

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Onur ERGÜL

**SEYHAN BARAJ GÖLÜ'NDE SICAKLIK VE ÇÖZÜNMÜŞ
OKSİJENİN DERİNLİĞE BAĞLI DEĞİŞİMİ**

SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI

ADANA-2021

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEYHAN BARAJ GÖLÜ'NDE SICAKLIK VE ÇÖZÜNÜŞ OKSİJENİN DERİNLİĞE BAĞLI DEĞİŞİMİ

Onur ERGÜL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Fatma ÇEVİK
Yıl 2021, sayfa 55
Jüri : Prof. Dr. Fatma ÇEVİK
: Prof. Dr. Canan TÜRELİ
: Prof. Dr. Ahmet BOZKURT

Bu çalışma, Adana ili sınırları içerisinde bulunan Seyhan Baraj Gölü'nün Mayıs 2018 - Nisan 2019 döneminde 4 istasyonda sıcaklık ve çözünmüş oksijen profilini belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Aylık olarak yüzeyden dibe doğru her metrede sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, toplam çözünmüş katı madde, iletkenlik ve bunların yanı sıra ışık geçirgenliği ölçümleri yapılmıştır. Gölde yaz aylarında sıcaklık ve buna bağlı olarak çözünmüş oksijen açısından tabakalaşma tespit edilmiştir. Çözünmüş oksijen profilinin klinograd olduğu belirlenmiştir. pH, toplam çözünmüş katı madde ve elektrik iletkenlik vertikal olarak değişim göstermemiştir. Işık geçirgenliği açısından göl mezotrofik karakterdedir.

Anahtar Kelimeler: Seyhan Baraj Gölü, Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen, Işık Geçirgenliği, Tabakalaşma

ABSTRACT

MSc THESIS

CHANGE OF THE TEMPERATURE AND DISSOLVED OXYGEN DEPENDING ON DEPTHS IN SEYHAN DAM LAKE

Onur ERGÜL

**CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF BASIC SCIENCE**

Supervisor : Prof. Dr. Fatma ÇEVİK
Year 2021, pages 55
Jury : Prof. Dr. Fatma ÇEVİK
: Prof. Dr. Canan TÜRELİ
: Prof. Dr. Ahmet BOZKURT

This study was carried out with the aim of determining the temperature and dissolved oxygen profile of Seyhan Dam Lake, located within the borders of Adana province, at 4 stations in the period of May 2018 - April 2019. Temperature, dissolved oxygen, pH, total dissolved solids, conductivity as well as light transmittance measurements were made at every meter from the surface to the bottom as monthly. Stratification in terms of temperature and dissolved oxygen has been detected in the lake during summer months. The dissolved oxygen profile was clinograd. pH, total dissolved solids and electrical conductivity did not change vertically. In terms of light transmittance, the lake is mesotrophic.

Key words: Seyhan Dam Lake, Temperature, Dissolved Oxygen, Light Transmittance, Stratification

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Ülkemizdeki baraj gölleri ve doğal göllerde su kaynaklarının durumlarını belirlemek amacıyla su kalitesi ile ilgili sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk değişimleri gibi parametrelerin ölçümleri yapılmış ve yapılmaktadır. Fakat çalışmalarda tabakalaşmanın tespitine yönelik yeterli sayıda araştırma bulunmamaktadır. Bu nedenle ülkemizde ve bölgemizde önemli bir yere sahip olan Seyhan Baraj Gölü'nde; sıcaklık ve çözünmüş oksijen değerlerinin derinliğe bağlı olarak değişimlerinin incelenerek gölün limnolojik özelliklerinin ortaya çıkarılmasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır. Çalışma, akarsu ve akarsuların birleşme etkisinin olduğu üç istasyon ve kret yakınında bir istasyonda olmak üzere Mayıs 2018- Nisan 2019 arasında aylık olarak 4 istasyonda yürütülmüştür. Göl örneklemede, su sütununda yüzeyden dibe doğru su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde YSI 6600 çoklu ölçüm aleti ile birer m aralıklarla ölçümleri yapılmıştır. Sıcaklığın ardışık metrelerdeki ölçümleri 1 °C ve/veya daha fazla ise gölde tabakalaşma olduğu olarak kabul edilmiştir. Ayrıca secchi diski kullanılarak ışık geçirgenliği ölçümleri yapılmıştır. Göllerde tabakalaşma üzerinde etkili faktörlerden hava sıcaklık değerleri ile rüzgar hızları Adana Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Elde edilen verilerin ortalama ve standart sapmaların hesaplanması ile grafikler Excel 2016 programında yapılmıştır. Çalışmada su sıcaklığı yıl boyunca 10,15 – 31,24 °C, çözünmüş oksijen değerleri 0,31-13,69 mgL⁻¹, pH 8,12 - 10,19 mgL⁻¹, toplam çözünmüş katı madde 0,73- 1,92 gL⁻¹, elektriki iletkenlik 1169 - 1703 µS, ışık geçirgenliği 0,5 - 5,7 m arasında, ortalama atmosfer sıcaklığı ise 9,5 – 28,6 °C arasında değişim göstermiştir.

Bu çalışmada, gölde genel olarak Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık tabakalaşması olmuştur. Tabakalaşmaya bağlı olarak çözünmüş oksijende de tabakalaşma tespit edilmiş ve oksijen profilinin klinograd olduğu belirlenmiştir. Bu profil ötrof göllerin özelliğidir. Daha önceki çalışmalarda tespit edilen, bu

Çalışmada da ışık geçirgenliği ele alınarak mezotrof olarak değerlendirilen gölün ötrofiye doğru bir geçişi olduğu söylenebilmektedir. Sıcaklık ve oksijende tespit edilen tabakalaşıma, gölde çalışılan diğer parametreleri çok fazla etkilememiştir. pH, toplam çözünmüş katı madde ve elektriki iletkenlikte tabakalaşıma tespit edilmemiştir. Seyhan Baraj Gölü, Adana şehir merkezinde yer alması, gl etrafında ve gle giren akarsular civarında yoğun tarım yapıldığı da düşünüldüğünde hem gölün hem de gle giren suların yoğun antropojenik etkiye maruz kaldığı açıktır. Gölde klinograd oksijen profilinin ortaya çıkması ve antropojenik etkilerin fazla olması gölün izlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında yardımlarını gördüğüm, tezimin planlamasında farklı fikirler geliştirmemi sağlayan tez danışmanım emekli öğretim üyesi Prof. Dr. M.Ziya Lugal GÖKSU'ya, çalışmanın en önemli kısımlarından birisi olan arazi ve su parametrelerini konusunda bilgi ve olanaklarını paylaştan ve bulgularımın değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen ve hocamın emekliliğinden sonra danışmanlığımı üstlenen Sayın Prof. Dr. Fatma ÇEVİK'e, arazi ve laboratuvar çalışmalarımı gerçekleştirmemi sağlayan Ar. Gör. Cansev AZGIN'a ve yaşamımın her anında bana destek olan aileme içten teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. MATERYAL VE METOD	15
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	17
4.1. Bulgular.....	17
4.1.1. Meteorolojik veriler	17
4.1.2. Sıcaklık	21
4.1.3. Çözünmüş Oksijen	27
4.1.4. pH.....	33
4.1.5. Toplam Çözünmüş Katı Madde	35
4.1.6. Elektriki iletkenlik	38
4.1.7. Işık Geçirgenliği.....	41
4.2. Tartışma	42
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	55



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 4.1. İstasyonlarda Aylık Sıcaklık Ortalamaları (Ortalama $\pm$ Standart Sapma, Minimum -Maksimum)	21
Çizelge 4.2. İstasyonlarda Aylık Çözünmüş Oksijen Ortalamaları (Ortalama $\pm$ Standart Sapma, Minimum - Maksimum)	27
Çizelge 4.3. İstasyonlardaki Aylık pH Ortalamaları (Ortalama $\pm$ Standart Sapma, Minimum - Maksimum)	33
Çizelge 4.4. İstasyonlarda Aylık Toplam Çözünmüş Katı Madde Ortalamaları (gL^{-1}) (Ortalama $\pm$ Standart Sapma, Minimum - Maksimum)	36
Çizelge 4.5. İstasyonlarda Aylık Elektriki İletkenlik Ortalamaları (μS) (Ortalama $\pm$ Standart Sapma, Minimum - Maksimum)	39



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1.	Seyhan Baraj Gölü ve Örnekleme İstasyonları	16
Şekil 4.1.	Türkiye’de Ortalama Güneşlenme Süresi	17
Şekil 4.2.	Türkiye’de Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi	18
Şekil 4.3.	Adana İline Ait Güneş Radyasyonunun 2004-2018 Yılları Ortalaması (HELIOSAT Model)	19
Şekil 4.4.	Adana İl 2004-2018 Yıllarına Ait Güneş Radyasyonunun Yıllık ve Aylık Ortalaması.....	19
Şekil 4.5.	Örnekleme Döneminde Adana İli’ndeki Günlük Hava Sıcaklıkları.....	20
Şekil 4.6.	Örnekleme Döneminde Adana İl’indeki Günlük Ortalama Rüzgar Hızları.....	20
Şekil 4.7.	1. İstasyonda Aylık Sıcaklığın Vertikal Değişimi	23
Şekil 4.8.	2. İstasyonda Aylık Sıcaklığın Vertikal Değişimi	24
Şekil 4.9.	3. İstasyonda Aylık Sıcaklığın Vertikal Değişimi	25
Şekil 4.10.	4. İstasyonda Aylık Sıcaklığın Vertikal Değişimi	26
Şekil 4.11.	1. İstasyonda Aylık Çözünmüş Oksijenin Vertikal Değişimi	29
Şekil 4.12.	2. İstasyonda Aylık Çözünmüş Oksijenin Vertikal Değişimi	30
Şekil 4.13.	3. İstasyonda Aylık çözünmüş oksijenin vertikal değişimi.....	31
Şekil 4.14.	4. İstasyonda Aylık Çözünmüş Oksijenin Vertikal Değişimi	32
Şekil 4.15.	1 ve 2. İstasyonlarda Aylık pH’nın Vertikal Değişimi	34
Şekil 4.16.	3 ve 4. İstasyonlarda Aylık pH’nın Vertikal Değişimi	34
Şekil 4.17.	1 ve 2. İstasyonlarda Aylık Toplam Çözünmüş Katı Maddenin Vertikal Değişimi (gL^{-1})	37
Şekil 4.18.	3 ve 4. İstasyonlarda Aylık Toplam Çözünmüş Katı Maddenin Vertikal Değişimi (gL^{-1})	37
Şekil 4.19.	1 ve 2. İstasyonlarda Aylık Elektrik İletkenliğinin Vertikal Değişimi (μS) (Skalalar farklıdır).....	40

Şekil 4.20.	3 ve 4. İstasyonlarda Aylık Elektriki İletkenliğin Vertikal Değişimi (μS) (Skalalar farklıdır).....	40
Şekil 4.21.	Aylara ve İstasyonlara Göre Işık Geçirgenliği.....	41



SİMGELER VE KISALTMALAR

Ç.O.	: Çözünmüş Oksijen
pH	: Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi
ppm	: Milyonda bir birime verilen isim
mgL ⁻¹	: Litrede miligram
μS	: mikrosiemens
TP	: Toplam fosfor
TN	: Toplam Azot
NH ₄ -N	: Amonyum azotu
NO ₂ -N	: Nitrit azotu
NO ₃ -N	: Nitrat azotu
KOİ	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
SÇD	: Su Çerçeve Direktifi
MOM	: Metalimnetik Oksijen Minimumu
K _z	: Dikey türbülanslı diffüzyon
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
YHGS	: Yaban Hayatı Geliştirme Sahası



1. GİRİŞ

Göller, rüzgâr, güneş ışıınımı, içeri ve dışarı akış gibi çeşitli dış etmenlerin etkisi altında değişik batimetrik şekillere sahip su kütleleridir. Yağmur, nehirler ya da yeraltı suyu katkısı içeri akışa örnek olarak gösterilebilmektedir. Tahliye edilen su ve buharlaşma dışarı akış için belli başlı örneklerdir. Dünyanın her yerinde birçok doğal göl olmasına rağmen çeşitli amaçlar için suni göller de oluşturulmuştur. Bu amaçlara örnek olarak tarım, sulama, taşkın kontrolü, enerji üretimi ve soğutma sistemleri sıralanabilir (Sinha ve Yetgin 2019).

Ülkemizdeki doğal göller ve baraj gölleri en önemli tatlı su rezervleri olmaları ve doğal güzellikleri, içerdği biyolojik çeşitlilik, balıkçılık, turizm ve hidrolojik döngüdeki rolü gibi birçok özelliklerinden dolayı bu göllerin kaynaklarının durumlarını belirlemek amacıyla su kalitesi parametreleri önem arz etmektedir.

Çağımızda yaşanan yüksek nüfus artışıyla birlikte tüm dünyanın ve ülkemizin de yaşadığı büyük problemlerden biri olan su kaynaklarının hızla tükenip kirlenmesi, su kirliliği ve su kalitesi sorunlarını doğurmuştur. Tathısular; tarım, endüstri ve de en önemlisi insan hayatı için zorunlu olan tükenebilir kaynaklardır. Yeterli kalite ve miktarda tatlı su kaynağı olmadan bu kaynakların sürdürülebilirliği de mümkün olmayacaktır. Tatlı suyun uygun kalite ve miktarının, sosyo-ekonomik hayatın devamlılığı için çok kritik bir eşik olduğu kesin bir şekilde ispatlanmıştır (Bartram ve Ballance, 1996).

Sanayi devrimi ile birlikte oldukça hızlanan sosyo-ekonomik ve politik gelişmelere ek olarak hızla artan dünya nüfusu, doğal kaynaklara olan talebin hızla artmasına ve doğal kaynaklara baskı oluşturmaya neden olmuştur. Sanayide gelişmeler, fosil yakıt kullanımının artması, arazi kullanımındaki değişiklikler, ormansızlaşma, hızlı ve plansız kentleşme insan etkinlikleri sonucunda da atmosferdeki sera gazı birikimleri hızla artış göstermiştir. 19. yüzyılın ortalarından günümüze kadar ortalama yüzey sıcaklığı yaklaşık 0,3-0,6 °C artmış, küresel

olarak 20. yüzyılda ısınmanın, geçen 1000 yılın herhangi bir dönemindeki artıştan daha büyük olduğu belirlenmiştir (Şen ve ark., 2008).

Rezervuarlar dünyanın pek çok yerinde önemli içme suyu, tarım, sulama, taşkın kontrolü, enerji üretimi kaynaklarıdır. Diğer su kütleleri gibi rezervuarlar da iklim değişikliğinden etkilenmektedirler. Bu, örneğin yüzey suyu sıcaklığının artması, buz örtüsü süresinin azaltılması, tabakalaşmanın değiştirilmesi gibi fiziksel etkilerde veya fitoplankton topluluğundaki değişiklikler ve artan siyanobakteri patlaması riski gibi biyolojik etkilerde kendini göstermektedir. İklim değişikliği, küresel ısınmayı güçlendirebilecek su kütlelerinin ötrofikasyonuna yol açan süreçleri de güçlendirmektedir. Bu değişikliklerin çoğu su kalitesinin düşmesiyle ilişkilidir ve güvenilir içme suyu üretimini tehdit etmektedir.

Göllerin en büyük ısı kaynağı güneş ışıınımları olup bu ışıınımların büyük bir kısmı su tarafından soğurulmaktadır. Orta derinlikteki göllerde havadan ve sedimentten gelen ısı transferi, güneş ışıınımları ile karşılaştırıldığında önemsiz kalmaktadır. Fakat sığ sularda sediment güneş ışıınımlarını soğurabilir ve suya ısı transferi yapabilir (Mangıt, 2017).

Göllerdeki dikey sıcaklık dağılımı; mühendisler, çevre bilimciler ve jeomorfologlar için önemli bir araştırma alanıdır. Göllerdeki dikey sıcaklık dağılımı; rüzgâr etkisi, güneş ışıınımları, mevsimsel ısınma ve soğuma, göle su girişi ve gölden su çıkışı gibi faktörlere bağlıdır (Sinha ve Yetgin 2019).

Termal tabakalaşma, çoğu derin ılıman göllerde mevsimsel olarak gelişen fiziksel bir olaydır. Göller, dimiktik göllerin yılda iki kez (ilkbahar ve sonbaharda) karıştığı ve monomiktik göllerin tek bir yıllık karışım olayına maruz kaldığı mevsimsel tabakalaşma ve karışma rejimlerine göre sınıflandırılır. Monomiktik göller ayrıca 4 °C'nin üzerinde veya altında olmasına göre ılık veya soğuk olarak sınıflandırılabilir (Wetzel 2001; Kalff 2002).

Göllerdeki karışma sürecine etki eden ana unsurlardan biri rüzgârın gölün yüzeyinde oluşturduğu kesme gerilimidir. Rüzgâra bağlı bu teğetsel gerilim, göl içinde dairesel bir hareket meydana getirir. Mevsimsel ısınma ve soğuma, göllerde

termal tabakalaşmanın oluşmasını sağlar. Genel olarak kuzey yarım kürede, yaz aylarında göller üç ana tabakaya ayrılmış olur. Üst tabakaya epilimniyon, alt tabakaya hipolimniyon ve ortada kalan tabakaya ise metalimniyon ismi verilmektedir. Bu tabakaların kalınlıkları dış etkenlere ve gölün jeomorfolojik yapısına bağlıdır. İlkbahar ve sonbaharda, genellikle belirgin bir tabakalaşma meydana gelmez, başka bir deyişle gölün ısısı iyi bir şekilde dağılmıştır ve her noktadaki sıcaklık neredeyse aynı değerdedir. Kış mevsiminde göl yüzeyinde bir buz tabakası olduğu durumlarda, bu tabaka rüzgârın teğetsel kesme etkisini engellediğinden dolayı su kütleindeki termal karışım engellenmiş olur (Sinha ve Yetgin 2019).

İlkbaharda sıcaklığın değişimi, ılık yağmurlar ve rüzgar etkisi ile yüzeydeki buzun kırılması süreci oldukça kısa olup gölün büyük bir kısmında yoğunluk en yüksek düzeye ($+4^{\circ}\text{C}$) ulaşır. Dolayısı ile karışıma karşı direnç oldukça düşüktür. Göllerin büyük bir çoğunluğunda rüzgar enerjisi karışım için yeterli olmakla birlikte geceleri soğuma ve buharlaşma etkisi ile konveksiyon akıntıları da destek olur. 6 m'den daha derin göllerde ilkbaharın ilerlemesi ile suların ısınması, ısının karışım sonucunda yayılmasından daha hızlı olur. Yüzey suyunun ısınmış olması ile karışıma karşı direnç artar ve tabakalaşma meydana gelir (Mangıt, 2017).

Yaz sonu ve sonbahar başından itibaren güneş kaynaklı ısı girdisinin ve hava sıcaklıklarının azalması, gölden ısı kaybının güneş kaynaklı ısı girdisini geçmesi ile yüzey suları soğumaya ve alttaki su tabakasından daha yoğun hale geçmeye başlar. Soğuyan ve yoğun hale gelen yüzey suları batarken konveksiyon akıntıları ve rüzgar etkisi ile de epilimnetik dolaşım ile karışırlar. Soğuma arttıkça metalimniyondaki su ile de karışmaya başlar, epilimniyon tabakası kalınlaşmaya, metalimniyon tabakası incelmeye başlar. Sonunda tüm göl suyu karışır. Kış mevsiminde sıcaklığın daha da düşerek en yoğun seviyeye ulaşması, soğumanın devam etmesi halinde $+4 - 0^{\circ}\text{C}$ arasında yoğunluğun azalarak yüzeyde kalması ve buz oluşumu ile kış tabakalaşması başlamış olur (Mangıt, 2017).

İklim değişikliğinin gölün termal yapısı üzerindeki doğrudan birincil etkileri, güneş radyasyonu, uzun dalga radyasyonu, gizli (buharlaşan) ısı ve hissedilebilir (konvektif) ısı yoluyla atmosferle olan ısı değişimlerini etkilemesidir. Göl ekosistemlerindeki abiyotik ve biyotik dinamikler genellikle atmosferik süreçlerle sıkı bir şekilde bağlantılıdır ve sonuçta ortaya çıkan göl sıcaklıklarındaki görece küçük değişiklikler, göllerin fiziksel ve ekolojik özellikleri üzerinde orantısız ölçüde büyük etkilere neden olabilir. Göllerin termal yapısı, iklim zorlamalarına karşı duyarlılığı nedeniyle iklim değişikliğinin hassas bir göstergesidir. Epilimnetik sıcaklıklar, yerel iklim eğilimlerinin bir göstergesidir. Su yüzeyindeki ısınma, hava sıcaklığı arttıkça artar. Tersine, hipolimnetik sıcaklıklar hava sıcaklığı ile ille de artmaz ve aslında göl morfometrisine bağlı olarak soğuma eğilimleri sergileyebilir. Artan ısınmanın göllerde daha güçlü sıcaklık derecelerini zorlayarak tabakalaşmayı yoğunlaştırdığı ve uzattığı tahmin edilmektedir. Daha güçlü ve uzun süreli tabakalaşma, termal değişimde, besin maddelerinin yeniden dağılımında ve çözünmüş oksijen rejenerasyonunda azalma nedeni ile ılık monomiktik göller için özellikle sorunludur (Kalf, 2002).

Rezervuarlar, göllere kıyasla iklim değişikliğine farklı yanıt verir çünkü depolama ve su çekimi aktif olarak yönetilir. Rezervuar kontrolü ile ilişkili operasyonel parametreler su çekme oranı veya miktarı, su çekme planı ve su çekme derinliğidir. Su çekme derinliği, ısının ve malzemenin depolanmasını veya yayılmasını, termal kararlılığı ve dolayısıyla karışmaya karşı direncini doğrudan etkiler. İçme suyu rezervuarlarında, içme suyu üretimi için ham su kalitesini optimize etmede çekme derinliğinin uyarlanması bir araç olarak kullanılmaktadır. Su çekme derinliklerinin bir adaptasyonunu içeren rezervuar işletme stratejileri, son zamanlarda rezervuarın termal özellikleri ile de ilgili olmaya başlamıştır (Feldbauer ve ark., 2020).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün yaptığı iklim değişikliği model çalışmalarında, sıcaklıkların 2050 yılına kadar iyimser senaryoya göre 0,5 ila 3,0°C, kötümser senaryoya göre ise 0,9 ila 3,5°C artması beklendiği belirtilmiştir.

Sıcaklık artışına karşı en hassas havzaların Doğu Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri'nde olan havzalar olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2014). Seyhan Baraj Gölü adını verdiği Seyhan Havzası içinde yer almakta olup sıcaklık artışına karşı en hassas havzalar içindedir.

Seyhan Havzası Kirlilik Önleme Eylem Planı çalışmasında Seyhan Baraj Gölü (SEGİG004) ve Seyhan Nehri Baraj çıkışı (SEGİN001) Seyhan Havzası Gözetimsel İzleme Noktalarından ikisi olup çalışma alanı ile ilgilidir. Bu çalışmada toplam fosfor (TP) ve civa parametreleri açısından Seyhan Nehri Baraj çıkışı izleme noktası Sınıf IV olarak tespit edilmiştir. Azot bileşiklerinden Amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$) Zamantı, Göksu, Seyhan ve Çatalan Barajı'nı kuzeyden besleyen çaylar ve Adana'ya kadar Seyhan boyunca Sınıf II veya III, Adana'dan sonra Seyhan boyunca ve Çakıt Deresi'nin Pozantı çıkışında Sınıf IV olarak hesaplanmıştır. Nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$) akarsularda Sınıf III ve IV, barajlarda Sınıf II, nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$) ise hemen hemen tüm istasyonlarda Sınıf I olarak belirlenmiştir. Seyhan Nehri ve onu besleyen akarsular ve barajlardaki kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) parametresi, akarsu ve barajlarda genelde Sınıf I olarak tespit edilmiştir. Baraj gölü, evsel atık su deşarjları nedeni ile Seyhan Havzası Koruma Eylem Planı çalışmaları kapsamında sıcak noktalardan biri olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2016).

Aynı çalışmada (Anonim, 2016) havzada debilerin yağışa bağlı olarak kış ve ilkbahar aylarında arttığı yaz aylarında ise sıcaklığa bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir.

Seyhan Havzası developman sürecinin tamamlanması, çok amaçlı ardışık baraj sistemlerinin hizmete alınarak işletilmesi ve sürdürülebilir su ve toprak kaynakları yönetimi açısından büyük önem arz etmektedir (Güvel ve Yurtal, 2020).

Aşağı Seyhan Havzası'nda ardışık baraj sistemleri içinde mansapta yer alan Seyhan Barajı 1956 yılında işletmeye açılmıştır. Barajın gövde hacmi 7.50 hm^3 , akarsu yatağından yüksekliği 53,20 m, normal su kotunda göl alanı $63,04 \text{ km}^2$, normal su kotunda göl hacmi 799 hm^3 'dür (Gürbüz ve Çevik, 2016).

Ülkemizde önemli bir yere sahip Seyhan Baraj Gölü'nde mevsimsel değişimlere bağlı olarak su kütlesindeki sıcaklık ve oksijen değerlerinin derinliğe bağlı değişimlerinin incelendiği bu çalışmada gölün termal tabakalaşma özelliklerinin ortaya konması amaçlanmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnsan sağlığının, su kaynaklarının, doğal ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin korunması, tüm yer üstü sularında çevresel hedeflere ulaşılmasına bağlıdır. Çevresel kalite hedeflerinin en üst düzeyde korunması maksadıyla Su Çerçeve Direktifinde (SÇD) yer verilen biyolojik, hidromorfolojik, genel kimyasal ve fiziko-kimyasal kalite unsurları ile öncelikli maddeler ve belirli kirleticiler bakımından “iyi su kalitesi” durumuna ulaşmak olduğu bildirilmektedir (Ölmez, 2014).

Rodrigo ve ark. (2001), İspanya’daki dolomitik karstik bir alanda, yaklaşık 1000 m yükseklikte, maksimum 136 m çapında ve 24 m derinliğinde dairesel kapalı çöküntü bir göl olan biyojenik meromiktik La Cruz Gölü’nde yaptıkları çalışmada iki ardışık termal durgunluk dönemindeki (1987-1988) tabakalaşma modellerinin farklı iklim koşullarından etkilendiğini belirtmişlerdir.

Dunalska (2003), göllerde bir restorasyon yöntemi olarak besin açısından zengin hipolimniyonun bir boru ile doğrudan çıkışa çekilmesini içeren bir eylem olan hipolimnetik çekmenin etkilerini araştırmıştır. İlk kez 1956’da Kortowskie Gölü’ne uygulanan ve bugün de devam eden işlemin, borudan çekilen su miktarına bağlı olduğunu, yüksek çekme oranının, su kütlesi stabilitesini azalttığını ve yaz durgunluğunu kısalttığını belirtmiştir. Oksijen koşullarını iyileştirmediğini, dibe yakın sudaki mineral fosfor ve amonyum azotu miktarının, çekilen hacimden bağımsız olarak azaldığını, borunun çalışması sırasında fosfor ve azotun azalması, hipolimnetik suyu çekmenin dip çökeltilerinden salınan besinleri uzaklaştırdığını ve böylece gölün besinler açısından daha az zenginleştiğini ifade etmiştir. Restorasyonun, besin maddesi atılımını en üst düzeye çıkararak ve yaz durgunluğu boyunca (özellikle dibe yakın besin konsantrasyonlarının maksimum olduğu Ağustos ve Eylül aylarında) çekilerek optimize edilebileceğini belirtmiştir.

Kreling ve ark. (2017), Almanya’nın Arendsee Gölü’ndeki tabakalaşma dönemi boyunca çözünmüş oksijen konsantrasyonunu ve sıcaklığı ölçerek, uzaysal

ve zamansal çözünürlükle yaz tabakalaşması sırasında göllerde metalimnetik oksijen minimumunun (MOM) oluşumuna yol açan süreçleri araştırmışlardır. Çözünmüş oksijen tüketiminin mikrobiyal solunum tarafından yönetildiğini ve metalimniyondaki çözünmüş oksijen tükenme oranlarının dikey değişimlerinin, küçük bir sıcaklık katkısı ve daha yüksek bulanıklık katkısı ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Dikey bir çözünmüş oksijen kütle dengesi, metalimniyon'a net çözünmüş oksijen aktarımının MOM' daki çözünmüş oksijen tüketimiyle aynı büyüklükte olduğunu ortaya koymuşlardır. MOM oluşturan göllerdeki yoğun metalimnetik solunumun, fotik bölgeye yakın besin döngüsünü hızlandırması ve dolayısıyla birincil üretimi daha da teşvik etmesinin beklenebileceğini belirtmişlerdir.

Noori ve ark. (2019), rezervuarlarda termal tabakalaşmanın simülasyonu için yeni bir araç olan ThSSim'i, 2019-2035 dönemi için, İran'daki Karkheh Rezervuarı'ndaki su sıcaklığını simüle etmek için kullanmışlardır. ThSSim sonuçları, simülasyon döneminde yüzey suyu sıcaklığı için artan bir eğilim gösterdiğini ve üç mevsim (ilkbahar, yaz ve sonbahar) alt katmanlardaki su sıcaklığı için ters bir eğilim gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Termal tabakalaşma süresinin 2019'da 278 günden 2035'te 293 güne yükseldiğini tespit etmişlerdir. ThSSim' in rezervuar sıcaklığı simülasyonları için faydalı olduğunu, diğer bilim ve mühendislik alanlarına da geniş ölçüde uygulanabilirliğini önermişlerdir.

Christianson ve ark. (2020), iklim değişikliğiyle birlikte ortaya çıkan su berraklığındaki ve göl girişindeki değişiklikler gibi çevresel değişiklikleri ele alarak, Amerika Birleşik Devletleri'nin batısındaki küçük (<12 ha) dağ göllerinin gelecekteki termal koşullarını tahmin etmişlerdir. Hava sıcaklığı artışı gölün termal özelliklerine bağlı baskın bir faktör olmasına rağmen, su havzası ölçeklerindeki iklime bağlı değişikliklerin göl berraklığını ve giriş akışını önemli ölçüde değiştirebileceğini ve gelecekteki hava ısınmasının göl termal koşulları üzerindeki etkilerini şiddetlendirebileceğini belirtmişlerdir. Yalnızca hava sıcaklığının yükseldiği varsayıldığında; batı ABD' deki dağ göllerinin yaz stabilitesinin +2 °C

hava sıcaklıklarında % 15–23 ve +5 °C hava sıcaklıklarında % 39–62 artacağını, berraklık ve içeri akıştaki değişiklikler hesaba katıldığında ise, göl stabilitesinin + 2 °C hava ısınması ile % 208 ve 5°C hava ısınması ile % 318 artacağını tahmin etmişlerdir.

Dong ve ark. (2020), lentik sularda su kalitesinin değişiminde anahtar bir faktör olan dikey türbülanslı diffüzyonun (Kz), Kuzey Almanya'daki Arendsee Gölü'ndeki su sıcaklığını ve dikey yayılımını yakalama kabiliyetini üç boyutlu hidrodinamik model (EFDC) ile analiz etmişlerdir. Modelin minimum metalimnetik difüzyon süresini ve dikey kapsamını yakalayabildiğini, senaryo sonuçlarının hava sıcaklığı ile karşılaştırıldığında, rüzgar hızının metalimniyon içindeki dikey değişim üzerinde daha etkili meteorolojik değişken olarak görüldüğünü belirtmişlerdir. Rüzgar hızlarının artması en çok metalimniyondaki minimum Kz değerlerini etkilediğini ve bu nedenle yoğunlaştırılmış dikey değişime neden olduğunu, rüzgar hızının azalması çoğunlukla minimum Kz derinliğini etkilediğini, ancak mutlak değerini etkilemediğini tespit etmişlerdir.

Ramos-Fuertes ve ark. (2020), Sanabria Gölü'nün küresel değişimin (iklim değişikliği, artı su miktarı ve arazi kullanım değişiklikleri) özellikle termal yıllık döngüsüne etkisini araştırmışlardır. Gölün ısı davranışındaki zamansal eğilimlerin varlığı, 1986'dan beri mevcut olan su sıcaklığı profillerine dayalı olarak araştırılmıştır. Veri analizleri, parametrik olmayan Mann-Kendall eğilim testi ile, uzun vadeli ve mevsimsel kalıpları değerlendirmek için, hidrometeorolojik ve göl içi termal değişkenlerin kullanıldığı eğim tahminini içermektedir. Ana sonuçlar, şaşırtıcı bir şekilde, daha güçlü bir termoklin ve tabakalaşma döneminde hipolimniyona daha zayıf dikey ısı transferi ile açıklanabilecek net bir göl soğutmasına işaret ettiğini belirtmişlerdir.

Wilson ve ark. (2020), iki Avrupa gölünden günlük 17 yıllık bir veri kümesi kullanarak epilimniyon derinlik tahmin yöntemlerini kapsamlı bir şekilde karşılaştırmışlardır. Araştırılan tüm yöntemler eşikler arasında ve her iki göl için tahmini epilimniyon derinliğinde çok büyük bir değişkenlik olduğunu, epilimniyon

derinliği tahminleri, eşik değerindeki küçük değişikliklere, karmaşık termal su sütun yapılarına ve dikey veri çözünürlüğüne karşı oldukça hassas olduğunu bulmuşlardır. Bu sonuçlar, keyfi yöntem seçimi geleneğini ve bunun epilimniyon, çoklu göl karşılaştırmaları veya uzun vadeli zaman serileri analizinde meydana gelen ekolojik süreçleri tahmin etmekle ilgilenen çalışmalar için neden olabileceği olası sorunları sorgulamışlardır.

Ülkemizdeki baraj gölleri ve doğal göllerde su kaynaklarının durumlarını belirlemek amacıyla su kalitesi ile ilgili sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk değişimleri gibi parametrelerin ölçümleri yapılmış ve yapılmaktadır. Fakat birçok çalışmada tabakalaşma ve karışım durumlarının göz ardı edildiği, çalışılmış ise de çoğunlukla tabakalaşmanın var olup olmadığı ile ilgili olmuştur.

Gülle ve ark. (2008), tarafından alkalın özellikteki Burdur Gölü'nde Aralık 2003 - Kasım 2004 tarihleri arasında yürütülen çalışmada Mayıs -Ekim ayları arasında ısı tabakalaşma olduğunu tespit etmişlerdir. Yıllık ortalama değerlere göre, epilimniyon tabakasının 0-7.5; termoklin tabakasının 7.5-12.5 ve hipolimniyon tabakasının 12.5 m'den sonraki derinlikleri kapsadığı belirlenmiştir. Gölün ılık monomiktik tipte, oksijenin dikey değişim eğrisinin de klinograt tipte olduğunu belirlemişlerdir.

Koçer (2008), tektonik Hazar Gölü'nün su kalitesi ve fitoplankton dağılımını incelediği doktora tezinde, gölde yaz döneminde tabakalaşma olduğunu, 10 m derinliğe kadar epilimniyonun, 10-20 m arasında metalimniyonun oluştuğunu, sonbahardan başlayarak ilkbahar başına kadar karışım periyodu geçirdiğini belirterek, gölü monomiktik bir göl olarak karakterize etmiştir.

Elçi (2008), Tahtalı Baraj Gölü'ndeki termal tabakalaşmanın rezervuardaki su kalitesine etkisini araştırmıştır. Tabakalaşmanın belirgin olduğu yaz döneminde, çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının termoklinde standart 5 mgL⁻¹ sınırının oldukça altına düştüğünü ve bunun da anoksinin gelişmesine yol açtığı sonucuna varmıştır. Ayrıca, bulanıklığın en çok termoklin bölgesinde zirveye çıktığı,

maksimum yoğunluk gradyanının konumu ile yakından ilişkili olduğu ve dolayısıyla düşük türbülansın dikey su kolonundaki çökeltileri stabilize ettiği gözlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçları, hava sıcaklığının, rüzgar hızının ve düşük nemin su kalitesi parametrelerinin değişimini etkilediğini belirtmiştir.

Ünlü ve ark. (2008), Hazar Gölü'nde bir yıl aylık olarak dokuz örnekleme noktasından ve her bir noktada farklı beş derinlikte, fiziksel ve inorganik kimyasal parametreleri inceledikleri çalışmada elde ettikleri verileri Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'ndeki sınıflandırmaya göre değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada sıcaklığın aylara ve derinliklere göre büyük değişimler gösterdiği, yaz aylarında tabakalaşma olduğunu belirtmişlerdir.

Karakaya ve ark. (2014), Atatürk Baraj Gölü'nde yürüttükleri çalışmada, aylık olarak 6 istasyonda 50 m derinliğe kadar göl suyunun sıcaklık ve çözünmüş oksijen değerleri ölçmüşler ve su sıcaklığının yıl boyunca 8,6-28,38°C arasında, oksijen değerlerinin ise 3,75-10,79 mgL⁻¹ arasında değişim gösterdiğini, ılık monomiktik tipteki gölde Mayıs-Ekim ayları arasında termal tabakalaşma durumunu saptamışlardır. Termal tabakalaşmada çözünmüş oksijenin dikey değişim eğrisinin ise ötrofik göllerde görülen klinograd tipte olduğu belirlenmiştir.

Meydan ve Akkol (2020), bölgenin ikinci büyük kapalı havza gölü olan Erçek Gölü'nde aylık olarak yaptıkları çalışmada, göl su kolonunun Mayıs-Kasım ayları arasında termal tabakalaşma gösterdiği ve kış mevsiminde su kütlesinin karıştığı, veriler doğrultusunda Erçek Gölü'nün "Holomiktik Göl" sınıfında olduğunu belirtmişlerdir.

Seyhan Baraj Gölü'nde yapılan çalışmalar ise aşağıda değerlendirilmiştir.

Bozkurt (1997), barajın zooplanktonik organizmalarını hem nitelik ve nicelik yönlerden Temmuz 1995 ve Haziran 1996 tarihleri arasında incelemiş, zooplanktonik organizmaların % 49,63'ünü Rotifera, % 27,80'ini Copepoda, % 18,56'sını Cladocera, % 3,65'ini Protozoa ve % 0,33'ünü de Nematoda grubunun oluşturduğunu saptamıştır. Rotifera'dan 5 cins, 26 tür ve 3 alttür; Copepoda'dan 5 tür; Cladocera'dan 1 cins 10 tür; Protozoa'dan 1 cins ve Nematoda'dan familya

seviyesinde bırakılan 1 organizma olmak üzere toplam 52 zooplanktonun tanısı yapılmıştır.

Çevik (1999), Seyhan Baraj Gölü'nün alg toplulukları ve su kalitesi özellikleri ortaya koymak amacı ile Şubat 1996-Ocak 1997 tarihleri arasında yaptığı çalışmada, planktonik alglerden Chlorophyta'ya ait 50, Bacillariophyta'ya ait 35, Cyanophyta'ya ait 18, Euglenophyta'ya ait 16, Dinophyta'ya ait 3, Cryptophyta ve Chrysophyta'ya ait 1'er takson tespit etmiştir. Bentik alg kompozisyonu da, epipelik alglerde 107 takson, bağımlı yaşayan alglerde 129 takson saptamıştır. İstatistik analizlerde toplam organizma miktarına sıcaklık, secchi derinliği ve fosfat miktarının etkili olduğu ve gölün mezotrofik özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir.

Seyhan Barajı'nda DSİ tarafından yapılan etütlerde, klorofil *a* ; 0,36 - 4,92 µg/l, secchi derinliği; 185 - 466 cm, su sıcaklığı; 9,2 - 28,5°C, amonyak azotu; 0,13 - 0,96 mgL⁻¹, nitrit Azotu; 0,007 - 0,01 mgL⁻¹, nitrat azotu; 0,97 - 3,28 mgL⁻¹, orto-Fosfat; 0,0 - 0,3 mgL⁻¹ aralıklarında değişim gösterdiği, şehir içinde kalmasına rağmen trofik seviye olarak sadece yaz ve sonbahar aylarında mesotrofik olduğu, diğer mevsimlerde ise oligotrofik özellikler gösterdiği tespiti yapılmıştır. Kıta içi suları sınıflarına göre genelde 1. ve yazın 2. sınıf durumunda olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2012).

Çevik ve ark. (2007), yaz döneminde su kalitesi ve klorofil *a* ilişkisini belirlemek için, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında haftalık olarak yaptıkları çalışmada, klorofil *a*'nın sıcaklık, amonyum azotu ve iletkenlik ile pozitif, nitrit azotu, nitrat azotu ve toplam çözünmüş katı ile negatif ilişkili ($p<0.01$) olduğunu belirlemişlerdir. Gölün mezotrofik olduğunu bildirmişlerdir.

Derici (2007), baraj sedimanının toplam fosfor ve fraksiyonları ile bazı fizikokimyasal özellikleri ile ilgili yaptığı çalışmada, fosfor formlarının bolluk sırası inorganik fosfor > organik fosfor, inorganik fosfor ise apatit fosfor > apatit dışı inorganik fosfor şeklinde bulmuştur. Göldeki fosfor fraksiyonu miktarlarında organik fosfor dışındakilerde mevsimlere bağlı değişimlerin önemsiz, ancak

istasyonlar arası farkların istatistiki olarak önemli olduğu saptamıştır. Toplam fosforun, mevsimsel değişiminin olmaması ve organik fosforun toplam fosfora olan oranının az oluşu nedeniyle, mevsimlere göre miktarının değişmesinin göl açısından fazla risk oluşturmadığını belirtmiştir.

Çevik ve ark. (2009), baraj sedimentinin metal derişimlerini belirlemek ve sucul yaşam açısından değerlendirmek amaçlı mevsimlik olarak 2004-2005 yılları arasında yapılan çalışmada, Cd 2.15 ± 0.38 , Cr 118.95 ± 21.7 , Mn 803.63 ± 137 , Zn 39.09 ± 6.50 , Cu 19.80 ± 4.57 , Fe $39,350 \pm 5,754$ (μgg^{-1}) derişimlerinde bulunmuş, zenginleşme faktörü, jeobirikim indeksi ve sediment kalite kılavuzu (SQGs) ele alındığında özellikle Cd ve Cr derişimlerinin dikkat çekici olduğu belirtilmiştir.

Baraj gölünün fizikokimyasal özellikleri, alg populasyonları ve alkalen fosfataz aktivitesinin Gürbüz ve Çevik (2016); su değişim dönemlerinde bentik faunanın tespiti Azgın ve ark. (2016); yaz dönemi su kalite ölçüm değerleri Azgın ve Göksu (2017) tarafından incelenmiştir.

Güvel ve Yurtal (2020), baraj gölünde 2017 yılına kadar yapılan çalışmalar, veriler ve gözlemlerin değerlendirildiği çalışmada, giren sediment miktarı açısından Çatalan Barajı'nın su tutması ile birlikte Seyhan Barajına giren sediment miktarında önemli oranda azalma olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumun Seyhan Barajı'nın işletme ömrünün uzamasına neden olduğunu, rezervuar için yeni bir hidrografik harita alımının aktif hacim ve ölü hacimde sediment birikiminden kaynaklanan kapasite kaybının net olarak belirlenmesi için önemli olduğunu bildirmişlerdir.



3. MATERYAL VE METOD

Araştırmanın yürütüldüğü Seyhan Baraj Gölü 174.046 ha sulama alanına sahip olup sulama, taşkın, enerji üretimi amacı ile 1956 yılında işletmeye açılmıştır. Baraj, göl kuzeybatısında bulunan Körkün Deresi ve Çakıt Suyu, kuzeyde Seyhan Nehri ile beslenmektedir. Gövdesi toprak dolgu tipi , gövde hacmi 7.50 hm^3 , yüksekliği 53,20 m, normal su kotunda göl alanı $63,04 \text{ km}^2$, normal su kotunda göl hacmi 799 hm^3 'dür (Gülbüz ve Çevik, 2016).

Gölün bazı bölümleri Bakanlar Kurulu kararı ile “Yaban Hayatı Geliştirme Sahası (YHGS)” olarak ilan edilmiştir (Resmi Gazete, 2006). “Hassas Su Kütleleri ile Bu Kütleleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelik” göre, bazı fizikokimyasal parametreler ve fitoplankton, nitrat ve kentsel değerlendirmeleri yapılarak tespit edilen hassas alanlar içerisinde yer almaktadır (Resmi Gazete, 2016).

Nehir girdileri, yerleşim bölgeleri, YHGS, derinlik ve Derici'nin (2007) yaptığı çalışma ile tespit edilen erozyon, taşınım ve birikim alanları dikkate alınarak 4 istasyon belirlenmiştir (Şekil 1). 1 nolu istasyon kret yakınıdır ve gölün en derin bölgesidir. 2 nolu istasyon nehirlerin birleştiği, 3 nolu istasyon Çakıt Suyu ve Körkün Dere'si etkisinde olan, 4 nolu istasyon da Seyhan Nehri etkisinde olan istasyonlardır (Şekil 3.1.).

Mayıs 2018- Nisan 2019 arasında aylık olarak yürütülen göl örneklemesinde, su sütununda yüzeyden dibe doğru su sıcaklığı YSI 6600 çoklu ölçüm aleti ile birer m aralıklarla ölçülerek tabakalaşmanın olup olmadığı tespit edilmiştir. (Metrede $1 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den fazla değişim var ise gölde tabakalaşma vardır (Wetzel, 2001)). Ayrıca yine çoklu ölçüm cihazı ile çözünmüş oksijen, pH, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde ve secchi diski kullanılarak ışık geçirgenliği ölçümleri yapılmıştır.

Göllerde tabakalaşma üzerinde etkili faktörlerden hava sıcaklık değerleri (günlük ortalama, maksimum, ve minimum) ile rüzgar (günlük ortalama,

maksimum ve minimum) hızları Adana Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden, güneş ışıınım süreleri ve radyasyon miktarları Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün web sayfasından temin edilmiştir.

Elde edilen verilerin ortalama ve standart sapmaların hesaplanması ile grafikler Excel 2016 programında yapılmıştır.



Şekil 3.1. Seyhan Baraj Gölü ve Örnekleme İstasyonları
(www.google.com.tr/maps)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

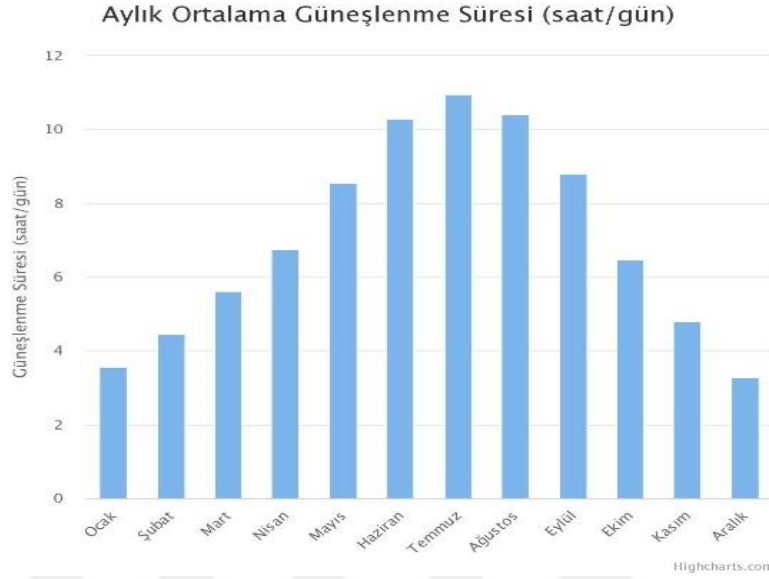
Tabakalaşma üzerine etkili olan faktörlerden meteorolojik veriler ile örnekleme süresince elde edilen fizikokimyasal özelliklere ait veriler zamana, istasyona ve derinliklerine göre aşağıda değerlendirilmiştir.

4.1.1. Meteorolojik veriler

Göllerde termal tabakalaşmanın oluşmasını etkileyen en önemli faktör güneş ışınımlarıdır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü istasyonlarında ölçülen günlük toplam güneşlenme süresi verilerinden Türkiye için hesaplanan, 1988-2017 yıllarına ait günlük toplam güneşlenme sürelerine göre, yıllık ortalama güneşlenme süresi en düşük 6,37 saat ile 1988 yılında, en yüksek güneşlenme süresi ise 7,30 saat ile 1990 yılında ölçülmüştür (Erişim 1) . MGM tarafından elde edilen veriler incelendiğinde, Seyhan Baraj Gölü yıllık ortalama 7,26-7,50 saat/gün aralığında yer almaktadır (Şekil 4.1). Aylık ortalamalar da incelendiğinde güneşlenme süreleri en uzun Temmuz, en kısa Aralık ayında olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.2).

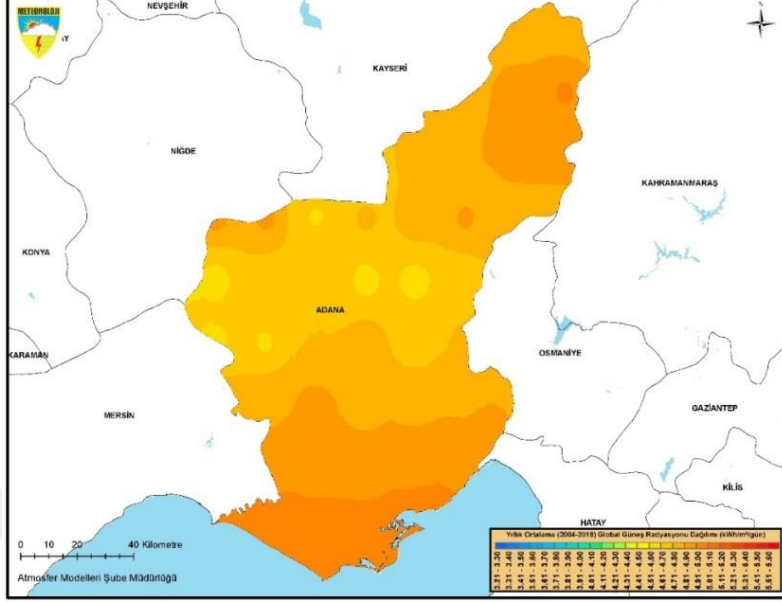


Şekil 4.1. Türkiye’de Ortalama Güneşlenme Süresi (1988-2017) (Erişim 1)

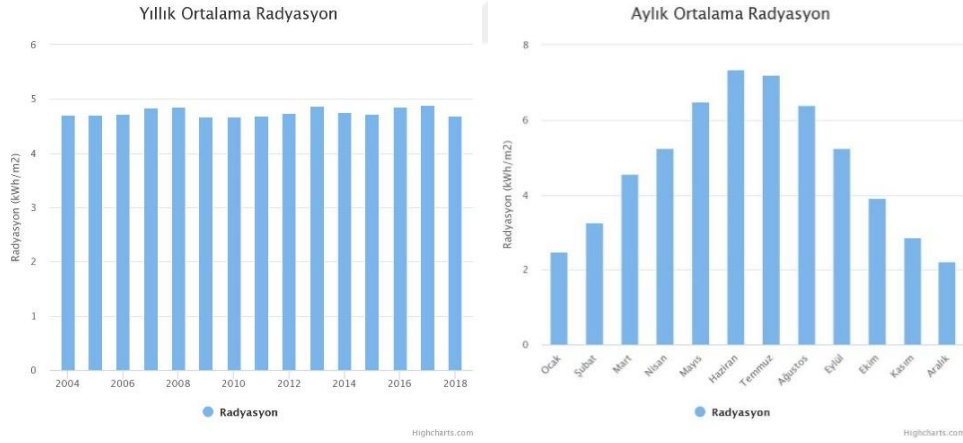


Şekil 4.2. Türkiye’de Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi (1988-2017) (Erişim 1)

Adana iline ait güneş radyasyonunun ortalamaları 2004-2018 yılları arasında (Erişim 2) incelendiğinde, bölgenin radyasyon oranının ortalamanın üzerinde olduğu (Şekil 4.3.), yüksek radyasyonunun Haziranda fazla olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.4.).



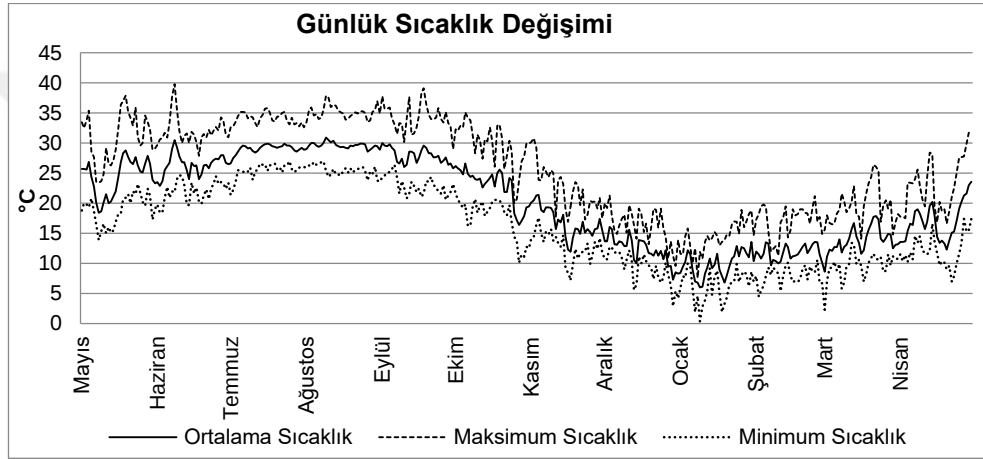
Şekil 4.3. Adana İline Ait Güneş Radyasyonunun 2004-2018 Yılları Ortalaması (HELIOSAT Model) (Erişim 2)



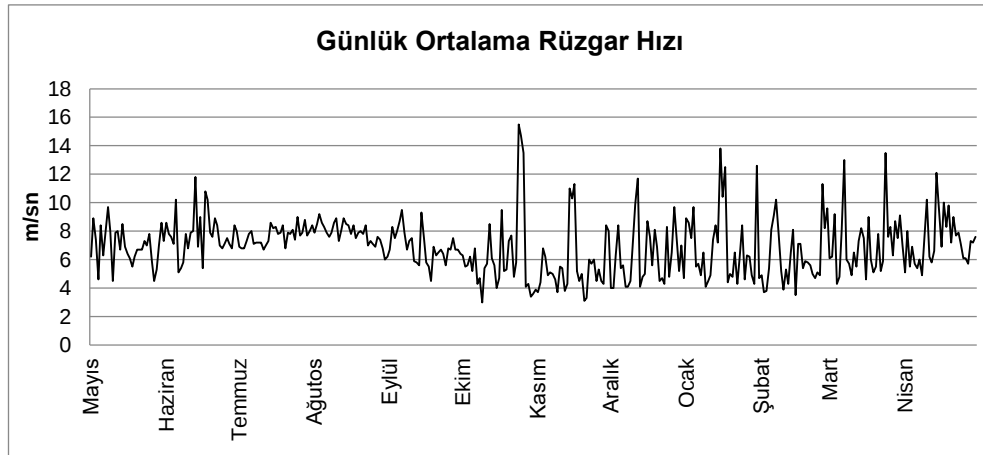
Şekil 4.4. Adana İl 2004-2018 Yıllarına Ait Güneş Radyasyonunun Yıllık ve Aylık Ortalaması (Erişim 2)

Örnekleme yapılan aralıklarda günlük maksimum, minimum ve ortalama hava sıcaklığı verileri Şekil 4.5’de verilmiştir. Meteorolojik veriler incelendiğinde,

örneklemenin yapıldığı aylara ait en yüksek atmosfer sıcaklık ortalaması 29,62 °C ile Ağustos ayında, en düşük sıcaklık ortalaması ise 6,29 °C ile Ocak ayına aittir. Yüksek sıcaklıktan düşüğe doğru sıralama Ağustos, Temmuz, Eylül, Haziran, Ekim, Kasım, Mart ve Ocak şeklinde olmuştur. Ortalama rüzgar hızları incelendiğinde ise Haziran ayının ikinci yarısından Ekim ayına kadar daha durgun olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.5. Örnekleme Döneminde Adana İli'ndeki Günlük Hava Sıcaklıkları



Şekil 4.6. Örnekleme Döneminde Adana İl'indeki Günlük Ortalama Rüzgar Hızları

4.1.2. Sıcaklık

Seyhan Baraj Gölü'nde belirlenen 4 istasyonda vertikal olarak ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalamaları, standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Sıcaklığın derinliğe göre değişimleri de Şekil 4.7, 4., 4.9 ve 4.10'de verilmiştir. Çalışma süresince sıcaklık ortalaması $18,92 \pm 6,09$ °C olan gölde en yüksek sıcaklık 3. istasyonda Ağustos ayında yüzeyde $31,21$ °C, en düşük sıcaklık 2. istasyonda Aralık ayında en derin bölge olan 29 m'de $10,15$ °C olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.1. İstasyonlarda Aylık Sıcaklık Ortalamaları (Ortalama $\pm$ Standart Sapma, Minimum -Maksimum)

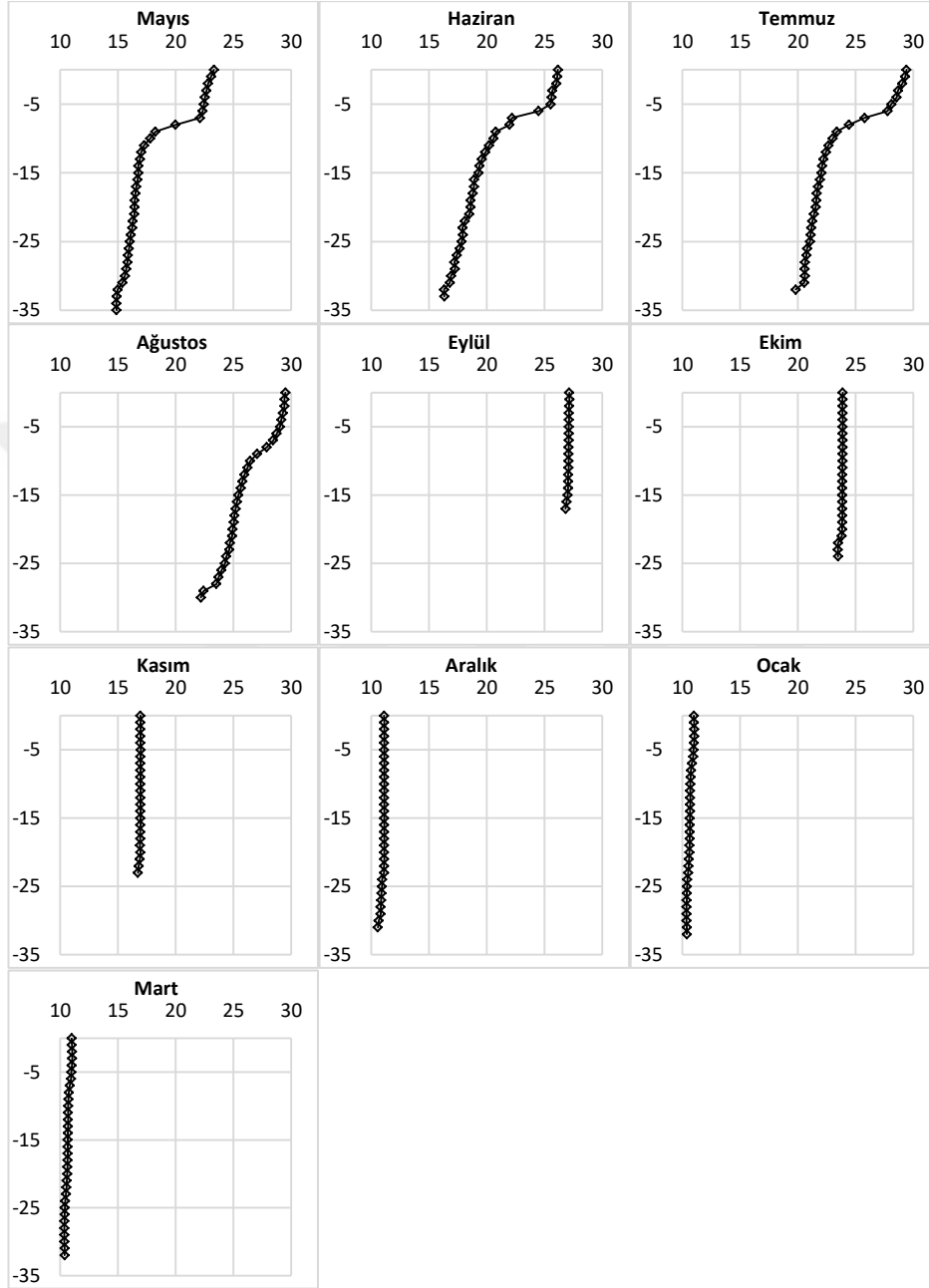
	1.İSTASYON	2.İSTASYON	3.İSTASYON	4.İSTASYON
Mayıs	$17,77 \pm 2,82$ (14,86-23,31)	$18,08 \pm 2,70$ (15,52-23,06)	$18,72 \pm 2,65$ (16,07-23,20)	$20,44 \pm 2,48$ (16,71-23,19)
Haziran	$20,10 \pm 3,20$ (16,30-26,16)	$20,52 \pm 3,11$ (17,17-26,33)	$21,44 \pm 2,96$ (17,97-25,87)	$23,45 \pm 2,88$ (18,98-26,50)
Temmuz	$23,24 \pm 3,10$ (19,80-29,41)	$23,68 \pm 3,14$ (20,50-29,90)	$24,20 \pm 2,97$ (21,27-28,79)	$26,72 \pm 3,26$ (21,70-29,59)
Ağustos	$26,05 \pm 2,17$ (22,18-29,50)	$26,50 \pm 2,31$ (23,27-30,24)	$27,63 \pm 1,99$ (25,05-31,21)	$28,29 \pm 2,37$ (24,48-30,22)
Eylül	$27,06 \pm 0,08$ (26,83-27,15)	$26,95 \pm 0,39$ (26,20-27,46)	$27,17 \pm 0,32$ (26,68-27,99)	$27,12 \pm 0,17$ (26,98-27,42)
Ekim	$23,82 \pm 0,13$ (23,47-23,88)	$23,68 \pm 0,58$ (22,17-24,01)	$23,80 \pm 0,97$ (21,78-26,69)	$21,57 \pm 0,16$ (21,40-21,82)
Kasım	$16,93 \pm 0,06$ (16,72-16,98)	$16,93 \pm 0,00$ (16,93-16,93)	$16,75 \pm 0,01$ (16,73-16,76)	$16,47 \pm 0,02$ (16,45-16,49)
Aralık	$11,03 \pm 0,15$ (10,56-11,12)	$10,98 \pm 0,31$ (10,15-11,15)	$11,01 \pm 0,16$ (10,54-11,12)	$10,84 \pm 0,19$ (10,53-10,99)
Ocak	$10,65 \pm 0,22$ (10,36-11,04)	$10,68 \pm 0,19$ (10,41-11,06)	$10,90 \pm 0,31$ (10,73-11,83)	$11,18 \pm 0,26$ (10,92-11,98)
Mart	$13,48 \pm 0,97$ (12,17-15,67)	$13,73 \pm 0,89$ (12,78-15,64)	$13,74 \pm 0,75$ (12,74-15,02)	$13,98 \pm 0,71$ (13,30-14,88)

Sıcaklığın derinliğe doğru değişimi 1. istasyonda Eylül, Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında çok değişmemiştir. Mart ayında derinliğe doğru bir azalma olmakla birlikte ardışık derinlikte sıcaklık farkının 1°C 'den fazla olmaması nedeni ile tabakalaşma olmamıştır. Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ise sırası ile 8-10 m, 6-10 m ve 7-10 m'ler arasında termoklin tabakası oluşmuştur. Ağustos ayında ise mart ayında olduğu gibi derinliğe bağlı bir değişim olmakla birlikte ardışık derinlikte sıcaklık farkının 1°C 'den fazla olmaması nedeni ile tabakalaşma olmamıştır (Şekil 4.7).

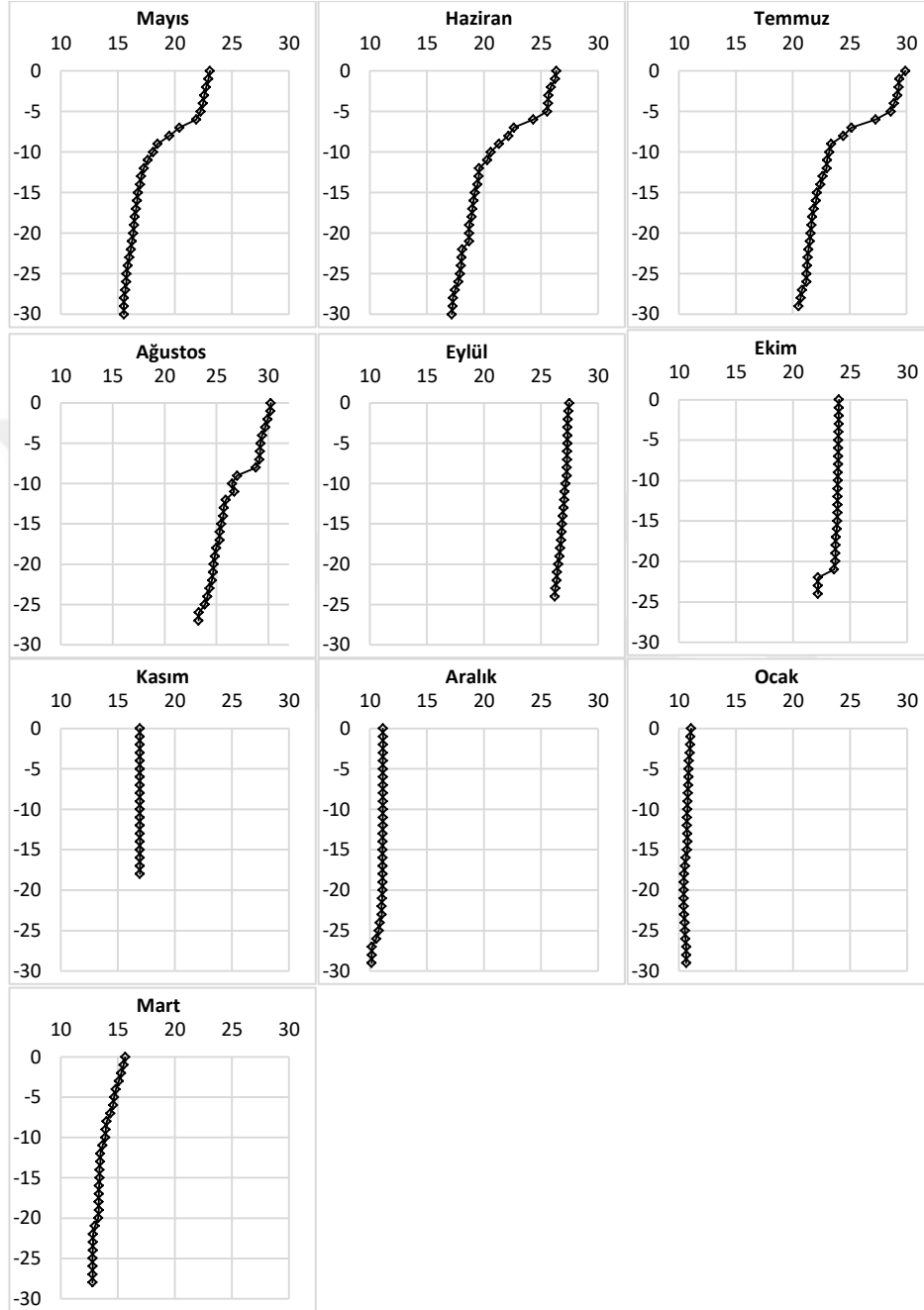
2. istasyonda sıcaklığın derinliğe doğru değişimi Eylül, Ekim, Kasım, Aralık, Ocak ve Mart aylarında önemli olmamıştır. Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise sırası ile 7-10 m, 6-7 m, 6-10 ve 9-10 m'ler arasında termoklin tabakası oluşmuştur. Ekim ayında derinliğe bağlı bir değişim olmamakla birlikte 22 m'de ardışık derinlikte 1°C 'den fazla olan ölçüm yapılmıştır (Şekil 4.8).

3. istasyonda sıcaklığın derinliğe doğru değişimi Kasım, Aralık, Ocak ve Mart aylarında önemli olmamıştır. Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ise sırası ile 6 m, 6-7 m ve 6-8 m'ler arasında termoklin tabakası oluşmuştur. Ağustos ayında derinliğe doğru bir azalma olmakla birlikte ardışık derinlikte sıcaklık farkının 1°C 'den fazla olmaması nedeni ile tabakalaşma olmamıştır. Eylül ve Ekim aylarında derinliğe bağlı bir değişim olmamakla birlikte 12 m'de ardışık derinlikte 1°C 'den fazla olan ölçüm yapılmıştır. (Şekil 4.9).

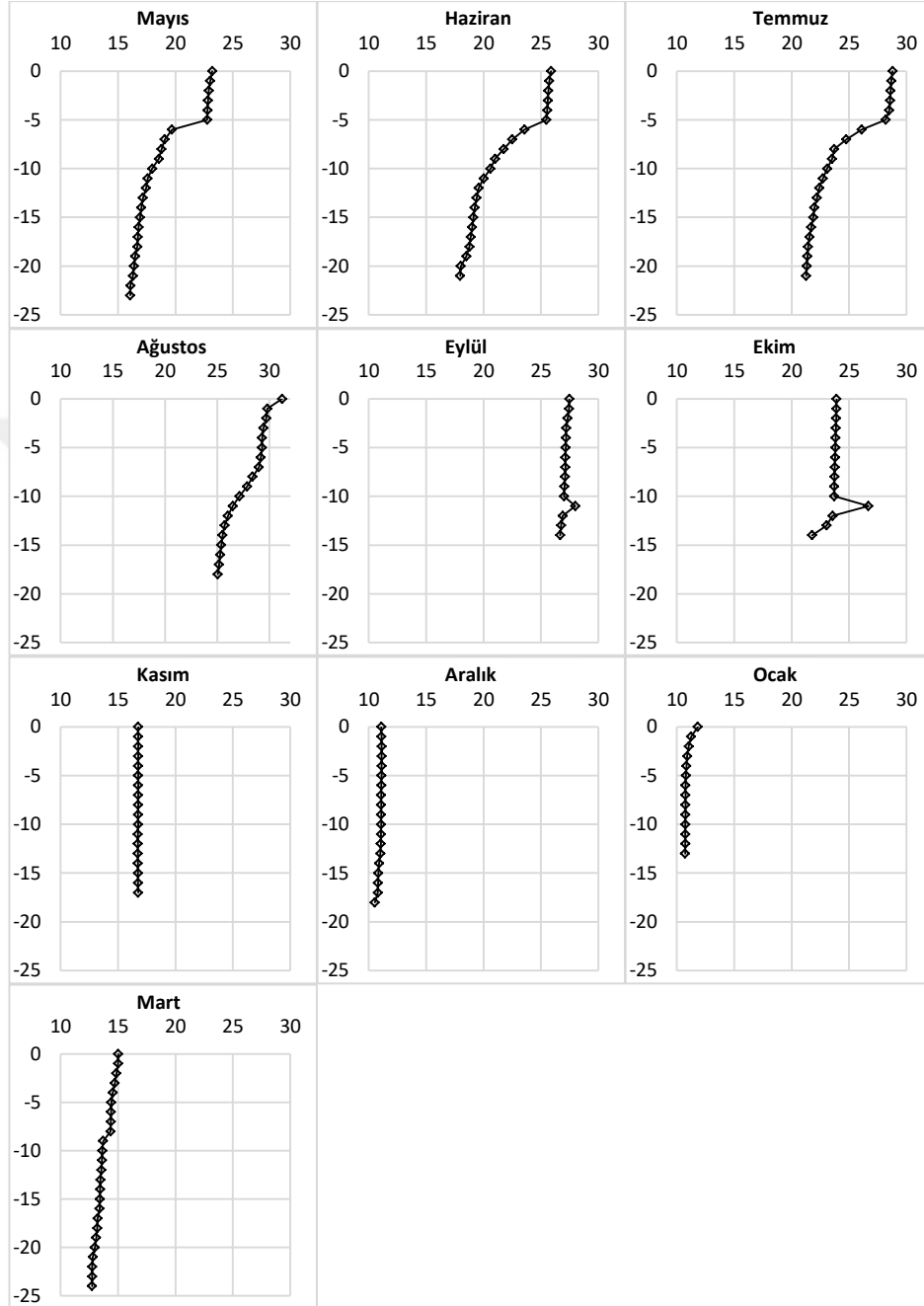
4. istasyonda sıcaklığın derinliğe doğru değişimi Kasım, Aralık, Mart, Eylül ve Ekim aylarında önemli olmamıştır. Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise sırası ile 6-10 m, 5-9 m, 6-8 m ve 5-6 m'ler arasında termoklin tabakası oluşmuştur. Ocak ayında 12 m'de derinlikte artış olmakla birlikte sıcaklık farkının 1°C 'den fazla olmaması nedeni ile tabakalaşma olmamıştır (Şekil 4.10).



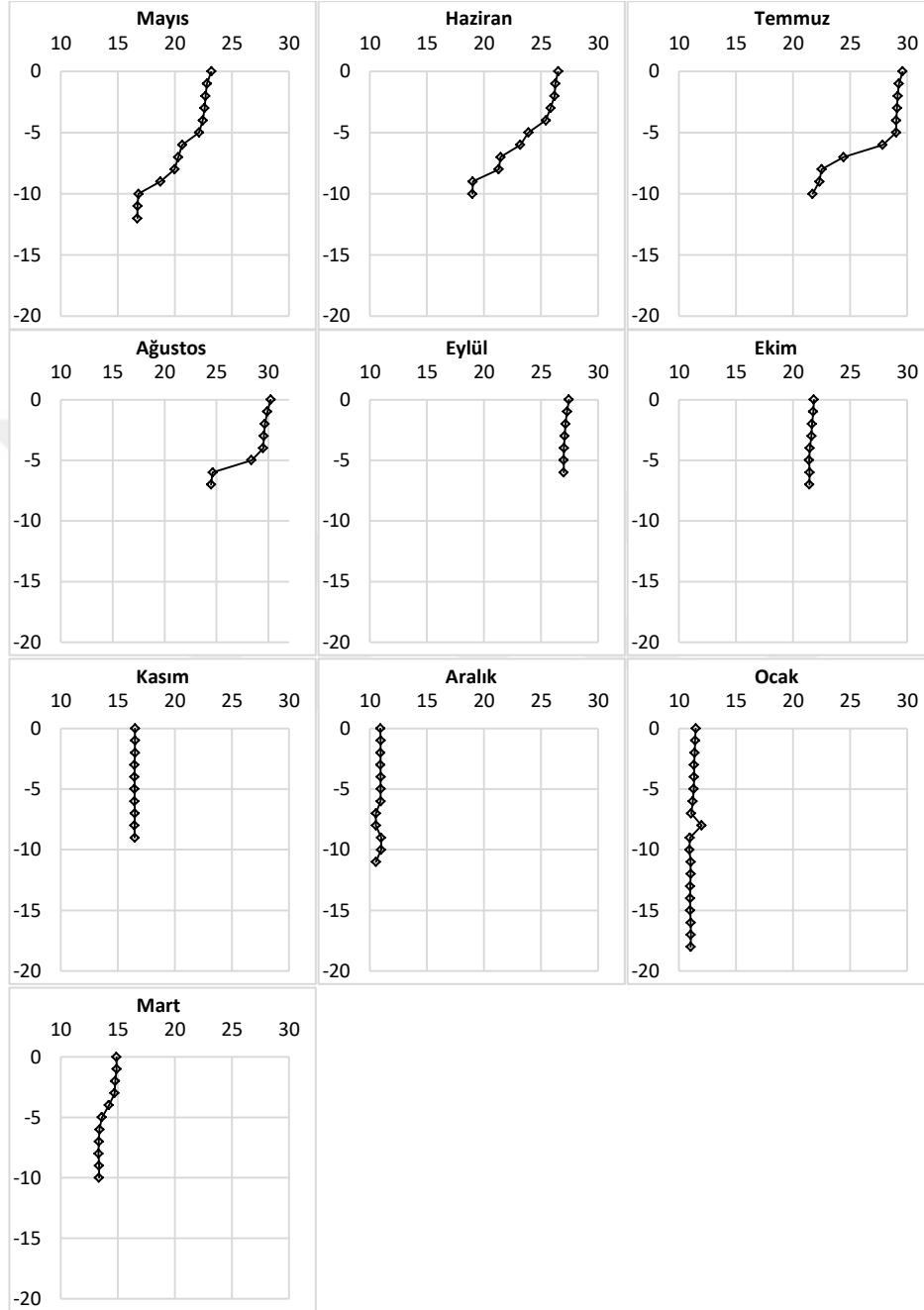
Şekil 4.7. 1. İstasyonda Aylık Sıcaklığın Vertikal Değişimi



Şekil 4.8. 2. İstasyonda Aylık Sıcaklığın Vertikal Değişimi



Şekil 4.9. 3. İstasyonda Aylık Sıcaklığın Vertikal Değişimi



Şekil 4.10. 4. İstasyonda Aylık Sıcaklığın Vertikal Değişimi

4.1.3. Çözünmüş Oksijen

Seyhan Baraj Gölü'nde belirlenen 4 istasyonda vertikal olarak ölçülen çözünmüş oksijen değerlerinin ortalamaları, standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çözünmüş oksijenin derinliğe göre değişimleri de Şekil 4.11, 4.12, 4.13 ve 4.14'de verilmiştir. Çalışma süresince çözünmüş oksijen ortalaması $7,88 \pm 1,46 \text{ mgL}^{-1}$ olan gölde en yüksek çözünmüş oksijen 1. istasyonda Temmuz ayında 8m'de $13,69 \text{ mgL}^{-1}$, en düşük çözünmüş oksijen yine aynı istasyonda Mayıs ayında derin bölge olan 35 m'de $0,31 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.2. İstasyonlarda Aylık Çözünmüş Oksijen Ortalamaları (Ortalama $\pm$ Standart Sapma, Minimum - Maksimum)

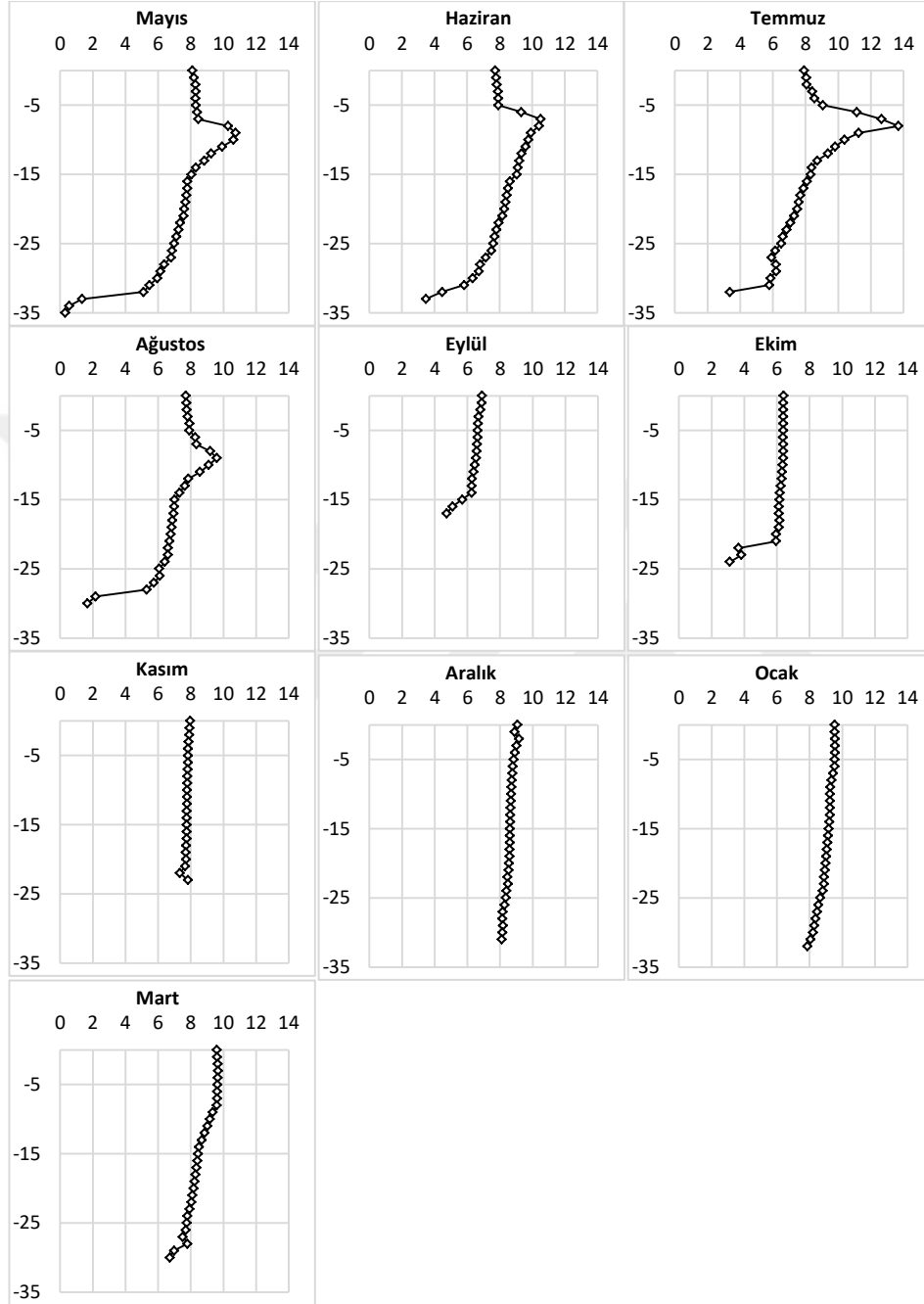
	1.İSTASYON	2.İSTASYON	3.İSTASYON	4.İSTASYON
Mayıs	7,28 $\pm$ 2,38 (0,31-10,74)	8,26 $\pm$ 1,17 (6,31-10,62)	8,20 $\pm$ 1,92 (1,99-11,04)	9,03 $\pm$ 0,70 (8,38-10,18)
Haziran	8,02 $\pm$ 1,51 (3,46-10,51)	8,25 $\pm$ 1,15 (5,85-10,38)	7,75 $\pm$ 1,18 (3,80-9,09)	8,77 $\pm$ 0,83 (7,83-9,94)
Temmuz	8,06 $\pm$ 2,09 (3,36-13,69)	8,15 $\pm$ 1,36 (6,18-11,08)	7,42 $\pm$ 1,19 (5,28-9,35)	7,76 $\pm$ 0,49 (7,30-8,48)
Ağustos	7,02 $\pm$ 1,69 (1,67-9,59)	6,95 $\pm$ 1,43 (2,09-9,58)	6,60 $\pm$ 0,47 (5,76-7,21)	7,15 $\pm$ 0,14 (6,96-7,37)
Eylül	6,33 $\pm$ 0,59 (4,73-6,89)	5,45 $\pm$ 1,66 (1,22-7,09)	6,41 $\pm$ 1,22 (3,63-7,46)	7,14 $\pm$ 0,17 (6,90-7,30)
Ekim	5,94 $\pm$ 0,93 (3,12-6,42)	6,44 $\pm$ 0,76 (4,41-9,43)	6,85 $\pm$ 1,02 (3,37-7,36)	7,15 $\pm$ 0,23 (6,91-7,55)
Kasım	7,78 $\pm$ 0,12 (7,34-7,97)	7,73 $\pm$ 0,12 (7,63-8,13)	8,19 $\pm$ 0,15 (8,08-8,62)	8,14 $\pm$ 0,05 (8,09-8,26)
Aralık	8,58 $\pm$ 0,27 (8,10-9,16)	8,60 $\pm$ 0,16 (8,46-9,21)	8,84 $\pm$ 0,38 (8,55-10,09)	8,51 $\pm$ 0,14 (8,38-8,90)
Ocak	9,02 $\pm$ 0,47 (7,86-9,55)	8,97 $\pm$ 0,55 (7,63-9,81)	9,31 $\pm$ 0,11 (9,05-9,45)	9,36 $\pm$ 0,44 (8,68-9,89)
Mart	8,60 $\pm$ 0,86 (6,71-9,68)	8,68 $\pm$ 0,59 (7,82-9,49)	8,64 $\pm$ 0,70 (6,97-9,45)	9,00 $\pm$ 0,14 (8,77-9,12)

Çözünmüş oksijen 1. istasyonda özellikle 20 m derinlikten sonra azalma eğiliminde olmuştur. Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Ekim aylarında en derin bölgenin üzerindeki 1-3 m'ler arasında 4 mgL^{-1} 'nin altında ölçülmüştür. Eylül, Ekim, Kasım, Aralık, Ocak ve Mart aylarında değişim önemli olmamıştır. Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ise sırası ile 8-10 m, 6-10 m ve 7-10 m'ler arasında oluşan termoklin tabakasında ve Ağustos ayında (8-10 m'lerde her ne kadar 1°C 'den fazla olmaması nedeni ile tabakalaşma oluşmadığı varsayılsa da) çözünmüş oksijen değerleri yüksek ölçülmüştür (Şekil 4.11.).

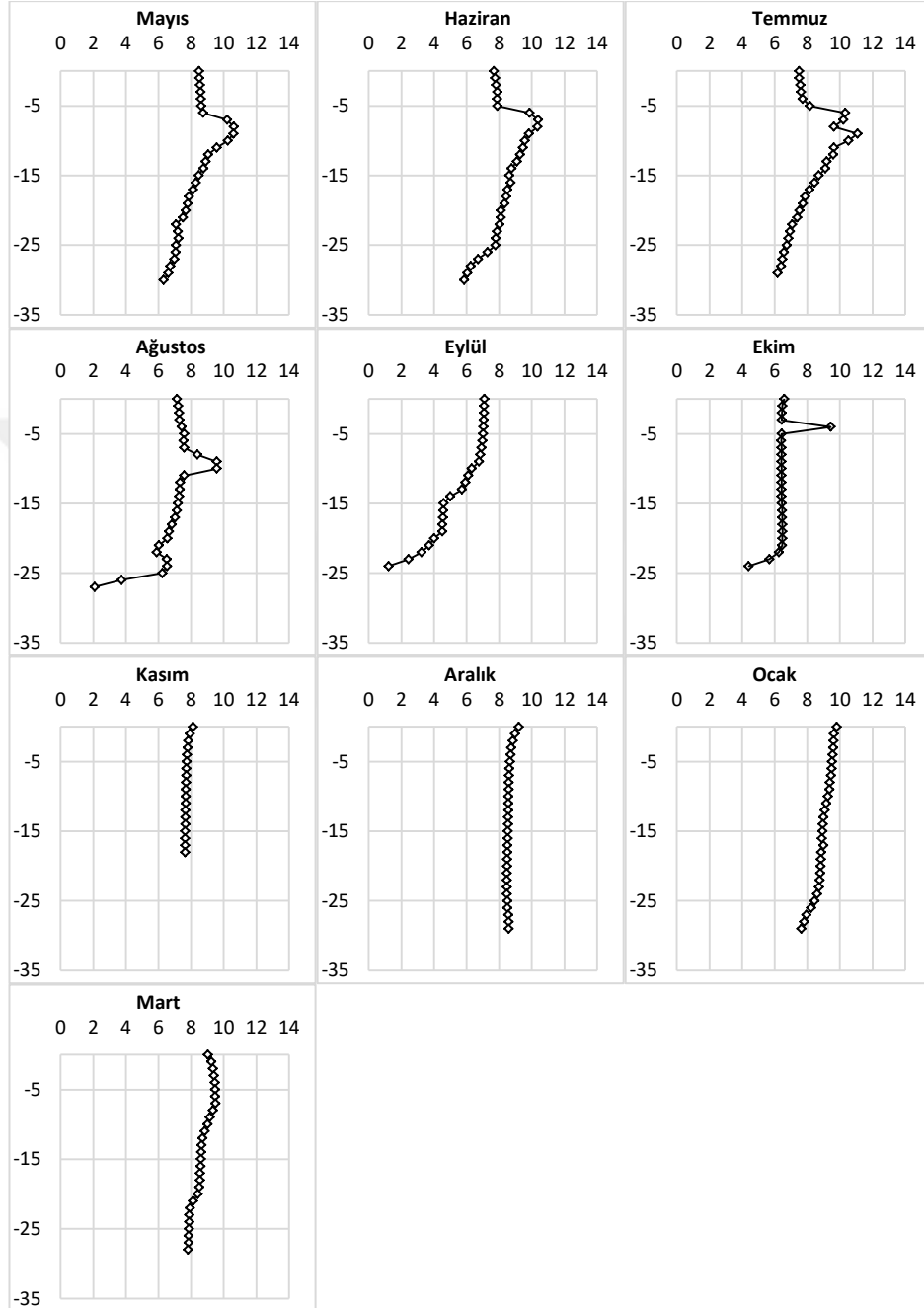
2. istasyonda da çözünmüş oksijen 1. istasyonda olduğu gibi 20 m derinlikten sonra azalma eğiliminde olmuştur. Ağustos ve Eylül aylarında en derin bölgenin üzerindeki sırası ile 26-27 m ve 21 ile 24 m'ler arasında 4 mgL^{-1} 'nin altında ölçülmüştür. Kasım, Aralık, Ocak ve Mart aylarında değişim önemli olmamıştır. Ekim ayında vertikal değişim önemli olmamakla birlikte 4 m'de $9,43 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise sırası ile 8-10 m, 6-10 m, 7-10 ve 9-10 m'ler arasında oluşan termoklin tabakasında çözünmüş oksijen değerleri yüksek ölçülmüştür (Şekil 4.12).

3. istasyonda çözünmüş oksijen 10 m derinlikten sonra azalma eğiliminde olmuştur. Mayıs, Haziran, Eylül ve Ekim aylarında en derin bölgenin üzerindeki derinlikte 4 mgL^{-1} 'nin altında ölçülmüştür. Eylül, Ekim, Kasım, Aralık, Ocak ve Mart aylarında değişim önemli olmamıştır. Mayıs, haziran ve temmuz aylarında ise sırası ile 6 m, 6-7 m ve 6-8 m'ler arasında oluşan termoklin tabakasında çözünmüş oksijen değerleri yüksek ölçülmüştür. Ayrıca Mayıs ayında yüzeyde $11,04 \text{ mgL}^{-1}$ derişimi ile diğer aylara göre daha yüksek değerde ölçülmüştür (Şekil 4.13).

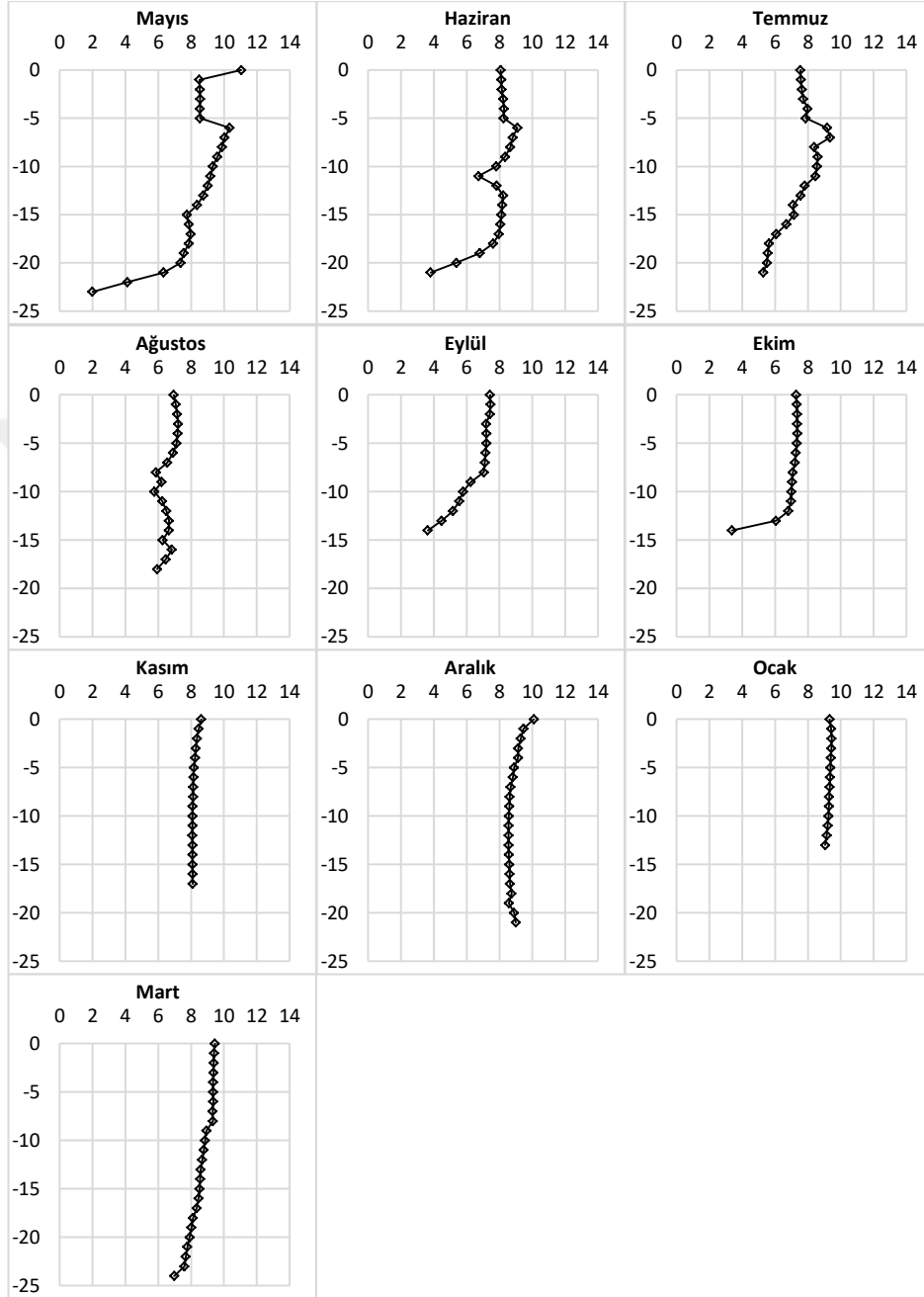
4. istasyonda diğer istasyonlarda gözlenen belirli derinliklerdeki azalma eğilimi bu istasyonda gözlenmemiştir. Çözünmüş oksijen değerleri bu istasyonda 6,9 ile $10,18 \text{ mgL}^{-1}$ değerleri arasında ölçülmüştür. Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında termoklin tabakasında çözünmüş oksijen değerleri yüksek ölçülmüştür. Ağustos ayında 5-6 m'ler arasında termoklin tabakası oluşmasına rağmen çözünmüş oksijende artışlar tespit edilmemiştir (Şekil 4.14.).



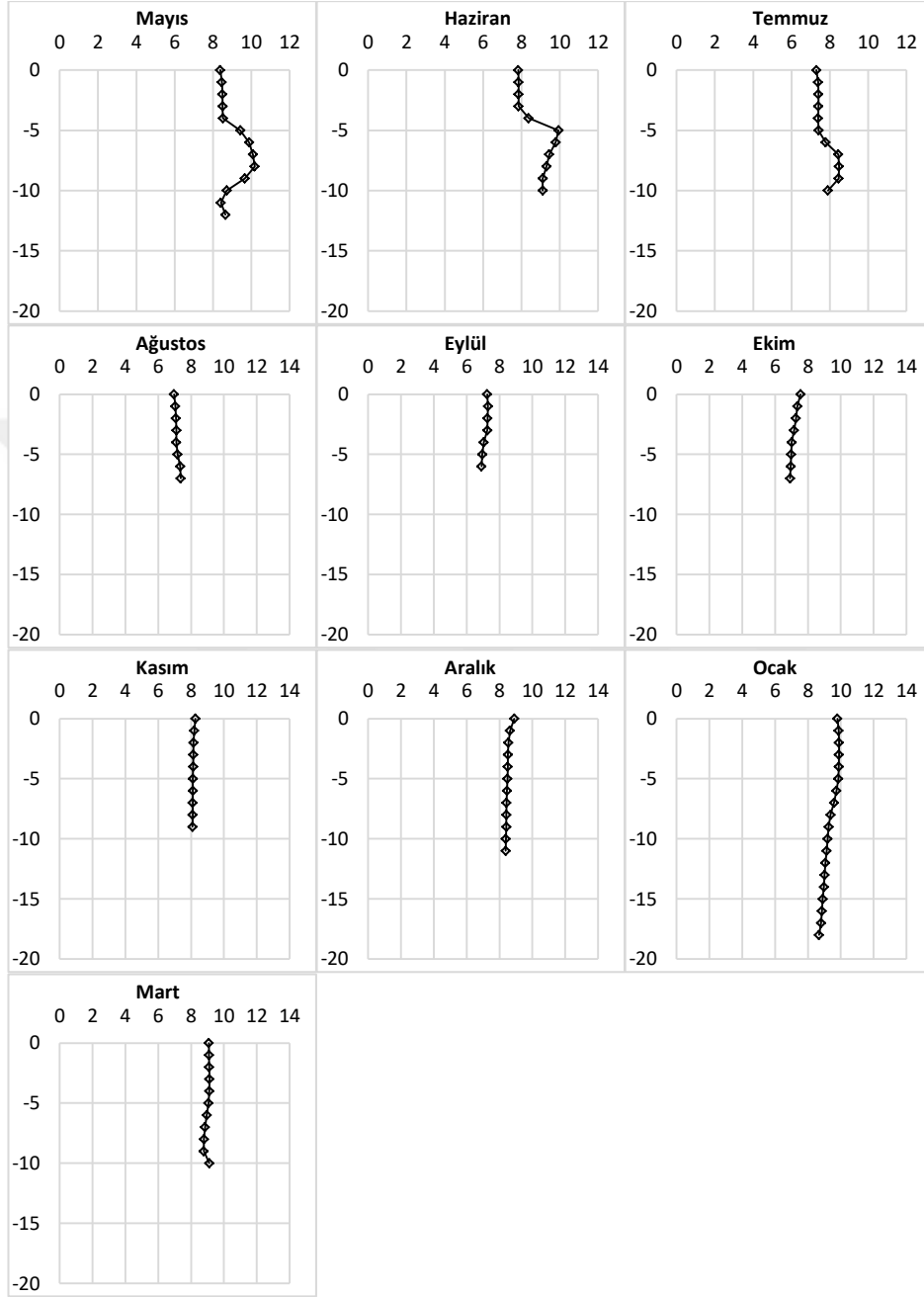
Şekil 4.11. 1. İstasyonda Aylık Çözünmüş Oksijenin Vertikal Değişimi



Şekil 4.12. 2. İstasyonda Aylık Çözünmüş Oksijenin Vertikal Değişimi



Şekil 4.13. 3. istasyonda Aylık çözünmüş oksijenin vertikal değişimi



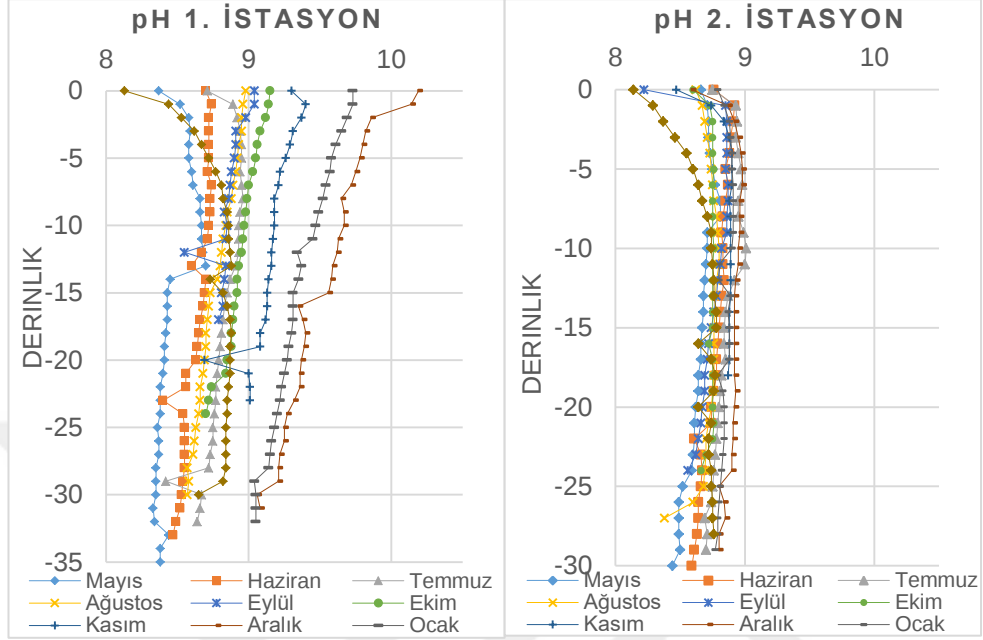
Şekil 4.14. 4. İstasyonda Aylık Çözünmüş Oksijenin Vertikal Değişimi

4.1.4. pH

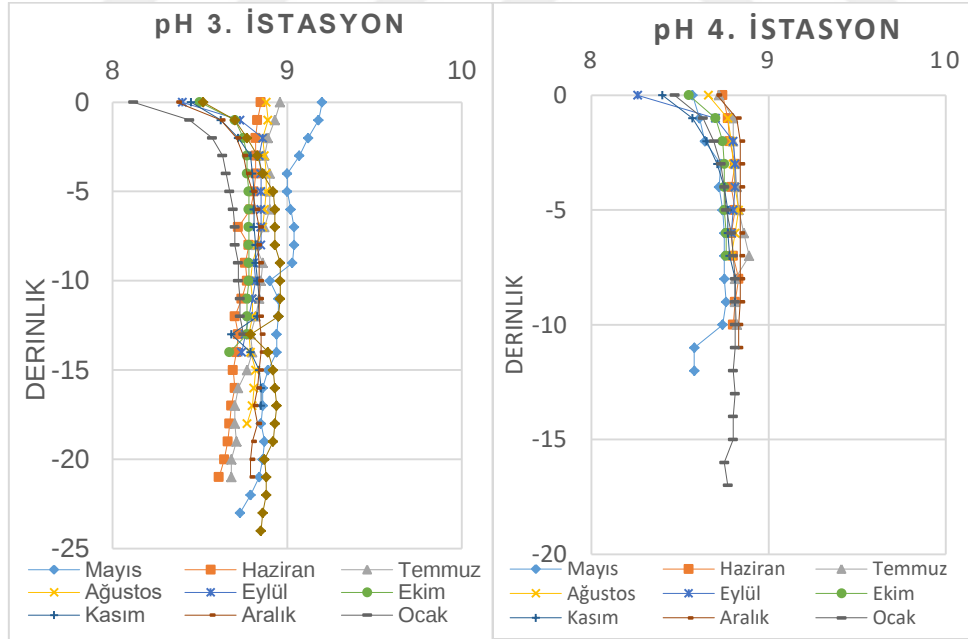
Belirlenen 4 istasyonda Seyhan Baraj Gölü'nde vertikal olarak ölçülen pH değerlerinin ortalamaları, standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri Çizelge 4.3'de, derinliğe göre değişimleri de Şekil 4.15, ve 4.16'da verilmiştir. Çalışma süresince pH ortalaması $8,83 \pm 0,24 \text{ mgL}^{-1}$ olan gölde, en yüksek pH 1. istasyonda Aralık ayında yüzey suyunda $10,19 \text{ mgL}^{-1}$, en düşük pH 3. istasyonda Ocak ayında yüzey suyunda $8,12 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.3. İstasyonlardaki Aylık pH Ortalamaları (Ortalama $\pm$ Standart Sapma, Minimum - Maksimum)

	İSTASYON 1	İSTASYON 2	İSTASYON 3	İSTASYON 4
Mayıs	$8,47 \pm 0,12$ (8,33-8,70)	$8,65 \pm 0,10$ (8,44-8,81)	$8,96 \pm 0,12$ (8,73-9,20)	$8,69 \pm 0,08$ (8,57-8,76)
Haziran	$8,63 \pm 0,09$ (8,40-8,74)	$8,77 \pm 0,10$ (8,59-8,92)	$8,74 \pm 0,07$ (8,61-8,85)	$8,79 \pm 0,02$ (8,74-8,83)
Temmuz	$8,82 \pm 0,12$ (8,42-8,96)	$8,85 \pm 0,10$ (8,69-9,01)	$8,82 \pm 0,09$ (8,68-8,96)	$8,82 \pm 0,04$ (8,72-8,89)
Ağustos	$8,77 \pm 0,13$ (8,57-8,98)	$8,72 \pm 0,08$ (8,38-8,80)	$8,83 \pm 0,04$ (8,77-8,89)	$8,78 \pm 0,05$ (8,66-8,83)
Eylül	$8,86 \pm 0,11$ (8,55-9,04)	$8,74 \pm 0,14$ (8,22-8,87)	$8,79 \pm 0,12$ (8,40-8,86)	$8,71 \pm 0,20$ (8,26-8,81)
Ekim	$8,95 \pm 0,12$ (8,70-9,15)	$8,74 \pm 0,04$ (8,60-8,76)	$8,74 \pm 0,07$ (8,50-8,78)	$8,72 \pm 0,07$ (8,55-8,76)
Kasım	$9,16 \pm 0,15$ (8,69-9,40)	$8,85 \pm 0,10$ (8,47-8,90)	$8,78 \pm 0,10$ (8,45-8,85)	$8,70 \pm 0,13$ (8,40-8,81)
Aralık	$9,52 \pm 0,28$ (9,06-10,19)	$8,90 \pm 0,08$ (8,59-8,98)	$8,78 \pm 0,11$ (8,37-8,85)	$8,83 \pm 0,04$ (8,71-8,84)
Ocak	$9,35 \pm 0,21$ (9,04-9,73)	$8,85 \pm 0,05$ (8,77-8,91)	$8,63 \pm 0,17$ (8,12-8,75)	$8,76 \pm 0,08$ (8,47-8,81)
Mart	$8,77 \pm 0,16$ (8,13-8,88)	$8,66 \pm 0,16$ (8,14-8,78)	$8,88 \pm 0,10$ (8,52-8,96)	$9,18 \pm 0,27$ (8,45-9,41)



Şekil 4.15. 1 ve 2. İstasyonlarda Aylık pH'nın Vertikal Değişimi



Şekil 4.16. 3 ve 4. İstasyonlarda Aylık pH'nın Vertikal Değişimi

1. istasyon hariç genel olarak diğer istasyonlarda pH'da 5 m derinlikten sonra daha homojen bir dağılım tespit edilmiştir. En derin bölgeden seçilen 1. istasyonda Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında 9'un üzerinde değerler ölçülmüş ve derinliğe doğru 9 civarına düşüşler gözlenmiştir (Şekil 4.15 ve 4.16). 3. istasyon Mayıs ayı hariç diğer istasyonlarda 5 m derinlikten sonra pH 9'a doğru yükseliş vardır. Dolayısı ile pH değerlerinde bir tabakalaşma olmadığı belirlenmiştir.

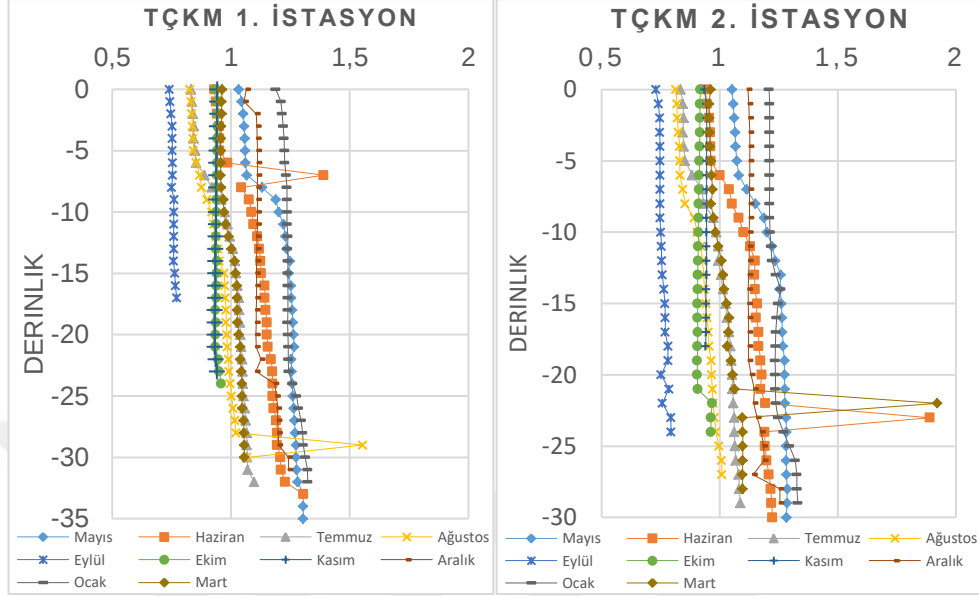
4.1.5. Toplam Çözünmüş Katı Madde

Seyhan Baraj Gölü'nde belirlenen 4 istasyonda vertikal olarak ölçülen toplam çözünmüş katı madde derişimi değerlerinin ortalamaları, standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri Çizelge 4.4' de verilmiştir. Toplam çözünmüş katı madde derişiminin derinliğe göre değişimleri de Şekil 4.17 ve 4.18'de verilmiştir. Çalışma süresince toplam çözünmüş katı madde derişimi ortalaması $1,04 \pm 0,16 \text{ gL}^{-1}$ olan gölde, en yüksek 2. istasyonda Mart ayında 22 m'de $1,92 \text{ gL}^{-1}$, en düşük ise 3. istasyonda Temmuz ayında yüzey suyunda $0,09 \text{ gL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.

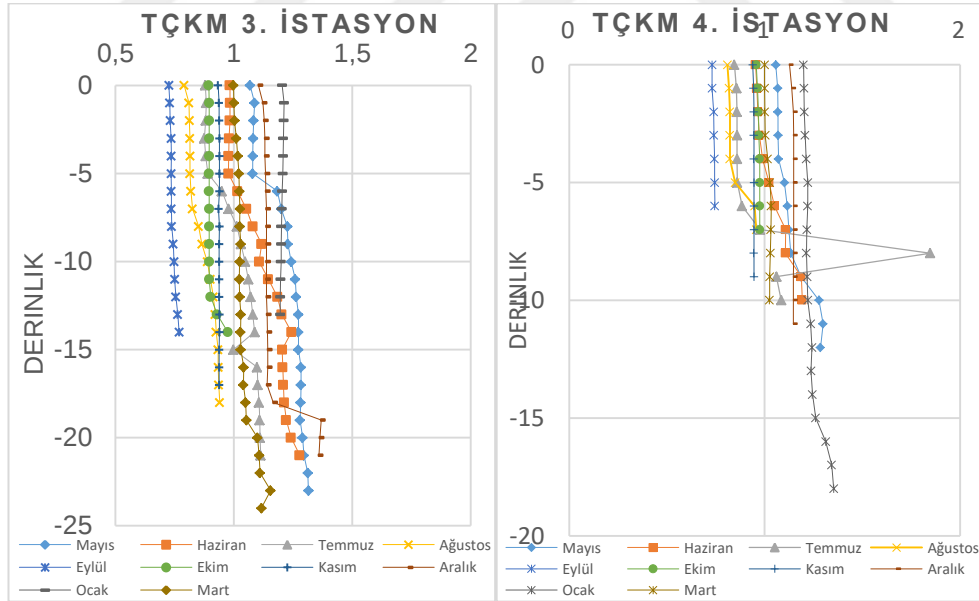
Ortalama toplam çözünmüş katı madde derişimi diğer istasyonlara göre genel olarak Eylül ayında düşük, Ocak ayında yüksek ölçülmüştür. Derinliğe göre değişim belirgin olmamıştır. 1. istasyonda Haziran ayında 7 m'de, Ağustos ayında 29 m'de, 2. istasyonda Mart ayında 22 m'de, Haziran ayında 23 m'de, 4. istasyonda da Temmuz ayında 8 m'de $1,5 \text{ gL}^{-1}$ 'nin üzerinde ölçülmüştür (Şekil 4.17 ve 4.18).

Çizelge 4.4. İstasyonlarda Aylık Toplam Çözünmüş Katı Madde Ortalamaları (gL⁻¹) (Ortalama ± Standart Sapma, Minimum - Maksimum)

	İSTASYON 1	İSTASYON 2	İSTASYON 3	İSTASYON 4
Mayıs	1,21±0,09 (1,03-1,30)	1,21±0,09 (1,05-1,29)	1,22±0,09 (1,07-1,32)	1,14±0,09 (1,06-1,30)
Haziran	1,12±0,11 (0,93-1,39)	1,14±0,17 (0,94-1,89)	1,12±0,11 (0,98-1,28)	1,05±0,09 (0,95-1,19)
Temmuz	0,99±0,09 (0,83-1,10)	0,99±0,09 (0,83-1,09)	0,97±0,22 (0,09-1,11)	1,00±0,29 (0,85-1,85)
Ağustos	0,96±0,13 (0,83-1,56)	0,91±0,07 (0,81-1,01)	0,87±0,05 (0,79-0,94)	0,86±0,06 (0,81-0,96)
Eylül	0,76±0,01 (0,74-0,77)	0,76±0,02 (0,73-0,79)	0,74±0,01 (0,73-0,77)	0,74±0,01 (0,73-0,75)
Ekim	0,94±0,01 (0,93-0,96)	0,92±0,02 (0,91-0,97)	0,90±0,02 (0,89-0,97)	0,97±0,01 (0,96-0,98)
Kasım	0,94±0,00 (0,93-0,94)	0,94±0,00 (0,94-0,95)	0,94±0,00 (0,93-0,94)	0,94±0,00 (0,94-0,95)
Aralık	1,13±0,05 (1,06-1,24)	1,14±0,04 (1,12-1,25)	1,17±0,08 (1,10-1,37)	1,15±0,01 (1,13-1,15)
Ocak	1,25±0,03 (1,19-1,32)	1,24±0,04 (1,21-1,33)	1,20±0,01 (1,20-1,21)	1,24±0,05 (1,20-1,35)
Mart	1,01±0,04 (0,96-1,06)	1,05±0,18 (0,96-1,92)	1,04±0,04 (1,00-1,16)	1,02±0,01 (1,00-1,03)



Şekil 4.17. 1 ve 2. İstasyonlarda Aylık Toplam Çözünmüş Katı Maddenin Vertikal Değişimi (gL^{-1})



Şekil 4.18. 3 ve 4. İstasyonlarda Aylık Toplam Çözünmüş Katı Maddenin Vertikal Değişimi (gL^{-1})

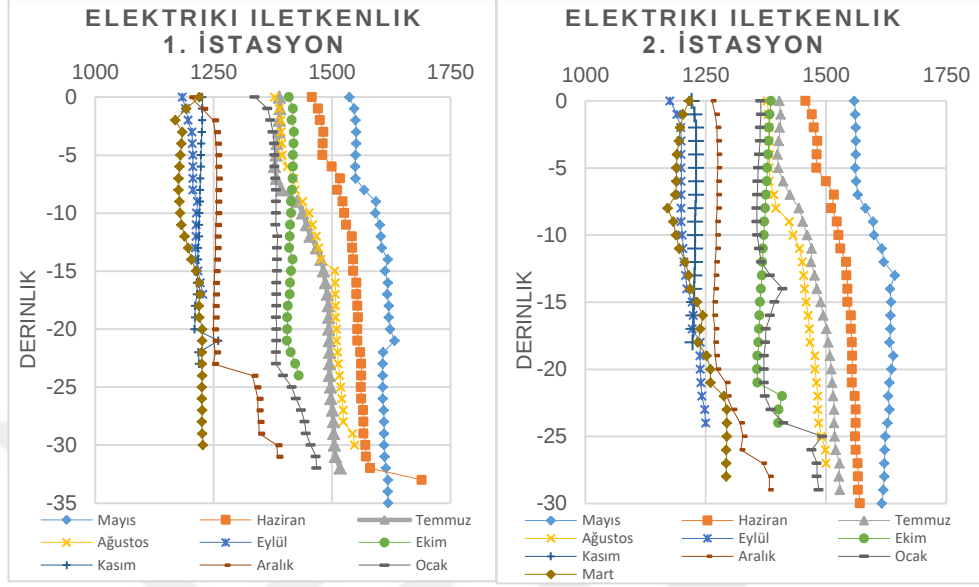
4.1.6. Elektriki iletkenlik

Seyhan Baraj Gölü'nde belirlenen 4 istasyonda vertikal olarak ölçülen elektriki iletkenlik değerlerinin ortalamaları, standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Ortalama elektriki iletkenliğin derinliğe göre değişimleri de Şekil 4.19 ve 4.20'de gösterilmiştir. Çalışma süresince elektriki iletkenlik ortalaması $1392,03 \pm 142,44 \mu S$ olup, en yüksek 3. istasyonda Haziran ayında en derin bölge olan 21 m'de $1703 \mu S$, en düşük yine aynı istasyonda Eylül ayında yüzey suyunda $1169 \mu S$ olarak ölçülmüştür.

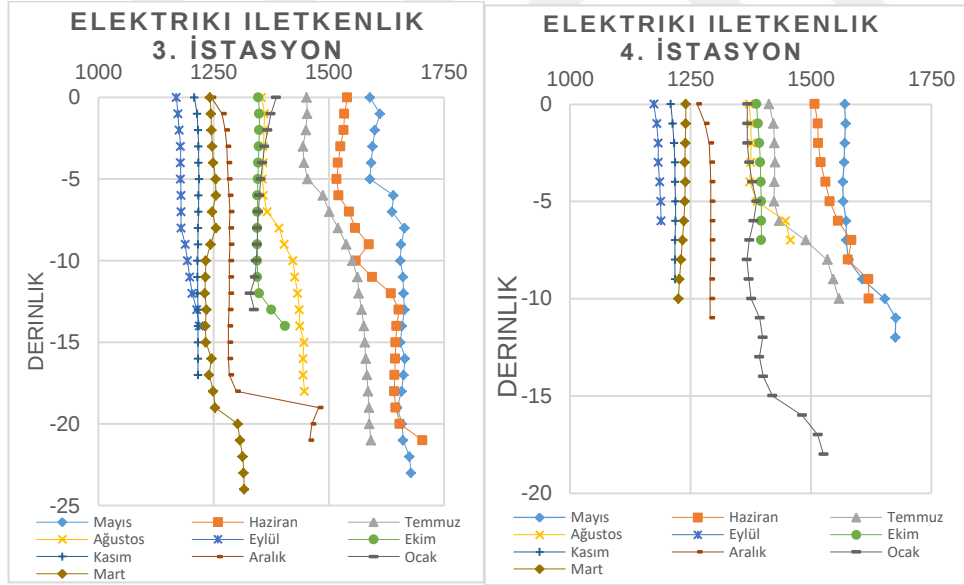
Elektriki iletkenlik diğer istasyonlara göre genel olarak Mart ve Eylül aylarında düşük, Mayıs ayında yüksek ölçülmüştür. Derinliğe göre değişim belirgin olmamakla birlikte 1. istasyonda Haziran ve Aralık, 2. istasyonda Aralık ve Ocak, 3 istasyonda Haziran, Mart ve Aralık, 4. istasyonda Mayıs, Temmuz ve Ocak aylarında derin bölgelerde artış olmuştur. Tüm istasyonlarda Mayıs ayında yüksek değerler ölçülmüştür. 1. ve 2 istasyonda Eylül ve Mart, 3. ve 4. istasyonlarda da Eylül ayı ölçümleri düşük değerlerde bulunmuştur (Şekil 4.19 ve 4.20).

Çizelge 4.5. İstasyonlarda Aylık Elektriki İletkenlik Ortalamaları (μS) (Ortalama $\pm$ Standart Sapma, Minimum - Maksimum)

	1.İSTASYON	2.İSTASYON	3.İSTASYON	4.İSTASYON
Mayıs	1596,17 $\pm$ 28,15 (1537-1632)	1607,81 $\pm$ 30,14 (1559-1643)	1643,17 $\pm$ 29,40 (1589-1678)	1596,08 $\pm$ 42,61 (1566-1676)
Haziran	1540,32 $\pm$ 43,16 (1458-1690)	1540,32 $\pm$ 43,16 (1458-1690)	1592,73 $\pm$ 58,84 (1517-1703)	1552,91 $\pm$ 41,47 (1508-1620)
Temmuz	1458,58 $\pm$ 48,97 (1379-1517)	1473,20 $\pm$ 46,70 (1399-1529)	1530,09 $\pm$ 57,30 (1444-1591)	1462,91 $\pm$ 57,22 (1413-1558)
Ağustos	1472,00 $\pm$ 53,79 (1379-1548)	1441,00 $\pm$ 43,55 (1378-1500)	1399,84 $\pm$ 38,72 (1354-1447)	1395,38 $\pm$ 35,40 (1372-1457)
Eylül	1208,33 $\pm$ 10,48 (1184-1227)	1213,96 $\pm$ 20,65 (1176-1250)	1186,73 $\pm$ 15,21 (1169-1219)	1183,29 $\pm$ 5,15 (1174-1189)
Ekim	1414,20 $\pm$ 5,75 (1405-1430)	1374,36 $\pm$ 14,10 (1357-1409)	1352,33 $\pm$ 16,39 (1345-1405)	1394,00 $\pm$ 3,74 (1387-1397)
Kasım	1221,00 $\pm$ 9,56 (1210-1260)	1227,42 $\pm$ 2,59 (1221-1230)	1215,61 $\pm$ 2,12 (1208-1218)	1216,60 $\pm$ 3,20 (1209-1219)
Aralık	1275,22 $\pm$ 47,14 (1201-1385)	1289,43 $\pm$ 34,60 (1263-1382)	1305,77 $\pm$ 66,07 (1245-1478)	1288,08 $\pm$ 8,30 (1264-1292)
Ocak	1394,97 $\pm$ 30,68 (1337-1467)	1389,90 $\pm$ 44,25 (1356-1492)	1352,07 $\pm$ 15,34 (1329-1386)	1402,00 $\pm$ 49,53 (1367-1526)
Mart	1205,10 $\pm$ 21,29 (1169-1227)	1231,45 $\pm$ 42,16 (1171-1294)	1256,64 $\pm$ 28,60 (1231-1316)	1235,00 $\pm$ 5,42 (1225-1240)



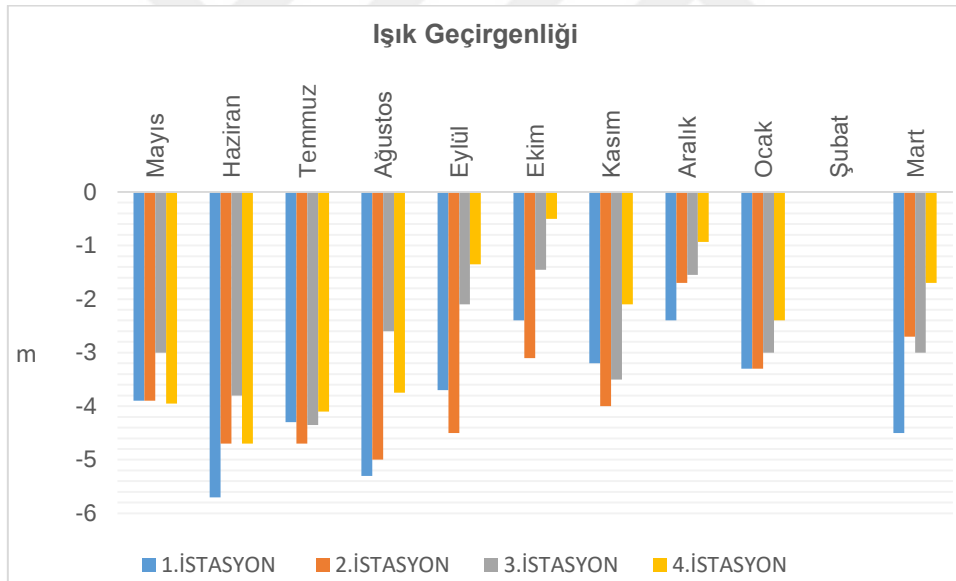
Şekil 4.19. 1 ve 2. İstasyonlarda Aylık Elektrik İletkenliğinin Vertikal Değişimi (μS) (Skalalar farklıdır)



Şekil 4.20. 3 ve 4. İstasyonlarda Aylık Elektrik İletkenliğinin Vertikal Değişimi (μS) (Skalalar farklıdır)

4.1.7. Işık Geçirgenliği

Baraj Gölü'nde belirlenen 4 istasyonda Secchi diski ile ölçülen ışık geçirgenliği değerlerinin aylara ve istasyonlara göre Şekil 4.21'de verilmiştir. Baraj gölü'nde ortalama ışık geçirgenliği 3,25 m olup aylara göre ortalamalar 1. istasyon 3,87, 2. istasyon 3,76, 3. istasyon 2,84 ve 4. istasyon 2,55 m olarak ölçülmüştür. Ay ortalamaları alınarak istasyonlara göre değerlendirildiğinde ışık geçirgenliği 1. istasyon > 2. istasyon > 3. istasyon > 4. istasyon şeklinde, istasyon ortalamaları alınarak aylara göre değerlendirildiğinde Haziran > Temmuz > Ağustos > Mayıs > Kasım > Ocak > Eylül > Ekim > Aralık şeklinde belirlenmiştir. En yüksek ışık geçirgenliği 1. istasyonda Haziran ayında 5,7 m, en düşük 4. istasyonda Ekim ayında 0,5 m olarak ölçülmüştür (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Aylara ve İstasyonlara Göre Işık Geçirgenliği

4.2. Tartışma

Göllerin en büyük ısı kaynağı güneş ışınımlarıdır ve direkt olarak su tarafından soğurulmaktadır. Hava ve sedimentten bir miktar ısı transferi olmakla birlikte derin göllerde bu girdiler güneş ışınlarından gelenlerin yanında oldukça düşük oranlardadır (Wetzel, 2001). İlkbahar ile birlikte artan güneşlenme şiddeti ve süresi, atmosfer ile su kütlelerini ısıtmaya başlar. Su kütleleri ısınmaya başlayıp, fizikokimyasal ve biyolojik süreçler bu durumdan etkilenmeye başlar.

Çalışma alanının uzun dönem meteorolojik verileri incelendiğinde gölün güneşlenme süresi ortalamanın üstünde olan bölgede yer aldığı (Şekil 4.1), aylık ortalama güneşlenme süresinin (Şekil 4.2) doğal olarak yaz aylarında arttığı, radyasyon miktarı açısından da ortalamanın üzerinde olduğu (Şekil 4.3.) ve yüksek radyasyonunun Haziranda fazla olduğu (Şekil 4.4) gözlenmektedir.

Çalışma zamanına ait atmosferik veriler (Şekil 4.5) incelendiğinde gölün yüzey suyu sıcaklıklarının artışını (Şekil 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10) etkilediğini, yaz aylarında artış ve kış aylarında azalışların olduğu gözlenmektedir. Örneklemin yapıldığı aylara ait en yüksek atmosfer sıcaklık ortalaması 28,6 °C ile Ağustos ayında, en düşük sıcaklık ortalaması ise 9,5 °C ile Ocak ve sonrasında Aralık ayına aittir. Çalışmamızda da en yüksek sıcaklık 3. istasyonda Ağustos ayında yüzeyde 31,24 °C, en düşük sıcaklık 2. istasyonda karışımın olduğu Aralık ayında en derin bölge olan 29 m’de 10,15 °C olarak ölçülmüştür.

Seyhan Baraj Gölü’nde Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık tabakalaşması olmuştur. Meteorolojik veriler ile birlikte değerlendirildiğinde güneşlenme süresinin ve radyasyonun artışı, rüzgar hızının da azaldığı dönemlere denk düşmektedir. Gölde bir kez tabakalaşma tespit edilmiş ve monomiktik olarak değerlendirilmiştir.

Ülkemizde yapılan çalışmalarda fotik zon değerlendirmekle birlikte tabakalaşma çoğunlukla göz ardı edilmiştir. En büyük gölümüz olan Van Gölü’nde yaz ve kış aylarında gölde termal tabakalaşma olduğu, sonbaharda ise karışımın tüm gölde baskın olduğu tespit edilmiştir (Turunçoğlu, 2003). Aynı havzada yer

alan Erçek Gölü'nde yapılan çalışmada da göl su kolonunun Mayıs-Kasım ayları arasında termal tabakalaşma gösterdiği ve kış mevsiminde su kütlesinin karıştığı, veriler doğrultusunda Erçek Gölü'nün "Holomiktik Göl" sınıfında olduğu tespit edilmiştir (Meydan ve Akkol 2020).

Alkalın özellikteki Burdur Gölü'nde yürütülen çalışmada Mayıs -Ekim ayları arasında ısı tabakalaşma olduğu, yıllık ortalama değerlere göre, epilimniyon tabakasının 0-7.5, termoklin tabakasının 7.5-12.5 ve hipolimniyon tabakasının 12.5 m'den sonraki derinlikleri kapsadığı belirlenmiştir (Gülle ve ark., 2008).

Hazar Gölü'nde yaz döneminde tabakalaşma olduğunu, 10 m derinliğe kadar epilimniyonun, 10-20 m arasında metalimniyonun oluştuğunu, sonbahardan başlayarak ilkbahar başına kadar karışım periyodu geçirmiş ve göl monomiktik bir göl olarak karakterize edilmiştir (Koçer, 2008). Ünlü ve ark. (2008) da yaptıkları çalışmada yaz aylarında tabakalaşma olduğunu belirtmişlerdir.

Tahtalı Baraj Gölü'nde de yaz döneminde tabakalaşmanın belirgin olduğunu, yapılan istatistiksel analiz sonuçları ile hava sıcaklığının, rüzgar hızının ve düşük nemin su kalitesi parametrelerinin değişimini etkilediği tespit edilmiştir (Elçi, 2008).

Atatürk Baraj Gölü'nde Mayıs-Ekim ayları arasında termal tabakalaşmanın gerçekleştiği ve gölün ılık monomiktik tipteki göl olduğu saptanmıştır (Karakaya ve ark., 2014).

Küresel iklim değişikliğinin belirgin olduğu günümüzde bu değişimin ekosistemi etkileyeceği oldukça önemlidir. Nitekim Rodrigo ve ark. (2001), İspanya'daki La Cruz Gölü'nde yaptıkları çalışmada iki ardışık termal durgunluk dönemindeki tabakalaşma modellerinin farklı iklim koşullarından etkilendiğini belirtmişlerdir. Noori ve ark. (2019) da İran'daki Karkheh Rezervuarı'nda yaptıkları simülasyon çalışmasında termal tabakalaşma süresinin 2019'da 278 günden 2035'te 293 güne yükseleceğini tahmin etmişlerdir.

Ramos-Fuertes ve ark. (2020), küresel değişimin (iklim değişikliği, su miktarı ve arazi kullanım değişiklikleri) Sanabria Gölü'nün özellikle termal yıllık

döngüsüne etkisini araştırdıkları çalışmada, daha güçlü bir termoklin ve tabakalaşma döneminde hipolimniyona daha zayıf dikey ısı transferi ile açıklanabilecek net bir göl soğutmasına işaret ettiğini belirtmişlerdir. Christianson ve ark. (2020), Amerika Birleşik Devletleri'nin batısındaki küçük dağ göllerinin yaz tabakalaşmasının $+2^{\circ}\text{C}$ hava sıcaklıklarında % 15–23 ve $+5^{\circ}\text{C}$ hava sıcaklıklarında % 39–62 artacağını tahmin etmişlerdir.

İklim değişimine bağlı olarak yapılan bu çalışmalar ele alındığında Seyhan Baraj Gölü'nde de tabakalaşma süresinin özellikle ülkenin güneşlenme süresinin ve radyasyon miktarının fazla olduğu bölgede yer alması nedeni ile değişeceğini göstermektedir. İlerleyen yıllarda tabakalaşma süresinin uzamasının ekosistemde meydana getireceği değişimler oldukça önemli olacaktır.

Sucul ekosistem için oksijen çözünürlüğü ve dağılımı, oksijenin sucul ekosistemin biyolojik ve kimyasal süreçlerinde rolü nedeni ile oldukça önemlidir. Atmosfer ve fotosentez ile kazanılan oksijenin hidromekanik dağılımı canlıların solunumu ve biyolojik olmayan kimyasal reaksiyonlar ile dengelenir. Oksijenin çözünürlüğü sıcaklıktan etkilenir ve sıcaklık arttıkça çözünürlük azalır (Wetzel, 2001).

Çalışma süresince Seyhan Baraj Gölü'nde çözünmüş oksijen ortalaması $7,88 \pm 1,46 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Gölde en yüksek çözünmüş oksijen 1. istasyonda Temmuz ayında 8 m'de $13,69 \text{ mgL}^{-1}$ ölçülmüştür. Temmuz ayında yüksek tespit edilmesi fotosentetik aktivitenin oldukça yoğun olduğu sonucunu çıkarmaktadır. Wetzel (2001)'inde belirttiği gibi sucul ekosistemin en önemli oksijen kaynaklarından birisi ekosistemdeki fotosentetik aktivitedir.

Çözünmüş oksijen 1 ve 2. istasyonlarda 20 m, 3. istasyonda 10 m derinlikten sonra azalma eğiliminde olmuştur. Oksijenin diğer önemli kaynağı atmosfer etkisinin azalması ve fotosentetik aktivitenin fotik zonda olması ele alındığında bu düşüşler beklenen sonuçtur. Burada ayrıca gölün tabakalaşması da önemli bir faktördür.

Çalışma alanında sıcaklık tabakalaşmasının olduğu dönemlerde çözünmüş oksijen bakımından da bir tabakalaşma olmuştur. Metalimniyon tabakasında oksijen derişimleri yüksek değerlerde bulunmuştur.

Çözünmüş oksijen 1. istasyonda Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Ekim, 2. istasyonda Ağustos ve Eylül aylarında, 3. istasyonda Mayıs, Haziran, Eylül ve Ekim aylarında 4 mgL^{-1} nin altında ölçümler yapılmıştır. Tespit edilen bu derişimlerin bazıları tabakalaşmanın olduğu dönemlerde olmuştur. Gölde tüm istasyonlarda Mayıs, Haziran, Temmuz, 2. ve 4. istasyonda Ağustos ayını içeren oksijen tabakalaşması mevcuttur.

Termal tabaka oluşan göllerde 2 tip oksijen eğrisi oluşmaktadır. Karışım ile homojenize olan çözünmüş oksijen tabakalaşmanın olduğu dönemlerde oligotrof göllerde doygunluğunu korumaya devam ediyorsa bu profil ortograd olarak tanımlanmaktadır (Wetzel, 2001). Seyhan Baraj Gölü'nde derinliğe göre azalma olduğundan böyle bir durum söz konusu değildir.

Ötrofik göllerde dipteki oksidatif işlemler nedeni ile dip bölgelerdeki oksijen azalmaya başlar hatta bazı göllerde anaerobik durumlar oluşur. Hipolimniyonda oluşan bu durumu içeren profilde klinograd olarak adlandırılmaktadır (Wetzel, 2001). Yapılan bu çalışma en düşük çözünmüş oksijen 1. istasyonda tabakalaşmanın olduğu Mayıs ayında en derin bölge olan 35 m'de $0,31 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Bazı aylarda da 4 mgL^{-1} 'nin altına düşmesi Seyhan Baraj Gölü'nde klinograd oksijen profilinin olduğunu göstermektedir.

Seyhan Baraj Gölü, Adana şehir merkezinde yer almaktadır. Havzada yoğun tarım yapıldığı da düşünüldüğünde hem gölün hem de göle giren suların yoğun antropojenik etki altında olması söz konusudur. Nitekim Bozkurt (1998) ve Çevik (1999) gölün mezotrofik karakterde olduğunu belirtmişlerdir. Tespit edilen klinograd oksijen profili gölün ötrofiye geçmeye başladığını da düşündürmektedir. Ötrofiye geçişin söz konusu olması ve iklim değişimine bağlı olarak ilerleyen yıllarda tabakalaşma süresinin uzaması da düşünüldüğünde göl ekosisteminde sorunlar yaşanacağını işaretini vermektedir.

Seyhan Baraj Gölü'nde çalışma süresince 8,12- 10,19 arasında değişen pH'nın göl ortalaması $8,83 \pm 0,24$ olarak bulunmuştur. Genel olarak "Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği" (Resmi Gazete, 2012) ele alındığında normal değerlerde bulunan pH'da 1. istasyondaki özellikle Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında 9'un üzerinde ölçülmüş olması dikkat çekmektedir. Bu durum fotosentetik aktivitenin o dönemlerde yüksek olduğunu düşündürmektedir. Wetzel (2001) karbondioksitin fotosentetik kullanımı sonucu suyun pH'sının suyun tamponlanma özelliğine bağlı olarak değişim eğiliminde olduğunu belirtmiştir.

Toplam çözünmüş katı madde derişimi $0,73 \text{ gL}^{-1}$ - $1,92 \text{ gL}^{-1}$ arasında değerlerde ölçülmüş olup ortalaması $1,04 \pm 0,16 \text{ gL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Ortalama ele alındığında "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği" ne (Resmi Gazete, 2004) göre ikinci sınıf sular olarak sınıflandırılmıştır.

Gölde vertikal olarak değişim gözlenmeyen elektriki iletkenlik ortalaması $1392,03 \pm 142,44 \text{ } \mu\text{S}$ olan gölde en yüksek elektriki iletkenlik 3. istasyonda Haziran ayında en derin bölge olan 21 m'de $1703 \text{ } \mu\text{S}$, en düşük elektriki iletkenlik yine aynı istasyonda Eylül ayında yüzey suyunda $1169 \text{ } \mu\text{S}$ olarak ölçülmüştür. "Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği" ne göre 3. sınıf su kalitesinde değerlendirilmiştir.

Baraj gölü'nde ortalama ışık geçirgenliği 3,25 m olup aylara göre ortalamalar 1. istasyon 3,87, 2. istasyon 3,76, 3. istasyon 2,84 ve 4. istasyon 2,55 m olarak ölçülmüştür. 3. ve 4. istasyon Körkün, Çakıt ve Seyhan nehir girdisinden etkilenen istasyonlardır. "Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği" baraj veya gölet için geçerli olan değerlere göre mezotrofik karakterdedir. Fakat çözünmüş oksijen profilinin klinograd olarak tespit edilmesi gölün ötrofiye doğru gidişatını göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, sıcaklıkta herhangi bir olağanüstülük görülmemiş, değerlerin mevsimsel olarak azalıp arttığı gözlenmiştir. Gölde genel olarak Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık tabakalaşması olmuştur. Bu tabakalaşmaya bağlı olarak çözünmüş oksijende de tabakalaşma tespit edilmiş ve oksijen profilinin klinograd olduğu belirlenmiştir. Bu profil ötrof göllerin özelliğidir. Daha önceki çalışmalarda tespit edilen, bu çalışmada da ışık geçirgenliği ele alınarak mezotrof olarak değerlendirilen gölün ötrofiye doğru bir geçişi olduğu söylenebilmektedir.

Tabakalaşma, gölde çalışılan diğer parametreleri etkilememiştir. Işık geçirgenliği ortalamaları gölün mezotrofik karakterde olduğunu göstermektedir. Seyhan Baraj Gölü, Adana şehir merkezinde yer alması ve göl etrafında ve göle giren akarsular civarında yoğun tarım yapıldığı da düşünüldüğünde hem gölün hem de göle giren suların yoğun antropojenik etki maruz kaldığı açıktır.

Son yıllarda hissedilir düzeyde iklim değişiminin de olduğu düşünüldüğünde sucul ekosistemlerin yakından izlenmesi ve yönetilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde havza temelli yönetime geçilmiştir. Fakat göl izleme çalışmalarında tabakalaşma durumları ele alınmamaktadır. Oysaki tabakalaşma durumlarının tespiti ve gelecek yıllarda iklim değişimine, doğal ya da antropojenik nedenler ile oluşacak ötrofikasyon yönetiminde gölün vereceği cevaplara yönelik tahminlerin yapılması gerekmektedir.

Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda bu çalışmada ele alınan verilerin yanı sıra daha kapsamlı meteorolojik verilerin elde edilmesi, göl içinde de biyolojik aktiviteler ile ilgili parametrelerin değerlendirilmesi, göle giren suların debileri ve çıkan su miktarlarının da tespit edilmesi tabakalaşmayı ve karışımı neden olan faktörlerin ve tabakalaşma süresinde gölün durumunun tespiti açısından yararlı olacaktır.



KAYNAKLAR

- Anonim, 2012. Seyhan Baraj Gölü Yaban Hayatı Geliştirme Sahası Yönetim Planı.
- Anonim, 2014. İklim Projeksiyonlarına Göre Akarsu Havzalarında Sıcaklık ve Yağış Değerlendirmesi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, p:81, ANKARA
- Anonim, 2016. Seyhan Havzası Kirlilik Önleme Eylem Planı. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, s:81
- Azgın, C., Fındık Ö., Göksu M.Z.L., 2016. The Role of Water Level Fluctuations on Benthic Fauna in the Seyhan Dam Lake (Adana)", International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences (FABA 2016), Antalya, Türkiye, 3-5 Kasım 2016, 236.
- Azgın, C., Göksu, M. Z. L., 2017. Seyhan Baraj Gölü Su Kalite Ölçüm Değerleri (Yaz Dönemi). *Ecological Life Sciences*, 12(4), 45-49.
- Bartram, J., Ballance, R., 1996. Water Quality Monitoring: A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programs, Published on behalf of WHO& UNEP. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41851> ISBN 0419217304, 383 p.
- Bozkurt, A., 1997. Seyhan Baraj Gölü (Adana) Zooplanktonu. Ç.Ü. Fen. Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Adana, 58s.
- Christianson, K. R., · Johnson, B. M., · Hooten, M. B., 2020. Compound Effects of Water Clarity, Inflow, Wind and Climate Warming on Mountain Lake Thermal Regimes. *Aquatic Sciences*, 82:6 <https://doi.org/10.1007/s00027-019-0676-6>
- Çevik, F., 1999. Seyhan Baraj Gölü'ndeki Alg Toplulukları ve Bazı Su Kalitesi Özellikleri. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen. Bil. Ens. ADANA, 114s.

- Çevik, F., Derici, O. B., Koyuncu, N., Tuğyan, C., 2007. Water Quality and Its Relation with Chlorophyl-a in Dry Season, in a Reservoir of Mediterranean Region. *Asian Journal of Chemistry*. 9: 2928-2934
- Çevik, F., Göksu, M.Z.L., Derici, O.B., Fındık, Ö., 2009. An Assessment of Metal Pollution in Surface Sediments of Seyhan Dam by Using Enrichment Factor, Geoaccumulation Index and Statistical Analyses. *Environ. Monit. Assess.* 152, 309. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0317-3>
- Derici, O. B., 2007. Seyhan Baraj Gölü (ADANA) Sedimanının Fosfor Formları. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen. Bil. Ens. Adana, 44s.
- Dong, F., Mi, C., Hupfer, M., Lindenschmidt, K.-E., Peng, W., Liu, X., Rinke, K., 2020. Assessing Vertical Diffusion in a Stratified Lake Using a Three-Dimensional Hydrodynamic Model. *Hydrological Processes*. 34:1131–1143.
- Dunalska, J., 2003. Impact of Limited Water Flow in a Pipeline on the Thermal and Oxygen Conditions in a Lake Restored by Hypolimnetic Withdrawal Method. *Polish Journal of Environmental Studies* Vol. 12, No. 4 (2003), 409-415
- Elçi, Ş., 2008. Effects of Thermal Stratification and Mixing on Reservoir Water Quality. *Limnology* (2008) 9:135–142, DOI 10.1007/s10201-008-0240-x
- Feldbauer, J., Kneis, D., Hegewald, T., Berendonk, T.U., And Petzoldt, T., 2020. Managing Climate Change in Drinking Water Reservoirs: Potentials and Limitations of Dynamic Withdrawal Strategies. *Environ. Sci. Eur.* 32:48:2-17
- Gülle, İ., Turna, İ.İ., Güçlü, S. S. Küçük, F., Gülle, P., Güçlü, Z., 2008. Burdur Gölündeki Sıcaklık Çözünmüş Oksijen pH ve Elektiriksel İletkenlik Degerlerinin Dikey Yönde Değişimi E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 25, 4: 283-287

- Gürbüz, G ve Çevik, F., 2016. Seyhan Baraj Gölü'nde (ADANA) Fizikokimyasal Özellikler, Alg Populasyonları ve Alkalen Fosfataz Aktivitesinin Yaz Periyodunda İncelenmesi. Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 34: 5-11.
- Güvel, S. P., Yurtal, R., 2020. Investigation of Sedimentation Effects on Seyhan Dam Reservoir. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 35: 1015-1025.
- Kalff, J. 2002. Limnology. Inland Water Ecosystems. Prentice Hall, Upper Saddle River, B0049VOE30, 592 pages.
- Karakaya, G., Şen, B., Gölbaşı, S., Gölbaşı, G.Ö., 2014. Atatürk Baraj Gölü'nde Sıcaklık ve Çözünmüş Oksijenin Derinliğe Bağlı Değişimleri. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 4 (2): 82-90
- Koçer, M.A.T., 2008. Hazar Gölü'nün Açık Bölgesinde Su Kalitesi ve Fitoplankton Dağılımı. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 358 sayfa.
- Kreling, J., Bravidor, J., Engelhardt, C., Hupfer, M., Koschorreck, M., Lorke, A., 2017. The Importance of Physical Transport and Oxygen Consumption for the Development of a Metalimnetic Oxygen Minimum in a Lake. Limnol. Oceanogr. 62, 348–363
- Mangıt, F., 2017. Isı. Limnoloji Göl ve Nehir Ekosistemleri. Çeviri editörü M.B. Ergönül. p:71-91
- Meydan, A.F., Akkol, S., 2020. Erçek Gölü Su Kolonunun Mevsimsel Sıcaklık Dinamiği, Doğu Anadolu/Türkiye. Pamukkale Univ., Müh Bilim Derg., 26(6): 1148-1153,
- Noori, R., Tian, F., Ni, G., Bhattarai R., Hooshyaripor, F., Klöve, B., 2019.ThSSim: A Novel Tool for Simulation of Reservoir Thermal Stratification. Nature Research. 9:8524 <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54433-2>

- Ölmez, G., 2014. Yerüstü Su Kaynaklarında Su Kalitesinin İyileştirilmesi İçin Çevresel Hedeflerin Belirlenmesi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Uzmanlık Tezi, 194 sayfa.
- Ramos-Fuertes, A., Vega, J. C., Palau, A., Armengo, J., Casasola, A., Rodríguez, A., And Dolz, J., 2020. Thermal Response of Sanabria Lake to Global Change (NW Spain). *Limnetica*, 39(1): 455-468. DOI: 10.23818/limn.39.29
- Resmi Gazete, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. 31.12.2004, Sayı : 25687.
- Resmi Gazete, 2006. Denizli Çivril Akdağ Yaban Hayatı Geliştirme Sahasının Sınırlarının Değiştirilmesine ve Bazı Alanların Yaban Hayatı Geliştirme Sahası Olarak Belirlenmesine İlişkin Karar. 5 Ekim 2006, Sayı: 26310.
- Resmi Gazete, 2012. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. 30.11.2012, Sayı: 28483.
- Resmi Gazete, 2016. Hassas Su Kütelleri ile Bu Kütelleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelik. 23 Aralık 2016, Sayı: 29927 (Mükerrer).
- Rodrigo, M. A., Miracle M. R. Vicente, E., 2001. The Meromictic Lake La Cruz (Central Spain). Patterns of Stratification. *Aquat. Sci.*, 63: 406–416
- Sinha, T. E. T., Yetgin, M. Y. 2019. Yapay bir Göldeki Termal Değişikliklerin Bir Boyutlu Sayısal Model ile Simülasyonu. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(6), 655-664.
- Şen, B., Topçu, S., Gıorgı, F., Bı, X., Kanıt, E.G., Dalkılıç, T., Seyhan Havzasında İklim Değişikliğinin Tarımsal Su Kullanımına Etkileri. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*, 71-82
- Turunçoğlu, U. U., 2003. Investigations of the Hydrodynamics of Lake Van Using POM (Princeton Ocean Model). İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 100 s.
- Ünlü, A., Çoban F., Tunç, S. M. 2008. Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23, 119-127.

Wetzel, R. G., 2001 Limnology: Lake and River Ecosystems. Academic Press; 3rd edition, ISBN-10 : 0127447601, 1024 pages

Wilson, H. L., Ayala, A. I., Jones, I. D., Rolston, A., Pierson, D., De Eyto E., Grossart, H. P., Perga, M. E., Woolway, R. I., Jennings, E., 2020. Variability in Epilimnion Depth Estimations in Lakes. Hydrol. Earth Syst. Sci., 24, 5559–5577

<https://mgm.gov.tr/kurumici/turkiye-guneslenme-suresi.aspx?l= tg> (09/04/2021)

https://www.mgm.gov.tr/kurumici/radyasyon_iller.aspx?il= adana (09/04/2021)





ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta okulu İstiklal Orta Okulu'nda, liseyi 5 Ocak Lisesi'nde tamamladı. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi lisans eğitimini 2011 yılında tamamladı. Ayrıca 2011 yılında Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü'nde başladığı lisans programını da 2014 yılında tamamladı. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümünde tezli yüksek lisans öğrenimine 2017 yılında başladı.

Yüzme antrenörlüğü ve iki yıldız dalış sertifikasına sahip olup halen Spor İl Müdürlüğü'nde memur olarak çalışmalarını sürdürmektedir.