

Harran ovasında sulama, drenaj ve toprak tuzluluğu etkileşimi

Barış BAHÇECİ¹

¹ Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Adana

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: baris_bahceci@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-9693-0653

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2019/36(2):183-191
doi: 10.16882/derim.2019.552382

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 11.04.2019
Kabul Tarihi/Accepted: 22.08.2019



Öz

Bu çalışmada, Harran ovasında drenaj sularının sulamada kullanılmasının toprakta su ve tuz dengesi üzerine olası etkileri irdelenmiştir. Ovadaki açık drenaj kanal sularının, yüzeyaltı drenaj sularına göre daha az tuz içerdiği ve mevsim sonuna doğru tuz içeriklerinin azaldığı görülmüştür. Drenaj sistemleri kurulu alanlarda sulama mevsiminde, su tablası düzeyi genellikle 140-160 cm derinlikte seyretmektedir. Bu koşullarda SaltMod bilgisayar modeli, kök bölgesi tuzluluğunun, 3 yıl içinde 7.0'den 3.0 dSm⁻¹'ye, 10 yıl içinde ise 1.5 dSm⁻¹'ye düşeceğini, ayrıca tuzluluğu EC=1.5 dSm⁻¹'ye kadar olan sularla yapılan sulamaların toprak tuzluluğunda azalışa, EC=2.5-3.0 dS m⁻¹ ve daha fazla olanların ise toprak tuzluluğunda artışa neden olacağını öngörmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sulama; Drenaj; Tuzluluk; Tuz dengesi; Harran Ovası

Interaction of irrigation, drainage and soil salinity in Harran Plain

Abstract

In this study, the possible effects of the use of drainage waters for irrigation to water and salt balance on the soil were investigated in Harran plain. It was observed that open drainage channel waters in the plain had less salt content than subsurface collector drain pipe waters and EC values decreased towards the end of the season. Field observations have shown that existing drainage systems allowed the water table remain at 140-160 cm deep during the irrigation season. In these conditions, the SaltMod computer simulation model predicted the salinity level of the root zone would decrease from 7.0 dS m⁻¹ to 3.0 dS m⁻¹ in 3 years and to 1.5 dS m⁻¹ within 10 years. The model also showed that irrigation waters with an EC value of 1.5 dSm⁻¹ would not cause a change in soil salinity, while irrigation waters with 2.5-3.0 dSm⁻¹, and more would cause an increase in soil salinity.

Keywords: Irrigation; Drainage; Salinity; Salt balance; Harran Plain

1. Giriş

Tarımsal sürdürülebilirlik bakımından bazı olumsuzluklar taşısına da, sulu tarım alanlarının artması ve küresel ısınma nedeniyle, dünyanın birçok yerinde tuzlu sular ve drenaj suları sulamada kullanılmaktadır (Rhoades, 1998; Rhoades, 1999). De-Malach vd. (1978) Tunus, Hindistan ve İsrail'de tuzlu yeraltı sularının, uzun zamandan beri kullanıldığını, Sing ve Narain (1980), buğday ekili alanlarda, elektriksel iletkenliği 8.0 dS m⁻¹ olan sularla sulama yapıldığında, verimdeki azalmaların önemsiz olduğunu, Gupta ve Pawha (1981), mevsimlik yıkamalar sayesinde tuzlu suların toprakta aşırı tuz biriktirmeden, sulamada uzun süre kullanılmasını sağladığını bildirmiştir. Boumans vd. (1988), Hindistan'ın Haryana Eyaletinde elektriksel iletkenliği, 8.0 dSm⁻¹'ye kadar ulaşan sularla yaklaşık 100 000 ha alanın

yıllardır sulandığını, Bahçeci (1993), Konya Ovası'nda drenaj suları ile yapılan sulamaların, toprak geçirgenliğinin iyi ve su tablasının derin olması halinde önemli bir tuz birikimine neden olmadığını belirtmektedirler. Ayrıca, Mısır'da tuzlu drenaj sularının tuz içeriklerine bağlı olarak Nil Nehri sularıyla karıştırılarak kullanılmasının önerildiği, İsrail de yıllardır tuzlu sularla sulama yapıldığı bilinmektedir (FAO, 1992).

Kijne (2005), aşırı sulamanın, yüksek su tablasına, kurak ve yarı kurak arazilerin doğal tuz kalıntılarının taşınmasına yol açacağını belirtmektedir. Bu yüzden, sulanan alanlarda tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için, tuzlar bitki köklerinin ulaşamayacağı bir derinlikte tutulmalıdır. Sharma (1999), sulu tarım alanlarında çevresel sürdürülebilirlik için sulama ve drenaj yönetim faaliyetlerinin bölgesel

ölçekte planlanması gerektiğini, bu amaçla su ve tuz dengesi modellerinin sorunları anlamada, seçenek planların yapılmasına ve en uygun yatırım kararlarının alınmasına katkı sağlayacağını bildirmiştir.

Harran Ovası'nda sulama sistemlerinin hizmete girmesiyle, birçok yerde drenaj suları geri dönüşüm kanalları ile tekrar sulama sistemine verilmektedir. Bu işlem su kalitesinde bir miktar bozulmalara neden olsa da, sulama suyunun kalitesi, karışım oranlarına ve karıştırılan drenaj suyunun tuzluluğuna göre değişiklik göstermektedir. Nitekim, *Libutti vd. (2008)*'ye göre; toprak tuzlanması hızlı bir süreç olup, sulama suyu kalitesi ve mevsimlik sulama suyu miktarına bağlı olarak sadece bir sulama mevsiminde, toprakta üretimi sınırlayacak düzeye ulaşabilir. Harran Ovası'nda, şimdiki kadar yapılan izleme ve değerlendirme çalışmaları, drenaj sularının sisteme verilmesinin toprak tuzlanması bakımından önemli bir sorun yaratmadığını, aksine sulama suyu yeterliliği bakımından olumlu katkı sağladığını göstermektedir. Nitekim, Harran ovasında SaltMod bilgisayar modeli ile yapılan değerlendirme sonuçlarına göre, mevcut sulama ve drenaj uygulamalarının devam etmesi halinde toprakta tuzlanma olmayacağı, aksine tuzluluğun giderek azalacağı belirlenmiştir (*Bahçeci vd., 2005*). Sulamaya açılan alanlarda taban suyunun yükselerek zamanla sorunlara neden olması, tuzlu toprakların oluşması beklenir. Ancak Harran Ovası'nda, sulamanın başlamasıyla birlikte tuzlanma sorunlarının hemen başlamasına, mevcut sulama sistemi ile ilgili bazı yanlış uygulamaların neden olduğu ortaya konulmuştur. Bu uygulamaların başında sulama randımanlarının düşüklüğü, aşırı su kullanımı ve zayıf su yönetimi gelmektedir.

Yukarıda değinildiği gibi, toprakta uygun su ve tuz dengesi sağlandığında, tuzlu sularla sürdürülebilir bir tarımsal üretim yapıldığına ilişkin dünyada çok sayıda örnek bulunmaktadır (*De-Malach vd. 1978; Sing ve Narain, 1980; Gupta ve Pawha, 1981; Boumans vd., 1988*). Ovadaki yüksek eğim, drenaj sularının, enerjiye gerek duymadan sulama kanallarına verilme olanağını yaratmaktadır. Bu uygulama, tuzlu suların seyreltilmesini sağlamakta, sulama etkinliğini artırmakta ve aynı zamanda drenaj suyu miktarını azaltmaktadır. Sürdürülebilir bir tarımsal üretim için, bu uygulamanın toprak

tuzluluğu üzerine olası etkilerinin bilinmesi gerekmektedir. Onun için, bu çalışma GAP Bölgesinin en önemli sulama alanlarından biri olan Harran ovasında, sürdürülebilir bir tarımsal üretim için uygulanacak sulama stratejilerine veri sağlamak, marjinal suların sulamada kullanılmasının kök bölgesi tuzluluğu üzerine olası etkilerini irdelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma yeri

Çalışma alanı, Harran Ovası olup, ova Kuzeyinde Şanlıurfa ve Germüş dağları, Güneyinde Türkiye-Suriye devlet sınırı, Doğusunda Tektek Dağları, Batısında Fatik Dağları ile çevrilmiştir. En geniş yeri güneyde 60 km, en dar yeri ortada, Tektek Dağları ile Fatik Dağları arasında 30 km, uzunluğu kuzey-güney yönünde yaklaşık 65 km'dir. Topoğrafik yapı yönünden genel olarak düz ya da düze yakındır. Eğim %0-2 arasında olup, yaklaşık 500 m yüksekliğinden, Suriye sınırına doğru 335 m'ye kadar düşmektedir. Toplam alanı 225 000 ha olup (Şekil 1), öngörülen sulama alanı 151 000 ha'dır (*DSİ, 2004*).

2.1.2. İklim özellikleri

Harran Ovası, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Yıllık ortalama yağış 365 mm, ortalama sıcaklık 17.2°C ve açık su yüzeyinden buharlaşması 1850 mm'dir. Yağışların %56'sı kış, %30'u ilkbahar, %13'ü sonbahar ve %1'i ise yaz mevsiminde düşmektedir, Çok yıllık iklim verilerine göre bölgede yıllık sıcaklık ortalaması 18.3°C'dir. Yazları sıcak ve kurak geçen bölgenin yıllık en yüksek sıcaklık ortalaması 46.8°C ve en sıcak ayın (Temmuz) sıcaklık ortalaması 38.6°C olarak ölçülmüştür (*DMİ, 2012*). Harran Ovası, alüvyal ana materyale, düz ve düze yakın eğime, derin topraklara sahiptir. Tipik kırmızı profilli ve kil bünyelidir. Tüm profil çok kireçli olup, aşağılara doğru artan yoğunlukta kireç cepleri içermektedir. Organik madde içeriği düşük, katyon değişim kapasitesi kil içeriğine bağlı olarak alt katmanlara doğru artmaktadır (*Dinç vd., 1988*). Ova topraklarının infiltrasyon hızları 12-116 mm h⁻¹ arasında değişmekte olup, genellikle yüksektir (*Karaata, 1991*).

2.1.3. Drenaj sisteminin özellikleri

Ovada emici drenler 40-60 m aralıklarla, yaklaşık 200-400 m uzunlukta, 100 mm çapında, kıvrımlı PVC borular 1.5-1.60 m derinliğe, kum-çakıl ve jeotekstil zarfla sarılı olarak, %0.1 eğimle döşenmiştir.

2.2.Yöntem

Çalışma dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Bir kısım veriler arazide bizzat gözlenip ve ölçülürken, diğer veriler geçmiş çalışmalardan derlenmiştir. Bu veriler; (i) Sulama birliklerinden, ekim deseni, sulama sayıları, bitki su tüketimi ve sulama randımanlarına ilişkin bilgiler; (ii) Bir sulama mevsimi boyunca 15 noktada (Şekil 1) drenaj sularının EC değerleri ve (iii) Drenaj sistemi kurulu alanlarda bir sulama mevsimi boyunca yapılan günlük su tablası gözlemleri grafikleridir. Elde edilen veriler SaltMod bilgisayar simülasyon modeli tahmin sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

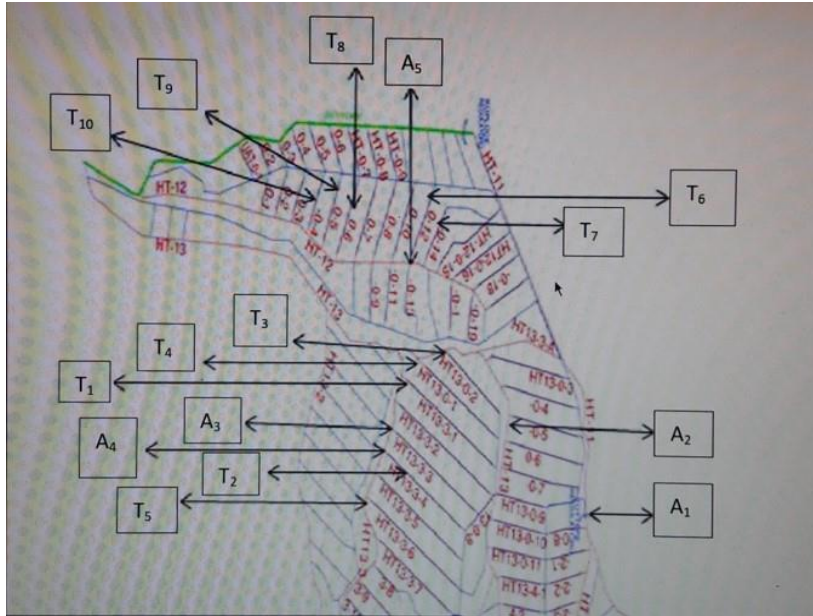
3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Harran Ovası ve sulamalar

Mevcut sulama sistemi memba denetimli, açık beton kanal ve kanaletlerden oluşmaktadır. Memba denetimli sistemlerde su bir kez sisteme verildiğinde, geri dönülmez bir şekilde kullanılmak, derine sızmak veya drenaj

sistemine karışmak zorundadır. Çünkü, sulama sisteminin mansabında suyu depolayan veya denetleyen yapılar yoktur. Bu tip sistemlerde kaçınılmaz olarak su kayıpları daha fazladır. Sistem bütünüyle tasarıma uygun bir şekilde inşa edilse bile, su miktarında belli düzeylerde kayıplar kaçınılmazdır. Ayrıca bu sistemde, inşaat ve su yönetim hatalarının kayıpları artırıcı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Sulama sisteminin 1995'te devreye girmesiyle birlikte sulanan alanlar hızla artarak 2002 yılında ovanın tamamı sulanmaya başlamıştır. Bu arada dünyadaki ürün fiyatlarına bağlı olarak ekim deseni pamuk lehine gelişmiş ve bazı yıllar pamuğun ekiliş alanı %90'ın üzerine çıkmıştır (Çizelge 1). Sulama birliklerinden elde edilen verilere göre, ovada yüksek su tüketimine sahip bitkiler ekilmektedir. Sulama sayıları 9-10, sulama randımanları %44-71 arasındadır. Sulama sırasında büyük oranlarda su kaybı olmaktadır. Saptırılan suyun yaklaşık yarısı drenaj suyuna karışmaktadır. Sulama mevsiminde yol kenarlarının ve tarla başı hendeklerinin su ile dolu olması, başı boş akan sular, taşkın suları ve dolu akan drenaj kanalları, zayıf su yönetiminin göstergeleri sayılabilir (Şekil 2). Sözü edilen nedenlerin hepsi su gereksinimini artırmaktadır. Aşırı su kullanımı, özellikle sulama sisteminin mansabında su yetersizliğine ve bu yüzden drenaj sularının sulamada kullanılmasına neden olmaktadır.



Şekil 1. Drenaj suyu örneklem noktalarının konumları (Bilgiç ve Bahçeci, 2014)

Çizelge 1. Harran Ovası bazı sulama birlik alanlarında 2012 yılı ekim deseni, sulama sayıları ve sulama randımanları

Sulama birliğinin adı	Birlik sulama alanı (ha)	Ekim deseni (%)		Ortalama sulama sayısı (adet)	Bitki su tüketimi (mm)	Sulama randımanı (%)
		Pamuk	Mısır			
İmambakır	5125	92	8	10	1197	50
Bereket	4235	78	15	9	1116	46
Reha	5750	90	10	10	1309	44
Reha-2	3913	91	9	9	1026	68
Kıyas	3604	83	-	9	1125	71



Şekil 2. Harran ovasında yapılan hatalı sulamalara ilişkin bazı örnekler

3.2. Sulama ve bazı sulama performans parametreleri

Harran Ovası'nda sulama randımanlarının düşük olmasının bir nedeni de, arazinin sulamaya yeterince hazırlanmamasıdır. Ovada tarla boyunca eğimlerin %3-0.2 arasında değiştiği ve yer yer ters eğimlerin olduğu belirlenmiştir. Bu durum tarla hazırlığının yetersiz olduğuna ilişkin en açık göstergelerden biridir. Ekimler tarlanın doğal zemin eğimi ile yapılmaktadır. Arazi düzeltimi için kullanılan en gelişmiş ekipman tesviye küreğidir. Aslında tesviye küreği kullanan çiftçi sayısı da çok azdır.

Su ücretlerinin bitki ve alan esaslı olması, su kullanımını artırıcı etki yapmaktadır. Su ücretleri kullanılan su miktarına göre değil, ekilen bitkiye göre belirlendiğinden, aşırı su kullanma eğilimi artmaktadır. Ayrıca, fazla su ile daha yüksek verim alınacağı kanaati yaygındır. Dolayısıyla aşırı su kullanılmakta, özellikle gece sulamalarında kuyruk suları drenaj kanallarına atmakta ve sulama randımanları daha da

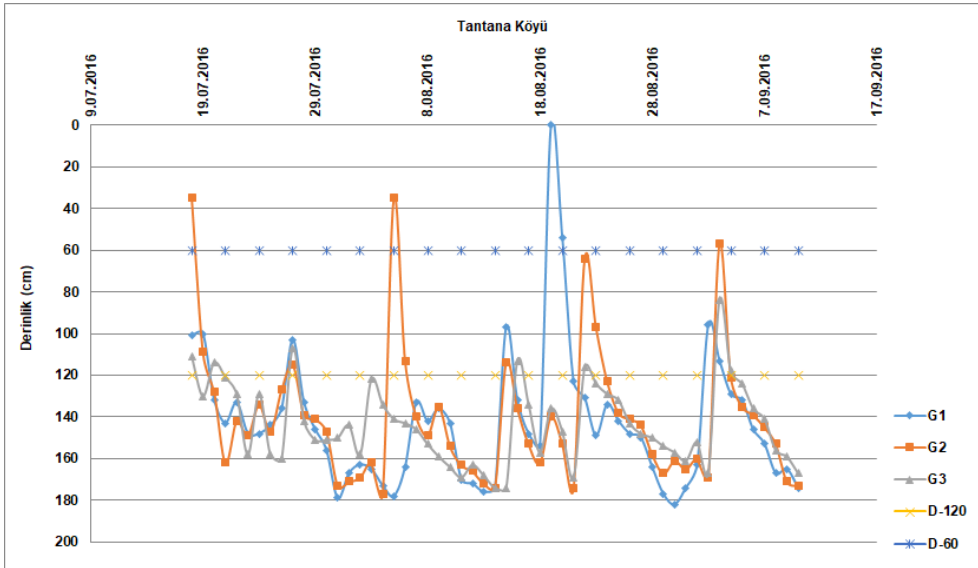
düşmektedir. Çiftçi sulamalarının gerçek niteliğini belirlemek için yapılan izleme çalışmaları, en büyük eksiklik olarak yetersiz tarla hazırlığı, yetersiz ekipman ve yanlış sulama uzunluğu ile denetimsiz gece sulamaları olduğunu göstermiştir.

Karık ve tava uzunlukları tarla boyutlarına göre değişmektedir. Sulama uzunluğu, genellikle tarlanın eğim yönündeki boyu kadardır. İzlenen sulamalarda akış uzunluklarının 108 m ile 570 m arasında değiştiği görülmüştür. Sulamalar kapalı karık ve tava yöntemiyle yapılmaktadır. Su önü, karık ve tava sonuna ulaştığında sulamaya son verilmektedir. Akış debileri, sulamacının deneyimine bağlı olarak, göz kararı ile belirlenmektedir. Sifon ve tüp kullanımı yaygın değildir. Dolayısıyla, akış debilerinde sürekli değişkenlikler olmaktadır. Ayrıca, gece sulamalarında tarla sonlarından drenaj kanallarına aşırı erozyona neden olacak akışlar olmaktadır. Sulamalarda fasıllı karık, azaltılmış debili karık, döngülü karık ve delikli borulu karık gibi su kazanımına yönelik uygulamalar çok az veya hiç yoktur.

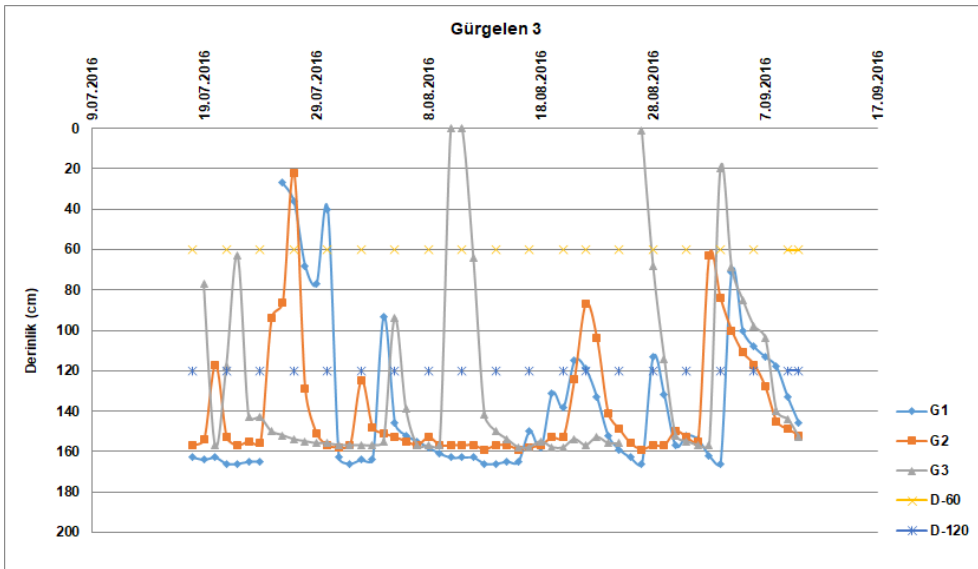
3.3. Drenaj sistemi ve tabansuyu derinliğinin değişimi

Harran Ovası Kuzey-Güney yönünde eğimli olup yaklaşık 50 kilometrelik mesafede 120 m yükseklik farkı bulunmaktadır. Ayrıca Doğu ve Batı kısımlarındaki dağlık alanların eteklerinden ova ortasına doğru yüzey akışları olmaktadır. Bu durum yer altı suyunun ovanın ortasına doğru ve Kuzey-Güney yönünde hareketine neden olmaktadır. Böylece kuzey kısımlarda oldukça derinlerde olan taban suyu düzeyleri orta kısımlarda ve Akçakale çevresinde toprak yüzeyine yaklaşmaktadır (DSİ, 2014). Ortaya

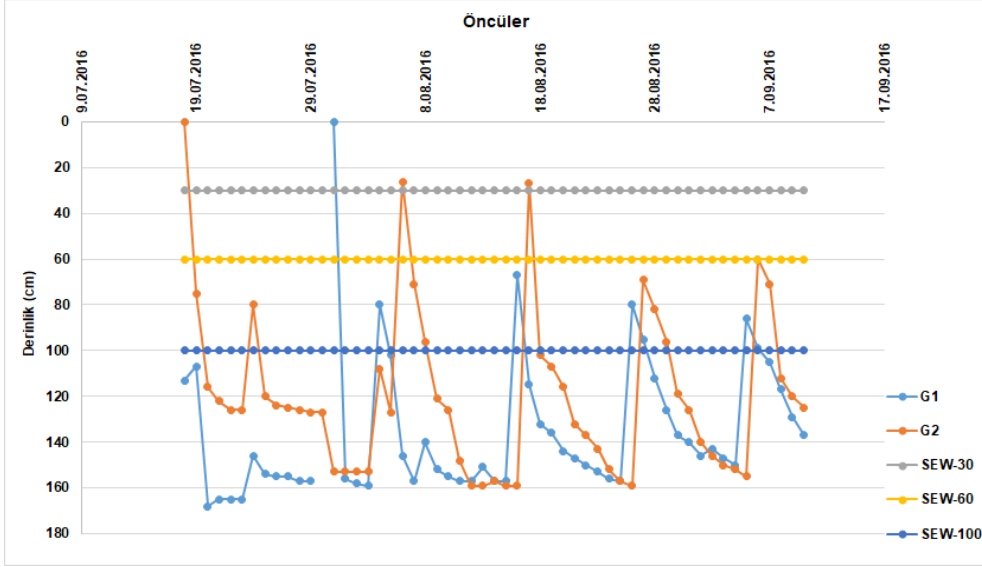
çıkan bu drenaj problemi çözmek için 70 000-80 000 ha alanda yüzeyaltı borulu drenaj sistemleri kurulmuştur. Drenaj sistemi kurulu 10 noktada, dren orta noktalarında yapılan su tablası ölçümlerine ilişkin sonuçlar Şekil 3, 4, 5 ve 6'da verilmiştir. Görüldüğü gibi, yaklaşık 100 gün, su tablası hidrografı (alçalıp-yükselme) gözlenmiştir. Gözlem yapılan alanlar pamuk ekili olup, gözlem süresince 6-7 defa sulanmıştır. Sulamalardan sonra su tablası, yer yer toprak yüzeyine kadar yaklaşmakta, ortalama 3-4 günde kök bölgesi altına düşmekte ve genellikle 160 cm derinlikte seyretmektedir.



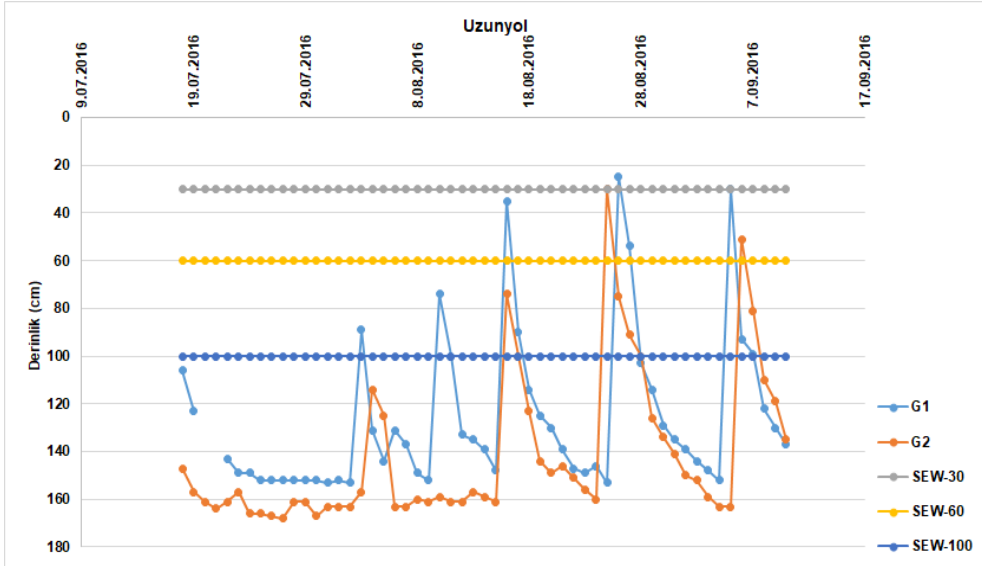
Şekil 3. Tantana Köyü'nde kurulu yüzeyaltı drenaj sistemine ait su tablası hidrografları



Şekil 4. Gürgelen 3'de kurulu yüzeyaltı drenaj sistemine ait su tablası hidrografları



Şekil 5. Öncüler'de kurulu yüzeyaltı drenaj sistemine ait su tablası hidrografları



Şekil 6. Uzunyol'da kurulu yüzeyaltı drenaj sistemine ait su tablası hidrografları

3.4. Drenaj sularının tuz içerikleri ve sulamada kullanılması

Aşırı su kayıpları nedeniyle drenaj kanallarında biriken suların bir kısmı geri dönüşüm kanallarıyla yeniden sulama sistemine verilmesine karşın, sulama suyunun yaklaşık %15-20'si ($1.94 \times 10^8 \text{ m}^3$) tahliye edilmektedir (DSİ, 2014).

Ovadaki drenaj sularının tuz içeriklerini belirlemek amacıyla yapılan bir izleme çalışması ile Çizelge 2'deki değerler elde edilmiştir. İzlenen toplayıcı drenlerin toplam alanı yaklaşık 5 340 ha olup Harran Ovası'nın

%10'luk kısmını temsil etmektedir. Sulama mevsiminde drenaj sularının tuz içeriklerinin oldukça değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Açık drenaj kanal suları, kapalı toplayıcı dren borularındaki drenaj sularına göre daha az tuz içermektedir. Drenaj kanallarından 5 noktada 2014 yılı Nisan ve Ağustos arasında, her ay alınan su örneklerinin, ortalama EC değerlerinin $1.11-4.15 \text{ dS m}^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Sulama yapılmadığı dönemlerde toplayıcı dren borularında akış olmadığından, su örneklemeleri yapılamamıştır. Örneklenen aylarda kapalı toplayıcı drenlerdeki drenaj sularının ortalama EC değerleri $3.87-11.98 \text{ dS m}^{-1}$ arasında değişmiştir.

Çizelge 2. Harran ovasındaki drenaj sularının 2014 yılı EC değerleri (EC, dS m⁻¹) (Bilgiç ve Bahçeci, 2014)

Örnekleme noktası	18.04	02.05	16.05	27.06	11.07	25.07	08.08	Ort.
*A ₁	1.09	1.26	0.99	0.99	0.98	1.21	1.25	1.11
A ₂	1.19	2.21	0.12	1.35	2.71	2.29	2.27	1.73
A ₃	2.86	4.03	0.68	3.36	0.61	0.78	1.18	1.93
A ₄	2.69	0.79	-	2.54	0.78	2.02	2.29	1.85
A ₅	8.24	7.77	2.63	3.33	2.16	2.27	2.67	4.15
**T ₁	9.49	13.08	-	6.51	2.49	1.98	2.39	5.99
T ₂	2.81	12.65	-	8.75	0.61	0.68	-	5.10
T ₃	11.01	14.30	-	-	0.55	0.54	0.63	5.41
T ₄	11.05	14.09	-	-	0.92	0.65	1.70	5.68
T ₅	11.02	-	-	3.37	0.51	0.56	-	3.87
T ₆	13.06	24.7	-	-	-	2.93	4.13	11.21
T ₇	13.13	21.8	-	-	-	-	1.02	11.98
T ₈	9.92	-	-	-	16.72	-	4.07	10.24
T ₉	10.03	-	-	-	15.22	-	4.14	9.80
T ₁₀	9.90	-	-	-	15.19	-	4.19	9.76

A: Açık drenaj kanalı, T: kapalı toplayıcı dren borusu, - Akış yok

Ovada sulamanın olmadığı Nisan ve Mayıs aylarında kapalı toplayıcıların tuz içerikleri 20 dS m⁻¹'nin üzerinde ölçülmüştür. Sulama öncesi 10 toplayıcının 9'unda EC değerleri 10 dS m⁻¹ dolayında ölçülürken, sulama başladıktan sonra 6 toplayıcıda 0.50 dS m⁻¹ değerlerine kadar düşmüştür. Dört boru kolektörün çıkışında ise tuz değerleri, 15-16 dS m⁻¹ dolaylarında iken; Ağustos ayında alınan örneklerde tuz içerikleri ise 0.63 dS m⁻¹'e kadar düşmüştür (Çizelge 2).

Kapalı dren boru-kolektörlerdeki EC değerleri, açık kanal sularını EC değerlerinden daha yüksek olup, değişkenlikleri fazladır. Bu durumun, drenlerin beslendikleri alanların tuz içeriklerinin farklı olmasına, örnekleme zamanı ile sulama zamanının çakışmasına ve yüzey sularının boru drenlere karışmasına bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir (Çizelge 2).

3.5. Drenaj sularının toprak tuzluluğu üzerine etkilerinin kestirimi

Faklı tuz içeriğine sahip suların, ova topraklarında yaratacağı tuz dengesi, Bahçeci ve Nacar (2007) tarafından SaltMod bilgisayar programı ile belirlenmiştir. SaltMod değişik su yönetim koşullarında toprakta tuzluluğun değişimini dönemsel olarak tahmin etmektedir. Modelin geliştirilmesindeki yaklaşım, uzun dönemli tahminlerin kısa dönemlerdeki tahminlerden daha güvenilir olmasına dayanmaktadır. SaltMod günlük verileri göz önüne almamaktadır. Çünkü, günlük veriler çok değişkendir ve toplamak zordur. Günlük verilerdeki yüksek değişkenlikten dolayı uzun

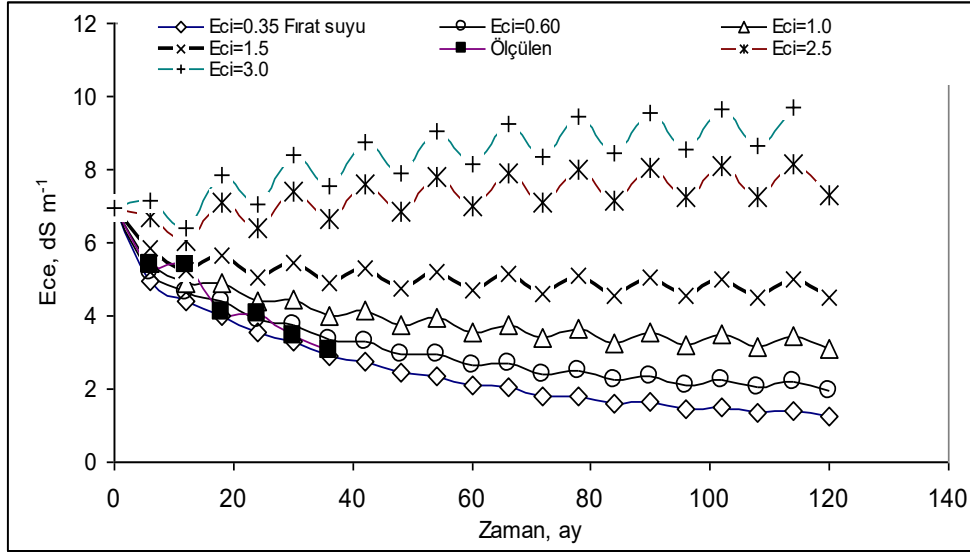
dönemli veriler daha güvenilirlerdir (Oosterbaan, 1988; Oosterbaan ve Abu Senna, 1990).

Elde edilen sonuçlara göre, etkin çalışan bir drenaj sisteminin varlığında, sulamada Fırat suyu kullanıldığında, kök bölgesi tuzluluğu 3 yıl içinde 7 dS m⁻¹ den, 3 dS m⁻¹ ye, 10 yıl içinde ise 1.5 dS m⁻¹ ye düşeceği belirlenmiştir. Tuzluluğu EC=1.5 dS m⁻¹ ye kadar olan suların kullanılması halinde ise, toprak tuzluluğu azalma eğilimi gösterirken, sulama suyunun tuz içeriğinin EC=2.5-3.0 dS m⁻¹ olması halinde toprak tuzluluğu artma eğilimine girmektedir.

Model sonuçları, EC değeri 2.5 dS m⁻¹ olan su ile yapılan sulamaların toprak tuzlanmasında bir değişiklik yaratmayacağını, ancak EC değeri 3 dS m⁻¹ olduğunda ise kök bölgesi tuzluluğunda artışın, 10 yılda EC=9.5-10 dS m⁻¹ olacağını ve artış eğiliminin devam edeceğini göstermektedir (Şekil 7).

4. Sonuç

Harran Ovası'nda sulama ve su yönetimi sorunlu bir şekilde sürdürülmektedir. Yetersiz tarla hazırlığı, sulamada kullanılan ekipmanların yetersizliği, denetimsiz gece sulamaları, bitki alan esaslı su ücretlendirmesi ve sulama birliklerinin sorunlu yönetimi aşırı su kayıplarının başlıca nedenleri arasındadır. Ovada açık drenaj kanal suları, yüzeyaltı kapalı toplayıcı dren boru sularına göre daha az tuz içermektedir. Drenaj sularının EC değerleri, sulama mevsimi ilerledikçe azalmaktadır.



Şekil 7. Farklı tuz içeriklerine sahip sularla yapılan sulamaların kök bölgesi tuz içeriğine etkisinin arazi gözlemleri ve SaltMod ile kestirimi (Bahçeci ve Nacar, 2007).

Açık drenaj kanallarındaki suların tuz değerlerinin azalması, sulama sularının doğrudan drenaj kanallarına karışmasından ileri gelmektedir. Arazi gözlemleri ve model değerlendirme sonuçları, sulamada Fırat suyu kullanıldığında ve tabansuyu derinliğinin 120 cm olduğu koşullarda, kök bölgesi tuzluluğunun, 3 yıl içinde 7 dS m^{-1} 'den 3 dS m^{-1} 'ye, 10 yıl içinde ise 1.5 dS m^{-1} 'ye düşeceğini göstermiştir. Ayrıca, yüzeyaltı drenaj sistemi varlığında, tuzluluğu $EC=1.5 \text{ dS m}^{-1}$ 'ye kadar olan suların toprak profilinde tuz yıkanmasına, $EC=2.5 \text{ dS m}^{-1}$ ve daha yüksek olan suların ise toprakta tuz birikimine neden olacağını göstermektedir. Drenaj suları sulama kullanılacaksa veya sulama suları ile karıştırılacaksa, karışımın tuz içeriğinin 2.5 dS m^{-1} değerini aşmamasına özen gösterilmelidir. Bunu başarmak için, drenaj sularının sürekli izlenmesi ve sulama suyu ile drenaj suyu karıştırma işlemleri, ölçülen tuz değerlerine göre yapılmalıdır. Sulama birlikleri bu konuda eğitilmeli ve konu uzmanı elemanların sulama birliklerinde görevlendirilmesi zorunlu hale getirilmelidir.

Kaynakça

- Bahçeci İ., & Nacar, A.S. (2007). Estimation of root zone salinity, using SaltMod, in the arid region of Turkey. *Irrigation and Drainage*, 56(5):601-614.
 Bahçeci, İ. (1993). Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı Suyunun Kalitesi ve Sulamada Kullanılma

Olanakları. Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayın No: 159, Konya.

- Bahçeci, İ. (2007). Değişik su kalitesi ve drenaj yönetimleri altında Harran Ovası'nda tuzluluğun SaltMod model çalışmalarıyla tahmin edilmesi. *V. GAP Tarım Kongresi*, s:367-375.
 Bahçeci, İ. Nacar, A.S., & Berakatoğlu K. (2005). GAP Bölgesi Harran Ovası'nda su ve tuz dengesi. *Dünyada Kalkınma için Su Sempozyumu*, s:335-342.
 Bilgiç, C., & Bahçeci, İ. (2014). Harran Ovası serbest akışlı drenaj sistemlerinde bazı bitki besin element kayıplarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
 Boumans, J.H., van Hoorn, J.W., & Tanwar B.S. (1988). Water table control, reuse and disposal of drainage water in Haryana. *Agricultural Water Management*, 14(1-4):537-545.
 De-Malach, Y., Pasternak, D., Twersk, M., & Borovis, I. (1978). Irrigation of sugarbeet with brackish waters. *Itasedeh*, 59:418-424
 Dinç, U., Şenol, S., Sayın, M., Kapur, S., Güzel, N., Derici, R., Yeşilsoy, M.Ş., Yeğingil, İ., Sarı, M., Kaya, Z., Aydın, M., Kettaş, F., Berkman, A., Çolak, A.K., Yılmaz, K., Tunçgöğüs, B., Özbek, H., Gülüt, K.Y., Karaman, C., Öztürk, N., & Kara, E.E. (1988). Harran Ovası Toprakları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. TÜBİTAK-TOAG 534 Nolu Proje, Adana.
 DMİ. (2012). Meteorolojik veriler. Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
 DSİ. (2004). Şanlıurfa Harran Ovası Sulama Drenaj İzleme Raporu. DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa.
 DSİ. (2014). Şanlıurfa Harran Ovası Drenaj ve Tuzluluk Sorunları İnceleme Raporu. DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa

- FAO. (1992). The Use of Saline Waters for Crop Production. Food and Agriculture Organisation of The United Nations Rome (Edit by Rhoades, J.D., Kandiah, A., Mashall, A.M.) Irrigation and Drainage 133 p., Rome.
- Gupta, I.C., & Pawha, K.N. (1981). Century of Soil Salinity Research in India Annotated Bibliography 1963-1967, 400 p., New Delhi.
- Karaata, H. (1991). Urfa-Harran Ovası Sulama Rehberi. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, KHGM Şanlıurfa Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 10, Rapor Yayın No: 8, Şanlıurfa.
- Kijne, J.W. (2005). Maintaining salt balance on irrigated land. Water Encyclopedia: *Agricultural Water*, John Wiley & Sons, Inc., DOI: 10.1002/047147844X.aw291.
- Libutti, A., Florio M., Monteleone M., Disciglio G., & Tarantino, E. (2008). Hydro-salinity balance to monitor soil salinity at field scale due to brackish irrigation water. Department of Agro-Environmental Science, *Chemistry and Plant Protection* Agriculture University of Foggia, Italy.
- Oosterbaan, R.J. (1988). Agricultural drainage criteria for drainage: a systems analysis. *Agricultural Water Management*, 14(1-4):79-88.
- Oosterbaan, R.J., & Abu Senna, M. (1990). Using SaltMod to predict drainage for salinity control. Towards Integration of Irrigation and Drainage Management. Proceedings of the Jubilee symposium at the occasion of the 40th anniversary of ILRI, p: 43-49, Wageningen, The Netherlands.
- Rhoades, J.D. (1998). Use of saline and brackish water for irrigation. Implications and role in increasing food production, conserving water, sustaining irrigation and controlling soil and water degradation. In Proceedings of the International Workshop on Use of Saline and Brackish Water for Irrigation. July, Bali, Indonesia.
- Rhoades, J.D. (1999). Use of saline drainage water for irrigation. p. 615-658. In R.W. Skaggs J. van Schilfgaarde (ed.) *Agricultural Drainage*. Agron. Monogr. 38, Madison, WI.
- Sharma, B.R. (1999). Regional salt and water-balance modelling for sustainable irrigated agriculture. *Agricultural Water Management*, 40(1999):129-134
- Sing, B., & Narain, P. (1980). Effect of the salinity of irrigation water on wheat yield and soil properties. *Indian Journal of Agricultural Science*, 50(3):422-429.