



ISPARTA DERESİ VE KOLLARININ SU KALİTESİNİN FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELERE GÖRE BELİRLENMESİ

Ömer ERDOĞAN^{ID}

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Yalvaç Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü, 32400, Isparta, Türkiye

E-posta: omererdogan@isparta.edu.tr

Özet: Bu araştırma, Isparta Deresi ve ona bağlı kollarının fizikokimyasal su kalitesi parametrelerini inceleyerek suyun kalite sınıflandırmasını yapmayı amaçlamıştır. Çalışma, Aralık 2012 ile Eylül 2013 tarihleri arasında, dere üzerinde belirlenen on istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilmiştir. Toplanan su numunelerinde biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), klorür, orto-fosfat, nitrat azotu, nitrit azotu ve amonyum azotu gibi parametrelerin analizleri laboratuvar ortamında yapılmıştır. Bunun yanı sıra, pH, çözünmüş oksijen, su sıcaklığı ve elektriksel iletkenlik değerleri arazi çalışmaları sırasında multiparametre su kalitesi ölçüm cihazı kullanılarak doğrudan tespit edilmiştir. Klee'nin yöntemine göre yapılan değerlendirmelerde, ilk altı istasyondan alınan örneklerin “az kirlenmiş” su kategorisine, diğer istasyonların ise “kirlenmemiş” su sınıfına girdiği saptanmıştır. İlk istasyonlardaki görece yüksek kirlilik düzeyinin, Isparta şehir merkezinden ve özellikle deri işleme tesislerinden kaynaklanan atık yüküyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Öte yandan, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği kriterleri dikkate alındığında, tüm istasyonların **I. sınıf (yüksek kaliteli su)** olarak sınıflandırıldığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Isparta Deresi, Su kalitesi, Yerüstü Su Kalite Yönetmeliği

Isparta Creek and its Tributaries Water Quality Abstract

Abstract: This study aimed to classify the water quality of the Isparta Stream and its tributaries by examining their physicochemical water quality parameters. The research was conducted seasonally at ten stations along the stream between December 2012 and September 2013. Laboratory analyses were carried out for parameters such as biochemical oxygen demand (BOD), chloride, orthophosphate, nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, and ammonium nitrogen. In addition, pH, dissolved oxygen, water temperature, and electrical conductivity values were directly measured in the field using a multiparameter water quality equipment. According to the evaluations based on Klee's method, samples from the first six stations were categorized as “slightly polluted,” while the remaining stations were classified as “unpolluted.” The relatively higher pollution levels observed at the initial stations were considered to be associated with wastewater discharges from the Isparta city center, particularly from leather processing facilities. On the other hand, when evaluated according to the criteria of the Surface Water Quality Regulation, all stations were classified as Class I (high-quality water).

Keywords: Isparta Stream, Water quality, Surface Water Quality Regulation

1- GİRİŞ

Su, yaşamın sürdürülebilirliği için vazgeçilmez bir öneme sahiptir. Temel bir besin maddesi olmasının ötesinde, bünyesinde barındırdığı mineral ve çeşitli bileşiklerle, organizmadaki tüm biyokimyasal süreçlerin gerçekleşmesinde kilit bir rol üstlenir. Suyun işlevleri, vücudun pH dengesinin sağlanmasından, hücre içindeki molekül ve organeller için bir taşıyıcı ortam oluşturmaya; besin maddelerinin ve metabolik atıkların gerekli bölgelere iletimine kadar uzanan hayati bir dizi görevi kapsar. Bu bağlamda, yaşamın su olmadan var olması mümkün değildir. Su, canlı organizma ve canlılık olgusunun temel yapı taşıdır. Ayrıca su, sayılan tüm bu işlevlerinin yanı sıra, birçok canlı için fiziksel bir yaşam alanı da oluşturmaktadır (1,2,3,4).

Göl, nehir, deniz ve okyanus gibi su ortamlarına yönelik "sınırsız atık alanı" algısı, terk edilmesi gereken tehlikeli bir anlayıştır. Akarsular, karasal kirliliğin taşınmasında kritik bir rol oynarken, aynı zamanda bu kirlilikten en fazla etkilenen hassas ekosistemlerdir. İnsan faaliyetlerinin yarattığı kirlilik yükü, bu sistemlerin doğal kendini temizleme kapasitesini aşmış durumdadır. Sürdürülebilir bir gelecek için, atık yönetimi politikalarının sucül ekosistemlerin taşıma kapasitesini dikkate alması, endüstriyel ve evsel atık suların ileri düzeyde arıtılması ve tarımsal uygulamaların iyileştirilmesi hayati önem taşımaktadır. Aksi takdirde, temiz su kaynaklarına erişim, giderek büyüyen küresel bir krize dönüşmeye devam edecektir. Sularda meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirlenme, suyun kalitesi ile doğal özelliklerinde bozulmalara yol açmaktadır. Söz konusu bu değişimler, sucül ekosistemde yaşayan canlılar üzerinde ciddi boyutta olumsuz etkiler oluşturmaktadır (5,6,7,8,9). Alanda yapılan çalışmaların bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Kalyoncu (2006), Isparta Deresinin su kalitesini fizikokimyasal değişkenlere ve epilitik diatomlara göre belirlemiştir (10).

Kalyoncu ve Zeybek (2009), Ağlasun ve Isparta derelerinin bentik faunasına göre su kalite sınıflarını belirlemeye yönelik çalışma yapmışlardır (11).

Kalyoncu vd.; 2016, Isparta Deresi su ve sediment deki ağır metal birikimini incelemiş, Cd, Mo ve Se elementlerinin yaz mevsiminde artış gösterdiği ve dereye en çok Fe metalinin bulunduğunu bildirmişlerdir (12).

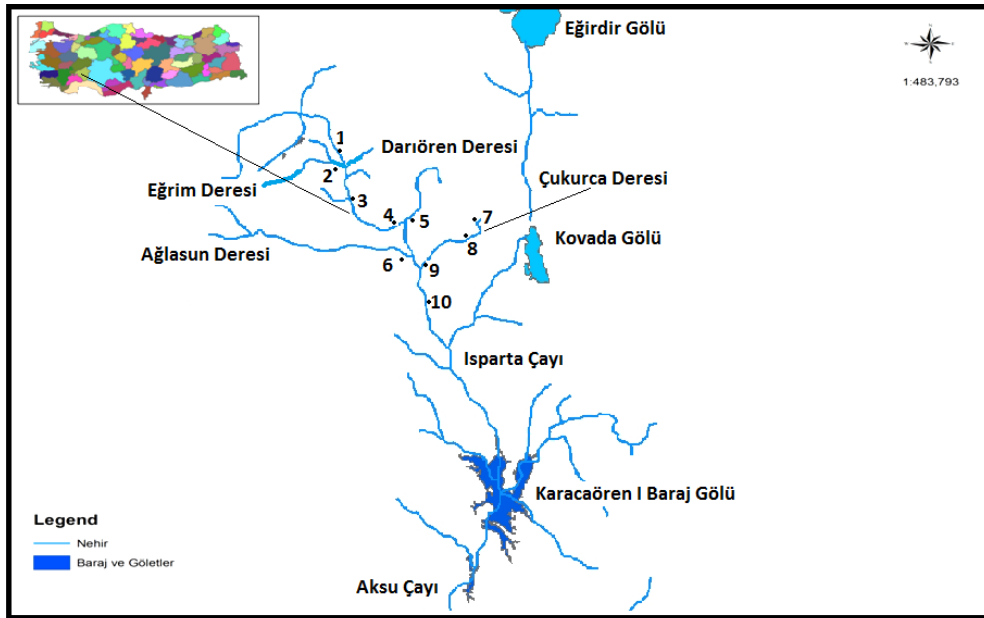
Özel vd.; 2019, Isparta Deresinin Simulidae familyasına göre su kalitesini belirlemeye yönelik çalışma yapmışlardır.
(13).

Bu araştırma, Isparta Deresi ve ona bağlı kollarının fizikokimyasal su kalitesi parametrelerini inceleyerek suyun kalite sınıflandırmasını yapmayı amaçlamıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Araştırma Alanı ve Örneklem Yerleri

Isparta Deresi'nin başlangıcı, Isparta İl'ine bağlı Dere mahallesindeki kaynaklardan oluşmaktadır. Ancak dere, kış ve ilkbahar aylarında gerçekleştirilen bahçe sulama faaliyetleri ve alüvyonlu zeminin suyu tutması nedeniyle yaz aylarında kurumaktadır. Isparta şehir merkezinden geçiş yapan bu akarsu, güzergahı boyunca halı yıkama tesisleri, tabakhane atıkları, kanalizasyon deşarjları ve civardaki iplik boyama ile mermer fabrikalarının atık sularını bünyesine alır. Yaklaşık 6 km sonra güneye yönelen dere, asıl güçlü akış karakterine Direkli Köyü civarında kavuşur. Bu noktada, güneyden gelen ve Akdağ'ın yamaçlarından hızla akan Eğrim Deresi, Isparta Deresi ile birleşerek ana akışı oluşturur. Eğrim Deresi, Isparta Deresi'nin en önemli koludur. Sistemin diğer başlıca kolları ise Çukurca Deresi ve Ağlasun Deresi'dir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı ve istasyonlar

2.2. Su Örneklerinin Alınması ve Saklanması

Su numunelerinin toplanması işlemi, Aralık 2012'den Eylül 2013'e kadar olan dönemi kapsayacak şekilde mevsimsel periyotlarda gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analizler için, akarsuyun ana akım hattından 1 litre su, renkli plastik şişeler içerisinde alınmıştır. Numunelerde ölçülmesi planlanan biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$), amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), klorür (Cl^-) ve ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) parametrelerinin analizleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Jeotermal Enerji, SDÜ Yeraltı Suyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi laboratuvarlarında yapılmıştır. Su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), çözülmüş oksijen (O_2), pH ve elektriksel iletkenlik (EC) gibi parametrelerin ölçümleri, numunelerin sahada alındığı sırada anında gerçekleştirilmiştir.

2.3. Fizikokimyasal Su Kalitesi Tayin Yöntemleri

2.3.1. Klee (1991)'nin Metoduna Göre Fizikokimyasal Su Kalitesi Değerlendirmesi

Klee (1991) tarafından geliştirilen (14) ve fizikokimyasal verilere dayalı su kalitesi değerlendirme metodolojisi, suları niteliklerine göre sınıflandırmak üzere toplam yedi kategoriden oluşan bir sistem önermektedir. Bu sınıflandırma şeması, su kalitesini temel düzeyden en yüksek kirlilik seviyesine kadar kademeli bir şekilde tanımlamayı amaçlar. Sistem, kalite durumunu genel hatlarıyla betimleyen dört ana sınıfın yanı sıra, bu ana sınıflar arasındaki geçişleri daha hassas bir şekilde belirlemeye olanak tanıyan üç ara sınıfı da içermektedir. Bu hiyerarşik yapı, su kaynaklarının ekolojik durumunun daha detaylı ve nüanslı bir şekilde yorumlanabilmesine olanak sağlamaktadır. (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı kirlenme basamaklarının istatistiki ortalama değerlerine göre kimyasal parametrelerin konsantrasyon dağılımı (Klee, 1991)

Kalite sınıfları	Org. Karbon	BOİ	Amonyum Azotu NH ₄ ⁺ -N	Nitrit Azotu NO ₂ ⁻ -N	Nitrat Azotu NO ₃ -N	Orto-Fosfat PO ₄ -P	Klorür Cl ⁻
I	1,6	1,1	0,08	0,006	1,2	0,06	8
	1,3–2,0	0,7–1,9	0,06–0,15	0,003–0,010	0,8–1,8	0,003–0,09	6–14
I-II	1,9	1,8	0,11	0,013	1,7	0,08	14
	1,4–2,4	1,2–2,8	0,09–0,21	0,008–0,033	1,0–3,9	0,04–0,21	8–26
II	2,3	3,2	0,16	0,03	3	0,19	20
	1,8–3,1	2,1–5,8	0,11–0,30	0,018–0,055	1,9–4,7	0,09–0,38	12–35
II-III	2,7	6,2	0,4	0,055	3,9	0,3	34
	2,1–3,3	4,1–7,8	0,14–0,8	0,025–0,104	2,4–6,4	0,09–0,82	22–55
III	3,8	9,9	0,9	0,11	4,4	1	45
	2,8–6,5	5,2–11,6	0,3–2,9	0,056–0,21	2,9–7,3	0,48–1,35	28–72
III-IV	5,4	10,8	2,48	0,19	7	1,7	57
	3,5–8,8	6,2–12,3	0,6–5,52	0,092–0,280	3,8–12,2	0,72–1,98	35–108
IV	9,4	14,2	12,2	0,28	2,6	2,48	70
	8,7–10,5	7,9–17	2,8–28	0,06–0,45	1,5–5,2	1,1–3,0	29–240

2.3.2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından, 2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayanılarak hazırlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) (15), kıta içi su kaynaklarının kalite sınıflandırmasını fizikokimyasal parametreler üzerinden tanımlamaktadır. Bu mevzuat hükmü uyarınca yüzeysel sular, kalitelerine göre üç ana kategoride sınıflandırılmıştır (Çizelge 2).

Bu sınıflandırma şu şekildedir:

- **Sınıf I:** Yüksek kaliteli su
- **Sınıf II:** Az kirlenmiş su
- **Sınıf III:** Kirlenmiş su (SKKY, 2021).

Çizelge 2. Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları		
	I	II	III
Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 400	1000	>1000
Çözünmüş oksijen ($\text{mg O}_2/\text{l}$)	>8	6	<6
Orto-Fosfat Fosforu (mg/l)	<0,05	0,16	>0,16
Amonyum azotu (mg /l)	<0,2	1	>1
Nitrat azotu (mg /l)	<3	10	>10
BOİ (mg/l)	<4	8	>8

3.BULGULAR

3.1.Fiziksel ve Kimyasal Parametreler

Bu araştırmada, Isparta Deresi ve yan kolları üzerinde belirlenmiş olan 10 farklı istasyonda mevsimsel periyotlarla su numuneleri alınmış ve fizikokimyasal parametre ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçülen değerlerin istasyonlara ve mevsimlere göre değişimi Çizelge 3'te sunulmuştur.

Çizelge 3. Fizikokimyasal parametrelerin istasyonlara göre mevsimsel değerleri

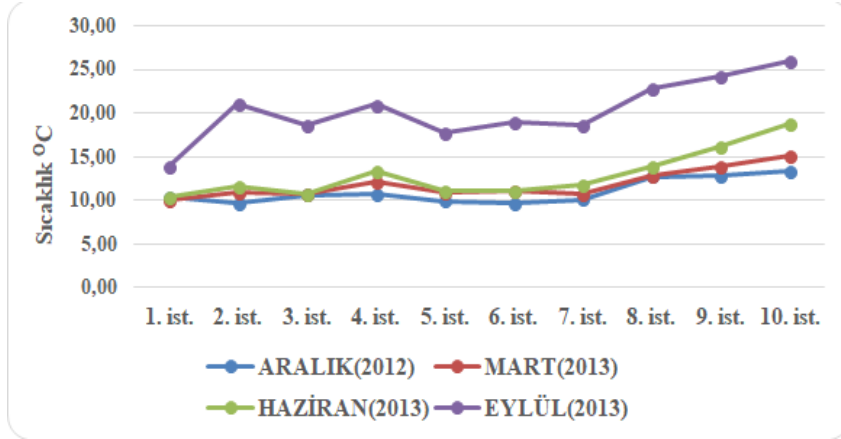
İstasyonlar	Çalışılan Dönem	O ₂ (mg/l)	PH	°C	E.C (µS/cm)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ -N (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	BOI (mg/l)
1. ist.	ARALIK (2012)	10,46	8,31	10,30	266,0	1,70	<0,01	0,40	0,09	<0,05	4,86
	MART (2013)	9,18	8,09	10,10	330,0	2,28	<0,01	0,29	0,08	<0,05	1,62
	HAZİRAN (2013)	10,24	8,09	10,30	240,5	1,43	<0,01	0,16	<0,05	<0,05	0,65
	EYLÜL (2013)	8,80	8,01	13,90	294,0	5,23	<0,01	0,82	0,07	<0,05	1,81
	Ortalama ve Standart Sapma	9,67 ±0,80	8,125 ±0,12	11,15 ±1,83	282,625 ±38,40	2,66 ±1,74		0,4175 ±0,28	0,08 ±0,01		2,235 ±1,82
2. ist.	ARALIK (2012)	9,98	8,45	9,60	336,0	3,05	<0,01	0,21	0,07	<0,05	4,43
	MART (2013)	9,48	8,18	10,90	379,0	2,94	<0,01	0,16	0,11	<0,05	0,61
	HAZİRAN (2013)	9,72	8,18	11,60	309,0	2,21	<0,01	0,08	<0,05	<0,05	2,12
	EYLÜL (2013)	9,60	7,94	21,10	484,0	3,49	<0,01	1,12	<0,05	<0,05	2,44
	Ortalama ve Standart Sapma	9,695 ±0,21	8,187 ±0,20	13,3 ±5,26	377 ±76,93	2,922 ±0,53		0,392 ±0,48	0,09 ±0,02		2,4 ±1,57
3. ist.	ARALIK (2012)	10,38	8,38	10,60	265,0	1,80	<0,01	0,34	0,07	<0,05	4,88
	MART (2013)	9,44	8,20	10,70	329,0	2,31	<0,01	0,27	0,08	<0,05	1,67
	HAZİRAN (2013)	9,43	8,20	10,70	243,5	1,43	<0,01	0,21	<0,05	<0,05	1,25
	EYLÜL (2013)	9,04	8,14	18,60	264,0	2,11	<0,01	1,12	<0,05	<0,05	1,59
	Ortalama ve Standart Sapma	9,572 ±0,56	8,23 ±0,10	12,65 ±3,96	275,375 ±37,09	1,912 ±0,38		0,485 ±0,42	0,075 ±0,007		2,347 ±1,69
4. ist.	ARALIK (2012)	9,89	8,36	10,70	407,0	2,65	<0,01	0,31	0,08	<0,05	5,49
	MART (2013)	9,25	8,29	12,10	375,0	3,16	<0,01	0,10	0,09	<0,05	0,43
	HAZİRAN (2013)	9,89	8,29	13,40	395,0	3,16	<0,01	0,03	0,06	<0,05	1,08
	EYLÜL (2013)	9,35	7,86	21,00	447,0	4,58	<0,01	0,52	0,07	<0,05	1,57
	Ortalama ve Standart Sapma	9,595 ±0,34	8,2 ±0,22	14,3 ±4,60	406 ±30,35	3,387 ±0,83		0,24 ±0,22	0,075 ±0,01		2,142 ±2,27
5. ist.	ARALIK (2012)	8,41	8,38	9,90	262,0	1,96	<0,01	0,35	0,22	<0,05	4,61
	MART (2013)	8,57	8,23	10,90	334,0	2,48	<0,01	0,22	0,10	<0,05	0,87
	HAZİRAN (2013)	8,11	8,23	11,10	175,9	1,57	<0,01	0,21	<0,05	<0,05	1,20
	EYLÜL (2013)	8,73	8,27	17,80	264,0	2,12	<0,01	0,29	<0,05	<0,05	0,66

Ömer Erdoğan, Yalvaç Akademi Dergisi, 10-2 (2025) 101-117

	Ortalama ve Standart Sapma	8,455 ±0,26	8,277 ±0,07	12,42 ±3,62	258,975 ±64,71	2,0325 ±0,37		0,267 ±0,06	0,16 ±0,08		1,83 ±1,86
		O₂ (mg/l)	pH	°C	E.C (µS/cm)	Cl⁻ (mg/l)	NO₂⁻-N (mg/l)	NO₃⁻-N (mg/l)	NH₄⁺-N (mg/l)	PO₄-P (mg/l)	BOI (mg/l)
6. ist.	ARALIK (2012)	8,80	8,49	9,60	253,0	1,88	<0,01	0,33	0,06	<0,05	4,96
	MART (2013)	8,27	8,17	11,00	326,0	2,92	<0,01	0,24	0,06	<0,05	0,38
	HAZİRAN (2013)	7,66	8,17	11,00	249,0	1,56	<0,01	0,29	0,09	<0,05	3,84
	EYLÜL (2013)	7,56	8,29	19,00	260,0	1,86	<0,01	0,31	<0,05	<0,05	1,08
	Ortalama ve Standart Sapma	8,0725 ±0,57	8,28 ±0,15	12,65 ±4,28	272 ±36,28	2,055 ±0,59		0,292 ±0,03	0,07 ±0,01		2,56 ±2,18
7. ist.	ARALIK (2012)	8,94	8,34	10,10	260,0	2,26	<0,01	0,45	0,06	<0,05	4,71
	MART (2013)	7,67	8,30	10,80	339,0	4,52	<0,01	0,22	0,25	<0,05	0,78
	HAZİRAN (2013)	7,50	8,30	11,70	378,0	1,79	<0,01	0,25	0,06	<0,05	0,94
	EYLÜL (2013)	8,30	8,18	18,70	282,0	1,79	<0,01	0,24	<0,05	<0,05	1,07
	Ortalama ve Standart Sapma	8,102 ±0,65	8,28 ±0,06	12,82 ±3,97	314,75 ±53,72	2,59 ±1,30		0,29 ±0,10	0,123 ±0,10		1,87 ±1,89
8. ist.	ARALIK (2012)	8,87	8,33	12,70	302,0	3,33	<0,01	0,29	0,11	<0,05	3,55
	MART (2013)	7,87	8,15	12,90	374,0	3,39	<0,01	0,20	0,06	<0,05	0,94
	HAZİRAN (2013)	7,25	8,15	13,90	279,7	2,13	<0,01	0,26	0,09	<0,05	1,27
	EYLÜL (2013)	7,50	8,10	22,90	342,0	3,43	<0,01	0,38	<0,05	<0,05	1,15
	Ortalama ve Standart Sapma	7,872 ±0,71	8,182 ±0,10	15,6 ±4,89	324,425 ±41,91	3,07 ±0,62		0,282 ±0,07	0,086 ±0,02		1,72 ±1,22
9. ist.	ARALIK (2012)	8,58	8,26	12,80	322,0	3,52	<0,01	0,30	0,06	<0,05	4,22
	MART (2013)	7,57	8,15	13,90	375,0	3,70	<0,01	0,23	0,14	<0,05	0,82
	HAZİRAN (2013)	7,26	8,15	16,20	366,0	4,67	<0,01	0,49	<0,05	<0,05	1,10
	EYLÜL (2013)	7,50	8,16	24,30	339,0	2,93	<0,01	0,75	0,08	<0,05	1,01
	Ortalama ve Standart Sapma	7,727 ±0,58	8,18 ±0,05	16,8 ±5,19	350,5 ±24,39	3,705 ±0,72		0,442 ±0,232	0,093 ±0,04		1,78 ±1,62
10.ist.	ARALIK (2012)	8,32	8,20	13,30	346,0	8,36	<0,01	0,37	0,12	<0,05	3,08
	MART (2013)	7,68	8,13	15,10	414,0	6,06	<0,01	0,41	0,06	<0,05	0,83
	HAZİRAN (2013)	7,33	8,13	18,80	245,5	3,13	<0,01	0,30	0,09	<0,05	0,44
	EYLÜL (2013)	7,56	7,94	26,00	404,0	11,65	<0,01	0,60	0,33	<0,05	0,72
	Ortalama ve Standart Sapma	7,722 ±0,42	8,1 ±0,11	18,3 ±5,62	352,375 ±77,29	7,3 ±3,60		0,42 ±0,12	0,15 ±0,12		1,26 ±1,21

3.1.1. Su Sıcaklığı (°C)

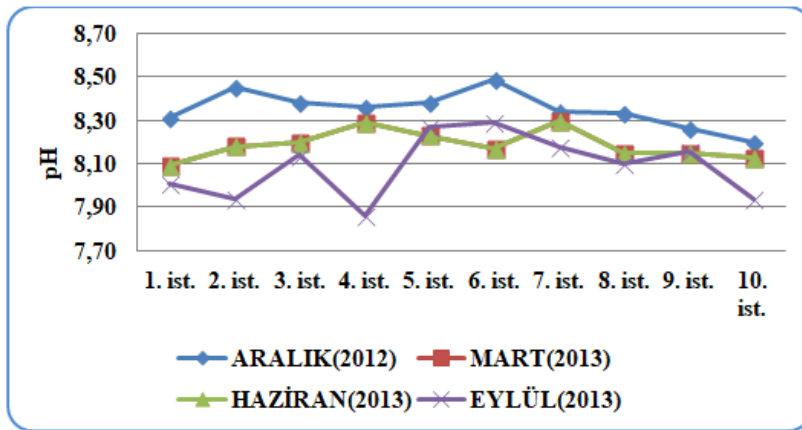
Su sıcaklık değerleri istasyonlara ve mevsimsel değişimlere göre değişim göstermektedir. En düşük su sıcaklığı 2. ve 6. istasyonlarda (9,6 °C), en yüksek su sıcaklığı ise 10. istasyonda (26,0 °C) kaydedilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Su sıcaklığı değerlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi

3.1.2. pH

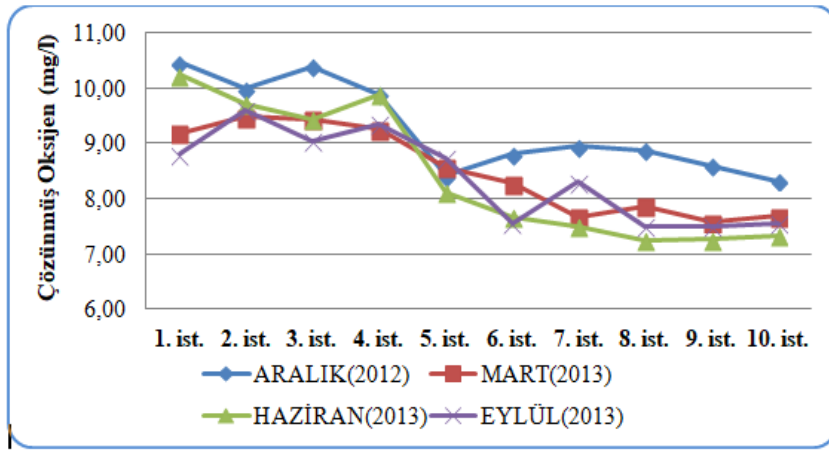
Çalışma süresince en düşük pH değerine 4. istasyonda (7,86) rastlanılmıştır. En yüksek pH değeri ise 6. istasyonda 8,49 olarak kaydedilmiştir. İstasyonlara göre pH değerlerinin mevsimsel olarak değişimi Şekil 3’ de gösterilmiştir.



Şekil 3. pH değerlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi

3.1.3. Çözünmüş Oksijen (mg/l)

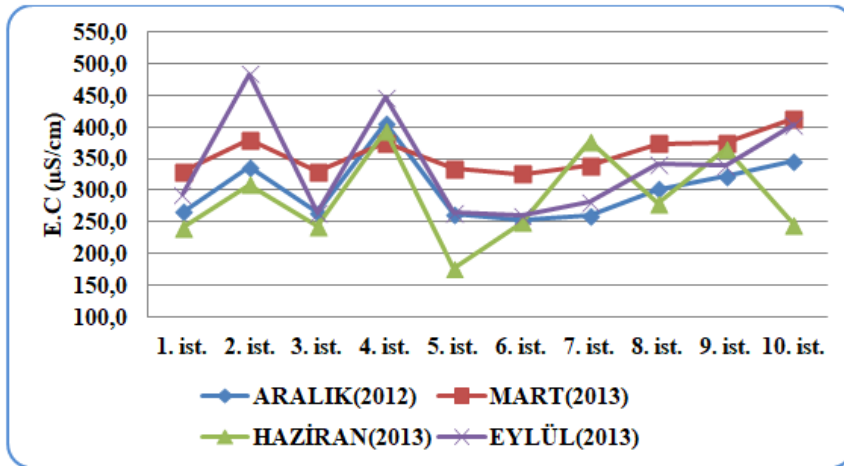
En düşük oksijen değerine 8. istasyonda (7,25) rastlanılmıştır. En yüksek çözünmüş oksijen değeri ise 1. istasyonda (10,46) kaydedilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Çözünmüş oksijen değerlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi

3.1.4. Elektriksel İletkenlik ($\mu S/cm$)

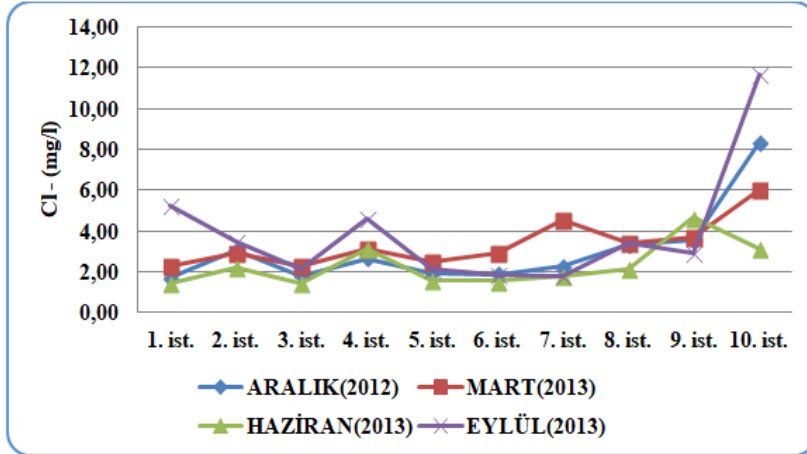
En düşük elektriksel iletkenlik değeri 5. istasyonda (175,9), en yüksek elektriksel iletkenlik değeri ise 2. istasyonda (484,0) olarak kaydedilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi

3.1.5. Klorür İyonu Miktarı (Cl^- mg/l)

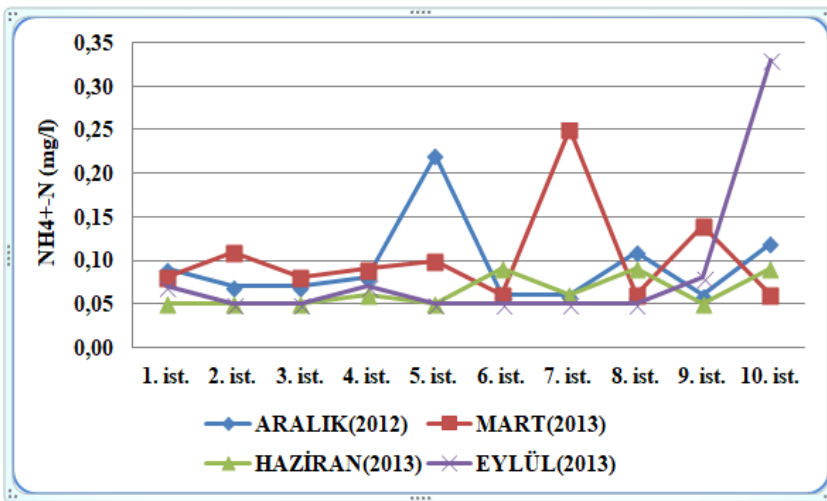
Çalışmada en düşük klorür iyonu miktarına 1. ve 3. istasyonda (1,43) rastlanılmıştır. En yüksek klorür iyonu miktarı ise 10. istasyonda 11,65 olarak kaydedilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Klorür iyonu değerlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi

3.1.6. Amonyum Azotu Miktarı (NH_4^+-N mg/l)

En düşük amonyum azotu miktarına 4. 6. 7. 8. 9. ve 10. istasyonda (0,06) rastlanılmıştır. En yüksek amonyum azotu miktarı ise 7. istasyonda (0,25) kaydedilmiştir (Şekil 7).



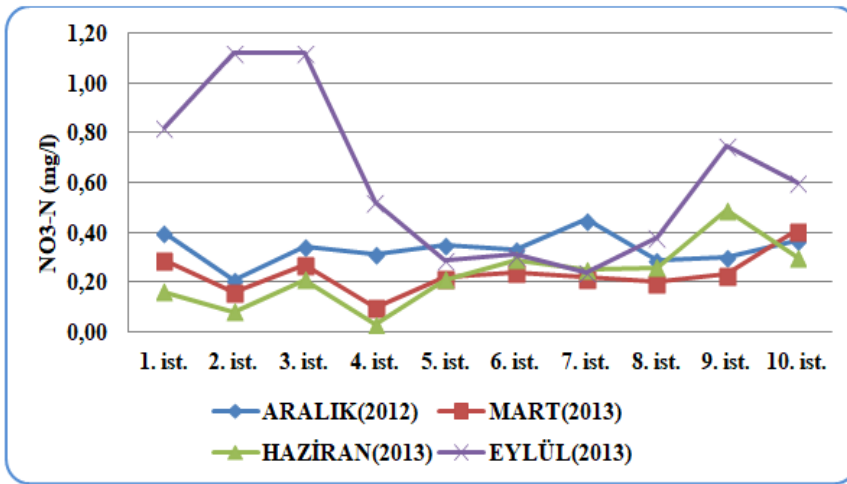
Şekil 7. Amonyum azotu değerlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi

3.1.7. Nitrit Azotu Miktarı (NO_2^- -N mg/l)

Isparta Deresi ve yan kollarında ölçülen nitrit azotunun çalışılan istasyonlarda tüm değerlerinin analiz limitlerinin altında olduğu belirlenmiştir. (ALA= <0,01 mg/l).

3.1.8. Nitrat Azotu Miktarı (NO_3^- -N mg/l)

En düşük nitrat azotu miktarı 4. istasyonda (0,03), en yüksek nitrat azotu miktarı ise 2. ve 3. istasyonlarda (1,12) tespit edilmiştir.



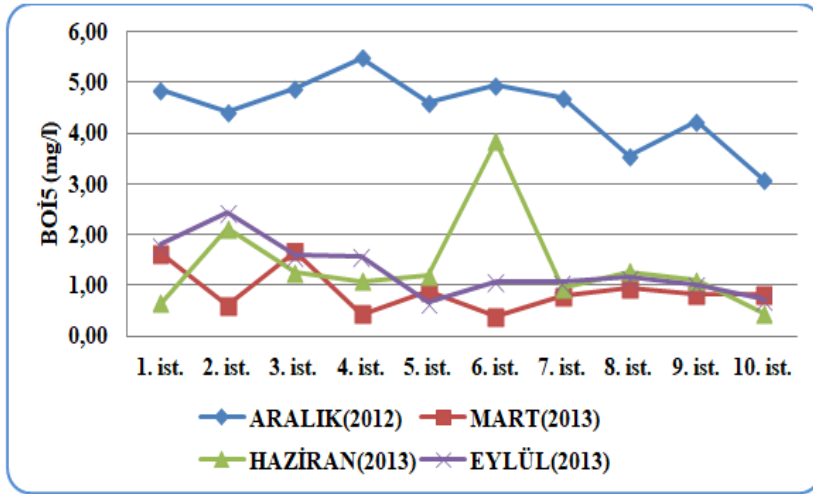
Şekil 8. Nitrat azotu değerlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi

3.1.9. Orto-Fosfat İyonu Miktarı (PO_4 -P mg/l)

Araştırma süresince orto-fosfat miktarının çalışılan tüm istasyonlarda ve tüm mevsimlerde analiz limitlerinin altında olduğu belirlenmiştir (ALA= <0,05 mg/l).

3.1.10. Biyolojik Oksijen İhtiyacı ($BOİ_5$ mg/l)

Çalışmamızda en düşük biyolojik oksijen ihtiyacı değerine 6. istasyonda 0,38, en yüksek ise 6.istasyonda 4,96 mg/l ulaşılmıştır.



Şekil 9. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi

Klee'nin metoduna göre yapılan değerlendirmede ilk 6 istasyonun az kirlenmiş diğer istasyonların ise kirlenmemiş su sınıfında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Klee'nin metoduna (1991) göre belirlenen su kalite sınıfları (tablo olarak eklenmeli)

1. istasyon	I-II Az Kirlenmiş (Oligo-Betamesosaprob)
2. istasyon	I-II Az Kirlenmiş (Oligo-Betamesosaprob)
3. istasyon	I-II Az Kirlenmiş (Oligo-Betamesosaprob)
4. istasyon	I-II Az Kirlenmiş (Oligo-Betamesosaprob)
5. istasyon	I-II Az Kirlenmiş (Oligo-Betamesosaprob)
6. istasyon	I-II Az Kirlenmiş (Oligo-Betamesosaprob)
7. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)
8. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)
9. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)
10. istasyon	I Kirlenmemiş (Oligosaprob)

Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğine (2021) göre yapılan değerlendirme sonuçları çizelge 5 de verilmiştir.

Çizelge 5. YSKY'ne göre belirlenen su kalite sınıfları (Tablo olarak eklenmeli)

	O ₂	E.C.	BOİ ₅	NH ₄ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P
1. İst.	I	I	I	I	I	I
2. İst.	I	I	I	I	I	I
3. İst.	I	I	I	I	I	I
4. İst.	I	II	I	I	I	I
5. İst.	I	I	I	I	I	I
6. İst.	I	I	I	I	I	I
7. İst.	I	I	I	I	I	I
8. İst.	II	I	I	I	I	I
9. İst.	II	I	I	I	I	I
10. İst.	II	I	I	I	I	I

4-SONUÇ

Bu çalışma, Isparta Deresi ve yan kollarının su kalitesini fizikokimyasal açıdan inceleyerek, elde edilen bulgular doğrultusunda su kalite sınıflarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Sıcaklık sucul ortamlardaki en önemli parametrelerden biridir. Sularda sıcaklık mevsim koşullarına, suyun akış hızına, alanın coğrafi özellikleri ve vejetasyondan dolayı oluşan gölgelenme durumuna göre değişiklik göstermektedir (16,17,18,19). Çalışma alanında en düşük su sıcaklığı Eğrim Deresi ve Ağlasun Deresi üzerinde ölçülmüştür (9,6°C). En yüksek su sıcaklığı ise buharlaşmanın en yüksek olduğu Sonbahar mevsiminde (Eylül, 26 °C) ve nehrin alt kısımlarında son istasyonda ölçülmüştür. Kalyoncu (2006) Isparta Deresi'nde su sıcaklığının 9 ile 16 °C, Özel vd.; 2019 Isparta Deresi su sıcaklığını 9,9-18,12 °C arasında değiştiğini belirlemiştir (10,13). Yine Kalyoncu ve Zeybek (2009) çalışmasında (11) Isparta Deresi ortalama su sıcaklığını 20,1°C olarak belirlemiştir. Bulgularımız daha önceki çalışmaların bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Sularda sıcaklık ile çözünmüş oksijen değeri arasında negatif bir ilişki vardır (16,17,20). Çalışmamızda en yüksek çözünmüş oksijen değeri (10,46 mg/l) 1. istasyonda kış mevsiminde, en düşük (7,25 mg/l) 8. istasyonda yaz mevsiminde ölçülmüştür. Dört mevsimin ortalaması dikkate alındığında en düşük 10. istasyon olarak belirlenmiştir. Kalyoncu (2006), 1995 ve 2001 yıllarında çözünmüş oksijen değerinin 7,7 ile 9,8 arasında olduğunu derenin alt kısımlarına doğru gidildikçe değerin düştüğünü bildirmiştir (10). Kalyoncu ve Zeybek (2009) alanın ortalama çözünmüş oksijen değerini 8,2 mg/l olarak bulmuştur (11).

Nitrat sularda en sık bulunan azot formudur. Organik kirlenmenin fazla olduğu ve tarım arazilerinin bulunduğu bölgelerde yoğunluğu artmaktadır (16,17,21). Çalışmamızda en düşük nitrat azotu 4. istasyonda (0,03 mg/lt), en yüksek nitrat azotu ise 2. ve 3. istasyonlarda (1,12 mg/lt) tespit edilmiştir. Dört mevsim ortalamasına bakıldığında 9. ve 10. istasyonların nitrat değerleri sırasıyla (0,44-0,42 mg/l) diğer istasyonlara göre biraz yüksektir. Bunun yağmur sularıyla nehrin aşağı kesimlerine doğru oluşan nitrat birikiminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kalyoncu (2006) nitrat değerlerini 0,28 ile 7,37 mg/lt arasında belirlemiştir (10). Benzer olarak Kalyoncu ve Zeybek (2009) ortalama nitrat değerini 2,45 mg/lt olarak bulmuştur (11). Çalışmamızda belirlenen nitrat değerleri çalışmacının sonuçlarına göre daha düşüktür.

Çalışmamızda on istasyonda ölçülen pH değeri ortalamaları ele alındığında sucul canlılar için optimum değer kabul edilen 6,5-8,5 aralığında olduğu belirlenmiştir (17,18). Özel vd;2019 Isparta Deresinin ortalama pH değerini 6,9-7,6 arasında (13), Kalyoncu (2006) ise 7,7 ile 8,42 arasında olduğunu belirlemiştir (10). Kalyoncu vd.; 2016 çalışmalarında Andık Deresi (Isparta) pH değerlerinin 7,2 ile 8,6 arasında değiştiğini bildirmiştir (22).

Sularda diğer bir kirlilik göstergesi olan amonyum azotudur (23,24,25). Çalışmamızda ortalama amonyum değerlerine bakıldığında en yüksek 5. istasyonda 0,16±0,08 mg/lt olarak belirlenmiştir. Nitrit ise tüm istasyonlarda analiz değerlerinin altındadır. Amonyum ve nitrit değerleri bakımından iyi su kalite sınıfındadır. Kalyoncu (2006) nitrit değerini 0,28 mg/lt ile 6,2 mg/lt arasında belirlemiştir (10). Kalyoncu ve Zeybek (2009) ortalama amonyum azotu değerini 3,01 mg/lt olarak bildirmiştir (11). Bu değerler belirlediğimiz değerlerin çok üstündedir.

Zirai faaliyetlerden ve atık su arıtma sistemlerinden kaynaklı fosfat (21,23) ise tüm istasyonlarda analiz limitlerinin altında bulunmuştur. Kalyoncu (2006) Isparta Deresinin fosfat değerlerinin 1995 yılında 0,4 ile 2,19 mg/lt arasında (10), 2001 yılında ise 0,2 ile 10,18 mg/lt olduğunu bildirmiştir (10).

BOİ₅ suların kirlilik derecesini belirleyen önemli parametrelerden biridir (16,17). 4 mg/lt'nin altında olan sular iyi su kalite sınıfındadır. Özel vd;2019 Isparta Deresi'nin yıllık BOİ₅ değerini 3,9 mg/lt olduğunu bildirmiştir. Kalyoncu (2006) Ağlasun Deresi BOİ₅ değerinin 2,7 ile 3,35 mg/lt arasında bulmuştur (10). Kalyoncu ve Zeybek (2009) Isparta Deresi BOİ₅ ortalama değerini 8,23 mg/lt olarak bildirmiştir (11). Çalışmamızda ortalama değerlere bakıldığında BOİ₅ değeri 4 mg/lt'nin üstüne çıkmamıştır. En yüksek ortalama

değer 2.istasyonda 2,4 mg/lit olarak bulunmuştur. Sonuçlar diğer çalışmacıların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Kalyoncu (2006), Isparta Deresinin üst kısımlarını oligasaprob olarak belirlemiştir (10). Kirliliğin derenin alt kısımlarına doğru ilerledikçe arttığını belirtmiştir. Özel vd.; 2019, Isparta Deresinin Simulidae familyasına göre su kalitesini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmalarında nehrin üst kısımları oligasaprob su kalite sınıfında çıkmıştır (13). Klee'ye göre yapılan değerlendirmede ilk altı istasyon az kirlenmiş su sınıfındayken diğer istasyonlar kirlenmemiş su sınıfındadır. Bu durumun Isparta merkezden deri işleme tesislerinin getirmiş olduğu kirlilik yükünden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yerüstü Su Kalite Yönetmeliğine göre ise tüm istasyonlar I. sınıf su kalite sınıfındadır.

Sonuç olarak Isparta Deresinin çeşitli fizikokimyasal parametre sonuçları değerlendirildiğinde derenin genel olarak kirlenmemiş su kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Teşekkür

3542-YL-2-13 proje numaralı bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Himes, J. B. (1991). *The importance of water in the ecosystem*. In J. B. Himes (Ed.), *Aquatic ecology* (pp. 1-15). Academic Press.
2. Benjamin, M. M., Lawler, D. F. (1997). *Water quality engineering: Physical/chemical treatment processes*. John Wiley & Sons.
3. Akın, G., Akın, M. (2005). *Suyun önemi, Türkiye'de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği*. Ankara: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
4. Atabey, E. (2005). *İçme suyu ve sağlık*. İstanbul: T.C. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
5. Allan, J. D., & Castillo, M. M. (2007). *Stream ecology: Structure and function of running waters* (2nd ed.). Springer.
6. Chapman, D. V. (Ed.). (1996). *Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring* (2nd ed.). E & FN Spon.
7. Dökmen, G. (2000). *Çevre kirliliği ve kontrolü*. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
8. Gleick, P. H. (2003). Global freshwater resources: Soft-path solutions for the 21st century. *Science*, 302(5650), 1524-1528.
9. Meybeck, M. (2003). Global analysis of river systems: From Earth system controls to Anthropocene syndromes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358(1440), 1935-1955.
10. Kalyoncu, H. (2006). Isparta Deresi su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik diatomelere göre belirlenmesi. *Süleyman Demirel University Faculty of Arts and Science Journal of Science*, 1(1), 14-25.
11. Kalyoncu, H., Zeybek, M. (2009). Ağlasun ve Isparta Derelerinin Bentik Faunası

- ve Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Belçika Biyotik İndeksine Göre Belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(1), 41-48.
12. Kalyoncu, H., Özcan, C., & Özcan, S. T. (2016). Isparta Deresi'nin su ve sedimentlerindeki ağır metal birikiminin incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(Ek (Suppl.) 1), 268-280.
 13. Özel, B., Yay, T. E., & Özcan, S. T. (2019). Isparta Deresi'nin su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve Simuliidae faunasına göre belirlenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 15(4), 487-498.
 14. O. Klee, *Angewandte Hydrobiologie*. 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart- New York: Georg Thieme Verlag, 1991.
 15. YSKY, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. Ankara: Resmi Gazete, 16 Haziran 2021, sayı: 31513, 2021.
 16. J. Tanyolaç, *Limnoloji (Tatlısu Bilimi)*. 6. Baskı, Ankara: Hatiboğlu Yayınevi, 2011.
 17. Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and river ecosystems* (3rd ed.). Academic Press.
 18. Caissie, D. (2006). The thermal regime of rivers: A review. *Freshwater Biology*, 51(8), 1389-1406.
 19. Dodds, W. K., & Whiles, M. R. (2010). *Freshwater ecology: Concepts and environmental applications of limnology* (2nd ed.). Academic Press.
 20. Zeybek, M. (2017). Macroinvertebrate-based biotic indices for evaluating the water quality of Kargı Stream (Antalya, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 41(3), 476-486.
 21. Toroğlu, S. Toroğlu, ve F. Alaeddinoğlu, "Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4 (1), 93-103, 2006.
 22. Kalyoncu, H., Dayioğlu, H., & Kilcik, F. (2016). Using diatoms in water quality assessment in the Andik stream (Isparta-Turkey). *Feb-Fresenius Environmental Bulletin*, 5237.
 23. J. D. Hem, *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water*. South Pickett: Department of the Interior, US Geological Survey, 1985.
 24. Ö. Egemen, ve U. Sunlu, *Su Kalitesi*. İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 14, Ege Üniv. Basımevi, 1996, 364 s.
 25. Ç. Güler ve Z. Çobanoğlu, *Kimyasallar ve Çevre*. Ankara: Çevre sağlığı temel kaynak dizisi, 1997, ss. 13-15.