



KONYA OVASI YÜZEYALTI DRENAJ SİSTEMLERİNDE TABANSUYU VE DRENAJ SULARININ SULAMADA KULLANILMA OLANAKLARI

İdris BAHÇECİ¹

Ali Fuat TARİ²

Nazmi DİNÇ²

¹ Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa/Türkiye

² Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Konya/Türkiye

ÖZET

Bu çalışma, yüzeyaltı drenaj sistemleriyle tuz yıkanması ile drenaj sularının çevreye olası etkilerini kestirmek amacıyla Konya Ovasında yürütülmüştür. Çalışmada, ovada seçilen iki toplayıcı drende dört yıl süre ile sulama mevsimi boyunca dren akışları ile drenaj sularının tuz yükleri belirlenmiştir. Bu suların tuz yükleri mevsime bağlı hafif artma eğilimi göstermiştir. Sulama mevsimi sonlarındaki tuz yükü artışı, bu dönemdeki sulama suyunun tuzlu olmasından ileri gelmiştir. Drenaj sularının sulamada kullanılması halinde, tuz yükünün arttığı görülmüş ancak halihazır derine süzülme kayıplarının toprakta bir tuz dengesi oluşturduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Drenaj suyu, Tuz yükü, Tuz dengesi, Yıkama oranı

THE POSSIBILITIES FOR DRAINAGE WATER REUSE UNDER CONDITIONS OF CONSTRUCTED SUBSURFACE DRAINAGE SYSTEMS IN KONYA PLAIN

ABSTRACT

This study was conducted to estimate the probable effects of the subsurface drainage systems on salt leaching and environmental in Konya Plain. It was monitored and determined drain flows and salt loads of two collector drain along irrigation season for four years. Salt loads in drainage water increased lightly at the end of the irrigation season because of the drainage and ground waters that have high salinity content was used in irrigation. It was revealed that drainage water salinity varied irrigation water salinity that used in irrigation. When drainage water used in irrigation the present deep percolation will be enough to enable the suitable salt balance in soil profile.

Keywords: Drainage water, Salt load, Salt balance, Leaching ratio

GİRİŞ

Drenaj sistemleri sürdürülebilir bir tarımsal üretimin sağlanması için inşa edilirler. Bu amaca, değişen toprak, bitki, su ve iklim koşullarının tümünü göz önüne alan ve toprakta uygun su ve tuz dengesi sağlayan sistemlerin tasarlanması ve inşa edilmesiyle ulaşılabılır. Toprakta uygun bir su ve tuz dengesi için fazla suyun uygun zamanda ve uygun bir sistemle kök bölgesinden uzaklaştırılması gerekir. Ancak, fazla su topraktan uzaklaştırılırken aynı zamanda, kısa süreli kurak dönemlerin de göz önüne alınması gerekir. Aksi takdirde, fazla sudan ileri gelenlerden daha çok, su eksikliği nedeniyle ürün kayıpları olabilir. Sulanan alanlarda aşırı drenaj, su uygulama etkinliğinin düşmesine, su yetersizliğine ve dolayısıyla drenaj suyunun sulamada yeniden kullanılmasına neden olur.

Drenaj sularının genellikle daha fazla tuz içermesinden dolayı bu uygulama, beklenen aksine tarımsal alanlara tuz taşınmasıyla sonuçlanır. Evans ve ark. (1987) su tablası yönetim sistemlerinin dikkatli bir şekilde planlanıp yönetilmesiyle su kalitesinin iyileştirilebileceğini bildirilmektedir.

Geleneksel horizontal kil künk ve borulu drenaj sistemlerinde dren akışlarını denetleme olanağı yoktur. Bu yüzden aşırı drenajı önlemek için bazı bölgelerde çiftçilerin dren çıkışlarını bez parçaları, taş ve çamurla tıkayarak aşırı drenajı önlemeye çalıştıklarına

rastlanır. Bu yüzden son yıllarda geliştirilen kontrollü drenaj ve sığ drenaj düşüncesi, aşırı drenajın önlenmesini ve bitkilerin yer altı suyundan daha fazla yararlanmasını amaçlamaktadır. Böylece, hem kuraklığın zararı en az düzeye indirilerek, drenaj kanallarına akan suların yeniden kullanımını nedeniyle ortaya çıkan enerji kullanımı önlenmiş olacak ve hem de drenaj suyunun ve diğer çözünebilir maddelerin alıcı ortamlara boşalımı azaltılmış olmaktadır. Dünyada yapılan bir çok çalışma bitkilerin taban suyundan önemli düzeyde yararlandığını göstermiştir.

Su tüketiminin pik düzeylere ulaştığı dönemlerde bitkilerin taban suyundan yararlanmasının daha az sulama suyuna gereksinim duyulacağını, bu yüzden denetimli drenaj sistemlerinin uygulanmasına yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Namken ve ark., (1969)'nın yaptığı lizimetre çalışmalarında pamuğun su ihtiyacının %60'ını 0.9 m derinlikte ve tuzluluğu EC=1.6 dS m⁻¹ olan yer altı suyundan sağladığını, Hutmacher ve ark. (1996) ise, pamuğun 1.1 m derinlikteki taban suyunun tuzluluğunun 15 dS m⁻¹ kadar artmasının su alımını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Grimes ve Hendersen (1984), tarla çalışmalarında sığ tuzlu taban suyu kullanımının derinliğin ve tuz içeriğinin bir fonksiyonu olduğunu ve yoncanın % 14-45, pamuğun %27-60 arasında su alımını taban su-

yundan karşıladığını bildirmektedirler. Kruse ve ark. (1985) lizimetlerde yaptığı bir çalışmada, mısırın su ihtiyacının yaklaşık %55'ini tuzluluğu 6.0 dS m^{-1} ve derinliği 0.6 m olan taban suyundan sağladığını, Meyer ve ark. (1996) ise, Yoncanın 0.6 m derinlikte tutulan taban suyundan, su tuzluluğuna ve toprak tipine bağlı olarak, ihtiyacının %13-55'ini sağladığını belirtirken, ince bünyeli topraklarda ve tuzlu yer altı suyundan yararlanma oranının düşük olduğunu, $EC_{gw}=1.6 \text{ dS m}^{-1}$ iken %22-55, $EC_{gw}=12.0 \text{ dS m}^{-1}$ olduğunda ise yararlanmanın %13-25 azaldığını belirtmektedirler.

Tuzlu drenaj ve yer altı sularının sulamada kullanılmasının yaygınlaşması ve üretimde olumlu etkisi göz önüne alınarak, bir çok sulama sisteminin projelendirilmesinde drenaj sularını sisteme geri verecek yapılara yer verilmeye başlanmıştır. Mısırdaki Nil deltasında, Hindistanın Haryana eyaletinde tuzlu yeraltı ve drenaj suları kullanılmaktadır.

Sing ve Narain (1980), Haryana Eyaletinde elektriksel iletkenliği 8 dS m^{-1} 'ye ulaşan sularla sulama yapıldığını, Moore ve Hefner, (1977) Batı Teksas'taki Pecos Valley'de ortalama tuzluluğu 3.9 dS m^{-1} olan sularla 30 yıl süresince 81 000 hektar tarım arazisinin başarılı bir şekilde sulandığını bildirmektedirler.

Kök bölgesinde etkili bir tuz denetimi sağlamak için drenlerin derin döşenmesi dünyada ve ülkemizde yaygın bir uygulamadır. Bu aynı zamanda daha geniş dren aralıkları yaratır. Böyle bir uygulama ekonomik olarak uygun olabilir. Ancak bu, aşırı drenaj yanında, alt toprak katmanlarında depolanmış tuzların radyal akışla yüzeye taşınmasına neden olabilir.

Drenaj sistemi ile aşırı miktarda tuz boşalması durumunda, su sıkıntısı çekilen bölgelerde, özellikle su kullanımının pik olduğu dönemlerde, drenaj sularının sulamada tekrar kullanılması nedeniyle topraklar ikincil bir tuzlanma ile karşı karşıya kalabilirler. Bu nedenle ele alınan bu çalışmada, Konya Ovasında kurulan yüzeyaltı drenaj sistemlerinde değişik toplayıcı ve emicilerde oluşan dren akışlarının tuz yükü izlenerek alıcı ortamlara olası etkileri kestirilmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Araştırma yeri

Araştırma, Konya Ovası'nda yürütülmüştür. Orta Anadolu da yer alan ova kapalı havza niteliğinde olup, ikinci dereceden alt havzaları içerir. Bunlardan biri, araştırmanın yürütüldüğü Konya-Çumra Ovası olup, 280 000 hektarlık yüzey alanında ve denizden ortalama 1000 m yükseklikindedir (TOPRAKSU 1978). İzlenen drenaj sistemleri çiftçi arazisinde kurulmuş olup, Konya-Çumra Ovasında bulunan Karkın Kasabası arazisinde bulunmaktadır (Şekil 1).

Araştırma yerinin su kaynakları ve sulama durumu

Konya Ovası Sulama Şebekesi devlet tarafından yaptırılan ilk sulama sistemidir. Ovanın yerüstü su

kaynaklarını, Beyşehir Gölü ve Çarşamba Çayı suları oluşturur. Çarşamba Çayının ilkbahar taşkın suları Apa Barajı tarafından tutularak sulama suyu olarak kullanılır. Beyşehir Gölünden sulama suyu olarak kullanılan su miktarı 441 500 000 m^3 tür. Apa barajından alınan sulama suyu miktarı ise 150 493 800 m^3 dür. Bu sulama suyu ile şebeke sahasında sulanabilecek arazi toplamı 86 bin hektardır. Halihazırda sulanan alan ise 65 000 hektar dolayındadır (DSİ, 1998).



Şekil 1 Araştırma yerinin coğrafi konumu

Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Konya Ovası, yazları sıcak ve kurak, kışları, soğuk ve kar yağışlı geçen bir iklime sahiptir. Çok yıllık verilere göre, en yüksek sıcaklık Temmuz ayında $39.9 \text{ }^\circ\text{C}$, en düşük sıcaklık Ocak ayında, $-26.8 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak Ocak ayında, en düşük oransal nem % 52 olarak Temmuz ayında ölçülmüştür. Ortalama yıllık yağış ise 317.7 mm , yıllık ortalama buharlaşma 1005.9 mm 'dir (Çizelge 1).

Çizelge 1 Konya-Çumra Meteoroloji İstasyonu uzun yıllık ortalama iklim değerleri (DMI, 2001)

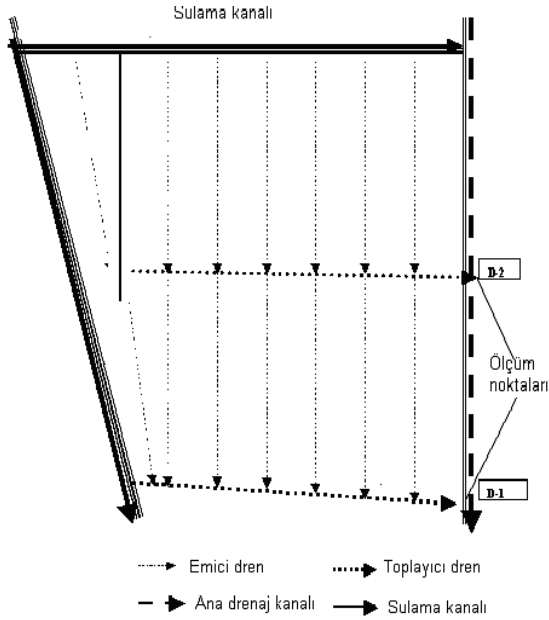
Aylar	Sıcaklık ($^\circ\text{C}$)	Oransal nem (%)	Yağış (mm)	Rüzg. hızı (m/s)	Buharlaşma (mm)
1	-0.1	78	35.3	0.9	-
2	1.3	74	28.4	1.1	-
3	5.3	67	33.1	1.1	-
4	10.9	61	38.4	1.2	86.2
5	15.6	61	38.8	0.8	128.3
6	19.6	57	19.8	0.9	172.4
7	22.5	52	5.5	1.0	209.5
8	21.8	53	4.6	0.7	190.9
9	17.4	56	5.3	0.6	138.0
10	11.9	65	33.8	0.5	68.2
11	6.1	72	32.4	0.8	12.4
12	2.1	78	42.3	0.8	-
Yıllık	11.2	64.0	317.7	0.9	1005.9

Drenaj sisteminin özellikleri

Konya ovasında kıvrımlı plastik dren boruları lazer denetimli trençerlerle arazinin eğimine göre, aralıkları 55-175 m, derinliği 1.5-1.6 m olacak şekilde döşenmiştir. Emici dren boru çapları genellikle 100 mm ve uzunlukları 300-400 m'dir. Ancak açık toplayıcı kanallara bağlanan tek emicilerde ise emici dren uzunlukları arazinin yapısına göre 500-800 m arasında,

boru çapları ise emici uzunluklarına bağlı olarak 80-160 mm arasında değişmektedir.

Denemenin yürütüldüğü alanda emici boru çapı 100 mm, uzunlukları ortalama 370 m ve dren derinlikleri 1.40-1.60 m arasındadır. Test alanındaki sistemin konumu Şekil 2'de, kimi özellikleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2 Karkın'daki deneme alanına ilişkin drenaj sistemi ile ölçüm ve gözlem noktaları

Filtre malzemesi olarak, boru çevresine ortalama 75 mm kalınlığında kum-çakıl yerleştirilmiştir. Emicilerin toplayıcılarla birleştiği noktalara silt bacaları konularak, toprakla kapatılmıştır. Ayrıca, siltasyonu temizlemek için her 250-300 metrede bir kör tıpalı boru yerleştirilmiştir.

Çizelge 2 İzlenen yüzeyaltı drenaj sisteminin bazı özellikleri

Dren aralığı (m)	100
Dren derinliği (m)	1.5
Emici uzunluğu (m)	350-400
Toplayıcı tipi	PVC boru
Emici çapı (mm)	100
Emici eğimi (m/m)	0.0005-0.001
Toplayıcıların eğimi (m/m)	0.00025-0.002
Hendek genişliği, (m)	0.36
Zarf materyali cinsi	Kum çakıl
Zarf materyali uygulama şekli	Borunun her tarafına

Araştırma yeri toprak özellikleri

Araştırma yeri toprakları alüvial olup A ve C horizonuna sahiptir. Akarsu ve göl orijinli depozitlerin oluşturduğu ve değişik zamanlarda gelen sedimantasyonun durumuna göre profillerinde katmanlaşma bulunan genç ve derin topraklardır. Özel bir iklime ve doğal bitki örtüsüne sahip değildirler (TOPRAKSU 1978).

Çizelge 3 Sulamada kullanılan suların bazı kimyasal özellikleri

	Beyşehir Gölü	Kuyu 1	Kuyu 2	Dren 1 (D1)	Dren 2 (D2)	
pH	7.3	7.5	7.6	7.0	7.6	
EC(dS/m)	0.400	1.825	1.311	1.230	1.027	
LR	0.066	0.369	0.245	0.227	0.184	
Kanyonlar	Ca	2.10	4.06	2.83	4.77	2.58
	Mg	1.25	7.85	7.17	5.68	5.18
	Na	0.50	5.06	5.47	0.66	1.78
	K	0.01	0.98	0.01	0.06	0.78
Anyonlar	CO ₃	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
	HCO ₃	2.27	7.55	5.92	9.31	6.13
	Cl	0.42	1.53	1.40	1.15	0.90
	SO ₄	1.17	8.86	8.15	0.71	3.28

Analiz ve değerlendirme yöntemleri

Drenaj suyunun tuzluluğu sulama mevsimi boyunca taşınabilir bir EC metre ile arazide ölçülmüştür. Elde edilen veriler, su tablası derinliği, sulama ve yer altı suyu tuzluluğu ile ilişkilendirilmiş ve grafik olarak gösterilmiştir. Drenaj suyu tuzluluğunun zamansal değişimi, ortalama ve medyan değerlerinin değişim aralıklarının %95 olasılıklı güven sınırları hesaplanmıştır.

Drenaj Oranı ve yıkama gereksinimi

Drenaj oranı (DF) drenaj suyu derinliği (D), sulama suyu (I), yağış (P) ve topraktaki mevcut nem (AW) toplamına oranı olup, Causape ve ark. (2004) tarafından verilen Eşitlik 1 yardımıyla belirlenmiştir. Uzun dönemde toprak nem içeriğindeki değişimin önemsiz olduğu varsayılmıştır.

$$DF = (D / (I + P + AW)) \times 100 \quad (1)$$

Yıkama gereksinimi (LR), kök bölgesinde tuzluluğun 4 dS m⁻¹ den fazla olmaması varsayılarak Eşitlik 2 yardımıyla hesaplanmıştır (ILRI, 1994).

$$LR = EC_{iw} / (f(2EC_e - EC_{iw})) \quad (2)$$

Eşitlikte EC_{iw} sulamada kullanılan suyun tuzluluğu dSm⁻¹, EC_e, izin verilen drenaj suyu tuzluluğunu dSm⁻¹, f yıkama randımanını, % göstermektedir.

Hesaplamalar sonunda drenaj oranı ve yıkama gereksinimi karşılaştırılarak toprak tuzluluğundaki olası değişim kestirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, deneme süresince kök bölgesi tuzluluğu izlenerek araştırma sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

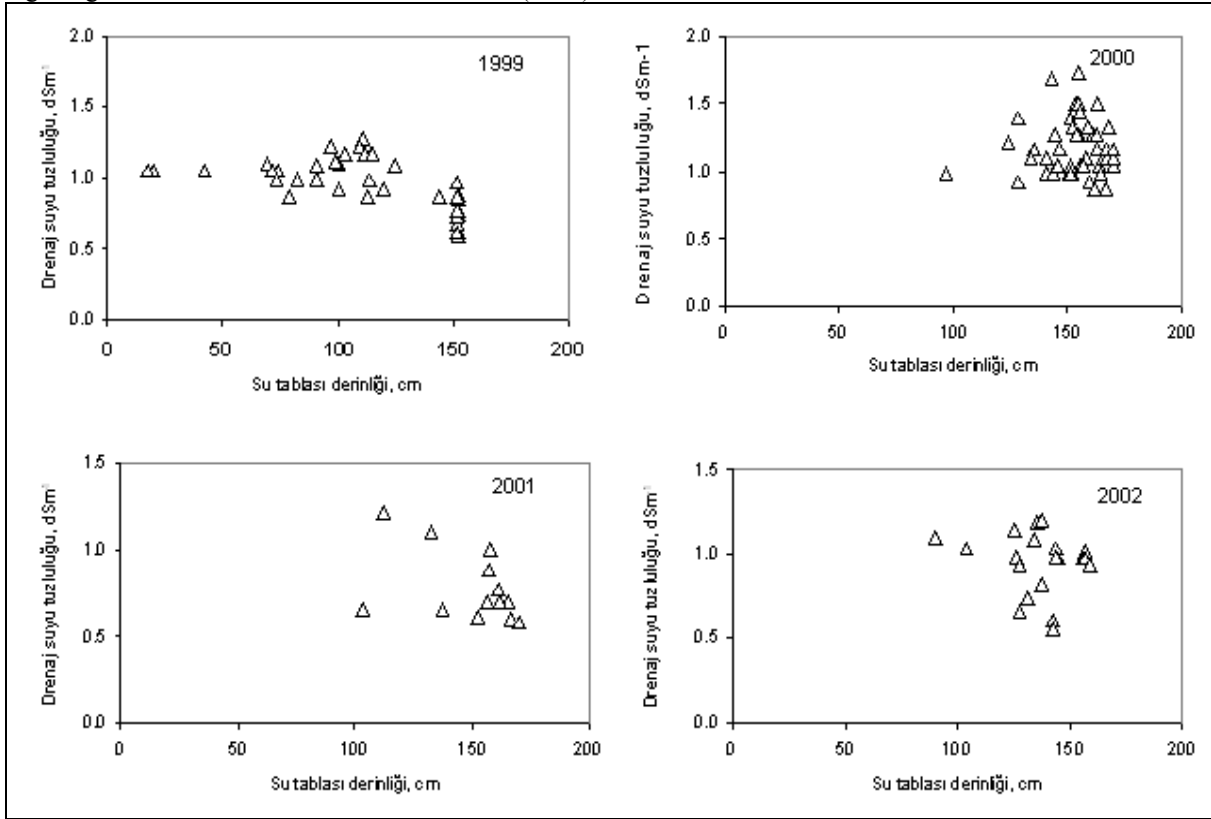
BULGULAR VE TARTIŞMASI

Drenaj suyunun kalitesi

Sulama mevsiminde iki emici dren hattının orta noktasında taban suyu düzeyleri 50-170 cm, drenaj suyunun tuz içeriği 0.6-2.0 dS m⁻¹ arasında değişmiştir (Şekil 3). Su tablası derinliği ile drenaj suyu tuz yükleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Aynı su

tablası derinliklerinde oluşan drenaj sularının farklı düzeylerde tuz içerdiği görülmüştür. Bu durum drenaj suyunun kalitesinin taban suyu derinliğine bağlı olmadığını göstermektedir. Christen ve Skehan (2001)

radyal akışla tuzlu yer altı sularının drenaj suyuna karışabileceğine ve tuzluluğunun 15-40 kat artabileceğini deyinmişlerdir.



Şekil 3 Su tablası derinliği ile drenaj suyu tuzluluğu arasındaki ilişkiler

Dren akışlarının zamansal değişimleri ve drenaj suyu tuz içeriklerinin mevsim boyunca değişimi Şekil 4'te gösterilmiştir. Anılan şekilde görüldüğü gibi, dren akışları buğday yetiştirilen yıllarda ilkbaharda oluşurken, şeker pancarı ekilen yıllarda yaz boyunca devam etmiştir.

Sistemin izlendiği 4 yıl boyunca, drenaj suyunun tuzluluğu mevsim sonlarına doğru hafifçe artış eğilimi göstermiştir. Drenaj suyunun kalitesi sulama suyunun kalitesine bağlı olup, değişen sulama suyu kalitesi drenaj suyunun kalitesini de etkilemiştir.

Drenaj kanallarındaki suların kalitesi ise bu suların sulama suyu ile karışma oranına bağlı olarak değiştiğinden, bu suların tuz içeriklerinin zamansal ve yersel değişkenliği oldukça yüksektir. Tüm yıllar ele alındığında en düşük tuzluluğun 2001 yılında, en yüksek tuzluluğun ise 2002 yılında olduğu görülmektedir.

Yıllara göre ekim deseni ilk yıl buğday sonraki yıllar sırayla şekerpancarı, buğday ve fasulye olup drenaj suyu tuzluluğu yıllara göre, D1 ve D2 toplayıcılarında ortalama 1.239 ve 0.939 dS m⁻¹, 1.310-1.110, 0.687-0.811 ve 1.359-1.239 dSm⁻¹dir. Tuz içeriklerinin medyan değerleri ortalama değerlerden daha yüksektir.

Drenaj sularının tuz değişim aralıklarını belirlemek için, izlenen iki toplayıcının drene ettiği drenaj suyunun ortalama ve medyan tuz değerleri ile bunla-

rın %95 olasılıklı alt ve üst sınırları Çizelge, 4'te gösterilmiştir. Anılan suların deneme alanında kullanılma oranları yıllara göre değişmekle birlikte, ilkbaharda buğday sulamalarında genellikle Beyşehir Gölü suları, yaz döneminde ise şeker pancarı ve sebze sulamalarında yer altı ve drenaj suları kullanılmaktadır.

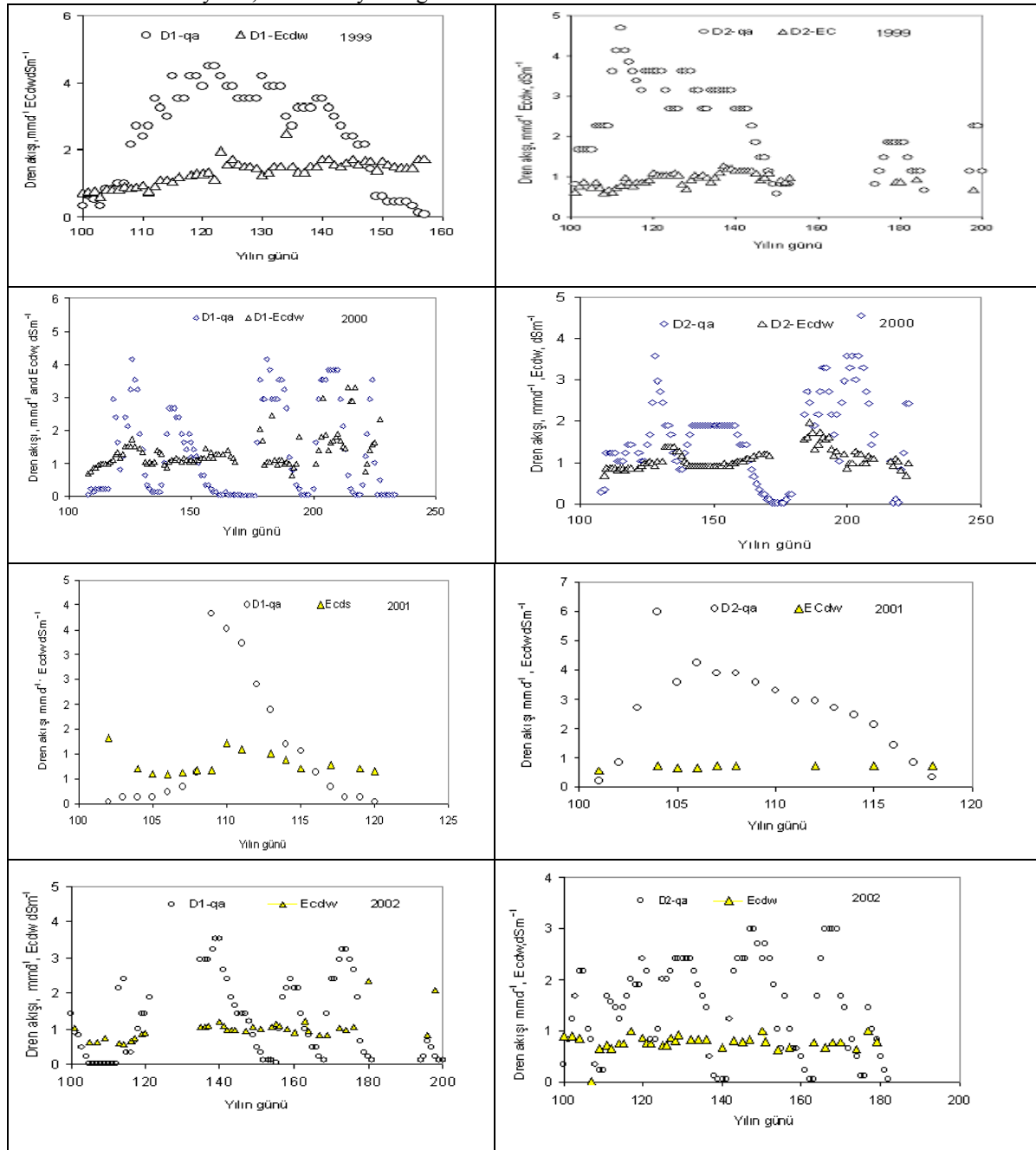
Anılan çizelgedeki veriler kullanılarak hesaplanan yıkama oranlarının %95 olasılıklı değerleri %11 ile %28 arasında bulunmuştur (Çizelge 5). Ortalama ve medyan değerleri göz önüne alınarak hesaplanan yıkama oranları oldukça yakındır.

Hesaplanan yıkama oranları ile test alanında oluşan veya gerçekleşen yıkama oranları birbirine oldukça yakındır. Görüldüğü gibi, drenaj sularının sulamada kullanılması durumunda oluşan derine süzülme kök bölgesinden tuz yıkanması için yeterli düzeydedir. Toprak tuzluluğunun durumu bunu doğrulamaktadır. Dört yıllık bir dönem içinde kök bölgesi tuzluluğundaki değişim önemsiz düzeydedir (Şekil 5).

Başlangıçta 2 dS m⁻¹ nin biraz üzerinde olan kök bölgesi tuz içeriği, 4 yıl sonra sulama mevsimi sonunda 1.5 dS m⁻¹ nin altına düşmüştür. Sulama mevsiminin sonundaki bu azalış, yüzeyaltı drenajın tuz yıkanmasındaki etkinliğini göstermektedir. Başka bir

değişle sulamalar kök bölgesinden tuz yıkanmasına neden olmaktadır. Böylece, sulama suyu ile gelen tuz

drenaj sistemi ile uzaklaşarak bir denge oluşmaktadır.



Şekil 4 Dren akışlarının ve drenaj suyu tuzluluğunun mevsim boyunca değişimi

Çizelge 4 Test alanında ekim deseni ve drenaj suyunun tuzluluğunun değişimi

Yıllar	Ekim deseni	Ortalama	Güven aralığı %95		Medyan	Güven aralığı %95	
			Alt	Üst		Alt	Üst
1999 D1	Buğday	1.239	1.146	1.331	1.319	1.090	1.465
1999 D2		0.939	0.888	0.978	0.923	0.868	0.989
2000 D1	Şekerpancarı	1.310	1.208	1.412	1.159	1.101	1.275
2000 D2		1.110	1.053	1.165	1.043	0.985	1.101
2001 D1	Buğday	0.687	0.646	0.727	0.721	0.665	0.781
2001 D2		0.811	0.680	0.943	0.700	0.656	0.958
2002 D1	Fasulye	1.359	1.235	1.484	1.159	1.101	1.275
2002 D2		1.239	1.400	1.340	1.319	1.090	1.465

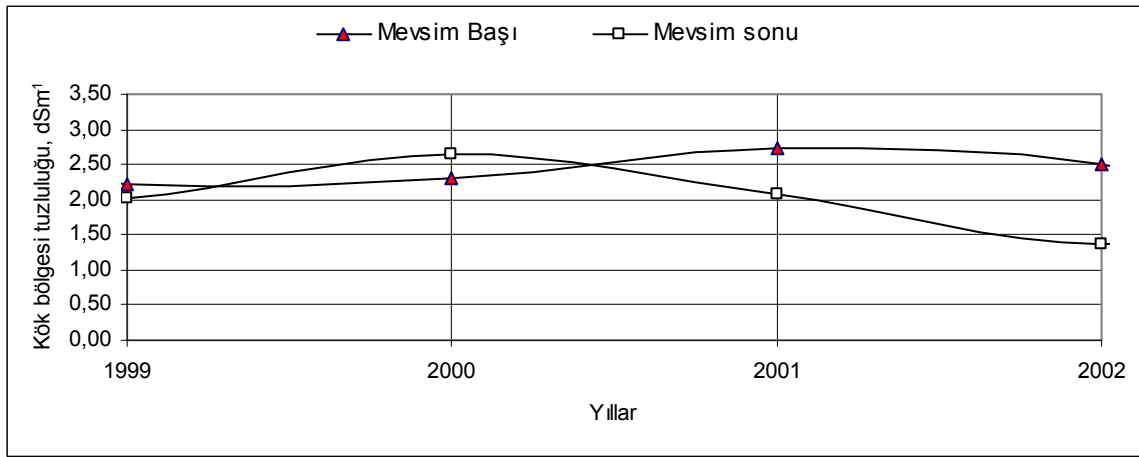
Çizelge 5 Drenaj sularının sulamada kullanılması halinde ortalama ve medyan tuz değerleri için hesaplanan gerekli yıkama ihtiyacı (LR) oranları

Yıllar	Ekim deseni	Ortalama LR	Güven aralığı, %95		Median	Güven aralığı, %95	
			Alt	Üst		Alt	Üst
1999 D1	Buğday	0.23	0.21	0.25	0.25	0.20	0.28
1999 D2		0.17	0.16	0.17	0.16	0.15	0.18
2000 D1	Şekerpancarı	0.24	0.22	0.27	0.21	0.20	0.24
2000 D2		0.20	0.19	0.21	0.19	0.18	0.20
2001 D1	Buğday	0.12	0.11	0.12	0.12	0.11	0.14
2001 D2		0.14	0.12	0.17	0.12	0.11	0.17
2002 D1	Fasulye	0.26	0.23	0.28	0.21	0.20	0.24
2002 D2		0.23	0.27	0.25	0.25	0.20	0.28

Deneme alanında su dengesi

Araştırma yılları için belirlenen su dengesi bileşenleri Çizelge 6'da gösterilmiştir. Yıllara göre yağış 176.5-391.1 mm, sulama suyu 272-708 mm,

drenaj suyu 36.6 mm ile 171.6 mm, ve drenaj oranı 0.057-0.278 arasında değişirken, drenaj suyunun sulama suyuna oranı 0.13-0.39 arasında değişmiştir (Çizelge 6).



Şekil 5 Deneme alanında kök bölgesi tuzluğunun zamansal değişimi

Sulamada kullanılan Beyşehir Gölü suyu, kuyu suları ve drenaj suları için yıkama oranları $LR = \frac{EC_{iw}}{(f(2EC_e - EC_{iw}))}$ eşitliği ile hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 6). Eşitlikte yıkama

etkinliği $f=0.7$ (Bahçeci ve ark., 2006) EC_e değeri ise bir çok bitkinin zarar görmeyeceği bir değer kabul edilen 4.0 dSm^{-1} olarak alınmıştır.

Çizelge 6 Deneme alanında yıllara göre belirlenen su dengesi

Su kaynağı	1999	2000	2001	2002	Ortalama
Sulama suyu, mm	440	708	272	279	425.8
Yağış, mm	176.5	391.1	375.3	386.1	332.5
Sulama+yağış, mm	616.5	1099.1	647.3	665.1	757.0
Bitki su tüketimi, mm	520	894	520	490	681.6
Drenaj suyu, mm	171.6	167.6	36.6	109.3	121.3
Drenaj suyu / sulama suyu	0.39	0.24	0.13	0.39	0.29
Drenaj oranı	0.278	0.152	0.057	0.167	0.16

$$LR_{iw} = 0.4 / (0.7(2 \times 4.0 - 0.4)) = 0.075$$

$$LR_{K1} = 1.825 / (0.7(2 \times 4 - 1.825)) = 0.42$$

$$LR_{K2} = 1.311 / (0.7(2 \times 4 - 1.311)) = 0.28$$

$$LR_{D1} = 1.230 / (0.7(2 \times 4 - 1.230)) = 0.26$$

$$LR_{D2} = 1.027 / (0.7(2 \times 4 - 1.027)) = 0.21$$

Görüldüğü gibi, uygun bir tuz dengesi sağlayan yıkama oranları Beyşehir gölü suyu için 0.075, kuyu suları için 0.42-0.28 ve drenaj suları için 0.218-0.26 arasında değişmektedir.

Yüzeyaltı drenaj ile gerçekleşen drenaj oranları, hesaplananlarla kök bölgesi tuzluluğunu hali hazır

ovada yetişen bitkiler için uygun bir düzeyde tutacak düzeydedir (Çizelge 6).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Belirlenen yıkama oranları ana sulama suyu kaynağı olan baraj suyu için yüksek, yer altı ve drenaj suları için hesaplanan değerlere ise yakındır. Dört yıllık izleme sonunda oluşan tuz dengesi Şekil 4'te görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre; mevcut bitki ekim deseni ile tarımsal uygulamaların devam etmesi halinde ve yağış dağılımında uzun dönemde olası kapsamlı değişimler dışında, Konya ovasında toprak tuz içeriğinde önemli bir değişimin olması düşük bir olasılık olarak görülebilir.

Baraj ve Beyşehir gölü sulamaları sırasındaki düşük sulama etkinliği ve aşırı drenaj su kaynaklarının hızla tükenmesine dolayısıyla drenaj ve yeraltı suyu kullanım oranlarının artmasına neden olmaktadır. Mevcut yüzey altı drenaj sistemi ile tarımsal sürdürülebilirliğin güvencede olduğu, ancak aşırı drenajın kurak yıllarda su eksikliğine, dolayısıyla ürün azalmalarına neden olabileceği gözden uzak tutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Bahçeci İ., Dinç N., Tarı A.F., Açar A.İ. Sönmez B. 2006. Water and salt balance studies, using Salt-Mod, to improve subsurface drainage design in the Konya-Çumra Plain, Turkey Agricultural Water Management 85(2006) 261-271
- Causape, J. Quilez, D., Arague, R. 2004. Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin level I. Irrigation quality Laboratorio de Agronomía Medio Ambiente (DGA-CSIC), Centro de Investigacion y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (Diputacion General de Aragón), Unidad de Suelos y Riegos, Apdo. 727, 50080-Zaragoza, Spain Accepted 28 June 2004
- Christen E., ve Skehan, D. 2001. Design and management of subsurface horizontal drainage to reduce salt loads. American Society of Civil Engineers J. Irrig. and Drain. Engrg., V: 127 3 148-155
- DSİ, 1998. Devlet Su İşleri Konya Bölge Müdürlüğü Yıllık izleme ve değerlendirme raporu, Konya
- DMİ., 2001. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Çumra Rasat Parkı Kayıtları, Konya.
- Evans, R.O., Skaggs, R.W. 1987. Operational and Management Guidelines for Water Table Management Systems in North Carolina, Proceedings 3rd International Workshop on Land Drainage, Columbus, Ohio
- Grimes, D.W. ve Henderson, D.W. 1984. Developing the resource potential of a shallow groundwater. California Water Resources Bulletin, 188, August.
- Hutmacher, R.B., J.E. Ayars, S.S., Vail, A.D., Bravo, Dettinger, D. ve Schoneman, R.A. 1996. Uptake of shallow groundwater by cotton: growth stage, groundwater salinity effects in column lysimeters. Agricultural Water Management, 31:205-223.
- ILRI, 1994. Drainage Principles and Applications, (ed:Ritzema, HP), ILRI Publication 16., International Institute of Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen, The Netherlands National Research Council. 1989. Irrigation-Induced Water Quality Problems, National Academy Press, Washington, D.C., 157 p.
- Kruse, E.G., Young, D.A ve Champion, D.F. 1985. Effects of saline watertable on corn irrigation, P. 444-453 IN C.G. Keyes and T.J. Ward (ed.) Development and Management Aspects of Irrigation and Drainage systems. [Proceedings of Specialty Conference ed.]. ASCE, New York.
- Meyer, W.S., White, B. ve Smith, D. 1996. Water use of lucerne over shallow watertables in Australia, Proceedings of International Conference, Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, Nov.3-6, 1996, San Antonio, Texas, Ed. C.R. Camp, E.J. Sadler, R.E. Yoder, ASAE. Joseph, MI, p:1140-1145.
- Moore J. and Hefner J.J. 1977. Irrigation with saline water in the Pecos Valley of West Texas. Proc. Internal. Salinity Conf. Managing Saline Waters for Irrigation. Texas Tech. Univ., Lubbock, Texas, pp. 339-344
- Namken, L.N., C.L., Weigand, ve R.O., Brown, (1969). Water use by cotton from low and moderately saline static watertables. Agronomy Journal, 61:305-310.
- Sing, B. and Narain, P., 1980. Effect of the Salinity of Irrigation Water on Wheat Yield an Soil Properties R.B.S.Coll. Bichpuri Agra 283205 U.P.INDIA Indian Journal of Agric. Sciens
- TOPRAKSU, 1978. Konya Kapalı Havzası Toprakları. Topraksu Gen. Müd. Yayınları Toprak Etüd ve Haritalama Dairesi, 120s, Ankara.