

## ÇANAKKALE DÜMREK GÖLETİ SULAMA SUYU KALİTESİ VE KULLANILMA SORUNLARININ BELİRLENMESİ

Tuncay DEMİRER\* Şükri KALELİ\*\* Uğur ŞİMŞEK\*

### ÖZET

Bu çalışma Dümrek Göletinin bazı su kalitesi kriterleri bakımından değerlendirilmesi amacıyla yürütülmüştür.

Bu amaçla Mart-Haziran 1999 döneminde, 3 istasyondan alınan 33 su örneğinde pH, EC, Sodyum (Na), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum ( $Mg^{+2}$ ), Karbonat ( $CO_3^{-2}$ ), Bikarbonat ( $HCO_3$ ), klor (Cl), Sülfat ( $SO_4^{-2}$ ), Bor (B), Nitrat ( $NO_3$ ), analizleri yapılmış ayrıca sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) ve % Na hesaplanmıştır.

Toprak ve bitki açısından yapılan değerlendirmede suların tuzluluk pH ve toksik etki açısından bir sorun yaratmayacağı ancak permeabiliteyi azaltabileceği saptanmıştır.

**Arahtar Kelimeler :** Su Kalitesi, Su Toksikitesi, Sulama Suyu.

### IRRIGATION WATER QUALITY OF ÇANAKKALE DÜMREK DAM AND USABILITY PROBLEMS

#### ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the water quality of Dümrek dam. For this purpose 33 water samples were taken from March to July 1999. pH, EC,  $Na^+$ , K, Ca,  $Mg^{+2}$ ,  $CO_3^{-2}$ ,  $HCO_3$ , Cl,  $SO_4^{-2}$ , B,  $NO_3$  and SAR and % Na analysis were carried out on water samples.

The results indicated that irrigation water could be used safely based on its salinity, pH, and toxicity but its may cause permeability problems in soil.

**Key Words :** Water Quality, Water Toxicity, Irrigation Water.

#### GİRİŞ

Tarımsal üretimde önemli girdilerden olan sulama, baraj ve gölet gibi yapılardan veya doğal akarsulardan yapılmaktadır. Baraj ve göletler suların kullanılmadığı dönemlerde biriktirilerek ihtiyaç olan dönemde en az zarfa kullanma amacıyla yapılan tesislerdir.

Araştırma, Marmara Bölgesi'nin güney batısında Çanakkale ili Merkez Dümrek köyüne ait Dümrek Göleti'nde yürütülmüştür.

Dümrek Göleti'nin en önemli su kaynağı Dümrek deresidir. Dümrek deresi feyzan deresi olması ve su verdisinin mevsimlere göre değişiklikler meydana getirmesi nedeniyle sürekli su kaynağı olarak kullanılamamaktadır.

\* Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. 17100-ÇANAKKALE

\*\* Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sul. Böl. 17100-ÇANAKKALE

## Çanakkale Dümrek Göleti Sulama Suyu Kalitesi Ve Kullanılma Sorunlarının Belirlenmesi

Araştırma göletinin sulama havzası hafif ve orta derecede erozyona maruzdur. Ayrıca toprak solumu tabanda 90, eğimli yerlerde 30-40 cm civarındadır. Sulama havzası %1-3 arasında meyilli olup yer yer kuru derelerle kesilmektedir. Bu nedenle yüzey sulamaya uygun olmayan araziler yağınurlama ve damla sulamaya daha uygundur.

Sulama havzası sulu ziraat arazi tasnifine göre II., III., ve IV. Sınıf arazilerden meydana gelmektedir.

Göletin yağış havzası 17 375 km<sup>2</sup>, yıllık su verimi 2 200 000 m<sup>3</sup>, faydalı suyu 1 956 000 m<sup>3</sup> dir.

Dümrek Göleti; 6850 m ana hat, 19 260 m sekonder hatla 4860 da alanı sulayarak 116 çiftçi ailesine hizmet etmektedir.

Araştırmada, Dümrek Göletinin suyu, sulama suyu kalite kriterleri açısından incelenerek, toprak ve bitkiye etkileri yönünden değerlendirilmesi amaçlanmıştır

### MATERYAL ve METOD

Araştırma 1999 yılında Çanakkale Dümrek Göleti su toplama ve sulama havzasında yürütülmüştür.

Araştırmada 09.04.1999- 27.08.1999 tarihleri arasında 15 gün arayla 3 istasyondan (Dümrek çayı, göl aynası ve sulama lateralleri) alınan su örnekleri (33 adet) ve sulama yapılan alana ait sulama öncesi 0-30 cm derinlikten alınan toprak numunesi araştırma materyali olarak kullanılmıştır.

Su örnekleri Ayyıldız, 1983'ün bildirdiği esaslara göre alınmıştır. Alınan su örneklerinde pH, EC, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> ve SAR analizleri Ayyıldız (1976)'ya göre, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> Roberge ve ark.,(1983)'e göre, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> Anon; (1980)'e göre, K, Na, Ca, Mg Bingham (1982)'ye göre ve B ise Sağlık (1997)'ye göre analiz edilmiştir.

Toprak örneği Kacar (1994)'e göre alınıp analize hazırlanarak pH, EC, organik madde, kireç, toplam azot, bitkiye yararlı fosfor, değişebilir potasyum ve tuz belirlenmiştir.

Eldé edilen su ve toprak analiz sonuçları literatür standartlarıyla karşılaştırılarak sulama suyunun toprağa ve bitkiye yapabileceği etkiler irdelenmiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Su örneklerinin alındığı laterellerin suladığı alandan, sulama öncesi alınan toprak örneğinde, % doymuşluk 41; EC 800; % tuz 0.03; pH(1:2.5) 7.6; % CaCO<sub>3</sub> 0.16; alınabilir fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 4.6 kg/da; potasyum (K<sub>2</sub>O) 35 kg/da; % organik madde 1.0 olarak belirlenmiştir.

Sulama suları kalite sınıflamasında fiziksel ve kimyasal özellikler (Tablo.1) kullanılmaktadır. Fiziksel özelliklerden renk, koku, tat ve bulanıklık sulama için çok önemli olmayıp rapor edilmezler. Ancak sıcaklık ve süspanse maddeler sulama için önemli olan fiziksel özelliklerdir. Sulama suyunun sıcaklığı bitkilerin çimlenmesi ve gelişmesinde etkilidir. Bu bakımdan 10 °C altında yabancı otlar seyrek gelişirken, 10 -15°C de gelişme hızlanır. 15°C de ise maksimum gelişme izlenir (Ayyıldız,1983). Ayrıca su sıcaklığının

32°C olmasının çeltiklerde zarar yaptığı tespit edilmiştir. Su sıcaklığı hava sıcaklığına ve mevsime göre değişmekle beraber, erken sulamalarda çimlenmenin gecikmesine sebep olabilir. Baraj, gölet ve kanal gibi tesislerde sular optimum sıcaklık seviyesine ulaşırlar. Süspanse maddeler, kum, kil, silt ile bitki ve hayvan artıklarından kısmen kaba, kısmense koloidal maddelerdir. Silt ve kil bitki ekili alanlarda çimlenmeyi zorlaştırabileceği gibi yağmurlama ve damla sulama sistemlerini tıkararak zarar verebilirler. Yüksek sıcaklık, yüksek pH, Ca, Mg ve HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> iyonlarının varlığı da kimyasal tıkanmaya sebep olabilmektedir (Hills ve ark.,1989). Araştırma alanı suyu her üç istasyonda da sıcaklık ve süspanse maddelerce problemsiz olup, bitki yetiştiriciliği için uygundur.

pH'nun içme suarı için 6.5-8.5 veya 6.5-9.2 arasında (Polat,1997), sulama suları için ise 6.5-8.4 arasında olmasının uygun olacağı (Tok,1997) ifade edilmiştir. Araştırmada her üç istasyonda da pH'nun 6.5-8.5 standardına uygun olarak 7.2 ile 7.7 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo.1). Sulama suları için pH'nun bu standartların altında veya üstünde olması suyun kullanılmayacağı anlamına gelmez. Yani optimum pH değeri yetiştirilecek bitkinin cinsine, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Örneğin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde olduğu gibi asit topraklarda, orta derecede alkali suların kullanılması uygun olacaktır. Bu bakımdan gölet suları pH'sı bitki ve toprak açısından sorun yaratmayacak durumdadır (Hoffman ve ark.,1992). pH sulama sistemleri için de önemli olup, 8.0 ve üzerindeki pH'lar fazla tıkanma, 7-8 arası ise orta tıkanma yapabilecek durumdadır (Howell ve ark.,1983). Ancak sulama sistemlerinde kullanılan suların tıkanmaya sebep olmaması için pH'sının 6-6.5 arasında olması gerekir (Tüzel ve Anaç, 1991). Bu nedenle gölet suyu sulama sistemlerinde orta seviyede tıkanmaya sebebiyet verebilir durumdadır.

EC, Dümrek Göleti'nde üç istasyonda 320 ile 760 micromhos/cm arasında değişmiştir. Dümrek çayında (besleme kolları) ortalama 620 olan EC, göl aynasında 609 ve sulama laterallerinde ise 600 olarak tespit edilmiştir. Bu da besleme kollarındaki bir kısım tuzların gölde çökmesi ve laterallere gelirken bazı noktalarda adsorbe edilmelerinin izahıdır. Buna göre her üç istasyonun suları içme suyu standartlarına (400-2000) (Polat,1997) göre 2., sulama suyu standartlarına (250-750) göre (Ayyıldız,1983) ise C<sub>2</sub> sınıfına girmektedir.

Üçüncü istasyondan alınan 11 su örneğinin 8'inde 400 micromhos/cm'nin altında, diğer numunelerde ise tavsiye edilen ile kabul edilebilir maksimum değer (400-2000 micromhos/cm ) (Polat,1997) arasında yer almaktadır. Bu da gölet suyunun özellikle dinlendikten sonra partikül kirliliği filtre edilerek, mikrobiyolojik açıdan da sorunsuzsa içme suyu olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

Na, gölete ait bütün numunelerde 0.31 ile 1.20 me/L arasında değişmektedir. İstasyonlara göre çok değişmemekle birlikte, ortalama olarak 1. istasyonda 0.88 olan Na, 2. istasyonda 0.68 ve 3. istasyonda ise 0.49 me/L olarak belirlenmiştir. Bütün numuneler Polat (1997) ve Christiansen (1977) tarafından verilen standartlara göre 1. sınıfta yer almaktadır.

Sulama suyunun kalitesini belirleyen sodyum ve buna bağlı olarak alkalilik yaratma tehlikesi, sodyum konsantrasyonu yanında diğer katyonların toplam konsantrasyonlarıyla da ilgilidir. Na' ya bitkilerce genellikle ihtiyaç duyulmaz. Ancak yüksek konsantrasyonları bitkilere ve toprağa olumsuz etki yapar. Sodyuma doymuş toprak

**Çanakkale Düzürek Göleti Sulama Suyu Kalitesi Ve Kullanılma Sorunlarının Belirlenmesi**

şeker ve gözenekleri tıkayarak, toprağın hava ve su permeabilitesini azaltır, ayrıca toprak suyu pH'sını yükseltir.

Cl sulama sularında en toksik anyondur (Tekinel ve Kırdı 1978; Hoffman ve ark.,1992). Araştırmada istasyonlara göre 0.11 ile 0.15 me/L arasında değişmektedir. Analiz edilen su numuneleri araştırma süresince Polat (1997) ve Christiansen (1977) tarafından verilen sınır değerlere göre sorunsuz olarak belirlenmiştir. Klor; limon, yonca, meyve ağaçları ve patatesten genellikle toksikken, şeker pancarında daha az toksiktir. Bu açıdan sulama alanında toleranslı olan sebze yetiştirilmesi bir avantaj olarak görülmektedir.

**Tablo.1. Düzürek Göleti Sulama Suyu Kalite Kriterleri.**

Analiz edilen parametre	İst.	BULGULAR			STANDARTLAR		Analiz Edilen Suyun Sınıfı		
		Min	Max.	Ort.	İçme suyu olarak	Sulama olarak	İçme suyu	Sulama	
PH	1	7.2	7.6	-		6			
	2	7.3	7.6	-	6.5-8.5		2	+	
	3	7.2	7.7	-	6.5-9.2	6.5-8.4		+	
SAR	1	0.44	0.75	0.61		S <sub>1</sub> 0-10	4		
	2	0.36	0.70	0.49		S <sub>2</sub> 10-18			
	3	0.33	0.63	0.37		S <sub>3</sub> 18-26 S <sub>4</sub> 26<		S <sub>1</sub>	
ECX10 <sup>-6</sup> (micromhos/cm)	1	320	760	620		C <sub>1</sub> <250	5		
	2	410	740	609	1- <400 2- 400-2000 3- 2000<	6	C <sub>2</sub> 250-750 C <sub>3</sub> 750-2250 C <sub>4</sub> 2250<	2	C <sub>2</sub>
	3	380	680	600					
B (mg/L)	1	0.00	0.30	0.18		1- <0.7 mg/L	2		
	2	0.10	0.27	0.16		2- 0.7-3.0		1	
	3	0.00	0.31	0.18		3- 3.0<			
Na (me/L)	1	0.43	1.20	0.88		1- % 0-40	4		
	2	0.35	1.07	0.68	1 <20 mg/L 2 20-175	6	2- % 40-60 3- % 60-70	1	1
	3	0.31	0.96	0.49	3 175<		4- % 70-80 5- % 80-90		
K (me/L)	1	0.06	0.11	0.08	1- <10 mg/L	6			
	2	0.07	0.11	0.08	2- 10-12				
	3	0.05	0.13	0.07	3- 12<			Sorunsuz	
Ca+Mg (me/L)	1	1.88	5.02	3.96					
	2	2.01	4.58	3.85					
	3	1.75	4.61	3.51					
CO <sub>3</sub> (me/L)	1	0.22	0.73	0.48					
	2	0.20	0.68	0.51					
	3	0.20	0.70	0.48			5	Emniyetli	
HCO <sub>3</sub> (me/L)	1	2.80	4.90	4.21					
	2	2.90	4.82	4.55			2		
	3	2.65	5.01	4.18				2	

Araştırmada  $SO_4^-$ , 0.51 ile 1.88 me/L arasında değişmiştir. Sülfat, yüksek oranda bulunması durumunda kalsiyumun çökmesine neden olarak bitkilere toksik olabilir

(Erözel,1986). Örneklerin tamamı sulama suyu olarak 1. sınıf (Anon.,1988), içme suyu standartlarına göre (Polat,1997) ise 2. sınıfa girmektedir.

$NO_3^-$ , araştırmanın yapıldığı gölette 0.09 ile 0.48 mg/L arasında değişmektedir. 1. İstasyon ortalaması 0.32, 2. İstasyon 0.29 ve 3. İstasyonda 0.36 mg/L olup, sular Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Tok (1997)'in bildirdiği 45 mg/L'lik sınır değere göre kabul edilebilir sınırın altında olduğu belirlenmiştir. Nitratın çok düşük çıkması göletin yağış havzasında tarım yapılmaması nedeniyle kimyasal gübrenin kullanılmaması ve göletten sonra suların kapalı hatlarla taşınmasındandır.

Bor, araştırmada 0.00 ile 0.31 mg/L arasında değişmiştir. Bor konsantrasyonunun 4 mg/L'nin üzerinde olması bütün bitkilere toksiktir (Ayyıldız,1983). Tok, 1997'e göre Bor açısından gölet suyu sulama suyu olarak 1. sınıfa girmektedir. Bor, bitkiler tarafından ihtiyaç duyulan besin elementi olmasına rağmen 0.5mg/L'den fazla oluşu bazı bitkiler için toksik olabilmektedir.

Su örneklerinde Ca+Mg, 1.75 ile 5.02 me/L arasında değişmiştir. Ortalama 1. İstasyonda 3.96, II. İstasyonda 3.85 ve III. İstasyonda 3.51 me/L olarak belirlenmiştir. Sulama sistemlerinde kullanılan suların pH'larının 7.5'in üzerinde olması yüksek düzeyde Ca ve Mg içermesi durumunda  $CaCO_3$  ve  $MgCO_3$  çökelmelerine, dolayısıyla sistemlerde tıkanmalara sebep olurlar (Hcwell ve ark.,1983). Ancak sulama sistemlerinde Ca tuzlarının oluşturduğu  $CaCO_3$  çökeltileri düşük pH'larda çözülürler (Ross,1990). Genel anlamda sistem tıkanmaları Ca ve Mg konsantrasyonları 50 ppm'in üzerine çıktığında oluşmaktadır. Mg'un sulama suyunda 24 mg/L konsantrasyonuna kadar bitki gelişmesi ve toprak yapısı için sorun teşkil etmediği belirlenmiştir (Ayyıldız,1983). Bu değerlendirmelere göre araştırma suları her iki kation yönünden de sorunsuzdur.

Tablo.1'in devamı

Analiz edilen parametre	İst.	BULGULAR			STANDARTLAR		Analiz Edilen Suyun Sınıfı	
		Min	Max.	Ort.	İçme suyu olarak	Sulama suyu olarak	İçme	Sulama
Cl (me/L)	1	0.11	0.13	0.12		1- 0-3 me/L 2- 3-6		
	2	0.10	0.12	0.12	1- <25 mg/L 2- 25-200	3- 6-10 4- 10-15	1	1
	3	0.11	0.15	0.14	3- 200-400 >400	5- 15-20 6- 20<		
$SO_4$ (me/L)	1	0.58	1.88	0.96		1- <4 me/L 2- 4-7	3	
	2	0.51	1.48	1.01	1- <25 mg/L 2- 25-250	3- 7-12 4- 12-20	2	1
	3	0.71	1.80	1.29	3- 250<	5- 20<		
$NO_3$ (mg/L)	1	0.17	0.38	0.32		2		
	2	0.10	0.35	0.29	45mg/L	45mg/L	2	+
	3	0.09	0.48	0.36				+

**Çanakkale Dümrek Göleti Sulama Suyu  
Kalitesi Ve Kullanılma Sorunlarının Belirlenmesi**

$K^+$ , bitkiler için gerekli olsa da iyi bir bitki gelişmesi için fosfor gibi diğer mineral maddeleriyle uygun bir dengede bulunması gerekir. Bu yönüyle Dümrek Göleti suyundaki diğer iyonlara antagonistik etki yaratacak seviyede bulunmamıştır.

Sulama sularındaki  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ ,  $HCO_3^-$  ve  $CO_3^{--}$  iyonları ile  $Na^+$  arasında çok önemli bir ilişki bulunmaktadır. Örneğin  $HCO_3^-$  iyonu, konsantrasyona bağlı olarak  $CaCO_3$  veya  $MgCO_3$  halinde çökelirler ve Na nispi olarak artacağı için Na zararı başlar. Ancak su örneklerinde  $CO_3^{--}$ , 0.20 ile 0.81 me/L arasında,  $HCO_3^-$  ise 1.80 ile 4.01 me/L arasında değişmektedir. Sonuç olarak katyonların yüksek konsantrasyonda olması, pH'ında maksimum 7.7 oluşu bu olumsuzluğa sebebiyet vermeyecektir. Çünkü kalıcı sodyum karbonat (RSC), numunelerin tamamında 1.25 me/L'nin altındadır (Ayyıldız, 1983).

Sulama sularında Ca ve Mg katyonlarının Na'dan fazla bulunmaları arzu edilir. Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) bu katyonlar arasındaki ilişkinin en önemli göstergesidir. Araştırma sularında SAR, 0.33 ile 0.75 arasında değişmiş olup Christiansen (1977)'e göre  $S_1$  grubunda bulunmuştur.

Elde edilen veriler Dümrek Göleti suyunun anyon ve katyon seviyesinin mevsimsel olarak çok fazla değişmediğini, su toplama havzasının tarım alanı olmaması ve suyun iletiminde kapalı sistem kullanılması nedeniyle sulama suları için önemli olan Wilcox ve Magistad sistemine göre EC, B ve Cl açısından 1. sınıf, % Na açısından ise 2. sınıfa girdiğini göstermektedir.

#### KAYNAKLAR

- Anonymous, 1980. Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water 15<sup>th</sup> Edition. APHA, ANVA, WPCF, American Public Health Association No. 15, Fifteenth Street NW, Washington D.C., 20005.
- Anonim, 1988. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. 4 Eylül 1988 ve 19919 sayılı Resmi Gazete.
- Ayyıldız, M., 1976. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. A. Üniv., Ziraat Fak. Yayınları No. 636, Ders Kitabı No. 199, Ankara.
- Ayyıldız, M., 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri (2. Baskı). Ankara Üniv., Ziraat Fak. Yayınları No. 244, Ankara.
- Bingham, F.T., 1982. Boron, Method of Soil Analysis, eds: A.L. Page, R.H. Miller D.R. Keeny., Part II., American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A., P. 431-446.
- Christiansen, J.E., E.C. Olsen, L.S. Willardson, 1977. Irrigation Water Quality Evaluation, J. Iring and Durain. Div. ASCE 103 (IR 2): 155-169.
- Erözel, 1986. Sulamada Su Kalitesi ve Tuzluluk Sorunları. Kültür Tekniği Giriş. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 996, 97-110.
- Hills, D.J., F.M. Nawar and P.M. Waller, 1989. Effect of Chemical Clogging On Drip-Tape Irrigation Uniformity. Transactions of the ASAE, 32(4):1202-1206.

T. DEMİRER, Ş. KALELİ, U. ŞİMŞEK

- Hoffman, G.J., J.D. Rhoades, J. Lethey and F. Sheng, 1992. Salinity Management. Management of Farm Irrigation Systems. (Ed., G.J. Hoffman, T.A. Howell, K.H. Soloman). ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085-9659, 667-715.
- Howel, T.A., D.S. Stevenson, F.K. Aljibury, K.M. Gitlin, L.P. Wu, A.W. Warrick and P.A.C. Raats, 1983. Desing and Operation of Trickle(Drip) Systems. Desing and Operation of Farm Irrigation Systems(Ed., M.E. Jensen) ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, Michigan 49085, 633-718.
- Kacar, B. 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III, Ankara Üniv. Ziraat Fak., Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3. Ankara
- Polat, M., 1997. Su Kalitesi Yönetimi Semineri. T.C Enerji ve Tabii Kaynakları Bakanlığı, D.S.İ Gen. Müd. İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başk..
- Roberge, W., P. Edwards, A. and Johnson, B., 1983. Water and Waste Water Analysis for Nitrate Nia Nitration of Salicylic Acid. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 14 (12), 1207-1215.
- Ross, D.S., 1990. Water Treatment for Microirrigation. The University of Maryland, Collage Park, MD 20742, Facts 171.
- Sağlam, M. T., 1997. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No: 189, Ders Kitabı No: 5, Tekirdağ.
- Schofield, C.S., 1935, 1936. The Salinity of Irrigation Water, Smith Sonion Inst. Annual Report vd, 375-297.
- Tekinel, O. ve C. Kırdı, 1978. Sulama Suları Niteliğinin Değerlendirilmesinde Yeni Gelişmeler. Topraksu Teknik Dergisi, 48: 38-56.
- Tok, H. H. 1997. Çevre Kirliliği, Su Kaynakları ve Su Kirliliği. Anadolu Mat. Tekirdağ.
- Tüzel, İ.H. ve S. Anaç, 1991. Damla Sulama Sistemlerinde Damlatıcı Tıkanması ve Koruma Uygulamaları. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 28(1): 239-254.