

# Tersakan Çayı' nın (Muğla, Türkiye) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması

Cahit KASIMOĞLU<sup>1,\*</sup>, Fevzi YILMAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>:Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji ABD, 48000, Muğla, TÜRKİYE

<sup>2</sup>:Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 48000, Muğla, TÜRKİYE

## Özet

*Bu çalışmada, Tersakan Çayı' nın bazı fiziko-kimyasal özellikleri Eylül 2011-Ağustos 2012' da mevsimsel olarak incelenmiş ve su kalitesi yönünden değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY), Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY) (Anonim, 2005a) ve TS266 (Anonim, 2005b) İnsani Tüketim Amaçlı Sular kriterleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen fiziko-kimyasal veriler, su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre değerlendirildiğinde Tersakan Çayı' nın genelde su kalite sınıfının, I. sınıf yani yüksek kalite su sınıfında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre, Tersakan çayının iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olduğu ve önemli bir kirlilik problemi olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, tarım alanlarının sulanması nedeniyle yaz aylarında su seviyesindeki bir azalma kirlilik parametreleri seviyesinde bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir.*

**Anahtar Sözcükler:** Tersakan çayı, Fiziko-Kimyasal Özellikler, Su Kalitesi

## Investigation of Some Physical And Chemical Properties of Tersakan stream (Mugla, Turkey)

### Abstract

*In this study, some physico-chemical features in the surface water in Tersakan Stream have been investigated between september 2011 and July 2012. In addition, the stream has been evaluated according to water quality criteria. Analyses results compared with according to Turkish Water Pollution Control Regulations (TWPCR), Fishery Products Guidelines (FPG) and TS266 (Turkish potable water standard). By evaluation the physico-chemical datas according to Water Pollution Control Regulation (TWPCR) generally the water quality class of Tersakan Stream were determined class I. as high water quality standard. According to results, it was determined that Tersakan Stream has a good quality water without and serious pollution problem. However a decrease in water level during summer season due to irrigation of agricultural areas leads to increase in pollution parameters level.*

**Keywords:** Tersakan Stream, Physico-Chemical Features, Water Qualityies

\* Cahit KASIMOĞLU, cahitkasimoglu@hotmail.com

## 1. Giriş

Akarsular çevre kirliliğinden en fazla etkilenen ekosistemlerdir. Evsel, endüstriyel ve tarımsal aktivitelerden kaynaklanan kirleticilerin arıtılmadan veya gerektiği gibi arıtım yapılmadan nehir sularına karışması ve birikimi gibi birçok sebeplerle su kirliliği meydana gelmekte ve nehirlerde yaşayan birçok canlı yok olma tehlikesiyle karşılaşmaktadır. Bu gibi olaylar nehirlerin kirlilik düzeylerinin araştırılması gerektiğini açıkça göstermektedir [1]. Akarsular aynı zamanda fiziksel ve kimyasal özellikleriyle bünyesinde barındırdığı çeşitli organizmalara doğal ortam sağlamaktadır. Bitkisel üretim ve besin zincirlerinin normal dengesi sudaki çözünmüş elementlerin miktarlarına bağlıdır. Aynı zamanda bu elementler canlılar için sınırlayıcı bir faktör de olmaktadır. Su kalitesi; sucul türlerin biyokimyasal kompozisyonlarını ve mineral bileşimlerini, verimliliğini, bolluk durumlarını ve sucul türlerin fizyolojik aktivitelerini etkilemektedir [2]. Bazı parametrelerin artması sucul canlıların bir kısmının fazla üremesine sebep olmakta ve dengenin bozulmasını sağlamaktadır. Bunun sonucunda akarsuda su kalitesinin düşmesine ve kirlenmesine yol açmaktadır. Gerekli tedbirlerin alınabilmesi için su ortamının fiziksel ve kimyasal faktörlerin periyodik olarak araştırılması gerekir.

Araştırmanın yürütüleceği; Tersakan Çayı kanalizasyon suları, endüstriyel atık suları ve evsel atık suların arıtılmadan bu çaya verilmesi, ayrıca çevresindeki tarım alanlarında ilaçlı ve gübreli zirai faaliyetler yapılması gibi nedenlerle kirlenmektedir. Akarsu kaynaklarının evsel ve endüstriyel atıklarla kirlenmesi ve bu akarsu kaynaklarının sulamada kullanılması nedeniyle çevre sağlığı ve tarım topraklarında verimlilik yönünden potansiyel sorunların gelişmesi olanaklı görülmektedir.

Bu çalışmada, Dalaman Havzası'nda bulunan Tersakan Çayı'nın bazı fiziko-kimyasal özellikleri incelenerek su kalitesi belirlenmeye çalışılmıştır. Analiz sonuçları Orman ve Su İşleri Bakanlığı Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (SKKY) [3], Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY) [4] ve TS266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Kriterleri [5]'ne göre değerlendirilmiştir (Tablo 1.1)

Orman ve Su İşleri Bakanlığı 28483 Sayılı Çevre Kanunu'na ek olarak hazırlanan Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne göre kıta içi su kaynakları fiziko-kimyasal veriler kullanılarak dört kalite sınıfında değerlendirilmektedir [3] (Tablo 1.1).

Su ortamlarının kalite sınıflandırılmasına göre 4 basamağa ayrılan sınıfların anlamları aşağıdaki gibidir.

- Sınıf I: Yüksek kaliteli su
- Sınıf II: Az kirlenmiş su
- Sınıf III: Kirli su
- Sınıf IV: Çok kirlenmiş su

Sınıf I'e ait olan yüksek kaliteli sular yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık üretimi hayvan üretimi ve çiftlik suyu ihtiyacı için kullanılır. Sınıf II'ye ait olan az kirlenmiş sular ise ileri ve uygun bir arıtma ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık dışındaki diğer balıkların üretimi ve sulama suyu olarak kullanılır. Sınıf III'e ait olan kirlenmiş sular ise uygun bir arıtmadan sonra, kaliteli su kullanımını gerektirmeyen endüstriyel aktiviteler için kullanılır. Sınıf IV'e ait çok kirlenmiş sular ise düşük kaliteli suları ifade eder ve kullanım alanı yoktur.

**Tablo 1.1.** Tersakan Çayı su kalitesinin değerlendirilmesinde kullanma, sulama suyu, içme suyu ve alıcı ortam standartları

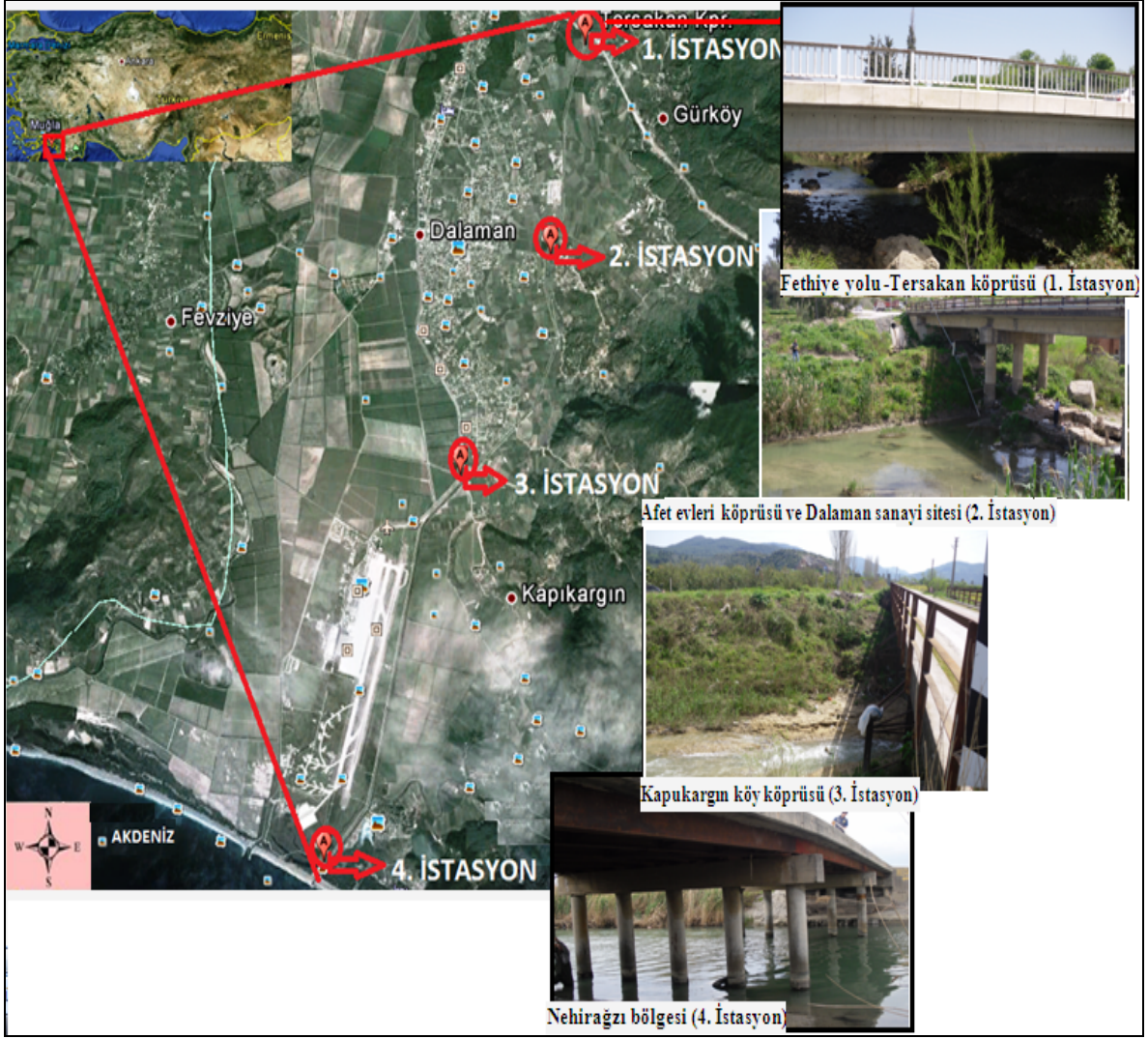
Su Kalite Parametreleri	Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (SKKY, 2012)				SÜY 2005a Tolere değer	TSE266,2005b
	I	II	III	IV		
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	-	25
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında	-	6,5-9,5
İletkenlik (µS/cm)	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000	-	2000
Çözünmüş oksijen (mg O <sub>2</sub> /L) <sup>a</sup>	> 8	6-8	3-6	< 3	-	-
Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ) (mg/L)	< 4	4-8	8-20	> 20	-	-
Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L)	< 0,2 <sup>b</sup>	0,2-1 <sup>b</sup>	1-2 <sup>b</sup>	> 2	0,02	0,5
Nitrit azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/L)	< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05	-	0,5
Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L)	< 5	5-10	10-20	> 20	4,2	50
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	> 0,65	15	-
Kalsiyum (mg/L)	-	-	-	-	800	200
Magnezyum (mg/L)	-	-	-	-	14	50
Toplam sertlik (°dH)	-	-	-	-	-	-

## 2. Materyal Ve Metot

### 2.1. Araştırma Alanı ve Ekolojik Önemi

Dalaman Tersakan Çayı Türkiye' nin güneybatısında Muğla ili sınırları içinde yer almaktadır. 36° 46' 02,66" K enlem, 28° 47' 58,65" D boylam koordinatları içinde yer alan, Tersakan Çayı, Dalaman ve Fethiye ilçeleri arasında bulunan Otlutaş dağının batısından kaynaklanarak kuzeye doğru devam eder. Karaağaç mevkiinde batıya yönelir, daha sonra güneye yönelerek Dalaman ilçesinin doğusundan Akdeniz'e dökülür. Uzunluğu yaklaşık 30 km. olup, taşkın debisi 48–780 m<sup>3</sup>/sn arasında değişim göstermektedir (Şekil 2.1).

Tersakan Çayı havzasında özellikle narenciye ve nar yetiştiriciliği başta olmak üzere yoğun (4 mevsim) tarımsal üretim yapılmakta ve bu tarımsal üretimin daha verimli olması için de kimyasal gübreleme ve zararlılara karşı ilaçlama yapılmaktadır. Yapılan bu gübreleme ve ilaçlamaların toprak tarafından alınamayan kısmı yüzey suları vasıtası ile önce Tersakan Çayı' na ve bu akarsu vasıtası ile de denize taşınmaktadır. Tersakan Çayı etrafında; Dalaman Sanayi Sitesi, bir zeytinyağı fabrikası, bir mezbaaha ve bir balık çiftliği bulunmaktadır. Tüm bu etkenlerden dolayı Tersakan Çayı evsel ve sanayi atıkların sebep olduğu kirlenmenin etkisi altındadır.



Şekil 2.1. Araştırma alanı ve örnekleme yerleri

Tersakan Çayı'nda 7 familyaya ait 8 balık türü (*Anguilla anguilla*, *Leuciscus cephalus*, *Cobitis simplicispinna*, *Gambusia affinis*, *Blennius fluviatilis*, *Gobius ophiocephalus*, *Mugil cephalus* ve *Mugil ramada*) ve 3 alttür (*Barbus plebejus escherichi*, *Capoeta capoeta bergamae* ve *Ladigesocypris ghigii ghigii*) tespit edilmiştir [6]. Bunun yanında Tersakan Çayı ve bu akarsu ile nehir ağzında birleşen Kocagöl (Muğla-Dalaman)'de nesli tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan su samuru *Lutra lutra* yaşamaktadır.

Tersakan Çayı nehir ağzı bölgesinde yaşayan ve ekolojik öneme sahip olan diğer bir canlı türü ise, *Trionyx triunguis*, nil kaplumbağası'dır. Bunun yanında Tersakan Çayı'nın denize döküldüğü bölge ve yakın sahil şeridi deniz Kaplumbağası, *Caretta caretta*, için yumurtlama bölgesidir. Su samuru, nil kaplumbağası ve deniz kaplumbağası

Tersakan Çayı' nda ki balık, midye ve diğer sucul canlıları besin olarak tüketebilmektedir. Ayrıca, Tersakan Çayı nehir ağzı kısmındaki bölgede bulunan kükürtlü sular burada bulunan bir termal tesis tarafından turizm amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında Tersakan Çayı kurak yaz aylarında tarımsal amaçlı sulama suyu olarak da kullanılmaktadır ([6], [7]).

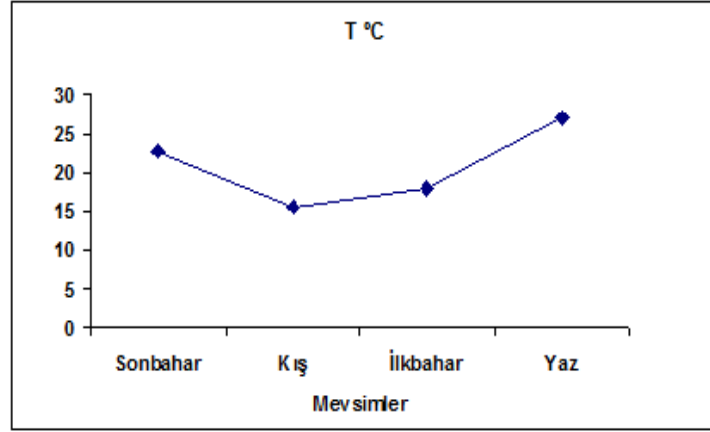
Araştırma alanı olan Tersakan Çayı' nın su kalitesini belirlemek amacıyla 4 istasyon seçilmiş, Eylül 2011-Ağustos 2012 tarihleri arasında her bir istasyondan su örnekleri mevsimsel olarak elde edilmiştir. Fizikokimyasal analizler için su örnekleri arazide 1 litrelik polietilen kaplara alınarak +4 °C' de soğuk zincir içerisinde aynı gün laboratuvar ortamına getirilerek en kısa sürede analiz edilmiştir.

İstasyonlarda su sıcaklığı (°C) ve çözülmüş oksijen (mg O<sub>2</sub>/L): Oxi 330i/ SET WTW marka oksijen metre ile ölçülmüştür. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI<sub>5</sub> mg O<sub>2</sub>/L) ise arazide ölçülen çözülmüş oksijen miktarı ile şilifli BOI şişelerine alınan su numunelerinin 20 °C' de inkübatör kullanılarak karanlık ortamda bekletilip, oksijen metre ile 5 gün sonra ölçülen değer arasındaki fark bulunarak hesaplanmıştır. pH, Hanna HI 8314 marka pH metre ile, elektriksel iletkenlik (µS/ cm) LF 330/Set WTW marka konduktivimetre kullanılarak arazide ölçülmüştür.

Toplam sertlik (°dH) kalsiyum ve magnezyum miktarları LCK 327 kitleri kullanılarak spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Amonyum azotu (NH<sub>4</sub>-N mg/L) LCK 304, nitrat azotu (NO<sub>3</sub>-N mg/L) LCK 339, nitrit azotu (NO<sub>2</sub>-N mg/L) LCK 342 ve orto-fosfat fosforu (PO<sub>4</sub>-P mg/L) LCK 348 kitleri kullanılarak spektrofotometrik yöntemle laboratuvar ortamında ölçülmüştür. Bu amaçla HACH LANGE DR 2800 model spektrofotometre kullanılmıştır.

### 3. Bulgular Ve Tartışma

Tersakan Çayı' nda Eylül 2011-Ağustos 2012 tarihleri arasında tespit edilen 4 istasyondan mevsimsel olarak su örnekleri alınmış ve su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, BOI<sub>5</sub>, pH, nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu, orto fosfat fosforu, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik ve elektrik iletkenliği değerleri tayin edilmiştir. Fizikokimyasal analiz sonuçları Tablo 3.1' de ve ortalama mevsimsel değişimleri ise şekillerle sırasıyla verilmiştir (Şekil 3.1-3.12). Analiz sonuçları SKKY [3], SÜY [4] ve TS266 [5] kalite kriterleri ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.1. Tersakan Çayı' nın ortalama sıcaklık (°C) değerlerinin mevsimlere göre değişimi

Tablo 3.1. Tersakan Çayı' nın fiziko-kimyasal özelliklerinin mevsimlere göre, en düşük ve en yüksek değerleri ile ortalama ve standart hata değerleri

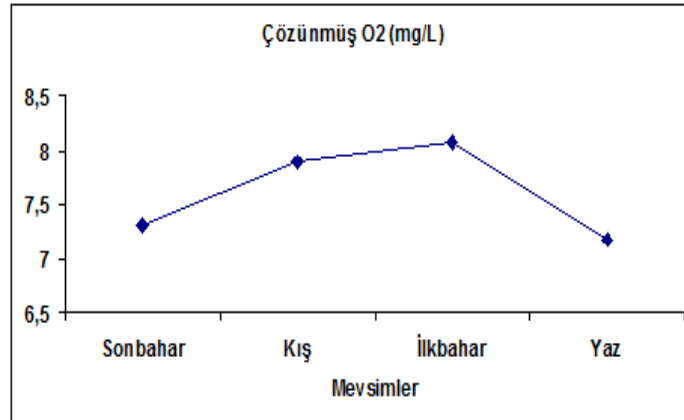
Parametreler	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Yıllık X±SE Min.-Max.
	X±SE Min.-Max.	X±SE Min.-Max.	X±SE Min.-Max.	X±SE Min.-Max.	
T °C	22,72±0,75 21,9–23,4	15,52±0,87 14,4–16,5	17,97±0,23 <sup>c</sup> 17,4–18,5	26,95±0,77 26,3–27,7	20,79±5,07 15,52–26,95
Çözünmüş O <sub>2</sub> (mg/L)	7,3±1,01 6,06–8,52	7,89±1,54 6,37–9,96	8,07±1,16 6,85–9,64	7,17±0,91 5,95–8,3	7,6±0,43 7,17–8,07
BOİ <sub>5</sub> (mg/L)	3,41±0,65 2,82–4,25	2,89±0,56 2,15–3,25	3,49±0,31 2,94–3,88	4,02±0,52 3,25–4,45	3,45±0,46 2,89–4,02
pH	7,96±0,42 7,54–8,54	7,48±0,13 7,3–7,6	7,34±0,14 7,18–7,45	8,005±0,44 7,7–8,7	7,69±0,33 7,34–8,005
NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	0,51±0,13 0,05–0,78	0,58±0,13 0,12–0,85	0,72±0,13 0,24–1,03	0,5±0,13 0,05–0,75	0,57±0,10 0,5–0,72
NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	0,02±0,001 0,01–0,04	0,009±0,007 0,002–0,02	0,01±0,006 0,008–0,02	0,03±0,001 0,01–0,05	0,01±0,009 0,009–0,03
NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	0,55±0,12 0,29–0,87	0,59±0,11 0,41–0,77	0,79±0,11 0,68–0,91	0,43±0,13 0,24–0,53	0,59±0,14 0,43–0,79
PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	0,37±0,04 0,33–0,44	0,52±0,11 0,42–0,67	0,64±0,09 0,5–0,72	0,31±0,12 0,2–0,41	0,46±0,14 0,31–0,64
Ca (mg/L)	44,32±8,13 32,1–55,1	39,37±4,1 34,1–43,5	43,65±3,84 39,3–47,7	47,07±3,75 43–52,1	43,6±3,18 39,37–47,07
Mg (mg/L)	135,82±18,98 86,3–176	111,5±21,33 79,6–149	133,47±30,65 66,1–188,8	153,87±26,98 96–209	133,66±17,36 111,5–153,87
Toplam Sertlik (°dH)	33,27±5,91 26,8–48,4	26,82±7,1 21,1–40,2	26,47±3,79 20,4–35,8	36,82±7,69 29,5–52,7	30,84±5,06 26,47–36,82
İletkenlik (µS/cm)	572±68,98 382–786	526,75±77,51 325–752	525,5±121,26 312–820	610,5±150,58 400–880	558,68±40,75 525,5–610,5

X ± SE: Ortalama ± Standart Hata

**Sıcaklık ( $T$  °C):** Sıcaklık canlıların yaşamsal faaliyetleri ve dağılımlarına etki etmektedir ([8], [9]). Akarsularda su sıcaklığının yüksekliğe, iklime, atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve nehir yatağının yapısına göre değiştiği ayrıca, akarsu yatağında gölge yapan bitkilerin bulunması, akarsu önünde oluşabilecek setler, soğuk su karışımları ve akarsu içine akan yeraltı suları su sıcaklığının değişmesinde etkili olduğu ifade edilmiştir [10]. Tersakan Çayı'nda mevsimlere göre en düşük sıcaklık değeri kış döneminde 15,52 °C olarak, en yüksek sıcaklık değeri ise yaz döneminde 26,95 °C olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.1).

Yaptığımız çalışmada Tersakan Çayı'nda ölçülen su sıcaklıklarının normal olarak mevsimlere bağlı olarak azalıp arttığı tespit edilmiştir. Özellikle kış aylarında su sıcaklığı hava sıcaklığı, rüzgar veya yeraltı suyu girişimi nedeniyle düşük ölçülmüştür. Benzer bulgular yurdumuzdaki ve yurt dışındaki pek çok akarsu için de rapor edilmiştir ([11], [12]). Mart ayından itibaren havaların ısınmasıyla birlikte Tersakan Çayı'nda su sıcaklığı artmaya başlamış, Mayıs ve Haziran aylarında azalan su akımına ve artan hava sıcaklığına paralel olarak su sıcaklığı en yüksek değere ulaşmıştır. Sinokrot ve Gulliver [13], Platte Nehri'nde su sıcaklığı ile su akımı arasında açık bir ilişkinin bulunduğunu, özellikle yaz aylarında düşük akarsu akışlarının yüksek su sıcaklıkları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Bu bulgu, Tersakan Çayı'nın taşıdığı su miktarının genelde düşük olmasından dolayı Mayıs ve Haziran aylarında azalan akıma bağlı olarak su sıcaklığının hızlı bir şekilde artmasını desteklemektedir. Tersakan Çayı yıllık ortalama sıcaklık değeri bakımından incelendiğinde, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre I. sınıf su kalitesi özelliğindedir. TS266 [5] İnsani Tüketim Amaçlı Sular Kriterlerinin Sınıflandırması'na göre ise kabul edilebilir değerler arasında olduğu görülmektedir (Tablo 1.1).

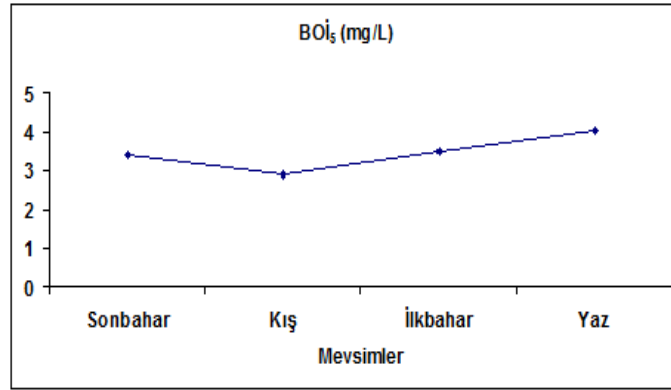
**Çözünmüş oksijen (mg/L):** Çözünmüş oksijenin sucul ortamlarda canlıların yaşamını düzenlediği ve sınırladığı, suda herhangi bir dönemde saptanan oksijen miktarının o andaki suyun sıcaklığına, suda çözünmüş tuz yoğunluğuna ve su yüzeyine değen atmosferdeki gazın kısmi basıncına bağlı olarak değiştiği, karbondioksit özümlemesi (fotosentez), hava ile yüzey suyu arasındaki ilişki, akıntı hızı, rüzgâr artışı, sıcaklık düşüşünün çözünmüş oksijen derişimini arttırdığı, canlıların solunum etkinlikleri, organik madde parçalanması, yükseltgenme tepkimeleri ve sıcaklık artışını azalttığı bilinmektedir ([14], [15], [16]). Tersakan Çayı'nda mevsimlere göre en düşük çözünmüş oksijen değeri yaz döneminde 7,17 mg/L olarak, en yüksek çözünmüş oksijen değeri ise ilkbahar döneminde 8,07 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2.** Tersakan Çayı' nın ortalama çözülmüş oksijen (mg/L) değerlerinin mevsimlere göre değişimi

Mevsimler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Tersakan Çayı' nda çözülmüş oksijen değerleri yaz ve sonbahar dönemlerinde düşük çıkmıştır. Bunun nedeni olarak bu dönemlerde su debisinin azalması ve su sıcaklığının artmasına bağlı olarak çözülmüş oksijen miktarının azalmış olabileceği düşünülebilir. İlkbahar ve kış dönemlerinde ise çözülmüş oksijen değerleri yükselmiştir. Bunun nedeni olarak da su debisinin yükselmesi, akarsuya yan kollardan su girdisinin olması ve sıcaklığın azalması düşünülebilir. Tersakan Çayı yıllık ortalama çözülmüş oksijen değeri bakımından incelendiğinde, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne göre II. sınıf su kalitesi özelliğindedir (Tablo 1.1).

**BOI<sub>5</sub> (mg/L):** Biyolojik oksijen ihtiyacı, oksijenli koşullarda bakterilerin organik maddeyi parçalaması için gereksinim duyduğu oksijen çokluğudur. Su niteliği açısından BOI<sub>5</sub> ölçümü organik kirlenmenin bir ölçüsüdür [9]. Biyolojik oksijen ihtiyacına parçalanmış organik madde çokluğu, mikroorganizma sayısı, nutrient derişimi ve sıcaklık etki etmektedir. Tersakan Çayı' nda mevsimlere göre en düşük biyolojik oksijen ihtiyacı değeri kış döneminde 2,89 mg/L olarak, en yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı değeri ise yaz döneminde 4,02 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.3).



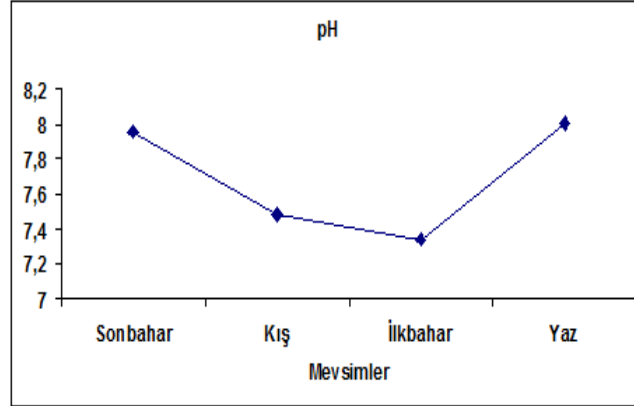
**Şekil 3.3.** Tersakan Çayı' nın ortalama biyolojik oksijen ihtiyacı değeri (mg/L) değerlerinin mevsimlere göre değişimi

Mevsimler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Biyolojik oksijen ihtiyacı ile ilgili bulgularımızda kış ve ilkbahar dönemlerinde BOI<sub>5</sub> değerleri düşük çıkmış, ancak sıcaklığın arttığı dönemlerde ortamda organik madde ve bakteriyel etkinliklerin artmasına bağlı olarak daha yüksek değerler bulunmuştur. Tersakan Çayı yıllık ortalama BOI<sub>5</sub> değeri bakımından incelendiğinde, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne göre I. sınıf su kalitesi özelliğindedir (Tablo 1.1).

**pH Değeri:** Doğal sularda kimyasal ve biyolojik sistemler için önemli bir faktör olan pH değerinin 6,0–8,5 sınır değerinin dışına çıkması canlı hayatını olumsuz yönde etkilemektedir [17]. Hem [18], genel olarak kirlenmemiş bölgelerdeki akarsuların pH aralıklarının 6,5–8,5 arasında olduğunu ve gece oksidasyon yoluyla organizmaların ortama verdiği karbondioksit ve gün boyunca çözülmüş karbondioksitin akuatik bitkiler tarafından fotosentezde kullanılması sonucu pH' da inişler ve çıkışlar meydana gelebileceğini ifade etmiştir. Tersakan Çayı' nda mevsimlere göre en düşük pH değeri



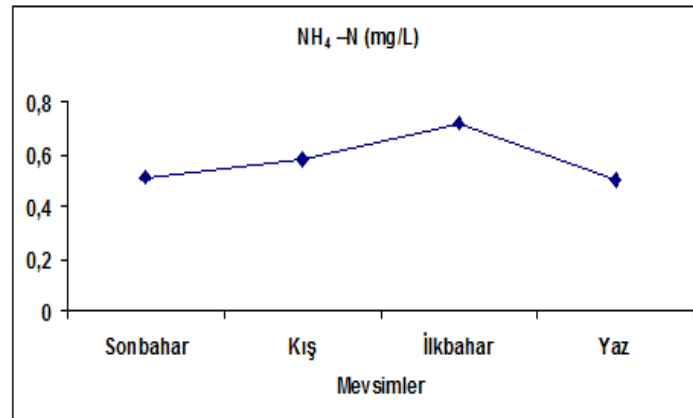
İlkbahar döneminde 7,34 olarak, en yüksek pH değeri ise yaz döneminde 8,005 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Tersakan Çayı' nın ortalama pH değerlerinin mevsimlere göre değişimi

Tersakan Çayı pH değeri bakımından nötre yakın veya hafif alkali durumdadır. Bununla beraber arazinin jeolojik yapısından kaynaklandığı düşünülebilir. HDC [19], suyun pH' nı önemli ölçüde akarsu havzasının toprak yapısı ve jeolojisinin belirlediğini bildirmiş ve akarsu havzasının jeolojisine bağlı olarak akarsularda pH' nın genellikle 6,0–9,0 arasında değiştiğini kaydetmiştir. Ayrıca evsel veya endüstriyel etkenlerde pH değerini artırıcı veya azaltıcı etkiye sahip olabilir. Çünkü doğal suların asit–baz dengesini endüstriyel atıklar etkilemektedir [20]. Tersakan Çayı yıllık ortalama pH değeri bakımından incelendiğine sucul canlıların yaşam alanı için uygun olup, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne göre I. sınıf su kalitesi özelliğindedir. TS266 [5] İnsani Tüketim Amaçlı Sular kriterlerinin Sınıflandırması' na göre ise yine kabul edilebilir değerler arasında olduğu görülmektedir (Tablo 1.1).

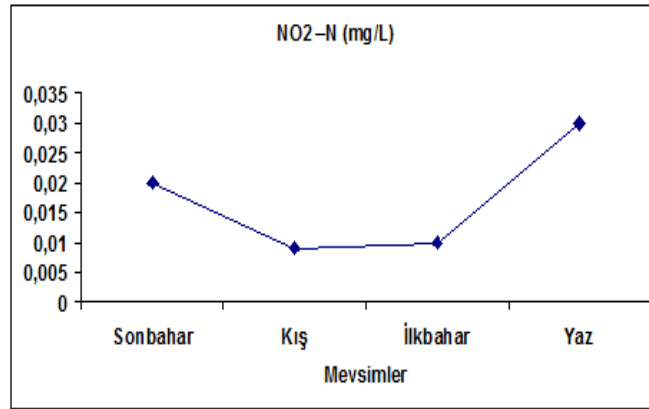
**Amonyum Azotu (NH<sub>4</sub>-N, mg/L):** Amonyum azotu genellikle çözülmüş oksijenden sonra ikinci önemli su kalitesi parametresidir [9]. Amonyum azotu pek çok alg ve yüksek sucul bitkiler tarafından doğrudan absorbe edilir [21]. Bu madde doğal olarak tüm yüzey ve atık sularda bulunmaktadır [22]. Tersakan Çayı' nda mevsimlere göre düşük amonyum azotu değeri yaz döneminde 0,5 mg/L olarak, en yüksek amonyum azotu değeri ise ilkbahar döneminde 0,72 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5.** Tersakan Çayı' nın ortalama amonyum azotu (mg/L) değerlerinin mevsimlere göre değişimi

Mevsimsel olarak yaz ayları dışında amonyum değerinin genelde normal değerlerin biraz üzerinde olduğu belirlenmiştir. Özellikle ilkbahar ve kış aylarındaki kısmi artış evsel atıkların, endüstriyel kaynaklı organik kirleticilerin ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübrelerin yağmur suları ile bu akarsuya taşınmasından kaynaklanmış olabilir. Tersakan Çayı yıllık ortalama amonyum azotu değeri bakımından incelendiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne göre II. sınıf su kalitesi özelliğindedir. TS266 [5] İnsani Tüketim Amaçlı Sular Kriterlerinin Sınıflandırması' na göre değerlendirildiğinde kabul edilebilir değerlerin biraz üzerinde olduğu görülmektedir. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY), "İç Sulara ve Denizlerdeki İstihsal Yerlerine Dökülmesi Yasak Olan Zararlı Maddeler ve Alıcı Ortama Ait Kabul Edilebilir Değerler Listesi, Alıcı Ortama Ait Kabul Edilebilir Değerler" [4] tablosunda verilen standart değerlere göre değerlendirildiğinde ise tolere edilebilir değerin oldukça üzerinde olduğu görülmektedir (Tablo 1.1).

**Nitrit Azotu (NO<sub>2</sub>-N, mg/L):** Sularda nitrit azotunun asıl kaynağını organik maddeler, azotlu gübreler ve doğadaki bazı mineraller oluşturmaktadır ([9], [23]). Nitrit, temiz sularda bulunmaz veya eser düzeyde bulunmaktadır. Nitrit kararsız bir bileşik olduğu için sürekli ortamda bulunması genellikle evsel ve endüstriyel atıkların bir göstergesidir [24]. Tersakan Çayı' nda mevsimlere göre en düşük nitrit azotu değeri kış döneminde 0,009 mg/L olarak, en yüksek nitrit azotu değerleri ise yaz döneminde 0,03 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.6).

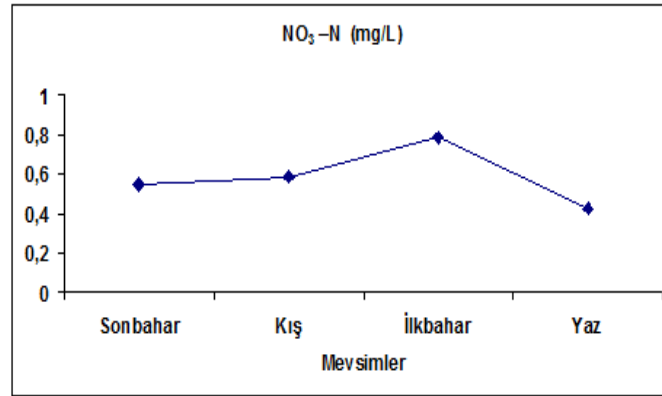


**Şekil 3.6.** Tersakan Çayı' nın ortalama nitrit azotu (mg/L) değerlerinin mevsimlere göre değişimi

Mevsimsel sonuçlara bakıldığında; Tersakan Çayı' nın nitrit değerleri genellikle yaz döneminde yüksek çıkmıştır. Bu dönemde su debisi düşer ve su durgunlaşır, sudaki mikroorganizma aktiviteleri artarak organik maddelerin ayrışması hızlanır. Bu nedenle bu dönemde nitrit azotu artışı olduğu düşünülebilir. Kış ve ilkbahar dönemlerinde ise yağışlara bağlı olarak su debisi yükseldiği için bu parametrede seyreilmeye bağlı düşüş olduğu düşünülebilir. Tersakan Çayı yıllık ortalama nitrit azotu değeri bakımından incelendiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne göre III. sınıf su kalitesi özelliğinde, TS266 [5] İnsani Tüketim Amaçlı Sular Kriterlerinin Sınıflandırması' na göre değerlendirildiğinde ise kabul edilebilir değerler arasında olduğu görülmektedir (Tablo 1.1).

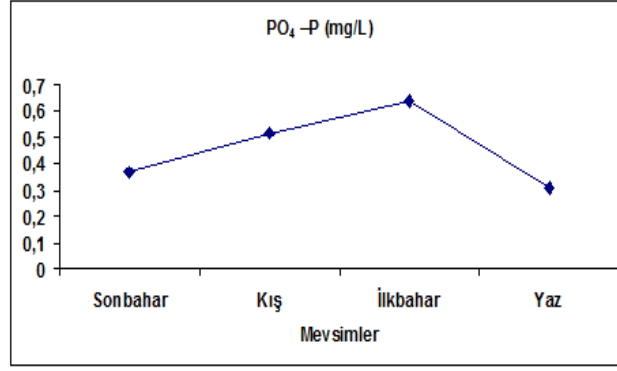
**Nitrat Azotu ( $\text{NO}_3\text{-N}$ , mg/L):** Sularda nitrat azotunun kaynağını organik maddeler, azotlu gübreler ve doğadaki bazı mineraller oluşturmaktadır ([23], [9]). Çevresel koşulların etkisi ile özellikle sel zamanlarında ve organik kirlenmenin olduğu dönemlerde, kanalizasyon sularının akarsuya karışması durumunda nitrat azotu derişimi yükselmektedir ([23], [14]). Ayrıca yüzey sularında nitrat azotunun yüksek çıkması, evsel ya da yoğun tarımsal etkinliklere de bağlanmaktadır ([25]). Tersakan Çayı'nda mevsimlere göre ise en düşük nitrat azotu değeri sonbahar döneminde 0,41 mg/L olarak, en yüksek nitrat azotu değeri ise ilkbahar döneminde 0,77 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.7).

Mevsimlere göre nitrat azotu değeri ilkbahar döneminde fazla bulunmuştur. Bunun nedeni yağışlı dönemlerde özellikle yağmur sularının tarım arazilerini yıkaması sonucunda suda kolayca çözünen nitrat azotunun akarsuya karışması düşünülebilir. Tersakan Çayı yıllık ortalama nitrat azotu değeri bakımından incelendiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre I. sınıf su kalitesi özelliğindedir. TS266 [5] İnsani Tüketim Amaçlı Sular Kriterlerinin Sınıflandırması'na ve Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY) [4] tablosunda verilen standart değerlere göre değerlendirildiğinde tolere edilebilir değerler arasında olduğu görülmektedir (Tablo 1.1).



**Şekil 3.7.** Tersakan Çayı'nın ortalama nitrat azotu (mg/L) değerlerinin mevsimlere göre değışimi

**Orto-fosfat fosforu  $\text{PO}_4\text{-P}$  (mg/L):** Sucul ortamdaki fosfor bitkiler tarafından özümленerek canlı yapıya katılır. Yüzey sularında artışının ötrofikasyona (ikincil kirlenme)'a yol açtığı, evsel atıklardaki fosfor kaynağını temizlik maddeleri, lağım suyu ve yiyecek maddelerinin oluşturduğu bilinmekle birlikte, bu besleyici elementin % 91'inin tarımsal alanlardan kaynaklandığı, ayrıca volkanik kayalar, meteoritler ve toprağın da fosforun kaynağını oluşturduğu, sudaki fosfor miktarının 0,05-0,3 mg/L arasında değıştiği bildirilmektedir ([23], [14], [9], [16]). Tersakan Çayı'nda mevsimlere göre ise en düşük Orto-fosfat fosforu değeri yaz döneminde 0,31 mg/L olarak, en yüksek Orto-fosfat fosforu değeri ise ilkbahar döneminde 0,64 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.8).



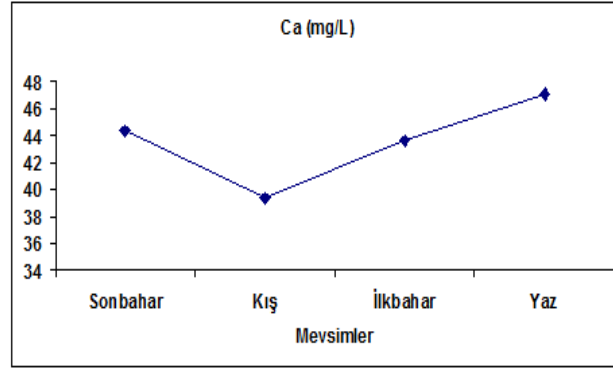
**Şekil 3.8.** Tersakan Çayı' nın ortalama orto-fosfat fosforu (mg/L) değerlerinin mevsimlere göre değişimi

Tersakan Çayı yıllık ortalama orto-fosfat fosforu değeri bakımından incelendiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne göre III. sınıf su kalitesi özelliğindedir. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY) [4] tablosunda verilen standart değerlere göre değerlendirildiğinde ise tolere edilebilir değerler arasında olduğu görülmektedir (Tablo 1.1).

Sonuç olarak Tersakan Çayı azotlu ve fosforlu bileşikler açısından değerlendirildiğinde; ölçüm yapılan tüm mevsimlerde azotlu ve fosforlu bileşiklerin konsantrasyonlarının yüksek olduğu görülmüştür. Azot ve fosfor yüzey sularında birincil üretimi sınırlayarak trofik durumu belirleyen başlıca besin elementleridir. Doğal miktarları kayalık ve toprak yapısı, bitki örtüsü, yağış, erozyon ve yüzey akışları gibi coğrafik, jeolojik ve iklimsel faktörlere göre değişmektedir [26]. Orto fosfatlar ise, sulara evsel atıklar, kimyasal gübreler, bitki ve hayvan atıkları, endüstriyel atıklar, kaya ve topraklardan geçer [27].

Mevcut veriler, tarımsal gübre kullanımı ile yerleşim alanlarından yayılı deşarjların Tersakan Çayı'nda azot ve fosfor miktarlarının değişiminde başlıca etmenler olduğuna işaret etmektedir. Günümüzde en fazla azot ve fosfor yoğunluğu gübrelenmiş çiftlik arazilerinde bulunmaktadır [28]. Suların, tarımda kullanılan kimyasal gübrelerdeki fosfat ve nitratlar tarafından kirletilmesi en önemli problemlerden birisidir. Tersakan Çayı etrafında bulunan tarım arazilerinde kullanılan sulama suyu doğrudan bu çaya karışmaktadır. Ayrıca yağışlı dönemlerde bu besleyici tuzlar (nitrit, nitrat, amonyum ve fosfat) özellikle yağmur sularının tarım arazilerini yıkaması sonucunda kolayca akarsuya karışmakta ve bu parametrelerin artışına neden olmaktadır. Tersakan Çayı'nın içinde bulunduğu Dalaman Havzası kalkerli kayalık yapıya sahiptir. Bu yüzden, yaz aylarında tarım arazileri için kullanılan sulama suları ile azotlu ve fosforlu bileşikler yüzeyden yıkanarak yer altı sularıyla karışmakta ve yine akarsuya karışmaktadır.

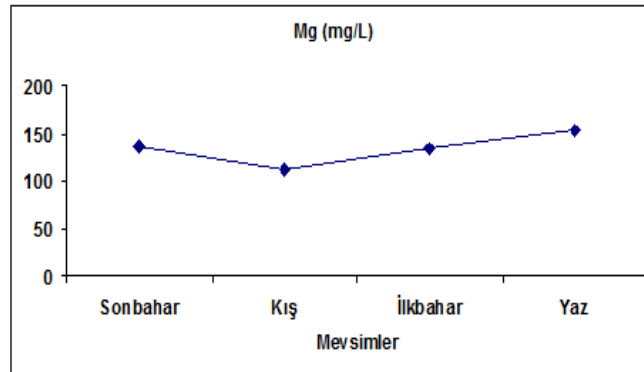
**Kalsiyum (Ca, mg/L):** Kalsiyum ortamda en bol bulunan iyon olup, tüm canlıların metabolik etkinlikleri ile ilişkiye girerek bazı sucul hayvanların kabuk yapısında, özellikle omurgalıların bilhassa balıkların kemik oluşumunda, bitkilerde kireç birikiminde, alglerin ve yüksek bitkilerin gelişiminde ve diğer canlıların dağılımında oldukça önemlidir ([29], [14]). Tersakan Çayı'nda mevsimlere göre en düşük kalsiyum değeri kış döneminde 39,37 mg/L olarak, en yüksek kalsiyum değeri ise yaz döneminde 47,07 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.9).



**Şekil 3.9.** Tersakan Çayı' nın ortalama kalsiyum (mg/L) değerlerinin mevsimlere göre değişimi

Kalsiyum miktarı doğrudan sertlikle ilgilidir. Kalsiyum değerlerinin yüksek olması suyun sertliğini gösterir. Tersakan Çayı yıllık ortalama Kalsiyum değeri bakımından incelendiğinde TS266 [5] İnsani Tüketim Amaçlı Sular Kriterlerinin Sınıflandırması' na ve Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY) [4] tablosunda verilen standart değerlere göre değerlendirildiğinde tolere edilebilir değerler arasında olduğu görülmektedir (Tablo 1.1).

**Magnezyum (Mg, mg/L):** Magnezyumun sularda bitkiler için yaşamsal önemi vardır. Çünkü magnezyum klorofilin bileşiminde bulunmaktadır. Sularda, magnezyum oranı düştükçe fitoplanktonik verimlilikte azalmaktadır [16]. Tersakan Çayı' nda mevsimlere göre en düşük magnezyum değeri kış döneminde 111,5 mg/L olarak, en yüksek magnezyum değeri ise yaz döneminde 153,87 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.10).

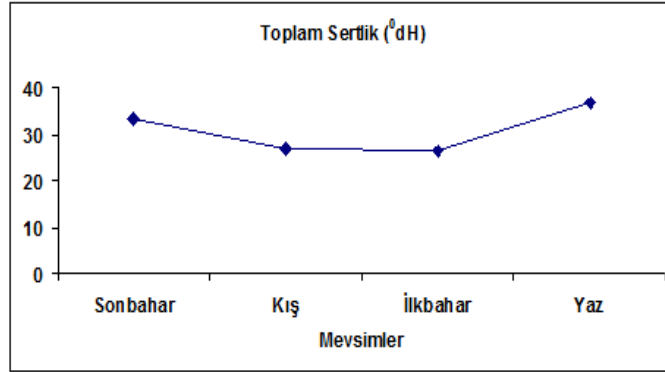


**Şekil 3.10.** Tersakan Çayı' nın ortalama magnezyum (mg/L) değerlerinin mevsimlere göre değişimi

Normal olarak tatlı sularda kalsiyum, magnezyumdan daha fazla bulunmaktadır. Kalsiyumun, magnezyuma oranı kirlenmemiş sularda yaklaşık olarak 4-5:1' dir [30]. Tersakan Çayı' nda Ca ve Mg arasındaki bu oran bozulmuştur. Bunun nedeni olarak da akarsu akağının jeolojik yapısı veya suya karışan kirlilik yükünden olduğu düşünülebilir. Kış ve ilkbahar dönemlerinde özellikle yağmurlu günlerden sonra yani seyreltmenin en çok olduğu dönemlerde  $Mg^{++}$  ve  $Ca^{++}$  değerlerinde düşme olmuştur. Akarsu debisinin düşük olduğu sıcak ve kurak dönemlerde ise artma olmuştur. Tersakan Çayı yıllık ortalama Magnezyum değeri bakımından incelendiğinde TS266 [5] İnsani Tüketim Amaçlı Sular Kriterlerinin Sınıflandırması' na ve Tarım ve Köy İşleri

Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY) [4] tablosunda verilen standart değerlere göre oldukça yüksek değerlerde olduğu görülmektedir (Tablo 1.1).

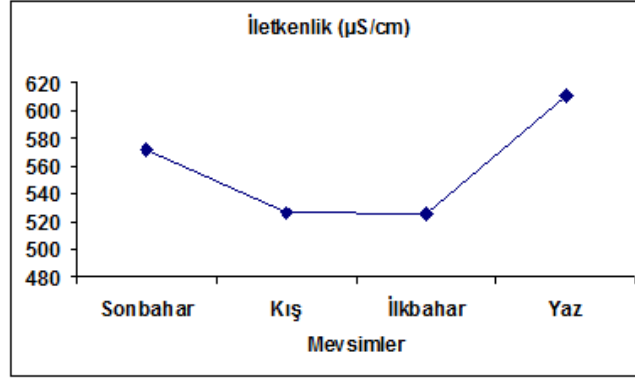
**Toplam Sertlik ( $^{\circ}\text{dH}$ ):** Suyun sertliği denince suda bulunan toprak alkali iyonlarının miktarı akla gelmektedir. Toprak alkali iyonları adı altında kalsiyum, magnezyum, stronsiyum ve baryum iyonları yer almaktadır [31]. Suyun sertliği kalsiyum ve magnezyum tuzlarının miktarına bağlıdır. Yüksek miktarda kalsiyum ve magnezyum içeren sular "Sert sular" olarak nitelendirilir. Bunun birimi de CaO mg/L olarak belirlenmiştir. 1 Alman sertliği ( $^{\circ}\text{dH}$ )= 10 mg CaO/L veya 7,19 mg MgO/L' dir [32]. Tersakan Çayı' nda mevsimlere göre en düşük toplam sertlik değeri ilkbahar döneminde 26,47  $^{\circ}\text{dH}$  olarak, en yüksek toplam sertlik değeri ise yaz döneminde 36,82  $^{\circ}\text{dH}$  olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.11).



**Şekil 3.11.** Tersakan Çayı'nın ortalama toplam sertlik değerlerinin mevsimlere göre değişimi

Tersakan Çayı' nda sertlik değerlerine bakıldığında "sert su" kategorisi içerisinde değerlendirilebilir. Bunun da arazinin jeolojik yapısından kaynaklandığı düşünülebilir. Samsunlu [33], sulardaki sertliğin büyük ölçüde toprak ve kayalara temas sonucu; Wetzel ve Likens [34] ile Allan [35], kalsiyum ve magnezyum tuzlarından ileri geldiğini ve karbonat, bikarbonat, sülfat, klorür ve mineral asitlerin diğer iyonları ile kombinasyon oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Tersakan Çayı' nda, akımın yüksek olduğu kış ve ilkbahar aylarında toplam sertlik konsantrasyonları düşük, akımın düşük olduğu yaz aylarında ise toplam sertlik konsantrasyonlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu akımın düşük olduğu aylarda ortalama toplam sertlik konsantrasyonunun arttığını, akımın yüksek olduğu aylarda ise ortalama toplam sertlik konsantrasyonunun azaldığını ifade eden Risch [36]' in çalışmasıyla uyum içerisindedir.

**Elektriksel iletkenlik ( $\mu\text{S/cm}$ ):** Elektriksel iletkenlik, suda bulunan tuzların veya çözünebilir maddelerin miktarlarının toplamıdır. Suyun elektriksel iletkenliği, hem jeolojik etkenlere hem de dışarıdan gelen etkilere bağlıdır. Elektriksel iletkenlik tuzluluk ve sıcaklık artışına paralel olarak artış göstermektedir [32]. Tersakan Çayı' nda mevsimlere göre en düşük elektriksel iletkenlik değeri ilkbahar döneminde 525,5  $\mu\text{S/cm}$  olarak, en yüksek elektriksel iletkenlik değeri ise yaz döneminde 610,5  $\mu\text{S/cm}$  olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.12).



**Şekil 3.12.** Tersakan Çayı' nın ortalama elektrik iletkenliği ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) değerlerinin mevsimlere göre değişimi

Tersakan Çayı' nda su akımının düşük olduğu sonbahar ve yaz dönemlerinde elektriksel iletkenlik değeri yüksek çıkarken, kış ve ilkbahar dönemlerinde ise yağışların artması ile birlikte su akımının da yükselmesi çözülmüş katıların konsantrasyonunun düşmesine neden olduğundan elektriksel iletkenlik değerinin düşük çıktığı düşünülmektedir. O'Neill vd. [37], elektriksel iletkenlik ile toplam çözülmüş katı maddeler arasında bir ilişkinin olduğunu; USEPA [10], elektriksel iletkenliğin su akışları vasıtasıyla bölgenin jeolojisi tarafından birinci derecede etkilendiğini, sıcaklığın artmasıyla elektriksel iletkenliğin arttığını ve bazı katyonların varlığıyla değişim gösterdiğini rapor etmişlerdir. Tersakan Çayı yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değeri bakımından incelendiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne göre II. sınıf su kalitesi özelliindedir. TS266 [5] İnsani Tüketim Amaçlı Sular Kriterlerinin Sınıflandırması' na göre değerlendirildiğinde ise kabul edilebilir değerler arasında olduğu görülmektedir (Tablo 1.1).

#### 4. Sonuç

Sonuç olarak Tersakan Çayı' ndaki fiziko-kimyasal verilerin değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçlar Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre; sıcaklık,  $\text{BOI}_5$ , pH ve nitrat azotu bakımından I.sınıf, çözülmüş oksijen, amonyum azotu ve iletkenlik bakımından II. sınıf, nitrit azotu ve orto fosfat fosforu bakımından ise III. sınıf su özelliğine sahip olduğu, sertlik bakımından ise "sert su" olarak belirlenmiştir. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY), "İç Sulara ve Denizlerdeki İstihsal Yerlerine Dökülmesi Yasak Olan Zararlı Maddeler ve Alıcı Ortama Ait Kabul Edilebilir Değerler Listesi, Alıcı Ortama Ait Kabul Edilebilir Değerler" [4] tablosunda verilen standart değerlere göre değerlendirildiğinde nitrat azotu, orto fosfat fosforu ve kalsiyum için uygun olmakla birlikte, amonyum azotu ve magnezyum için sınır değerlerin üstünde bulunmuşlardır. TS266 [5] İnsani Tüketim Amaçlı Sular Kriterlerinin Sınıflandırma tablolarına göre, amonyum azotu ve magnezyum sınır değerlerinin üstünde, sıcaklık, pH, nitrit azotu, nitrat azotu, kalsiyum ve sertlik sınır değerlerine uygun bulunmuştur. Bu sonuca göre, Tersakan çayının iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olduğu ve önemli bir kirlilik problemi olmadığı belirlenmiştir. Çayın fiziksel ve kimyasal özelliklerin sucul canlılar için uygun olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, tarım alanlarının sulanması nedeniyle yaz aylarında su seviyesindeki bir azalma kirlilik parametreleri seviyesinde bir artışa neden olmuştur.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı destekleyen Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, **Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi**' ne (BAP) (Proje No: 2011-14), fiziko-kimyasal analiz sonuçlarının yorumlanmasında yardımcı olan Prof. Dr. Murat BARLAS 'a teşekkür ederim.

## Kaynaklar

- [1]. Taş, B. Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi, *Ekoloji Dergisi*, 15. 61. 6–15. (2006).
- [2]. Yılmaz, F., Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın Fiziko- Kimyasal Özellikleri. *Ekoloji* 13, 50, 10-17, (2004).
- [3]. SKKY. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. *Resmi Gazete*, 30 Kasım 2012, sayı: 28483, Ankara (2012).
- [4]. Anonim, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığından Su Ürünleri Yönetmeliği, 09.08.2005 tarihli *Resmi Gazete*, No: 25901, (2005).
- [5]. Anonim, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Türkiye Cumhuriyeti *Resmi Gazete*, No: 25730, Ankara (2005).
- [6]. Barlas, M., İmamoğlu, Ö. ve Yorulmaz, B. Tersakan Çayı' nın (Muğla-Dalaman) Su Kalitesinin İncelenmesi, XVI. *Biyoloji Kongresi Özet kitapçığı*, 4–7 Eylül, Malatya. (2002).
- [7]. Barlas, M. ve Yorulmaz, B. Su Samurları (*Lutra lutra*)' nın Muğla ve Çevresindeki Yayılışı, *Tabiat ve İnsan*: 34 (1): 18–23. (2000).
- [8]. Alas, A., Cil OHS. An Investigation of Water Quality Parameters at Some Springs Supplying Drinking Water for Aksaray. *Ekoloji* 11 (42): 40–44. (2002).
- [9]. Egemen, O. Su Kalitesi. *Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir*. (2006).
- [10]. USEPA. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastewater, EPA–600/4–79–020, US. *Environmental Protection Agency*. (1979).
- [11]. Taşdemir, M. ve Göksu, Z.L. Asi Nehri' nin (Hatay-Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18, 1–2, 55–64. (2001).
- [12]. Jonnalagadda, S.B. ve Mhere, G. Water quality of the Odzi River in the Eastern Highlands of Zimbabwe. *Water Research*, 35 (10), 2371–2376. (2001).
- [13]. Sinokrot, B.A. ve Gulliver, J.S. In-Stream Flow İmpact on River Water Temperatures. *Journal of Hydraulic Research*, 38, 5, 339–350. (2000).
- [14]. Tanyolaç, J. *Limnoloji* (2. Baskı), Hatipođlu Yayınevi, Ankara, 237s. (2000).
- [15]. Kocataş, A. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, İzmir. (2006).
- [16]. Cirik, S. ve Cirik, Ş. Limnoloji. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, İzmir. (2008).
- [17]. Goldman, C. ve Horn, A.J. *Limnology*. Mc Graw Hill International Book Company, Tokyo, 404s. (1983).
- [18]. Hem, J.D. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. U. S. *Geological Survey Water-Supply Paper* 2254, 263p. (1985).
- [19]. HDC. *Water Quality Parameters*. Chemical and Physical Factors Influencing Water Quality in Rivers and Streams, Hauraki District Council, 38p. (2003).
- [20]. Polat, M. Akarsu ve Göllerde İzlenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler. *Su Kalitesi Yönetimi Semineri Bildiri Kitabı*, Ankara, 45–57s. (1997).



- [21]. Melzer, A. ve Exler, D. Nitrate and Nitrite Reductase Activities in Aquatic Macrophytes. *Studies in Aquatic Vascular Plants, Royal Bot. Soc. Bel. Brussels.*, 128-135. (1982).
- [22]. Anonymous. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Türkiye Cumhuriyeti *Resmi Gazete* No: 25730, Ankara. (2005).
- [23]. Baltacı, F. *Su Analiz Metodları*. Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü İçme suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara. (2000).
- [24]. Girgin, S. ve Kazancı, N. Ankara Çayı' nda Su Kalitesini Belirlemek İçin Taban Büyük Omurgasızların Fiziko-Kimyasal Parametrelerle Birlikte Kullanılması. *XII. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiri Kitabı*, Edirne, S.235–239. (1994).
- [25]. Chapman, D. ve Kimstach, V. *Selection of Water Quality Variables*. In: Chapman D (ed), *Water Quality Assessments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. University Press, Cambridge. (1996).
- [26]. Wetzel, *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Third edition, Academic Press, California, 1006pp, (2001).
- [27]. Giritlioğlu, T. *İçme Suyu Kimyasal Analiz Metodları*, İller Bankası Yayını, No: 18, 343 s., Ankara, (1975).
- [28]. Akman, Y., Ketenöğlü, O., Evren, H., Kurt, L. ve Düzenli, S. Çevre Kirliliği, Çevre Biyolojisi. *Palme Yayıncılık*, Ankara, 189s. (2000).
- [29]. Allan, J.D., *Stream Ecology*. Chapman and Hall, London. (1996).
- [30]. Hütter, L.A. *Wasser und Wasseruntersuchung*. 2 Auflage, Laborbücher: Chemie. Diesterweg Salle Sauerlaender, Frankfurt am Main, Berlin, München. (1984).
- [31]. Höll, K. Wasser (Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung, Chemie, Bakteriologie, Virologie, Biologie). 6. Auflage, de Gruyter, Berlin. (1979).
- [32]. Barlas, M., İkiel, C. ve Özdemir, N. Gökova Körfezi' ne Akan Tatlı Su Kaynaklarının Fiziksel ve Kimyasal Açından İncelenmesi. In: Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. *Su Ürünleri Sempozyumu Bildirileri*, 14–16 Haziran 1995, Erzurum, 704–712. (1995).
- [33]. Samsunlu, A. Çevre Mühendisliği Kimyası. *Sam-Çevre Teknolojileri Merkezi yayınları*, Ankara, 396s. (1999).
- [34]. Wetzel R.G. ve Likens, G.E. *Limnological Analyses*. 2th edition, Spinger Verlag, New York, 391p. (1991).
- [35]. Allan, J.D. Stream Ecology Structure and Function of Running Waters. *Kluwer Academic Publishers*, London, 388p. (1995).
- [36]. Risch, M.R. Chemical and Biological Quality of Surface Water at the U.S. Army Atterbury Reserve Forces Training Area Near Edinburg, Indiana. Semptember 2000 through July 2001, *Geological Survey Water-Resources Investigations Report* 03–4149, 87p. (2004).
- [37]. O'Neill, H.J., McKim, M., Allen, J. ve Choate, J. Monitoring Surface Water Quality: A Guide for Citizens. Students and Communities in Atlantic Canada, Canada-New Brunswick *Water/Economy Arrangement*, 101p. (1994).