

Tunca Nehri'nin (Edirne) Rotifera Faunası ve Komünite Yapısı

Hüseyin GÜHER*, Yasemin DEMİR

Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Edirne.

Geliş : 13.12.2017

Kabul : 12.02.2018

Araştırma Makalesi / Research Paper

*Sorumlu yazar: huseying@trakya.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308-7517

Özet

Bu araştırma sınır aşan önemli akarsularımızdan Tunca Nehri'nde Rotifera'nın komünite yapısını ve çeşitliliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada Tunca Nehri'nde belirlenen 4 istasyonda Haziran 2014-Mayıs 2015 tarihleri arasında aylık olarak Rotifera örnekleri toplanırken bu organizmaları etkileyen bazı çevresel parametrelerde ölçülmüştür. Rotifera'da 20 tür tespit edilirken Tunca Nehri'nde yıllık ortalama 1243 birey/m³ Rotifera bireyi bulunmuştur. En yaygın türler olarak *Brachionus quadridentatus* % 36,2 (450 birey/m³), *Keratella quadrata* % 12,3 (152 birey/m³), *Asplanchna priodonta* % 11,9 (148 birey/m³), *Brachionus plicatilis* % 6,4 (80 birey/m³), *Keratella cochlearis* % 6,0 (74 birey/m³) bulunmuştur. En fazla organizma (2191 birey/m³) sonbahar mevsiminde ve 2. istasyonda (1496 birey/m³) tespit edilmiştir. Tunca Nehri'nin ölçülen çevresel parametreler Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiş ve nehir suyunun genel olarak I. ila II. sınıf su kalitesi arasında değiştiği, sadece fosfat değerleri açısından III. ila IV. sınıf su kalitesi arasında olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tunca Nehri, rotifera fauna, mevsimsel dağılım.

Rotifera Fauna and Community Structure of Tunca River (Edirne)

Abstract

This research was carried out to determine Rotifera fauna and its community structure in Tunca River which is one of the important transboundary streams in Turkey. For this purpose, zooplankton and water samples were taken periodically between from June 2014 to May 2015 in 4 stations in the river. A total of 20 species of Rotifera were determined in the qualitative evaluation of samples taken from the river. The quantitative evaluation of the samples showed that 1243 ind./m³ Rotifera average was found in Tunca River. *Brachionus quadridentatus* 36.2 % (450 ind./m³), *Keratella quadrata* 12.3 % (152 ind./m³), *Asplanchna priodonta* 11.9 % (148 ind./m³), *Brachionus plicatilis* 6.4 % (80 ind./m³) and *Keratella cochlearis* 6.0 % (74 ind./m³) were found to be the most common species. The maximum individual numbers were found in 2nd station with 1496 ind./m³ and autumn season was the period during when the highest individual data (2191 ind./m³) was obtained. According to the water quality associations regulations, the physico-chemical features of Tunca River changed according to first and second quality levels. Only the phosphate values were found between third and fourth quality levels.

Keywords: Tunca River, rotifera fauna, seasonal variation,

GİRİŞ

Bir sucul ekosistemin tipik zooplankton topluluğu genelde Protozoa, Rotifera, Copepoda ve Cladocera'dan oluşur (Rocha vd.,1999). Bu topluluk, akuatik ekosistemin yapısına, bulunduğu coğrafik bölgeye, zamana kısaca suyun fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerine göre farklılıklar göstermekle birlikte ekosistemdeki zooplankton topluluğunun önemli bir bölümünü Rotifera grubu oluşturmaktadır (Jackson ve Schmitz, 1987). Rotifera kısa üreme süreleri, yüksek oranda yavru üretebilme ve istirahat yumurtaları oluşturma özelliklerinden dolayı tatlı su ekosistemlerinde (Saksena, 1987)

özellikle de ötrofik sularda diğer zooplankton gruplarına nazaran genellikle daha bol olarak bulunurlar (Herzig, 1987). Rotifera su kalitesi, ötrofikasyon ve suların kirlenme düzeylerinin indikatör organizmaları olmalarının yansira sucul ekosistemlerde madde ve enerji döngüsünün devamlılığı açısından da son derece önemli organizma gruplarıdır. Bu nedenle akuatik bir ortamın verimliliğini anlamak için o ortamdaki Rotifera türlerinin ve bolluğunun iyi tetkik edilip belirlenmesi gerekir (Altındağ ve Sözen, 1996; Davies vd., 2009; Okogwu, 2010).

Bundan dolayı Türkiye'nin iç sularında özellikle baraj gölleri, göller ve göletler gibi durgun sulardaki Rotifera tür çeşitliliğini ve dağılımını incelemeye yönelik çok sayıda araştırma yapılmış ve kontrol listeleri yayınlanmıştır (Ustaoğlu, 2004; Ustaoğlu vd., 2012; Güher, 2014). Ancak akarsularda yapılan çalışmalar son yıllarda hız kazanmasına rağmen sınırlı sayıdadır. Bozkurt vd. (2002) Asi Nehri; Bozkurt (2004) Akdeniz Bölgesi'ndeki Bazı Akarsular; Akbulut ve Yıldız (2005) Fırat Nehri Havzası; İpek ve Saler (2008, 2012) Seli Çayı ile Görgüšan Çayı ve Geban Deresi; Altındağ vd. (2009) Karaman Deresi; Saler (2011) Munzur Nehri; Bozkurt ve Akın (2012) Yeşilirmak; Dorak (2012, 2013) Eski Riva ve Bıçkı Dereleri ile Aşağı Sakarya nehir havzası; Baysal ve Saler (2014) Çalgan Deresi; Bulut ve Saler (2014) Murat Nehri; Saler vd. (2015) Karasu Nehri; Güher (2016) Meriç Nehri'nde araştırmalarda bulunmuşlardır. Ancak bugüne kadar Tunca Nehri'nin Rotifera faunası, bolluğu ve mevsimsel dağılımları üzerine kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır.

Bu nedenle bu araştırmada sınır aşan sularımızdan ve Meriç Nehri'nin önemli bir kolu olan Tunca Nehri'nin Rotifera faunasını, bolluğunu, mevsimsel dağılımlarının incelenmesi ve bazı çevresel parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATARYAL ve YÖNTEM

Çalışma Alanı

Bulgaristan'ın Karadağ bölgesinde 1940 m yükseklikten doğan Tunca Nehri, 384 km uzunluğundadır. Havza alanı 7884 km² olan nehir, Bulgaristan sınırları içerisinde Sliven, Yambol, Elhovo gibi yerleşim merkezleri içinden geçerek, 12 km boyunca Türkiye Bulgaristan sınırını oluşturur ve Edirne ili Suakacağı Köyü mevkiinden Türkiye sınırlarına girer. Tunca Nehri, Türkiye sınırları içerisinde yaklaşık 40 km yol aldıktan sonra Meriç Nehri ile birleşir (Şekil 1). Tunca Nehri Türkiye ye girdikten sonraki bölümü genel olarak çeltik tarımının yapıldığı tarımsal alanlarla çevrilidir. Nehir etrafında sanayi yoktur. Ancak Edirne şehir merkezinde geçmesi nedeniyle nehir etrafında mesire yerleri bulunmaktadır. Araştırma Haziran 2014- Mayıs 2015 tarihleri Tunca Nehri'nin Türkiye sınırları içerisinde kalan bölümünde gerçekleştirilmiştir. Nisan ayında olumsuz hava şartları nedeniyle örnekleme yapılamamıştır. Rotifera örneklerinin toplanması ve bazı çevresel parametrelerin belirlenmesi için Tunca Nehri'nin Türkiye sınırında kalan bölümünde 4 istasyon seçilmiştir (Şekil 1 ve Tablo 1).



Şekil 1: Tunca Nehri'nin konumu ve örnekleme istasyonları.

Tablo 1: Tunca Nehri'nde örnekleme istasyonları ve koordinatları

	Mevki ve koordinatlar	Özellikleri
1. İstasyon	Suakacağı Köyü 41° 50' 25.39" N, 26° 35' 47.50" E	Nehrin Bulgaristan'dan Türkiye topraklarına girdiği noktadır. Nehir yatağı dar ve akış hızlıdır.
2. İstasyon	Değirmenyeni Köyü 41° 45' 40.66" N 26° 32' 52.09" E	Nehir etrafı tarımsal alanlarla çevrilidir. Nehir yatağı genişlemekte ve akıntı yavaştır.
3. İstasyon	Edirne-Sarayıcı 41° 41' 36.30" N 26° 32' 39.25" E	Edirne şehir merkezine 2 km uzaklıktadır. Nehir yatağı daralmakta ve akış yavaştır.
4. İstasyon	Kirişhane 41° 39' 35.81" N 26° 35' 56.58" E	Tunca Nehri'nin Meriç Nehri ile birleşmeden önceki noktadır. Akış hızlıdır.

Tunca Nehri'nde Rotifera örnekleri aylık periyotlar halinde su pompası yardımıyla su yüzeyinin 15-25 cm (orta kısmı) altında çekilen 70 litre su, 55 mikron göz aralığına sahip plankton kepeşinden süzülerek toplanmıştır. Toplanan örnekler % 4 lük formaldehit ile fikse edilmiştir. Laboratuvara getirilen Rotifera örneklerinin tür teşhisleri için örnekler mikroskop altında ayrılarak geçici preparatları yapılmıştır. Rotifera bireyleri bir lam üzerine alınıp üzerine bir damla Sodyum Hipoklorit damlatılarak trofi izolasyonu yapılmış ve organizmanın türü teşhis edilmiştir. Rotifera türlerinin teşhis ve sınıflandırılması için Ruttner- Kolisko (1974), Koste (1978), Herzig (1987), De Manuel Barrabin (2000), Segers (2008) ve Ustaoglu vd. (2012) den yararlanılmıştır. Çevresel parametreleri belirlemek için Su sıcaklığı, pH, Çözünmüş oksijen, İletkenlik gibi parametreler arazide örnekleme sırasında ölçülmüştür. PO_4^{3-} (Fosfat), NO_3^- -N (Nitrat Azotu), NO_2^- -N (Nitrit Azotu), SO_4^{2-} (Sülfat), Ca (Kalsiyum), Mg (Magnezyum), Cl (Klorür), Mn (Mangan), Cd (Kadmiyum), Cu (Bakır), As (Arsenik), Pb (Kurşun), Zn (Çinko), Fe (Demir) ve Klorofil-

a analizleri T.Ü Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarında yapılmıştır.

Rotifera türlerinin bolluğunu ve çeşitliliğini mevsim ve istasyonlara göre karşılaştırmak için Bray-Curtis Similarity index kullanılmıştır (Krebs, 1999)

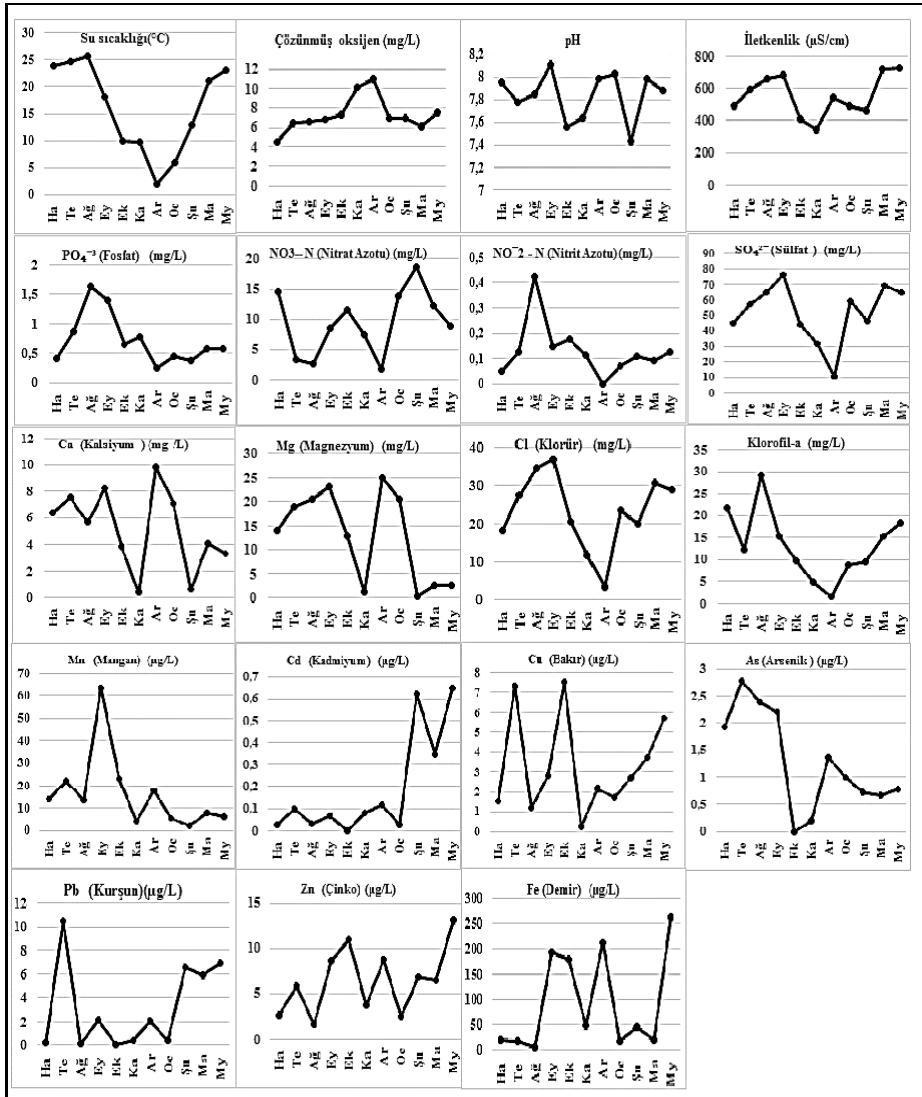
BULGULAR

Fizikokimyasal Bulgular

Tunca Nehri'nde ölçülen parametrelerin maksimum ve minimum değerleri ile ortalamaları Tablo 2 da verilirken bu değerlerin aylara göre değişimi de Şekil 2 de verilmiştir.

Tablo 2: Tunca Nehri'nde ölçülen parametrelerin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri.

Parametreler	Birim	Maksimum	Minimum	Ortalama	St.Sp.
Su sıcaklığı	°C	25,750	2,000	16,000	7,92472
Çözülmüş oksijen (O ₂)	mg/L	10,992	4,505	7,280	1,73434
pH		8,112	7,430	7,840	0,20413
Elektrik iletkenliği (Eİ)	µS/cm	727,500	340,500	554,840	124,13099
Fosfat (PO ₄ ⁻³)	mg/L	1,630	0,252	0,720	0,41125
Nitrat Azotu (NO ₃ -N)	mg/L	18,697	1,781	9,420	5,13965
Nitrit Azotu (NO ₂ -N)	mg/L	0,422	0,000	0,130	0,10306
Sülfat (SO ₄ ²⁻)	mg/L	76,592	10,728	51,880	18,00952
Kalsiyum (Ca)	mg/L	9,791	0,427	5,200	2,88266
Magnezyum (Mg)	mg/L	24,858	0,276	12,880	9,08475
Klorür (Cl)	mg /L	36,955	3,231	23,240	9,50978
Klorofil-a	mg/L	29,302	1,551	13,340	7,48462
Mangan (Mn)	µg/L	63,522	1,827	16,300	16,42309
Kadmiyum (Cd)	µg/L	0,650	0,000	0,190	0,22974
Bakır (Cu)	µg/L	7,510	0,232	3,320	2,35323
Arsenik (As)	µg/L	2,765	0,000	1,410	0,82225
Kurşun (Pb)	µg/L	10,525	0,000	3,210	3,48704
Çinko (Zn)	µg/L	13,080	1,565	6,430	3,53482
Demir (Fe)	µg/L	261,897	5,47 0	92,580	92,60920



Şekil 2: Tunca Nehri'nde ölçülen parametrelerin aylara göre değişimi.

Rotifera'nın Tür Kompozisyonu

Tunca Nehri'nde aylık periyotlar halinde dört istasyondan toplanan Rotifera örneklerin incelenmesi sonucunda Rotifera'ya ait 20 tür tespit edilmiştir (Tablo 3). Tür çeşitliliği olarak da en fazla tür Mart (11 tür); ayında bulunurken bunu sırayla Şubat (10 tür), Haziran, Kasım ve Aralık (8 tür) ayları izlemektedir. En az tür çeşitliliğine sahip ay olarak Eylül ayı (2 tür) bulunmuştur.

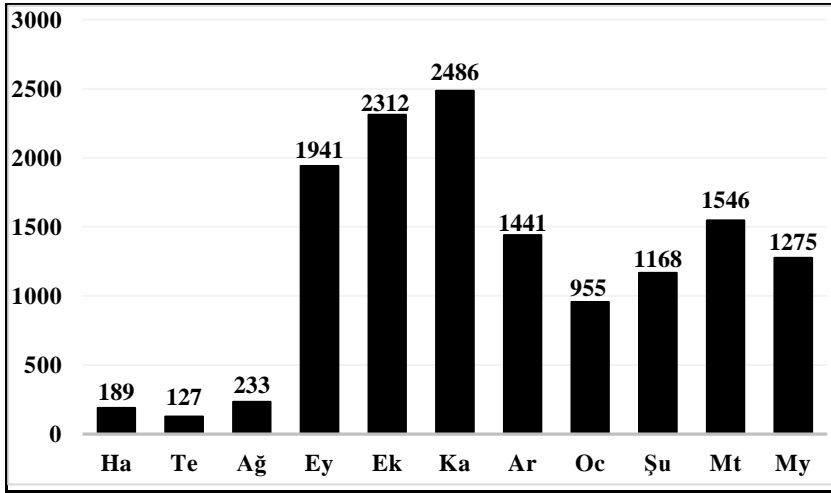
Alınan örneklerin kantitatif olarak değerlendirilmesinde Nehir suyunda yıllık ortalama 1243 birey/m³ Rotifera bireyi tespit edilmiştir. Bunun büyük bir bölümünü *Brachionus quadridentatus* % 36,2 (450 birey/m³), *Keratella quadrata* % 12,3 (152 birey/m³), *Asplanchna priodonta* % 11,9 (148 birey/m³), *Brachionus plicatilis* % 6,4 (80 birey/m³), *Keratella cochlearis* % 6,0 (74 birey/m³) türleri olmuştur. *Platylas quadricornis* % 0,1

(birey/m³), *Brachionus bidentatus* %0,2 (3 birey/m³), *Filinia longiseta* % 0,3 (4 birey/m³) *Brachionus urceolaris* % 0,5 (6 birey/m³) ve *Kellicottia longispina* % 0,5 (6 birey/m³) en az sayıda bulunan türler olmuştur (Tablo 3).

Tablo 3: Tunca Nehri'nde tespit edilen Rotifera türleri ve yıllık ortalama birey sayıları ile bulunma % leri (birey/m³).

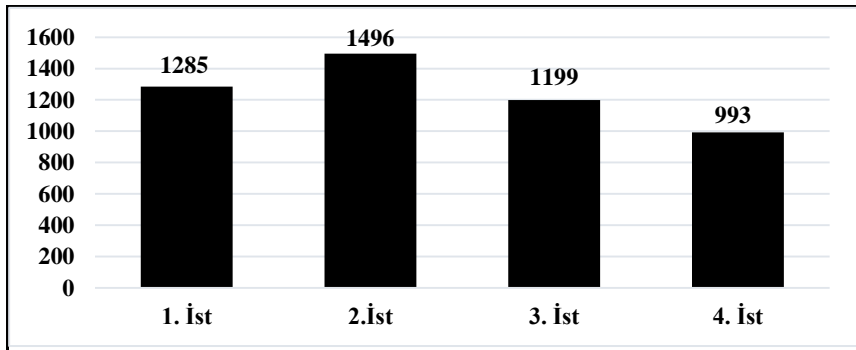
Filum: ROTIFERA	Yıllık birey sayısı (birey/m ³)	
	Ortalama	%
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	54	4,4
<i>Brachionus bidentatus</i> Anderson, 1889	3	0,2
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	40	3,2
<i>Brachionus budapestinensis</i> Daday, 1885	58	4,7
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	450	36,2
<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday, 1883)	37	2,9
<i>Brachionus urceolaris</i> Müller, 1773	6	0,5
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	26	2,1
<i>Brachionus leydigii</i> Cohn, 1862	10	0,8
<i>Brachionus forficula</i> Wierzejski, 1891	6	0,5
<i>Brachionus plicatilis</i> Müller, 1786	80	6,4
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	152	12,3
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	74	6
<i>Keratella tecta</i> (Gosse, 1851)	26	2,1
<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	21	1,7
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	6	0,5
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	1	0,1
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	149	11,9
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	4	0,3
<i>Lecane sp.</i>	41	3,2
Toplam	1243	100

Türlerin aylara göre bulunma sıklığına baktığımızda ise çalışma süresince tüm aylarda bulunan tür olmamakla birlikte *Brachionus quadridentatus* 10 ay; *Brachionus angularis* 8 ay; *Keratella quadrata* 8 ay; *Keratella cochlearis* 7 ay süreyle en yaygın olarak bulunan türler olmuştur. *Brachionus urceolaris* Ağustos ve Mart aylarında, *Kellicottia longispina* Ocak ve Mart aylarında, *Platyias quadricornis* Haziran ve Temmuz aylarında, *Filinia longiseta* Haziran ve Ocak aylarında olmak üzere 2 aylık periyotlarda bulunurken *Brachionus bidentatus* ve *Notholca squamula* sadece Şubat ayında; *Brachionus leydigi* ve *Brachionus forficula* ise sadece Mart ayında bulunan türlerdir. Aylara göre sayısal değerlere baktığımızda en fazla organizma Kasım (2486 birey/m³) ve Ekim (2312 birey/m³) aylarında en az da Temmuz (127 birey/m³) ayında bulunmuştur (Şekil 3).



Şekil 3: Tunca Nehri'nde Rotifera bireylerinin aylara göre sayısal değişimi (birey/m³).

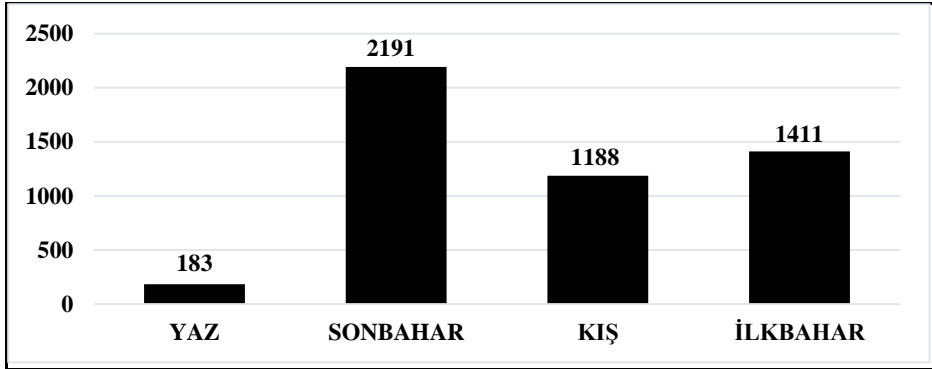
İstasyonlara göre dağılımına bakıldığında en fazla organizma 2. istasyonda (1496 birey/m³) bulunurken bunu sırayla 1. istasyon (1285 birey/m³), 3. istasyon (1199 birey/m³) ve 4. istasyon (993 birey/m³) izlemiştir (Şekil 4). Tür çeşitliliği olarakta en fazla tür 3. istasyonda (16 tür) bulunurken 1. ve 4. istasyonlarda 14 tür; 2.istasyonda ise 12 tür bulunmuştur. *Brachionus angularis*, *Brachionus budapentinensis*, *Brachionus quadridentatus*, *Brachionus plicatilis*, *Keratella quadrata*, *Asplanchna priodonta* en yaygın türler olarak tüm istasyonlarda bulunurken; *Brachionus bidentatus* sadece 3. istasyonda, *Brachionus leydi* ve *Brachionus forficula* sadece 1. istasyonda bulunmuştur. İstasyonların ortalamalarına göre en fazla sayısal yoğunluğa sahip tür olarak *Brachionus quadridentatus* (448 birey/m³) bulunurken, bunu sırayla *Keratella quadrata* (155 birey/m³); *Asplanchna priodonta* (152 birey/m³) türleri izlemektedir. En azda *Platytias quadricornis* (1 birey/m³), *Brachionus bidentatus* (3 birey/m³), *Filinia longiseta* (4 birey/m³) türleri bulunmuştur.



Şekil 4: Tunca Nehri'nde Rotifera bireylerinin istasyonlara göre sayısal değişimi (birey/m³).

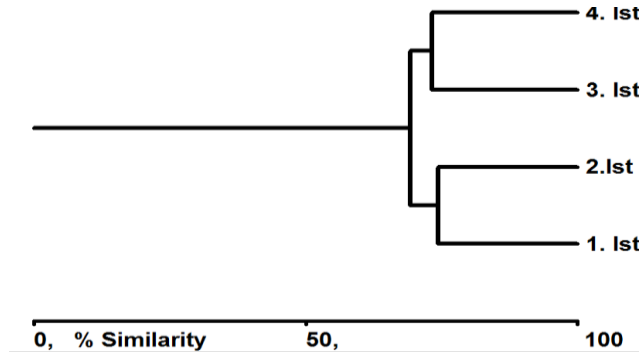
Rotifera grubunun mevsimsel dağılımına baktığımızda en fazla organizma sonbahar (2191 birey/m³) mevsiminde bulunurken bunu sırayla 1411 birey/m³ ile ilkbahar, 1188 birey/m³ ile kış ve 183 birey/m³ ile yaz mevsimi izlemektedir. Tür çeşitliliği olarakta en

fazla tür ilkbahar (15 tür) bulunurken en az türde (9 tür) yaz mevsiminde bulunmuştur. *Brachionus angularis*, *Brachionus quadridentatus*, *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis* ve *Asplanchna priodonta* tüm mevsimlerde bulunurken *Brachionus bidentatus*, *Keratella tecta*, *Notholca squamula* sadece kış, *Brachionus leydigi*, *Brachionus forficula* ilkbahar ve *Platylabus quadricornis* sadece yaz mevsimlerinde bulunan türler olmuştur. Mevsimsel ortalamalarına göre en fazla sayısal yoğunluğa sahip tür olarak *Brachionus quadridentatus* (434 birey/m³) bulunurken, bunu sırayla *Keratella quadrata* (171 birey/m³), *Asplanchna priodonta* (143 birey/m³) türleri izlemektedir. En azda *Platylabus quadricornis* (1 birey/m³) türü bulunmuştur (Şekil 5).

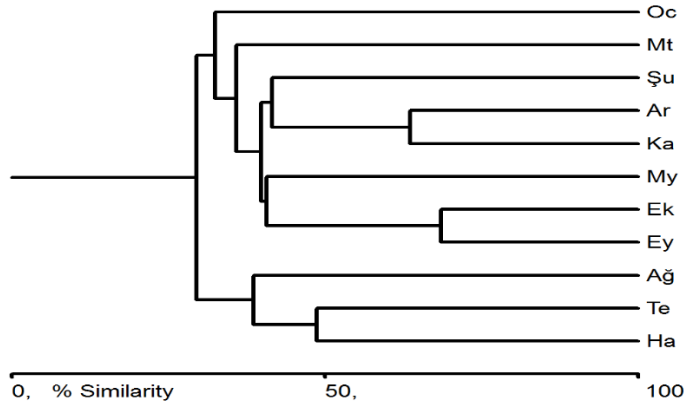


Şekil 5: Tunca Nehri'nde Rotifera bireylerinin mevsimlere göre sayısal değişimi (birey/m³).

Bary-Curtis indeksine göre istasyonlar birbirlerine çok benzemekle birlikte en yüksek benzerlik 3. ile 4. İstasyon (%74,821) ve 1. ile 2. İstasyon (%72,952) arasında bulunmuştur (Şekil 6). Ayları göre ise en yüksek benzerlik Eylül-Ekim (68,5943); Kasım-Aralık (63,6132); Temmuz-Haziran (48,7342) ayları arasında bulunurken en düşük benzerlik ise Ağustos – Ocak ayları arasında tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 6 : Rotifera'nın istasyonlara göre Bary-Curtis benzerlik indeksi.



Şekil 7 : Rotifera'nın aylara göre Bary-Curtis benzerlik indeksi.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Tunca Nehri'nde yaşayan Rotifera türlerini ve bu türlerin yoğunluklarının belirlenmesi amacıyla Haziran 2014- Mayıs 2015 aylık periyotlarla dört istasyonda Rotifera örnekleri ile çevresel parametreleri belirlemek için alınan su örnekleri değerlendirilmiştir.

Rotifera örneklerinin kalitatif olarak değerlendirilmesi sonucunda Rotifera filumundan 4 familyaya ait 20 tür bulunmuştur. Erdoğan ve Güher (2012) Trakya Bölgesi Rotifera faunasını taksonomik yönden incelemişler ve Tunca Nehri'nde 14 Rotifera türü kaydı vermişlerdir. Bu türlerden *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus quadridentatus*, *Brachionus urceolaris*, *Brachionus leydigii*, *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis* türleri bu çalışmada da ortak bulunan türler olurken; *Euchlanis deflexa*, *Lecane luna*, *Proales fallaciosa*, *Synchaeta pectinata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Polyarthra remata*, *Filinia terminalis* türleri bu çalışmada bulunamamıştır. Buna ilaveten *Brachionus bidentatus*, *Brachionus diversicornis*, *Brachionus falcutus*, *Brachionus forficula*, *Brachionus plicatilis*, *Keratella tecta*, *Notholca squamula*, *Kellicottia longispina*, *Platyias quadricornis*, *Filinia longiseta*, *Asplanchna priodonta* türleri Tunca Nehri'nde ilk defa bu çalışmada tespit edilmiştir. Erdoğan ve Güher (2012) yaptıkları araştırmalar tamamen taksonomiye yönelik araştırmalardır. Bu araştırmacılar su birikintileri de dahil her türlü akuatik ortamlarda materyal toplamışlardır. Muhtemelen Tunca Nehri'nin kenar kısımlarında yer alan geçici su birikintilerinde de örnekleme yapmışlardır. Bu nedenle bazı türlerin bu araştırmada bulunamama nedeni örneklerin toplanmasındaki yöntem farklılığıdır.

Tunca Nehri'nde en yaygın türler olarak *Brachionus quadridentatus*, *Brachionus angularis*, *Brachionus budapentinensis*, *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*, *Asplanchna priodonta* ve *Brachionus plicatilis* tesbit edilmiştir. Güher (2016) Meriç nehrinde yaptığı çalışmada *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*, Bozkurt vd. (2002) Asi nehrinde yaptıkları çalışmada *Brachionus quadridentatus*, *Brachionus angularis*, *Brachionus urceolaris*, *Brachionus calyciflorus*, *amphiceros* ve *Brachionus plicatilis*, Saler ve Aliş (2016) Tohma deresinde yaptığı çalışmada *K. cochlearis*, Bozkurt ve Akın (2012) Yeşil ırmakta yaptıkları çalışmada, *K. quadrata*, *K. cochlearis*, *Asplanchna priodonta* türünü en yaygın türler olarak bildirmişlerdir. Bu araştırmada da bulunan bu türler

Türkiye’de yapılan akarsu çalışmalarında da tespit edilen ve genel olarak kozmopolit türlerdir. (Koste, 1978; Ustaoglu vd., 1996; Erdogan ve Güher 2012;)

İstasyonlara göre dağılımına bakıldığında en fazla organizma 2. istasyonda (1496 birey/m³) en azda 4. istasyonda (993 birey/m³) bulunmuştur. İstasyonlar arasındaki değerler birbirlerine yakın olmakla birlikte 2. istasyon Tunca Nehri’nin yatağının genişlediği, çevresinde çeltik tarımının yapıldığı, yakın çevresinde bulunan Gölbaba Gölü’nde gelen suların buraya akması nedeniyle bu bölgede zooplankton miktarındaki artış beklenen bir durumdur.

Mevsimsel dağılımına baktığımızda en fazla organizma sonbahar (2191 birey/m³) mevsiminde bulunurken en azda yaz mevsiminde (183 birey/m³) bulunmuştur. Genel olarak tatlı su habitatlarında ilkbaharda havaların ısınmaya başlaması ve artan besin tuzlarıyla birlikte öncelikle fitoplanktonik organizmalarda bir artış meydana gelir. Bu artışa bağlı olarak da fitoplanktonları besin olarak kullanan zooplanktonik organizmaların sayısında da bir artış görülür. Yapılan birçok araştırmada ilkbaharda Rotifera popülasyonunda bir artış tespit edilmiştir. Tunca Nehri’nde ise ilkbahar ikinci sırada yer almaktadır. Bunun nedeni 2015 yılında Ekim, Kasım aylarında Tunca Nehri’nde aşırı yağışlar nedeniyle nehir havzasında meydana gelen taşkınlardır. Bu taşkınlar nehir çevresinde yer alan tarımsal alanlardaki su birikintilerinin ve özellikle Gölbaba Gölü ile birleşmesi sonucu durgun sularda yer alan Rotifera bireylerinin nehir suyuna karışmasından kaynaklanmaktadır. Ancak akarsu habitatları sürekli bir değişim içerisinde. Sonbahar mevsiminde taşkınlar olurken yaz mevsiminde nehirle birleşen tüm akarsuların kuruması ve nehirdeki su miktarının azalması nedeniyle organizma sayısındaki düşüş beklenen bir durumdur.

Rotifera buldukları ortamda meydana gelen su kalitesi değişimlerini en iyi yansıtan indikatör organizmalardır. Ötrofikasyonun artmasına bağlı olarak ortamda taksonların bolluklarında artış meydana gelir (Gannon ve Stremberger, 1978). Rotifera’dan *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis cochlearis*, Oligosaprobi (çok az kirlenmiş (verimli) sular) indikatörü, *Filinia longiseta* Beta mesosaprobi (orta derecede kirlenmiş (verimli) sular), *Brachionus angularis*, *B.calyciflorus* Alfa-Beta mesosaprobi (kritik kirlenmiş (verimli) sular) suların indikatörüdür. Ayrıca *Brachionus angularis*, *B.calyciflorus*, *B.leydigii rotundus*, *B.plicatilis*, *Keratella quadrata*, *K.cochlearis tecta*, *Filinia longiseta* ve *F.terminalis* ötrofikasyon indikatörüdür (Ruttner-Kolisko, 1974; Koste, 1978; De Manuel Barrabin, 2000; Koste ve Terlutter, 2001; Bekleyen ve Taş, 2008; Kehayias vd., 2008). Tunca nehrinde de ötrofik göllerin tipik indikatörü olan *Brachionus angularis* % 4,4; *Brachionus calyciflorus* % 3,2; *Brachionus leydigii* % 0,8; *Brachionus plicatilis* % 6,4; *Keratella cochlearis* % 6; *Keratella quadrata* % 12,3; *Asplanchna priodonta* % 11,9; *Filinia longiseta* % 0,3 türleri bulunmuştur. Ancak akarsular göllere göre çok daha dinamik yapılardır. Bu nedenle de sadece bu türlere bakarak bir akarsuyun trofik düzeyine göre sınıflandırılması oldukça zordur.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı’nın Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine (Anonim, 2016) göre fizikokimyasal parametreler açısından değerlendirildiğinde Tunca nehrinde ölçülen çevresel parametrelerden Su sıcaklığı açısından I. sınıf; PO₄⁻³(Fosfat) açısından III ile IV sınıf su özelliğindedir. Nehirdeki bu fosfat artışının genel olarak çevresinde bulunan tarımsal alanlardan kaynaklandığı düşünülürken; ölçülen diğer parametreler açısından ise I. ve II. Sınıf su sınıfına girmektedir. Elde edilen bu sonuçlar daha önce bu sahada yapılan çalışmalarda (Sakcali vd., 2009; Altınoluk vd., 2014; Öterler vd., 2014) elde edilen verilerle paralellik göstermektedir.

Rotifera'nın yaşam döngüleri çevresel parametrelerle direkt ya da dolaylı olarak ilişkilidir (Sharma vd., 2010). Egemen ve Sunlu (1999) tatlı su ekosistemlerinde sucul yaşamın sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için minimum çözülmüş oksijen değerinin 5,0 mg L⁻¹'den düşük olamayacağını bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen ortalama çözülmüş oksijen değeri 7,28 mg/L olarak tespit edilmiş ve oksijen değerleri açısından gerekli şartları sağlamıştır.

Biyolojik süreçlerin ve biyokimyasal reaksiyonların çoğunun pH'ya bağlı olmasından ötürü pH zooplankton dağılımını etkileyen faktörlerden biridir ve yoğunluk bakımından alkali sınırın 8,5 olduğu bildirilmiştir (Berzins ve Pejler, 1987). EPA (1979) tatlı sularda optimum pH değeri 6,5-9,0 arasında bildirilmiştir. Çalışma esnasında pH değeri 7,43-8,11 arasında ölçülmüştür. Buda Rotifera'nın yaşam alanı için uygun alkalın özellik göstermiştir. Bozkurt ve Sagat (2008) su canlıları için optimum elektriksel iletkenlik değerini 250-500 µmhos/cm olarak bildirmiştir. Çalışmamızda Elektrik iletkenliği 727,5 - 340,5 µS/cm; olarak tespit edilmiş ve su canlıları için literatür bilgilerine göre de uygun aralıkta bulunmuştur.

İnorganik azot ve azot bileşikleri sularda farklı formlarda bulunur ve varlığı özellikle zooplanktonun besini olan alg büyümesini etkileyen önemli besin tuzlarındadır. Nitrat azotunun 1-10 mg/L arasında olması fitoplankton gelişimi için yeterlidir. 46 mg/L aşması durumunda canlıları olumsuz yönden etkilerken Nitrit azotunun 1 mg/L üzerine çıkması sucul ekosistemde kirliliğin başlangıcını göstermektedir. Tunca Nehri'nde Nitrat azotu 18,697 – 1,781 mg/L ölçülürken aylık ortalama olarak 9,42 mg/L bulunmuştur. Nitrit azotu ise en yüksek 0,422 mg/L ölçülürken Aralık ayında ölçüm değerlerinin altında, aylık ortalama olarak 0,13 mg/L ölçülmüştür. Çalışmamızda elde edilen değerler literatürlerde bildirilen değerlerle karşılaştırıldığında akuatik yaşam için uydun değerler olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak bu kapsamda bir çalışma yapılmamış olan Tunca Nehri'ndeki Rotifera türleri hem kalitatif hem de kantitatif açıdan değerlendirilmiştir. Kalitatif değerlendirme sonucunda Tunca Nehri'nde 20 tür ve kantitatif değerlendirmesi sonucunda da yıllık ortalama 1243 birey/m³ Rotifera bulunmuştur. Araştırmada tespit edilen zooplankton türlerinin kozmopolit oluşları ve tür çeşitliliğinin çok yüksek olmayışı, sınır aşan önemli akarsularımızdan olan Tunca Nehri'nin özellikle Fosfat değerleri açısından kirlilikle karşı karşıya olabileceğinin bir göstergesidir. Zaman içinde çevresel etkilerin artmasıyla Rotifera kompozisyonunda değişiklikler meydana gelebileceğinden, ilk defa tür seviyesi ve bollukları ile ilgili elde edilen mevcut verilerin ileride yapılacak izleme çalışmaları için önemli bir kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir. Özellikle de sınır aşan bir nehir olması nedeniyle bundan sonrada Tunca Nehri'nde bu tip kapsamlı limnolojik çalışmaların yapılarak Nehir suyunun fizikokimyasal ve biyolojik özellikleriyle ilgili veriler elde edilmesi ve Nehrin izleme çalışmalarının devam etmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, N. & Yıldız, K. (2005). The Rotifera fauna of Euphrates River Basin (Turkey). *Hacettepe Journal Biology and Chemistry*, 34, 93-105.
- Altındağ, A., Buyurgan, Ö., Kaya, M., Özdemir, E. & Dirican, S. (2009). A survey on some physico-chemical parameters and zooplankton structure in Karaman Stream, Antalya, Turkey. *J Anim Vet Adv.* 8(9),1710-1716.
- Altındağ, A. & Sözen, M. (1996). Seyfe (Kırşehir) Gölü rotifera faunasının taksonomik yönden incelenmesi, *Tr. J. of Zoology*, 20,221-230.

- Altınoluk, P., Çamur-Elipek, B. & Aydoğdu, H. (2014). Vertical dynamics of some indicator microorganisms in Tunca river at Turkish Thrace, *Macedonian Journal of Ecology and Environment*. Vol. 16, issue 1-2, pp. 5-9.
- Anonim. (2016). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Yayınlandığı Resmi Gazete 16 Ağustos 2016 Çarşamba, Sayı: 29779.
- Baysal, N. & Saler S. (2014). Zooplankton of Çalgan Stream (Elazığ). *Firat Univ. J Sci* 26 (1), 1-7.
- Bekleyen A. & Taş B. (2008). Çernek Gölü'nün (Samsun) zooplankton faunası, *Ekoloji*, 17(67), 24-30.
- Berzins, B. & Pejler, B. (1987). Rotifer occurrence in relation to pH, *Hydrobiologia*, 147, 107-116.
- Bozkurt, A. (2004). Akdeniz Bölgesi'ndeki Bazı Akarsuların Zooplankton (Rotifer, Cladocer ve Copepod) Faunası Üzerine İlk Gözlemler, *Aquademi.net*, 65-70.
- Bozkurt, A. & Sagat, Y. (2008). Birecik Baraj Gölü zooplanktonunun vertikal dağılımı. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2(3), 332-342.
- Bozkurt, A., Göksu, M.Z.L., Sarihan, E. & Taşdemir, M. (2002). Asi Nehri rotifer faunası (Hatay, Türkiye). *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19 (1-2), 63-67.
- Bozkurt, A. & Akın, Ş. (2012). Zooplankton fauna of Yeşilirmak (between Tokat and Blacksea), Hasan Uğurlu and Suat Uğurlu Dam Lakes. *Turk J Fish Aquat Sc.*, 12(4),777-786. doi: 10.4194/1303-2712-v12_4_06
- Bulut, H. & Saler, S. (2014). Zooplankton variation of Murat River (Elazığ-within the borders Palu district). *Turk J. Agric-Food Sci Tech.*, 2(1), 13-17.
- Davies, O.A., Tawari, C.C. & Abowei, J.F.N. (2009). Zooplankton of Elechi Creek, Niger Delta Nigeria. *Environ. Ecol.*, 26(4c), 2441-2346.
- De Manuel Barrabın, J. (2000). The Rotifers of Spanish Reservoirs: Ecological, Systematical and Zoogeographical Remarks, *Limnetica*, 19, 91-167.
- Dorak, Z. (2012). Eski Riva ve Bıçkı Dereleri'nin zooplankton faunası (İstanbul-Türkiye), *İÜ Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Dergisi*, 27, 27-52.
- Dorak, Z. (2013). Zooplankton abundance in the lower Sakarya River Basin (Turkey): Impact of environmental variables", *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environmental*, 19, 1-22.
- Egemen, O. & Sunlu, U. (1999). Su Kalitesi. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:14, 3. Baskı, Bornova, İzmir, pp:153.
- EPA, (1979). A Review of the Epa Red Book Quality Criteria For Water. *Environmental Protection Agency*, USA. 311.
- Erdoğan, S. & Güher, H. (2012). The rotifera fauna of Turkish Thrace (Edirne, Tekirdağ, Kırklareli), *Journal of FisheriesSciences.com.*, 6(2), 132-149.
- Gannon, J.E. & Stemberger, R.S. (1978). Zooplankton (Especially Crustaceans and Rotifers) as Indicators of Water Quality, *Transactions of the American Microscopical Society*, 97(1), 16-35.
- Güher, H. (2014). A Checklist For Zooplankton (Rotifera, Copepoda, Cladocera) of European Turkey Inland Waters, *Ege J Fish Aqua Sci* 31, Issue 4.
- Güher, H. (2016). Abundance and Diversity of zooplankton in the Meriç River (Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin* 25(11). 4598-4606.
- Herzig, A. (1987). The analysis of planktonic rotifer populations: A plea for long-term investigations, *Hydrobiologia*, 147, 163-180.
- İpek, N. & Saler, S. (2008). Seli Çayı (Elazığ- Türkiye) rotifer faunası ve bazı biyoçeşitlilik indeksleri ile analizi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25(3), 211-215.
- İpek, N. & Saler, S. (2012). Görgüşan Çayı ve Geban Deresi (Elazığ- Türkiye) zooplanktonu. *Journal of Fisheriesciences.com*, 6(2), 155-163.
- Jackson, D.C. & Schmitz, E.H. (1987). Zooplankton abundance in vegetated and non vegetated areas: Implications for fisheries management. *Proce. of South. Assoc. of Fish Wildlife Agen.*, 41, 214-220.

- Kehayias, G., Chalkia, E., Chalkia S., Nistikakis, G., Zacharias I. & Zotos A. (2008). Zooplankton dynamics in the upstream part of Stratos reservoir (Greece), *Biologia* 63(5), 699-710.
- Koste, W. (1978). Die Radertiere Mitteleuropas I.Tafelband, Berlin, Studgart, 670.
- Koste, W. & Terlutter, H. (2001). Die rotatorienfauna einiger Gewässer des Naturschutzgebietes "Heiliges Meer" im Kreis Steinfurt, Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen Band 27, 113-117.
- Krebs, C.J. (1999). Ecological Methodology. – Addison Wesley Longman, Inc., Menlo Park, California. 620 pp.
- Okogwu, I.O. (2010). Seasonal variations of species composition and abundance of zooplankton in eboma lake, a Floodplain Lake in Nigeria. *Rev. Biol. Trop.*, 58(1), 171-182.
- Öterler, B., Kırgız, T. & Albay, M. (2014). Seasonal Variations of Water Quality Parameters and Algal Flora of Tundzha (Tunca) River (Edirne, Turkey). *Open Journal of Ecology*, 4, 807-819, <http://dx.doi.org/10.4236/oje.2014.413069>.
- Rocha, O., Matsumura-Tundisi, T., Espindola, E.L.G., Roche, K.F. & Rietzler, A.C. (1999). Ecological theory applied to reservoir zooplankton. p. 29-51. In: Theoretical Reservoir Ecology and its Applications (Eds. J.G. Tundisi, and M. Straskraba), International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences. Backhuys Publishers, Leiden, Holland.
- Ruttner-Kolisko, A. (1974). Plankton Rotifers Biology and Taxonomy, Stuttgart: Biological Station Lunz of the Austrian Academy of Science.
- Sakçali, M.S., Yılmaz, R., Güçel, S., Yarıç, C. & Öztürk, M. (2009). Water pollution studies in the rivers of the Edirne Region–Turkey, *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 12(3),313–319, DOI:10.1080/14634980903133757.
- Saksena, N.D. (1987). Rotifer as indicators of water quality, *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 15, 481-485.
- Saler, S., Bulut, H., Birici, N., Tepe, R. & Alpaslan, K. (2015). Karasu Nehri (Erzincan)'nin zooplanktonu. *Eğirdir Su Ürün Fak Derg.*, 11(1),10-16.
- Saler, S. (2011). Zooplankton of Munzur River (Tunceli-Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (2), 192-194.
- Saler, S. & Aliş, İ.N. (2016). Zooplankton composition of Tohma Stream (Malatya - Turkey). *Journal Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 2 (1), 30-35.
- Segers, H. (2008). Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater, *Hydrobiologia*, 595, 49-59.
- Sharma, S., Siddique, A., Singh, K., Chouhan, M., Vyas, A., Solnki, C.M., Sharma, D., Nair, S. & Sengupta, T. (2010). Population dynamics and seasonal abundance of zooplankton community in Narmada River (India), *Researcher* 2(9), 1-9.
- Ustaoglu, M.R., Altındağ, A., Kaya, M., Akbulut, N., Bozkurt, A., Özdemir Mis, D., Atasagun, S., Erdoğan, S., Bekleyen, A., Saler, S. & Okgerman, H.C. (2012). A check list of Turkish Rotifers. *Turkish Journal of Zoology*, 36(1), 607-622.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S., Aygen, C. & Özdemir, D., (1996). Gümüldür Deresi'nin (İzmir) rotifer faunası. *E.Ü. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Dergisi*, 13(1-2), 163-169.
- Ustaoglu, R.M. (2004). Türkiye içsuları zooplankton kontrol listesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21(3-4), 191-199.