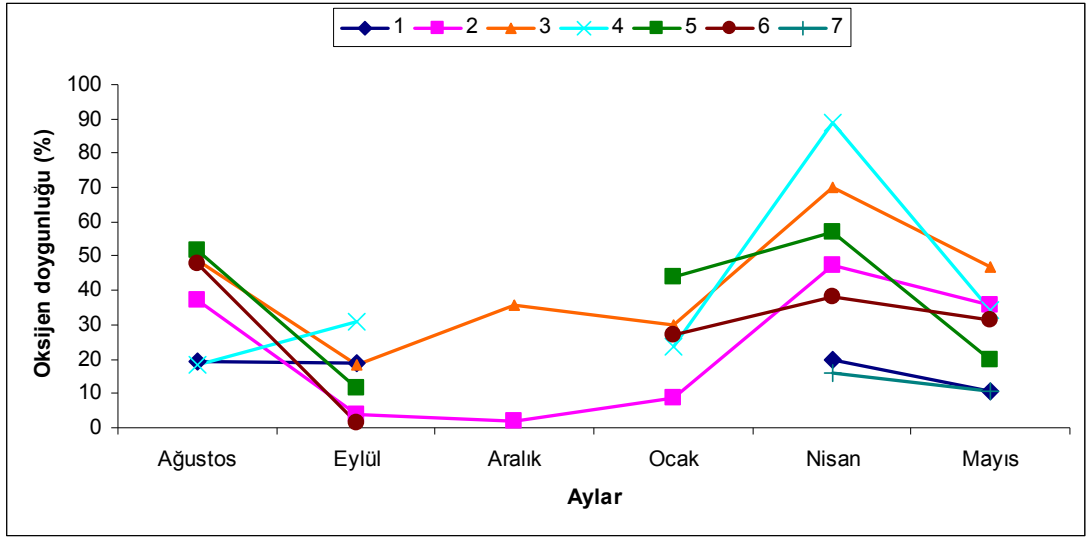
Havzadaki su kaynaklarında ölçülen çözünmüş oksijen değerleri 0,18 mg/l (6.istasyon) ile 8,53 mg/l (4.istasyon) arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.). 1.istasyonda 1,19 mg/l (Mayıs) – 2 mg/l (Ağustos); 2.istasyonda 0,28 mg/l (Aralık) – 4,21 mg/l (Nisan); 3.istasyonda 1,7 mg/l (Eylül) – 6,43 mg/l (Nisan); 4.istasyonda 1,45 mg/l (Ağustos) – 8,53 mg/l (Nisan); 5.istasyonda 1,15 mg/l (Eylül) – 5,28 mg/l (Ocak); 6.istasyonda 0,18 mg/l (Eylül) – 3,8 mg/l (Ağustos); 7.istasyonda 1,02 mg/l (Mayıs) – 1,13 mg/l (Nisan) arasında değişen değerler saptanmıştır. İstasyonlarda çözünmüş oksijenin aylara göre değişimi Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. İstasyonlarda çözünmüş oksijenin aylara göre değişimi

4.2.5. Oksijen doygunluğu

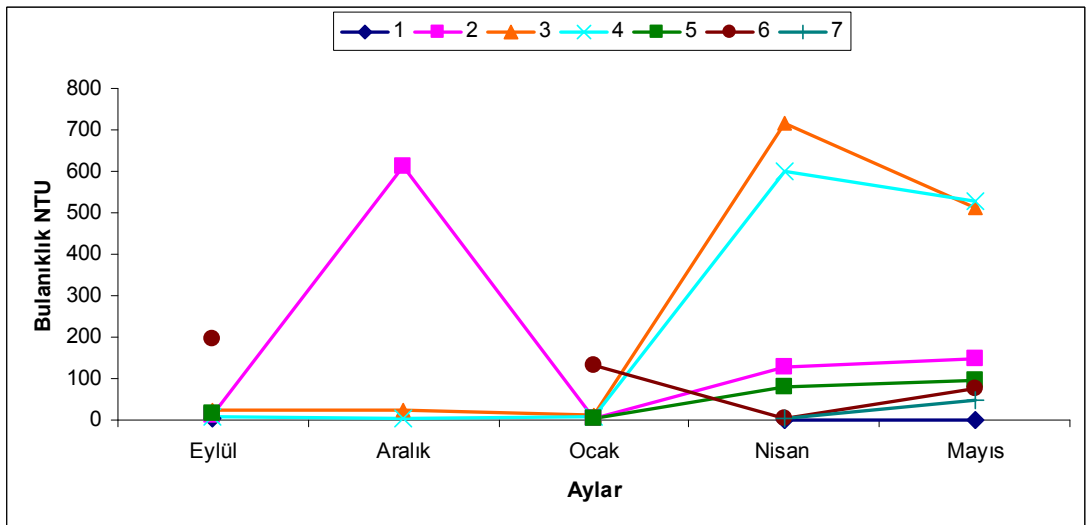
Havzadaki su kaynaklarında ölçülen oksijen doygunluğu değerleri %1,5 (6.istasyon) ile % 88,7 (4.istasyon) arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.). 1.istasyonda % 10,7 (Mayıs) – % 19,8 (Nisan); 2.istasyonda % 1,8 (Aralık) - % 47,5 (Nisan); 3.istasyonda % 18,5 (Eylül) - % 70,2 (Nisan); 4.istasyonda % 18,2 (Ağustos) - % 88,7 (Nisan); 5.istasyonda %11,6 (Eylül) - % 57,1 (Nisan); 6.istasyonda % 1,5 (Eylül) - % 48 (Ağustos); 7.istasyonda % 10,5 (Mayıs) - % 15,9 (Nisan) arasında değişen değerler saptanmıştır. İstasyonlarda oksijen doygunluğunun aylara göre değişimi Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. İstasyonlarda oksijen doygunluğunun aylara göre değişimi

4.2.6. Bulanıklık

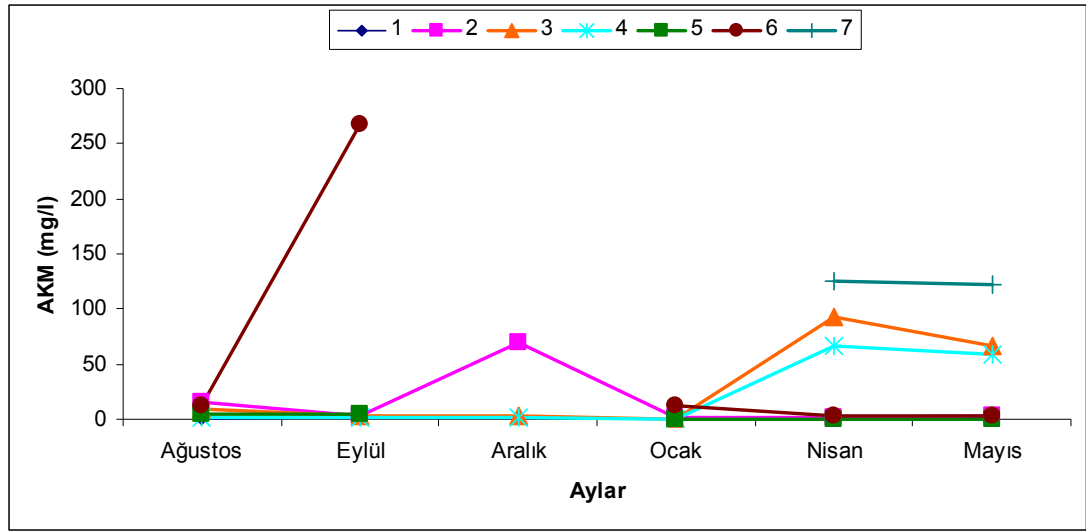
Havzadaki su kaynaklarında ölçülen bulanık değerleri 1,13 NTU (1.istasyon) ile 716 NTU (3.istasyon) arasında ölçülmüştür (Çizelge 4.1.). 1.istasyonda 1,13 NTU (Nisan) – 2,3 NTU (Eylül); 2.istasyonda 2,4 NTU (Ocak) – 612 NTU (Aralık); 3.istasyonda 11,5 NTU (Ocak) – 716 NTU (Nisan); 4.istasyonda 5,3 NTU (Aralık) – 602 NTU (Nisan); 5.istasyonda 3,7 NTU (Ocak) – 96 NTU (Mayıs); 6.istasyonda 6 NTU (Nisan) – 196 NTU (Eylül); 7.istasyonda 2,5 NTU (Nisan) – 47 NTU (Mayıs) arasında değişen değerler saptanmıştır. İstasyonlarda bulanıklığın aylara göre değişimi Şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.13. İstasyonlarda bulanıklığın aylara göre değişimi

4.2.7. Askıda Katı Madde

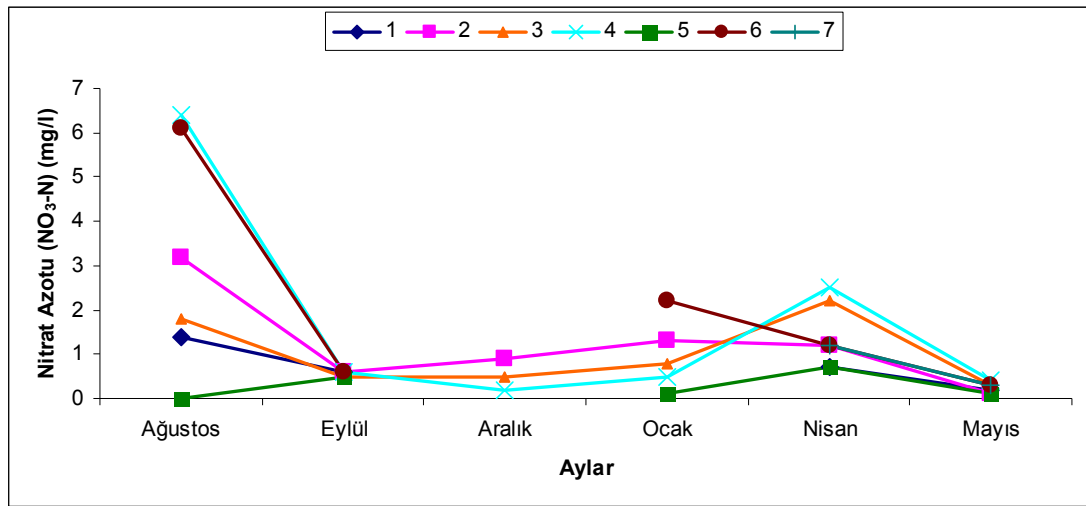
Havzadaki su kaynaklarında ölçülen askıda katı madde değerleri 0,2 (4.istasyon) – 267,2 (6.istasyon) değerleri arasında ölçülmüştür (Çizelge 4.1.). 1.istasyonda 0,68 mg/l (Ağustos) – 2,1 mg/l (Eylül); 2.istasyonda 0,8 mg/l (Ocak) – 69,1 mg/l (Aralık); 3.istasyonda 0,3 mg/l (Ocak) – 92,8 mg/l (Nisan); 4.istasyonda 0,2 mg/l (Ocak) – 66,8 mg/l (Nisan); 5.istasyonda 0,5 mg/l (Mayıs) – 5,1 mg/l (Eylül); 6.istasyonda 2,73 mg/l (Nisan) – 267,2 mg/l (Eylül); 7.istasyonda 122 mg/l (Mayıs) – 126 mg/l (Nisan) arasında değişen değerler saptanmıştır. İstasyonlarda askıda katı maddenin aylara göre değişimi Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14. İstasyonlarda askıda katı maddenin aylara göre değişimi

4.2.8. Nitrat azotu (NO₃-N)

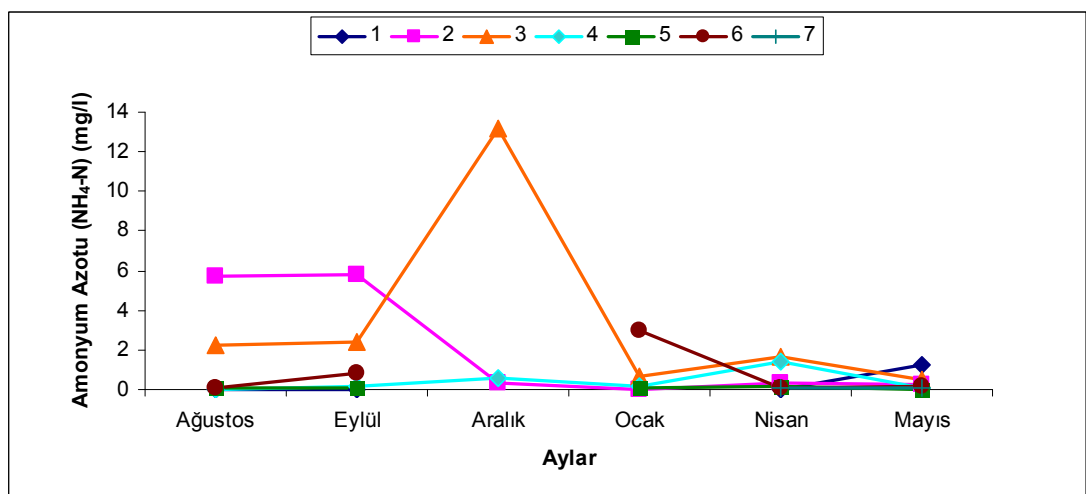
Havzadaki su kaynaklarında ölçülen nitrat azotu değerleri 0,1 mg/l (2.istasyon) ile 6,4 (4.istasyon) değerleri arasında ölçülmüştür (Çizelge 4.1.). 1.istasyonda 0,2 mg/l (Mayıs) - 1,4 mg/l (Ağustos); 2.istasyonda 0,1 mg/l (Mayıs) - 3,2 mg/l (Ağustos); 3.istasyonda 0,3 mg/l (Mayıs) - 2,2 mg/l (Nisan); 4.istasyonda 0,2 mg/l (Aralık) - 6,4 mg/l (Ağustos); 5.istasyonda 0,1 mg/l (Ocak, Mayıs) - 0,7 mg/l (Nisan); 6.istasyonda 0,3 mg/l (Mayıs) – 6,1 mg/l (Ağustos); 7. istasyonda 0,3 mg/l (Nisan) – 1,2 mg/l (Mayıs) arasında değişen değerler saptanmıştır. İstasyonlarda nitrat azotunun aylara göre değişimi Şekil 4.15.’de verilmiştir.



Şekil 4.15. İstasyonlarda nitrat azotunun aylara göre değişimi

4.2.9. Amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$)

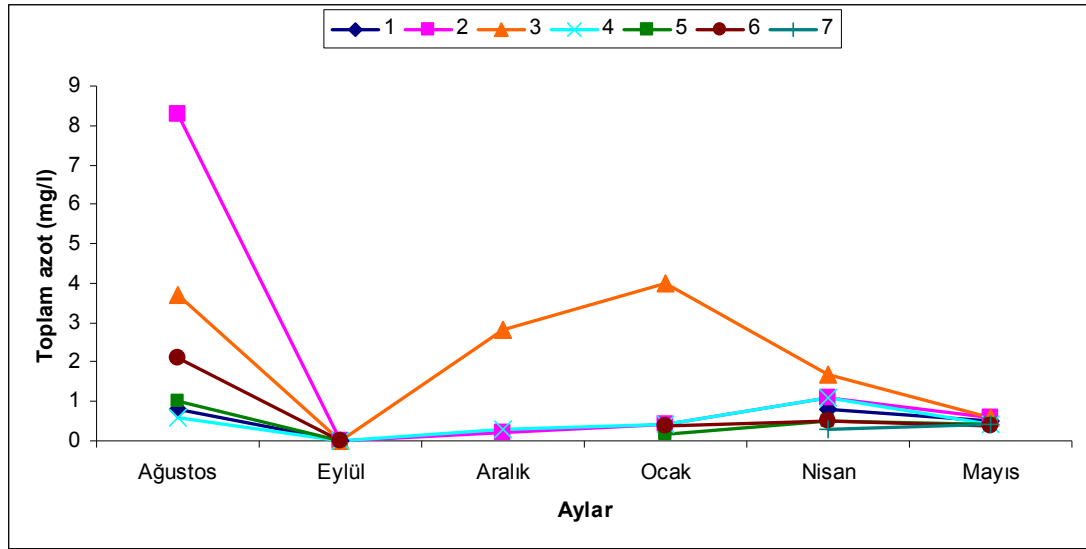
Havzadaki su kaynaklarında ölçülen amonyum azotu değerleri 0,02 mg/l ile 13,2 mg/l arasında saptanmıştır (Çizelge 4.1.). 1.istasyonda 0,02 mg/l (Nisan) – 1,28 mg/l (Mayıs); 2.istasyonda 0,02 mg/l (Ocak) – 5,8 mg/l (Eylül); 3.istasyonda 0,53 mg/l (Mayıs) – 13,2 mg/l (Aralık); 4.istasyonda 0,03 mg/l (Ağustos) – 1,4 mg/l (Nisan); 5.istasyonda 0,02 mg/l (Mayıs) – 0,2 mg/l (Nisan); 6.istasyonda 0,05 mg/l (Nisan) – 3 mg/l (Ocak); 7.istasyonda 0,05 mg/l (Mayıs) – 0,12 mg/l (Nisan) arasında değişen değerler saptanmıştır. İstasyonlarda amonyum azotunun aylara göre değişimi Şekil 4.16’de verilmiştir.



Şekil 4.16. İstasyonlarda amonyum azotunun aylara göre değişimi

4.2.10. Toplam azot (TN)

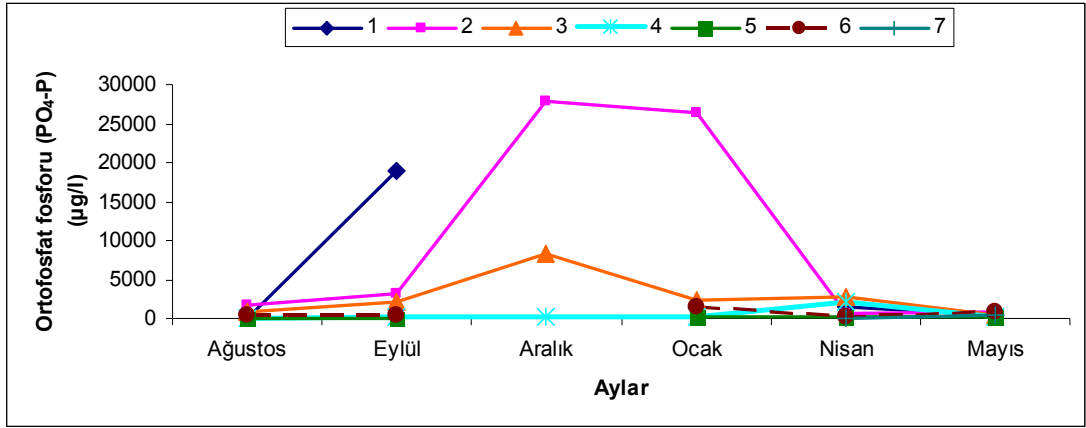
Havzadaki su kaynaklarında ölçülen toplam azot değerleri 0,16 mg/l ile 8,3 mg/l arasında ölçülmüştür (Çizelge 4.1.) 1.istasyonda 0,5 mg/l (Mayıs) – 0,8 mg/l (Ağustos, Nisan); 2.istasyonda 0,2 mg/l (Aralık) – 8,3 mg/l (Ağustos); 3.istasyonda 0,6 mg/l (Mayıs) – 4 mg/l (Ocak); 4.istasyonda 0,3 mg/l (Aralık) – 1,1 mg/l (Nisan); 5.istasyonda 0,16 mg/l (Ocak) – 1 mg/l (Ağustos); 6. istasyonda 0,37 mg/l (Mayıs) – 2,1 mg/l (Ağustos); 7. istasyonda 0,3 mg/l (Nisan) – 0,43 mg/l (Mayıs) arasında değişen değerler saptanmıştır. İstasyonlarda toplam azotun aylara göre değişimi Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.17. İstasyonlarda toplam azotun aylara göre değişimi

4.2.11. Ortofosfat fosforu (PO₄-P)

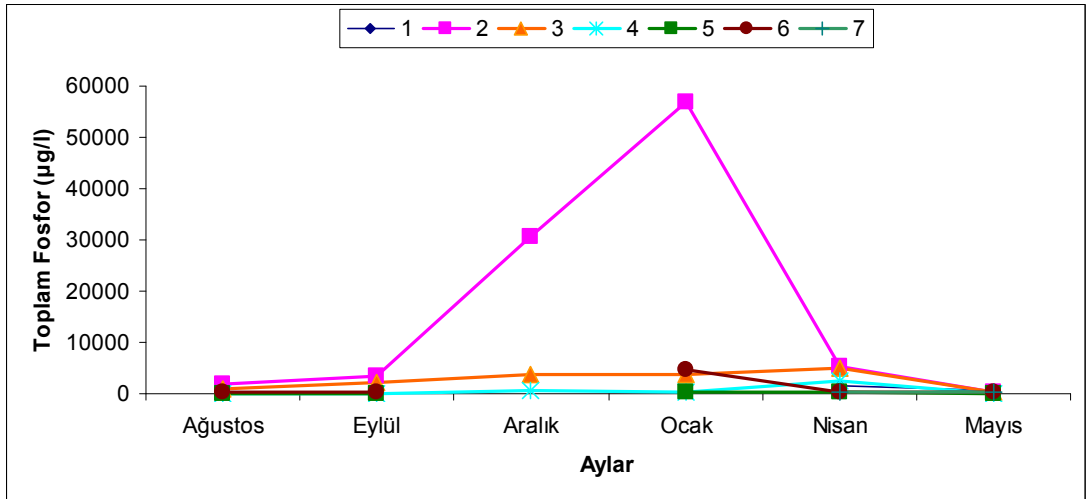
Havzadaki su kaynaklarında ölçülen ortofosfat fosforu değerleri 100 µg/l ile 27800 µg/l arasında değişen değerlerde ölçülmüştür (Çizelge 4.1.). 1.istasyonda 350 µg/l (Mayıs) – 19000 µg/l (Eylül); 2.istasyonda 600 µg/l (Nisan) – 27800 µg/l (Aralık); 3.istasyonda 450µg/l (Mayıs) – 8400 µg/l (Aralık); 4.istasyonda 100 µg/l (Ağustos) – 2100 µg/l (Nisan); 5.istasyonda 40 µg/l (Eylül) – 270 µg/l (Nisan); 6.istasyonda 150 µg/l (Nisan) – 1500 µg/l (Ocak); 7.istasyonda 70 µg/l (Nisan) – 360 µg/l (Mayıs) arasında değerler saptanmıştır. İstasyonlarda ortofosfat fosforunun değişimi Şekil 4.18.’de verilmiştir.



Şekil 4.18. İstasyonlarda ortofosfat fosforunun aylara göre değişimi

4.2.12. Toplam fosfor (TP)

Havzadaki su kaynaklarında ölçülen toplam fosfor değerleri 10 µg/l ile 57000 µg/l arasında değerlerde saptanmıştır (Çizelge 4.1.). 1.istasyonda 10 µg/l (Eylül) – 1670 µg/l (Nisan); 2.istasyonda 410 µg/l (Mayıs) – 57000 µg/l (Ocak); 3. istasyonda 400 µg/l (Nisan) – 5000 µg/l (Mayıs); 4.istasyonda 70 µg/l (Eylül) – 2400 µg/l (Nisan); 5.istasyonda 20 µg/l (Eylül) – 300 µg/l (Nisan); 6.istasyonda 170 µg/l (Nisan) – 450 µg/l (Eylül); 7. istasyonda 200 µg/l (Mayıs) – 250 µg/l (Nisan) arasında değerler saptanmıştır. İstasyonlarda toplam fosforun aylara göre değişimi Şekil 4.19’de verilmiştir.



Şekil 4.19. İstasyonlarda toplam fosforun aylara göre değişimi

4.3. Parametreler Arası İlişkiler

Su kaynaklarında bulunan askıda katı maddeler kil, kum ve diğer inorganik katılar, toz, organik atıklar ve alglerden kaynaklanır. Sulardaki bu askıda katı maddeler genellikle sularda meydana gelen bulanıklığın nedenidir. Bulanıklığın diğer nedenleri yağmur sularıyla taşınan toprak veya su kaynağına karışan evsel-endüstriyel atık sularıdır. Bu nedenle havzadaki su kaynaklarında hesaplanan bulanıklık ile askıda katı madde parametreleri arasındaki ilişkiye bakılmak üzere 5 veri çifti ile yapılan korelasyon analizinde; askıda katı madde konsantrasyonu ile bulanıklık değeri arasında zayıf bir ilişki tespit edilmiştir ($r=0,331$).

4.4. Pupa Çayı Havzası'nın Yıllık Besin Elementleri Yükleme Değerleri

$NSK = (OY \times A) - (OB \times A)$ eşitliği kullanılarak havzanın net su kazancı hesaplanmıştır. Pupa Çayı havzasının yıllık ortalama yağış miktarı (OY) 622 mm/yıl, ortalama buharlaşma miktarı (OB) ise 378,92 mm/yıl'dır (Seyman, 2005) (Ek B).

$$NSK = [622 \text{ mm/yıl} \times 753 \text{ km}^2] - [378,92 \text{ mm/yıl} \times 753 \text{ km}^2] = 183\,040 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

4.4.1. Nitrat azotu yükü

YD = ort. besin elementi konsantrasyonu x NSK eşitliği kullanılarak havzanın Eğirdir Gölü'ne yüklediği nitrat azotu şöyle hesaplanmıştır:

1. istasyon ortalama nitrat azotu konsantrasyonu: 0,725 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$
2. istasyon ortalama nitrat azotu konsantrasyonu: 1,216 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$
3. istasyon ortalama nitrat azotu konsantrasyonu: 1,01 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$
4. istasyon ortalama nitrat azotu konsantrasyonu: 1,76 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$
5. istasyon ortalama nitrat azotu konsantrasyonu: 0,35 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$
6. istasyon ortalama nitrat azotu konsantrasyonu: 2,08 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$
7. istasyon ortalama nitrat azotu konsantrasyonu: 0,75 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$

Pupa Çayı Havzasının ortalama nitrat azotu konsantrasyonu = $1,12 \pm 0,23$

$$YD_{\text{NO}_3\text{-N}} = 1,12 \text{ mg/l } \text{NO}_3\text{-N} \times 183\,040 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{yıl} = 205004 \text{ (} 205003,54 - 205004,451 \text{) kg/yıl } \text{NO}_3\text{-N}$$

4.4.2. Amonyum azotu yükü

YD = ort. besin elementi konsantrasyonu x NSK eşitliği kullanılarak havzanın Eğirdir Gölü'ne yüklediği amonyum azotu şöyle hesaplanmıştır:

1. istasyon ortalama amonyum azotu konsantrasyonu: 0,3 mg/l NH₄-N

2.istasyon ortalama amonyum azotu konsantrasyonu: 2,07 mg/l NH₄-N

3.istasyon ortalama amonyum azotu konsantrasyonu: 3,4 mg/l NH₄-N

4.istasyon ortalama amonyum azotu konsantrasyonu: 0,4 mg/l NH₄-N

5.istasyon ortalama amonyum azotu konsantrasyonu: 0,08 mg/l NH₄-N

6.istasyon ortalama amonyum azotu konsantrasyonu: 0,8 mg/l NH₄-N

7. istasyon ortalama amonyum azotu konsantrasyonu: 0,08 mg/l NH₄-N

Pupa Çayı Havzasının ortalama amonyum azotu konsantrasyonu= 1,01 ± 0,47

$YD_{NH_4-N} = 1,01 \text{ mg/l NH}_4\text{-N} \times 183\,040 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{yıl} = 184870 \text{ (} 184869,069 - 184870,931 \text{) kg/yıl NH}_4\text{-N}$

4.4.3. Toplam azot yükü

YD = ort. besin elementi konsantrasyonu x NSK eşitliği kullanılarak havzanın Eğirdir Gölü'ne yüklediği toplam azot şöyle hesaplanmıştır:

1. istasyon ortalama toplam azot konsantrasyonu: 0,7 mg/l TN

2.istasyon ortalama toplam azot konsantrasyonu: 2,1 mg/l TN

3.istasyon ortalama toplam azot konsantrasyonu: 2,56 mg/l TN

4.istasyon ortalama toplam azot konsantrasyonu: 0,56 mg/l TN

5.istasyon ortalama toplam azot konsantrasyonu: 0,51 mg/l TN

6.istasyon ortalama toplam azot konsantrasyonu: 0,83 mg/l TN

7. istasyon ortalama toplam azot konsantrasyonu: 0,36 mg/l TN

Pupa Çayı Havzasının ortalama toplam azot konsantrasyonu: 1,08 ± 0,3

$YD_{TN} = 1,08 \text{ mg/l TN} \times 183\,040 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{yıl} = 197683 \text{ (} 197682,412 - 197683,588 \text{) kg/yıl TN}$

4.4.4. Ortofosfat fosforu yükü

YD = ort. besin elementi konsantrasyonu x NSK eşitliği kullanılarak havzanın Eğirdir Gölü'ne yüklediği ortofosfat fosforu şöyle hesaplanmıştır:

1. istasyon ortalama ortofosfat fosforu konsantrasyonu: 6970 µg/l

2.istasyon ortalama ortofosfat fosforu konsantrasyonu: 10080 µg/l

3.istasyon ortalama ortofosfat fosforu konsantrasyonu: 2820 µg/l

4.istasyon ortalama ortofosfat fosforu konsantrasyonu: 530 µg/l

5.istasyon ortalama ortofosfat fosforu konsantrasyonu: 160 µg/l

6.istasyon ortalama ortofosfat fosforu konsantrasyonu: 670 µg/l

7. istasyon ortalama ortofosfat fosforu konsantrasyonu:210 µg/l

Pupa Çayı Havzasının ortalama ortofosfat fosforu konsantrasyonu: 3062,85 ± 1,49

$YD_{PO_4-P} = 3062,85 \text{ µg/l } PO_4-P \times 183 \text{ 040 } 10^3 \text{ m}^3/\text{yıl} = 560624 \text{ (560621,08 - 560626,92) kg/yıl } PO_4-P$

4.4.5. Toplam fosfor yükü

YD = ort. besin elementi konsantrasyonu x NSK eşitliği kullanılarak havzanın Eğirdir Gölü'ne yüklediği toplam fosfor şöyle hesaplanmıştır:

1.istasyon ortalama toplam fosfor konsantrasyonu: 550 µg/l TP

2.istasyon ortalama toplam fosfor konsantrasyonu: 16410 µg/l TP

3.istasyon ortalama toplam fosfor konsantrasyonu: 2710 µg/l TP

4.istasyon ortalama toplam fosfor konsantrasyonu: 590 µg/l TP

5.istasyon ortalama toplam fosfor konsantrasyonu: 130 µg/l TP

6.istasyon ortalama toplam fosfor konsantrasyonu: 1210 µg/l TP

7. istasyon ortalama toplam fosfor konsantrasyonu: 220 µg/l TP

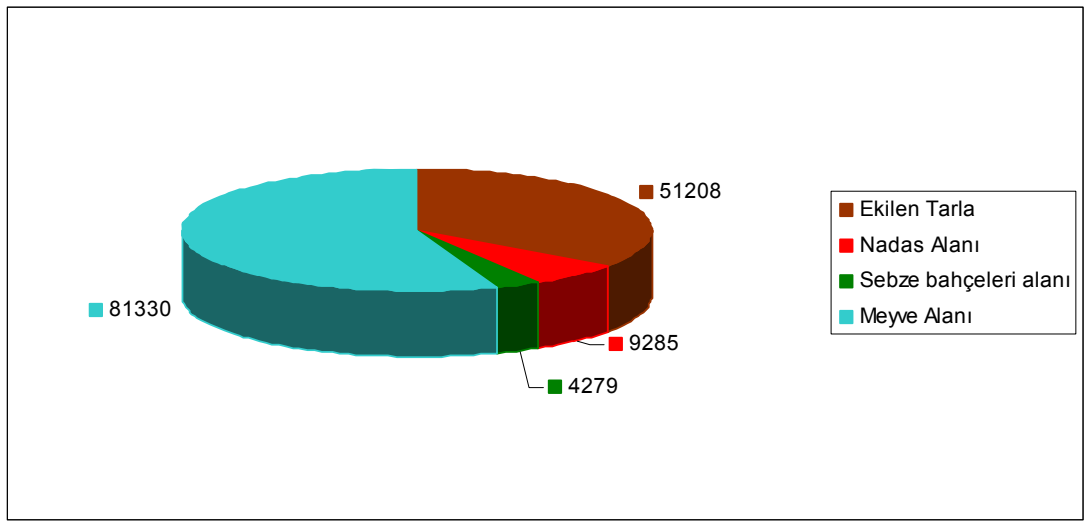
Pupa Çayı Havzasının ortalama toplam fosfor konsantrasyonu: 3117,14 ± 2,24

$YD_{TP} = 3117,14 \text{ µg/l TP } \times 183 \text{ 040 } 10^3 \text{ m}^3/\text{yıl} = 570561 \text{ (570556,61 - 570565,39) kg/yıl toplam fosfor}$

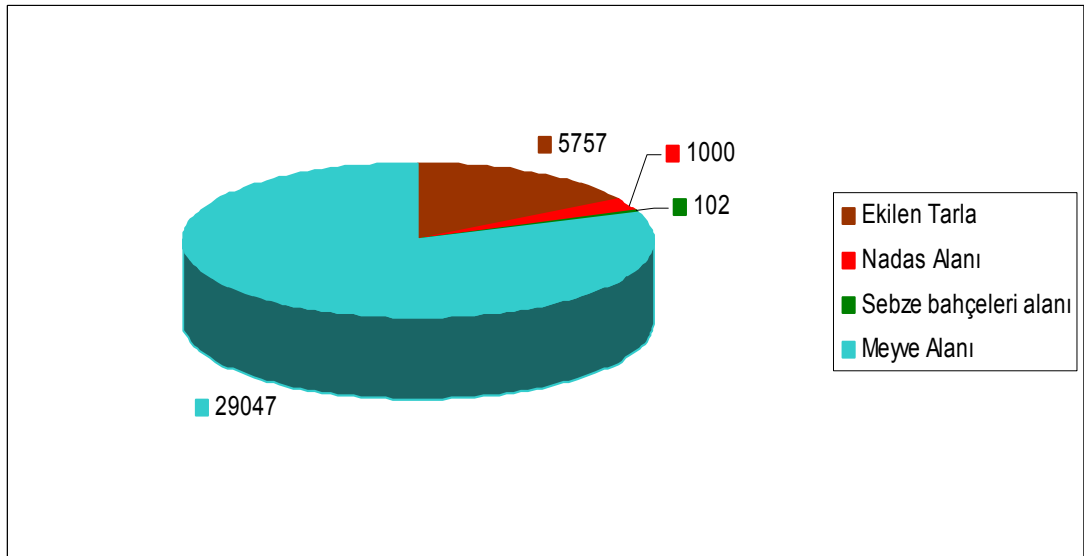
4.5. Pupa Çayı Havzasının Arazi Kullanım Durumu, Tarım ve Hayvancılığa Ait Temel Kullanım ve Üretim Verileri

Çalışma alanında yüksek ve eğimli arazi kesimleri genelde mera olarak kullanılırken, düşük eğimli ova kenarları ve ovada tarım yapılmaktadır. Havzanın büyük bölümü I.derecede, havza kenarlarındaki dar alanlar II. ve III. derecede önemli tarım arazileri olarak, çalışma alanının kuzey ve güneyini oluşturan kayalık alanlar ise tarıma uygun olmayan araziler olarak sınıflandırılmıştır (Temurçin, 2004). TÜİK verilerine göre Senirkent ilçesinde 146102 da ve Uluborlu ilçesinde 35906 da tarım alanı bulunmaktadır (TÜİK, 2011).

Pupa çayı havzasında yoğun olarak elma, ayva, armut, kiraz, üzüm, ceviz, badem, kayısı, şeftali, şeker pancarı, karpuz, kavun, marul üretimi yapılmaktadır. Tarımın yoğun olarak yapıldığı havzada Senirkent ilçesinde 51208 da ekili tarla alanı, 9285 da nadas alanı, 4279 da sebze bahçeleri alanı ve 81330 da meyve alanı olmak üzere toplam 146102 da tarım alanı bulunmaktadır (Şekil 4.20). Uluborlu ilçesinde 5757 da ekili tarla alanı, 1000 da nadas alanı, 102 da sebze bahçeleri alanı, 29047 da meyve alanı olmak üzere toplam 35906 da tarım alanı bulunmaktadır (Şekil 4.21.) (TÜİK,2011).



Şekil 4.20. 2010 yılı Senirkent ISIC Sınıflamasına Göre Tarım Alanları (dekar) (TÜİK,2011)



Şekil 4.21. 2010 yılı Uluborlu ISIC Sınıflamasına Göre Tarım Alanları (dekar) (TÜİK,2011)



Şekil 4.22. VI. İstasyon Kanal Köprü 2 noktasından çekilen su ile etrafındaki marul tarlasının sulanması



Şekil 4.23. VI. İstasyon Kanal Köprü 2 noktası ve etrafındaki meyve bahçeleri

Tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı bölgelerde besin elementlerinin temel kaynağı kullanılan gübrelerdir. Pupa çayı havzasında 2009 yılında toplamda 1919,21 ton gübre kullanılmıştır (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Pupa Çayı havzasında (Senirkent-Uluborlu) çiftçiye satılan gübre çeşitleri ve miktarları (ton) (TGHİM,2011)

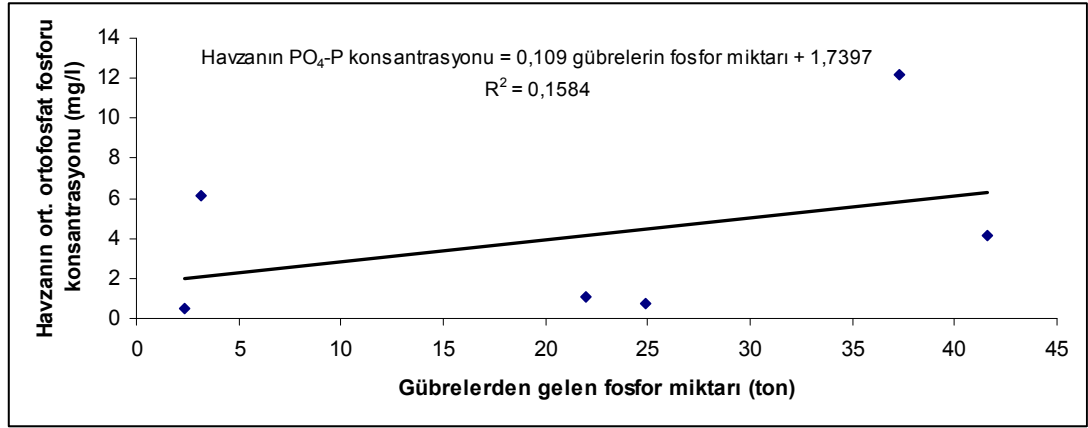
Gübre Çeşitleri	Senirkent				Uluborlu				Toplam			
	Miktar	N	P	K	Miktar	N	P	K	Miktar	N	P	K
Amonyum sülfat ($\text{NH}_4(\text{SO}_2)$) % 21	191,1	40,131	0	0	56,95	11,959	0	0	248,05	52,09	0	0
Amonyum nitrat (NH_4NO_3) %33	337	111,21	0	0	37,55	12,391	0	0	374,55	123,601	0	0
Üre ($\text{H}_2\text{N-CO-NH}_2$) %46	246,25	81,262	0	0	8,55	3,933	0	0	254,8	85,195	0	0
TSP ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) (% 42-44 P_2O_5)	34,75	0	14,942	0	7,9	0	3,397	0	42,65	14,942	3,397	0
DAP 18.46.0 ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$)	373,95	67,311	172,017	0	86,5	15,57	39,79	0	460,45	82,881	211,807	0
Kompoze 20.20.0 (%20 Azot (N), %20 Amonyum Azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), %20 Fosfor (P_2O_5))	30	6	6	0	0	0	0	0	30	6	6	0
Kompoze 20.20.0 süper (%20Azot (N), %17 Amonyum Azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), %3 Üre Azotu ($\text{NH}_2\text{-N}$), %20 Fosfor (P_2O_5),%1 Çinko (Zn)	75,9	15,18	15,18	0	0	0	0	0	75,9	15,18	15,18	0
Kompoze 15.15.15 süper (%15 Azot (N), %15 Fosfor (P_2O_5), %15 Potasyum (K_2O))	88,4	13,26	13,26	13,26	0	0	0	0	88,4	13,26	13,26	13,26
Kompoze 13.24.12 +(4S)+(Zn) (%10 $\text{NH}_4\text{-N}$, % 24 P_2O_5)	29,55	3,841	7,092	3,546	33,15	4,309	7,956	3,978	62,7	8,15	15,048	7,524
Kompoze 12.30.12 (%12 (N), %30 P_2O_5 , %12 K_2O))	240	28,8	72	28,9	0	0	0	0	240	28,8	72	28,9
Potasyum Nitrat (KNO_3) 13.0.46	10,68	1,388	0	4,912	10,08	1,31	0	0	20,76	2,698	0	4,912
Potasyum Sülfat (K_2SO_4) %50	5,8	0	0	2,9	4,95	0	0	2,475	10,75	0	0	5,375
N.S.P ($3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 7\text{CaSO}_4$) %18-19 P_2O_5	10,2	0	1,887	0	0	0	0	0	10,2	0	1,887	0

Havzada kullanılan gübre çeşitlerinden amonyum azotu içeren gübreler; Amonyum sülfat ($\text{NH}_4(\text{SO}_2)$) % 21, Amonyum nitrat (NH_4NO_3) %33, DAP 18.46.0 ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), kompoze 20.20.0, kompoze 20.20.0 süper gübreleridir. Bu gübrelerdeki amonyum azotu miktarlarının toplamı ile havzadaki su kaynaklarında hesaplanan ortalama amonyum azotu konsantrasyonları arasındaki ilişkiye bakılmak üzere yapılan korelasyon analizlerinde; havzada kullanılan gübreler ile havzanın amonyum azotu konsantrasyonu arasında çok zayıf bir ilişki tespit edilmiştir ($r = -0,09$).

Havzada kullanılan gübre çeşitlerinden nitrat azotu içeren gübreler; Amonyum nitrat (NH_4NO_3) %33 ve Potasyum Nitrat (KNO_3) 13.0.46 gübreleridir. Bu gübrelerdeki nitrat azotu miktarlarının toplamı ile havzadaki su kaynaklarında hesaplanan ortalama nitrat azotu konsantrasyonları arasındaki ilişkiye bakılmak üzere yapılan korelasyon analizlerinde; havzada kullanılan gübreler ile havzanın nitrat azotu konsantrasyonu arasında çok zayıf bir ilişki tespit edilmiştir($r = -0,07$).

Havzada kullanılan gübre çeşitlerinden saf azot içeren gübreler; kompoze 15.15.15. süper, kompoze 13.24.12+ 4S+Zn (% 10 amonyak azotu + %3 üre azotu= %13 toplam azot), kompoze 12.30.12 gübreleridir. Üre ($\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}_2$) %46 gübresi nitrit azotu içermesine rağmen toplam azota etkisi olabileceği düşünüldüğünden korelasyon analizine dahil edilmiştir. Bu gübrelerdeki toplam azot miktarlarının toplamı ile havzadaki su kaynaklarında hesaplanan ortalama toplam azot konsantrasyonları arasındaki ilişkiye bakılmak üzere yapılan korelasyon analizlerinde; havzada kullanılan gübreler ile havzanın toplam azot konsantrasyonu arasında çok zayıf bir ilişki tespit edilmiştir ($r = -0,15$).

Havzada kullanılan gübre çeşitlerinden havzadaki su kaynaklarında ortofosfat fosforuna etki edebilecek gübreler; TSP ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) (% 42–44 P_2O_5), DAP 18.46.0 ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), kompoze 20.20.0, kompoze 20.20.0 süper, kompoze 15.15.15. süper, kompoze 13.24.12+ 4S+Zn, kompoze 12.30.12 gübreleridir. Bu gübrelerdeki fosfor miktarlarının toplamı ile havzadaki su kaynaklarında hesaplanan ortalama ortofosfat fosforu konsantrasyonları arasındaki ilişkiye bakılmak üzere yapılan korelasyon analizlerinde; havzada kullanılan fosfor içerikli gübreler ile havzanın ortofosfat fosforu konsantrasyonu arasında orta derecede bir ilişki tespit edilmiştir ($r = 0,4$).



Şekil 4.24. Havzanın ortofosfat fosforu konsantrasyonu ile havzada kullanılan gübrelerin fosfor miktarı arasındaki regresyon modeli

Havzadaki yerleşim yerlerinde yaşayan halkın tarım dışındaki bir diğer gelir kaynağı da hayvancılıktır. Havzada bulunan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayısı Çizelge 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.25. V. İstasyon Kanal Köprü 1 noktası ve su kaynağının hemen yanında bulunan mandıra

Çizelge 4.3. 2010 yılı Senirkent ve Uluborlu ilçeleri hayvan mevcutları (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı,2011)

İlçe Adı	Büyükbaş			Küçükbaş			Kanatlı		
	Sığır	Dana	Toplam	Koyun	Keçi	Toplam	Tavuk	Hindi	Toplam
Senirkent	1555	945	2500	3000	9000	12000	2600	90	2690
Uluborlu	154	181	335	635	6350	6985	291	0	291
Toplam	1709	1126	2835	3635	15350	18985	2891	90	2981

YEGM'den alınan bilgilere göre;

1 büyükbaş hayvan 3,6 ton/yıl yaş gübre,

1 küçükbaş hayvan 0,7 ton/yıl yaş gübre,

1 kümes hayvanı 0,022 ton/yıl yaş gübre vermektedir (YEGM,2012).

Bu rakamlardan yola çıkılarak Pupa Çayı havzasında ortaya çıkan toplam hayvansal gübre miktarı;

2835 büyükbaş x 3,6 ton/yıl = 10206 ton yaş gübre

18895 küçükbaş x 0,7 ton/yıl = 13226,5 ton yaş gübre

2981 kümes hayvanı x 0,022 ton/yıl = 65582 ton yaş gübre

TOPLAM= 89014,5 ton'dur.

Yoğun tarım faaliyetlerine bağlı olarak pestisitler ve gübre kullanımından kaynaklı nitrat yeraltı sularına sızabilir, yine gübre kullanımından kaynaklı azot ve fosfor yüzey akışına karışabilirler. Sulama ve drenaj yeraltı su seviyelerini etkileyebilir ve tuzlanmaya neden olabilir (Yıldız ve Dişbudak, 2006).

4.6. Pupa Çayı Havzasının Taşkın Geçmişi

Erozyon ve buna bağlı olarak oluşan seller, orman, çayır-mera arazilerinin dışında kalan sürekli bitki örtüsünden yoksun eğimli arazilerde, fazla miktarda toprak materyalinin taşınmasına neden olur. Böylece çıplaklaşan ve infiltrasyon gücünü kaybeden arazilerde yüzeysel akış, dolayısıyla seller meydana gelir (Kılıç, 2006). Taşkınlar ile su kaynaklarına taşınan toprak materyali sularda besin elementleri artışlarına sebep olur. Senirkent ilçesinde 1995 yılında ani ve şiddetli sağanak yağış sonucu mevsimlik akarsularda oluşan sel sonucu büyük bir heyelan meydana gelmiştir. Bitki örtüsünden yoksun gevşek malzeme yamaç aşağı kalın bir çamur seli halinde, iri blokları da sürükleyerek 5 ayrı koldan şehir merkezine doğru akmıştır. Böyle bir felaketin bir daha yaşanmaması için D.S.İ. Genel Müdürlüğü tarafından ıslah önlemlerine başlanmıştır. Kademeli olarak yapılan bentlerle ve bölgenin ağaçlandırılmasıyla feyezanın tekrarlanması önlenmeye çalışılmıştır (Kılıç, 2006).

Pupa Çayı üzerine inşa edilen Uluborlu Barajı ile Uluborlu ilçe merkezi ve Küçükkabaca yerleşim yerinde 1640 ha tarım arazinin sulanması ve 300 ha alanın taşkından korunması sağlanmaktadır. Uluborlu barajından alınan su miktarı ortalama 11 916 198 m³'tür (Seyman, 2005). Uluborlu Barajının teknik özellikleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Uluborlu Barajı'nın teknik özellikleri (DSİ,2011)

Barajın Yeri	Isparta - Uluborlu
Akarsuyu	Pupa Çayı
Amacı	Sulama
İnşaatın (başlama-bitiş) yılı	1977 – 1984 – 2010 (Reh)
Gövde dolgu tipi	Toprak dolgu
Gövde hacmi	1,80 hm ³
Yükseklik (talvegden)	56,5 m
Normal su kotunda göl hacmi	21,392 hm ³
Normal su kotunda göl alanı	1,10 km ²
Sulama alanı	2 449 ha



Şekil 4.26. Uluborlu Baraj Gölü'nden bir görünüm

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Pupa Çayı havzası besin elementleri; bir yıllık dönemde mevsimsel olarak belirlenmiştir. Havzanın net su kazancı hesaplanmış, bu değerin havzanın ortalama nitrat azotu, amonyum azotu, toplam azot, ortofosfat fosforu ve toplam fosfor konsantrasyonları ile çarpılmasıyla havzadan Eğirdir Gölü'ne taşınan besin elementleri miktarı hesaplanmıştır. Ayrıca havzada kullanılan gübre miktarları hesaplanarak; su kaynaklarında bulunan besin elementleri ile arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Pupa Çayı havzasında yapılan fizikokimyasal analizler sonucunda tespit edilen su sıcaklığı ortalama değeri 9,2 ile 16,55 °C arasında değişmiştir. Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen en düşük sıcaklık değeri Aralık ayında 3.istasyonda (- 1,4°C); en yüksek sıcaklık değeri Ağustos ayında 5.istasyonda (24 °C) görülmüştür. Mevsimsel koşullarında gereği olarak kış mevsiminde su kaynaklarında sıcaklıklar düşmüş, yaz mevsiminde sıcaklıklar artmıştır.

Ortalama pH değerleri 8,375 ile 9,8 arasında değişmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında havzadaki su kaynaklarının bazik özellikte olduğu söylenebilir. Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen en düşük pH değeri Eylül ayında 6.istasyonda (7,48); en yüksek pH değeri Ağustos ayında 5.istasyonda (10,93) görülmüştür.

Elektriksel iletkenlik ortalama değerleri 25 °C'de 217,4 µs/cm ile 532 µs/cm arasında değişmektedir. Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen en düşük elektriksel iletkenlik değeri Ağustos ayında 1.istasyonda (182,5 µs/cm); en yüksek elektriksel iletkenlik değeri Nisan ayında 5.istasyonda (1195 µs/cm) görülmüştür. Sulama suyu artıklarının da karıştığı 5.istasyonda yüksek elektriksel iletkenliğin belirlenmesi Nisan ayında akarsudaki besin elementleri miktarının artması sonucu oluşan inorganik maddelerin artışından kaynaklanabilir. Nisan ayında havzada meyve bahçelerinde toprak işlenmesi ve işleme ile birlikte gübre uygulaması, fidanların sökülmesi, katlanması, dikilmeleri ve her türlü bakım yanında sulama ve çapalama yapılır. Bu nedenle en yüksek elektriksel iletkenlik değerinin Nisan ayında 5.istasyonda görülmesinin nedeni havzada bu ayda yapılan tarımsal etkinliklere bağlanabilir.

Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen çözünmüş oksijen ortalama değerleri 1,075 mg/l ile 6,397 mg/l arasında değişmektedir. Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen en düşük çözünmüş oksijen değeri Eylül ayında 6.istasyonda (0,18 mg/l); en yüksek çözünmüş oksijen değeri Nisan ayında 4.istasyonda (8,53 mg/l) görülmüştür. Çözünmüş oksijen sucul ortamlarda canlıların yaşamını düzenler ve sınırlar. Suda herhangi bir dönemde saptanan oksijen miktarı o andaki suyun sıcaklığına, suda çözünmüş tuz yoğunluğuna, su yüzeyine değen atmosferdeki gazın kısmi basıncına, su devingenliğine bağlı olarak değişmektedir. Derişimi arttıran etmenlerin başında fotosentez, hava ile yüzey suyu arasındaki ilişki, akıntı ve rüzgâr artışı, sıcaklık düşüşü gelmektedir. Azaltan faktörlerin başında ise canlıların solunum etkinlikleri, organik madde parçalanması, yükseltgenme tepkimeleri, oksidasyon ve sıcaklık artışı gösterilmektedir (Çiçek, 2011). En düşük çözünmüş oksijen değerinin Eylül ayında 6. istasyonda görülmesinin nedeninin su akış hızının minimum düzeyde olması ve bu ayda su kaynağının aşırı ötrofik olması olarak görülebilir.

Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen oksijen doygunluğu ortalama değerleri % 17,25 ile % 41,6 arasında değişmektedir. Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen en düşük oksijen doygunluğu değeri Eylül ayında 6.istasyonda (%1,5); en yüksek oksijen doygunluğu değeri Nisan ayında 4.istasyonda (% 88,7) görülmüştür. Oksijenin suda eriyebilirliği sıcaklık azaldıkça artar. Örneğin; tatlı suda sıcaklık 20°C'den 0°C'ye doğru azalırken oksijenin eriyebilirliği %40'dan fazla artar. Fakat oksijenin suya çeşitli yollarla girebilmesi nedeniyle, güneşli bir günde, bol fitoplanktonlu bir suda oksijen doygunluğu %150'ye çıkabilir. Sucul canlılar tarafından metabolizma olaylarında kullanılan oksijen eriyikte bulunan oksijendir, H₂O'daki oksijen değildir (Anonim 2012). Bu nedenle Eylül ayında 6.istasyonda görülen yoğun ötrofikasyon su kaynağındaki oksijen doygunluğunu azaltan bir faktör olarak görülebilir. Nisan ayında 4.istasyonun su akışında görülen artış nedeniyle su kaynağında oksijen doygunluğu artmış olabilir.

Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen bulanıklık ortalama değerleri 1,643 NTU ile 257,7 NTU arasında değişmektedir. Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen en düşük bulanıklık değeri Nisan ayında 1.istasyonda (1,13 NTU) ; en yüksek bulanıklık değeri Nisan ayında 3.istasyonda (716 NTU) görülmüştür. En yüksek değer

3.istasyonda görölmesinin nedeninin yağışlardan sonra oluşan sel sularının sürüklediği materyaller olduğu söylenebilir.

Askıda katı madde ortalama değeri 1,32 mg/l ile 124 mg/l arasında değişmektedir. En düşük değeri Ocak ayında 4.istasyonda (0,2 mg/l); en yüksek değeri Eylül ayında 6.istasyonda (267,2 mg/l) görölmüştür. Eylül ayında su akışı minimum düzeyde olup suda oluşan aşırı ötrofikasyon nedeniyle 6.istasyonda yüksek miktarda askıda katı madde tespit edilmiştir.

Havzanın su kaynaklarında hesaplanan bulanıklık değeri ile askıda katı madde konsantrasyonları arasında sıkı bir ilişiki olmadığı yapılan korelasyon analizi ile ortaya konulmuştur. Su kaynaklarındaki bulanıklığın nedenlerinin çözünmüş katı maddeler ve algler, diatomlar ve mikroorganizmalar olduğu söylenebilir.

Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen nitrat azotunun ortalama değeri 0,35 mg/l ile 2,08 mg/l arasında değişmektedir. Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen en düşük nitrat azotu değeri Mayıs ayında 2.istasyonda (0,1 mg/l); en yüksek nitrat azotu değeri Ağustos ayında 6.istasyonda (6,1 mg/l) görölmüştür. Sularda nitratın asıl kaynağını azotlu gübreler, organik maddeler ve doğadaki bazı minerallerin oluşturur. Çevresel koşulların etkisiyle özellikle sel zamanlarında ve organik kirlenmenin olduğu dönemlerde nitrat değeri önemli düzeyde arttığı, kanalizasyon sularının karışması durumunda nitrat derişiminin yükseldiği, yeşil bitkiler tarafından kullanıldığı ve bakterilerin denitrifikasyonu ile ortamdaki nitrat değeri düşürüldüğü belirtilmektedir (Çiçek, 2011). En yüksek nitrat azotu değeri Ağustos ayında 6.istasyonda görölmesinin nedeninin su kaynağına verilen kanalizasyon suları ve havzada yaz aylarında kullanılan amonyum nitrat, üre ve potasyum nitrat gübresi olduğu söylenebilir. Ayrıca 6.istasyonda Ağustos ayında nitrat konsantrasyonunun yüksekliğinden dolayı aşırı ötrofikasyon görölmüştür. Yüzey sularında nitrat azotunun 5 mg/l' nin üzerinde olması evsel ya da tarımsal etkinliklere bağlanmaktadır (Çiçek, 2011). EPA (2009)'ya göre içme suyunda maksimum bulunması gereken nitrat azotu değeri 10 mg/l olduğu ve içme sularındaki nitratın temel kaynaklarının kullanılan gübrelerin yüzey akışları ile sulara karışması, kanalizasyon ve erozyon olduğu bildirilmiştir.

Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen amonyum azotu değerleri 0,08 mg/l ile 3,448 mg/l arasında değişmiştir. Ölçülen en düşük amonyum azotu değeri Nisan ayında 1.istasyonda (0,02 mg/l); en yüksek amonyum azotu değeri Aralık ayında 3.istasyonda (13,2 mg/l) görülmüştür. En yüksek amonyum azotu miktarının Aralık ayında olmasının nedeni Eylül, Ekim, Kasım, Aralık aylarında yoğun miktarlarda kullanılan DAP 18.46.0. $((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4)$ gübresi olduğu söylenebilir. Ayrıca akarsuyun etrafında geniş tarım arazilerinin yer alması akarsuda yüksek amonyum azotu görülmesinin nedenlerinden biri olarak görülebilir.

Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen toplam azot değerleri 0,385 mg/l ile 2.56 mg/l arasında değişmektedir. Ölçülen en düşük toplam azot değeri Ocak ayında 5.istasyonda (0,16 mg/l); en yüksek toplam azot değeri Ağustos ayında 2.istasyonda (8,3 mg/l) görülmüştür.

Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen ortofosfat fosforu ortalama değerleri 165 $\mu\text{g/l}$ ile 10088 $\mu\text{g/l}$ arasında değişmektedir. Ölçülen en düşük ortofosfat fosforu değeri Ağustos ayında 4.istasyonda (100 $\mu\text{g/l}$); en yüksek ortofosfat fosforu değeri Aralık ayında 2.istasyonda (27800 $\mu\text{g/l}$) görülmüştür. Toplam fosfor ortalama değerleri 130 $\mu\text{g/l}$ ile 16416 $\mu\text{g/l}$ arasında değişmektedir. En düşük değer Eylül ayında 1. istasyonda (10 $\mu\text{g/l}$); en yüksek değer Ocak ayında 2.istasyonda (57000 $\mu\text{g/l}$) görülmüştür. Fosforun temel kaynağını %91 gibi bir oranla tarımsal alanlar oluşturmakta ayrıca evsel atıklardaki temizlik maddeleri, lağım suyu ve yiyecek maddelerinin de fosfor kaynaklarını oluşturduğu bilinmektedir (Çiçek, 2011). Aralık ayında su akış hızının düşük olması, yerleşim yerlerinin kanalizasyon sularının 2.istasyon Ortayazı Köprüsü noktasına boşaltılmış olması, akarsuyun etrafında geniş tarım arazilerinin yer alması ve Eylül, Ekim, Kasım, Aralık aylarında DAP 18.46.0. $((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4)$ gübresinin yoğun miktarlarda kullanılmış olması en yüksek ortofosfat fosforu değerinin Aralık ayında 2.istasyonda görülmesinin nedeni olarak görülebilir.

Havzada kullanılan gübrelerin su kaynaklarındaki ölçülen besin elementleri konsantrasyonlarına etkisi veri sayısının yetersiz olması ve havzadaki su kaynaklarının istikrarının kaybolmuş olması gibi etkenler de göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

Havzada toplamda 1919,21 ton suni gübre kullanılmış, 89014,5 ton hayvansal gübre ortaya çıkmış ancak havzadaki su kaynaklarının besin elementleri konsantrasyonları üzerinde havzada kullanılan suni ve hayvansal gübrelerin doğrudan etkili olmadığı; yerleşim yerlerinin kanalizasyon sularının ve sulama suyu artıklarının havzadaki su kaynaklarına verilmesi, kış aylarında oluşan seller, havzada katı atık depolama yerinin bulunmaması gibi etkenlerle birlikte havzadaki besin elementlerinin kaynağı olduğu düşünülmüştür. Ayrıca havzadaki su kaynaklarında hayvansal gübrelerden kaynaklanan potansiyel bir su kirliliği olduğu kanısına varılmıştır. Havzanın giriş noktasından çıkış noktasına gidildikçe besin elementleri konsantrasyonlarının arttığı görülmüştür. Ortalama besin elementleri konsantrasyonlarının en yüksek görüldüğü nokta 2.istasyon (Ortayazı Köprüsü noktası) olup; nedeninin su kaynağına doğrudan boşaltılan yerleşim yerlerinin kanalizasyon suları ve su kaynağının etrafında yer alan geniş tarım arazileri olduğu düşünülebilir. Bahar ve yaz aylarında besin elementleri konsantrasyonlarında artış görülmüş nedenleri arasında en büyük etken su kaynaklarına boşaltılan yerleşim yerlerinin kanalizasyon suları ve bununla birlikte özellikle Mart, Nisan, Mayıs aylarında yapılan yoğun gübreleme işlemleri olduğu söylenebilir.

Tarımsal alanlarda kullanılan ticari gübre kullanımlarından kaynaklanan yükler ile birlikte, orman alanlarında, fundalık çayır ve meralardan ve yerleşim alanlarının yüzeysel akış sularından gelebilecek azot ve fosfor yükleri birim yükler olarak bir fikir vermesi açısından önemlidir. Ancak daha detaylı birim yük tespit çalışmaları ülkemizde son yıllarda hız kazanmıştır. Özellikle önemli su koruma havzalarında arazi kullanımı dikkate alınarak, sahada inceleme ve toprak karakterizasyon analizleri ile birlikte, iklimsel şartlar (yağış, buharlaşma verileri) detaylıca incelenerek azot ve fosfor gibi ana yayılı kirleticilerin toprakta alıcı ortama (yeraltı suyu veya yüzeysel su) ulaşmaya dek uğrayacağı reaksiyonlar da düşünülerek daha gerçekçi birim yüklere ulaşılabileceği ve 20 yıl içerisinde ülkemizde yürütülen çalışmaların devam edeceği ve konunun öneminin anlaşılabileceği düşünülmektedir (Orhon vd, 2002).

Gübre; tarımsal üretim için temel girdilerden biridir. Gübrelemede esas olan toprakta eksik olan bitki besin maddesinin cins ve miktarını belirleyerek, gübrelemenin zamanında ve yöntemine uygun olarak yapılmasını sağlamaktadır. İklim ve toprak

açısından Türkiye, diğeri dünya ülkelerine göre farklılık göstermektedir. Türkiye toprakları genellikle azot ve fosfor gibi bitki besin maddelerince fakir, potasyum, kalsiyum ve magnezyum bakımından zengindir. Potasyumlu gbrelelere ihtiyaç diğeri ülkelere göre çok daha azdır. Uygulanan gübreden beklenen yararı elde etmek için gübrenin verilme zamanı, metodu, bitki çeşidi, toprak karakteri, iklim ve topraktaki bitki besin maddesi miktarı gibi verileri de bilmek gerekir (Orhon vd, 2002).

AB lkelerinde tarımsal faaliyetten dolayı oluşabilecek nitrat kirlenmelerini azaltmak ya da önlemek amacıyla AB 1991 yılında 91/676/EEC sayılı Nitrat Direktifi'ni yayınlamıştır. Direktife göre, kirlenmiş veya ilerde herhangi bir nlem alınmaz ise kirlenmesi söz konusu olan sular ve bu sulara drene olan araziler nitrata duyarlı alanlar olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca ye ülkeler nitrat direktifinin 6. maddesine göre su izleme sonuçlarına dayanarak en az her dört yılda bir nitrata duyarlı alanlarını gözden geçirmek durumundadır. Direktifin 6. maddesinde örnek alma istasyonlarının ağı yeraltı suları (içme suyu olarak kullanılmasa dahi), nehirler, gller, kuyular, deniz ve kıyı sularını kapsayacak şekilde olması belirtilmiştir. 100–200 km²'ye 1 istasyon uygun görülmektedir. İzleme kriterleri azot (amonyak, toplam azot, nitrat) ve trfikasyon (klorofil, alg patlaması vb.) olarak belirlenmiştir. ye lkeler, suların durumunu gösteren örnek alma istasyonu ağını oluşturmıştır. Avrupa Birliğı izleme için rehberler hazırlamıştır. Bu rehberler, yüzey suları, yeraltı suları ve kıyı sularının izlenmesi için ayrı ayrı hazırlanmıştır. Rehber, rnek alma sıklığı, örnek alma yeri ve zamanlamalarını açıklamaktadır. Bu rehberlere göre uzman kişiler tarafından örnekleme noktaları belirlenmektedir.

Nitrat direktifine paralel olarak Türkiye'de de 2004 yılında "Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliğı" ıkartılmıştır. 18 Şubat 2004 tarihli ve 25377 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliğı" yeraltı, yer üstü suları ve topraklarda kirliliğeri neden olan azot ve azot bileşiklerinin belirlenmesi, kontrolü ve kirliliğeri önlenmesi ile ilgili teknik ve idari esasları kapsamaktadır. Söz konusu ynetmeliğeri amacı da tarımsal kaynaklı nitratin suda neden olduğı kirlenmenin tespit edilmesi, azaltılması ve önlenmesi şeklinde belirlenmiştir. Yönetmelik ile Nitrat Direktifi gereklilikleri ulusal mevzuatımıza aktarılmaktadır. Yönetmelik, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile evre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından

uygulanmaktadır. Yönetmeliğe göre, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı; bir yıl içerisinde yönetmeliğin amaçlarına ulaşabilmek için eylem programlarını tesis etmek, programları dört yıl içerisinde uygulamaya koymak, eylem programlarının etkinliğini değerlendiren izleme programlarını tesis etmek ile yükümlüdür. Yönetmelik ile Türkiye'yi kapsayacak şekilde, iller bazında yoğun tarım ve hayvancılık yapılan alanlardaki tarımsal kaynaklı nitrat kirlenmesinden etkilenen veya etkilenebilecek suların bulunduğu bölgeler tespit edilmiştir ve oluşturulan programlar bu bölgelerde uygulamaya başlanmıştır. Nitrat kirliliğini izlemek amacıyla bir izleme ağı kurulmuştur. 81 ilde düzenli olarak izlemeler yapılmaktadır. Nitrat kirliliği ile ilgili izlemeler 1200 örnek alma noktasından yeraltı ve yerüstü sularında yapılmaktadır. Yönetmeliğe göre il bazında ülkemizde muhtemel nitrata duyarlı bölgeler belirlenmiştir. Isparta ili nitrata duyarlı bölgeler arasında yer almamış olup yüzey suları ortalama nitrat konsantrasyonları 0,5 – 5 mg/l olan iller arasındadır (Güzelordu, 2008). 91/676/EEC sayılı Nitrat Direktifi'ne göre nitrat konsantrasyonu 50mg/l.yi geçen sular kirli sınıfta değerlendirilmekte ve Pupa Çayı Havzasında ölçüm yapılan istasyonlar arasında hiçbir örnekleme noktasında nitrat konsantrasyonu 50 mg/l. yi geçmediği tespit edilmiştir. Ancak Şener (2009)'da yaptığı çalışmada; Pupa Çayı'nın; Eğirdir Gölü'nün en önemli yüzey suyu kaynağı olduğunu ve buna bağlı olarak Eğirdir Gölü'nde nitrat konsantrasyonlarının suyun akış yönü ve tarımsal uygulamalara bağlı olarak gölde giderek arttığını ve Eğirdir Gölü'nde yer altı ve yüzey sularının deşarj olduğu yerlerde yüksek nitrat kontaminasyonun görüldüğünü bildirmiştir. Ayrıca havzanın Eğirdir Gölü kıyısı yakınlarındaki yer altı suyunun nitrat konsantrasyonunun Ekim 2005'te 50 mg/l.den daha yüksek olmakla birlikte nitrat konsantrasyonunun yer altı suyu akış yönüne doğru ve tarımsal uygulamalara bağlı olarak arttığını belirtmiştir. Seyman (2005)'te yaptığı çalışmada havza yer altı suyunda bulunan nitrat değerinin minimum 9,3 mg/l, maksimum 77,8 mg/l; amonyak değerinin minimum 0,0 mg/l, maksimum 3,10 mg/l; nitrit değerinin minimum 0,01 mg/l, maksimum 0,19 mg/l tespit edildiğini, ayrıca yüzey ve yer altı sularında aşırı nitrit, nitrat ve amonyak bulunduğunu bildirmiştir.

Konuyla ilgili bir diğ er y onetmelik olan Su Kirliliği Kontrolü Y onetmeliği'nde havza alanları için mutlak koruma alanları içme ve kullanma suyu rezervuarının maksimum su seviyesinden itibaren 100 m. genişlikteki şerit olarak tanımlanmış ve bu alan içerisinde tarımsal faaliyetlerde bulunmanın kesinlikle yasak olduğu belirtilmiştir.

(Olhan ve Ataseven, 2009).

Havzanın besin elementi yükü hakkında daha detaylı bilgi sahibi olmak adına havzada bulunan yer altı sularının da besin elementleri yükü hakkında detaylı çalışmalar yapılmalı, yüzey sularında örnekleme noktalarında daha sık ve çok sayıda analiz yapılması gerektiği, yüzey suyu debilerinin kararsız olması nedeniyle elde edilen verilerdeki sapmanın yüksek olduğu kanılarına varılmıştır. Earl (2009) besin elementi tahminlerinin doğruluğunu daha fazla kanıtlamak için başvurulan her bir yönteme (bitkiler için gübre kullanım oranları, hayvanlar ve insanlar için dışkılama oranları) daha fazla bilgi eklenmesi gerektiğini belirtmiştir. Fox ve Argent (2009); havza modellerinin büyük ölçekli izleme ve yönetim programları için bilgilendirme ve rehberlik açısından çok değerli olduğunu belirtmişlerdir.

Tüm bunlardan yola çıkılarak;

Havzadaki hiçbir yerleşim merkezinde katı atık depolama yeri bulunmamaktadır. Dolayısıyla havzadaki katı atıklar ve bu atıklardan sızan sular havzadaki su kaynaklarını kirlletmektedir. Havza içerisine düzenli bir katı atık depolama tesisi kurulmalıdır. Tay (2005) havzada katı atık depolama tesisi için yer seçimi yapmış, en uygun alan olarak İleydağı Köyü'nün 3 km kuzeybatısındaki çatma mevki olduğunu bildirmiştir. şener (2010) katı atık bertarafı için havzada mevcut alanın % 96,3'n n uygun olmadığı; %1,6'sının orta derecede uygun; %2,1'inin de en uygun olduğunu belirlemiştir.

Senirkent ve Uluborlu yerleşim merkezleri ile bunlara bağlı olan köylerin kanalizasyon suları Pupa  ayı'na boşaltılmakta ve çayla birlikte de Eğirdir Gölü'ne karışmaktadır dolayısıyla Isparta il merkezinin içme suyu ihtiyacının karşılandığı Eğirdir Gölü'nün su kalitesini olumsuz etkilemektedir. Senirkent ve Uluborlu ilçelerine ait kanalizasyon sistemlerinin bir an önce yapılması ve havzadaki bu kirliliğin kontrol altına alınması gerekmektedir.

Havzada tarımsal faaliyetlerde kullanılan zirai ilaçlar ve bunların ambalaj atıkları kontrol altına alınmalı, havzada tarımsal mücadele ilaçları hazırlama merkezi kurulmalıdır.

Havzadaki su kaynaklarında besin elementi konsantrasyonu açısından kirlilik bulunması havzadaki suların içme ve sulama suyu olarak kullanılmasında sürekli izlenmesi ve dikkatli olunması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Havzanın Eğirdir Gölü'ne yüksek miktarlarda besin elementi taşınması, Isparta'nın içme suyu kaynağı olarak kullanılan Eğirdir Gölü'nde kirliliğin daha geniş alanlara yayılmasına yol açabilmektedir. Havzanın Eğirdir Gölü'ne taşıdığı besin elementi miktarının gölde kirliliğe yol açabileceğini düşünen Eğirdir ve Kovada Gölü Çevre Koruma Birliği (Eko-Bir) tarafından 2009 yılında Pupa Çayı'nın çevreye zarar veren bir akarsu olmasına yol açan atık sulardan arındırılması için uygun yerlerin belirlenerek arıtma tesislerinin yapılması ve bu amaçla komisyon kurulması kararları alınmış fakat yürürlüğe girmemiştir. Bunun dışında havzayı korumak adına herhangi bir karar veya uygulama bulunmamaktadır.

Havzada iyi tarım uygulanmalarına başlanması adına Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde belirtilen;

1. Çiftçiler için eğitim ve bilgilendirme sağlanmalı,
2. Kimyasal ve hayvan gübrelerinin doğru uygulama miktarlarının belirlenmeli ve topraktan suya karışacak miktarlarının kabul edilebilir düzeylerde kalmasını sağlayacak uygulama yöntemleri belirlenmeli,
3. Gübrenin toprağa uygulanmasının uygun olmadığı dönemler belirlenmeli,
4. Hayvan gübreleri için depolama tankları inşa edilmeli,
5. İyi tarım uygulama kurallarının uygulanması için teşvik edilmeli (SKKY,1988).

Bu önlemlerin havzada bir an önce uygulamaya konulması adına kurum ve kuruluşlar tarafından harekete geçilmelidir.

KAYNAKLAR

- Atayeter, Y., 2011. Eğirdir Gölü Depresyonu ve Yakın Çevresinin Genel Fiziki Coğrafyası. Fakülte Kitabevi, 172s, Isparta.
- Bartram, J., Ballance, R., (Ed.), 1996. Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes, Published on UNEP/WHO, 348p.
- Canik, B., 1971, Yer altı Suyu Bilançosu, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi, No:76, 181-191s, Ankara.
- Çiçek, N. L., 2011. Köprüçay Nehri (Antalya) Su Kalitesinin Fizikokimyasal Değerlere ve Bentik Algilere Göre Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 159s, Isparta.
- Demir, S., 2008. Isparta Ve Yakın Çevresi Yeraltısularının Hidrojeolojik, Hidrojeokimyasal Ve İzotop Jeokimyasal İncelenmesi Ve İçme Suyu Kalitesinin İzlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 171s, Isparta.
- DSİ 18. Bölge Müdürlüğü, 2012. İşletmedeki Barajlar Ve Hidroelektrik Santraller. Erişim tarihi: 23.07.2012.
<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi18/isparta.htm#Uluborlu> .
- Earl, J. T., 2009. Modelling Nutrient Loads From British Catchments. University of Essex, Department of Biological Sciences and Department of Mathematical Sciences, Ph.D. thesis, 250p, Colchester.
- EPA, 2009. National Primary Drinking Water Regulations. Erişim Tarihi: 28.09.2012. <http://water.epa.gov/drink/contaminants/upload/mcl-2.pdf> .
- Erciyes Üniversitesi, 2011. Askıda Katı Madde Tayini. Erişim Tarihi: 30.07.2011.
<http://cevre.erciyes.edu.tr/dosyalar/dokumanlar/2.%20D%C3%B6nem%20Deney%20F%C3%B6yleri/Ask%C4%B1da%20Kat%C4%B1%20Madde%20Tayini.pdf>
- Fakıoğlu, Ö., 2004. Mogan Gölü'ünde (Ankara) Bazı Restorasyon Önlemleri Sonrası Dış Kaynaklı Fosfor Yükünün Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 48s, Ankara.
- Fox, D.R., Argent R.M., 2009. Catchment-wide estimation of sediment-nutrient loads. 18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, 13-17 July 2009, Australia, 4213-4219.
- Güzelordu, T., 2008. Avrupa Birliği'nde Nitrat Direktifi Uygulamaları Ve Türkiye'de Uygulanabilirliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Avrupa Birliği Uzmanlık Tezi, 98s, Ankara.

- He, B., Oki, K., Wang, Y., Oki, T., Yamashiki, Y., Takara, K., Miura, S., Imai, A., Komatsu, K., Kawasaki, N., 2010. Estimation Of Monthly Potential Nitrogen Load From Agricultural And Forest Watersheds Using Quickbird Remote Sensing Imagery. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, XXXVIII (8), Kyoto.
- Isparta Valiliği İl Çevre Ve Orman Müdürlüğü, 2009. Isparta Çevre Durum Raporu, 494s, Isparta.
- Karagüzel, R., Taşdelen, S., Akyol, E., Tokgözlü, A., Irlayıcı, A., Özgül, S., 1995. Eğirdir Gölü Hidrolojisi (Ön rapor). Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, 61s, Isparta.
- Kılıç, A., 2006. Senirkent Heyelan Alanının Rezistivite Ve Sismik Yöntemlerle Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56s, Isparta.
- Li, H., Lee, J.H., Cai, M., 2003. Nutrient Load Estimation Methods For Rivers. International Journal of Sediment Research, 18 (4), 346-351.
- Liljeström, I., 2007. Nitrogen And Phosphorus Dynamics In The Mekong Basin: Nutrient balance assessment in a catchment scale. Helsinki University of Technology, Civil and Environmental Engineering, M.Sc.Thesis, 130p, Finland.
- Mutlutürk, M., Karagüzel, R., Köseoğlu M., Oran, S., Oğlakçı, M., Taşdelen S., 1991. Eğirdir Gölü ve Havzası Kirlenici Faktörlerin Araştırılması. Göller Bölgesi Tatlı Su Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu, 479-489, Isparta
- Nader, G., Tate, K., Atwill, R., Drake, D., 2011. Water Quality Monitoring. 19s, California
- Olhan, E., Ataseven, Y., 2009. Türkiye’de İçme Suyu Havza Alanlarında Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanabilecek Kirliliği Önleme ile İlgili Yasal Düzenlemeler. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2009 6(2), 161 – 169.
- Orhon, D., Sözen, S., Üstün B., Görgün, E., Gül, Ö., 2002. Su Yönetimi Ve Sürdürülebilir Kalkınma Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli, İstanbul
- Seyman, F., 2005. Senirkent-Uluborlu (Isparta) Havzasının Hidrojeoloji İncelemesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 132s, Isparta.
- Smith, A.R., Alexander, R.B., Schwarz, G. E., (2003). Natural Background Concentrations of Nutrients in Streams and Rivers of the Conterminous United States. Environmental Science & Technology, 37 (14), 3039 – 3047, Virginia.

- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (1988). 4.10.1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazete, T.C.Çevre Bakanlığı.
- Şener, E., Şener, Ş., Davraz, A., 2009. Assessment of aquifer vulnerability based on GIS and DRASTIC methods: a case study of the Senirkent-Uluborlu Basin (Isparta, Turkey). Hydrogeology Journal, 17, 2023–2035.
- Şener, Ş., Şener, E., Karagüzel, R., 2010. Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent–Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey. Environ Monit Assess, 173, 533–554.
- Tarım, Gıda ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, 2010. 2009 Yılı Aylar İtibariyle ve Yıl Sonu Çiftçiye Satış Toplamı (ton). Isparta
- Tay, Ş., 2005. Senirkent-Uluborlu (Isparta) Havzasının Katı Atık Düzenli Depolama Yeri Seçimine Yönelik Jeolojik - Jeoteknik İncelemesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 100s, Isparta.
- Temurçin, K., 2004. Isparta İli Ekonomik Coğrafyası. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 377s, Ankara.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2010. İlçelere göre il/ilçe merkezi ve belde/köy nüfusu. Erişim Tarihi: 24.02.2012.
http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?adnksdb2&ENVID=adnksdb2Env&report=wa_turkiye_ilce_koy_sehir.RDF&p_il1=32&p_ilce1=1615&p_kod=2&p_yil=2010&p_dil=1&desformat=html .
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2010. İlçelere göre il/ilçe merkezi ve belde/köy nüfusu. Erişim Tarihi: 24.02.2012.
http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?adnksdb2&ENVID=adnksdb2Env&report=wa_turkiye_ilce_koy_sehir.RDF&p_il1=32&p_ilce1=1699&p_kod=2&p_yil=2010&p_dil=1&desformat=html
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2011. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Senirkent. Erişim Tarihi: 09.06.2011.
http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?hayvancilik=&report=BARAPOR9.RDF&p_yil1=2010&p_kod=1&p_sinif=1&p_il1=32&p_ilce1=7&p_dil=1&desformat=html&ENVID=hayvancilikEnv
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2011. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Uluborlu. Erişim Tarihi: 09.06.2011.
http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?hayvancilik=&report=BARAPOR9.RDF&p_yil1=2010&p_kod=1&p_sinif=1&p_il1=32&p_ilce1=10&p_dil=1&desformat=html&ENVID=hayvancilikEnv
- UNICEF, 2008. Unicef Handbook On Water Quality, Erişim Tarihi: 20.08.2011.
http://www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf

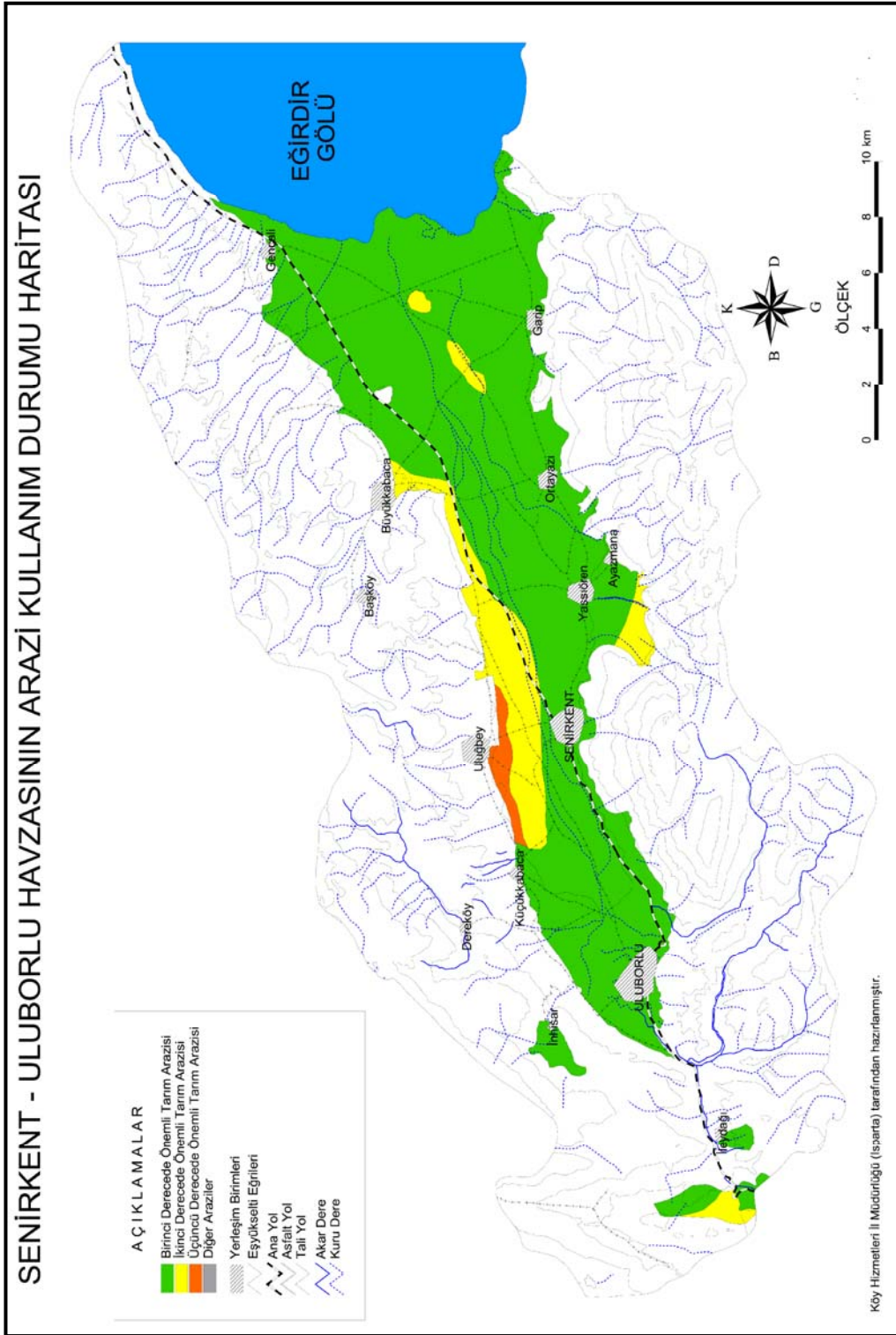
Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2012. Hayvan Ağırlığı Bazında Üretilebilecek Günlük ve Yıllık Yaş Gübre Miktarları. Erişim Tarihi: 23.07.2012. <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>

Yıldız, F., Dişbudak, K., Ab Su Çerçeve Direktifi Ve Havza Yönetimi Yaklaşımı Bağlamında Ab Ortak Tarım Politikasında Su Yönetimi. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Türktarım Dergisi, Sayı: 167, 64–71.

EKLER

EK A. Harita

EK B. Çizelge



Şekil A.1.Pupa Çayı havzasının arazi kullanım durumu (Tay, 2005)

EK B. Çizelge

Çizelge B.1.Thorntwaite Metoduna Göre Senirkent ve Uluborlu Ortalama Buharlaştırma-Terleme Su Bilançosu (Seyman,2005)

AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOPLAM
Sıcaklık (°C)	11,0	2,30	6,20	10,90	15,80	20,20	23,40	23,20	18,80	12,90	7,00	3,00	
Sıcaklık İndisi (°)	0,10	0,21	1,38	3,25	5,71	8,28	10,35	10,08	7,43	4,20	1,66	0,46	53,21
Düğümlenmiş PE (mm)	1,71	4,44	20,16	43,35	82,11	114,30	141,28	130,75	87,20	49,95	19,53	6,23	701,21
Yağış (mm)	73,50	68,40	69,30	67,40	58,00	34,00	19,90	13,00	14,30	42,30	67,30	94,80	622
Depo Değişikliği	0,00	0,00	0,00	0,00	-24,1	-75,89	0,00	0,00	0,00	0,00	47,77	52,23	
Depolama	100	100	100	100	74,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,9	100	
Evapotranspirasyon (mm)(ETR)	1,71	4,44	20,16	43,35	82,11	109,89	19,90	13,00	14,30	42,30	19,53	6,23	378,92
Su Yokluğu (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,61	121,38	117,75	72,9	7,65	0,00	0,00	324,29
Su Fazlası (mm)	71,79	63,96	49,14	22,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,14	243,08

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ayça ASLANTÜRK

Doğum Yeri ve Yılı : Ankara, 1987

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : aycaakar@windowslive.com



Eğitim Durumu

Lise: Ankara Bahçelievler Cumhuriyet Lisesi, 2004

Lisans: SDÜ, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği, 2009

Yüksek Lisans: SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

Yayınları

Aslantürk, A., Çetinkaya O., 2012. Pupa Çayı Havzası'nın (Eğirdir Gölü) Besin Elementleri Yükünün Belirlenmesi, , V. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 27-29 Ağustos 2012, Isparta, 57.

