

Muğla-Dalaman yöresi sulama sularının sulama suyu kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişiminin incelenmesi

Resul ALTIN¹ Sahriye SÖNMEZ¹

¹ Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ssonmez@akdeniz.edu.tr

ORCID:0000-0003-2753-2296

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2020/37(1):18-26
doi:10.16882/derim.2020.613100

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 29.08.2019
Kabul Tarihi/Accepted: 12.01.2020



Öz

Bu çalışma, Muğla-Dalaman yöresi sulama sularının sulama suyu kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişimlerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, Dalaman yöresi sınırları içerisinde 3 farklı mevkii (Kapıkargın, Gürköy ve Atakent) belirlenmiş ve bu mevkilerden Ekim-Kasım 2017 (1. Dönem), Şubat-Mart 2018 (2. Dönem) ve Mayıs-Haziran 2018 (3. Dönem) dönemlerinde toplam 54 adet su örneği alınmıştır. Örneklerde pH, EC, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, CO₃²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻ ve SO₄²⁻ analizleri yapılarak, SAR ve %Na değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre; sulama sularının pH'larının 6.87-8.41, EC'lerinin 523-7990 µS cm⁻¹, SAR değerlerinin 0.09-12.37 me L⁻¹, %Na'larının %1.58-56.58, Cl⁻ içeriklerinin 0.08-72 me L⁻¹, SO₄ içeriklerinin 0.38-29.38 me L⁻¹ ve RSC değerlerinin ise -51.32-29.38 me L⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır. Dalaman ilçesi sulama sularının pH'larının genel olarak hafif alkali ve alkali reaksiyon gösterdikleri; orta tuzlu (C₂) ve fazla tuzlu (C₃) sınıfa girdikleri ve EC'lerinin 1. Dönemden 3. Döneme doğru arttığı; SAR ve %Na değerlerinin 1. ve 2. sınıfta yer aldığı ve 1. dönemden 3. döneme doğru azaldığı belirlenmiştir. Su örneklerinin Cl, SO₄ içerikleri ve RSC değerlerinin değişkenlik göstermekle beraber, büyük çoğunluğunun 1. ve 2. sınıf sulama suyu olduğu ve suların Cl ve SO₄ içeriklerinin 1. dönemden 3. döneme doğru artış gösterdiği, RSC değerlerininse azaldığı saptanmıştır. Mevkiler değerlendirildiğinde; sulama sularının EC, SAR, %Na, Cl, SO₄ bakımından en problemli mevkinin Kapıkargın mevkii olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; sulama sularının büyük bölümünün EC yönünden problemli olduğu ve tarımsal üretimde kullanılmaması gerektiği, eğer kullanılacaksa gerekli önlemlerin alınması gerektiği, ancak %Na ve Cl bakımından herhangi bir problemlerinin olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sulama suyu; Elektriksel iletkenlik; SAR; %Na; Dalaman

Determination of the irrigation water qualities in Muğla-Dalaman district and investigation of its seasonal changes

Abstract

This study was carried out to determine the irrigation water quality, and to investigate the seasonal changes of irrigation water in Muğla-Dalaman region. For this purpose, 3 locations (Kapıkargın, Gürköy and Atakent) were determined and 54 water samples were taken in October-November 2017 (1st period), February-March 2018 (2nd period) and May-June 2018 (3rd period). pH, EC, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, CO₃²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻ and SO₄²⁻ analyzes were performed, sodium absorption rate (SAR) and Na% values were calculated. It was determined that the pH values of the samples ranged from 6.87 to 8.41; EC values from 523 to 7990 µS cm⁻¹; SAR values from 0.09 to 12.37 me L⁻¹; Na values from 1.58 to 56.58%; Cl⁻ from 0.08 to 72 me L⁻¹; SO₄ contents from 0.38 to 29.38 me L⁻¹ and RSC values from -51.32 to 29.38 me L⁻¹. The pH values generally showed slightly alkaline and alkaline reactions; it was determined to be classified as C₂ (medium) and C₃ (high) salinity, and EC values increased from 1st period to 3rd period. It was determined that SAR and Na values were in the 1st and 2nd class and decreased from 1st to 3rd period. When evaluated in terms of locations, it was seen that the most problematic location of the irrigation waters taken in terms of EC, SAR, Na%, Cl⁻, SO₄²⁻ was Kapıkargın. As a result, it was determined that most of the irrigation waters are problematic in terms of EC and should not be used in agricultural production, if necessary, necessary precautions should be taken, but they do not have any problems in terms of Na% and Cl⁻.

Keywords: Irrigation water; Electrical conductivity; SAR; Na %; Dalaman

1. Giriş

Tarımsal üretimde ürün miktarının artırılması, ancak bitki gelişimini etkileyen faktörlerin

sağlanmasıyla yapılabilmektedir. Sulama bitki gelişimini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Doğal koşullarda yağışlar, bitkilerin su ihtiyaçlarını karşılayamadığı için sulama bitki

gelişimi için büyük bir önem teşkil etmektedir. Ancak sulamada kullanılacak suyun kaliteli bir sulama suyu olması son derece önemlidir.

Suyun çeşitli amaçlar için kullanımına uygunluğunu belirtmek için, "su kalitesi" deyimini kullanılmaktadır. Sulama suyu kalitesinin uygun olması tarımda elde edilecek verimin yükselmesi bakımından son derece önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Kavramsal olarak su kalitesi; su kaynağının özel bir amaçla kullanımını etkileyecek olan karakteristiklerine işaret etmektedir. Kalite; bazı kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerle belirlenebilmektedir (Ayers ve Westcot, 1989). Tarım alanlarında kullanılacak kaliteli bir sulama suyu, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini yeterli düzeyde ve uygun oranlarda bulunduran ve bitki gelişimini sınırlandıran maddeleri içermeyen veya az miktarda içeren sulardır (Munsuz ve Ünver, 1995).

Sulama suyu kalitesi bitki gelişimine doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki şekilde etki etmektedir. Doğrudan etkisi, sulama suyunun bitki özsuyundaki basıncı değiştirmesi, dolaylı etkisi ise toprak özellikleri üzerindeki olumsuz etkiyle toprak verimliliğini düşürmesi sonucu olmaktadır (Ayyıldız, 1976). Sulama suyu kalite kriterleri dört grupta toparlanabilir. Bunlar; Na iyonunun diğer katyonlara nispi oranı, eriyebilir tuzların toplam konsantrasyonu, bor (B) gibi toksik iyonların konsantrasyonu, Ca ve Mg konsantrasyonu ile ilgili olarak HCO_3^- iyon konsantrasyonudur (Ayyıldız, 1990).

Zengin ve Bayraklı (1992), 1991 yılı Temmuz ve Ekim aylarında Konya Ovası'nı temsilen aldıkları 14 adet yerüstü ve yeraltı sulama suyu örneğinin bitki beslenmesi açısından niteliklerini (pH, EC, SAO, BSK, ÇSY), kimyasal içeriklerini (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , CO_3^- , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--}) ve iz elementlerini (Fe, Cu, Mn, Zn, B) belirlemişlerdir. Analizler sonucunda yeraltı sulama sularının yerüstü sulama sularına göre daha düşük pH, değerlerine göre S.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği sondaj suyunun daha fazla Ca^{++} ve Fe, Konya şehir kanalizasyonunun daha yüksek Ca^{++} ve HCO_3^- , Arapçayırı Ana Drenaj Kanalının daha fazla EC, Mg^{++} , Na^+ , HCO_3^- , Cl^- ve Mn, Hotamış Gölü'nün daha yüksek SO_4^- ve Mn, Apa Barajı sulama suyunun daha fazla Fe ve Zn ve Akşehir Gölü'nün ise daha yüksek pH, Na^+ , K^+ , SO_4^- ve B değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir.

Tuzluluk yönünden Konya şehir kanalizasyonu, Arapçayırı Ana Drenaj Kanalı, Hotamış Gölü ve Akşehir Gölü suları çok yüksek EC değerlerine sahip olduklarından ($\text{C}_4-2.250 \mu\text{S cm}^{-1}$ 'den fazla) zararlı bulunmuşlardır. Sodiklik bakımından yine Arapçayırı Ana Drenaj Kanalı ve Akşehir Gölü suları yüksek Na^+ içeriklerinden dolayı zararlı görülmüşlerdir. Bor elementini fazlaca bulundurduklarından Hotamış Gölü ve Akşehir Gölü suları bitkiler için toksik olarak nitelendirilmişlerdir. İvriz, May, Apa, Altınapa Barajları, Beyşehir ve Çavuşçu Gölü ile Göksu Nehri suları problemsiz, yani iyi kaliteli sulama suları olarak değerlendirilmiştir.

Zengin vd. (2002), Konya Çumra Ovası'nın sulanmasında kullanılan Beyşehir Gölü ve diğer su kaynaklarının kalitelerini araştırmışlar ve Beyşehir Gölü suyunun C_2S_1 kalitesinde olduğunu ve gölden Çumra Ovası'na doğru gittikçe hem kanal suyunun hem de başka su kaynaklarının kalitelerinin düştüğünü rapor etmişlerdir.

Antalya yöresi kuyu sularının tuzluluk durumlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, Kumluca İlçesindeki suların %37.52'sinin C_2 , %62.5'inin C_3 , Finike'de %75'inin C_2 , %14.3'ünün C_3 , %10.7'sinin C_4 , Demre'de %1.2'sinin C_1 , %22.6'sinin C_2 , %73.8'inin C_3 ve %2.4'ünün de C_4 sınıfına girdiği belirlenmiştir. Çalışmada; Demre, Finike ve Kumluca yörelerindeki su örneklerinin SAR ve %Na bakımından herhangi bir sorununun olmadığı ve 1. sınıfta yer aldıkları belirtilmiştir (Sönmez vd., 2004).

Yıldıztekin (2007), Muğla Karabağlar yöresinin kuyu sularının sulama suyu kalitesini ve ağır metal içeriklerini incelediği çalışmada, kuyu sularından dört mevsim boyunca su örneği almıştır. Alınan sulama sularının kalitesinin sonbahar mevsiminde %30'unun C_2S_1 ; %70'inin C_3S_1 , kış mevsiminde %50'sinin C_2S_1 ; %50'sinin C_3S_1 ; ilkbahar mevsiminde %40'ünün C_2S_1 ; %60'ünün C_3S_1 ; yaz mevsiminde ise %35'inin C_2S_1 ; %65'inin C_3S_1 sınıfına girdiğini belirlemiştir. Mevsimsel olarak alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiğinde; ağır metal ve iz elementlerden Fe, Mn, Cu, Ni, Co, Cd konsantrasyonlarının izin verilen sınır değerleri aşmadığı ve B konsantrasyonlarının tüm kuyularda 1. sınıf sulama suyu özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Zengin vd. (2008),

Konya İli'nde sulama suyu kalitesi, çölleşme ve alınması gerekli önlemleri bildirdikleri araştırmalarında, il genelinde son yıllarda yeraltı ve yerüstü sularında azalmaların görüldüğünü ve kalitelerinin giderek bozulduğunu, bunların sebeplerinin de daha çok tarım arazisinin sulamaya açılması, tarımsal uygulamalar ve küresel iklim değişikliğinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırmanın gerçekleştirildiği Dalaman İlçesinin toplam arazi varlığının 162 348 da olduğu; tarla arazisinin 50 950 da (%31.38), nadasa bırakılanın 1 448 da (%0.91), sebze arazisinin 2 200 da (% 1.35), sera alanının 328 da (%0.20), nar arazisinin 1 500 da (%0.92), narenciye arazisinin 12 816 da (% 7.89), zeytin arazisinin 60 000 da (% 36.95), diğer meyve arazilerinin 2 062 da (% 1.2), kullanılmayan arazinin ise 31 039 da (%19.11) olduğu belirtilmiştir. Dalaman İlçesindeki tarım alanlarının; 16 500 da'ında buğday (sulu), 4 100 da'ında slajlık mısır, 1 500 da'ında karpuz, 98 590 da'ında limon, 138 040 da'ında portakal, 3 900 da'ında mandalina, 8 830 da'ında greyfurt yetiştirildiği ifade edilmiştir (Anonim, 2018; Anonim, 2019a).

Dalaman İlçesi'nin sulama suyu ihtiyacı; yeraltı kuyuları ve Dalaman Çayı'ndan sulama kanalları vasıtası ile sağlanan sulardan sağlanmaktadır. Son yıllarda iklim değişikliği, yağışların azlığı ve daha fazla alanın sulamaya açılması yer üstü ve yer altı su kaynaklarının su seviyelerinin azalmasına sebep olmuştur. Özellikle yeraltı sularında büyük değişimler meydana gelmeye başlamıştır. Bazı bölgelerde

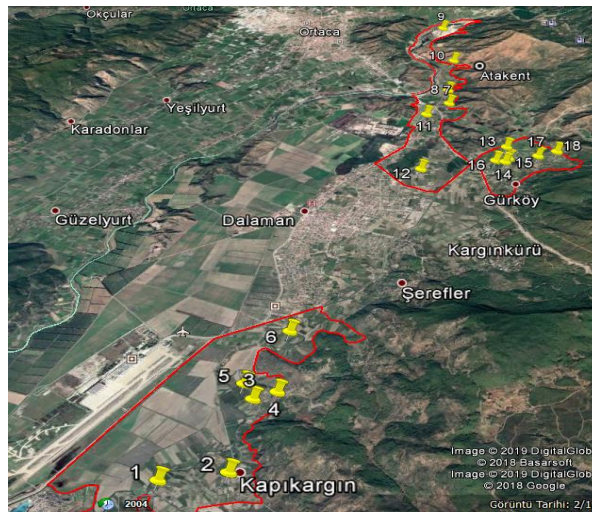
örtü altı yetiştiriciliği yapılan alanlarda verim ve kalite düşmüş, yörede en fazla yetiştiriciliği yapılan narenciye ürünlerinde verim ve kalitede düşüşler gözlemlenmiştir (Anonim, 2019a).

Bu çalışma ile Muğla'nın Dalaman İlçesi'nde sulama sularından kaynaklandığı düşünülen problemlerin çözülmesi ve gerçekten problem olup olmadığının ortaya konulabilmesi için, yörede sulamada kullanılan suların kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada, Dalaman İlçesi'nde tarımsal üretimde kullanılan su kaynaklarından su örnekleri alınarak materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada seçilen yörelerden, belirlenen noktalardan yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından sulama suyu örnekleri, kalitelerinin belirlenmesi amacıyla Ayyıldız (1983)'in bildirdiği esaslara uygun olarak Ekim-Kasım 2017 (1. Dönem), Şubat-Mart 2018 (2. Dönem) ve Mayıs-Haziran 2018 (3. Dönem) olmak üzere 3 dönemde alınmıştır. Su örnekleri; Dalaman İlçesi'nde en fazla tarımsal üretim yapılan bölgeleri temsil edecek şekilde 3 kısma bölünerek; Kapıkargın, Gürköy ve Atakent yörelerinden alınmıştır. Her bir yöreden 6'şar örnekleme yapılmış, her bir örnekleme döneminde toplam 18 su örneği alınmıştır. Üç yöreden 3 dönemde alınan toplam sulama suyu örnek sayısı 54 adet olmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Dalaman İlçesi Kapıkargın, Gürköy ve Atakent yörelerinden alınan su örnekleme noktaları

Dalaman İlçesi'nin iklimi tipik Akdeniz iklimi olup, Subtropikal iklim olarak da tanımlanabilir. Bu iklim karakteristiğine uygun olarak, kışları yağışlı ve ılık, yazları ise kurak ve sıcak geçmektedir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün gözlemlerinin yer aldığı, yöreye yakın Dalaman Meteoroloji İstasyonunda 2017-2018 yılları arasında ölçülen bazı meteorolojik veriler (ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, aylık toplam yağış) Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırmada alınan sulama suyu örneklerinde pH, EC, CO₃²⁻, HCO₃⁻ ve Cl⁻ analizleri Ayyıldız (1976)'a göre; Ca, Mg, K ve Na analizleri Fresenius vd. (1988)'e göre; SO₄⁻ analizi ise Anonymous (1980)'un belirttiği şekilde yapılmıştır. Yüzde Na (%Na) ve sodyum absorpsiyon oranı (SAR) Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen esaslara göre hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Sulama sularının bitki yetiştiriciliği açısından niteliklerini önemli ölçüde belirleyen faktörlerin başında sulama suyu tuzluluğu ile anyon ve katyonların konsantrasyonları gelmektedir. Dalaman İlçesi sulama sularından alınan su örneklerinin analiz sonuçlarının minimum, maksimum ve ortalama değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü üzere, araştırma alanından alınan su örneklerinin pH değerleri 6.87-8.41 arasında değişmiştir. Ayers ve Westcot (1989)'a göre, sulama suları için 6.5-8.4 arasında bulunan pH değerleri sulama

yönünden sorun yaratmamaktadır. Tüm dönemlerde alınan sulama suyu örneklerinin pH değerlerinin Ayers ve Westcot (1989)'a göre kabul edilebilir sınır değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Bütün sulama suyu örneklerinin tamamının sınır değerleri arasında yer almasından dolayı pH yönünden sulama suyu olarak kullanılmasında herhangi bir sakınca yaratmayacağı düşünülmektedir. Araştırılan sulama suyu örnekleri genel olarak hem mevkiler, hem de örnekleme dönemleri bazında hafif alkalın ve alkalın reaksiyon göstermişlerdir. Gübreleme ile verilen bitki besin elementlerinden maksimum düzeyde fayda sağlamak için fertigasyon değerlerinin asidik olması önerilmektedir (Maltaş ve Kaplan, 2018). Bu kapsamda sulama suyu pH değerlerinin yüksek olduğu yerlerde üretim yapılırken, asit kullanımı ile pH değerinin düşürülmesi optimum bitki beslenmesi açısından uygulanabilir bir yöntem olarak önerilebilir.

Diğer taraftan, su örneklerinin EC değerlerinin 523-7.990 µS cm⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, genel olarak araştırılan su örneklerinin ortalama EC değerlerinin 1. Dönemden (1.337 µS cm⁻¹) 2. döneme (1.301 µS cm⁻¹) doğru azaldığı, 3. döneme (1.708 µS cm⁻¹) doğru ise arttığı görülmektedir. Dalaman'da yıllık yağış miktarı 2017 yılında 879.9 mm, 2018 yılında ise 731.5 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). 2018 yılında yağış miktarı 2017 yılına göre %17 azalmıştır. Yeraltı su seviyeleri, aylık yağış miktarına bağlı olarak değişmektedir. Çizelge 1'den de görüldüğü üzere, 1. Örnekleme döneminde (Ekim-Kasım,

Çizelge 1. Dalaman Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen araştırma yıllarına ait meteorolojik veriler (Anonim, 2019b)

Aylar	Gözlemler							
	Ortalama sıcaklık (°C)		Maksimum sıcaklık (°C)		Minimum sıcaklık (°C)		Ortalama toplam yağış (mm)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Ocak	8.9	11.3	18.4	20.5	-1.8	0.3	233.9	167.3
Şubat	11.3	12.8	21.4	24.2	0.5	4.5	9.2	59.0
Mart	13.7	14.6	26.0	26.2	2.6	4.2	135.8	56.8
Nisan	16.4	18.7	28.1	32.4	7.1	6.5	35.7	3.2
Mayıs	21.0	23.1	34.0	35.4	9.5	11.7	19.6	78.9
Haziran	26.2	25.4	45.0	39.0	15.8	16.0	0.0	2.6
Temmuz	29.1	29.3	44.9	42.0	18.7	18.1	0.0	0.0
Ağustos	28.4	28.5	39.4	38.5	18.6	19.1	0.8	0.0
Eylül	25.2	26.5	36.7	36.5	14.7	16.5	0.9	1.2
Ekim	20.2	20.3	32.0	32.9	9.6	8.4	66.6	93.9
Kasım	14.1	16.0	25.5	29.2	4.6	6.3	152.4	103.9
Aralık	12.7	11.2	22.2	21.4	1.8	0.0	225.9	164.7
Yıllık ort.	18.9	19.8	31.1	31.5	8.5	9.3	73.4	61.0

Çizelge 2. Kapıkargın, Atakent ve Gürköy yörelerinden alınan sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları

Parametreler		Mevkiler								
		Kapıkargın			Atakent			Gürköy		
		Dönemler			Dönemler			Dönemler		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
pH	Min.	7.60	7.07	6.87	8.03	8.06	7.99	7.73	7.47	7.91
	Maks.	8.31	8.05	7.84	8.32	8.41	8.18	8.09	8.28	8.20
	Ort.	7.90	7.69	7.64	8.16	8.23	8.09	7.93	7.77	8.04
EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Min.	594	616	602	626	564	558	523	815	625
	Maks.	2000	7990	7143	770	757	725	1490	1047	963
	Ort.	2361	2302	3624	725	661	637	925	942	865
Ca (me L^{-1})	Min.	0.23	0.15	0.22	0.23	0.04	0.19	0.90	0.61	0.76
	Maks.	10.70	12.1	9.33	1.23	0.97	0.89	4.77	3.56	3.60
	Ort.	2.41	2.93	2.97	0.70	0.49	0.52	4.77	1.92	1.79
Mg (me L^{-1})	Min.	5.83	5.58	13.98	5.59	2.97	15.89	6.03	2.53	18.83
	Maks.	20.83	32.25	50.17	8.09	4.69	20.70	8.51	5.50	22.59
	Ort.	17.00	15.56	25.20	6.74	3.69	19.45	8.38	3.72	20.96
K (me L^{-1})	Min.	0.63	0.58	0.73	0.29	0.27	0.30	0.27	0.32	0.36
	Maks.	49.13	54.78	53.48	3.49	2.48	2.74	3.91	1.53	1.80
	Ort.	12.27	11.54	17.44	0.87	0.63	0.77	1.36	0.76	0.88
Na (me L^{-1})	Min.	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04
	Maks.	1.36	0.67	1.26	0.48	0.38	0.51	0.33	0.11	0.13
	Ort.	0.51	0.29	0.41	0.11	0.09	0.18	0.12	0.07	0.08
CO ₃ (me L^{-1})	Min.	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-
	Maks.	-	-	2.12	-	-	1.80	-	1.00	2.24
	Ort.	-	-	0.5	-	-	1.34	-	0.16	1.06
HCO ₃ (me L^{-1})	Min.	5.52	5.32	7.20	6.46	5.82	4.50	5.50	7.82	5.54
	Maks.	17.54	14.14	11.86	11.68	8.80	7.66	15.76	11.18	10.30
	Ort.	9.89	8.82	8.96	8.19	7.41	6.17	9.45	9.50	7.98
Cl (me L^{-1})	Min.	0.08	0.56	0.64	0.16	0.64	0.64	0.16	0.56	0.64
	Maks.	52.88	72.00	52.24	0.96	0.64	0.96	1.12	1.28	1.84
	Ort.	10.96	14.21	15.57	0.40	0.64	0.74	0.49	0.73	0.96
SO ₄ (me L^{-1})	Min.	1.27	0.57	6.86	0.18	1.84	10.78	0.57	0.39	11.66
	Maks.	15.40	22.04	53.68	1.21	4.91	13.37	8.25	6.37	16.39
	Ort.	6.72	8.09	20.87	0.72	3.09	12.15	2.71	3.90	13.72
SAR	Min.	0.34	0.34	0.23	0.15	0.20	0.09	0.17	0.18	0.11
	Maks.	12.37	11.63	10.54	0.20	1.66	0.88	1.93	0.91	0.54
	Ort.	3.90	2.75	2.25	0.45	0.46	0.24	0.58	0.45	0.26
%Na	Min.	8.31	9.12	3.58	3.87	6.50	1.47	3.62	5.01	1.58
	Maks.	60.50	54.00	56.58	31.00	33.82	12.08	12.92	21.04	7.43
	Ort.	30.12	21.32	23.49	8.96	23.69	3.60	10.91	11.44	3.65
RSC	Min.	-21.90	-35.45	-51.32	-0.63	1.60	-13.02	-4.12	-0.37	-16.65
	Maks.	8.72	1.85	-6.67	4.54	4.57	-1.53	1.17	6.43	-11.72
	Ort.	-3.52	-9.66	-18.59	0.74	2.46	-10.34	-1.30	3.87	-13.55

arası, sonbahar ortası) Dalaman İlçesi çok fazla yağış almadığı için EC değerlerinin yüksek olduğu; yağışların artmasıyla birlikte EC değerlerinin genel olarak düştüğü gözlemlenmektedir. Sulama suyunun kalite değerleri tüm mevsimlerde stabil olmayıp farklılık göstermektedir. Yüzeysel kuyuların konsantrasyon değerleri mevsimsel olarak önemli değişimler gösterirken, derin kuyuların konsantrasyon değerlerinde çok fazla bir değişim meydana gelmemektedir (Kanber vd. 1992). Genel anlamda kuyuların derinliklerinin ve kullanım düzeylerinin de EC değerlerini etkilediği öngörülmektedir. Bu sonuçlar

Dalaman İlçesi'ndeki sulama suyu analiz sonuçlarında elde ettiğimiz bulgular ile paralellik göstermektedir. Benzer şekilde; TİGEM Dalaman İşletmesinin Dalaman Çayı'ndan pompalayarak kullandığı Aladağ pompasının 2017 ve 2018 Haziran dönemi sulama suyu analiz sonuçları pH ve EC yönünden incelediğinde, 2017 yılı pH değerinin, 7.4 ve EC değerinin $567 \mu\text{S cm}^{-1}$, 2018 yılı pH değerinin 8.2 ve EC değerinin ise $915 \mu\text{S cm}^{-1}$ olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2019a).

Dalaman İlçesi'nin farklı mevkiilerinden alınan sulama sularının EC'lerinin birbirlerinden farklı

olduğu görülmektedir. Kapıkargın mevkiinde 1. Dönemde $2361 \mu\text{S cm}^{-1}$ olan EC değeri 3. Dönemde $3624 \mu\text{S cm}^{-1}$ 'e yükselirken; Atakent ve Gürköy mevkilerinde 1. dönemden 3. döneme doğru bir azalma meydana gelmiştir (Sırasıyla Atakent 725, 661 ve $637 \mu\text{S cm}^{-1}$; Gürköy 925, 942 ve $865 \mu\text{S cm}^{-1}$). Özellikle çok yüksek EC değerlerine sahip Kapıkargın mevkisi incelendiğinde; 3, 4 ve 5 no'lu örnekleme noktalarının EC değerlerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Şekil 1'den de görüldüğü üzere, bu noktaların birbirine yakın konumda bulunduğu ve bu bölgenin termal su kaynağı olduğu, termal suyun sulama suyu kuyularına karıştığı öngörülmektedir.

Sulama sularının kalitelerini değerlendirmek ve sınıflandırmak için günümüze kadar birçok farklı sınıflandırma sistemleri geliştirilmiş ve önerilmiştir. Bu sistemler arasından en fazla benimsenen ve uzun yıllardır kullanılmaya devam eden sınıflandırma sistemi 1954 yılında A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous, 1954) araştırmacıları tarafından geliştirilmiş olan sistemdir. Bu gün ülkemizde de bu sistem yaygın olarak kullanılmaktadır. A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous, 1954) araştırmacıları tarafından geliştirilmiş olan sistemde; sulama sularının EC ve SAR değerleri esas alınmaktadır. Dalaman İlçesi'nden alınan sulama suları Anonymous (1954)'a göre EC değerleri genel olarak değerlendirildiğinde; alınan sulama sularının %44.45'inin C_2 , %46.29'unun C_3 ve %9.26'sinin C_4 sınıfına girdiği görülmektedir. Dönemler bazında incelendiğinde; ayrı ayrı incelendiğinde ise sulama suyu örneklerinin 1. dönem; %44.45'inin C_2 sınıfına, %50'sinin C_3 sınıfına ve %5.55'inin C_4 sınıfına, 2. dönem; %38.90'inin C_2 sınıfına, %55.55'inin C_3 sınıfına ve %5.55'inin C_4 sınıfına, 3. dönem; %44.45'inin C_2 sınıfına, %46.29'unun C_3 sınıfına ve %9.26'sinin C_4 sınıfına girdiği belirlenmiştir. Sulama sularının büyük bölümünün EC yönünden problemli olduğu, C_3 ve C_4 sınıfına giren bu suların tarımsal sulama amaçlı kullanılmaması gerektiği, eğer kullanılacak ise gerekli önlemlerin alınması gerektiği öngörülmektedir.

Üç örnekleme döneminde alınan sulama suyu örneklerinin Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ ve K^+ analiz sonuçlarından yararlanılarak SAR (me L^{-1}) değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 2'de görüldüğü üzere, SAR değerleri 0.09-

12.37 me L^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir. Dönemler arasındaki değişim incelendiğinde; SAR değerlerinin 1. dönemden 3. döneme doğru azaldığı görülmektedir. Mevkiler bazında incelendiğinde ise Kapıkargın mevkii EC değerlerinde de olduğu gibi en yüksek SAR değerine sahip olurken, Atakent ve Gürköy mevkileri birbirlerine yakın SAR değerleri göstermişlerdir (Çizelge 2).

Sulama suyu örneklerinin SAR değerleri; A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma Sistemine (Anonymous, 1954) göre değerlendirildiğinde; 3 dönemde de %94.44'ünün S_1 sınıfına, %5.56'sinin S_2 sınıfına girdiği belirlenmiştir. Genel olarak sulama sularının S_1 sınıfına girdiği ve sodyumluluk yönünden herhangi bir problemin olmadığı tespit edilmiştir. Bu sınıflandırma sistemine göre Dalaman İlçesi sulama suyu örneklerinin 3 farklı dönemde tuzluluk ve SAR değerleri birlikte değerlendirildiğinde; sulama suyu örneklerinin 1. dönem %44.44'ünün C_2S_1 , %50'sinin C_3S_1 ve %5.56'sinin C_4S_2 sınıfına; 2. dönem %38.88'inin C_2S_1 , %55.56'sinin C_3S_1 sınıfına ve %5.56'sinin C_4S_2 sınıfına; 3. dönem ise %50.00'sinin C_2S_1 , %27.78'inin C_3S_1 , %5.56'sinin C_3S_2 , %11.11'inin C_4S_1 ve %5.56'sinin C_4S_2 sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Sulama suyunun kalitesini belirleyen Na ve buna bağlı olarak alkalilik oluşturma tehlikesi; Na iyonunun mutlak konsantrasyonunun yanında, Na'un diğer katyonların toplam konsantrasyonuna göre oransal miktarının yüksek olmasına bağlıdır (Sönmez ve Kaplan, 1996). Bu duruma göre, sulama suyundaki Na konsantrasyonu düşük olsa bile, Na'un diğer katyonların toplamına oranı yüksek bir değer ise yine Na zararı oluşabilir. Bu sebeple sulama suyu örneklerinin %Na değerleri de önemlidir ve %Na değerlerinin belirli sınırları aşmaması istenmektedir. Dalaman ilçesi sulama suyu örneklerinin % Na değerleri Çizelge 2'den de görüldüğü gibi, %1.58-56.58 arasında değişmektedir. Dönemler açısından incelendiğinde; suların %Na değerlerinin 1. dönemden 3. döneme doğru azaldığı görülmektedir. Mevkiler açısından değerlendirildiğinde ise %Na değerinin Kapıkargın mevkinde en yüksek değerlere ulaştığı, bunu Atakent ve Gürköy yörelerinin takip ettiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Üç dönemde alınan sulama suyu örneklerinin %Na içerikleri Christiansen vd. (1977)'ne göre

değerlendirildiğinde; sulama sularının genel olarak %90.00'inin 1. sınıfa, %9.25'inin ise 2. sınıfa girdiği görülmektedir. Dönemler bakımından ayrı ayrı incelendiğinde ise sulama suyu örneklerinin 1. dönem %88.88'inin 1. sınıfa, %11.22'sinin 2. sınıfa, 2. dönem %94.44'ünün 1. sınıfa, %5.56'sinin 2. sınıfa ve 3. dönem %88.88'sinin 1. sınıfa, %11.22'sinin 2. sınıfa girdiği saptanmıştır. Genel olarak birkaç örnek hariç Dalaman İlçesi sulama sularının %Na bakımından herhangi bir sorun teşkil edecek durumda olmadığı belirlenmiştir.

Su örneklerinin Cl⁻ analiz sonuçları Çizelge 2'den de görüldüğü üzere 0.08-72 me L⁻¹ arasında değişmektedir. Dönemler açısından değerlendirildiğinde; Dalaman ilçesi sulama sularının Cl⁻ içeriklerinin 1. dönemden 3. döneme doğru artış gösterdiği belirlenmiştir. Mevki olarak incelendiğinde ise en yüksek Cl⁻ içeriklerinin Kapıkargın mevkiinde belirlendiği saptanmıştır. Suların Cl⁻ içerikleri [Christiansen vd. \(1977\)](#)'ne göre değerlendirildiğinde; araştırılan suların genel olarak %88.88'i 1. sınıfa, %3.70'i 2. sınıfa, %1.86'sı ise 4. sınıfa girdiği tespit edilmiştir.

Dönemler bazında incelendiğinde ise; alınan sulama suyu örneklerinin 1. dönem % 88.88'inin 1. sınıf, % 5.56'sinin 2. sınıf ve % 5.56'sinin 6. sınıf, 2. dönem %88.88'inin 1. sınıf, %5.56'sinin 2. sınıf ve %5.56'sinin 4. sınıf ve 3. dönem de de %88.88'inin 1. sınıf, %5.56'sinin 2. sınıf ve %5.56'sinin 6. sınıfa girdiği belirlenmiştir. Dalaman yöresi sulama sularının büyük bir çoğunluğunda Cl⁻ içeriği bakımından sorun olmadığı, sadece %11.12'sinin sorunlu olduğu görülmektedir. Bu sorunlu örneklerin Kapıkargın mevkiinde ki 3 ve 5 nolu sulama suyu örnekleri olduğu belirlenmiştir. Sulama sularında Cl⁻ en problemlisi anyon olarak kabul edilmektedir. 5 me L⁻¹'nin altındaki Cl⁻ konsantrasyonları duyarlı bitkilerin, 5-10 me L⁻¹ arasında değerlere sahip sular ile orta hassas bitkilerin, 10 me L⁻¹ üzerinde değerlere sahip sular ile dayanıklı bitkilerin sulanmasında sakınca bulunmamaktadır ([Mass, 1990](#)). Dalaman İlçesi sulama sularının genel olarak Cl⁻ içerikleri bakımından problemlisi olmadıkları, tarımsal üretimde kullanılabileceği görülmektedir.

Sulama sularında kaliteyi etkileyen en önemli faktörlerden bir tanesi de SO₄'tür. Çizelge 2'de görüldüğü üzere, Dalaman İlçesi sulama sularının SO₄ içeriklerinin 0.38-29.38 me L⁻¹

arasında değiştiği belirlenmiştir. Sulama sularının SO₄ içerikleri yönünden dönemler arasında büyük farklılıklar gösterdiği; 1. ve 2. dönemde problemlisi olmayan suların, 3. dönemde 4. sınıf problemlisi sular haline dönüştüğü ve genel olarak SO₄ içeriklerinde artış olduğu saptanmıştır. Mevkii açısından değerlendirdiğimizde ise, en yüksek SO₄ içeriklerine Kapıkargın mevkiinde bulunan 4 ve 5 nolu sulama suyu örneklerinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Suların SO₄ içerikleri [Schofield \(1935\)](#)'e göre genel olarak değerlendirildiğinde; %46.29'unun 1. sınıfa, %12.96'sinin 2. sınıfa, %11.11'inin 3. sınıfa, %24.08'inin 4. sınıfa ve %5.56'sinin 5. sınıfa girdiği belirlenmiştir. Sulama sularının SO₄ içerikleri dönemler bakımından ayrı ayrı incelendiğinde ise, 1. dönem %83.33'ünün 1. sınıfa, %11.11'inin 3. sınıfa ve %5.56'sinin 4. sınıfa, 2. dönem %55.55'inin 1. sınıfa, %33.33'ünün 2. sınıfa, %5.56'sinin 4. sınıfa ve %5.56'sinin 5. sınıfa ve 3. dönemde %5.56'sinin 2. sınıfa, %22.22'sinin 3. sınıfa, %61.11'inin 4. sınıfa ve %11.11'inin 5. sınıfa girdiği görülmektedir.

SO₄ sulama sularında Cl⁻'a göre daha az toksiktir. Yüksek konsantrasyon değerlerinde SO₄ iyonları Ca'un çökmesine ve bitkilerde toksik etkilerin oluşmasına sebep olabilmektedirler. Sulama sularında SO₄ değerlerinin 0-20 me L⁻¹ arasında olması istenmektedir ([Anonymous, 1994](#)). [Anonymous \(1994\)](#)'e göre sadece birkaç sulama suyu örneği problem teşkil ederken, Schofield (1935)'e göre bu oran daha yüksek görülmektedir. Bu nedenle yetiştirilecek bitkilerin SO₄'e hassasiyetinin göz önüne bulundurulması gerekmektedir.

Su örneklerinin kalıcı sodyum karbonat (RSC) değerlerinin -51.32-29.38 me L⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 2). dönem açısından değerlendirildiğinde; suların RSC değerlerinin 1. dönemden 3. döneme azaldığı görülmektedir. Mevkiiler açısından incelendiğinde ise Atakent ve Gürköy mevkiilerinde sorunlu su örnekleri olduğu görülmektedir. Dalaman İlçesi sulama sularının RSC değerleri [Eaton \(1950\)](#)'a göre değerlendirildiğinde; %72.22'sinin 1. sınıfa, %7.41'inin 2. sınıfa, %20.37'sinin 3. sınıfa girdiği belirlenmiştir. Sulama sularının RSC değerleri dönemler bakımından incelendiğinde ise, 1. dönem %83.33'ünün 1. sınıfa, %5.56'sinin 2. sınıfa ve %11.11'inin 3. sınıfa, 2.

dönem %33.33'ünün 1. sınıfa, %16.67'sinin 2. sınıfa, %50.00'sinin 3. sınıfa ve 3. dönemde %100.00'ün 1. sınıfa girdiği görülmektedir. Çizelge 2'den de görüldüğü üzere; 1. ve 2. Dönemde arzu edilen değerlerin üzerinde RSC değerlerine sahip sulama suyu örneklerinin olduğu, fakat 3. Dönemde herhangi sorun teşkil edecek RSC değerlerine sahip sulama suyu örneklerinin olmadığı görülmektedir.

4. Sonuç

Muğla İli Dalaman İlçesi sulama suları kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişiminin incelenmesi amacıyla yürütülen bu araştırmada Dalaman İlçesi'nin 3 farklı yöresinden alınan sulama sularının analiz sonuçları incelendiğinde; en önemli sorunun sulama sularındaki tuzluluk problemi olduğu saptanmıştır. Suların genel olarak %44.45'inin C₂ sınıfına, %46.29'unun C₃ sınıfına ve %9.26'sinin C₄ sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

SAR ve %Na değerlerinin 1. ve 2. sınıfta yer aldığı belirlenmiştir. Sulama suyu örneklerinin Cl⁻ içerikleri değişkenlik göstermekle beraber büyük çoğunluğu 1. sınıfta yer almaktadır. SO₄ içerikleri bakımından incelendiğinde ise 3. döneme doğru SO₄ değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Su örneklerinin %Na ve Cl⁻ bakımından %88.88'inin, SAR değerleri bakımından da %99.44'ünün 1. sınıf sulama suları olduğu belirlenmiştir. RSC değerleri 1. ve 2. dönemde arzu edilen değerlerin üzerinde olduğu halde, 3. dönemde herhangi sorun teşkil edecek sulama suyu örneklerinin olmadığı görülmektedir. Dalaman İlçesinde, 2018 yılında 2017 yılına göre yağış miktarında azalma meydana gelmiştir. Yağış miktarının düşmesi ve sulama suyu kullanımının artması, kuyulardan daha fazla su pompalanmasına neden olmuş ve suların tuzluluk düzeylerinde ve SO₄ miktarlarında artışlar tespit edilmiştir. Yöre sularının sulama suyu olarak kullanılmasının sürdürülebilirliği ve sulama sularının başta ağır metaller olmak üzere her türlü kirlilikten korunması için; sulama suyu kaynaklarının evsel ve endüstriyel atıklar olmak üzere her türlü kirlilikten korunması büyük önem teşkil etmektedir. Sulama suyu kaynaklarında zaman zaman su analizleri yapıp sulama suyu kalite parametreleri incelenerek değerlendirilmelidir. Yörede sulama suyu kalitesi bakımından en problemlili mevkii Kapıkargın'dır. Kapıkargın

mevkinde özellikle problemin fazla olduğu noktalar 3, 4 ve 5 nolu örnekleme noktalarıdır. Bu noktalar birbirine yakın konumlarda yer almakta ve bu bölgede termal su bulunmaktadır. Bu termal sular yeraltı sulama sularını da etkilemektedir. Bu suların sulama suyu olarak kullanılması sakıncalıdır. Kullanılması durumunda bitkilerde gelişim bozuklukları, verim ve kalite kaybı, toprakta tuzlanma gözlenebilmektedir. Bu kapsamda Dalaman Çayı'ndan kapalı boru sistemi ile arazilere ulaşacak olan Dalaman Ovası Sulama Projesinin bir an önce tamamlanması özellikle Kapıkargın mevki arazilerinin kaliteli suya kavuşması tarımsal üretimin devamı açısından büyük önem teşkil etmektedir.

Kaynakça

- Anonymous (1954). Diagnoses and improvement of saline and alkali soils. Agric. Handbook No. 60, USSS, Riverside, CA, USA.
- Anonymous (1980). Standard methods for the examination of water and wastewater 15th Edition. APHA, AWWA, WPCF, American Public Health Association No: 15, Fifteenth Street NW, Washington DC, 20005.
- Anonymous (1994). FAO, Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage Paper, No:29 Rome.
- Anonim (2018). Tarım ve Ormanlık Bakanlığı çiftçi kayıt sistemi 2018 verileri.
- Anonim (2019a). Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Dalaman Tarım İşletmesi Müdürlüğü Verileri.
- Anonim (2019b). Tarım ve Ormanlık Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığı Verileri.
- Ayers, R.S., & Westcot, D.W. (1989). Water Quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage. Paper No.29. Rome.
- Ayyıldız, M. (1976). Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 636, Ders Kitabı No: 199 Ankara.
- Ayyıldız, M. (1983). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri (ikinci baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 879, Ders Kitabı No: 244, Ankara.
- Ayyıldız, M. (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1198, Ders Kitabı No:344, Ankara.
- Christiansen, J. E., Olsen, E.C., & Willarson. L.S. (1977). Irrigation water quality evolution. Proceedings of the American Society of Civil Engineers. *Journal of Irrigation and Drainage Divison*, 103(IR2):155-169.
- Eaton, F.M. (1950) Significance of Carbonates in Irrigation Waters. *Soil Science*, 69:123-134.

- Fresenius, W., Quention, K.E., & Scheneidler, W. (1988). Water analysis a practical guide to physico-chemical, chemical and microbiological water examination and quality assurance. ISBN 3-540-17723-Springer-Verlay, Berlin Heidelberg, Newyork.
- Kanber R., Kırdı C., & Tekinel O. (1992). Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:6, Adana.
- Maltaş, A.Ş., & Kaplan, M. (2018). Effect of different amounts of acid application in fertigation on calcareous soil pH. *Journal of Plant Nutrition*, 41(4):520-525.
- Mass, E.V. (1990). Crop salt tolerance. Agricultural Salinity Assessment and Management ASCE, New York. pp. 262-304.
- Munsuz, N., & Ünver, D. (1995). Su Kalitesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Ders Kitabı:403 Yayın No:1389, Ankara.
- Schofield, C. S. (1935). The salinity of Irrigation Water, Smithsonian Inst. Annual Report Vd. 1935, 1936:275-287.
- Sönmez, S.A., & Kaplan, M. (1996). Kumluca ve Finike Yörelere sera sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1):288-303.
- Sönmez, İ., Sönmez, S., & Kaplan, M. (2004). Antalya yöresi kuyu sularının tuzluluk durumlarının belirlenmesi ve çözüm önerileri. *I. Yeraltı Suları Ulusal Sempozyumu*, s:245-252, Konya.
- Yıldıztekin, M. (2007). Muğla Karabağlar Yöresi kuyu sularının sulama suyu kalitesi yönünden araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.
- Zengin, M., & Bayraklı, F. (1992). Konya Ovası sulama sularının su kalitesi açısından sınıflandırılması üzerine bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2):111-120, Konya.
- Zengin, M., Karakaplan, S., & Ersoy, İ. (2002). Determination of irrigation water quality of lake Beyşehir and other water sources used in irrigation of Çumra Plain. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(29):72-78.
- Zengin, M., Gökmen, F., & Gezgin, S. (2008). Konya İlinde sulama suyu kalitesi, çöllerleşme ve alınması gerekli önlemler. DSİ IV. Böl. Md.lüğü Konya Kapalı Havzası Yeraltı suyu ve Kuraklık Konferansı 11-12 Eylül 2008, Bildiri Kitabı, 77-86, Konya.