

## Manavgat Nehri Nehirağzı Bölgesinin Bazı Su Kalitesi Parametrelerinin İncelenmesi

ÖMER ERDOĞAN<sup>1\*</sup> ÖMER OSMAN ERTAN<sup>2</sup>

1 Süleyman Demirel Üniversitesi Yalvaç Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü –Yalvaç/Isparta

2 Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi-Isparta

\* Sorumlu yazar: omererdogan@sdu.edu.tr

**Özet:** Ocak-Aralık 2009 tarihleri arasında Manavgat Nehri nehirağzı bölgesinden seçilen 5 istasyondan yapılan aylık örneklemelemlerde, bazı fizikokimyasal parametreler incelenmiştir. Araştırma bölgesinde 5. istasyonda fizikokimyasal özelliklerin denizel etkiden uzaklaştığı ve akarsu etkisinin ağırlıklı olarak görüldüğü, 2.,3. ve 4 istasyonlarda acısu, 1. İstasyonda ise denizel etkinin baskın olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma SDÜ-Bap tarafından desteklenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Manavgat Nehri, nehirağzı, su kalitesi

### The Investigation of Some Water Quality Parameters of Manavgat River Estuary

**Abstract:** The physicochemical features of Manavgat Rivers estuary investigated monthly sampling from selected 5 stations in each river between January- December, 2009. Physicochemical properties of the 5th station away from the sea effect from the marine environment in the study area and stations 2, 3 and 4 are full estuary zone. But the 1st zone is the region where the marine activity is predominant. This study was supported by SDU-BAP.

**Keywords:** Manavgat river, estuary, water quality

## 1. GİRİŞ

Yeryüvarı yüzeyinin başlıca ekosistemini oluşturan kara, tatlısu ve denizel ekosistemlerden başka, özellikle denizlerin kıyı bölgelerinde bazı özel ekosistem tiplerine de rastlanır. Özel ekosistemlere örnek olarak sulak alanlar, nehirağzı, lagünler ve mercan resifleri gösterilebilir Nehirağzıları, nehirlerin denizlere açıldığı gel-git etkisindeki bölgelerdir. Bu bölgeler genel olarak kıyısal bölgenin dar olduğu alanlarda tatlısu ve deniz suyunun karışımından oluşan acısu (miksohalin) ortamlarıdır (Kocataş, 2006). Bu çalışmada Akdeniz Bölgesinin en önemli nehirlerinden biri olan Manavgat Nehrinin nehirağzı bölgesi bazı su kalitesi parametrelerine bakılarak incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Manavgat Nehri'nin ilk suları Antalya-Akseki ilçesindeki ve Akdağ ve Beyşehir Gölü'nün güneyindeki dağlardan çıkan kaynak suları ile başlar ve 90 km uzunluğundaki bu nehir Manavgat ilçesinin ortasından geçerek geniş bir nehirağzı ile Akdeniz'e dökülür. Özellikle nehirağzı bölgesinde çok sayıda tur teknesi ve piknik alanları az sayıda balık çiftlikleri bulunur (Küçük, 1997). Manavgat nehirağzı doğal bir nehirağzı değildir. Devlet Su İşleri tarafından 1991 yılında yapılan bir çalışma ile eni yaklaşık 60 m olan bir kanal şekline dönüştürülmüştür (Gürer ve Ülger, 2004).

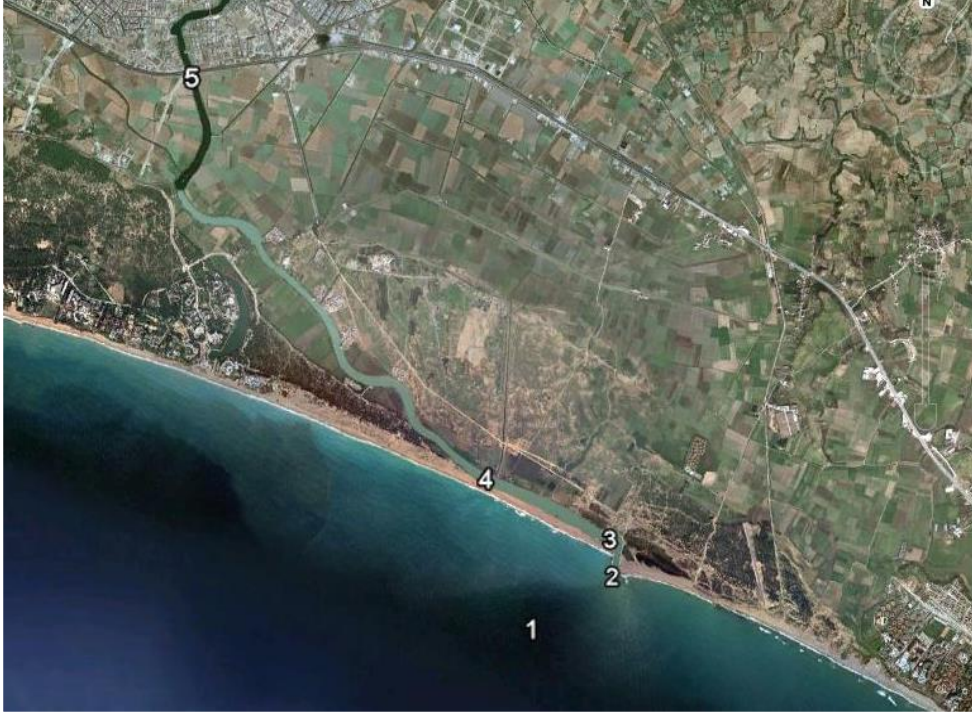


(a)



(b)

Şekil 2.1. Manavgat Nehri nehirağzı b3lgesi 2001 (a) ve (b) 2009 yılına ait fotoğraf



Şekil 2.2. Manavgat Nehri nehirağzı bölgesi ve istasyonlar (Google Earth,2011)

Çözünmüş oksijen, sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, tuzluluk değerleri örnekleme sırasında ölçüm cihazları ile yerinde, toplam sertlik, magnezyum, kalsiyum, klorür, nitrat azotu, nitrit azotu, amonyum azotu, ortofosfat fosforu, klorofil-a değerleri ise laboratuvarında ölçülmüştür (Baltacı, 2000). Su niteliği örnekleri 1 l'lik, ağzı sıkıca kapatılabilen, koyu renkli ve ışık geçirmez polietilen kaplara alınarak, güneş ışınlarından korunaklı bir şekilde en kısa zamanda laboratuvara getirilmiş ve incelenmiştir. Su niteliği çözümlenmelerinde kullanılacak yüzey suyu örnekleri yüzeyden el ile doldurulmuş, dip suyu örnekleri ise motopomla (nehirağzı bölgesinde yüzeyin 1,5 m altından, denizde 20 ve 30 m derinliklerden) alınmıştır. Klorofil-a örneklerinin değerlendirilmesi aseton özütleme yöntemine göre yapılmıştır. Su kalitesine ilişkin sayısal verilerin istatistiki çözümlemesinde SPSS 15 paket programı kullanılarak, gruplar arası farklar Duncan testi ile belirlenmiştir. Önem düzeyi  $P < 0,05$  olarak belirlenmiştir.

### 3. BULGULAR

Manavgat Nehri nehirağzı bölgesi yüzey ve dip suyunda belirlenen bazı fizikokimyasal değişkenlerin ortalama değerleri Çizelge 3.1. ve 3.2. de verilmiştir.

Çizelge 3.1.İstasyonlarda belirlenen yüzey suyu nitelik değerleri (Ortalama  $\pm$  S.H., n =12)

İSTASYONLAR					
Parametre	1. istasyon	2. istasyon	3. istasyon	4. istasyon	5. istasyon
Su sıcaklığı (°C)	22,94 $\pm$ 1,22 <sup>a</sup>	15,12 $\pm$ 0,55 <sup>b</sup>	14,53 $\pm$ 0,63 <sup>b</sup>	14,02 $\pm$ 0,62 <sup>b</sup>	13,74 $\pm$ 0,69 <sup>b</sup>
pH	8,37 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	8,38 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	8,35 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	8,38 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	8,36 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
Çöz. Oksijen (mg/l)	8,02 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>	8,29 $\pm$ 0,05 <sup>bc</sup>	8,55 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	9,50 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	9,94 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>
Tuzluluk (ppt)	35,86 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	3,90 $\pm$ 1,54 <sup>b</sup>	0,68 $\pm$ 0,20 <sup>c</sup>	0,24 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>	0,15 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>
El. İletkenlik ( $\mu$ S/cm)	52766,66 $\pm$ 775,21 <sup>a</sup>	5485,36 $\pm$ 1966,84 <sup>b</sup>	962,96 $\pm$ 262,11 <sup>c</sup>	464,35 $\pm$ 86,11 <sup>c</sup>	272,25 $\pm$ 18,25 <sup>c</sup>
Toplam Sertlik (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	6414,6408 $\pm$ 21,77 <sup>a</sup>	1082,60 $\pm$ 347,66 <sup>b</sup>	328,49 $\pm$ 63,70 <sup>c</sup>	185,10 $\pm$ 13,90 <sup>c</sup>	128,09 $\pm$ 5,91 <sup>c</sup>
Mg (mg/l)	1272,53 $\pm$ 5,14 <sup>a</sup>	197,74 $\pm$ 73,58 <sup>b</sup>	48,13 $\pm$ 9,64 <sup>c</sup>	19,67 $\pm$ 2,24 <sup>c</sup>	12,63 $\pm$ 0,53 <sup>c</sup>
Ca (mg/l)	463,82 $\pm$ 7,24 <sup>a</sup>	107,73 $\pm$ 19,60 <sup>b</sup>	52,25 $\pm$ 10,01 <sup>c</sup>	41,70 $\pm$ 2,64 <sup>c</sup>	30,47 $\pm$ 1,80 <sup>c</sup>
Cl (mg/l)	23518,75 $\pm$ 108,14 <sup>a</sup>	3626,32 $\pm$ 1832,55 <sup>b</sup>	194,06 $\pm$ 93,82 <sup>c</sup>	126,69 $\pm$ 64,43 <sup>c</sup>	20,82 $\pm$ 2,20 <sup>c</sup>
Klorofil a (mg/m <sup>3</sup> )	1,41 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>	3,16 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>	3,52 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>	3,16 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup>	1,09 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,08 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>	0,35 $\pm$ 0,03 <sup>bc</sup>	0,62 $\pm$ 0,09 <sup>ab</sup>	0,74 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	< 0,05	0,08 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	0,22 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>
Secchi Diski (m)	12,41 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>	1,14 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	1,17 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	0,94 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	0,88 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

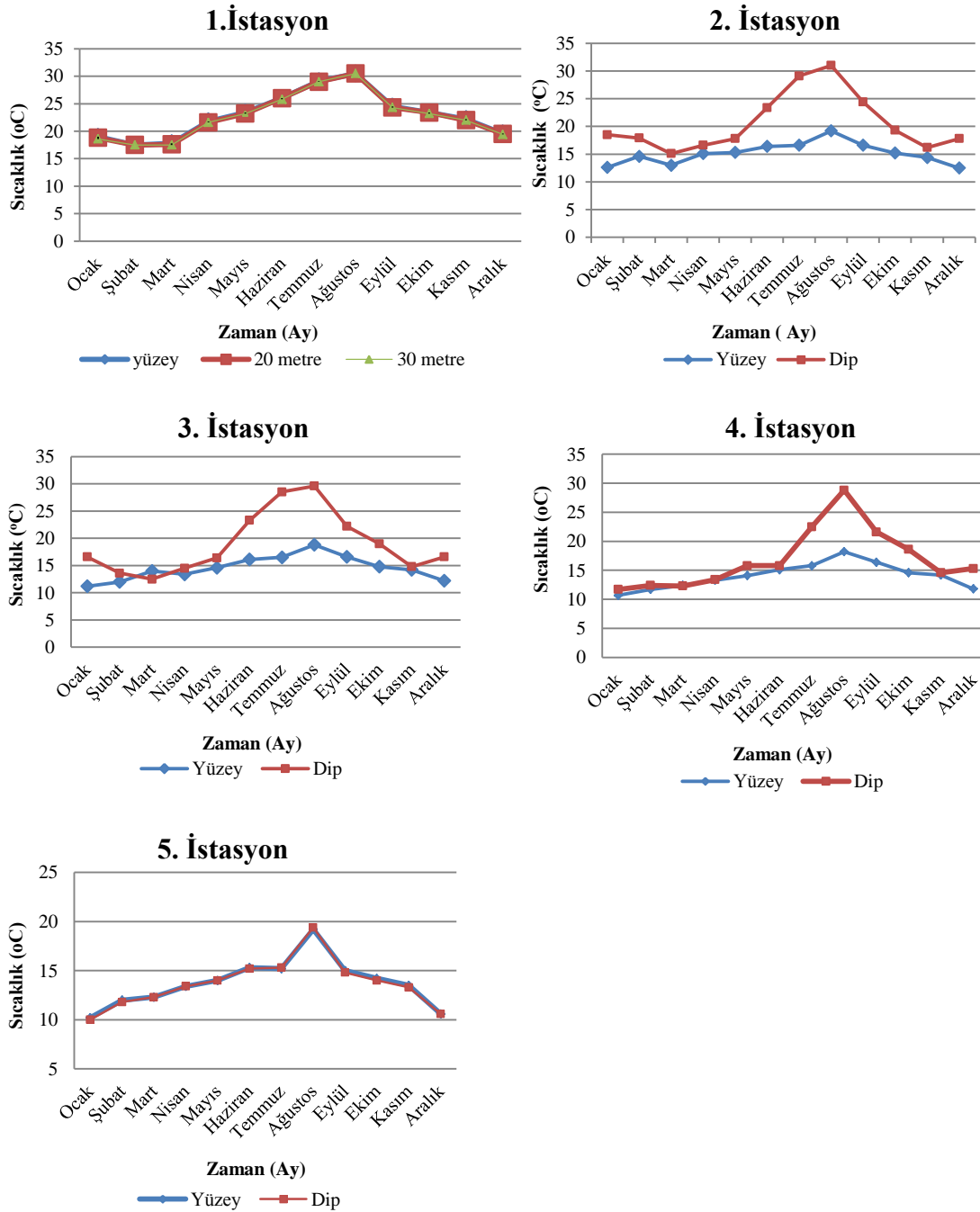
Aynı satırdaki farklı harfler, istasyonlar arası farklılıkları göstermektedir (P < 0,05)

Çizelge 3.2. İstasyonlarda belirlenen dip suyu nitelik değerleri (Ortalama  $\pm$  S.H., n =12)

İSTASYONLAR					
Parametre	1. istasyon	2. istasyon	3. istasyon	4. istasyon	5. istasyon
Su sıcaklığı(°C)	22,71 $\pm$ 1,22 <sup>a</sup>	20,59 $\pm$ 1,50 <sup>ab</sup>	18,96 $\pm$ 1,64 <sup>abc</sup>	16,90 $\pm$ 1,47 <sup>bc</sup>	13,67 $\pm$ 0,71 <sup>c</sup>
pH	8,35 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	8,36 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	8,30 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	8,38 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	8,34 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>
Çöz. Oksijen (mg/l)	7,88 $\pm$ 0,06 <sup>bc</sup>	7,43 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>	7,86 $\pm$ 0,81 <sup>bc</sup>	8,56 $\pm$ 0,13 <sup>b</sup>	9,60 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>
Tuzluluk (ppt)	35,83 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	20,49 $\pm$ 4,03 <sup>b</sup>	16,88 $\pm$ 4,54 <sup>b</sup>	0,6 $\pm$ 0,21 <sup>c</sup>	0,19 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>
El. İletkenlik ( $\mu$ S/cm)	52958,33 $\pm$ 746,75 <sup>a</sup>	27693,33 $\pm$ 6118,60 <sup>b</sup>	24729,49 $\pm$ 6822,53 <sup>b</sup>	759,35 $\pm$ 6470,39 <sup>c</sup>	342,45 $\pm$ 34,81 <sup>c</sup>
Toplam Sertlik (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	-	3946,79 $\pm$ 567,52 <sup>a</sup>	2811,08 $\pm$ 660,06 <sup>a</sup>	271,72 $\pm$ 51,06 <sup>b</sup>	138,75 $\pm$ 9,74 <sup>b</sup>
Mg (mg/l)	-	778,41 $\pm$ 115,39 <sup>a</sup>	597,77 $\pm$ 152,01 <sup>a</sup>	36,52 $\pm$ 10,14 <sup>b</sup>	15,14 $\pm$ 1,37 <sup>b</sup>
Ca (mg/l)	-	299,01 $\pm$ 39,89 <sup>a</sup>	141,68 $\pm$ 36,64 <sup>b</sup>	48,65 $\pm$ 5,60 <sup>bc</sup>	30,60 $\pm$ 2,03 <sup>c</sup>
Cl (mg/l)	-	15057,91 $\pm$ 2279,59 <sup>a</sup>	11773,87 $\pm$ 3043,47 <sup>a</sup>	454,40 $\pm$ 201,77 <sup>b</sup>	47,33 $\pm$ 10,08 <sup>b</sup>

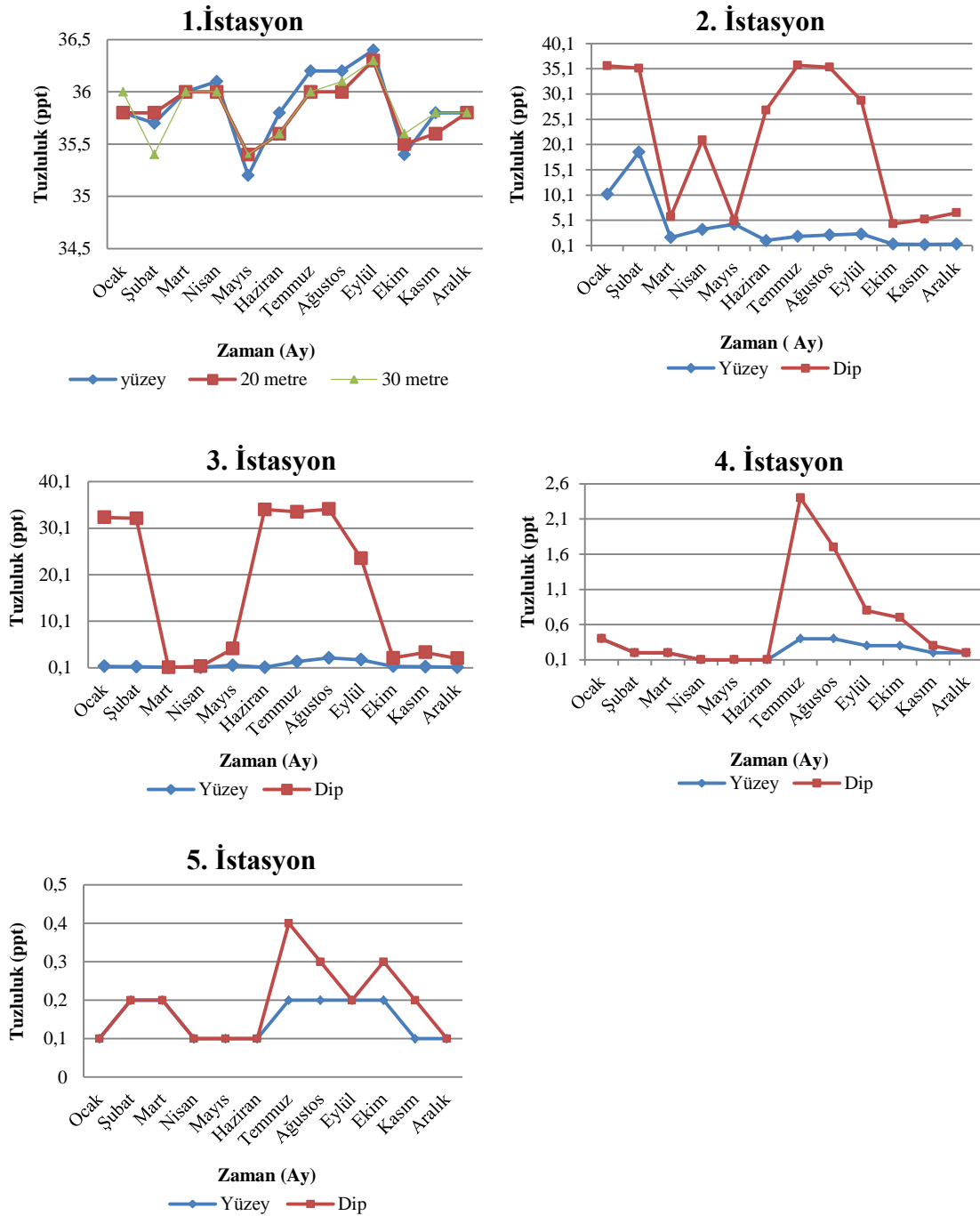
Aynı satırdaki farklı harfler, istasyonlar arası farklılıkları göstermektedir (P < 0,05)

**Sıcaklık:** Araştırma süresince, yüzey sularında en yüksek sıcaklık değeri 31 °C (ağustos, 1. istasyon yüzey), en düşük 10,2 °C (ocak, 5. istasyon); dip sularında en yüksek sıcaklık değeri 31°C (ağustos, 2. istasyon), en düşük ise 10 °C (ocak, 5. istasyon) olarak ölçülmüştür (Şekil 3.1.). Yüzey ve dip suyu arasındaki farklılık ağustos ayında önemli ( $P<0,05$ ), diğer aylarda önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ).



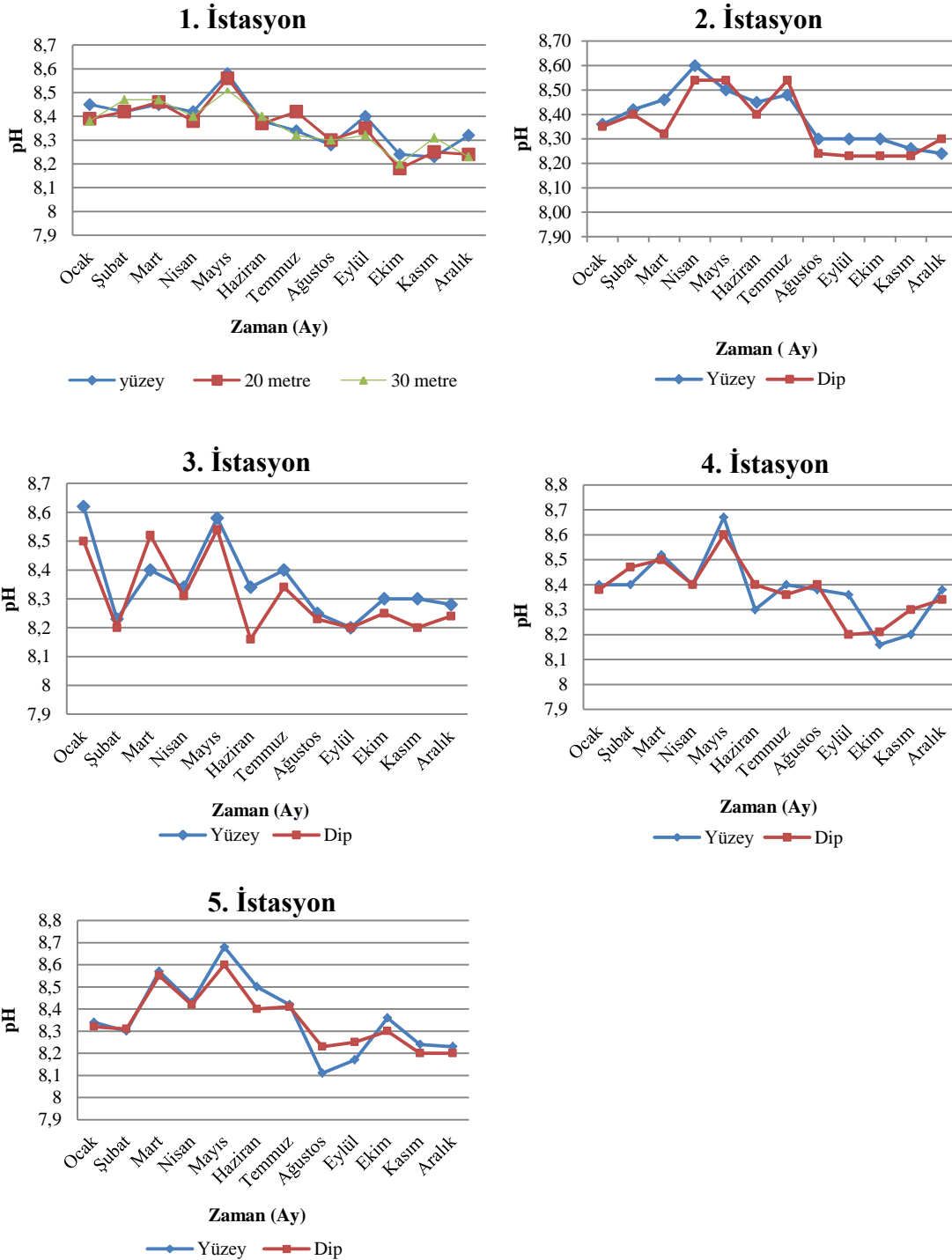
Şekil 3. 1. Manavgat Nehri nehirağzı bölgesi yüzey ve dip suyu sıcaklık değerleri (°C)

**Tuzluluk:** yüzey sularında en yüksek tuzluluk değeri 36,4 ppt (eylül, 1.istasyon yüzey), en düşük 0,1 ppt (aralık, 5. istasyon), dip sularında en yüksek 36,3 ppt (eylül, 1.istasyon 20,30 m), en düşük 0,1 ppt (nisan, mayıs, haziran, 4. istasyon, nisan, mayıs, haziran, ocak, kasım ve aralık, 5.istasyon) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.2.). Yüzey ve dip suyu arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ).



Şekil 3.2. Manavgat Nehri nehirağzı bölgesi yüzey ve dip suyu tuzluluk değerleri (ppt)

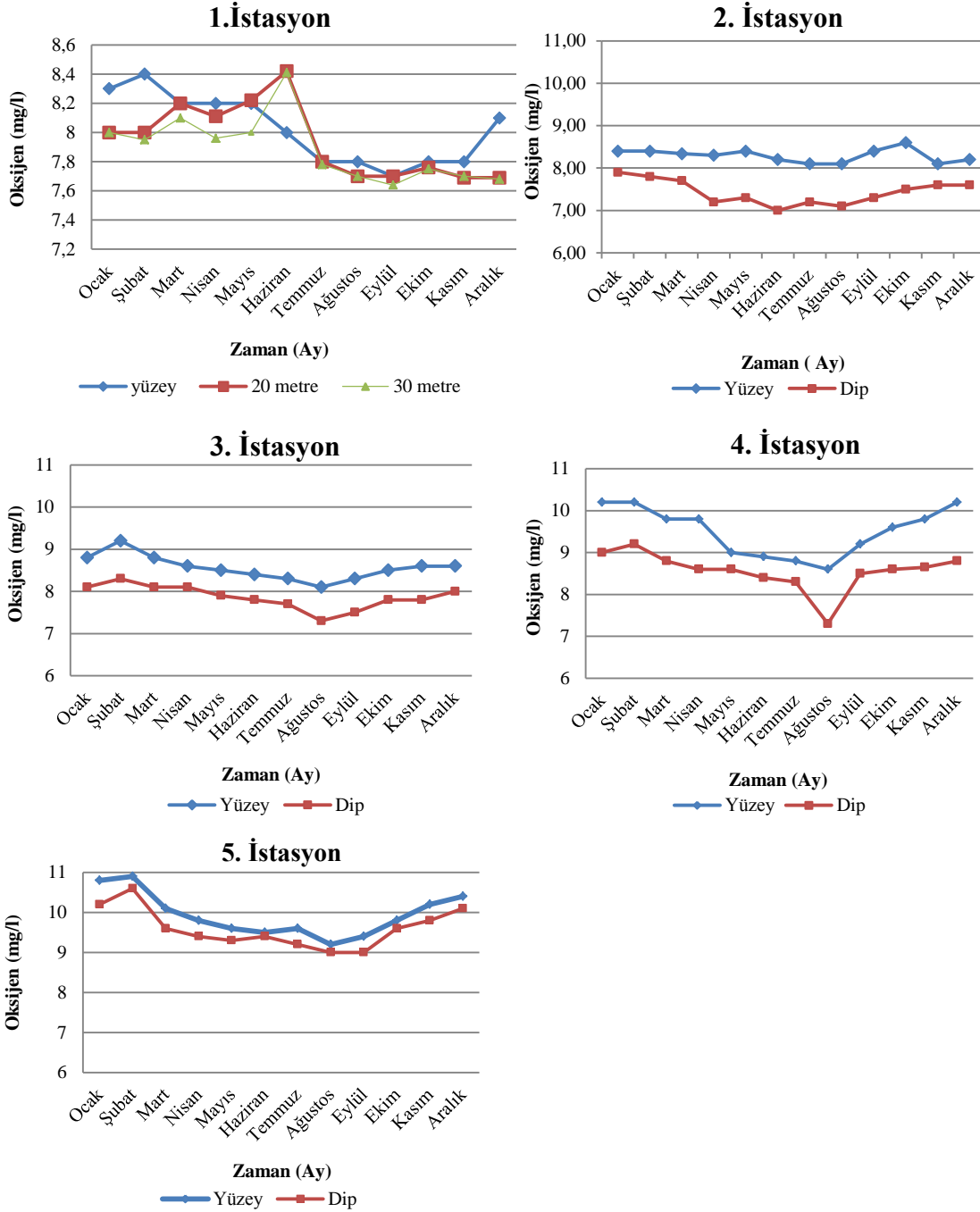
**pH:** Yüzey suyunda en yüksek pH değeri 8,7 (mayıs, 5. istasyon), en düşük 8,11 (ağustos, 5. istasyon), dip sularında en yüksek 8,6 (mayıs, 4.ve 5. istasyon) en düşük 8,16 (haziran, 3. istasyon) olarak ölçülmüştür (Şekil 3.3.). Yüzey ve dip suyu arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ).



Şekil 3.3. Manavgat Nehri nehirağzı bölgesi yüzey ve dip suyu pH değerleri

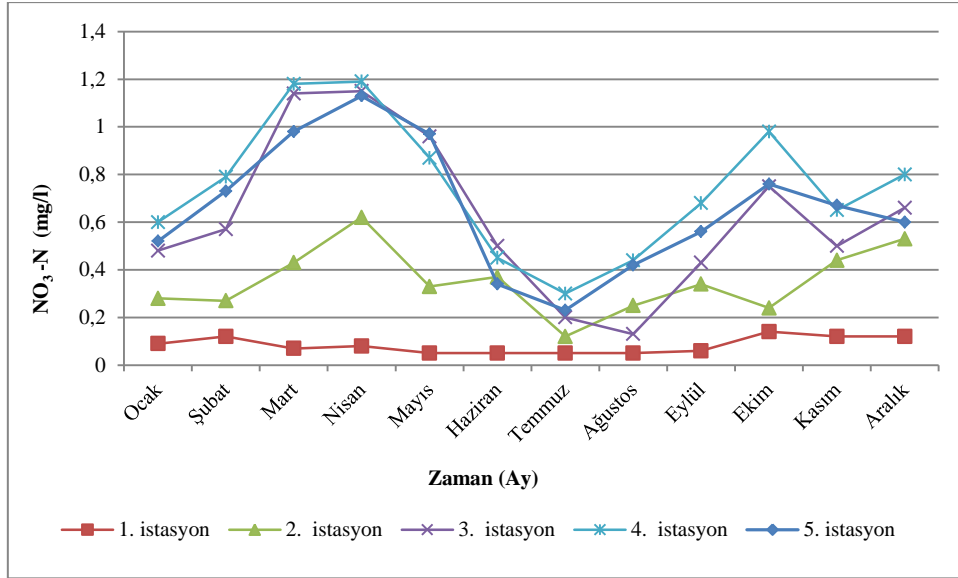


**Çözünmüş Oksijen:** Çözünmüş oksijen derişimi yüzey sularında en yüksek 10,9 mg/l (şubat, 5. istasyon), en düşük 7,7 mg/l (eylül, 1. istasyon yüzey), dip sularında en yüksek 10,6 mg/l (şubat, 5. istasyon), en düşük 7,3 mg/l (ağustos, 3. ve 4. istasyon 30 m)olarak belirlenmiştir (Şekil 3.4.). Yüzey ve dip suyu arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ).



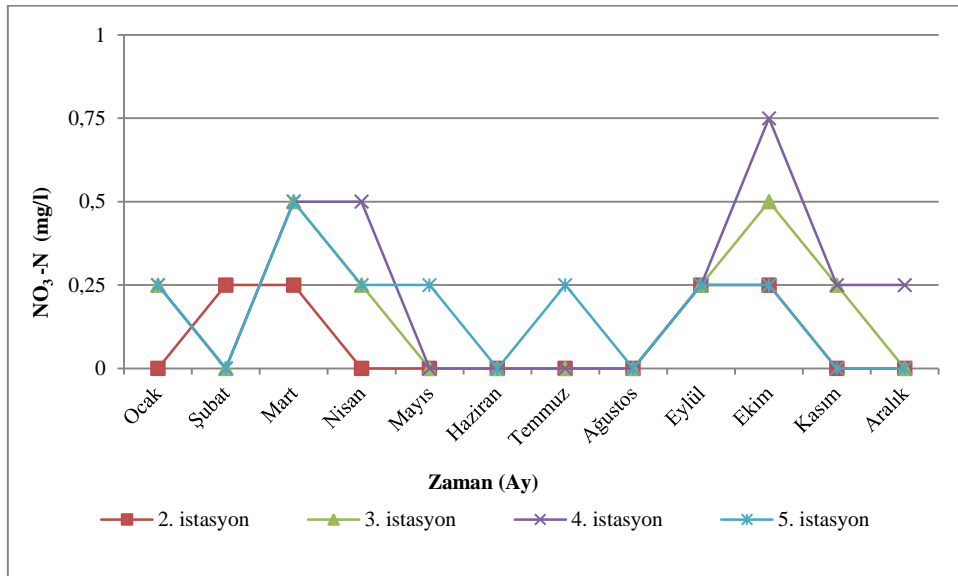
Şekil 3.4. Manavgat Nehri nehirağzı bölgesi yüzey ve dip suyu çözünmüş oksijen değerleri (mg/l)

**Nitrat Azotu (NO<sub>3</sub>-N):** Araştırma süresince, yüzey sularında en yüksek nitrat değeri 1,19 mg/l (nisan, 4. istasyon), en düşük 0,05 mg/l (mayıs, haziran, temmuz ve ağustos, 1. istasyon) olarak ölçülmüştür (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Manavgat Nehri nehirağzı bölgesi nitrat değerleri (mg/l)

**Ortafosfat fosforu (PO<sub>4</sub>-P):** Araştırma süresince, yüzey sularında en yüksek fosfat değeri 0,75 mg/l (ekim, 4. istasyon) olarak ölçülmüştür (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Manavgat Nehri nehirağzı bölgesi fosfat değerleri (mg/l)

**Nitrit Azotu (NO<sub>2</sub>-N):** Araştırma süresince tüm istasyonlarda nitrit değeri sınır değer (0,05 mg/l) altında bulunmuştur.

**Amonyum azotu (NH<sub>4</sub>-N):** Araştırma süresince tüm istasyonlarda nitrit değeri sınır değer (0,5 mg/l) altında bulunmuştur.

#### 4-TARTIŞMA VE SONUÇ

Sıcaklık, atmosferdeki hava hareketlerinden, iklimsel değişimlerin oluşmasından ve mevsimlerin belirlenmesinden birincil derecede sorumlu önemli bir ekolojik faktördür (Kocataş, 2006). Manavgat Nehri'nde yapılan fizikokimyasal ölçümler sonucunda yüzey sularında en yüksek sıcaklık değeri 31 °C (ağustos 1. istasyon), en düşük 10,2 °C (ocak, 5. istasyon) dip sularında en yüksek sıcaklık değeri 31°C (ağustos 2. istasyon) en düşük ise 10 °C (ocak, 5. istasyon) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.33.). Yaz aylarında denizin etkisinin artması ile yüzey ve dip suyu su sıcaklıkları farkı yükselmiştir. Yüzey ve dip suyu ölçüm değerlendirme istasyonlar arasındaki farklılık Ağustos ayında önemli (P<0,05) diğer aylarda önemsiz bulunmuştur (P>0,05). İstasyonlar kendi içerisinde karşılaştırıldığında 1. ve 5. istasyonların diğer istasyonlardan farklı olduğu görülmektedir (P<0,05).

Nehirağzı ekosistemlerinin en değişken özelliklerinden biri olan tuzluluk topografik özelliğe, gel-git olaylarına ve nehirlerin debisine bağlı olarak mevsimsel anlamda değiştiği gibi, gün içinde de değişebilir (Geldiay ve Kocataş, 2006). Manavgat Nehri'nde yapılan fizikokimyasal ölçümler sonucunda yüzey sularında en yüksek tuzluluk değeri 36,4 ppt (eylül, 1. istasyon), en düşük 0,1 ppt (aralık 5. istasyon), dip sularında en yüksek 36,3 ppt (eylül, 1. istasyon 20,30 m), en düşük 0,1 ppt (nisan, mayıs, haziran 4. istasyon, nisan, mayıs, haziran ocak, kasım ve aralık 5. istasyon) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.34.). Bölgede mart ve nisan aylarında görülen sel yüzünden tuzluluk değerleri dip ve yüzey sularında düşüktür. Yaz aylarında denizin etkisinin artmasıyla dip suyu tuzluluğu 2. ve 3. istasyonlarda 35 ppt'nin üzerine çıkmaktadır. Yüzey ve dip suyu arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur (P>0,05).

Nehirağzı suyundaki çözülmüş oksijen miktarı bölgedeki deniz ve nehir suyundaki çözülmüş oksijen miktarının etkisi altındadır. Bunun yanında yeni ortamın tuzluluk ve sıcaklık derecesi oksijen konsantrasyonunu önemli derecede etkileyen faktörlerdir. (Geldiay ve Kocataş; 2006). Manavgat Nehri'nde yapılan fizikokimyasal ölçümler sonucunda çözülmüş oksijen derişimi yüzey sularında en yüksek 10,9 mg/l (şubat, 5. istasyon), en düşük 7,7 mg/l (eylül, 1. istasyon yüzey), dip sularında en yüksek 10,6 mg/l (şubat, 5. istasyon), en düşük 7,3 mg/l (ağustos, 3. ve 4. istasyon 30 m)olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.1 ve 3.2).Yüzey ve dip suyu arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur (P>0,05). Nehirağzı bölgesinde sıcaklığın azalmasıyla oksijen derişiminde artış görülmüş, sıcaklığın yüksek olduğu yaz ve sonbaharın ilk aylarında ise azalma görülmüştür. Yüzey sularının çözülmüş oksijen derişimi dip sularına göre yüksektir. Bunun nedeni su sütunundaki üst tabakanın nehir sularından, alt tabakanın ise deniz suyundan oluşması yüzey sularının hava ile temasının olmasından kaynaklanmaktadır. İstasyonların yüzey ve dip suyu yıllık ortalamalarına bakıldığında çözülmüş oksijen derişimi değerlerinin yüzeyde 8,02 ile 9,94 mg/l, dip suyunda 7,43 ile 9,60 mg/l arasında değiştiği, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği 2016'ya göre yüzey sularının tüm istasyonlar için I.sınıf, dip sularında 1., 2. ve 3. istasyonların 2. sınıf 4. ve 5. istasyonların ise 1. sınıf olduğu belirlenmiştir.

Saadon Nasir ve Kin Phaik (2000), Terengganu Nehri (Malezya) östarin bölgesinde çözülmüş oksijen yoğunluğunun sıcaklığın ve buharlaşmanın yüksek olduğu Ağustos ayında en düşük (3-4 mg/l) olarak belirlemiş ve oksijen değerlerinin nehirden denize doğru artış

gösterdiğini (Eylül ve Ekim ayı hariç) ve bu değişimin de denizin gel-git etkisine göre şekillendiğini belirtmiştir.

Barcina vd. (2006), Bilbao nehirağzı bölgesinde deniz kısmından nehir içine doğru 8 istasyondan yaptığı örneklemede (1. istasyon deniz ve 8. İstasyon nehir etkisi) çözünmüş oksijen değerinin 4. istasyonda en düşük olduğunu belirlemiştir. Bu istasyondan her iki yöne doğru gidildiğinde bu değer yükseldiği belirtilmiştir. Çalışmamızda 2. istasyonda dip suyu çözünmüş oksijen değeri diğer istasyonlara göre düşük bulunmuştur.

Yüzey suyunda en yüksek pH değeri 8,7 (mayıs, 5. örnekyeri), en düşük 8,11 (ağustos, 5. örnekyeri), dip sularında en yüksek 8,6 (mayıs, 4.ve 5. örnekyeri) en düşük 8,16 (haziran, 3. örnekyeri) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.35.). Yüzey ve dip suyu arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ). En yüksek pH değeri mayıs ayında belirlenmiş, bunun olası nedeninin bu aylarda birincil üretimimin yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. İstasyonların yüzey ve dip suyu yıllık ortalamalarına bakıldığında pH değerlerinin 8,30 ile 8,38 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği 2016'ya göre tüm istasyonlar I.sınıf su kalite sınıfındadır.

Elektriksel iletkenlik değeri suda çözünmüş olan iyonik şekildeki mineral bileşiklerinin bir sonucu olup, sıcaklıktan etkilenen bir değişkendir (Tanyolaç, 1993). Manavgat Nehri'nde yapılan fizikokimyasal ölçümler sonucunda yüzey suyunda elektriksel iletkenlik değeri en yüksek 58000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (eylül,1. istasyon yüzey) en düşük 192,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (mayıs 5. istasyon); dip bölgesinde en yüksek 57800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (eylül,1. istasyon 30 m) en düşük 223  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (mayıs 5. istasyon) olarak ölçülmüştür (Çizelge 3.1 ve 3.2). Yüzey ve dip suyu arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ). 1. istasyon deniz bölgesidir. Bu istasyonda buharlaşmanın en fazla olduğu Eylül ayında ve yüzey bölgesinde elektriksel iletkenlik değeri en yüksek bulunurken nehir etkisinin fazlaştığı 5. İstasyonda ve yüzey bölgesinde en düşük değerde bulunmuştur. Manavgat Nehri'nde 1993-1999 arasında ortalama elektriksel iletkenlik değeri 284  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak belirlenmiştir (Gürer ve Ülger, 2004).

Manavgat Nehri'nde yapılan fizikokimyasal ölçümler sonucunda yüzey suyunda belirlen en yüksek kalsiyum değeri 497,24 mg/l (ağustos, eylül 1. istasyon), en düşük 20,85 mg/l (ocak, 5. istasyon) dip sularında ölçülen en yüksek kalsiyum değeri 481,2 mg/l (temmuz, 2. istasyon) en düşük ise 19,24 mg/l (ocak, 5. istasyon) olarak ölçülmüştür (Çizelge 3.1 ve 3.2). Manavgat Nehri'nde yapılan fizikokimyasal ölçümler sonucunda yüzey sularında ölçülen en yüksek magnezyum değeri 1292,76 mg/l (ağustos 1. istasyon), en düşük 10,69 mg/l (kasım, aralık ve ocak, 5. istasyon) dip sularında ölçülen en yüksek magnezyum değeri 1263,6 mg/l (temmuz ve ağustos 2. istasyon) en düşük ise 10,69 mg/l (aralık ve ocak, 5. istasyon) olarak ölçülmüştür (Çizelge 3.1 ve 3.2).Yüzey ve dip suyu arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ) En düşük kalsiyum ve magnezyum miktarı 5. istasyonlarında bulunmuştur. Bu istasyonlardan denize doğru gidildikçe kalsiyum ve magnezyum miktarlarında artış görülmüştür.Bu durum denizdeki kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonunun nehirlerle göre daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Geldiay ve Kocataş, 2006). Manavgat Nehri'nde 1993-1999 arasında ortalama Ca değeri 48,91 Mg değeri 8,71 mg/l olarak belirlenmiştir (Gürer ve Ülger, 2004).

Manavgat Nehri'nde yüzey sularında en yüksek toplam sertlik değeri 6531,34 mg/l (ağustos, 1. istasyon), en düşük 96,06 mg/l (ocak, 5. istasyon) dip sularında en yüksek toplam sertlik değeri 6436,49 mg/l (temmuz, 2. istasyon) en düşük ise 92,03 mg/l (ocak, 5. istasyon) olarak ölçülmüştür (Çizelge 3.1 ve 3.2). Yüzey ve dip suyu arasındaki farklılık temmuz, ağustos ve eylül aylarında önemli ( $P<0,05$ ), diğer aylarda önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ). En düşük toplam sertlik miktarı 5. istasyonda bulunmuştur. Bu istasyondan denize doğru

gidildikçe toplam sertlik artmıştır. İstasyonlar arasındaki farklılık istatistiki yönden önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).

Manavgat Nehri'nde yüzey sularında en yüksek klorür değeri 24140 mg/l (temmuz, ağustos, 1. istasyon), en düşük 14,2 mg/l (şubat, mart, 5. istasyon, nisan, mayıs, 4. istasyon, aralık, 3. istasyon) dip sularında en yüksek klorür değeri 23430 mg/l (temmuz, 2. istasyon) en düşük ise 21,3 mg/l (ocak, 5. istasyon) olarak ölçülmüştür (Çizelge 3.1 ve 3.2). Yüzey ve dip suyu arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. ( $P > 0,05$ ). En düşük klorür miktarı 5. istasyonlarında (ocak ayında) bulunmuştur, Tuzluluğun artışına paralel olarak klorür değerinin arttığı ve bu durumdan dolayı nehir etkisinin fazla olduğu yüzey kısımlarında ve nehrin üst kısımlarında azaldığı düşünülmektedir. Manavgat Nehri'nde 1993-1999 arasında ortalama Cl değeri 11,89 mg/l olarak belirlenmiştir (Gürer ve Ülger, 2004).

Manavgat Nehri'nde en yüksek klorofil-a değeri besleyici tuzların ve güneş ışınlarının fazla olduğu mayıs ayında ve tam bir karışımın gözlemlendiği 3. istasyonda (7,0 mg/l), en düşük ise sıcaklığın ve ışık alma süresinin düşük olduğu aralık ayında (5. İstasyon 0,6 mg/l) olarak ölçülmüştür (Çizelge 3.1 ve 3.2).

Patos Lagünü (Brezilya) güneyinde bulunan Mangueira Körfezi'ne insan etkisi ve doğal kontaminasyonun etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada klorofil konsantrasyonu 1,20-39,50 µg/l, nitrit 0,09- 0,60 µM, nitrat 1-27 µM, fosfat 0,46-14 µM arasında bulunmuştur (Niencheski and Baumgarten, 2010). Zheng vd. (2004), nehirağzından uzaklaştıkça klorofil-a seviyesinin azaldığını belirtmiştir. Çalışmamızda en düşük klorofil-a 5. istasyonda belirlenmiştir.

Bulanıklılığın bir ölçüsü olan Secchi diski değeri en yüksek 16 m (nisan, 1. istasyon), en düşük 0,6 m (nisan 5. istasyon) olarak ölçülmüştür (Çizelge 3.1 ve 3.2). Bu durumun nehrin üst kısımlarında akıntı hızının ve nisan ayında yağışların fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mondego Nehri nehirağzı (Belçika) bölgesi'nde yapılan bir çalışmada nitrat miktarının kış ve ilkbahar dönemlerinde yüksek değer sergilerken, yaz aylarında azaldığı, sonbahar dönemlerinde ise yeniden artışa geçtiği, özellikle yağışın olduğu ve nehir etkisinin yükseldiği dönemlerde artışın gerçekleştiği, en düşük nitrat miktarının haziran ve temmuz aylarında (0,06 mg/l), en yüksek ise nisan ayında (0,2 mg/l) olduğu, fosfat miktarının 0,003-0,009 mg/l aralığında değiştiği saptanmıştır (Vieira vd., 2003).

Manavgat yüzey sularında en yüksek nitrat değeri 1,19 mg/l ( nisan, 4. istasyon), en düşük 0,12 mg/l (temmuz, 2. istasyon) olarak ölçülmüştür. Amonyum azotu tüm istasyonlarında 0,5 mg/l'nin altında bulunmuştur (Çizelge 3.1. ve 3.2.). Manavgat Nehri nehirağzı en yüksek fosfor değeri 0,75 mg/l (ekim, 4. istasyon) olarak saptanmıştır (Çizelge 3.1 ve 3.2). Yaz aylarında fosfor değeri oldukça azalmış, kış ve özellikle sonbahar dönemlerinde artmıştır. Bu artışın, bu aylarda yağışlarla birlikte nehir suyuna katılan atıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Zheng vd. (2004), nehirağzından uzaklaştıkça nitrat seviyesinin arttığını belirtmiştir. Çalışmamızda en düşük nitrat değeri 1. istasyonda bulunmuştur. İstasyonların yıllık ortalamalarına bakıldığında nitrat değerlerinin 3 mg/l'nin altında olduğu bu nedenle Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği 2016'ya göre tüm istasyonların I.sınıf su kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre içme sularında nitrat azotu derişiminin 11,30 mg/l olması herhangi bir sorun yaratmamaktadır. Chapman ve Kimstach, (1996) yüzey sularında nitrat azotunun 5 mg/l'nin üzerinde olmasını evsel atıklar ya da tarımsal etkinliklere bağlamaktadır. Çalışmamızda bu değer üzerinde Nitrat azotu tespit edilmemiştir. (Çizelge 3.1. ve 3.2.). Manavgat Nehri'nde 1993-1999 arasında ortalama nitrat değeri 0,47 mg/l fosfor değeri 1.01 mg/l olarak belirlenmiştir (Gürer ve Ülger, 2004).

Orta Fosfat fosforu ( $PO_4-P$ ) değerleri tüm istasyonların yıllık ortalamalarına bakıldığında Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği 2016'ya göre sadece 2. istasyonun 2. Sınıf diğerlerinin 1. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Manavgat Nehri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği 2016'ya göre 5. istasyon 1.sınıf diğer istasyonlar ise 2. Sınıf su kalitesinde bulunur. Manavgat nehrinde boyları 40 metreye yaklaşan çoğu turistik çok sayıda tur teknesi bulunmaktadır. Nehrin yerleşim içinden geçerek denize ulaşması insan kaynaklı kirlilik yüklerini de artırmaktadır. Türkiye ve diğer yakın ülkelere su temini sağlanması amacıyla DSİ tarafından 1992 yılında bir proje başlatılmış ve 2000 yılında tamamlanmıştır. Ancak şu ana kadar proje işleme konulamamıştır. Ancak ileriki dönemlerde içme suyu olarak kullanılması düşünülen Manavgat Nehri üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılması gerektiği düşünülmektedir.

### 5-Kaynaklar

- Baltacı, F., 2000. Su Analiz Metotları. T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, 335s. Ankara.
- Barcina, J.M., Oreja, J.A.G., Sota, A.2006. Assessing the improvement of the Bilbao estuary water quality in response to pollution abatement measures. Water Research. Volume: 40, Issue:5, Pages 951–960
- Chapman, D., and Kimstach, V., 1996. Selection of water quality variables. In: Water Quality Assessments - A Guide to use of Biota, sediments and water in environmental monitoring. (Chapman, D.) University Press, England-Cambridge, 651p.
- Cirik, S., Cirik, Ş., 2008. Limnoloji (Ders Kitabı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 21, 166s.
- Çiçek L, N., Ertan Ö., O.2012. Köprüçay Nehri Epilitik alg Çeşitliliğinin Bazı Fizikokimyasal Değişkenlerle İlişkisi. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi. 8 (1):22-41
- Geldiay, R., Kocataş, A.,2006. Deniz Biyolojisine Giriş. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:64 Ders Kitabı Dizini:31 Bornova-İzmir.
- Gürer, İ., Ülger, M. 2004. A Limited Alternative Water Resource for Domestic Use in the Middle East. Israel-Palestinian Water Issues –From Conflict to Cooperation Springer Berlin Heidelberg New York Chapter 17, 175-184 p.
- Küçük, F., 1997. Antalya Körfezine Dökülen Akarsuların Balık Faunası ve Bazı Ekolojik Parametreleri Üzerine Bir Araştırma. T. C. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi Eğirdir/İSPARTA.
- Kocataş, A., 2006. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi.Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınlan No:51 Ders Kitabı Dizini No:20 Bornova/İZMİR.
- Mohd Nasir Saadon, Lim Phaik Kin 2000.Distributions of Temperature and Dissolved Oxygen in the Terengganu Estuary. Sains Malaysiana 29:171-185
- Niencheski, L. F., Baumgarten, M. G. Z.,2010. Water quality in Mangueira Bay: anthropic and natural contamination. Journal of Coastal Research, Number 10047:56-62 p.
- Tanyolaç, J., 1993. Limnoloji. Cumhuriyet Üniv. Fen. Fak. Hatipoğlu Yayınevi. ANKARA.
- Vieira,L., Azeiteiro U., Re, p., Pastorinho, R., 2003. Marques ,J.C., Morgado, F., Zooplankton distribution in a temperate estuary (Mondego estuary southern arm:Western Portugal). Acta Oecologica 24: 163–173 p.
- Zheng Lianyuan , Chen Changsheng , Zhang Frank Y. (2004). Development of water quality model in the Satilla River Estuary, Georgia. Ecological Modelling 178 457–482.