

ESKİŞEHİR SULAMA ŞEBEKESİNDE DRENAJ SULARININ KİRLENME DURUMU VE SULAMADA KULLANMA OLANAKLARININ BELİRLENMESİ

Demet UYGAN¹

Feridun HAKGÖREN²

Dursun BÜYÜKTAŞ²

¹Köy Hizmetleri Eskişehir Araştırma Enstitüsü, Eskişehir

²Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Antalya

Özet

Bu çalışma, Eskişehir ili merkez köylerinden Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye yörelerinde sulamada kullanılan drenaj sularının özelliklerinin belirlenmesi ve sulamada kullanıma olanaklarının araştırılması amacıyla yürütülmüştür. Drenaj suyu örnekleri, yörelerde yağmurlama ve karık sulama yapılan, şekerpancarı ve buğday yetiştirilen alanlardan sulama dönemi öncesi, sulama dönemi ve sulama dönemi sonrası olmak üzere üç, toprak örnekleri ise, sulama dönemi öncesi ve sonrası olmak üzere iki dönemde alınmıştır. Adı geçen yörelerin sulanmasında, drenaj sularının uygun stratejilere göre kullanılması durumunda ek sulama suyu kaynağı yaratabileceği belirlenmiştir. Ancak, drenaj suyu kalitelerinin düzenli olarak izlenmesi, yetiştirilen bitki, sulama yöntemi ve toprak tuz birikiminde oluşabilecek değişiklikler değerlendirilerek kullanım stratejilerinin belirlenmesi uygun olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sulama suyu kalitesi, drenaj suyu, tuzluluk

Pollution Status of Drain Water in Eskişehir Irrigation Network and Determining Possibilities of its Usage in Irrigation

Abstract

This study was conducted to reveal the characteristics of drainage water in Karacahöyük, Gökdere and Osmaniye areas, villages of Eskişehir, and to investigate possibilities of drain water usage in irrigation. Drainage water samples were taken in three different occasions: before irrigation period, irrigation period and after irrigation in sugarcane and wheat growing and irrigated by sprinkler and furrow irrigation. Soil samples were taken before and after irrigation periods. It was determined that drainage water could provide additional resource for irrigation in aforementioned areas if suitable strategies are applied. However, it is suggested that drain water quality, crops grown, irrigation methods and soil salinity should be monitored and evaluated periodically in order to determine the best strategy.

Keywords: Irrigation water quality, drain water, salinity

1. Giriş

Gelişmekte olan ülkelerde nüfusun hızlı bir şekilde artması tarımsal üretimin de aynı oranda artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Dünya nüfusunun önemli bir kısmının yaşadığı kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde bitkisel üretimi artırmak için diğer girdiler yanında sulama da gereklidir. Nemli iklim bölgelerinde ise sulama belirli mevsimlerde kurak dönemlerde destekleyici olarak yapılmaktadır.

Bugün dünyada sulanan alanlar 276 milyon hektar olup işlenebilir arazilerin yaklaşık % 19.6'sını oluşturmaktadır (FAOSTAT, 2005). Ancak her geçen yıl sulamaya açılan alanların artmasıyla bu oran yükselmektedir. Ülkemizde 1950'li yılların başında 0.5 milyon hektar olan sulanan alanlar 2004 yılı itibarıyla 4.85 milyon hektara ulaşmıştır. Sulanan alanlar bu

şekilde artarken sulama suyu kaynakları aynı kalmakta hatta son yıllarda çevre kirliliği ve doğal dengenin bozulması sonucu, dünya ısısında yükselme ve bazı bölgelerde, özellikle Akdeniz ülkelerinde, düşük yağışlar nedeniyle su kaynaklarında azalma gözlenmektedir (Çakmak ve ark., 2005).

Sulama amacıyla yerüstü ve yeraltı kaynaklarından sağlanan sular, mutlaka belirli bir oranda erimiş katı madde (tuz) içerirler. Suyun içerdiği tuz miktarı ve cinsi sulama suyu olarak kullanımının diğer bir deyişle kalitesinin uygunluğunu belirleyici bir ölçüttür. Tarımsal yönden suların kalitelerinin değerlendirilmesinde toprak, bitki ve iklim koşullarının karşılıklı etkilenmeleri yanında sulama ve drenaj koşulları ile çiftçinin bu konudaki bilgi ve becerisi önem taşımaktadır.

Bitki kök bölgesinde depolanan suyun bir kısmı bitki tarafından kullanılırken bir kısmı da toprak yüzeyinden buharlaşarak ve derine sızarak kaybolur. Yıkama yapılmıyorsa tuzların küçük bir kısmı topraktan uzaklaşır, kalan kısmı ise zamanla bitki kök bölgesinde birikir. Ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerinde drenaj koşullarının iyi olmadığı topraklarda sulama suları ile gelen tuzlar, yağışlar ve sulama suları ile yeterli bir yıkama sağlanamıyorsa, zamanla toprakların tuzlaşmasına neden olabilir.

Bir taraftan dünya nüfusunun artması ve sulanan alanların genişlemesi, diğer taraftan giderek dünyanın ısınması ve temiz su kaynaklarının azalması iyi nitelikte olmayan suların bazı bölgelerde sulamada kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Şener, 1993). Drenaj sularının sulama amacıyla kullanılmalrı iki gereksinimden dolayı söz konusu olabilir: Birincisi, havzanın drenaj çıkış ağzının olmaması ve aynı zamanda mevcut sulama suyunun yetersiz olması, ikincisi ise, sulama planlamasında ana amaç olan drene edilecek su hacminin azaltılmasıdır (Yurtsever, 1993).

Drenaj sularının sulamada kullanımında üç yöntem uygulanmaktadır: Birinci yöntemde tuzlu drenaj suyu az tuzlu sularla karıştırılarak seyreltilir. İkinci yöntemde farklı kalitedeki bu sular dönüşümlü olarak kullanılır. Bu yöntemde az ve çok tuzlu sular ya önceden belirlenen sıra ile ya da bitkinin tuza duyarlı olduğu çimlenme-fide dönemlerinde az tuzlu, gelişme dönemlerinde ise tuzlu drenaj suyu uygulanması şeklinde olabilir. Üçüncü yöntemde ise, tuzlu drenaj suları tuza dayanıklı kültür bitkileri veya ormancılıkta doğrudan kullanılır (Hanson, 1987). Mısır'da drenaj suları seyreltilerek kullanılmakta ve böylece ek su kaynağı yaratılarak yeknesak olmayan su dağıtımının dengelenmesinin yanında sulama randımanları da önemli oranda yükselmektedir (Wolters ve Bos, 1990). Uzun dönemde, dönüşümlü kullanım ile sulama suyu gereksiniminin % 50'si tuzlu drenaj sularından karşılanabilmektedir (Rhoades, 1983).

Konya bölgesinde sulu tarımın yaygın olduğu alanlarda yapılan bir çalışmada

çiftçilerin % 22'sinin sulama suyu olarak drenaj kanallarındaki suyu kullandığı belirlenmiştir (Çiftçi ve ark., 1995). Batı Teksas'da bulunan Pecos vadisinde ise pamuk, yonca, sorgum ve hububat tarımının yapıldığı 81000 hektarlık bir arazinin, ortalama elektriksel iletkenliği 4 dS/m veya daha fazla olan taban suyu ile 300 yıldır başarılı bir şekilde sulandığı bildirilmektedir (Moore ve Heffner, 1977).

Eskişehir'de tarım arazilerinin sulanması için gerekli olan su kaynaklarının yetersiz oluşu ve sulama şebekesinin ovada tam olarak hizmet verememesi nedeniyle, bölge çiftçilerinin pek çoğu sulama suyu olarak DSİ tarafından açılan tabansuyu araştırma gözlem kuyularından veya tahliye kanallarından aldığı drenaj sularını sulama suyu olarak kullanmaktadırlar. Bu kuyuların statik su seviyesi ortalama 35 m ve debileri 50 l/s olup kuyuların ortalama elektriksel iletkenliği 948 μ S/cm'dir. Bölgede, bugüne kadar sulamada kullanılan drenaj sularının bitki ve topraklar üzerinde etkisini belirleyici yeterli çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmada, Eskişehir ili merkez köylerinden olan Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye yörelerindeki drenaj sularını kirlüten etkenlerin ve bu suların sulamada kullanılma olanaklarının belirlenmesi, drenaj sularındaki kirleticiler etkenlerin tarım topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi, uygulanacak sulama yöntemlerinin ve programlarının saptanması, elde edilen sonuçlara bağlı olarak üreticilere mevcut sorunların çözümünde yardımcı olmak ve gerekli önerilerde bulunmak amaç edinilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, Eskişehir ovasının güney kenarında, Porsuk nehrinin sağ tarafında denizden yüksekliği 792-810 m olan merkez ilçe köylerinden Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye'de yürütülmüştür (Şekil 1). Seçilen üç köyde sulama suyunun yetersizliği ve drenajdan dönen suların sulamada kullanılması sorun yaratmaktadır. Yörede genellikle tek mahsul şekerpancarı veya buğday yetiştirilmekte; şekerpancarı yağmurlama buğday ise tava sulama

örneklerinde ise drenaj suyu ile sulanan alanları temsil edebilmesi gibi kriterler dikkate alınmıştır.

Toprak örneklerinde bünye Bouyoucos Hidrometre metodu ile (Tüzüner, 1990), hacim ağırlığı bozulmamış örnek alma silindirleri ile (Yeşilsoy ve Güzeliş, 1969), pH saturasyon ekstraktından cam elektrotlu pH-metre, EC saturasyon ekstraktından cam elektrotlu EC-metre ile (Tüzüner, 1990), kireç Scheibler Kalsimetresi ile (Aalan, 1983), organik madde Walkley-Black metodu ile (Tüzüner, 1990), alınabilir fosfor Olsen metodu (Olsen ve Sommers, 1982), potasyum 1 N amonyum asetat metodu (Kaçar, 1962) ile, tarla kapasitesi ve solma noktasında tutulan su miktarları basınçlı plaka aleti (Tüzüner, 1990) ile belirlenmiştir.

Drenaj suyu örneklerinde EC ve pH doğrudan su örneklerinde EC-metre ve Ph-metre ile, kationlar (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}) fleymfotometre ile, karbonat ve bikarbonat sülfirik asit titrasyonu, klor gümüş nitrat titrasyonu ile (Ayyıldız, 1990; Tuncay, 1994), sülfat hesaplama yoluyla (Kanber ve ark., 1992); organik madde permanganat metodu (Anonim, 1981) ile, bor karbon kırmızısı indikatörü ile spektrofotometrede (Tuncay, 1994) belirlenmiştir. Sodyum absorpsiyon oranı (SAR), kalıcı sodyum karbonat (RSC), toplam tuz ve %Na değerleri Tuncay (1994) tarafından verilen formüllere göre hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Toprak Örnekleri

Araştırma alanı topraklarının sulama dönemi öncesi ve sonrasına ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1 ve 2’de verilmektedir.

Toprakların pH değerleri katmanlar arasında çok farklılık göstermemekte ve sulama dönemi öncesi 7.87 ile 8.79 arasında (Çizelge 1), sonrasında ise 8.00 ile 9.08 arasında (Çizelge 2) değişmektedir. pH değerleri Kellog (1952)’ye göre sınıflandırıldığında, tamamının alkali reaksiyon gösterdiği görülmektedir. Fosfor ve Potasyum gibi bitki besin elementleri en

fazla 6.5-7.5 pH değerleri arasında bitkiler için yararlı durumdadır (Tuncay, 1994). Bu nedenle araştırma alanı topraklarında bitki besin elementlerinin yararlı formda tutulmaları sorun olabilir. Bu durum kükürt veya asit karakterli gübre kullanılarak önenebilir.

Toprakların EC değerlerinin sulama öncesi ve sonrasında çok fazla değişmediği, diğer iki yöreyle kıyaslandığında Osmaniye yöresi topraklarının daha tuzlu olduğu gözlenmektedir (Çizelge 1 ve 2). Dönemler arasında fark olmaması, çiftçilerin yüzey sulama yöntemleriyle uyguladıkları fazla su nedeniyle oluşan tuz yıkanması ile açıklanabilir. Toprak örneklerinin tuzluluk değerleri Richards (1954)’e göre sınıflandırıldığında her iki dönemde de tuzsuz sınıfa girdiği görülmektedir.

Toprakların kireç miktarları sulama dönemi öncesi % 5.21 ile 15.79, sulama dönemi sonrasında ise %7.00 ile 16.35 arasında değişmekte olup (Çizelge 1 ve 2), Evliya (1964)’e göre sınıflandırıldığında toprakların yarısı yüksek kireçli yarısı ise çok yüksek kireçli sınıfına girmekte olduğu görülmektedir. Alt katmanlara doğru gidildikçe kireç miktarının artmasının yıkanmalar sonucu ve ana materyalin CaCO_3 olmasından ileri geldiği düşünülebilir (Yıldırım, 1981).

Araştırma alanı topraklarının kil içerikleri genelde yüksek olup ağır bünyeli topraklar sınıfına girmektedir (Çizelge 1 ve 2). Bünyenin dönemler arasındaki farklılığı ise toprağın heterojen yapısından ve bünye analizi sırasında oluşabilecek laboratuvar hatalarından kaynaklanmaktadır.

Toprakların organik madde miktarları sulama dönemi öncesi %0.32 ile 3.05, sonrasında ise %0.73 ile 4.47 arasında değişmekte olup (Çizelge 1 ve 2), Thun ve ark. (1955)’e göre sınıflandırıldığında toprakların yarısının humusça fakir yarısının ise az humuslu olduğu gözlenmektedir. Toprak derinliği arttıkça organik madde azalmakta ve sulama dönemi sonunda ise organik madde miktarında bir artış kaydedilmiştir. Bunun nedeni, üst toprak katmanlarında bitkisel artıkların çok olması ve sulama dönemi sonunda ise hasat artıklarının toprağa sürümle karıştırılması ve gübreleme ile toprağa organik madde

Çizelge 1. Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye Topraklarının Sulama Döneminden Önceki Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

Köy Adı	Örnek No	Derinlik cm	pH	EC dS/m	Kireç CaCO ₃ %	Kum %	Kil %	Silt %	Bünye	Organik Madde %	Total Tuz %	Bitkilere Yarıyışlı		Hacim Ağırlığı g/cm ³	T.K. %	S.N. %
												P ppm	K ppm			
Karacahöyük	1	0-30	7.94	436	11.62	25.58	57.47	16.95	C	1.68	0.080	4.03	791.7	1.35	49.82	34.62
		30-60	7.95	723	10.72	25.33	55.42	19.25	C	0.49	0.088	0.31	503.1	1.55	42.84	31.41
		60-90	7.95	525	11.17	23.64	48.32	28.04	C	0.32	0.088	2.48	452.4	1.54	40.67	29.20
	2	0-30	7.88	675	6.4	18.99	53.38	27.63	C	2.03	0.098	3.10	760.5	1.40	40.50	30.25
		30-60	7.91	522	5.21	21.28	55.60	23.12	C	1.89	0.101	0.31	631.8	1.37	40.47	31.02
		60-90	7.87	510	9.08	23.78	53.17	23.04	C	1.63	0.101	0.93	643.5	1.38	40.25	30.19
Gökdere	3	0-30	8.34	862	5.21	68.84	17.71	13.45	SL	0.70	0.038	0.31	218.4	1.74	12.57	8.01
		30-60	8.29	715	8.94	51.94	15.83	32.24	SL	0.58	0.046	0.31	85.8	1.80	12.44	9.71
		60-90	8.22	618	5.21	51.75	15.89	32.36	SL	0.64	0.047	0.31	70.2	1.69	20.77	11.49
	4	0-30	7.94	639	7.74	41.97	26.97	31.06	L	1.92	0.080	9.61	339.3	1.46	25.54	17.00
		30-60	8.00	493	15.19	38.66	32.86	28.49	CL	0.78	0.054	0.31	175.5	1.38	29.01	19.73
		60-90	7.97	589	15.79	37.70	31.23	31.06	CL	0.84	0.060	0.31	175.5	1.39	30.03	18.46
Osmaniye	5	0-30	8.28	1210	7.15	15.80	60.80	23.39	C	3.05	0.120	20.15	1037.4	1.38	46.08	38.49
		30-60	8.64	749	11.17	16.94	57.74	25.32	C	2.41	0.115	6.51	479.7	1.35	55.41	42.02
		60-90	8.79	1723	10.57	17.15	46.40	36.45	C	1.36	0.121	0.31	577.2	1.28	47.93	33.77
	6	0-30	8.23	852	7.15	40.39	37.72	21.88	CL	1.63	0.072	30.7	370.5	1.52	32.13	26.35
		30-60	8.19	1103	9.68	38.98	40.79	20.22	CL	0.43	0.200	8.99	175.5	1.34	34.54	23.61
		60-90	8.46	1150	15.34	35.06	42.69	22.25	C	0.75	0.148	4.96	109.2	1.31	33.94	23.85

Çizelge 2. Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye Topraklarının Sulama Döneminden Sonraki Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

Köy Adı	Örnek No	Derinlik cm	pH	EC dS/m	Kireç CaCO ₃ %	Kum %	Kil %	Silt %	Bünye	Organik Madde %	Total Tuz %	Bitkilere Yararışlı		Hacim Ağırlığı g/cm ³	T.K. %	S.N. %
												P ppm	K ppm			
Karacahöyük	1	0-30	8.17	472	10.22	31.78	28.16	40.06	CL	1.39	0.080	4.03	893.1	1.37	31.83	20.35
		30-60	8.12	628	9.92	35.98	28.17	35.85	CL	1.71	0.092	0.93	920.4	1.58	30.30	20.70
		60-90	8.11	516	10.22	38.04	30.32	31.64	CL	1.25	0.082	4.03	822.9	1.56	26.83	20.82
	2	0-30	8.00	676	7.00	39.32	41.42	19.26	C	2.64	0.105	3.10	694.2	1.45	34.83	25.66
		30-60	8.07	511	7.15	37.28	41.35	21.37	C	2.00	0.100	4.34	620.1	1.40	34.61	26.25
		60-90	8.08	500	8.76	39.48	41.31	19.21	C	1.07	0.096	0.31	542.1	1.40	35.80	20.39
Gökdere	3	0-30	8.01	849	7.73	31.12	39.08	29.80	CL	2.38	0.123	4.03	721.5	1.42	35.96	25.12
		30-60	8.02	711	8.17	29.00	43.33	27.67	C	2.18	0.115	0.31	577.2	1.81	34.91	23.98
		60-90	8.09	610	9.63	31.30	36.85	31.85	CL	1.31	0.105	4.03	577.2	1.83	34.99	23.92
	4	0-30	8.19	637	10.80	32.55	27.85	39.60	CL	2.15	0.073	10.85	479.7	1.70	29.39	19.34
		30-60	8.19	492	12.99	32.16	30.10	37.74	CL	1.89	0.069	0.31	280.8	1.50	29.22	19.29
		60-90	8.18	582	16.35	38.79	29.94	31.27	CL	0.99	0.069	4.96	265.2	1.41	28.04	18.54
Osmaniye	5	0-30	8.62	1199	8.76	21.24	59.27	19.49	C	2.85	0.119	0.31	881.4	1.40	56.21	42.96
		30-60	8.95	747	12.84	22.23	43.55	34.22	C	1.68	0.315	0.31	549.9	1.36	54.21	36.87
		60-90	9.07	1703	11.82	20.36	41.27	38.37	C	0.73	0.215	0.31	464.1	1.29	50.17	32.49
	6	0-30	8.38	848	5.11	56.71	15.64	27.65	SL	4.47	0.057	7.44	959.4	1.54	39.24	27.20
		30-60	8.75	1033	13.14	53.20	27.96	18.84	SCL	2.12	0.069	4.03	666.9	1.36	33.50	23.58
		60-90	9.08	1053	11.97	55.37	21.64	22.99	SCL	1.39	0.082	4.03	1131.0	1.32	34.84	24.65

verilmesidir (Özbek ve ark., 1993).

Toprakların alınabilir fosfor içerikleri sulama dönemi öncesi 0.31 ile 20.15, sonrasında ise 0.31 ile 10.85 ppm arasında değişmekte olup (Çizelge 1 ve 2), Olsen ve Sommers (1982)'a göre sınıflandırıldığında toprakların tamamının düşük düzeyde fosfor içerdiği belirlenmiştir. Alınabilir potasyum içeriği incelendiğinde, bu değerlerin sulama dönemi öncesi 70.2 ile 1037.4, sonrasında ise 265.2 ile 1131.0 ppm arasında değiştiği (Çizelge 1 ve 2) ve Pizer (1967)'e göre sınıflandırıldığında toprakların tamamının çok yüksek düzeyde potasyum içerdiği belirlenmiştir.

Yöre topraklarının hacim ağırlıkları sulama dönemi öncesinde 1.28 ile 1.8 g/cm³ arasında, sonrasında ise 1.29 ile 1.83 g/cm³ arasında değişmektedir (Çizelge 1 ve 2). Hacim ağırlıklarının farklı sınırlar arasında değişmesi toprakların farklı bünye, agregasyon ve organik maddeye sahip olmalarından kaynaklanmaktadır.

3.2. Drenaj Suyu Örnekleri

Araştırma alanındaki drenaj kuyularından sulama dönemi öncesi, sulama dönemi ve sulama dönemi sonrasında alınan su örneklerinin analiz sonuçları, sırasıyla, Çizelge 3, 4 ve 5'de verilmektedir. Suların sulamaya uygun olup olmadığının belirlenmesinde anyon-katyon konsantrasyonları, tuz içeriği, pH ve sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) değerleri dikkate alınmaktadır.

Su örneklerinin pH değerleri sulama dönemi öncesi 7.63-8.48, sulama döneminde 7.15-7.96 ve sulama dönemi sonunda ise 6.96-8.05 arasında değişmektedir (Çizelge 3, 4 ve 5). Tuncay (1994), sulamada kullanılan suların pH değerlerinin 6.5-8.0 arasında olması gerektiğini, Wilcox (1948) ise pH değeri 9'dan büyük suların sulamada kullanılmasının sakıncalı olduğunu ve pH değeri 4.5'den küçük suların da verimde azalmalara neden olduğunu belirtmektedirler. Her üç yörede de pH değerleri belirlenen sınırlar arasında olup bitki yetiştiriciliği açısından olumsuz etki söz konusu değildir.

Su örneklerinin EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri

sulama dönemi öncesi 707-2388, sulama döneminde 663-2603 ve sulama dönemi sonunda ise 732-2796 arasında değişmektedir (Çizelge 3, 4 ve 5). Richards (1954)'e göre sınıflandırıldığında iki kuyu suyunun C₂, 58 kuyu suyunun C₃ ve 6 kuyu suyunun ise C₄ sınıfına girdiği görülmektedir. Bu suların devamlı sulamada kullanılması halinde tuzluluk probleminin meydana gelmemesi için düzenli bir yıkama ve özel bir toprak işleme programının uygulanması gerekir. Bitkiler çimlenme ve gelişme dönemlerinde tuza daha duyarlı olduğundan, bu dönemlerde tuz içeriği yüksek olan bu sularla sulanmamalıdır. Fazla tuzlu sular kontrollü bir şekilde kullanılmadığı takdirde topraktaki tuz birikimini ileriki yıllarda artırabilir (Bahçeci ve ark., 1981; Bahçeci, 1993).

Su örneklerinin SAR değerleri sulama dönemi öncesi 0.40-2.80, sulama döneminde 0.37-20.4 ve sulama dönemi sonunda ise 0.39-2.65 arasında değişmektedir (Çizelge 3, 4, 5).

SAR değerleri Richards (1954)'e göre sınıflandırıldığında, bir örnek hariç (Gökdere yöresinde 9 nolu kuyu), tamamının az sodyumlu sınıfa girdiği belirlenmiştir. Bu nedenle, alkalilik yönünden bir sorun görülmemektedir.

Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) değerleri sulama döneminde ve sonrasında alınan örneklerde her üç yörede de negatif olarak belirlenmiştir (Çizelge 4 ve 5). Bu da sodyum karbonatın tarımsal açıdan zararlı bir etkisinin görülmeceğini ifade etmektedir (Yurtsever ve Sönmez, 1992). Sulama dönemi öncesinde Karacahöyük köyündeki 4 nolu kuyu için anılan değer 3.55, Gökdere köyündeki 5 nolu kuyuda ise 1.24 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). RSC değerleri 2.5'den büyük olan sular siyah alkali toprakların oluşmasına neden olacağından sulamada kullanılmaları sakıncalıdır (Kanber ve ark., 1992).

Su örneklerinin %Na değerleri sulama dönemi öncesi 7.70-32.37, sulama döneminde 7.41-27.20 ve sulama dönemi sonunda ise 8.33-26.54 arasında değişmektedir (Çizelge 3, 4 ve 5).

Christiansen ve ark. (1977)'ye göre sınıflandırıldığında, her üç dönemde de tüm

Çizelge 3. Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye Köylerinin Sulama Dönemi Öncesi Gözlem Kuyularından Alınan Su Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Köy Adı	Gözlem Kuyusu	pH	EC $\mu\text{S/cm}$	SAR	RSC	Katyonlar, me/l				Anyonlar, me/l				Su Sınıfı	%Na	Bor ppm	Total Tuz ppm	Organik Madde mg/l	
						Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺¹	K ⁺¹	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²						
Karacahöyük	1	7.90	969	1.89	0.38	2.46	5.24	3.70	0.03	0	7.32	1.10	3.01	C ₃ S ₁	32.37	0.45	620	1.60	
	2	7.69	707	0.53	0.87	3.31	3.66	1.00	0.12	0	6.10	0.48	1.51	C ₃ S ₁	12.36	0.13	452	2.00	
	3	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	7.64	1123	0.89	3.55	4.51	6.88	2.13	0.08	0	7.84	1.02	4.74	C ₃ S ₁	15.66	0.16	719	1.20	
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	7.70	1021	0.73	-1.71	3.84	6.43	1.65	0.18	0	8.56	1.06	2.48	C ₃ S ₁	13.64	0.26	653	1.57	
	7	7.45	1391	0.63	-1.71	7.30	8.13	1.75	0.36	0	13.68	2.41	1.45	C ₃ S ₁	9.98	0.29	890	5.50	
	8	8.04	953	0.58	-1.71	2.67	7.56	1.30	0.13	2.72	8.34	0.54	0.06	C ₃ S ₁	11.15	0.18	610	2.08	
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	7.82	1141	0.86	0.93	3.23	7.54	2.0	0.57	0	11.70	1.17	0.47	C ₃ S ₁	14.99	0.15	730	3.24	
	12	7.57	930	0.68	-2.13	3.84	5.17	1.45	0.11	0	6.88	1.12	2.57	C ₃ S ₁	13.72	0.18	595	1.27	
Gökdere	1	7.63	1198	0.63	2.79	5.25	8.52	1.65	0.04	0	10.98	1.0	3.48	C ₃ S ₁	10.67	0.10	767	1.60	
	2	7.82	1044	0.40	-1.86	5.38	5.92	0.96	0.21	0	9.44	1.12	1.91	C ₃ S ₁	7.70	0.08	668	2.16	
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	7.75	1141	0.51	1.24	5.75	7.21	1.30	0.03	0	11.72	0.90	1.67	C ₃ S ₁	9.10	0.13	730	2.08	
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	7.91	1426	0.51	-1.01	5.95	10.22	1.45	0.09	0	15.16	1.43	1.12	C ₃ S ₁	8.19	0.18	913	4.80	
	8	8.13	1768	1.90	-3.24	4.43	14.33	5.80	0.03	1.50	14.02	1.57	7.50	C ₃ S ₁	23.59	1.12	1132	2.04	
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Osmaniye	1	8.48	2388	2.80	-3.68	1.80	21.25	9.50	0.46	2.70	16.67	9.27	4.37	C ₄ S ₁	28.78	0.15	1528	4.88	
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3	7.95	868	0.47	-2.05	2.41	6.87	1.0	0.04	0	7.23	0.58	2.51	C ₃ S ₁	9.69	0.08	556	1.32	
	4	7.93	935	0.97	-0.08	1.60	7.43	2.06	0.07	0	8.95	0.66	1.55	C ₃ S ₁	18.46	0	598	1.60	
	5	8.40	964	1.41	-0.48	1.20	7.18	2.90	0.11	1.14	6.76	0.76	2.73	C ₃ S ₁	25.46	0	617	1.52	
	6	8.17	930	0.44	-2.43	1.78	8.40	1.0	0.07	0.50	7.25	0.70	2.80	C ₃ S ₁	8.89	0	595	1.54	
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Bu dönemde gözlem kuyularından su olmadığından örnek alınmamıştır. özellikleri

Çizelge 4. Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye Köylerinin Sulama Döneminde Gözlem Kuyularından Alınan Su Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

Köy Adı	Gözlem Kuyusu	pH	EC $\mu\text{S/cm}$	SAR	RSC	Katyonlar, me/l				Anyonlar, me/l				Su Sınıfı	%Na	Bor ppm	Total Tuz ppm	Organik Madde mg/l
						Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺¹	K ⁺¹	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²					
Karacahöyük	1	7.58	889	1.56	-0.35	2.51	4.84	3.04	0.03	0	7.00	0.79	2.62	C ₃ S ₁	27.20	0.31	569	1.91
	2	7.53	750	0.63	-1.02	3.63	3.66	1.20	0.06	0	6.27	0.75	1.52	C ₃ S ₁	13.97	0.14	480	1.78
	3	7.58	964	0.63	-1.91	4.26	5.13	1.37	0.24	0	7.49	1.33	2.19	C ₃ S ₁	12.29	0.12	617	3.83
	4	7.46	1233	0.83	-3.48	5.33	7.65	2.12	0.08	0	9.50	1.10	4.58	C ₃ S ₁	13.95	0.22	789	2.24
	5	7.81	663	0.45	-0.89	3.00	3.33	0.79	0.14	0	5.44	0.42	1.39	C ₂ S ₁	10.84	0.23	425	1.72
	6	7.56	1059	0.73	-1.47	3.98	6.57	1.67	0.17	0	9.08	1.13	2.18	C ₃ S ₁	15.48	0.13	678	1.32
	7	7.46	1110	0.60	-1.60	4.48	6.89	1.42	0.36	0	9.98	1.15	2.02	C ₃ S ₁	11.25	0.21	710	5.40
	8	7.80	1005	0.58	-2.13	3.16	7.42	1.33	0.13	0.07	8.38	0.60	2.99	C ₃ S ₁	11.05	0.54	643	3.33
	9	7.83	877	1.07	-2.77	2.08	7.37	2.33	0.02	0	6.68	1.10	4.02	C ₃ S ₁	19.75	0.30	668	1.10
	10	7.48	738	0.61	-0.77	3.21	3.74	1.13	0.24	0	6.18	0.59	1.55	C ₂ S ₁	13.62	0.20	468	2.95
	11	7.69	1099	0.85	-0.20	3.15	7.34	1.95	0.49	0	10.29	0.89	1.75	C ₃ S ₁	15.11	0.31	704	3.42
	12	7.95	762	0.74	-1.85	2.29	4.74	1.37	0.12	0.22	4.96	1.03	2.30	C ₃ S ₁	16.11	0.12	488	2.54
Gökdere	1	7.47	1128	0.47	-1.68	5.28	6.51	1.14	0.14	0	10.68	0.82	1.57	C ₃ S ₁	8.66	0.09	722	6.75
	2	7.44	1184	0.47	-1.88	5.23	7.47	1.19	0.15	0.13	11.17	0.94	1.80	C ₃ S ₁	8.39	0.21	758	6.91
	3	7.32	1154	0.49	-2.76	4.78	7.75	1.24	0.15	0	9.77	1.16	2.98	C ₃ S ₁	9.09	0.16	739	2.40
	4	7.15	2603	1.48	-13.43	10.36	22.51	6.19	0.09	0	19.44	4.57	15.14	C ₄ S ₁	15.31	0.49	1666	9.98
	5	7.34	1193	0.49	-1.69	5.34	8.04	1.26	0.02	0	11.69	0.87	2.10	C ₃ S ₁	8.61	0.26	764	2.14
	6	7.33	1706	0.60	-6.02	6.79	13.07	1.89	0.10	0	13.84	2.19	5.83	C ₃ S ₁	8.69	0.43	1092	2.70
	7	7.37	1225	0.48	-2.92	5.33	8.87	1.27	0.04	0	11.29	0.89	3.33	C ₃ S ₁	8.30	0.27	784	2.01
	8	7.33	1656	1.44	-2.27	4.68	12.91	4.27	0.08	0	15.32	1.46	5.16	C ₃ S ₁	19.43	1.03	1060	2.10
	9	7.24	2713	2.04	-10.12	10.52	19.26	7.62	0.15	0	19.67	4.10	13.78	C ₄ S ₁	20.19	1.15	1736	2.13
	10	7.41	940	0.39	-1.41	3.94	6.29	0.88	0.07	0	8.82	0.58	1.78	C ₃ S ₁	7.91	0.24	602	1.11
Osmaniye	1	7.48	2423	2.37	-7.71	2.35	21.47	8.19	0.40	0.44	15.67	7.31	8.99	C ₄ S ₁	25.27	0.10	1551	14.98
	2	7.43	1600	1.80	-3.13	3.21	11.29	4.84	0.54	0	11.61	4.39	3.88	C ₃ S ₁	24.44	0.16	1024	9.22
	3	7.43	823	0.37	-1.32	2.61	6.37	0.78	0.05	0	7.65	0.50	1.65	C ₃ S ₁	7.98	0.15	527	9.33
	4	7.45	941	0.98	-0.28	1ç51	7.39	2.06	0.06	0.10	8.51	0.65	1.69	C ₃ S ₁	18.67	0.08	602	6.32
	5	7.96	924	1.03	-0.70	1.13	7.79	2.15	0.10	0.55	7.66	0.67	2.28	C ₃ S ₁	19.21	0.08	591	1.49
	6	7.74	849	0.39	-2.06	1.95	7.16	0.84	0.06	0.14	6.91	0.62	2.34	C ₃ S ₁	8.41	0.10	543	2.00
	7	7.20	962	0.37	-2.42	3.49	7.10	0.86	0.11	0	8.21	0.48	2.87	C ₃ S ₁	7.41	0.14	615	4.36

Çizelge 5. Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye Köylerinin Sulama Dönemi Sonrası Gözlem Kuyularından Alınan Su Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

Köy Adı	Gözlem Kuyusu	pH	EC $\mu\text{S/cm}$	SAR	RSC	Kasyonlar, me/l				Anyonlar, me/l				Su Sınıfı	%Na	Bor ppm	Total Tuz ppm	Organik Madde mg/l	
						Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺¹	K ⁺¹	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²						
Karacahöyük	1	7.84	857	1.32	-0.64	2.12	5.02	2.50	0.03	0	6.56	0.86	2.31	C ₃ S ₁	25.69	0.82	548	1.42	
	2	7.52	732	0.53	-1.27	5.15	1.89	1.00	0.04	0	5.77	0.70	1.61	C ₃ S ₁	12.38	0.18	469	1.12	
	3	7.32	982	0.78	-2.09	3.92	4.79	1.63	0.24	0	6.62	1.40	2.56	C ₃ S ₁	15.41	0.32	628	0.94	
	4	7.28	1190	0.86	-4.03	4.07	7.73	2.09	0.07	0	7.77	1.71	4.48	C ₃ S ₁	14.97	0.50	762	3.10	
	5	* -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	7.40	1083	0.76	-2.12	3.25	6.87	1.72	0.17	0	8.00	1.10	2.91	C ₃ S ₁	14.32	0.20	693	1.12	
	7	7.31	892	0.59	-0.03	3.33	5.58	1.25	0.33	0	8.94	0.63	0.92	C ₃ S ₁	11.92	0.30	571	3.52	
	8	7.68	1095	0.57	-1.72	2.75	8.37	1.34	0.13	0	9.40	0.62	2.57	C ₃ S ₁	10.64	0.43	701	1.76	
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gökdere	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2	7.40	1101	0.45	-1.28	3.98	5.92	1.00	0.24	0	8.62	1.11	1.41	C ₃ S ₁	8.98	0.33	705	1.90	
	3	7.07	934	0.47	-1.29	3.45	5.71	1.00	0.09	0	7.87	0.64	1.74	C ₃ S ₁	9.76	0.37	598	1.96	
	4	6.96	2796	1.50	-15.72	5.52	27.76	6.12	0.11	0	17.56	5.74	16.21	C ₄ S ₁	15.49	0.50	1789	2.29	
	5	7.18	1190	0.56	-1.42	3.45	8.17	1.34	0.01	0	10.20	0.80	1.97	C ₃ S ₁	10.33	0.40	762	1.54	
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	7.37	1190	0.56	-2.57	3.27	9.10	1.39	0.04	0	9.80	0.85	3.15	C ₃ S ₁	10.07	1.05	762	1.62	
	8	7.35	1606	1.77	-1.63	2.98	12.27	4.96	0.04	0	13.62	1.17	5.40	C ₃ S ₁	24.74	1.27	1028	1.41	
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Osmaniye	1	7.95	2499	2.65	-7.23	2.03	24.03	9.55	0.38	0	18.83	9.96	7.20	C ₄ S ₁	26.54	0.33	1599	3.44	
	2	7.70	1309	1.63	-1.44	1.86	9.62	3.90	0.16	0	10.04	2.58	2.92	C ₃ S ₁	25.10	0	838	3.56	
	3	7.67	827	0.40	-1.30	2.67	6.21	0.85	0.03	0	7.58	0.43	1.75	C ₃ S ₁	8.71	0.08	529	0.96	
	4	7.79	940	1.02	-0.19	1.98	6.89	2.14	0.04	0	8.68	0.68	1.69	C ₃ S ₁	19.37	0	602	0.80	
	5	8.05	940	1.05	-1.60	1.97	6.59	2.18	0.10	0.96	6.96	0.70	2.22	C ₃ S ₁	20.11	0	602	0.80	
	6	7.80	863	0.39	-2.34	1.81	7.47	0.85	0.07	0	6.94	0.66	2.60	C ₃ S ₁	8.33	0	552	1.08	
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Bu dönemde gözlem kuyularından su olmadığından örnek alınmamıştır.

su örneklerinin %Na açısından “mükemmel” sınıfa girdiği görülmektedir.

Su örneklerinin Bor içerikleri sulama dönemi öncesi 0.08-1.12, sulama döneminde 0.08-1.15 ve sulama dönemi sonunda ise 0.08-1.27 ppm arasında değişmektedir (Çizelge 3, 4 ve 5). Sulamada kullanılan sularda izin verilebilir Bor konsantrasyonunun 2 ppm olduğu göz önüne alındığında (Christiansen ve ark., 1977), drenaj sularının Bor içeriği yönünden bir problem oluşturmadığı görülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, Eskişehir ili merkez köylerinden Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye topraklarının sulanmasında, drenaj kuyularındaki suların uygun stratejilere göre kullanılmaları durumunda önemli miktarda ek sulama suyu kaynağı yaratabileceği anlaşılmaktadır. Ancak drenaj suyu kalitelerinin bir izleme birimi tarafından sürekli izlenmesi, yetiştirilen bitki, sulama yöntemi ve toprak tuz birikiminde meydana gelecek değişiklikleri de değerlendirerek kullanım stratejilerinin belirlenmesi uygun olacaktır.

Suyun sulamaya uygunluğunun belirlenmesinde bitki çeşidi, toprak özellikleri, iklim koşulları, tarım şekli ve suyun araziye verilmesinde uygulanan sulama yöntemleri etkili olmaktadır (Rhoades, 1983). Sulama döneminde ve sulama dönemi sonrasında, Osmaniye köyü 1 nolu gözlem kuyusunda ve Gökdere köyü 4 nolu kuyuda klor konsantrasyonları yüksek olduğundan, bu iki kuyu suyu ile yapılacak yağmurlama sulamalarda klor, yaprak absorpsiyonu ile bitkilere zararlı etki oluşturabileceğinden tava sulama yöntemi daha uygun olacaktır (Ayers ve Westcot, 1985). Klor toksisitesinin ortaya çıkabileceği dikkate alınarak klora hassas olmayan bitki türü ve çeşitleri de seçilebilir.

Osmaniye köyünde 1 nolu gözlem kuyusunda sulama döneminden önce total tuz miktarı 1528 ppm, sulama döneminde 1551 ppm, sulama döneminden sonra ise 1599 ppm; Gökdere köyünde ise 4 nolu kuyuda sulama döneminden önce kuyuda su

olmadığından örnek alınamamış, ancak sulama döneminde 1666 ppm, sulama dönemi sonrasında ise 1789 ppm olarak belirlenmiştir. Tuzluluk bakımından bu iki kuyu suyu C₃ sınıfına girmektedir. Bu kalitedeki sular genellikle sulama suyu için uygun olmayıp, Ayers ve Westcot (1985)'e göre bu su ile sulanan topraklarda tuz sorununu artırması nedeniyle sulamalarda kullanılması uygun olmayıp, zorunlu hallerde tuza çok dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılmalıdır.

Tuzlu suların dönüşümlü olarak kullanılması ile tuzun toprakta birikimi ve bitki üzerindeki zararlı etkisi azaltılabilir. Kültür bitkilerinde zararlanmalara yol açabilecek düzeyde yüksek tuz içeriklerine sahip suların kullanılması için uygulanacak sulama yönteminde, sulama programlaması (sulama aralığı ve uygulanacak su miktarı), yıkama programlaması (miktar ve zaman açısından) veya bu suların seyreltilmek veya dönüşümlü olarak kullanılması gibi stratejiler uygulanabilir.

Kaynaklar

- Akalan, İ., 1983. Toprak Bilgisi. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay. 878, 346 s.
- Anonim, 1981. Su Analiz Metotları. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bak. D.S.İ. Gn. Md., Ankara.
- Ayers, R.S. and Westcot, C.M., 1985. Water Quality for Agriculture. FAO Irri. And Drain. Paper 29. Rev. 1, FAO, 174 pp.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay. No:1196, 282 s.
- Bahçeci, İ., Tarus, C. ve Yılmaz, T. 1981. Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı Suyunun Kalitesi. Topraksu Araş. Enst. Yay. No: 77, Konya.
- Bahçeci, İ. 1993. Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı Suyunun Kalitesi ve Sulamada Kullanılma Olanakları. Topraksu Araş. Enst. Yay. No: 159, Konya.
- Christiansen, J.E., Olsen, E.C. and Willardson, L.S. 1977. Irrigation Water Quality Evaluation. J. of Irrigation and Drainage Division, ASCE, 103: 155-169.
- Çiftçi, N., Kara, M., Yılmaz, M. ve Uğurlu, N., 1995. Konya Ovasında Drenaj Suları ile Sulanan Arazilerde Tuzluluk ve Sodyumluluk Sorunları. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 471-481, Antalya.
- Çakmak, B., Aküzüm, T., Çiftçi, N., Zaimoğlu, Z., Acar, B., Şahin, M. ve Gökalp, Z. 2005. Su Kaynaklarının Geliştirme ve Kullanımı. TMMOB-ZMO VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Ankara, s191-211

- Evliya, H., 1964. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay. No:10.
- FAOSTAT, 2005. <http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>, last updated 4 April 2005.
- Hanson, B.R., 1987. A System Approach to Drainage Reduction. California Agriculture, 41(9-10): 19-24.
- Kaçar, B., 1962. Plant and Soil Analysis. Univ. of Nebraska, Lincoln, Nebraska, p. 235.
- Kanber, R., Kırdı, C. ve Tekinel, O. 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Zir. Fak. Ders Kitapları Yayın No:6, 341 s.
- Kellog, C.E., 1952. Our Garden Soils. The McMillan Co. New York.
- Moore, J. and Heffner, J.J. 1977. Irrigation with Saline Water in the Pecos Valley of West Texas. Proc. Of International Salinity Conference, Lubbock, Texas, pp. 339-344.
- Olsen, S.R. and Sommers, E.L. 1982. Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate. Methods of Soil Analysis, Part 2., 404-430, Ed.: A.L.Page, R.H. Miller, D.R. Keeney.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H., 1993. Toprak Bilimi, Ç.Ü. Zir. Fak. Yay. No: 73, 816 s.
- Pizer, N.H., 1967. Some Advisory Aspect. Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bull. No:14, 184 pp.
- Rhoades, J.D., 1983. Using Saline Waters for Irrigation: Proc. of International Workshop on Salt Affected Soils of Latin America, Maracas, Venezuela, pp. 22-52.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. USSL Agricultural Handbook No: 60, Washington D.C., pp. 160.
- Şener, S., 1993. Ege Bölgesinde Lizimetre Koşullarında Değişik Kalitedeki Sulama Sularının Pamuk Verimine ve Toprak Tuz dengesine Etkileri. K. H. Menemen Araş. Enst. Md. Yay. No: 192, Menemen.
- Thun, R., Hermann, R. and Knickmann, E., 1955. Die Untersuchung von Boden, Neumann Verlag, Berlin, pp. 48.
- Tuncay, H., 1994. Su Kalitesi, E.Ü. Zir. Fak. Yay. No: 512, 243 s.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuarları El Kitabı. KHGM, Ankara, 375 s.
- Wilcox, L.V., 1948. The Quality of Water for Irrigation Use. Tech. Bull., 962, USDA, Washington D.C., pp. 1-40.
- Wolters, W. and Bos, M.G. 1990. Interrelationship between Irrigation Efficiency and the Reuse of Drainage Water. Symposium on Land Drainage for Salinity Control in Arid and Semi-arid Regions, Cairo, Egypt.
- Yeşilsoy, M.Ş. ve Güzeliş, I., 1969. Toprakta Özgül Ağırlık ve Hacim Ağırlığı Tayin Metotları. Tar. Bak. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Tek. Yay., Sayı: 15, Ankara.
- Yıldırım, B., 1981. Eskişehir Beylikahır yöresi Tuzlu Sodyumlu ve Borlu Toprakların Islahı için Gerekli Jips, Yıkama Suyu Miktarı ve Islah Süresinin Tespiti. Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yay. No. 167, Eskişehir, 28s.
- Yurtsever, E., 1993. Drenaj Sularının Yeniden Kullanılması. Topraksu Dergisi, 1: 12-14.
- Yurtsever, E. ve Sönmez, B., 1992. Sulama Sularının Değerlendirilmesi. K.H.G.M. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Md. Yay. No: 181, 62 s.