

## Isparta Deresi'nin Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Simuliidae Faunasına Göre Belirlenmesi

Bahadır ÖZEL\*<sup>ORCID</sup>, Tuba Elif YAY<sup>ORCID</sup>, Selda TEKİN-ÖZAN<sup>ORCID</sup>

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Isparta, Türkiye.

\*Sorumlu Yazar: bahadirozel32@gmail.com

**Araştırma Makalesi**

Geliş 26 Nisan 2019; Kabul 03 Temmuz 2019; Basım 15 Aralık 2019.

**Alıntılama:** Özel, B., Yay, T. E., & Tekin-Özan, S. (2019). Isparta Deresi'nin su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve Simuliidae faunasına göre belirlenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 15(4), 487-498. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.558391>

### Özet

Bu çalışmada, Antarktika kıtası dışında dünyanın her yerinde yayılış gösteren Diptera takımının Nematocera alt takımı içerisinde yer alan Simuliidae familyasına ait üyelerin Isparta Deresi'ne ne kadar adapte olduğu ve hangi kesimlerinde ne yoğunlukta bulunduğu bazı fizikokimyasal parametrelerle ilişkilendirilerek belirlenmiştir. Isparta ili sınırları içerisinde bulunan Isparta Deresi, Karacaören-1 Baraj Gölü'ne dökülmektedir. Isparta Deresi üzerinde toplam 6 istasyon belirlenmiş ve mevsimsel olarak arazi çalışmaları yapılmıştır. Amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, klorür iyonu ve elektriksel iletkenlik değerlerinin 5. ve 6. İstasyonlarda, diğer istasyonlara göre yüksek olduğu saptanmıştır. Fizikokimyasal değerlere göre su kalite sınıfları değerlendirilirken YSKY kullanılmıştır. Simuliidae familyasına ait türler ile fizikokimyasal parametreler arasındaki pozitif ve negatif ilişkileri belirlemek için Pearson testi kullanılmış ve istatistikî anlamda önemli ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Saprobi indekse göre, 5. ve 6. istasyonların beta-mesosaprobik, diğer istasyonların ise oligosaprobik olduğu tespit edilmiştir. Simuliidae familyasına ait *Prosimulium*, *Metacnephia* ve *Simulium* cinslerine rastlanmıştır. Bu çalışmada, *Prosimulium rufipes*, *Prosimulium* sp., *Metacnephia* sp., *Simulium angustipes*, *S. auricoma*, *S. bezzii*, *S. costatum*, *S. ornatum*, *S. pseudequinum*, *S. trifasciatum*, *S. variegatum* ve *Simulium* sp. taksonları belirlenmiştir. En baskın taksonun *Simulium* sp. olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada belirlenen taksonların istasyonlar açısından farklılığını ya da benzerliğini ortaya koymak için Sørensen benzerlik ve Margalef çeşitlilik analizleri yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Isparta Deresi, Simuliidae, Diptera, Kirlilik, Biyolojik izleme.

### Determination of Water Quality of Isparta Stream According to Physicochemical Parameters and Simuliidae Fauna

#### Abstract

In this study, the adaptation of the members of the Simuliidae family, which is in the Nematocera subset of Diptera, and is spread all over the world except Antarctica, to the Isparta Stream were determined by correlating with some physicochemical parameters. However, density of this family in different parts of the stream was also determined. Isparta Stream is within the boundaries of the province of Isparta poured into Karacaören-1 Dam Lake. 6 stations were determined in Isparta Stream and seasonal studies were conducted. Ammonium nitrogen, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, chloride ion and electrical conductivity values were found to be higher in the 5th and 6th stations compared to the other stations. While evaluating the water classes according to the physicochemical values YSKY was used. Pearson test was used to determine positive and negative relationships between species belonging to Simuliidae family and physicochemical parameters and statistically significant relationships were determined. According to the Saprobi index, the 5th and 6th stations were determined as beta-mesosaprobic and the other stations were oligosaprobic. *Prosimulium*, *Metacnephia* and *Simulium* genus belonging to Simuliidae family were found. In this study, *Prosimulium rufipes*, *Prosimulium* sp., *Metacnephia* sp., *Simulium angustipes*, *S. auricoma*, *S. bezzii*, *S. costatum*, *S. ornatum*, *S. pseudequinum*, *S. trifasciatum*, *S. variegatum* and *Simulium* sp. taxa were determined. The most dominant taxa was *Simulium* sp. Sørensen similarity and Margalef diversity analyzes were performed to determine the difference or similarity of taxa in terms of stations.

**Keywords:** Isparta Stream, Simuliidae, Diptera, Pollution, Biological monitoring.

## GİRİŞ

Akarsuların ve göllerin çevresinde yapılan sanayi, maden ve tarım faaliyetleri ile yerleşim yerlerinin atıkları iç sularımızın kirlenmesindeki önemli etkenlerdir. Kirlilik sonucunda bazı türler bu kirliliğe ayak uyduramayarak ortamdaki yok olurken bazı türler ise yaşamlarını devam ettirebilmektedir. Kirlilikle beraber o bölgede yaşayan canlı çeşitliliği ve populasyon dinamiği değişmektedir (Kalyoncu, 1996).

Nehir ve akarsularda yaşayan hayvanlar, sahip oldukları evrimsel adaptasyonlar sayesinde akıntıyla sürüklenmeye karşı dirençlidirler. Daha küçük olanların vücudu yassı ve kayalara tutunabilirler. Birçok eklem bacaklı, taşların altında ya da akıntı tarafında yaşar ve bu sayede akıntının çalkantılı olmadığı mikro habitattan yararlanırlar (Campbell ve Reece, 2010).

Simuliidae familyası, Diptera takımının Nematocera alt takımı içerisinde bulunmaktadır ve Antarktika kıtası dışında dünyanın her yerinde yayılış gösterir. Familya ismini tür sayısı en fazla olan *Simulium* cinsinden almıştır ve Türkçe’de “Siyah Sivrisinekler” anlamına gelmektedir (Crosskey, 1990; Rubtsov, 1990). Holometabol gelişim gösteren bu familya üyelerinin larvaları yosunlar, plankton, bakteriler ve ince detritus parçaları ile beslenirler. *Salmo trutta* (Alabalık), *Salmo gairdneri* (Gökkuşluğu alası), *Squalius leuciscus* (Kefal), *Gobio gobio* (Dere kayabalığı), *Huso huso* (Morina), *Acipenser ruthenus* (Çığabalığı), *Cyprinus carpio* (Sazan) ve *Anguilla anguilla* (Avrupa Yılan balığı) gibi bazı tatlı su balık türleri, Simuliidae larvalarının önemli avcılarıdır. Su içerisindeki diğer avcıları ise; Trichoptera cinslerine ait *Rhyacophila* spp. ve *Hydropsyche* spp. larvaları olmak üzere, Coleoptera larva ve erginleri, Diptera’dan Empididae, Muscidae ve Chironomidae larvaları, Plecoptera, Ephemeroptera ve Odonata nimfleridir (Crosskey, 1990).

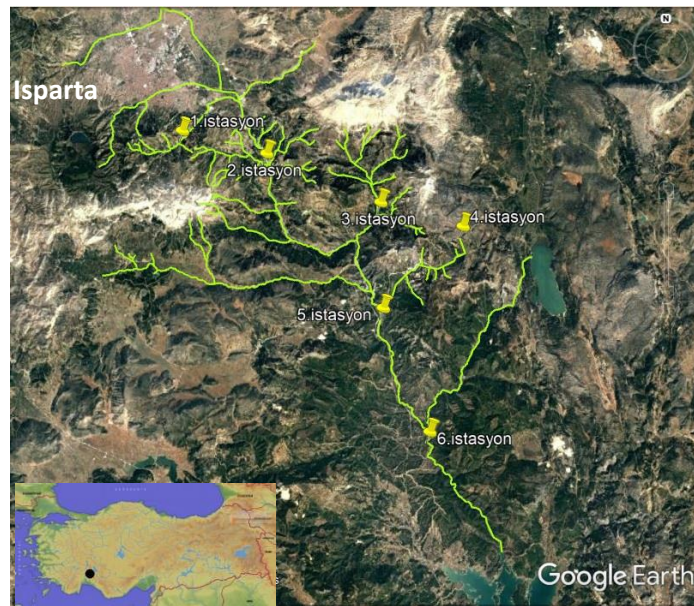
Genç larvalar deri solunumu yaparken, olgunlaşmış yaşlı larvalarda anal solungaçlarda trake sistemi gelişmiştir. Yaşlı larvalar pupa olmadan önce kokon adı verilen bir yapı örürler. Bakıldığı zaman içindeki pupa görülecek şekilde açıklığı olan bu yapının bir tarafı sağlam bir yere tutunmuştur ve açık kısmı su akıntısına doğru yönelir (Demirsoy, 2006).

Ülkemizde ve yurtdışında bazı sucul ekosistemlerin hem Simuliidae faunasını belirlemeye (Şirin, 2001; Crosskey ve Zwick, 2007; Adler ve Şirin, 2014; Başören, 2015; Buitrago-Guacaneme vd., 2018; Vijayan ve Anbalagan, 2018) hem de fizikokimyasal parametrelere göre su kalitesini saptamaya yönelik farklı çalışmalar yapılmıştır (Çiçek, 2003; Kalyoncu ve Zeybek, 2011; Tongjura vd., 2015; Şenel, 2017; Zeybek, 2017; Mutlu vd., 2018; Donald ve Blessing, 2019).

Bu çalışmada Karacaören Baraj Gölü’nü besleyen Isparta Deresi’ndeki Simuliidae familyasına ait üyelerin bu dereye ne kadar adapte olduğu ve hangi kesimlerinde ne yoğunlukta bulunduğu bazı fizikokimyasal parametrelerle ilişkilendirilerek belirlenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Isparta Deresi, Isparta İli’nin Dere Mahallesi’nden başlar ve Karacaören Baraj Gölü’ne dökülür. Bu çalışmada, Isparta Deresi üzerinde toplam 6 istasyon belirlenmiştir. Bu istasyonlarda hem bazı fizikokimyasal parametrelerin ölçümleri yapılmış hem Simuliidae familyasına ait türler belirlenmiş hem de fizikokimyasal verilere göre su kalitesi sınıfları tespit edilmiştir. Çalışma alanının ve istasyonların görünümü GoogleEarth’ten alınarak Şekil 1.’de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının ve istasyonların görünümü

Arazi çalışmaları Kış-2017, İlkbahar-2017, Yaz-2017 ve Sonbahar-2017 olmak üzere mevsimsel olarak yapılmıştır. 2. İstasyon yaz mevsiminde kuru olduğu için örnekleme yapılamamıştır. Su örnekleri, her istasyonda derenin orta kısmından alınmış ve örnekleme için 1 litrelik renkli plastik şişeler kullanılmıştır. Alınan su örneklerinin amonyum azotu (NH<sub>4</sub>-N), nitrit azotu (NO<sub>2</sub>-N), nitrat azotu (NO<sub>3</sub>-N) fotometrik yöntemle, klorür (Cl<sup>-</sup>) iyonu titrimetrik yöntemle Isparta Halk Sağlığı Laboratuvarı tarafından yapılmıştır. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ<sub>5</sub>) SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Laboratuvarı'nda ölçülmüştür. Sıcaklık (°C), çözünmüş oksijen (mg/l), pH ve elektrik iletkenliği (µS/cm) değerleri örnek alma esnasında ölçülmüştür.

Simuliidae larva ve pupaları, belirlenen 6 istasyonda dip keçesi ve elle toplanmıştır. Akıntının hızlı ve derin olduğu yerlerde 50x30 ebadındaki dip keçesi ile taban kısmı ayakla karıştırılarak dip materyalinden örnekleme yapılmıştır. Akıntının yavaş ve derinliğin sığ olduğu bölgelerde tutundukları yüzeylerden (taş, bitki, suya karışmış çeşitli materyaller vs.) ince uçlu bir pens yardımıyla toplama yapılmıştır. Toplanan örnekler %80'lik alkolle muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiş ve burada hemen incelenerek soğuk bir ortamda, %80'lik alkolde muhafaza edilmiştir.

Fizikokimyasal parametrelere göre su kalitesini belirlemede Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY) kullanılmıştır. İstatistiksel yöntemlerden baskınlık, sıklık, çeşitlilik, benzerlik analizlerinden ve Pearson Testi'nden yararlanılmıştır. Benzerlik analizi uygulanırken Sørensen benzerlik formülü (Krebs, 1989), çeşitlilik analizi için Margalef Çeşitlilik İndeksi (Margalef, 1957) kullanılmıştır.

Türler sıklık bakımından 5 basamakta incelenir. % 1-20: Çok seyrek bulunan türler, %21-40: Seyrek bulunan türler, %41-60: Genellikle bulunan türler, %61-80: Çoğunlukla bulunan türler, %81-100: Sürekli bulunan türler olarak değerlendirilir (Kocataş, 2014).

## ARAŞTIRMA BULGULARI

### Fiziksel ve Kimyasal Bulgular

Çalışma süresince, en düşük sıcaklık değeri kışın 2. istasyonda 1,19°C, en yüksek sıcaklık değeri ise yazın 5. istasyonda 28,94°C olarak ölçülmüştür. Yıllık en düşük ortalama sıcaklık değeri 1. istasyonda 9,94°C, yıllık en yüksek ortalama sıcaklık değeri ise 5. istasyonda 18,12°C'dir. En düşük pH değeri (6,58) 2. istasyonda kış mevsiminde, en yüksek pH değeri (8,09) ise 5. istasyonda yaz mevsiminde tespit edilmiştir. Mevsimsel ortalama hesaplamalarına göre, en düşük pH değeri 4. istasyonda 6,90, en yüksek pH değeri ise 5. istasyonda 7,67 olarak saptanmıştır. En düşük elektriksel iletkenlik değeri (181,10 µS/cm) 4. istasyonda sonbahar mevsiminde, en yüksek elektriksel iletkenlik değeri (625,60 µS/cm) ise 5. istasyonda yaz mevsiminde tespit edilmiştir. En düşük yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değeri 4. istasyonda 189,15 µS/cm, en yüksek yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değeri ise 5. istasyonda 499,97 µS/cm olarak saptanmıştır. En düşük çözünmüş oksijen değeri (3,5 mg/l) 3. istasyonda ilkbahar mevsiminde, en yüksek çözünmüş oksijen değeri (7,5 mg/l) ise 1. istasyonda yine ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. En düşük yıllık ortalama çözünmüş oksijen değeri 5. istasyonda 4,87 mg/l, en yüksek yıllık ortalama çözünmüş oksijen değeri ise 1. istasyonda 6,75 mg/l olarak saptanmıştır. En düşük BOİ<sub>5</sub> değeri (0,28 mg/l) 2. istasyonda kış mevsiminde, en yüksek BOİ<sub>5</sub> değeri (4,2 mg/l) ise 6. istasyonda yaz mevsiminde belirlenmiştir. Yıllık en düşük ortalama BOİ<sub>5</sub> değeri 2. istasyonda 0,29 mg/l, en yüksek ortalama BOİ<sub>5</sub> değeri ise 6. istasyonda 3,92 mg/l olarak saptanmıştır. Amonyum azotu (NH<sub>4</sub>-N) miktarları 0,002 mg/l ve 11,400 mg/l arasında değişiklik göstermiştir. Yıllık en yüksek ortalama amonyum azotu değeri 5. istasyonda (7,202 mg/l), en düşük ortalama amonyum azotu değeri ise 3. istasyonda (0,013 mg/l) tespit edilmiştir. Nitrit azotu (NO<sub>2</sub>-N mg/l) değerleri 0,025 mg/l ve 11,800 mg/l arasında değişiklik göstermiştir. Yıllık en yüksek ortalama nitrit azotu değeri 5. istasyonda (4,168 mg/l), en düşük ortalama nitrit azotu değeri ise 4. istasyonda (0,035 mg/l) ölçülmüştür. Nitrat azotu (NO<sub>3</sub>-N mg/l) miktarları 0,990 mg/l ve 16,800 mg/l arasında değişiklik göstermiştir. Yıllık en yüksek ortalama nitrat azotu değeri 6. istasyonda (10,530 mg/l), en düşük ortalama nitrat azotu değeri ise 1. istasyonda (1,405 mg/l) saptanmıştır. Klorür iyonu (Cl<sup>-</sup> mg/l) miktarlarının 4,230 mg/l ve 71 mg/l arasında değiştiği görülmüştür. Yıllık en yüksek ortalama klorür iyonu değeri 5. istasyonda (65,697 mg/l), en düşük ortalama klorür iyonu değeri ise 4. istasyonda (8,400 mg/l) belirlenmiştir. Fizikokimyasal değerlerin istasyonlara göre minimum, maksimum, ortalama değerleri ve standart sapmaları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** İstasyonların fizikokimyasal değerlerinin minimum değerleri, maksimum değerleri, ortalama değerleri ve standart sapmaları

PARAMETRELER	1. İSTASYON	2. İSTASYON	3. İSTASYON	4. İSTASYON	5. İSTASYON	6. İSTASYON
Sıcaklık	2,2-16,07 9,94±5,83	1,19-20,36 11,47±9,66	5,62-28,21 17,99±9,77	10,2-10,59 10,35±0,18	8,18-28,94 18,12±9,29	7,34-23,14 15,32±6,81
pH	6,85-7,39 7,11±0,24	6,58-7,42 7,14±0,48	7,02-7,72 7,40±0,29	6,61-7,16 6,9±0,25	7,18-8,09 7,67±0,38	7,12-7,43 7,26±0,14
Elektriksel İletkenlik(µS/cm)	216,9-271 255,18±25,61	223,8-297,3 268,27±39,11	243,4-292,1 263,6±21,48	181,1-197,4 189,15±7,14	425,1-625,6 499,98±87,11	411,1-577,1 475,58±76,49
Çözünmüş Oksijen (mg/l)	6,2-7,5 6,75±0,56	5,1-7,2 6,17±1,05	3,5-6,3 4,93±1,34	4,1-7 5,9±1,27	4,2-5,9 4,88±0,73	5,4-6,6 5,83±0,54
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (mg/l)	0,3-0,7 0,5±0,18	0,28-0,3 0,29±0,01	0,7-1,2 1±0,22	1,2-1,7 1,45±0,21	3,1-4,5 3,95±0,62	3,6-4,2 3,9±0,26
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	0,002-0,21 0,07±0,1	0,017-0,128 0,06±0,06	0,01-0,017 0,01±0,00	0,01-0,021 0,01±0,00	1,03-11,4 7,20±4,43	0,05-4,46 3,15±2,10
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0,031-0,117 0,06±0,04	0,044-0,06 0,05±0,01	0,04-0,32 0,11±0,14	0,025-0,05 0,04±0,01	0,06-11,8 4,17±5,48	0,322-7,12 2,82±3,08
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	1,1-1,95 1,41±0,38	1,69-3,05 2,20±0,74	0,99-3,03 2,13±0,85	3,13-4,43 3,95±0,59	3,5-16,4 9,26±6,14	3,38-16,8 10,53±7,02
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	4,23-19,3 9,41±6,74	7,5-22,8 14,02±7,90	7,04-17,1 11,09±4,30	6,11-13,4 8,4±3,36	54,05-70,97 65,7±7,88	30,02-71 49,58±17,34

Fizikokimyasal parametrelerin yıllık ortalama değerlerine göre su kalite sınıfları Tablo 2’de verilmiştir. YSKY’ye göre I. sınıf yüksek kaliteli su (Çok iyi), II. sınıf az kirli su (İyi), III. sınıf kirli su (Orta), IV. sınıf çok kirli su (Zayıf) olarak değerlendirilmiştir (YSKY, 2016).

**Tablo 2.** YSKY (2016)’ye göre istasyonların su kalite sınıfları

İSTASYON	°C	pH	E. İ.	Ç. O.	BOİ <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Cl <sup>-</sup>
1. İstasyon	I,II	I,II	I	II	I	I	III	I	I
2. İstasyon	I,II	I,II	I	II	I	I	II	I	I
3. İstasyon	I,II	I,II	I	III	I	I	III	I	I
4. İstasyon	I,II	I,II	I	III	I	I	II	II	I
5. İstasyon	I,II	I,II	II	III	I	IV	IV	II	II
6. İstasyon	I,II	I,II	II	III	I	IV	IV	III	II

### Biyolojik Bulgular

Çalışma sonucunda 1 alt familyaya ait 3 cins, 5 altcins ve 12 tür tespit edilmiştir. En fazla türe sahip olan cins 9 türle *Simulium* olmuştur. Belirlenen taksonların buldukları istasyonlar ve bulunuş sıklıkları (%) Tablo 3’te verilmiştir. *Simulium* sp. 2., 5. ve 6. istasyonlarda sürekli bulunan takson olmuştur.

Çalışma süresince belirlediğimiz 12 taksonun içinde en baskın takson *Simulium* sp. olmuştur. Bunu sırası ile *Simulium pseudequinum*, *S. angustipes*, *S. variegatum*, *Metacnephia* sp., *S. ornatum*, *Prosimulium* sp., *Prosimulium rufipes*, *S. auricoma*, *S. bezzii*, *S. trifasciatum* ve *S. costatum* takip etmiştir. Kış mevsiminde en baskın takson *Metacnephia* sp. olurken, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde *Simulium* sp. olmuştur.

**Tablo 3.** Belirlenen taksonların istasyonlara göre sıklık (%) değerleri

	SIKLIK (%)					
	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon	6. İstasyon
<i>Metacnephia</i> sp.	50	66,6	25	0	0	0
<i>Simulium angustipes</i>	25	66,6	25	0	75	50
<i>S. auricoma</i>	0	33,3	25	0	0	0
<i>S. bezzii</i>	0	0	25	0	0	0
<i>S. costatum</i>	0	0	25	0	0	0
<i>S. ornatum</i>	50	33,3	0	25	25	0
<i>S.pseudequinum</i>	25	0	25	0	75	75
<i>S.trifasciatum</i>	0	33,3	25	0	0	0
<i>S. variegatum</i>	50	33,3	25	0	25	0
<i>Simulium</i> sp.	75	100	75	25	100	100
<i>Prosimulium rufipes</i>	25	33,3	25	0	0	0
<i>Prosimulium</i> sp.	0	0	25	0	0	0

Sørensen benzerlik indeksine göre yapılan hesaplamalarda 1. ve 5. istasyonlar birbirlerine en çok benzeyen istasyonlar olurken, 3. ve 4. istasyonlar birbirlerine en az benzeyen istasyonlar olmuşlardır. Belirlenen taksonların istasyonlara göre benzerlik değerleri Tablo 4’te verilmiştir.

**Tablo 4.** Belirlenen taksonların istasyonlara göre benzerlik değerleri

İstasyonlar	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon	6. İstasyon
1. İstasyon	1	0,80	0,67	0,44	0,83	0,60
2. İstasyon		1	0,73	0,40	0,61	0,36
3. İstasyon			1	0,15	0,50	0,42
4. İstasyon				1	0,57	0,40
5. İstasyon					1	0,75
6. İstasyon						1

Margalef çeşitlilik indeksine göre en fazla çeşitliliğe ilkbahar mevsiminde 2. istasyonda rastlanmıştır. Yaz mevsiminde 3. ve 4. istasyon ile sonbahar mevsiminde 4. istasyonda örneğe rastlanmamıştır. En az çeşitlilik “0” değeri ile kış ve ilkbahar mevsiminde 4. istasyonda, yaz mevsiminde 1. istasyonda görülmüştür. Belirlenen taksonların istasyonlara göre çeşitlilik değerleri Tablo 5’te verilmiştir.

**Tablo 5.** Belirlenen taksonların istasyonlara göre çeşitlilik değerleri

İSTASYONLAR	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
1. İstasyon	1,59	1,66	0	1,53
2. İstasyon	2,09	2,99	KURU	2,09
3. İstasyon	2,41	2,73	-	0,68
4. İstasyon	0	0	-	-
5. İstasyon	2,12	2,21	0,53	0,92
6. İstasyon	0,64	1,09	0,56	1,18

Ölçümü yapılan fizikokimyasal parametreler ile dere faunasında tespit edilen *Prosimulium rufipes*, *Simulium angustipes*, *S. costatum*, *S. bezzii*, *S. ornatum*, *S. trifasciatum*, *S. variegatum*, *S. auricoma* ve *S. pseudequinum* türleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Pearson testi yapılmıştır (Tablo 6). Bu teste göre çözünmüş oksijen değerlerinin diğer fizikokimyasal parametrelerle negatif ilişki içerisinde olduğu görülmüştür. Bu durum çözünmüş oksijenin arttıkça diğer fizikokimyasal parametrelerin azaldığını göstermektedir. Sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, BOİ<sub>5</sub>, nitrit, nitrat, amonyum ve klorürün kendi aralarındaki ilişkinin pozitif yönde olduğu görülmüştür.

Sıcaklıkla *P. rufipes*, *S. variegatum* ve *S. auricoma* arasında negatif, *S. angustipes*, *S. ornatum*, *S. trifasciatum* ve *S. pseudequinum* arasında ise pozitif ilişki görülmüştür. pH değeri arttıkça *P. rufipes*, *S. ornatum* ve *S. auricoma* miktarının azaldığı, *S. angustipes*, *S. trifasciatum*, *S. variegatum* ve *S. pseudequinum* miktarının ise arttığı görülmüştür. Elektriksel iletkenlikle *P. rufipes*, *S. trifasciatum* ve *S. variegatum* arasında negatif ilişkiye rastlanırken, *S. angustipes*, *S. ornatum*, *S. auricoma* ve *S. pseudequinum* arasında pozitif ilişkiye rastlanmıştır. Çözünmüş oksijen değerleri ile *P. rufipes*, *S. angustipes*, *S. ornatum*, *S. variegatum*, *S. auricoma* ve *S. pseudequinum* değerleri arasında pozitif, *S. trifasciatum* değerleri arasında ise negatif ilişki olduğu saptanmıştır. BOİ<sub>5</sub> artarken *S. angustipes* ve *S. pseudequinum* türlerinin birey sayılarının arttığı fakat *P. rufipes*, *S. ornatum*, *S. trifasciatum*, *S. variegatum* ve *S. auricoma* türlerinin birey sayılarının azaldığı görülmüştür. Nitrit değerleriyle *P. rufipes*, *S. angustipes* ve *S. variegatum* arasında pozitif ilişki bulunurken *S. ornatum*, *S. trifasciatum*, *S. auricoma* ve *S. pseudequinum* arasında negatif ilişki bulunmuştur.

**Tablo 6.** Fizikokimyasal parametrelerin ve tespit edilen türlerin Pearson testine göre değerleri

	Sıcaklık	pH	E. İ.	Ç. O.	BOI <sub>5</sub>	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Cl <sup>-</sup>	<i>P. rufipes</i>	<i>S. angustipes</i>	<i>S. costatum</i>	<i>S. bezzii</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. variegatum</i>	<i>S. auricoma</i>	<i>S. pseudequinum</i>
Sıcaklık	1	,796**	,422*	-0,37	0,406	,592**	,480*	0,155	0,171	-0,98	0,546	.(a)	.(a)	0,454	1,000**	-0,083	-1,000**	0,332
pH		1	,533**	-,533**	0,164	,562**	0,365	,448*	0,407	-0,038	0,434	.(a)	.(a)	-0,709	1,000**	0,155	-1,000**	0,278
E. İ.			1	-0,222	0,154	,779**	,755**	,726**	,886**	-0,852	0,001	.(a)	.(a)	0,162	-1,000**	-0,427	1,000**	0,047
Ç. O.				1	-0,288	-0,132	-0,049	-,443*	-0,317	0,986	0,137	.(a)	.(a)	0,172	-1,000**	0,735	1,000**	0,143
BOI <sub>5</sub>					1	0,38	,425*	0,183	0,204	-0,592	0,45	.(a)	.(a)	-0,145	-1,000**	-0,389	-1,000**	0,128
NO <sub>2</sub> -N						1	,768**	,434*	,570**	,999*	0,262	.(a)	.(a)	-0,117	-1,000**	0,562	-1,000**	-0,023
NO <sub>3</sub> -N							1	0,251	,583**	-1,000**	0,109	.(a)	.(a)	-0,441	-1,000**	-0,526	1,000**	0,407
NH <sub>4</sub> -N								1	,832**	-0,795	-0,201	.(a)	.(a)	-0,104	.(a)	-0,305	1,000**	-0,438
Cl <sup>-</sup>									1	-0,725	-0,134	.(a)	.(a)	-0,099	-1,000**	-0,386	1,000**	-0,125
<i>P. rufipes</i>										1	.(a)	.(a)	.(a)	-1,000**	.(a)	,997*	.(a)	.(a)
<i>S. angustipes</i>											1	.(a)	.(a)	0	.(a)	.(a)	.(a)	,908*
<i>S. costatum</i>												1	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)
<i>S. bezzii</i>													1	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)
<i>S. ornatum</i>														1	.(a)	-1,000**	.(a)	-1,000**
<i>S. trifasciatum</i>															1	.(a)	.(a)	.(a)
<i>S. variegatum</i>																1	.(a)	.(a)
<i>S. auricoma</i>																	1	.(a)
<i>S. pseudequinum</i>																		1

\*\* 0,01 düzeyinde önemli

\* 0,05 düzeyinde önemli

(a) Değişkenlerden en az biri sabit olduğu için hesaplanamamıştır

Nitratla *P. rufipes*, *S. ornatum*, *S. trifasciatum* ve *S. variegatum* arasında negatif, *S. angustipes*, *S. auricoma* ve *S. pseudequinum* arasında pozitif ilişki görülmüştür. Amonyumun artışı ile *P. rufipes*, *S. angustipes*, *S. ornatum*, *S. variegatum* ve *S. pseudequinum*'un birey sayısının azaldığı, *S. auricoma*'nın birey sayısının arttığı görülmüştür. Klorür, *P. rufipes*, *S. angustipes*, *S. ornatum*, *S. trifasciatum*, *S. variegatum* ve *S. pseudequinum* ile negatif ilişki gösterirken *S. auricoma* ile pozitif ilişki göstermiştir.

Sıcaklık ile pH, nitrit, *S. trifasciatum*, *S. auricoma* arasında (<0,01), sıcaklık ile elektriksel iletkenlik, nitrat arasında (<0,05), pH ile elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen, nitrit, *S. trifasciatum*, *S. auricoma* arasında (<0,01), pH ile amonyum arasında (<0,05), elektriksel iletkenlik ile nitrit, nitrat, amonyum, klorür, *S. trifasciatum*, *S. auricoma* arasında (<0,01), çözünmüş oksijen ile *S. trifasciatum*, *S. auricoma* arasında (<0,01), çözünmüş oksijen ile amonyum arasında (<0,05), BOİ<sub>5</sub> ile *S. trifasciatum*, *S. auricoma* arasında (<0,01), BOİ<sub>5</sub> ile nitrat arasında (<0,05), nitrit ile nitrat, klorür, *S. trifasciatum*, *S. auricoma* arasında (<0,01), nitrit ile amonyum, *P. rufipes* arasında (<0,05), nitrat ile klorür, *P. rufipes*, *S. trifasciatum*, *S. auricoma* arasında (<0,01), amonyum ile klorür, *S. trifasciatum* arasında (<0,01), klorür ile *S. trifasciatum*, *S. auricoma* arasında (<0,01), *P. rufipes* ile *S. ornatum* arasında (<0,01), *P. rufipes* ile *S. variegatum* arasında (<0,05), *S. angustipes* ile *S. pseudequinum* arasında (<0,05), *S. ornatum* ile *S. variegatum*, *S. pseudequinum* arasında (<0,01) istatistiki açıdan önemli farklılıklar belirlenmiştir.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Isparta Deresi'nde Kış-2017 - Sonbahar-2017 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada suyun fizikokimyasal parametreleri ile Simuliidae familyasına ait bulunan türler arasındaki ilişkiler belirlenerek su kalitesi tespit edilmeye çalışılmıştır.

Yıllık su sıcaklık ortalama değerleri 9,94°C ile 18,12°C arasında değişmiştir. En düşük su sıcaklığı kış mevsiminde 2. istasyonda (1,19°C) ölçülürken en yüksek su sıcaklığı ise yaz mevsiminde 5. istasyonda (28,94°C) ölçülmüştür. Yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Kalyoncu, 1996; Bernotiene, 2006; Tekin-Özan vd., 2008; Kalyoncu ve Zeybek, 2009; Çiçek, 2011; Özan, 2016). Sıcaklık ile pH ve nitrit arasında <0,01 düzeyinde ayrıca sıcaklık ile elektriksel iletkenlik ve nitrat arasında <0,05 düzeyinde önemli farklılık belirlenmiştir.

Yıllık ortalama pH değerleri 6,9 ile 7,67 arasında değişmiştir. En düşük pH değerine 6,58 ile kış mevsiminde 2. istasyonda, en yüksek pH değerine ise 8,09 ile yaz mevsiminde 5. istasyonda rastlanmıştır. Karakaş (2018), Karpuz Çayı'nda ortalama pH değerlerini 7,94 ile 8,27 aralığında gözlemlemiştir. pH ile elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen ve nitrit arasında <0,01 düzeyinde, pH ile amonyumla arasında <0,05 düzeyinde önemli farklılık bulunmuştur.

Elektriksel iletkenlik değerleri yıllık ortalamaları 189,15 µS/cm ile 499,97 µS/cm arasında değişiklik göstermiştir. 4. istasyonda sonbahar mevsiminde 181,1 µS/cm ile en düşük, 5. istasyonda yaz mevsiminde 625,6 µS/cm ile en yüksek elektriksel iletkenlik değeri ölçülmüştür. Gülcü-Gür ve Tekin-Özan (2017), Işıklı Gölü'nde yaptıkları çalışmada elektriksel iletkenliği 262,33 µS/cm ile 385,2 µS/cm aralığında ölçmüşlerdir. Pearson testine göre elektriksel iletkenlik ile nitrit, nitrat, amonyum ve klorür arasında (<0,01) önemli farklılığa rastlanmıştır.

Yıllık ortalama çözünmüş oksijen değerleri 4,87 mg/l ile 6,75 mg/l arasında saptanmıştır. En düşük çözünmüş oksijen değeri 3. istasyonda ilkbahar mevsiminde 3,5 mg/l ölçülürken, en yüksek çözünmüş oksijen değeri 1. istasyonda ilkbahar mevsiminde 7,5 mg/l olarak ölçülmüştür. Yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlara rastlanmıştır (Çiçek, 2003; İpek ve Saler, 2008; Başyigit ve Tekin-Özan, 2013; Buitrago-Guacaneme vd., 2018). Pearson testine göre çözünmüş oksijen ile diğer fizikokimyasal parametreler arasında negatif bir ilişki gözlenmiş ve çözünmüş oksijen ile amonyum arasında <0,05 düzeyinde önemli farklılık görülmüştür.

BOİ<sub>5</sub> değerlerinin yıllık en yüksek ortalaması 3,9 mg/l olarak belirlenirken en düşük ortalaması ise 0,29 mg/l olarak hesaplanmıştır. En düşük değer kış mevsiminde 2. istasyonda 0,28 mg/l, en yüksek değer ise yaz mevsiminde 6. istasyonda 4,2 mg/l olmuştur. Karakaş (2018), Karpuz Çayı (Antalya)'nda ortalama BOİ<sub>5</sub> değerini en düşük 0,42 mg/l, en yüksek 1,12 mg/l olarak bildirmiştir. BOİ<sub>5</sub> ile nitrat arasında <0,05 düzeyinde istatistiki açıdan önemli farklılığa rastlanmıştır. BOİ<sub>5</sub> değerlerine göre 1., 2., 3., ve 4. istasyonların oligosaprobik bölge, 5. ve 6. istasyonların beta-mezosaprobik bölge olduğu belirlenmiştir.



Yapılan çalışmada yıllık ortalama amonyum azotu 0,013 mg/l ile 7,202 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değere yaz mevsiminde 0,002 mg/l ile 1. istasyonda, en yüksek değere ilkbahar mevsiminde 11,4 mg/l ile 5. istasyonda rastlanmıştır. 5. ve 6. istasyonlarda amonyum azotu miktarının diğer istasyonlara göre çok fazla olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi 5. istasyon öncesinde çevrede bulunan köylerin atık sularının ve tarım arazilerinde kullanılan gübrelerin bir şekilde dereye karışması olabilir. Ay (2017), Mudurnu Nehri'nde amonyum azotu değerlerini 0,006 mg/l ile 0,74 mg/l arasında gözlemlemiştir. Amonyum ile klorür arasında (<0,01) istatistiki açıdan önemli farklılık bulunmuştur.

Yıllık ortalama nitrit miktarı 0,035 mg/l ile 4,168 mg/l arasında değişiklik göstermiştir. Nitrit azotu en az (0,025 mg/l) 4. istasyonda ilkbahar mevsiminde, en çok (11,8 mg/l) 5. istasyonda yaz mevsiminde bulunmuştur. Özellikle yaz mevsiminde 5. istasyonda olan aşırı nitrit yükselmesi 6. istasyonda da gözlenmiş ve sonbahar mevsiminde de etkisini devam ettirmiştir. Bu artışın sebebi, 5. istasyondan önce bulunan köylerin lağım sularının bu dereye karışması olabilir. Verep vd. (2017), Derepazarı Deresi (Rize)'nde nitrit değerlerini 0,002 mg/l ile 0,02 mg/l arasında saptamışlardır. Nitritin, nitrat ve klorürle arasında <0,01 düzeyinde, amonyumla arasında <0,05 düzeyinde önemli istatistiki farklılık görülmüştür.

Bu çalışmada yıllık ortalama nitrat azotu değerleri 1,405 mg/l ile 10,530 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değere sonbahar mevsiminde 0,99 mg/l ile 3. istasyonda, en yüksek değere yine sonbahar mevsiminde 16,8 mg/l ile 6. istasyonda rastlanmıştır. Erdoğan ve Ertan (2016), Köprüçay Nehri'nde nitrat değerlerini 0,04 mg/l ile 1,24 mg/l arasında bulmuşlardır. Nitrat miktarının 5. ve 6. istasyonda yazın ve sonbaharda önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Chapman ve Kimstach (1996)'e göre sulardaki nitrat azotunun 5 mg/l'nin üzerinde olması tarımsal etkinliklerden ya da evsel atıklardan kaynaklanmaktadır. 5. ve 6. istasyondaki artış buna bağlanabilir. Nitrat ile klorür arasında (<0,01) önemli istatistiki farklılığa rastlanmıştır.

Klorür iyonunun yıllık ortalamasının 8,4 mg/l ile 65,697 mg/l arasında olduğu gözlenmiştir. En düşük klorür iyonuna 1. istasyonda (4,23 mg/l) yaz mevsiminde, en yüksek klorür iyonuna 6. istasyonda (71 mg/l) kış mevsiminde rastlanmıştır. Özen (2018), Ulupınar Çayı'nda yaptığı çalışmada klorür değerlerini en az 5,15 mg/l ve en çok 19,95 mg/l olarak belirlemiştir.

Bu çalışmada Simuliidae familyasına ait Simuliinae alt familyasından *Prosimulium*, *Metacnephia* ve *Simulium* cinslerine rastlanmıştır. Ayrıca *Simulium* cinsine ait *Eusimulium*, *Nevermannia*, *Simulium*, *Trichodagmia*, *Wilhelmia* altcinsleri tespit edilmiştir.

Bu çalışmada *Metacnephia* sp., kış ve ilkbahar mevsiminde görülürken diğer mevsimlerde bu taksona rastlanmamıştır. *Simulium* sp.'ye dört mevsimde de rastlanmıştır. Genel baskınlık bakımından en baskın taksondur. Belirlenen bütün *Simulium* sp. bireyleri genç larva niteliğindedir. *Simulium angustipes* türü yaz mevsimi hariç tüm mevsimlerde gözlenmiştir. Bu türe en fazla sonbahar mevsiminde rastlanmıştır. Sonbaharda 4. istasyon haricinde her istasyonda görülmüştür. Bu türe yoğun olarak beta-mezosaprobik bölgelerde rastlanılmasının yanı sıra bu tür alfa-mezosaprobik ve oligosaprobik bölgelerde de görülebilmektedir (Car vd., 1995). Bu çalışmada bu türün bulunduğu istasyonların beta-mezosaprobik ve oligosaprobik özelliklere sahip olduğu görülmüştür. *Simulium auricoma* türü sadece kış mevsiminde 2. ve 3. istasyonda görülmüştür. Scheder (2004)'e göre bu tür genellikle hızlı akıntılı, yüksek bölgelerde yer alan soğuk dağ sularında bulunmaktadır. Ksenosaprobik ve beta-mezosaprobik ortamlarda bulunabilen bu tür genellikle oligosaprobik bölgeleri tercih etmektedir (Car vd., 1995). Bu çalışmada da bu türün bulunduğu dere hızlı akıntılıdır ve oligosaprobik bölgelerde rastlanmıştır. *Simulium bezzii*, sadece kış mevsiminde ve 3. istasyonda tespit edilmiştir. Seitz (1994), bu türün hızlı akan sularda 2000 metre yüksekliğe kadar bulunabileceğini bildirmiştir. Beta-mezosaprobik ve oligosaprobik bölgeler bu türün sıklıkla bulunduğu bölgelerdir (CSN, 1998). Bu çalışmada da bu türe oligosaprobik bölgede rastlanmıştır. *Simulium costatum* türü sadece ilkbahar mevsiminde 3. istasyonda görülmüş olup sadece 1 tane bireye rastlanmıştır. Başören (2015), yaptığı çalışmada bu türe ait alfa-mezosaprobik bölgede yaşayan 1 bireye rastlamış ve yaşaması için uygun olan habitat koşullarının dönemsel olarak değişmesinden dolayı türün bölgeyi terk etmek zorunda kalmış olabileceğini bildirmiştir. Bu çalışmada da bu türe ait tek bireye rastlanmasının sebebi bu olabilir. *Simulium ornatum*, yaz mevsimi dışında her mevsimde bulunmuştur. *S. ornatum* larvalarının yoğunluğu için en önemli faktör pH'tır. Düşük pH'ta küçük ve temiz sularda sıklıkla bulunur. (Bernotiene, 2006). Bu çalışmada da *S. ornatum*'un rastlandığı istasyonlardaki pH değeri düşüktür. *Simulium pseudequinum*, her mevsim rastlanan bir tür olmuştur. Yaz ve sonbahar mevsiminde en baskın ikinci tür, kış ve ilkbahar mevsiminde en baskın üçüncü türdür. Yüksek sıcaklıkta bile hayatta kalabilen bu türe genellikle akıntısı yavaş sularda rastlanır (Car vd., 1995; Kazancı, 2006). 5. ve 6. istasyonlarda yaz mevsiminde görülmesi de bu

bilgiyi desteklemektedir. En fazla beta-mezosaprobik bölgelerde görülen bu türe nadiren de olsa alfa-mezosaprobik bölgelerde rastlanır (Car vd., 1995). Bu çalışmada *S. pseudequinum* türünün tüm mevsimlerde beta-mezosaprobik özelliklere uygun bölgelerde gözlemlenmesinin yanısıra sonbahar mevsiminde az birey sayısında oligosaprobik bölgede de belirlenmiştir. Bu sonuca göre bu türün oligosaprobik bölgelere de uyum sağlayabildiği görülmüştür. *Simulium trifasciatum*, yaz ve sonbaharda belirlenememiştir. Kış mevsiminde sadece 3. istasyonda, ilkbaharda ise sadece 2. istasyonda tespit edilebilmiştir. Bernotiene (2006), yaptığı çalışmada *S. trifasciatum* larvalarının düşük organik kirliliğe sahip nehirleri ve yumuşak sertlikteki suları tercih ettiği sonucuna varmıştır. Bu tür genellikle beta-mezosaprobik ve oligosaprobik bölgeleri tercih etmektedir (Car vd., 1995). Başören (2015), çalışmasında bu türe ait bir bireyin alfa-mezosaprobik bölgede yaşadığını görmüştür. Bu çalışmada ise bu türe oligosaprobik bölgelerde rastlanmıştır. *Simulium variegatum* türüne kış ve ilkbahar mevsiminde rastlanırken, diğer mevsimlerde görülmemiştir. Bu türün larva ve pupalarına genellikle dağlık ve dağlık alanların alt kısımlarındaki dereler ile orta genişlikteki nehirlerde ve bitkilerin üzerinde rastlanır. Hızlı akıntıya sahip soğuk ve oksijence zengin dağ sularında yaşarlar (Rubtsov, 1990). Bu türe en fazla oligosaprobik bölgelerde rastlanır. Ancak beta-mezosaprobik bölgelerde ve nadiren de olsa alfa-mezosaprobik ve ksenosaprobik bölgelerde de görülebilir (Car vd., 1995). Bu çalışmada bu türe genellikle oligosaprobik bölgelerde rastlanırken beta-mezosaprobik bölgede de 1 bireyine ulaşılmıştır. *Prosimulium* sp. yalnızca ilkbahar mevsiminde 3. istasyonda görülmüştür. İlkbahar mevsiminin bu istasyonunun en baskın taksonu olmuştur. *Prosimulium rufipes* türü sadece ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Genellikle bu tür, akarsuların yukarı bölümlerindeki hızlı akan sularda görülmektedir (Illésová vd., 2008). En sık bulunduğu ortam oligosaprobik bölgelerdir. Beta-mezosaprobik ve ksenosaprobik bölgelerde de nadiren bulunur (Car vd., 1995). Bu çalışmada da bu türe oligosaprobik bölgelerde rastlanarak bu bilgilerle uyumlu olduğu görülmüştür.

Bu çalışma sonucunda, Isparta Deresi'nin Karacaören Baraj Gölü'ne yoğun bir kirlilik yükü taşıdığı kanısına varılmıştır. Bu durumun engellenmesine yardımcı olacak çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığı (Proje no: 4827-YL1-16) tarafından desteklenmiştir. Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığına teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Adler, P. H., & Şirin, Ü. D. (2014). Cytotaxonomy of the Prosimulium (Diptera: Simuliidae) of Western Asia. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 171(4), 753-768.
- Ay, S. (2017). Mudurnu Nehri'nde Su Kalitesinin Kimyasal Parametrelerle Belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 138s, Sakarya.
- Başören, Ö. (2015). Doğu Karadeniz Bölgesi Simuliidae (Insecta, Diptera) Faunasının ve Türlerin Habitat Kalitelerinin Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi'ne Göre Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 190s, Ankara.
- Başıyigit, B., & Tekin-Özan, S. (2013). Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment, and Tissues of Pikeperch (*Sander lucioperca*) from Karataş Lake Related to Physico-Chemical Parameters, Fish Size and Seasons. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22(3), 633-644.
- Bernotiene, R. (2006). On The Distribution of Black Fly Larvae in Small Lowland Rivers in Lithuania. *Acta Entomologica Serbica*, 11, 115-125.
- Buitrago-Guacaneme, A., Sotelo-Londoño, A., Pinilla-Agudelo, G. A., García-García, A., Moncada, L. I., & Adler, P. H. (2018). Abundance and Diversity of Black Flies (Diptera: Simuliidae) in Rivers of the Andean Eastern Hills of Bogotá (Colombia), and Its Relationship with Water Stream Physicochemical Variables. *Universitas Scientiarum*, 23(2), 291-317.
- Campbell, N., & Reece, J.B. (2010). *Biyoloji*. Çev. Gündüz E., Demirsoy A., Türkan İ. Palme Yayıncılık, 1247s, Ankara.
- Car, M., Mohrig, W., Moog, O., Oosterbroek, P., Reusch, H., Wagner, R., & Zwick, P. (1995). *Diptera (Except Chironomidae)(Authors Depending on Family)*. Fauna Aquatica Austriaca, Lieferungen, 2002p, Wien.
- Chapman, D., & Kimstach, V. (1996). *Selection of Water Quality Variables*. In: *Water Quality Assessments - A Guide Touse of Biota, Sediment Sand Water In Environmental Monitoring*. (Chapman, D.) University Press, 651p, Cambridge.
- Crosskey, R. W. (1990). *The Natural History of Blackflies*. John Wiley and Sons, 771s, Chichester.

- Crosskey, R. W., & Zwick, H. (2007). New Faunal Records, with Taxonomic Annotations, for the Blackflies of Turkey (Diptera, Simuliidae). *Aquatic Insects*, 29(1), 21-48.
- CSN, 75 7716, (1998). Water quality, biological analysis, determination of saprobic index. Czech Technical State Standard, Prague.
- Çiçek, N. L. (2003). Darıören ve Isparta Derelerinin Epilitik Algleri ve Su Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 124s, Konya.
- Çiçek, N. L. (2011). Köprüçay Nehri (Antalya) Su Kalitesinin Fizikokimyasal Değerlere Ve Bentik Algler Göre Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 173s, Isparta.
- Demirsoy, A. (2006). *Yaşamın Temel Kuralları Entomoloji* Cilt II/Kısım II. Meteksan A. Ş., 941s, Ankara.
- Donald, A. E., & Blessing, U. A., (2019). Index Approach to Water Quality Assessment of a South Eastern Nigerian River. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(1), 153-159.
- Erdoğan, Ö., & Ertan, Ö. O. (2016). Köprüçay Nehri Nehirağzı Bölgesinin Bazı Su Kalitesi Parametrelerinin İncelenmesi. *Yalvaç Akademi Dergisi*, 1(1), 58-66.
- Gülcü-Gür, B., & Tekin-Özan, S. (2017). The Investigation of Heavy Metal Levels in Water and Sediment from Işıklı Lake (Turkey) in Relation to Seasons and Physico-Chemical Parameters. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 3(2), 87-96.
- Illéšová, D., Halgoš, J., & Krno, I. J. (2008). Blackfly Assemblages (Diptera, Simuliidae) of the Carpathian River: Habitat Characteristics, Longitudinal Zonation and Eutrophication. *Hydrobiologia*, 598(1), 163-174.
- İpek, N., & Saler, S. (2008). Seli Çayı (Elazığ-Türkiye) Rotifer Faunası ve Bazı Biyoçeşitlilik İndeksleri ile Analizi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25(3), 211-215.
- Kalyoncu, H. (1996). Isparta Çayı Algleri Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 110s, Isparta.
- 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.
- Kalyoncu, H., & Zeybek, M. (2011). An Application Of Different Biotic And Diversity Indices For Assessing Water Quality: A Case Study In The Rivers Çukurca And Isparta (Turkey). *African Journal Agricultural Research*, 6(1),19-27.
- Karakaş, B. (2018). Karpuz Çayı' nın Trichoptera Faunası ve Su Kalitesi ile İlişkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 110s, Isparta.
- Kazancı, N. (2006). Ordination of Simuliidae and Climate Change İmpact. *Acta Entomologica Serbica*, 771(560), 69-76.
- Kocataş, A. (2014). *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi* (13. Baskı), Dora Yayıncılık, 597s, Bursa.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers, 654p, New York.
- Margalef, R. (1957). La Teoria de la Informacion en Ecologia. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 32(13), Barcelona.
- Mutlu, E., Kutlu, B., Demir, T., & Yanık, T. (2018). Assessment of Metal Concentrations and Physicochemical Parameters in the Waters of Lake Tecer. Kastamonu Üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, 18(1), 1-10.
- Özan, C. (2016). Isparta Deresi'nin Su ve Sedimentindeki Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, Isparta.
- Özen, A. (2018). Ulupınar Çayı (Antalya)'nın Trichoptera Faunası ve Su Kalitesi ile İlişkisi Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 107s, Isparta.
- Rubtsov, I. A. (1990). *Blackflies (Simuliidae)* (Second Edition), Volume 6, Part 6. E. J. Brill Publishing Company, 1042p, Leiden.
- Scheder, C. (2004). The National Park Kalkalpen as a Refuge Area for Rare Species : *Simulium (Obuchovia) auricoma* – Recorded for the First Time in Upper Austria. *Acta Zoologica Universitatis Comenianae*, 45(1), 31-37.
- Seitz, G. (1994). Neue und Bemerkenswerte Kriebelmückenfunde (Diptera: Simuliidae) für die Deutsche Fauna. *Lauterbornia*, 15, 101-109.
- Şenel, M. S. (2017). Antalya Boğaçayı'nda Kirlilik Düzeyi ve Su Kalitesinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72s, Antalya.
- Şirin, Ü. D. (2001). Yukarı Sakarya Nehir Sistemi Simuliidae Faunasının Tespiti. Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 136s, Eskişehir.
- Tekin-Özan, S., Kır, I., Ayvaz, Y., & Barlas, M. (2008). Influence of Seasons on Heavy Metal Levels in Carp (*Cyprinus carpio* L.) Tissues from Kovada Lake (Turkey). *Advances in Food Sciences*, 30(3), 140-144.
- Tongjura, J. D. C., Amuga, G. A., Mafuyai, H. B., Matur, B. M., & Olatunwa, J. O. (2015). Influence of Some Water Physicochemical Parameters on the Distribution of Black Fly (Diptera, Simuliidae) in Some Rivers in Nasarawa State, Nigeria. *Advances in Entomology*, 3, 101-110.

- Verap, B., Mutlu, T., Çakır, V., & Aydın, G. (2017). Derepazarı Deresinin (Rize-TÜRKİYE) Fiziko-Kimyasal Su Kalitesinin Belirlenmesi ve Bazı Su Kalite Standartlarına Göre Değerlendirilmesi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 2(1), 19-22.
- Vijayan, S., & Anbalagan, S. (2018). Assemblage Pattern and Seasonality of Larval Black Flies (Simuliidae: Diptera) in a Stream of Southern Eastern Ghats. *International Journal of Current Trends in Science and Technology*, 8(3), 20187-20196.
- YSKY, (2016). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete, Sayı: 29797, Tarih: 10.08.2016, Ankara
- 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. doi: 10.3906/zoo-1602-10