

Develi Ovası'nda Tarımsal Drenaj Sistemlerinin Su Kalitesi

Burak PEKER Sukru Taner AZGİN Filiz DADASER-CELİK

Erciyes Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kayseri
Sorumlu yazar: fdadaser@erciyes.edu.tr

Geliş tarihi: 18/11/2018 Yayına kabul tarihi: 02/08/2018

Özet: Tarım alanlarında kullanılan besin maddeleri ve/veya pestisitler, su kalitesindeki bozulmanın başlıca nedenlerindedir. Bu çalışmada Kayseri sınırları içinde yer alan Develi Ovası'nda tarımsal faaliyetlerin drenaj suyu kalitesi üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Develi Ovası, yarı kurak iklime sahip Orta Anadolu Bölgesi'nde yer alan kapalı bir tarım havzasıdır. Develi Ovası'nda sulama Develi Sulama Projesi'nin 1988 yılında tamamlanmasından bu yana yoğunlaşmıştır. Halihazırda, ovada yaklaşık 30000 hektar tarım alanı sulanmaktadır ve sulamadan dönen sular yoğun bir drenaj ağı ile toplanmaktadır. Drenaj suları, ekolojik açıdan önemli bir sulak alan olan Sultan Sazlığı'na boşalmaktadır. Sulama nedeniyle su kalitesinde meydana gelen değişiklikler, iki baraj gölünden (Kovalı ve Ağcaşar Baraj Gölleri), bir ana drenaj kanalından ve iki adet drenaj suyu toplama ve pompa istasyonundan (Ufaktepe ve Camızgölü Pompa İstasyonları) 24 aylık sürede toplanan su örnekleri analiz edilerek belirlenmiştir. Su kalitesi Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiştir. Sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik, toplam azot, toplam organik karbon, toplam fosfor, nitrat, amonyum, klorür, sülfat ve toplam askıda katı madde parametreleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda Kovalı ve Ağcaşar Baraj gölleri I. sınıf (yüksek kaliteli su) kalitesine sahipken, Drenaj Kanalı ve Ufaktepe Pompa İstasyonu'nun II. sınıf (az kirlenmiş su), bütün drenaj sularının toplandığı Camızgölü Pompa İstasyonu'nun IV. sınıf (çok kirlenmiş) su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar, sulama uygulamalarından sonra su kalitesinin önemli ölçüde değiştiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Tarımsal Drenaj, Su Kalitesi, Develi Sulama Projesi, Develi Ovası

Water Quality of Agricultural Drainage Systems in the Develi Basin in Turkey

Abstract: Nutrients and/or pesticides used in agricultural areas are often responsible for reduced water quality. In this study, we analyzed the impact of agricultural activities on the water quality of the agricultural drainage in the Develi Basin, Kayseri. Develi Basin is a closed agricultural basin located in the semi-arid Central Anatolia Region. Irrigation has long been practiced in the Develi Basin, but it has become more intense since the completion of the Develi Irrigation Project in 1988. Currently, about 30000 ha of agricultural land is irrigated in the basin and agricultural drainage is collected with a dense network of channels, which is eventually discharged into an ecologically important wetland, called the Sultan Marshes. Water quality changes due to irrigation was evaluated based on Surface Water Quality Regulation using water samples collected from two irrigation reservoirs (Kovalı and Ağcaşar Reservoirs) and one drainage channel and two return flow pumping stations (Ufaktepe and Camızgölü Pumping Stations) for 24 month period. Temperature, pH, dissolved oxygen and electrical conductivity, total nitrogen, total organic carbon, total phosphorus, nitrate, ammonium, chloride, sulfate and total suspended solids were measured. Water samples from Kovalı and Ağcaşar Reservoirs were classified as Class 1 (high quality water) while water samples from Drainage Canal and Ufaktepe Pumping Station were classified as Class II (slightly contaminated water) and water samples from Camızgölü Pumping Station, which is the station where almost all drainage waters are collected, were classified as Class IV (very contaminated water). Results showed that water quality deteriorated significantly after irrigation practices.

Key words: Agricultural Drainage, Water Quality, Develi Irrigation Project, Develi Basin

Giriş

Türkiye’de tatlı suyun %70’ni tüketen tarım, bu suyun %53’nü yüzey su kaynaklarından %38’ini de yeraltı su kaynaklarından sağlamaktadır (TUİK, 2012). Sulanan tarım alanlarının büyük bölümü salma sulama yöntemi ile sulanırken suyu verimli kullanan modern sulama yöntemleri (damla veya yağmurlama) hala çok az bir alanda (2014 rakamlarına göre %8) kullanılmaktadır (TUİK, 2012).

Hızla artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılayabilmek ve birim alandan daha fazla ürün alabilmek için, altyapı ve sulama projelerine ağırlık verilmiştir. Bugün pek çok ülkede su yetersizliği, suyun sağlanması, kullanılması ve kirlenmesi ile ilgili sorunlar dikkate alındığında, eskiden olduğu gibi sadece su kaynaklarının planlanması değil, havza ölçeğinde su yönetimi yaklaşımı da önem kazanmaktadır. Su kaynakları planlanıp yönetilirken, suyun sadece miktarı değil kalitesi de dikkate alınmalıdır (Berkün, 2005). Su kaynakları yönetiminde havza, hidrolojik sistemi kontrol eden doğal sınırlarla çevrili bir alan olarak tanımlanmaktadır. Su kaynakları sisteminin havza ölçeğinde tanımlanması, sistemin doğal sınırları ile kısıtlanması, dolayısıyla bir bütün olarak ele alınmasına olanak sağlayarak, hidrolojik sistemi etkileyen süreçler arasındaki ilişkilerin doğru olarak ortaya konmasına yardımcı olmaktadır. Bu sayede sistem daha kolay anlaşılabilir ve sistemin, değişik etkilere karşı vereceği tepkiler de en uygun şekilde analiz edilebilmektedir (Meriç, 2004). Avrupa Parlamentosu tarafından üye ülkeler için hazırlanan Su Çerçeve Direktifi’ne (SÇD) göre nehir havzalarının saptanıp su kalite durumlarının belirlenmesi öngörülmektedir. Ülkemizde Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’de SÇD ile benzer hedeflere sahiptir.

Develi Ovası Yahyalı, Yeşilhisar, Ağcaşar, Develi, Dünderli dereleri ve Soysallı, Çayırözü, Karaboğa, Akçakoca su kaynaklarına sahip kapalı bir ovadır. 1988 yılında Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından tamamlanan Develi Sulama Projesi sonucunda bölgedeki bu akışlarının çoğu tarımsal sulama amacıyla kullanılmış ve

tarımdan dönen drenaj suları da ovanın merkezinde yer alan Sultan Sazlığı’na yönlendirilmiştir. Sultan Sazlığı, İç Anadolu step ekosistemi içerisinde kapalı bir havzada yer alan hem ulusal hem de uluslararası öneme sahip bir sulak alandır. Sultan Sazlığı’nın tatlı ve tuzlu su ekosistemlerini bünyesinde barındırması bu alanın ekolojik önemini daha da artırmaktadır. Tatlı ve tuzlu su ekosisteminin etrafında ise tuzcul çayır ve meralar hakimdir.

Bölgeye dair yapılan çalışmalar incelendiğinde, Develi Ovası’nda hidrolojik etkileşimler, toprak özellikleri, arazi kullanım değerlendirmesi ve sulama politikaları yaklaşımları gibi farklı konularda çalışmalara rastlanmaktadır (Karadeniz, 2000, Dadaser-Celik ve ark., 2008, Gürer ve Yıldız, 2008, Dadaser-Celik ve ark., 2011, İrik 2013, Gürer ve Yıldız 2014, Jouma ve Dadaser-Celik, 2016). Ancak şu ana kadar Develi Ovası’nda sulama faaliyetlerinin su kalitesine etkisine dair herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada baraj göllerinde, bir adet ana drenaj kanalında ve drenaj sularının toplandığı noktalarda (pompa istasyonları) su kalitesi analiz edilerek, tarımsal sulamaya bağlı olarak meydana gelen değişimlerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Bir drenaj kanalı, iki pompa istasyonu ve iki baraj gölünden oluşan örnekleme noktaları için her ay düzenli olarak alınan numuneler 24 ay boyunca izlenip, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’ne göre değerlendirilip su kalite sınıfları belirlenmiştir. Ayrıca baraj gölleri için ötrofikasyon belirteci olan trofik indeks değerlendirmesi yapılmıştır.

Materyal ve Metod

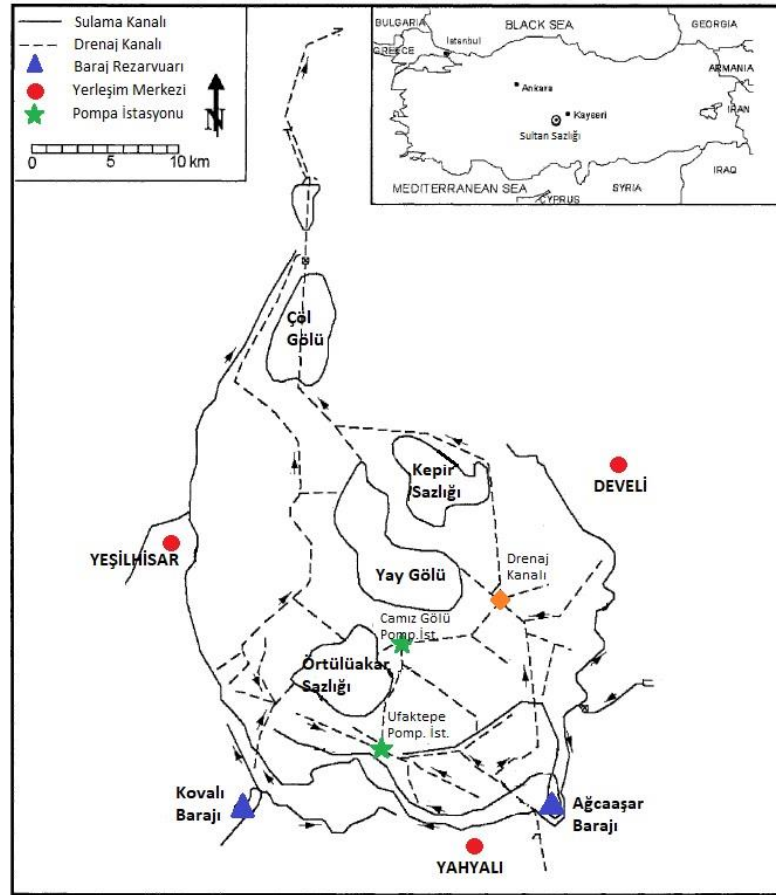
Çalışma Alanı

Bu çalışma Develi Ovası’nda yürütülmüştür (Şekil 1). Develi Ovası İç Anadolu Bölgesi’nde Kayseri ili sınırları içerisinde bulunmaktadır. 800 km²’lik alana ve 3190 km²’lik drenaj alanına sahiptir (DSİ, 1994). Ovanın doğusunda Develi, güneyinde Yahyalı, batısında Yeşilhisar ve kuzeyinde İncesu ilçeleri yer alır. Ovada yıllık ortalama sıcaklık 9°C, yıllık toplam yağış 370 mm, yıllık ortalama rüzgâr hızı 1.9 m/sn ve yıllık

ortalama bağıl nem %53 düzeyindedir. (Develi Meteoroloji İstasyonu'nda 1975-2015 döneminde) Karasal iklim kuşağının etkisi ile kış aylarında sıcaklıklar düşük, yaz aylarında ise son derece yüksektir. Aylık toplam yağış 3 ve 53 mm arasında değişmektedir. Kış ve bahar aylarında yağışlar nispeten yüksektir. Kış aylarında yağış kar şeklinde olurken, bahar aylarında yağmur şeklindedir. Develi Ovası, yarı kurak bir iklime sahiptir. Karasal iklimin etkisiyle yaz aylarında ise yağış yok denecek

kadar azdır. Bölgede kar erimelerinin sona ermesiyle derelerde akımlar düşmekte ve bazı zamanlarda tamamen kurumaktadır.

Develi Kapalı Ovası'nda sulama amaçlı kullanılan 3 adet baraj gölü bulunmaktadır. Bunlar Akköy, Ağcaşar ve Kovalı Baraj gölleridir. Ovanın ortalama yüksekliği 1100 m'dir. Ovada en yüksek rakım 3916 m ile Erciyes Dağı, en düşük rakım ise 1070 m ile Sultan Sazlığı'nın bulunduğu bölgedir (Şekil 1).



Şekil 1. Develi Ovası ve su kalitesi örnekleme noktalarının konumları
Figure 1. Develi Basin and locations of water quality sampling points

Su Kalite Ölçümleri

Bu çalışmada Develi Ovası'nda bir drenaj kanalı, iki pompa istasyonu ve iki baraj gölünden oluşan alanlar 2015-2017 döneminde 24 ay boyunca izlenmiş ve su kalitesinin tarımsal faaliyetlerden etkilenme durumunun ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Su kalitesi örnekleme noktaları Şekil 1'de gösterildiği üzere ovadaki baraj göllerini (Kovalı ve Ağcaşar), bir adet ana drenaj

kanalını ve ovada oluşan drenaj sularının toplandığı su pompa istasyonlarını kapsamaktadır. Sultan Sazlığı'na tarımdan dönen suları taşıyan drenaj kanalı, Camızgölü pompa istasyonu ve Ufaktepe pompa istasyonunda birer örnekleme noktası olacak şekilde belirlenmiştir. Belirlenen örnekleme noktaları Nisan 2015 ve Nisan 2017 tarihleri arasında ayda bir defa olmak üzere düzenli olarak ziyaret edilip su

örnekleri alınmıştır. Ay içinde meteorolojik koşullar dikkate alınarak 10-20. günler arasında ziyaretler gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik ve çözülmüş oksijen parametreleri için ölçümler arazide (yerinde) Hach Lange HQ-40D tipi multimetre kullanılarak yapılmıştır. Bu parametreler dışındaki parametreler (toplam azot (TN), toplam organik karbon (TOK), toplam fosfor (TP), amonyum (NH₄⁺), nitrat (NO₃⁻), klorür (Cl⁻), sülfat (SO₄⁻²) ve askıda katı madde (AKM), klorofil-a) laboratuvar

Tablo 1’de belirtilen yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar analizleri için su kaynaklarından, grab numuneler (belirli bir yeri ve zamanı temsil eden anlık numune) alınmıştır. Yaklaşık olarak 1 litrelik örnek kaplarına alınan numuneler soğuk ortamda tutularak en kısa sürede laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara ulaşan örnekler +4°C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir ve 1 hafta içerisinde analizler tamamlanmıştır.

Tablo 1. Su kalitesini belirlemek amacıyla yapılan analizler ve kullanılan yöntemler

Table 1. Analyses and methods used for water quality analyses

Parametreler	Birim	Yöntem/Cihaz	Ölçüm Yeri
Sıcaklık	°C		
Çözülmüş oksijen	mg/L	Hach Lange HQ-40D multimetre ile anlık ölçüm	Arazide
pH	-		
Oksijen doygunluğu	%		
Elektriksel iletkenlik	µS/cm		
Toplam Azot (TN)	mg/L	Shimadzu TOC-L CPN cihazı ile Standart Metot 5301B	
Toplam Organik Karbon (TOK)	mg/L	Shimadzu TOC-L CPN cihazı ile High Temperature Combusion	
Toplam Fosfor (TP)	mg/L	Standart Metot 4500-P C	
NH ₄ ⁺	mg/L	Hach-Lange LCK-304 Küvet Testi (Indophenol Blue)	Laboratuvar Analizleri ile
NO ₃ ⁻	mg/L	Hach-Lange LCK-138 Küvet Testi EN ISO 11905-1	
SO ₄ ⁻²	mg/L	Standart Metot 4500-SO4-F (turbidimetric)	
Cl ⁻	mg/L	4500-Cl B (Argentometrik)	
Klorofil a	mg/L	Standart Metot 10200	
Askıda katı madde	mg/L	Standart Metot 2540D	

Su kalitesi verilerinin analizi

Ölçümü yapılan parametrelerin 24 ay sonundaki ortalama, minimum ve maksimum değerleri hesaplanıp sonuçlar Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’nde yer alan Tablo 2’ye göre değerlendirilmiştir.

Yönetmeliğe göre I. Sınıf su “Yüksek kaliteli su” ve “Çok İyi” su durumunu ifade etmektedir. II. Sınıf su “Az kirlenmiş su” veya “İyi” su durumunu ifade etmektedir. III. Sınıf su kirlenmiş su veya “Orta” su durumunu ifade etmektedir. IV. Sınıf “Çok kirlenmiş su” veya “Zayıf” su durumunu ifade etmektedir. Develi Ovası’nda bulunan baraj gölleri için ayrıca Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’nde yer alan Tablo 9’a göre trofik indeks değerlendirmesi yapılmıştır.

Aylık ölçüm değerleri ayrıca mevsimsel olarak düzenlenmiş ve mevsimsel değişimler incelenmiştir.

Bulguları ve Tartışma

Su kalitesi analizleri sonucu Develi Ovası’ndaki tarımsal kaynaklı kirlilikleri taşıyan örnekleme noktalarının su kalite analiz sonuçları Tablo 2’de belirtildiği şekildedir. Ayrıca Şekil 2’de değerlerin grafik olarak kıyaslamalı gösterimleri de sunulmuştur. Elde edilen veri seti için minimum (min.), maksimum (mak.), ortalama (ort.) ve standart sapma (S.S.) değerleri hesaplanmış ve Tablo 3’de Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’ne göre değerlendirmesi yapılmıştır. Develi Ovası’ndaki özellikle tarımdan dönen suları

sazlığa taşıyan Drenaj Kanalı, Camızgözü Pompa İstasyonu ve Ufaktepe Pompa İstasyonu örnek noktalarında ortalama iletkenlik değerleri sırasıyla 586 (± 138), 3310 (± 895) ve 608 (± 104) $\mu\text{S/cm}$ ölçüldükçen, çözünmüş oksijen değerleri de sırasıyla 8.6 (± 2), 7.4 (± 2.3) ve 7.9 (± 1.5) mg/L olarak tespit edilmiştir. Klorür iyonu konsantrasyonu da aynı noktalar için sırasıyla 40 (± 13), 607 (± 126) ve 44 (± 10)

mg/L ve sülfat konsantrasyonları da sırasıyla 15 (± 5), 39.3 (± 15) ve 14.8 (± 4) mg/L olarak ölçülmüştür. Drenaj Kanalı, Camızgözü Pompa İstasyonu ve Ufaktepe Pompa İstasyonu noktalarında organik kaynaklı kirliliğin belirteci olarak görülen ortalama toplam organik karbon düzeyleri 2.8 (± 0.8), 7.0 (± 5.1) ve 2.9 (± 0.7) mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Develi Ovası'nda toplanmış su kalitesi verilenin 24 aylık dönem için istatistiksel özellikleri

Table 2. Statistical properties of water quality data collected at Develi Basin during 24 month period

İstasyonlar	Parametreler	Sıcaklık (°C)	Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{mhos/cm}$)	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	pH	TN (mg/l)	TOK (mg/l)	TP(mg/l)	Orta PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ⁻² (mg/L)	Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$)	Askıda Katı Madde (mg/L)
Drenaj Kanalı	Ort.	15	586	8.6	7.9	3.7	2.8	0.07	0.07	0.1	0.5	40	15	-	6
	Mak.	25	842	12.1	8.6	10.2	5.0	0.30	0.30	0.7	1.6	81	31	-	10
	Min.	6	391	5.3	7.4	0.3	1.9	0.00	0.00	0.0	0.1	25	8	-	0
	S.S.	6	138	2.0	0.3	3.3	0.8	0.07	0.07	0.1	0.4	13	5	-	5
Camızgözü Pompa İstasyonu	Ort.	16	3310	7.4	7.8	2.2	7.0	0.04	0.04	0.1	0.3	607	39	-	12
	Mak.	27	5960	13.0	8.7	5.7	24.7	0.14	0.14	0.7	1.6	877	66	-	40
	Min.	6	2040	2.6	7.1	0.5	3.4	0.01	0.01	0.0	0.1	431	13	-	0
	S.S.	7	895	2.3	0.3	1.6	5.1	0.03	0.03	0.1	0.3	126	15	-	10
Ufaktepe Pompa İstasyonu	Ort.	15	608	7.9	8.0	2.4	2.8	0.05	0.05	0.1	0.7	44	15	-	5
	Mak.	24	873	10.5	8.6	10.9	4.6	0.15	0.15	0.3	2.0	70	24	-	20
	Min.	5	467	5.2	7.1	0.4	2.1	0.01	0.01	0.0	0.2	25	6	-	0
	S.S.	6	104	1.5	0.4	2.5	0.7	0.03	0.03	0.1	0.4	10	4	-	6
Kovalı Barajı	Ort.	17	362	9.3	8.2	2.0	2.8	0.02	0.02	0.0	0.8	18	11	6	4
	Mak.	26	489	11.0	8.7	11.5	8.6	0.14	0.14	0.1	1.4	35	14	21	10
	Min.	3	287	7.8	7.4	0.3	1.1	0.00	0.00	0.0	0.1	11	5	0	0
	S.S.	7	53	0.9	0.3	2.4	1.5	0.03	0.03	0.0	0.4	5	3	5	5
Ağcaşar Barajı	Ort.	18	267	9.5	8.4	2.0	3.5	0.04	0.04	0.1	0.4	19	6	9	9
	Mak.	28	420	11.6	9.1	8.7	9.1	0.10	0.20	0.2	1.0	51	10	55	30
	Min.	3	189	7.5	7.3	0.4	2.1	0.01	0.01	0.0	0.1	5	4	0	0
	S.S.	7	46	1.2	0.4	2.4	1.8	0.02	0.04	0.1	0.3	11	1	12	8

Camızgözü pompa istasyonu konum olarak sazlığa yakınlığı ve tarımsal suların toplanma bölgesi olmasından dolayı yüksek iletkenlik, klorür ve sülfat değerlerine sahip olduğu görülmüştür. TOK bakımından da diğer noktalara göre daha yüksek değerlere sahiptir Laudon et al. (2004) ve Gao et al. (2007) daha önce yaptıkları çalışmalarda drenaj kanallarında benzer değerlere rastlamışlardır. Benzer şekilde Drenaj Kanalı, Camızgözü Pompa İstasyonu ve Ufaktepe Pompa İstasyonu örnek

noktalarında toplam azot değerlerinin ortalaması sırasıyla 3.7 (± 3.3), 2.2 (± 1.6) ve 2.4 (± 2.5) mg/L olarak tespit edilmiştir. Amonyum düzeyleri 0.12 (± 0.21), 0.13 (± 0.16) ve 0.09 (± 0.10) mg/L ve nitrat düzeyleri 2.4 (± 1.6), 1.1 (± 1.5) ve 3.4 (± 1.6) mg/L'dir. Ortofosfor halinde bulunan toplam fosfor düzeyleri 0.07 (± 0.07), 0.04 (± 0.03) ve 0.05 (± 0.03) mg/L'dir. Azot ve fosfor değerlerinin bölgedeki tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ovayı besleyen Kovalı ve Ağcaşar baraj gölleri sularında iletkenlik değerleri ortalama iletkenlik sırasıyla 362 (± 287) ve 267 (± 46) $\mu\text{S/cm}$, çözülmüş oksijen konsantrasyonları sırasıyla 9.3 (± 0.9) ve 9.5 (± 1.2) mg/L , klorür iyonu konsantrasyonları sırasıyla 18 (± 4.7) ve 19 (± 10.6) mg/L ve sülfat konsantrasyonu sırasıyla 11 (± 2.6) ve 6 (± 1.3) mg/L 'dir. Her iki baraj için toplam

azot değerlerinin ortalaması 2.0 mg/L olarak ölçülmüştür. Amonyum düzeyleri 0.05 (± 0.06) ve 0.08 (± 0.08) mg/L ve nitrat düzeyleri 3.4 (± 1.7) ve 2 (± 1.3) mg/L 'dir. Ortalama toplam fosfor düzeyleri 0.02 (± 0.03) ve 0.04 (± 0.02) mg/L 'dir. Ortalama organik karbon düzeyleri 2.79 (± 1.54) ve 3.45 (± 1.84) mg/L 'dir.

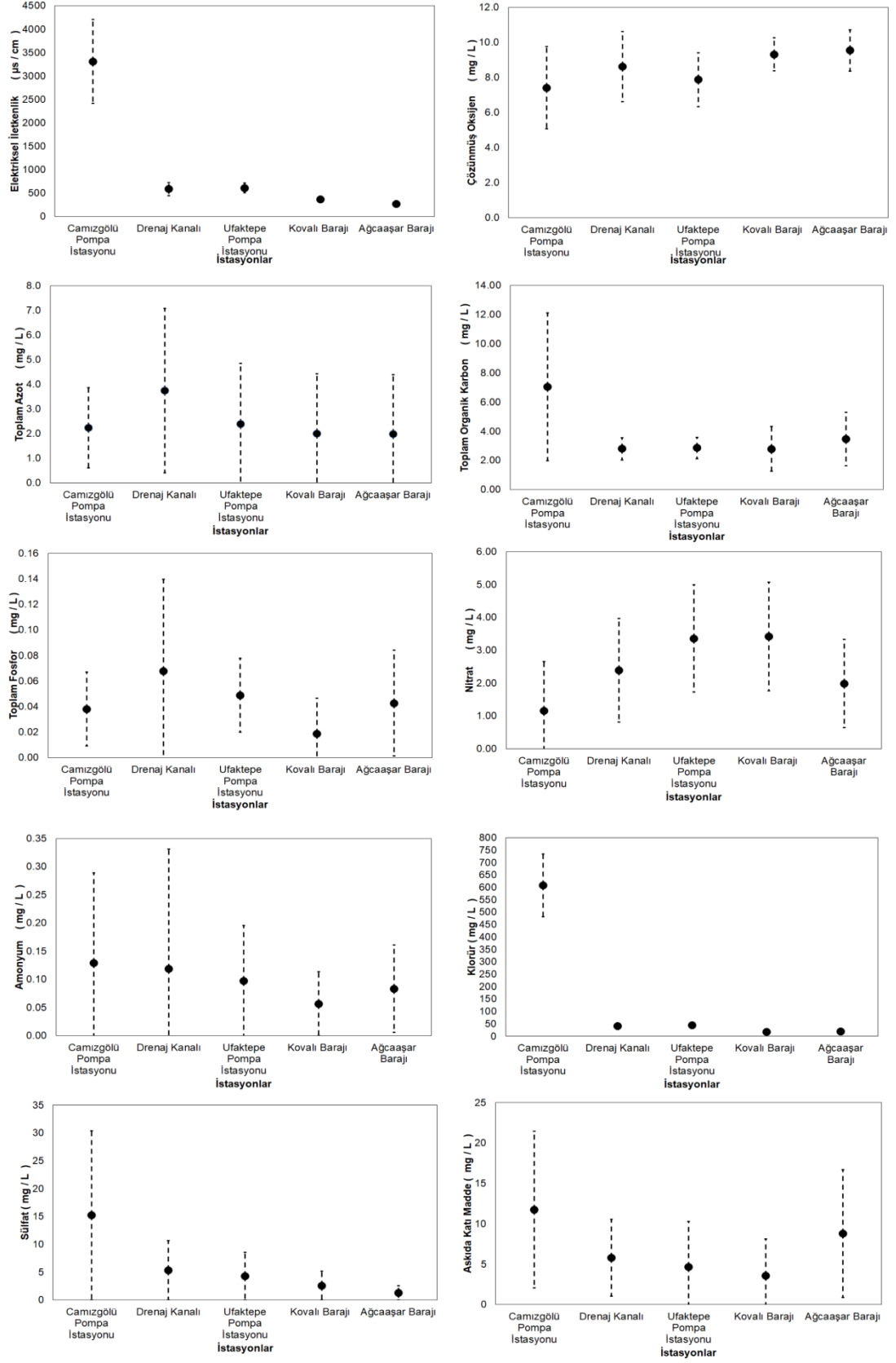
Tablo 3. Develi Ovası'nda su kalite sınıfları
Table 3. Water Quality classes at Develi Basin

İstasyonlar	Parametreler	Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{mhos/cm}$)	Çözülmüş Oksijen (mg/l)	pH	TN (mg/L)	TP (mg/L)	Orta $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ (mg/L)	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L)	$\text{NO}_3^-\text{-N}$ (mg/L)	Kalite Sınıfı
Drenaj Kanalı	Ort.	II	I	I	II	I	II	I	I	II
	Mak.	II	I	I	II	III	III	II	I	III
	Min.	I	III	I	I	I	I	I	I	III
Camızgölü Pompa İstasyonu	Ort.	IV	II	I	I	I	I	I	I	IV
	Mak.	IV	I	I	II	II	II	II	I	IV
	Min.	III	IV	I	I	I	I	I	I	IV
Ufaktepe Pompa İstasyonu	Ort.	II	II	I	I	I	I	I	I	II
	Mak.	II	I	I	II	II	II	II	I	II
	Min.	II	III	I	I	I	I	I	I	III
Kovalı Barajı	Ort.	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Mak.	II	I	I	II	II	II	I	I	II
	Min.	I	I	I	I	I	I	I	I	II
Ağcaşar Barajı	Ort.	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Mak.	II	I	I	II	II	III	II	I	III
	Min.	I	I	I	I	I	I	I	I	II

Tablo 3'te de belirtildiği üzere Kovalı ve Ağcaşar baraj gölleri ortalama parametreler göz önüne alındığında kalite sınıfı açısından iyi durumdadır. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre Tablo 3'te özetlendiği üzere drenaj kanalı ortalama değerler açısından II. Sınıf su "Az kirlenmiş su" sınıfında yer almıştır. Orta $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$, elektriksel iletkenlik ve TN parametreleri açısından bu su kaynağı II. Sınıf su kalite değerlerinde bulunmuştur.

Benzer şekilde Ufaktepe pompa istasyonu su kalitesi elektriksel iletkenlik ve çözülmüş oksijen parametreleri açısından

dolayısı ile ortalama değerler açısından da II. Sınıf su "Az kirlenmiş su" sınıfında yer almıştır. Su kaynakları açısından en yüksek kirlilik seviyesi IV. Sınıf "Çok kirlenmiş su" veya "Zayıf" su sınıfında bulunan Camız Gölü pompa istasyonunda çıkmıştır. Bu örnekleme noktasında yüksek elektriksel iletkenlik seviyesi su kalitesinin sınıfını belirlemede etken olmuştur. Bu istasyonun drenaj sularının toplanma noktası olması yanında, tuzlu/yarı tuzlu ekosistem olan Sultan Sazlığı'na en yakın konumda olmasından da kaynaklanmaktadır.



Şekil 2. Develi Ovası su kalite verilerinin ortalama ve standart sapma değerleri
 Figure 2. Average and standart deviation of water quality data at the Develi Basin

Yüksek elektriksel iletkenlik değerleri drenaj sularında farklı çalışmalarda da tespit edilmiştir (Güngör ve Arslan, 2016).

Örnek noktaları içerisinde yer alan her iki baraj gölü için de ortalama değerler dikkate alındığında su kalite sınıfı I. Sınıf su “Yüksek kaliteli su” özelliği göstermiştir.

Tablo 4. Kovalı ve Ağcaşar Baraj Göllerinin trofik düzeyleri
Table 4. Trophic status of Kovalı ve Ağcaşar Reservoirs

İstasyon	Parametreler	Toplam Azot	Toplam Fosfor	Klorofil-a	Çözünmüş Oksijen	Değerlendirme
Kovalı Barajı	Ortalama	Ötrofik	Mezotrofik	Mezotrofik	Oligotrofik	Ötrofik
	Maksimum	Hipertrofik	Hipertrofik	Ötrofik	Oligotrofik	Hipertrofik
	Minimum	Oligotrofik	Oligotrofik	Oligotrofik	Oligotrofik	Oligotrofik
Ağcaşar Barajı	Ortalama	Ötrofik	Mezotrofik	Mezotrofik	Oligotrofik	Ötrofik
	Maksimum	Hipertrofik	Hipertrofik	Hipertrofik	Oligotrofik	Hipertrofik
	Minimum	Mezotrofik	Oligotrofik	Oligotrofik	Oligotrofik	Mezotrofik

Develi Ovası’nda beş noktada yapılan su kalite ölçümlerinin mevsimsel değişimleri Şekil 3’te gösterilmektedir. Görüleceği üzere yaz aylarında elektriksel iletkenlik ve klorür değerleri yüksektir. Bu durum yüksek buharlaşma ve düşük yağış düzeylerinden kaynaklanmaktadır. Çözünmüş oksijen değerleri ilkbahar ve yaz aylarından sıcaklıktaki artışa ve artan organik madde yüküne paralel olarak en düşük durumdadır. Bununla birlikte ilkbahar ve yaz aylarında toplam organik karbon, toplam fosfor ve amonyum düzeyleri artmaktadır. Bu durum hem yağışlarla hem de sulama yoluyla daha fazla kirletici taşınmasından kaynaklanabilir (Schoumans ve ark ., 2014).

Sonuç ve Öneriler

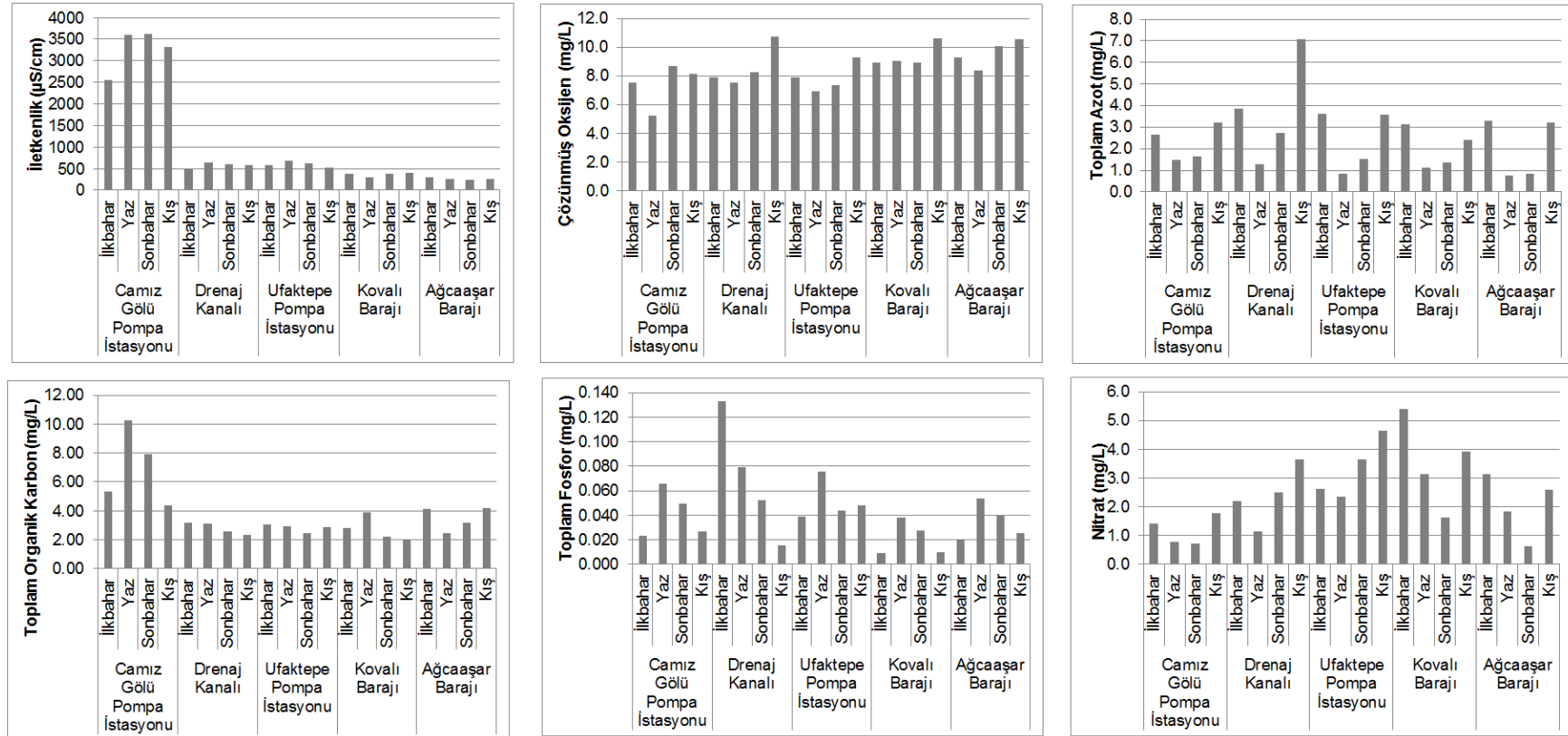
Yapılan çalışmada Develi Ovası’ndaki sulama ve drenaj sistemindeki su kalitesi seçilen 5 noktada fiziksel ve kimyasal parametrelerin analizi yapılarak tespit edilmiştir.

Ovadaki tarımdan dönen suları taşıyan Drenaj Kanalı ve Ufaktepe Pompa İstasyonlarının II. Sınıf su “Az kirlenmiş su” kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Drenaj kanalı diğer örnekleme noktalarına göre yüksek TN ve TP değerlerine sahiptir. TN ve TP değerleri mevsimsel değişimlerle birlikte III. Sınıf su “kirlenmiş su” sınıfına gerilemektedir. Azot ve fosfor konsantrasyonlarındaki bu artışın bölgede

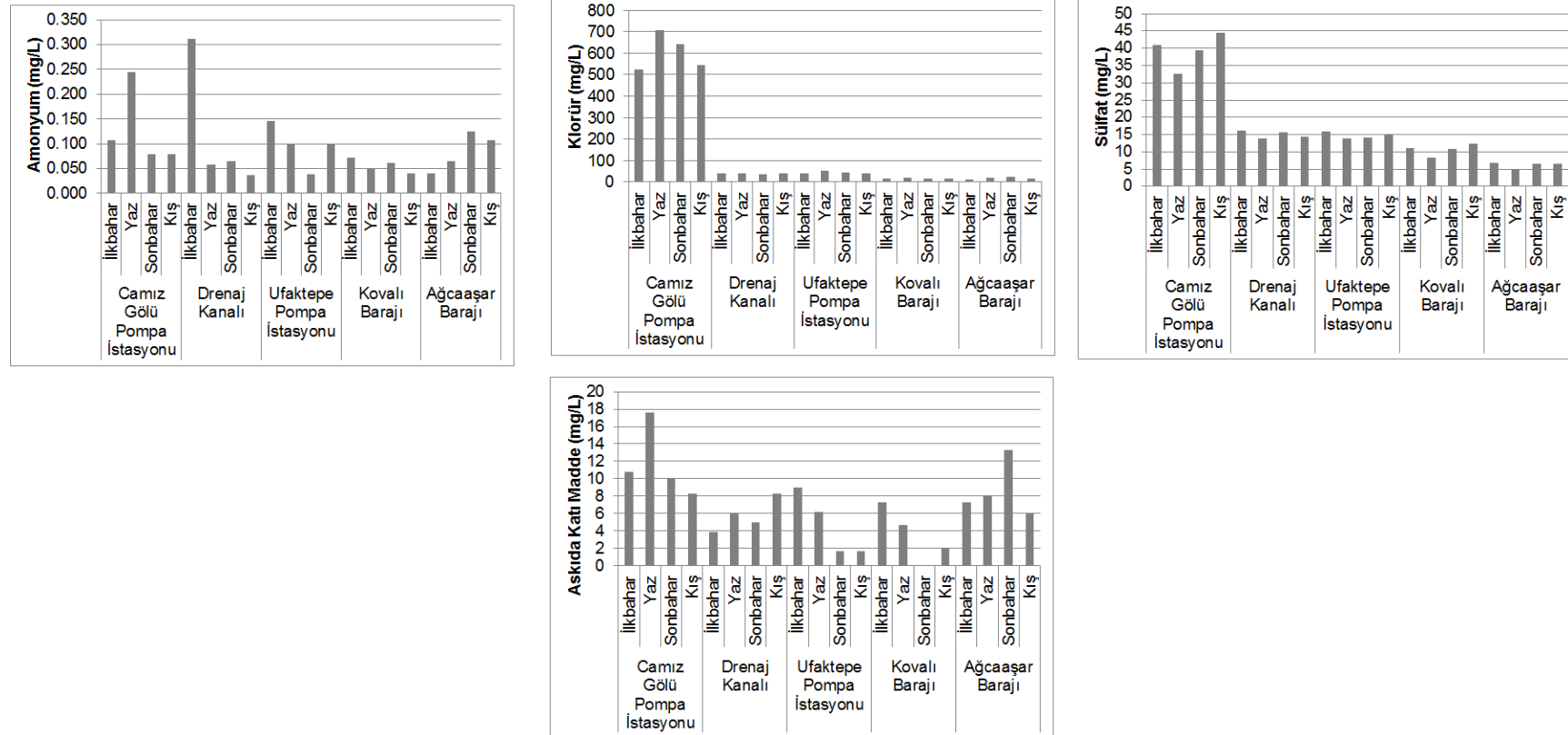
tarım faaliyetlerinde kontrolsüz olarak kullanılan gübrelere kaynaklanabilir (Schoumans ve ark ., 2014, Ali ve ark., 2016).

Kayseri İl Tarım Müdürlüğü tarafından verilen bilgilere göre bölge genelinde çiftçiler tarafından ticari adı DAP (Di Amonyum Phosphate) olan ve kimyasal içerik bakımından %46 azot, %18 azot ve %18 amonyum olan gübre türü fazlaca tercih edilmektedir. Kimyasal içerik ve su kütlesindeki parametreler nezdinde düşünülecek olursak bu drenaj kanalının fazlasıyla etkilendiği düşünülmektedir. Ufaktepe Pompa İstasyonu ise nispeten temiz su durumundadır. Ancak yine bölgedeki tarım faaliyetlerine bağlı besi maddelerinde (N ve P) artış yaşanmakta ve II. Sınıf su kalitesine düştüğü görülmektedir.

Camızgölü pompa istasyonu bölgedeki suların toplanma merkezi olması, buharlaşma ve bölgeye ait kayaç özellikleri açısından yüksek iletkenlik, klorür ve sülfat değerlerine sahiptir (Dadaser-Celik ve ark., 2008). Özellikle bu örnek noktası sahip olduğu yüksek iletkenlik değeri ortalama 3310 $\mu\text{S}/\text{cm}$ açısından IV. Sınıf “Çok kirlenmiş su” sınıfında değerlendirilmiştir. Havzadaki iki büyük baraj olan Kovalı ve Ağcaşar baraj gölleri I. Sınıf su kalitesine sahiptir. Ancak barajların ortalama değerler için trofik düzeyleri ötrofik durumdadır ve bölgedeki tarımsal faaliyetlerden kaynaklı aşırı besin maddelerinin birikmesiyle ilişkilendirilmektedir.



Şekil 3. Develi Ovası su kalite verilerinin mevsimsel değişimleri
 Figure 3. Seasonal changes in water quality data at the Develi Basin



Şekil 3. Develi Ovası su kalite verilerinin mevsimsel değışimleri (Devam)
 Figure 3. Seasonal changes in water quality data at the Develi Basin (Devam)

Barajlarda zaman zaman hipertrofik ve mezotrofik durumların yaşanması tarımsal faaliyetlerdeki gübreleme ile trofik düzeylerin dalgalanması insansal faaliyetlerin etkilerini kanıtlar niteliktedir. Ovanın merkezinde bulunan, ekolojik önemi yüksek Sultan Sazlığı'nın besin maddelerine olan hassasiyeti ve havzadaki su kaynaklarının buraya ulaşması bölgedeki yayılı kirlilik kontrolünü daha da önemli hale getirmektedir. Yönetimsel kontrollerle ovadaki gübreleme izlenmektedir. Ancak bu kontrollerin yeterli olmadığı ve sınırlandırmalara uyulmadığı görülmektedir. Tarımsal kaynaklı kirlenmenin önlenmesi için çiftçilere tarım ilacı ve gübre kullanımıyla ilgili eğitimler verilmelidir. Tarımsal faaliyetlerle ilgili gelişen teknolojiler izlenmeli ve daha sürdürülebilir tarımsal faaliyetler teşvik edilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından 114Y595 no'lu proje kapsamında ve Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü tarafından FDA-2017-7114 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Ali, E.M. and Khairy, H.M. (2016) Environmental assessment of drainage water impacts on water quality and eutrophication level of Lake Idku, Egypt. *Environmental Pollution*, 216, 437-449.
- Berkün, M. (2005), Su Kaynakları Mühendisliği, Birsen Yayınevi, 25-372.
- Dadaser-Celik F., Brezonik P. L., Stefan H. G. (2011), Hydrologic sustainability of the Sultan Marshes in Turkey, *Water International*, 32, 856-876
- Dadaser-Celik, F., Brezonik, P.L., Stefan, H.G. (2008), *Irrig Drainage Syst*, 22(1), 47-66
- DSI, (1994) Develi-Yesilhisar Ovasi Revize Hidrojeolojik Etüdü, Devlet Su İşleri, Kayseri
- Gao Jian-Hua, Yang Gui-Shan, Ou Wei-Xin (2007), The influence after introduction of *Spartina alterniflora* on the distribution of TOC, TN and TP in the national Yancheng rare birds nature reserve, Jiangsu Province, China, *Geographical Research*, 26(4), 799-808
- Güngör, A. ve Arslan, H. (2016). Drainage Water Quality Assessment Using the Irrigation Water Quality Index in Çarşamba Plain in Turkey. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 30, 357-363.
- Gürer İ. ve Yıldız F.E. (2008), Türkiye'nin Sulak Alan Politikalarına Genel Bir Bakış: Sultansazlığı Sulak Alanı Örneği, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi
- Gürer İ. ve Yıldız F.E. (2014), Sultansazlığı Sulak Alanı İçin Buharlaştırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(3):247-25
- İrik H. A. (2013), Develi Ovasının Toprak Tuzluluğunun Belirlenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Haritalanması, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama, Konya
- Jouma N. ve Dadaşer-Çelik F.(2016), Sultan Sazlığı Ve Çevresinde Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişimlerinin Landsat Görüntüleri İle Belirlenmesi, 6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu, 58-65
- Karadeniz N. (2000), Sultansazlığı, Ramsar Site In Turkey, *Humedales Mediterráneos*, 1, 107 – 114
- Laudon, H., Köhler, S., Buffam I. (2004), Seasonal TOC export from seven boreal catchments in northern Sweden, *I. Aquat. Sci.* 66: 223.
- Meriç, B., T. (2004), Su Kaynakları Yönetimi ve Türkiye, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 27-38
- Schoumans, O.F., Chardon, W.J., Bechmann, M.E., Gascuel-Oudou, C., Hofman, G., Kronvang, B., Rubæk, G.H., Ulén, B. and Dorioz, J.M.

(2014) Mitigation options to reduce phosphorus losses from the agricultural sector and improve surface water quality: A review.

Science of The Total Environment, 468-469, 1255-1266.

TÜİK, (2012), Sulama kaynaklarına göre sulama yapan işletme sayısı ve sulanan alan. Ankara