

**Amik Ovasındaki Yüzeysel Sularında Amonyum, Nitrat, Fosfor ve Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi**

Necat AĞCA Kemal DOĞAN Sema KARANLIK  
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

**Özet**

Bu çalışmada, Türkiye'nin en önemli tarımsal üretim alanlarından biri olan Amik Ovası'nın yüzeysel sularının özelliklerinin belirlenmesi ve bunların içme ve sulama suyu kalitesi açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, Amik Ovasında yer alan yüzeysel su kaynaklarından Haziran 2017 döneminde 56 noktadan yüzeysel suyu örneği alınmıştır. Alınan su örneklerinde; sıcaklık (T), toplam tuz konsantrasyonu (TT),  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , P, çözülmüş oksijen (DO) ve ağır metal (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn) analizleri yapılmıştır. Araştırma konusu su kaynaklarına ait bütün parametrelerin dağılımını karakterize etmek için tanımlayıcı istatistik analizleri ve korelasyon analizleri yapılmıştır. İstatistik analiz sonuçlarına göre, ortalama T, TT, DO,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , P, Cu, Mn, Ni, Pb konsantrasyonları sırasıyla 23.8 °C, % 0.20, 12.09  $\text{mgL}^{-1}$ , 4.13  $\text{mgL}^{-1}$ , 1.69  $\text{mgL}^{-1}$ , 140.07  $\mu\text{gL}^{-1}$ , 6.75  $\mu\text{gL}^{-1}$ , 18.42  $\mu\text{gL}^{-1}$ , 1.84  $\mu\text{gL}^{-1}$  ve 4.43  $\mu\text{gL}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Toplam 56 su örneğinden 52 tanesinin T değerleri kaliteli sular için üst limit olarak belirlenen 25°C'nin üzerinde belirlenmiştir. Toplam 13 yüzeysel su örneğinin DO değerleri kaliteli sular için alt sınır olarak belirlenen 8  $\text{mgL}^{-1}$ 'nin altında bulunmuştur. Ağır metal konsantrasyonları ve P içerikleri, tüm örneklerde içme ve sulama suları için izin verilebilir maksimum sınırların altında bulunmuştur. Su örneklerinde  $\text{NO}_3$  ile Cu ve Pb arasında ve  $\text{NH}_4$  ile P ve Mn arasında önemli pozitif korelasyonlar bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

**Anahtar kelimeler:** Su kalitesi, Yüzeysel suları, Amik ovası, nitrat, fosfor, ağır metal kirliliği

**Determination of Ammonium, Nitrate, Phosphate and Heavy Metal Pollution in Surface Waters of Amik Plain**

**Abstract**

In this study, it is aimed to determine quality of surface water sources and as well as evaluate its suitability for drinking and irrigation purposes in the Amik Plain, one of the most important agricultural production areas of Turkey. In the research, total 56 water samples were taken surface water samples in June 2017 in the Amik Plain. Water samples were analyzed for temperature (T), total salt (TT), dissolved oxygen (DO),  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ , P and such heavy metals as cadmium (Cd), cobalt (Co), copper (Cu), manganese (Mn), nickel (Ni) and lead (Pb). Descriptive statistical analyses were performed to characterize distribution of physicochemical properties and heavy metals content of water samples.

According to results of descriptive statistical analysis, average T, TT, DO,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , P, Cu, Mn, Ni, Pb concentrations determined as 23.8 °C, 0.20 %, 12.09  $\text{mgL}^{-1}$ , 4.13  $\text{mgL}^{-1}$ , 1.69  $\text{mgL}^{-1}$ , 140.07  $\mu\text{gL}^{-1}$ , 6.75  $\mu\text{gL}^{-1}$ , 18.42  $\mu\text{gL}^{-1}$ , 1.84  $\mu\text{gL}^{-1}$  and 4.43  $\mu\text{gL}^{-1}$ , respectively. The 52 of 56 surface water samples exceeded permissible limit of 25 °C suggesting for very high quality classes. In the 13 surface water samples, DO content found lower than permissible limit of 8  $\text{mgL}^{-1}$  for high quality water. Heavy metal concentrations and P contents in all samples were found lower than permissible limits for drinking and irrigation purposes. There were positive correlation between  $\text{NO}_3$  and Cu and Pb;  $\text{NH}_4$  and P and Mn ( $P < 0.01$ ).

**Key words:** Water quality, Surface water, Amik plain, Pollution of nitrate, heavy metals

## Giriş

Su, yeryüzünde yaşamın temelini oluşturmaktadır. Su aynı zamanda tarımsal üretimi önemli ölçüde artıran en önemli unsurlarından birisidir. Ancak tarımda kullanılacak suyun kaliteli ve yeterli düzeyde olması gerekir. Su kalitesi suyun miktarı kadar önemli bir faktördür. Sular çeşitli etkenlerin sonucunda ve çeşitli şekillerde kirlenmektedirler.

Su kalitesi, su kaynaklarının yönetiminde en önemli konulardan biridir. Su kalitesi; kimyasal, fiziksel ve biyolojik olmak üzere üç kategoriye ayrılır. Her bir kategori değişik parametreleri içermektedir (Sutadian ve ark., 2016). Yüzeysel sularının çeşitli etkenlerle kirlenmesi dünyada en önemli sorunlardan biri olarak görülmektedir (Ouyang, 2005).

Bir bölgede yüzeysel su kalitesi, havzadaki sanayi tesisleri, tarımsal faaliyetler ve diğer insan faaliyetlerinin özelliklerine ve miktarına büyük ölçüde bağlıdır. Nehirler önemli su kaynaklarıdır. Çünkü, doğrudan tarımsal amaçlarla veya içme suyu olarak kullanabildikleri gibi, rekreasyon amaçlı ve diğer insan aktivitelerinde rahatlıkla kullanılabilirler (Kumari ve ark., 2013). Bu nedenle yüzeysel su kalitesi insan yaşamını ve ekolojik sistemi etkileyen majör bir faktördür (Wang ve ark., 2013; Mohamed ve ark., 2015). Şehirleşme, sanayileşme ve tarımsal uygulamalar gibi antropojenik etkiler yüzeysel sularının kalitelerini etkileyebilmektedir. Ancak bu faktörlerin su kalitesine bireysel katkıları bilinmemektedir (Zhang ve ark., 2009).

Dünyanın farklı lokasyonlarında bu bağlamda yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Ferati ve ark. (2015) tarafından Yunanistan'da yapılan bir çalışmada, Trepça and Sitnica nehirlerinde As, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Pb, and Zn değerleri saptanmış ve kontaminasyon düzeyleri belirlenmiştir. Bu metaller içinde en yüksek konsantrasyonlara sahip olan As, Cd, Pb ve Zn'nun daha çok antropojenik kaynaklardan, özellikle endüstriyel atık suların nehir banklarına bırakılmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Çin'de yapılan bir çalışmada, Weihe Nehrinin sularında Cu, Zn, Pb ve Cd metallerinin değişkenliği değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, dört elementin konsantrasyonunun ilkbahar ve kış mevsiminde yaz mevsimine göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir (Song ve ark., 2015).

Bu çalışmada, Türkiye'nin en önemli tarımsal üretim alanlarından biri olan Amik Ovası'nın yüzeysel sularının özelliklerinin belirlenmesi ve bunların sulama ve içme suyu kalitesi açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

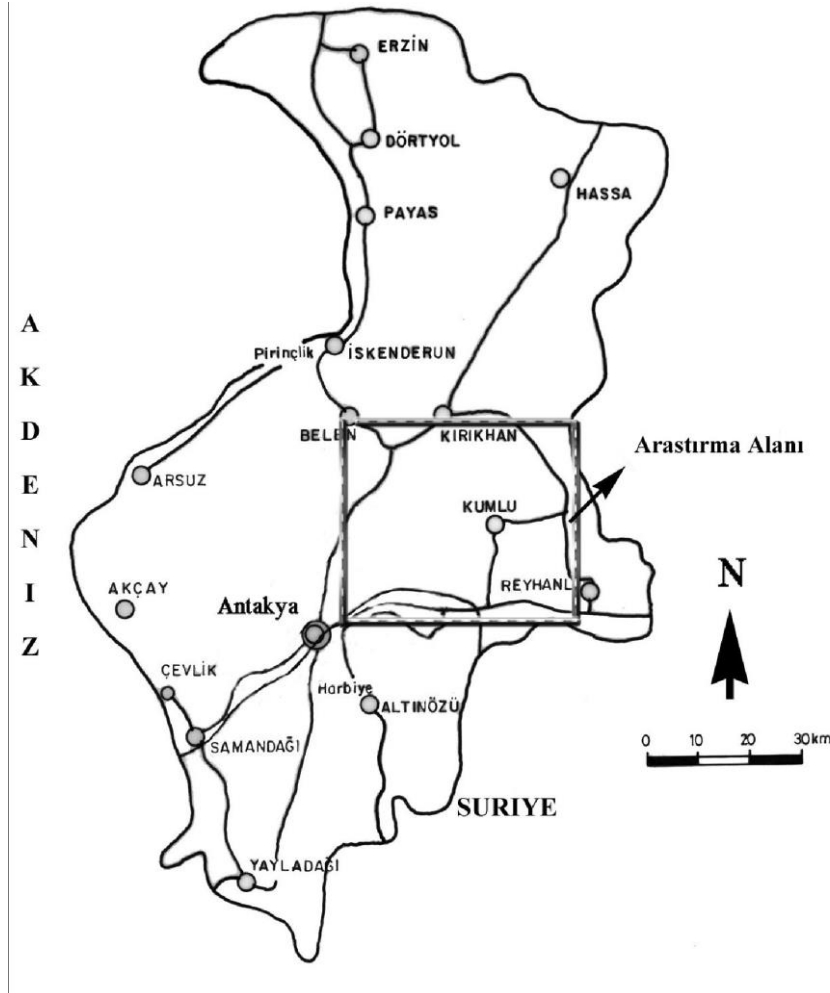
Amik ovası Türkiye'nin en önemli ovalarından biridir. Ovada çok çeşitli bir ürün deseni bulunmaktadır. Ancak bu kadar önemli olan ovada, yaz aylarında sulama suyu sıkıntısı yaşanmaktadır. Ova'nın en önemli su kaynağı olan Asi Nehri yaz aylarında kuruma noktasına gelmektedir. Diğer su kaynakları ise Afrin Çayı ile Karasu Çayı ve Comba kanalidir. Drenaj kanallarının çoğu bu üç çay ve kanala bağlanmış durumdadır. Bu nedenle Asi dışındaki yüzeysel su kaynakları ile drenaj kanallarının kalitelerinin belirlenmesi sürdürülebilir tarım açısından son derece önemlidir. Çoğu yıllarda ovada yazın, Asi nehir suyu yetersiz olduğundan, drenaj suları sulama amacı ile kullanılmaktadır. Amik ovası yeraltı sularında yapılan çalışmalarda (Ağca, 2014; Ağca ve ark., 2014), yeraltı sularının bir kısmında tuzluluk, NO<sub>3</sub> birikimi ve çözünmüş oksijen yetersizliği gibi sorunlar belirlenmiştir. Benzer sorunların yüzeysel sularında da olma olasılığının yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Bu çalışmada, benzer sorunların yüzeysel sularında da olup olmadığı araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma alanını oluşturan Amik Ovası 35°48' ve 36°24'54" doğu boylamları; 35°48' ve 36°37' kuzey enlemleri arasında kalmakta olup, yaklaşık 72500 hektarlık bir alan kaplamaktadır (Şekil 1). Çalışma alanının doğusunda Reyhanlı ilçesi ve Suriye, Batısında Nur dağları, Kuzeyinde Kırıkhan ilçesi, Güneyinde ise Antakya ilçesi ve Suriye yer almaktadır (Kılıç ve ark., 2008). Amik ovasının

güneyinde Asi nehri, doğusunda Afrin kanalı, kuzeyinde ise Karasu kanalı bulunmaktadır. Ovada bulunan drenaj kanalları ise Afrin ve Muratpaşa kanalı ile Comba kanallarına bağlanmaktadır. Araştırma alanında kışları

yağışlı, yazları ise kurak ve sıcak Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 18 °C, yıllık ortalama toplam yağış ise 1124 mm'dir (Gün ve Erdem, 2003).



Şekil 1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Figure 1. Geographic Position of Research Area

Bu çalışmada, Amik Ovasındaki yüzey su kaynaklarından, Haziran 2017 döneminde toplam 56 noktadan su örneği alınmıştır. Su örneklerinden 13 tanesi Comba kanalından, 17 tanesi Karasu kanalından, 10 tanesi Muratpaşa kanalından, 9 tanesi Afrin kanalından; 3 tanesi Küçük Asi'den, 4 tanesi ise Asi nehrinden alınmıştır. Kanalların tamamı Küçük asi yardımı ile Asi nehrine birleştiği için, tüm değerlendirmeler kanallar ve Asi nehri için ayrı ayrı değil de hepsi bir arada yapılmıştır.

Örnekler 500 ml hacimli su kapları ile alınmış, su kapları önceden musluk suyu ve saf

su ile yıkanıp temizlenmiştir. Ayrıca, örnek alım sırasında ise su kapları alınan su ile üç kez çalkalanmıştır. Ağır metal analizleri için alınan örneklere, mikrobiyel bozulmayı önlemek için nitrik asit (HNO<sub>3</sub>) eklenmiştir. Örnekler güvenli bir şekilde laboratuvara getirilmiş ve analiz edilene kadar buzdolabında +4 °C'de saklanmıştır.

Yüzey suyu örneklerinde; sıcaklık (T), çözünmüş oksijen (DO), amonyum (NH<sub>4</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>), fosfor (P), toplam tuz konsantrasyonu (TT) ve ağır metal (Mn, Cd, Cu, Pb, Cr, Co, Ni,) analizleri yapılmıştır.

Bu özelliklerden; sıcaklık (T), çözülmüş oksijen (DO), amonyum (NH<sub>4</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>), toplam tuz konsantrasyonu (TT) gibi parametreler hemen örneği alır almaz veya akarsularda, YSI Professional Plus cihazı ile doğrudan doğal koşullarda ölçülmüştür. Fosfor tayini, Murphy ve Riley (1962)'ye göre; Mn, Cd, Cu, Pb, Cr, Co, Ni tayinleri ise atomik adsorpsiyon spektrofotometresinde yapılmıştır. Ağır metal ölçümleri üç yinelemeli olarak yapılmıştır.

Su örneklerinin fizikokimyasal özelliklerdeki ve ağır metal içeriklerindeki farklılıkları ve dağılımını açıklayabilmek için Tanımlayıcı istatistiksel analizler (ortalama, en az, en fazla, varyasyon katsayısı) ve su örneklerinin özellikleri ve ağır metal içerikleri arasındaki ilişkileri araştırmak için korelasyon analizi yapılmıştır. Tüm istatistik analizlerde SPSS 17.0 istatistik yazılımı kullanılmıştır.

### **Bulgular ve Tartışma**

Çalışma alanındaki yüzey sularının özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 1 'de verilmiştir. Su örneklerinde, en düşük varyasyon katsayısı T, en yüksek varyasyon katsayısı ise Mn değerlerinde saptanmıştır (Çizelge 1). Genellikle varyasyon katsayısı %10'dan düşük ise düşük değişkenlik, %10-100 arasında ise orta düzeyde değişkenlik ve %100'den büyük ise yüksek düzeyde değişkenlik olduğu kabul edilmektedir (Zhou ve ark., 2011). Bu sınıflamaya göre; T düşük; DO, Ni ve Pb değerleri orta; diğer parametreler ise yüksek değişkenlik göstermişlerdir. Düşük değişkenlik homojen dağılıma, yüksek değişkenlik ise homojen olmayan dağılımı belirtmektedir.

Yüzey sularında T değeri en düşük 23.8 °C ile 10 numaralı örnekte (Comba kanalı), en yüksek T değeri ise 32.8 °C ile 24 numaralı

örnekte (Karasu kanalı) belirlenmiştir. Örneklerin % 92.8'inde, T değerleri yüksek kaliteli sınıf için üst sınır değeri olan 25 °C'nin (TSKKY, 2008) üzerinde bulunmuştur. Griffiths ve ark. (2017) tarafından aşağı Yangtze nehir deltasındaki (Çin) yüzey sularında yapılan bir çalışmada, yaz döneminde ortalama T değeri 30 °C bulunmuş olup, bu çalışmada elde edilen ortalama değere yakındır (Çizelge 1).

Çözülmüş oksijen (DO) değeri en düşük 0.17 mgL<sup>-1</sup> (25 numaralı örnek, Karasu kanalı) ile 26.25 mgL<sup>-1</sup> (7 numaralı örnek, Comba kanalı) arasında değişmiştir. Tomas ve ark. (2017) tarafından Pannonian havzasının güney kısmında yapılan bir çalışmada yüzey sularının DO değeri ortalama 8.38 mgL<sup>-1</sup> olup, bu çalışmada elde edilen ortalama değerden düşük bulunmuştur. Bu çalışmada, yüzey suyu örneklerinin % 76.7'sinde çözülmüş oksijen içeriklerinin, kaliteli içme suları için alt sınır değeri olan 8 mgL<sup>-1</sup>'nin (TSKKY, 2008) üzerinde çıkmıştır. En düşük tuz içeriği (% 0.04) 59 nolu örnekte (Küçük Asi), en yüksek tuz içeriği (% 1.20) ise 37 numaralı örnekte (Muratpaşa kanalı) belirlenmiştir. Suların, içme ve sulama açısından tuz içerikleri için belirlenmiş bir kriter bulunmamaktadır. Ancak tuzlu topraklar için belirlenmiş olan en küçük değer (% 0.15) değeri dikkate alındığında, 19 tane örneğin bu değerden yüksek olduğu görülmüştür.

En düşük NO<sub>3</sub> içeriği (1.37 mgL<sup>-1</sup>) 16 numaralı örnekte (Comba kanalı), en yüksek NO<sub>3</sub> içeriği (21.42 mgL<sup>-1</sup>) 38 numaralı örnekte (Muratpaşa kanalı) saptanmıştır. Ayers ve Westcot (1994) tarafından önerilen sulama sularında bulunması gereken maksimum NO<sub>3</sub> konsantrasyonu 44 mgL<sup>-1</sup>, WHO (2004) tarafından içme suları için belirlenen üst sınır ise 50 mgL<sup>-1</sup>'dir. Toplam 56 adet yüzey suyu örneğinde NO<sub>3</sub> içeriği her iki limitin de altında bulunmuştur.

Çizelge 1. Çalışma alanındaki yüzey sularının özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları (n= 56)

Table 1. Descriptive statistics of physicochemical properties and heavy metal contents of surface water in the study area (n=56)

Para- metre	Birim	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı %
T	°C	23.8	32.8	27.4	1.94	7.1
TT	%	0.04	1.20	0.20	0.24	120.0
DO	mgL <sup>-1</sup>	0.17	26.25	12.09	5.39	50.0
NO <sub>3</sub>	mgL <sup>-1</sup>	1.37	21.42	4.13	4.49	108.7
NH <sub>4</sub>	mgL <sup>-1</sup>	0.20	19.72	1.69	2.95	174.5
P	µg <sup>-1</sup>	0.0	1593.5	140.7	294.6	209.4
Cd	µg <sup>-1</sup>	--	<28.0	--	--	--
Co	µg <sup>-1</sup>	--	<7.10	--	--	--
Cu	µg <sup>-1</sup>	0.10	32.50	6.75	7.76	115.0
Cr	µg <sup>-1</sup>	--	<22.00	--	--	--
Mn	µg <sup>-1</sup>	0.20	205.40	18.42	44.00	238.8
Ni	µg <sup>-1</sup>	0.90	10.40	1.84	1.25	67.9
Pb	µg <sup>-1</sup>	1.90	11.80	4.43	2.39	53.9

Yine yüzey sularında NH<sub>4</sub> konsantrasyonu en düşük (0.2 mgL<sup>-1</sup>) 16 numaralı (Comba kanalı) örnekte, en yüksek ise (19.72 mgL<sup>-1</sup>) 24 numaralı örnekte (Karasu kanalı) belirlenmiştir. Yüzey sularının % 95.6'sında NH<sub>4</sub> içeriği, Ayers ve Westcot (1994) tarafından sulama suları önerilen maksimum NH<sub>4</sub> konsantrasyonundan (6.44 mgL<sup>-1</sup>) düşük çıkmıştır. Ahmed ve ark. (2017) tarafından Bangladesh'in Dhaka bölgesinde yapılan bir çalışmada, yüzey sularının NO<sub>3</sub> değerleri ortalaması 2.21 mgL<sup>-1</sup> olarak bulunmuş olup, bu değer bu çalışmada elde edilen ortalama NO<sub>3</sub> değerinden düşük durumdadır (Çizelge 1).

Suların en düşük P konsantrasyonu (0.00 mgL<sup>-1</sup>) 8, 15, 27, 35, 36, 43 ve 65 nolu örneklerde, en yüksek P değeri (1.59 mgL<sup>-1</sup>) ise 25 numaralı örnekte (Karasu kanalı) belirlenmiştir. Uluslararası sağlık örgütü (WHO) içme suları için P kriteri belirlememiştir. Ancak, Gıda Standartları Ajansı (Food Standards Agency, 2003) içme sularındaki P limitini 2.2 mgL<sup>-1</sup> olarak belirlemiştir. Bu standarda göre, çalışma alanından alınan sadece 1 örnekte P konsantrasyonu bu limiti geçmiştir. Yine, Uluslararası Gıda ve Tarım örgütü (FAO) sulama sularında bulunması gereken maksimum P konsantrasyonunu 2 mgL<sup>-1</sup> olarak

belirlemiştir (Ayers and Westcot, 1994). Bu kritere göre de, yüzey sularında sadece bir örnek sulamaya uygun değildir.

Uluslararası sağlık örgütü (WHO, 2004) içme sularında geçmemesi gereken Cr, Cu, Mn, Ni, ve Co değerlerini sırasıyla, 50, 2000, 400, 70, ve 10 µg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bu kriterlere göre yüzey suyu örneklerin ağır metal içerikleri değerlendirildiğinde; yüzey sularının tamamında, bu ağır metal içerikleri geçilmemesi gereken limitin altında bulunmuştur (Çizelge 1).

Sulama için kullanılacak sularda bulunması gereken en yüksek Cu, Ni ve Pb konsantrasyonları FAO tarafından 200, 200, 5000 µg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Ayers ve Westcot, 1994). Bu kriterlere göre, çalışma alanındaki yüzey suyu örnekleri sulama amaçlı değerlendirildiğinde; yüzey sularının tamamında ağır metal içerikleri, geçilmemesi gereken limitlerin altında bulunmuştur (Çizelge 1).

Su örneklerinin özellikleri ve ağır metal içerikleri arasındaki ilişkiler çizelge 2'de verilmiştir. Korelasyon analiz sonuçlarına göre; T değerleri ile NH<sub>4</sub> ve P değerleri arasında %1, Mn ve Pb değerleri arasında ise %5 düzeyde önemli korelasyon bulunmuştur. Yine, DO değeri ile TT ve NH<sub>4</sub> değerleri arasındaki

ilişkiler istatistiksel açıdan %5 düzeyinde, Ni ve Pb değerleri arasında ise %1 düzeyinde önemlidir. Toplam tuz konsantrasyonu (TT) ile NO<sub>3</sub>, Cu ve Pb değerleri arasında %1, Ni değeri arasında ise %5 düzeyinde istatistiksel açıdan önemli sonuçları bulunmuştur.

Çizelge 2. Su örneklerinin özelliklerinin fiziko kimyasal özellikleri ve ağır metal içerikleri arasındaki korelasyon katsayıları (r)

Table 2. Correlations coefficient (r) between physicochemical parameters and heavy metals

Para- metre	T	DO	TT	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	Cu	Ni	Mn
DO	0.169								
TT	0.236	<b>0.352*</b>							
NO <sub>3</sub>	0.170	0.160	<b>0.830**</b>						
NH <sub>4</sub>	<b>0.456**</b>	<b>-0.271*</b>	0.168	0.116					
P	<b>0.430**</b>	-0.227	-0.075	-0.119	<b>0.715**</b>				
Cu	0.196	0.250	<b>0.913**</b>	<b>0.775**</b>	<b>0.286*</b>	-0.011			
Ni	0.112	<b>0.470**</b>	<b>0.337*</b>	0.194	0.113	-0.013	<b>0.499**</b>		
Mn	<b>0.341*</b>	0.261	0.196	0.088	<b>0.554**</b>	<b>0.431**</b>	<b>0.352**</b>	<b>0.586**</b>	
Pb	<b>0.325*</b>	<b>0.392**</b>	<b>0.928**</b>	<b>0.770**</b>	0.210	0.001	<b>0.852**</b>	<b>0.343**</b>	0.218

\* $p < 0.05$ ; \*\*;  $p < 0.01$

Nitrat değerleri ile Cu ve amonyum (NH<sub>4</sub>) değerleri ile P ve Mn değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli korelasyonlar saptanmıştır ( $p < 0.01$ ). Ayrıca, P değerleri ile Mn değerleri, Cu değerleri ile Ni, Mn ve Pb değerleri ve Ni değerleri ile Mn ve Pb değerleri arasında istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli ilişkiler bulunmuştur.

## Sonuçlar

Su örneklerinin büyük bir çoğunluğunun P, NH<sub>4</sub> ve NO<sub>3</sub> açısından sulama ve içme amaçlı uygun olduğu belirlenmiştir. Suların tamamında ağır metal içerikleri, gerek sulama gerekse içme amaçlı olarak herhangi bir sorun oluşturmayacak düzeydedir. Sonuç olarak, Amik ovasındaki yüzey sularında NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub> ve P kirliliği görülmemiştir. Ancak, bazı örneklerde yüksek sıcaklık, düşük çözünmüş oksijen ve yüksek toplam tuz içeriği sorunu görülmüştür. Ayrıca, Gerek sulama gerekse içme amaçlı incelendiğinde, kimyasal açıdan, akarsular ve kanallar arasında en temiz olanının Asi nehri olduğu belirlenmiştir.

Amik Ovası gibi kurak ve yarı kurak bölgelerde, hem içme hem de sulama amaçlı yeterli suyun bulunması büyük önem arz etmektedir. Asi nehri Amik ovasında en önemli su kaynağıdır. Ancak sulama sezonunda nehrin Türkiye kısmındaki su miktarı çok azalmaktadır. Bu nedenle ovada yazın büyük

bir su açığı ortaya çıkmaktadır. Çiftçiler gereksinim duydukları suları drenaj kanallarından veya bu araştırmaya konu olan diğer yüzey su kaynaklarından sağlamaya çalışmaktadır.

## Teşekkür

Bu araştırmaya maddi destek sağlayan Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje (BAP) Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz (Proje No: **15582**).

## Kaynaklar

- Ağca N, 2014. Spatial variability of groundwater quality and its suitability for drinking and irrigation in the Amik Plain (South Turkey). *Environ Earth Sci* (2014) 72: 4115–4130.
- Ağca N, Karanlık S, Ödemiş B, 2014. Assessment of ammonium, nitrate, phosphate, and heavy metal pollution in groundwater from Amik Plain, southern Turkey. *Environ Monit Assess*, 186:5921–5934.
- Ahmed F, Fakhrudin A N M, Imam MDT, Khan N, Abdullah ATM, Khan TA, Rahman UMMM N, 2017. Assessment of roadside surface water quality of Savar, Dhaka, Bangladesh using GIS and multivariate statistical techniques. *Appl Water Sci.*, 7:3511–3525.

- Ayers, R.S., Westcot, D. W. 1994. Water quality for agriculture. FAO irrigation and drainage paper No. 29, Rev. 1.
- Food Standards Agency, 2003. Safe upper levels for vitamins and minerals. Published by Food Standards Agency. P. 293-299 (ISBN 1-904026-11-7).
- Ferati F, Mihone Kerolli-Mustafa MK, Ylli AK, 2015. Assessment of heavy metal contamination in water and sediments of Trepça and Sitnica rivers, Kosovo, using pollution indicators and multivariate cluster analysis. *Environ Monit Assess.* 187: 338.
- Griffiths JA, Chan, FKS, Zhu F, Wang V, Higgitt DL, 2017. Reach-scale variation surface water quality in a reticular canal system in the lower Yangtze River Delta region, China. *Journal of Environmental Management* 196: 80-90.
- Gün M, Erdem AM, 2003. Hatay Master Planı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Hatay Tarım İl Müdürlüğü.
- Kılıç Ş, Ağca N, Karanlık S, Şenol S, Aydın M, Yalçın M, Çelik İ, Evrendilek F, Uygur V, Doğan K, Aslan S, Çullu MA, 2008. Amik Ovasının Detaylı Toprak Etüdüleri, Verimlilik Çalışması ve Arazi Kullanım Planlaması. MKÜ. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Proje No: DPT2002K120480. 213 S.
- Kumari M, Tripathi S, Pathak V, Tripathi BD, 2013. Chemometric characterization of river water quality. *Environ. Monit. Assess.* 185: 3081-3092.
- Mohamed I, Othman F, Ibrahim A I N, Alaa-Eldin M, Yunus E M, 2015. Assessment of water quality parameters using multivariate analysis for Klang River basin, Malaysia. *Environ Monit Assess*, 187:4182.
- Murphy J, Riley J P, 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural water. *Analytica Chimica Acta*, 27: 31–36.
- Song J, Yang X, Zhang J, Long Y, Zhang Y, Zhang T, 2015. Assessing variability of heavy metal concentrations in Liquid-solid two-phase and related environmental risks in the weihe river of Shaanxi Province, China. *Int. J. Environ. Res. Health.* 12: 8243-8262.
- Sutadian AD, Muttill AGY, Perera BJ, 2016. Development of river water quality indices-a review. *Environ. Monit. Assess.* 188:58.
- Tomas D, Čurlinb M, Marićc AS, 2017. Assessing the surface water status in Pannonian ecoregion by the water quality index model. *Ecological Indicators*, 79: 182–190.
- TSKKY (Türkiye Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği), 2008. Su kirliliği kontrol yönetmeliği'inde düzenlemeler. Resmi Gazete No. 26786.
- Ouyang Y, 2005. Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis. *Water Research* 39: 2621–2635.
- Wang Y, Wang P, Bai Y, Tian Z, Li J, Shao X, Laura F, Mustavich LF, Li B, 2013. Assessment of surface water quality via multivariate statistical techniques: A case study of the Songhua River Harbin region, China. *Journal of Hydro-environment Research*, 7: 30-40.
- WHO, 2004. Guidelines for drinking water quality. Vol.1. Recommendation. World Health Organization, Geneva, ISBN 92 4 154638 7.
- Zhang Q, Li ZW, Zeng GM, Li JB,, Fang Y, Yuan QS, Wang YM, Ye FY, 2009. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques in red soil hilly region: a case study of Xiangjiang watershed, China. *Environ. Monit. Assess*, 152: 123-131.
- Zhou Z, Zhang G, Wang J, 2011. Spatial variability of the shallow groundwater level and its chemistry characteristics in the low plain around the Bohai Sea, North China. *Environ Monit Assess.* doi. 10.1007/s10661-011-2217-1.