

HARRAN OVASINDA DRENAJ SORUNLARI VE ÖNLEMLER

Doç.Dr. İdris BAHÇECİ

**HARRAN ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA BÖLÜMÜ**

2008-ŞANLIURFA

İÇİNDEKİLER	Sayfa No
1. GİRİŞ	1
2. MEVCUT SULAMA SİSTEM PERFORMANSLARI	2
2.1 Harran Ovası Sulamaları	5
2.2 Arazilerin Sulamaya Hazırlanması	6
2.3 Sulama Performans Parametreleri	9
2.4 Harran Ovasında Su Yönetimi	11
2. 5 Çiftçi Eğitimi	12
3. HARRAN OVASINDA DRENAJ SORUNU VE KAYNAKLARI	13
3.1 İklim Özellikleri	13
3. 2 Taban Suyu Düzeylerinin Değişimi	16
3.3 Taban Suyu Tuzluluğu	19
3.4 Drenaj Suyu Ve Sulamada Kullanılması	20
3.5 Toprakların Hidrolik Özellikleri	21
3.6 Drenaj Sistemi ve Tuz Yıkınması	22
3.7 Su Kalitesi ve Yıkama İhtiyacı	23
3.8 Çorak Alanların İyileştirilmesi ve Çoraklığın Önlenmesi	26
3.9 Islah Maddesi	27
3.10 Drenaj Sularının Deşarj Edilmesi	27
3.11 Sığ Drenler veya Kontrollü Drenaj	30
3.12 Etkin Yüzeya Drenaj Sistemlerinin Tasarımı	31
3.12. 1 Drenaj Katsayısı	32
3.12.2 Dren Derinliği	33
3.12.3 Bariyer Derinliği	35
3.13 Drenaj Yönetimi	35
3.14. Sistem Tasarımında Rehber İlkeler	35
3.14.1 Kaynak Yönetimi	36
3.15. En İyi Yönetim Uygulamaları (EYS)	39
3.15.1 Drenaj Sisteminin Seçimi	39
3.15.2 Sistem Seçim Ölçütleri	39
4. SİSTEM TASARIMI VE “EN İYİ TASARIMLAMA İLKELERİ	40
4.1 En İyi Yönetim Sistemi (EYS)	40
5. DRENAJ MALİYETİ	41
5.1 Kaynak sağlama	42
6.YARARLANILAN KAYNAKLAR	43

GİRİŞ

Sürdürülebilir tarım, çok sayıda etkenin birlikte veya teksel olarak, dengeli biçimde uygulanmasını gerektiren ileri düzeyde bir tarımsal uygulamadır. Bunun tam olarak gerçekleştirilmesi, bitki kök bölgesinde uygun su ve tuz dengesinin yaratılmasına bağlıdır. Tuzlu taban suyunun doğrudan veya kılcal yükselişle kök bölgesine ulaşması ve orada belli bir süre kalması, bitki gelişimini olumsuz biçimde etkilediği gibi, tuzlu ve sodyumlu toprakların oluşmasına neden olarak çevre sorunu yaratır. Belirtilen olumsuz koşulların ortaya çıkmaması için, taban suyunun kök bölgesinin dışında ve belli bir derinlikte tutulması gereklidir. Değinilen derinlik uygun şekilde planlanmış ve inşa edilmiş bir drenaj sistemi ile olanaklıdır.

Dünyada yeterli ve güvenilir drenaj istatistikleri olmamasına karşın, yine de, FAO tarafından son yıllarda yapılan değerlendirmeler drenaj sistemi inşa edilmiş alanlar hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu çalışmalara göre, dünyada 3200 milyon hektar arazinin potansiyel olarak tarıma uygun olduğu, ancak bunun 1450 milyon hektarında halen tarım yapıldığı, kalan 1750 hektar arazinin büyük bir bölümünün tarıma çok az uygun olduğu ve çevresel olarak duyarlı topraklar olduğu belirtilmektedir. Dünyada 1200 milyon hektarda kuru tarım, 250 milyon hektarda (%17) ise sulu tarım yapılmaktadır. Drenajı yapılan alanların toplamının 150-200 milyon hektar (%10-14) olduğu tahmin edilmektedir. Bunların 100-150 milyon hektarı yağışlı bölgelerde, 25-50 milyon hektarı ise sulanan alanlardadır (FAO, 1994).

Dünyanın her tarafından aşırı sulamalar sonunda yükselen tabansuyu nedeniyle bitki kök bölgesinin su altında kalması ve yeniden tuzlanma sorunlarının ortaya çıktığı değişik kaynak ve raporlarda bildirilmektedir. Bütün dünyada ve ülkemizde geliştirilen su yönetiminin sürdürülebilir bir tarımsal üretim için bu sorunu önleyip önlemeyeceği çok açık değildir. Onun için bu koşullarda yüzeyaltı drenaj sistemleri tek çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yüzey altı drenaj sistemlerinin planlaması ve uygulaması yerden yere ve ülkeden ülkeye oldukça değişkenlik gösterir. Geliştirilen sulama uygulamaları, arazi yönetim sistemleri ve yüzey drenaj gibi diğer yöntemlerle birlikte yüzeyaltı drenaj, kök bölgesinin su altında kalmasını ve tuzluluğu önlemek için kullanılmaktadır. Sulama sistemlerini geliştirmek amaçlandığında, aralarındaki bu ilişkiden dolayı bütün bu faktörlerin birlikte göz önüne alınması önemlidir.

Sulama suyu kullanımını iklim ve bitkilere bağılı olarak bölgeden bölgeye büyük oranda değişir. Birçok bölgede, yüzeyaltı drenaj yatırımları ve drenaj sorunlarının azaltılmasında su kullanım etkinliğini artırmanın çok önemli olduğu anlaşılmıştır.

Yüzey sulamalarda kullanılan sulama suyunun tuzluluğu genellikle çok düşüktür. Dolayısıyla sulamanın toprak tuzlanmasına etkisi sulama suyunun tuzluluğundan çok, uygun miktarda yıkama suyunun verilememesinden veya drenaj ihtiyacının karşılanamamasından ileri gelir.

Harran ovasında 160 bin ha alana hizmet veren bir sulama sistemi tesis edilmiştir. Ancak, ne var ki sulama sistemlerinin hizmete girmesiyle sorunlar da başlamıştır. Nitekim Akçakale-Harran arasında yüksek taban suyundan ileri gelen çoraklık ve yaşlığın(drenaj sorununun) önlenmesi ve giderilmesi için Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünce yaklaşık 9000 ha alanda yüzeyaltı drenaj sistemi inşa edilmiştir.

Sulamaya açılan alanlarda taban suyunun yükselerek zamanla sorunlara neden olması beklenen bir durumdur. Ancak sulamanın başlamasıyla hemen ilk yıllarda bu boyutta sorunların ortaya çıkması, mevcut sulama sistemi ile sulamalar hakkında da önemli ip uçları ortaya çıkarmıştır.

Harran Ovasında taban suyu beklenenden çok daha hızlı bir şekilde yükselip, yayılmıştır. Daha sulama sistemi inşaatı tamamlanmadan drenaj sorunu başlamıştır. Taban suyunun bu kadar hızlı yükselmesinin en başta gelen nedenleri olarak, (i) sulama sistem performansları ve sulama randımanlarının düşük olması, (ii) ana boşaltım kanallarına ulaşan suların boşaltılması için çıkış ağzı yetersizliği, (iii) neredeyse ovanın tamamına yakınında daha fazla su gereksinimi olan pamuk tarımı yapılması ve zayıf su yönetimi sayılabilir.

Randıman düşüklüğü bir taraftan taban suyunu besleyip drenaj sorunu yaratırken, diğer taraftan sulama suyunun yetersizliğine de neden olmaktadır. Sulama randımanlarının düşük olması, (i) sulama sistemi, (ii) sulama yöntemi, (iii) su ücret sistemi, (iv) arazinin/toprağın sulamaya uygun bir şekilde hazırlanmaması ve (v) çiftçilerin sulama konusundaki bilgileri ile mülkiyet sisteminden ileri gelmektedir.

Belirtilen konularda gerekli önlemleri almakta görevli DSİ ve diğer kamu yetkililerinin yaptıkları açıklamalardan, sorunların bilincinde oldukları ve ödenekler ölçüsünde gerekli önlemleri alacakları izlenimi ortaya çıkmaktadır.

Taban suyunun yükselerek bitkilere zarar verecek düzeye ulaşabileceği zamanın bilinmesi/tahmin edilmesi, alınacak önlemler açısından çok önemlidir. Çünkü, bilindiği gibi,

özellikle kurak bölgelerde üst toprak katlarına yükselen taban suyu, çoraklaşmanın başlıca nedenlerinden biridir. Bu bakımdan sulama sistemlerinin izlenmesi, performanslarının belirlenmesi ve geliştirilmesi önemlidir.

Yeryüzündeki sulama sularının hepsi az/çok tuz içerirler, dolayısıyla toprağa uygulandığında zamanla tuz birikimine neden olurlar. Onun için sulanan alanlarda sürdürülebilir tarımsal üretimin vazgeçilmez koşulu kök bölgesinde bitkilere zarar verecek düzeyde tuz birikimini önleyecek su ve tuz dengesinin oluşturulmasıdır. Böyle bir denge ise bölge ve toprak koşullarına uygun projelenmiş ve inşa edilmiş sulama ve drenaj sistemi ile gerçekleşebilir.

Bu bakımdan Harran Ovasında sulamadan ileri gelen sorunların önlenerek yatırımlardan beklenen faydanın elde edilmesine katkıda bulunmak için görevli kurum ve kuruluşlar zaman geçirmeden çalışmalara başlamalıdır.

Harran ovasında çoraklık ve drenaj sorunlarının önlenmesine yönelik çalışmalar 5 ana başlık altında toplanabilir. Bunlar;

1. Mevcut sulama sistemlerin performanslarının geliştirilmesi,
2. Uygun drenaj yönteminin seçilmesi
3. Etkin yüzey altı (kapalı) drenaj sistemlerinin inşa edilmesi
4. Drenaj sularının deşarj edilmesi
5. Çorak alanların iyileştirilmesi ve yeni çorak alanların oluşmasının önlenmesi,

2. MEVCUT SULAMA SİSTEMLERİN PERFORMANSLARI

2.1 Harran Ovası Sulamaları

Atatürk Barajı'ndan 412 hm³/yıl ve 871 hm³/yıl olmak üzere toplam 1283 hm³/yıl su çevirmektedir. Yeni modüllerle bölgenin su ihtiyacı 1 697 hm³/yıl dır. Aradaki 414 hm³/yıl hacim su açığı yeraltı suyu ve kontrol edilebilen, dönen sulardan karşılanacağı varsayılmıştır. Söz konusu suyun yaklaşık 124 hm³/yıl kısmı ovanın ortasındaki ana tahliye kanalındaki geri dönüşüm pompalarıyla bu sular tekrar sulamaya kazandırılacak ve geriye kalan yaklaşık 290 hm³/yıllık kısmı ovadaki mevcut yer altı su kaynaklarından sağlanması düşünülmektedir.

Sulama sisteminin tamamı beton kaplamalı kanal ve kanalet sistemlerinden oluşmaktadır. Beton kaplı ana kanallarda bir miktar sızma olsa bile bunun oranı oldukça düşüktür. Kanaletlerde ise sızma sıfır kabul edilebilecek kadar azdır. Sistemden kayıplar çiftçilerin kanaletlerden su alırken uyguladıkları yöntemler nedeniyle ortaya çıkmaktadır.

Sulama mevsiminde yol kenarlarının ve tarla başı hendeklerinin su ile dolu olması, başı boş akan sular yönetimin sorumlularıyla çiftçilerin suyun değeri hakkındaki bilgilerinin nedenli yetersiz olduğunun bir göstergesi sayılabilir.



Şekil 1 Harran ovasında başıboş sular

Görüldüğü gibi daha projelendirme aşamasında su ihtiyacının yaklaşık %10 luk kısmının dönen sularla karşılanması öngörülmüştür.

Uygulanan sulama yöntemi genel olarak yüzey sulama olup, uzun bir dönem için değişme olanağı yoktur. Mevcut su yönetimi ile drenaj sistemi gereksiniminin ortadan kalkma olasılığı uzunca bir dönem gözükmemektedir.

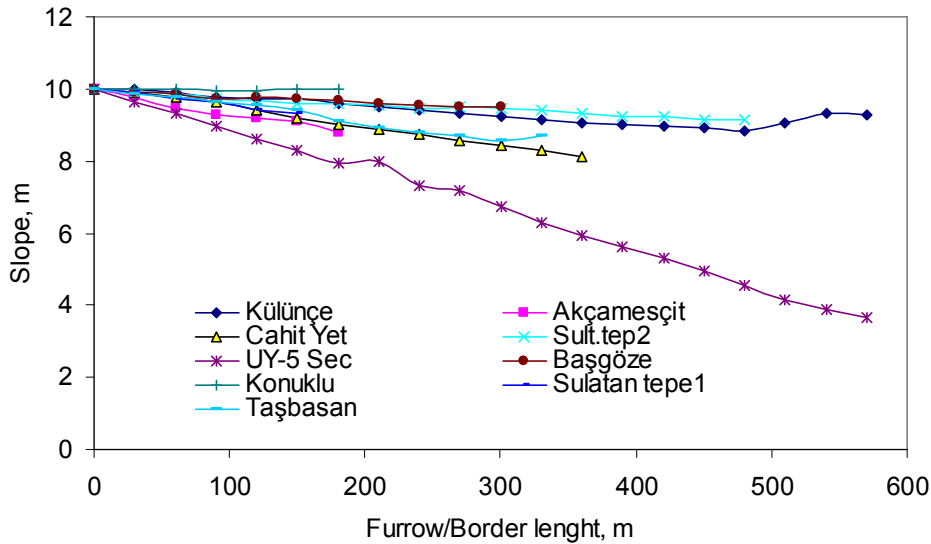
2.2 Arazilerin sulamaya hazırlanması

Yüzey sulama yöntemleriyle sulanan alanlarda aşırı su kaybı olduğu herkes tarafından bilinmektedir. Kaynaktan saptırılan suyun yaklaşık %70'i bitkinin kullanımına sunulmadan derine süzülmekte veya yüzey akışla drenaj kanallarına ulaşmaktadır. Bu durum mevcut sulama sisteminin hem kendi yapısından ve hem de arazi yapısından ileri gelmektedir. Sonuçta sulama sırasında büyük oranlarda su kaybı olmaktadır. Harran Ovasında yüksek su

uygulama randımanlarına ulaşmak amacıyla tarım arazi yüzeylerinin düzeltimi yapılmadığından randımanlar düşmektedir. Arazi düzeltimi için çiftçiye alet-ekipman sağlanma yolları geliştirilmeli ve teknik destek sağlanarak düzeltim işlerinin çiftçi tarafından yapılması sağlanmalıdır.

Genellikle, karık eğimlerinin %1 veya daha küçük olması öğütlenmektedir. Karık içerisine suyun hareket etmesi için en azından %0.1 eğimin etkin olduğu belirlenmiştir. Yağış nedeniyle toprak aşınımının beklenmediği kurak alanlarda, karık eğimi %3'e dek çıkabilir. Akış uzunluğunun yeteri ölçüde kısa tutulduğu ve suyun toprak aşınımı yapabilecek herhangi bir noktada birikmediği yerlerde %0.5'e dek eğimler kabul edilebilir düzeydedir. Yağışlı ve yarı kurak alanlar için, sırasıyla %1 ve %2, en yüksek eğim dereceleri olarak önerilmektedir. Eğimleri %0.5 veya daha fazla olan karıklarda akış doğrultusuna dik eğimler, %1 veya akış eğimi ile sınırlanmalıdır

Tarla boyunca eğimlerin %3 ile 0.2 arasında değiştiği ve yer yer ters eğimlerin olduğu şekil 2'den izlenebilir. Bu durum tarla hazırlığının ne kadar yetersiz olduğuna ilişkin en açık göstergelerden biridir. Ekimler doğal zemin eğimi ile yapılmakta ve en fazla tesviye küreği ile düzeltim yapılmaktadır. Aslında tesviye küreği kullananların sayısı da çok azdır.



Şekil 2 Harran ovasında sulanan arazilerde eğim değişimi

Ülkemizde yüzey sulama yöntemi ile sulanan alanlarda sulama randımanları çok düşüktür. Randımanlar bazı sulama sitemlerinde %30'lara kadar düşmektedir. Oysa dünyada,

yüzey sulama yönteminde de oldukça yüksek randımanlara ulaşılan sulama sistemleri vardır. Son zamanlarda ABD’de yapılan çalışmalarda uygun tarla hazırlığı ve yüzey sulama yöntemleriyle çok yüksek randımanlara (%90) ulaşılabildiği bilinmektedir.

Yüzeyi bozuk arazilerde aşırı su kaybı yaratan sulamalar, sadece Harran Ovasında değil, ülkemizin genelinde yaygındır. Onun için alınacak önlemler bu kapsamda düşünülmelidir. Arazi tesviyesine çiftçi katılımı olmadığı için yapılan işin değeri yeterince kavranamamaktadır. Çiftçi hizmeti sürekli devletten beklemektedir. Kısa sürede bozulan

Randıman düşüklüğünün diğer nedenleri arasında sulama sistemlerinin fiziksel alt yapısı ve su ücret sistemi sayılabilir. Mevcut sulama sistemi memba denetimli açık beton kanal ve kanaletlerden oluşmaktadır. Bu tip sistemlerde sistem bütünüyle tasarımılamaya uygun bir şekilde inşa edilse bile suyun belli düzeylerde kaybolması kaçınılmazdır. Kaldı ki inşaat hataları ve diğer yönetim hataları kayıpları artırıcı bir etkiye sahiptir.

Memba denetimli sistemlerde su bir kez sisteme verildiğinde geri dönülmez bir şekilde kullanılmak veya drenaj sistemine ulaşmak zorundadır. Sulama sisteminin mansabında suyu depolayan veya denetleyen yapılar yoktur. Bu tip sistemlerde ister istemez kayıplar daha fazla olmaktadır.

Su ücretleri bitki ve alan esaslı olarak toplandığından aşırı su kullanım eğilimi yaygındır. Çünkü ne kadar su kullanırsan kullan, belli bir bitki için aynı ücret alınmaktadır. Bu uygulama su kullanımını artırıcı etki yapmaktadır. Az su kullanan çiftçi bir yararı sağlamadığından sulamalarda özen gösterilmemekte, özellikle gece sulamaları sulama etkinliğini daha da düşürmektedir.

Diğer taraftan su sıkıntısı korkusu veya güvensizlik aşırı su verme eğilimini artırmaktadır. Halbuki çiftçiler kendi kaynakları ile su sağladıklarında yüzey sulama yöntemleri ile yaptıkları sulamalarda bile çok yüksek randımanlara ulaşabilmektedir.

Kamu da görevli yatırım ve araştırma kuruluşları ile üniversitelerin tüm araştırma, eğitim organizasyon çalışmalarına rağmen geline nokta, ülke genelinde yaygın bir şekilde aşırı su kullanımı ve randıman düşüklüğüdür. Sulama sistemleri için yapılacak yeni yatırımlar yerine, ülkemizdeki halihazır sulama sistemlerinde, sulama randımanlarının sadece %10 artırılması halinde tasarruf edilecek su ile hiçbir ek yatırım yapmadan üç tane Harran Ovasının sulanabileceği göz önüne alınırsa konunun önemi daha iyi anlaşılacaktır.

Sulama sistemlerinde sulama randımanlarının dünya standartlarına ulaşabilmesi için yatırım, araştırma, eğitim ve organizasyon çalışmaları yanında yeni yasal düzenlemelerin yapılması kaçınılmaz bir duruma gelmiştir.

Sulama suyu ücretleri yeniden gözden geçirilerek daha az su ile daha geniş alanların sulanmasını özendirici düzenleme yapılmalıdır. Su sıkıntısı çekilen yörelerde en az su ile en fazla gelir getirecek ekim desenleri ve sulama sistem ve yöntemlerini özendirecek düzenlemeler yapılmalıdır.

2.3 Sulama performans parametreleri

Çiftçi sulamalarının gerçek niteliğini belirlemek için yapılan izleme çalışmalarının sonuçları çizelge de verilmiştir. En büyük eksiklik olarak tarla hazırlığı, yetersiz ekipman ve yanlış sulama uzunluğunun olduğu söylenebilir. Sulama sırasında aşırı bir derine süzülme olmamasına karşın, drenaj kanallarının dolu akmasını nedeni denetimsiz gece sulamalarıdır.

Sulama uzunlukları ile tarla uzunlukları aynıdır. Tarla uzunsa sulama uzunluğu fazla, tarla kısa ise sulama uzunluğu kısadır. İzlenen sulamalarda akış uzunlukları 108 m ile 570 m arasında değişmiştir. Bu uzunluklar aslında tarla uzunluklarıdır.

Akış büyüklükleri ile sulama uzunlukları, eğim veya toprak özellikleri arasındaki ilişkiler hakkında genel bir bilgi eksikliği söz konusudur.

Ova sulamalarında uygulanan akış büyüklükleri biraz fazla olmasına karşın, uygun kabul edilebilir sınırlara yakındır. Ancak tarla başı kanallarının düzensizliği akış debilerinde sürekli değişkenlikler olmaktadır. Sulamalar tıkalı karık ve border şeklinde yapılmaktadır. Sulama sula karık ve border sonuna ulaştığında sulamaya son verilmektedir. Ancak gece sulamalarında bu işlem yeterince denetlenmemektedir. Bu yüzden tarla sonlarından drenaj kanallarına aşırı erozyona neden olacak akışlar olmaktadır.

Sulamalarda fasıllı karık, azaltılmış debili karık, döngülü karık ve delikli borulu karık gibi gibi su kazanımına yönelik uygulamalar ya yoktur veya yok denecek kadar azdır..

Çizelge 1 Harran ovasında sulama performans parametreleri.

Test yeri	Border/karık uzunluğu, (m)	Akış, L/s			Uygulama süresi Dak.		Uygulana su mm			Derine süz %on	Sulama niteliği	yeterlilik, %	CU	DU
		Sulama yöntemi	Ortalama	Birim akış, l/s- m	Ta	max	Min.	Ave.						
Akçamescit	180	Border	6.5	3.10	240	233	168	194	38	Aşırı	100	89	85	
Başgöze	200	Furrow	1.54	2.20	142	163	48	119	25	Eksik	60	72	46	
Sultantepe-1	240	Border	6.5	3.10	255	105	95	102	0	Eksik	0	96	94	
UY-5	270	Furrow	1.53	2.19	273	135	98	105	0	Eksik	60	80	68	
Konuklu	108	Furrow	1.97	2.81	41	42	32	40	0	Eksik	40	87	82	
Cahit Yetkin	390	Furrow	1.58	2.26	136	33.5	10	24	12	Eksik	45	66	49	
Taşbasan	343	Border	4.6	2.19	280	102	29	72	0	Eksik	20	72	51	
Külünçe	570	Border	5.93	2.82	270	150	30	102	16	Eksik	45	66	48	
Sultantepe-2	480	Furrow	1.58	2.26	285	150	25	102	0	Eksik	0	75	56	
Average	--	--	--	--	214	127	58	94	--	-		78	64	

İzlenen sulamalarda yüksek üniformitelere ulaşıldığı belirlenmiştir. Dört sulama olayında Cu değerleri %80 den fazla bulunmuştur. Sulama yeterliliği bir tarla dışında çok düşük bulunmuştur. Arazinin ilk kısmında fazla su verilirken sonlara doğru eksik su verilmektedir.

Yaptığımız gözlem ve ikili görüşmelerde, çiftçiler tarafından dile getirilen bir takım sulamalarda düşük debilerde 25-30 saat sulamaların yapıldığına ilişkin bilgiler edinilmiştir.

Belirtilen konularda dünyada yaygın olan uygulamalar araştırılıp incelenerek ülkemizin yapısına uygun projeler ve yasal düzenlemelere esas olacak kaynaklar geliştirilmelidir.

2.4 Harran ovasında su yönetimi

Harran ovasında su yönetimi sulama birlikleri tarafından yapılmaktadır. Birlikler kamu kurumlarını, kamu kurumları da birlik çalışmalarını yeterli bulmamaktadır. Ancak ortada iyi yönetilemeyen, zayıf su yönetimi altında 150 000 hektarlık devasa bir sistem durmaktadır.

Harran ovasındaki sulama birlikleri ile ilgili rapor:

GAP-BKİ toplantı salonunda “ Şanlıurfa ve Harran ovası sulama birlikleri eğitiminin değerlendirilmesi ve sulamalara bakış” adı altında bir çalışma toplantısı düzenlenmiş ve toplantı sonucunda aşağıdaki durum tespitleri ve muhtemel çözüm önerileri yapılmıştır.

A- Sulama Sorunları

1. Bilgi yetersizliği (Teknik bilgi yetersizliği, Sulama hizmeti sunanların eğitim yetersizliği)
2. Sulama Sistemlerinden Kaynaklanan Sorunlar (Rotasyon ,Tesviye)
3. Yasal ve Yönetimden Kaynaklanan Sorunlar (Ücret dengesizliği, Organizasyon, Sulama alanın saptanması ve tahsilat)
4. Sosyo Kültürel Yapıdan Kaynaklanan Sorunlar
5. Tarım Politikası Kaynaklı Sorunlar (ürün deseni ve destekleme politikası)

B- Yönetim Sorunları ve Çözüm Önerileri

1. Sulama birliği rant kaynağı olarak görülmekte:

Birlik yönetiminin daha şeffaf hale getirilmesi ve denetim mekanizmasının güçlendirilmesi (gelir ve giderlerin belirli periyotlarla ilan edilmesi)

2. Sulama birliği personelinin görevlerinin belirsizliği:

Birliğin kuruluş tüzüğünde personelin yetki ve sorumluluklarının açık ve net olarak belirlenmesi

3. Sulama birliklerinin üyelerinin katılımcılığını sağlayacak bir anlayış ve program yok:

Birlik meclis üyeleri seçimleri genel seçimlerle birlikte yapılmalı. Sulamaya açılacak bölgelerde sulamaya başlamadan önce birlikler kurulmalı, idari ve teknik yönden eğitilmeli, kuruluş ve yönetimde katılımcılığı sağlanmalı (GAP-İBY modelinin uygulanması)

4. Sulama birliklerinde demokratik ve katılımcı bir anlayış ve uygulaması henüz tam olarak yerleşmemiş

Sulama sezonu başında ve sonunda planlama ve faaliyet raporunun sekreteryaya dahilinde çiftçilere sunulması ve gelen taleplerin değerlendirilmesi

5. Sulama birliğinin mevcut kuruluş yasası günün şartlarına ve ihtiyaçlarına cevap vermekte yetersizdir

Şu anda mevcut yasa tasarısının meclisten geçmesi istenmiş ancak şimdiye kadar herhangi bir gelişme olduğuna ilişkin bilgi edinilememiştir.

C-personel sorunları ve çözüm önerileri

1. Sulama birliği personeli arasında insan ilişkilerinin yetersiz olması

Sulama birlikleri bünyesinde halkla ilişkiler biriminin kurulması

2. Yasalar ve iç tüzük konusunda personelin yetersizliği

Sulama birlikleri bünyesinde hizmet içi eğitim kurslarının düzenlenmesi

3. Sulama birliklerin personel politikası yok

Personelin işe alınmasında sözleşme yapılması

4. Sulama birliği personeli kendi konularında yetersiz olması

Sulama birlikleri üniversite ve ilgili kuruluşlarla birlikte bir protokol çerçevesinde personelin eğitilmesi

5. Birlik içinde ve birlikler arasında takım ruhu çalışması yok

Birlikler kendi içerisinde ve diğer birliklerle belli periyotlarla bir araya gelerek yapılan ve yapılacak olan işlerin görüşülmesi ve problemlerin çözümüne gidilmesi. Üst birlik oluşturulması için adımların atılması gibi öneriler benimsenmiştir.

Yukarıda sayılanlar sorunların boyutlar hakkında bir fikir vermesi açısından önemlidir. Ovada sulama yönetimini üstlenen Sulama Birliklerinin, basit bir rotasyon programı yapmak ve sulama ücretlerini toplamakla görevli az gelişmiş organizasyonlar olduğu görülmektedir.

2. 5 Çiftçi Eğitimi

Çiftçilerimiz “ne kadar su veririm o kadar ürün alırım” hesabıyla aşırı su kullanmaktadır. Bu anlayış geniş kitlelerce seslendirilmesine karşın bu konuda somut gelişmeler olmamaktadır. Çiftçilerin eğitilmesine yönelik projeler geliştirilmiş sonuçlandırılmış, örnek alanlarda demonstrasyon çalışmaları yapılmış, doğru sulama ve zamanlaması öğretilmiş, kamu kurum-kuruluş yetkilileri bilim adamları, çiftçi kuruluş temsilcileri benzer şeyler söylemelerine karşın değişen fazlaca bir şey olmamıştır. Ancak herkesin her yerde söylediği, her sorunun yanıtı olarak “bilinçsiz sulama” söylemi ortada kalmıştır.

Arazi çoraklaşıyor, drenaj sorunu var, ürün azalıyor, toprak erozyonu oluyorsa nedeni bellidir. Bilinçsiz sulama...

En yaygın hatalardan biri sulamada yüksek debili suların kullanılmasıdır. Bunun sonucunda verimli yüzey toprağı su erozyonu ile drenaj kanallarına taşınmaktadır. Böylece, hem topraklar verimsizleşmekte hem de drenaj kanalları kısa sürede dolmakta ve bakım sorunları ortaya çıkmaktadır. Yüzey sulama vahşi salma şeklinde yapılmakta ve sulama aleti olarak kürekten başka alet kullanılmamakta veya çok az başka alet/ekipman kullanılmaktadır. Bu amaçla, portatif kanal seddeleri, çadır savaklar, sifonlar, tüpler yaygınlaştırılmalı ve kullanımları sağlanmalıdır.

Diğer taraftan karık ve border yapımında kullanılan sedde pullukları yaygınlaştırılmalıdır. Toprak yapısı ve bitkiye göre karık ve border boyutlarını saptayan çalışmalar yapılarak yatırımcı kuruluşlara veri sağlanmalıdır.

Bu güne kadar yapılan çalışmalardan yararlanılarak yörede yetiştirilen bitkiler için belirtilen sulama programları çiftçiye uygulanmalıdır. Sulama suyu miktarı ve ne kadar aralıkla vereceği konusunda eğitim programları düzenlenmeli, gerekirse demonstrasyon tarlaları oluşturulmalıdır.

3. HARRAN OVASINDA DRENAJ SORUNU VE KAYNAKLARI

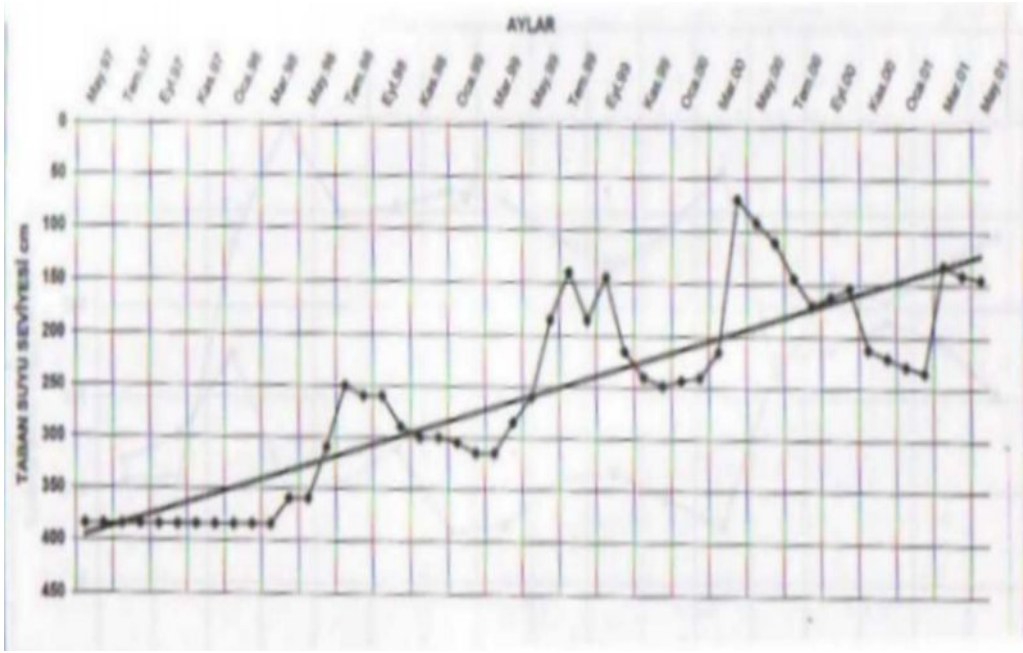
3.1 İklim Özellikleri

Harran Ovası, Güney Doğu Anadolu Bölgesinin karasal iklim özelliklerini taşımakta ancak Akdeniz ikliminin tesiri de görülmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı yüksektir. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Koruklu Talat Demirören Araştırma İstasyonunun iklim verilerine göre Harran Ovasında yıllık ortalama yağış 365 mm, yıllık ortalama sıcaklık 17.2°C ve yıllık buharlaşma 1 848 mm'dir (Çizelge 2).

Çizelge 2 Harran Ovası 1979-2002 yılları arası meteorolojik değerler

Aylar	İklim Öğeleri						
	Ort.Yağış (mm)	Ort, Sıcaklık (°C)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük sıcaklık , (°C)	Ortalama Nisbi Nem (%)	Aylık Buharlaşma (mm)	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)
1	65.8	4.9	19.8	-10.4	69	.	1.6
2	63.3	6	25.8	-14	64	.	1.7
3	59.5	10	27.3	-12.2	58	52	1.6
4	26.9	15.2	34.8	-3.4	58	116.8	1.6
5	22.6	21.7	43	1	42	199.3	1.9
6	3.5	27.9	45.4	9.4	33	314.5	2.4
7	0.1	31.3	46.8	11	34	376	2.3
8	.	29.8	46.6	9.2	40	337.9	1.9
9	0.5	25.3	43.7	3.7	38	249.8	1.5
10	19.6	18.2	39.4	-1.2	45	151.9	1
11	42	10.1	31	-7.0	60	50.6	0.9
12	61.4	6	22.6	-16.8	72	.	1.2
Yıllık	365.2	17.2	46.8	-16.8	51	1848.8	1.6

Ova topoğrafik bakımdan, güney kuzey doğrultusunda 50 km'lik bir mesafede yaklaşık 130 m yükseklik farkıyla oldukça yüksek bir eğime sahiptir. Ovanın doğu ve batısını sınırlayan Tektek ve Fatik Dağlarının eteklerinde eğim daha da fazladır. Belirtilen bu yüksek eğim ovanın kuzey kesimleri için drenaj kapasitesi yönünden bir avantaj olurken, düşük kotlu kısımlarda tersine bir işlev görmektedir. Kuzey güney doğrultusunda ve dağlardan ovanın ortasına doğru sürekli bir su akışı olmaktadır. Bu su akışı Suriye sınırına yakın bölgelerde ve ovanın diğer alçak kotlu kesimlerinde (335-360 m) yaklaşık 15-20 bin hektar alanda taban suyu düzeyini yükseltmektedir.



Şekil 3 Ovada yer altı suyu tablasının yükselme eğilimi (DSİ, 2003)

Kış yağışları ve sulama mevsimindeki fazla sulama suları eğim yönünde hareket ederek boşaltım olanaklarının yetersiz kalması nedeniyle ovanın alçak kesimlerinde birikmektedirler. Yükseklikle beraber taban suyu düzeylerinin düşmesi ve bazı kuyuların tamamen kuru olması, özellikle kış ve ilkbahar aylarındaki kötü en düşük olan 8 nolu gözlem kuyusundaki yüksek taban suyu düzeyi bu düşüncüyü desteklemektedir.

Çizelge 3 Örnekleme noktalarında 2002 yılında taban suyu derinlikleri

Kuyu No	Kot (m)	A y l a r											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	432	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	2.96	2.91	2.93	Kuru	2.95	Kuru	Kuru	Kuru
2	382	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	2.25	2.20	2.80	2.65	Kuru	Kuru	Kuru
3	376	3.20	3.17	2.20	3..35	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru
4	373	2.20	3.25	2.47	1.85	1.85	2.38	2.11	2.20	2.22	2.25	1.85	1.25
5	366	2.17	2.35	0.65	0.56	1.40	1.07	0.90	1.03	1.09	0.75	0.31	0.10
6	374	1.80	1.50	0.82	1.82	1.60	2.22	1.90	2.15	2.20	1.50	1.00	0.50
7	355	1.70	1.69	1.64	1.68	1.82	1.53	1.43	1.41	1.43	1.47	1.58	1.70
8	352	0.90	0.56	0.43	0.58	0.67	Kuru	1.70	1.17	1.21	1.35	1.29	1.21

3. 2 Taban Suyu Düzeylerinin Değişimi

Harran Ovasında sulamaların en yoğun olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında izlenen alanda belirlenen gözlem kuyularında taban suyu yükseklikleri Çizelge 3’te verilmiştir. Taban suyunun bitki kök bölgesine kadar yükselmesi ve kök bölgesinde kalma süresi hem bitki verimini etkiler hem de toprak tuzlanmasına ve diğer drenaj sorunlarının doğmasına neden olur. Ancak taban suyunun kaliteli olması halinde, özellikle kurak alanlarda bitkiler su, gereksiniminin bir bölümünü bu sudan karşılayabilirler. Kök bölgesinde uzun süre kalan su hem verimin azalmasına hem de toprak tuzlanmasına neden olur,

Çizelge 4 Harran Ovası temmuz ve ağustos aylarına ait ortalama taban suyu değerleri (DSİ, 2002)

Taban Suyu Derinlik (metre)	Alan	
	(ha)	%
0 – 0.5	256	0.3
0.5 – 1	4547	5.4
1 – 2	34188	40.7
2 – 3	5483	6.5
3 <	39482	47.1
Toplam	83956	100

Harran Ovası 2002 sulamaların en yoğun olduğu temmuz ve ağustos aylarına ait taban suyu yüksekliği ölçüm sonuçları Çizelge 4,2’de verilmiştir, Ova genelinde DSİ tarafından gözlenen taban suyu değerleri incelendiğinde; toprak katmanlarında buldukları derinliğe göre % 0,3’ü çok sığ, %5,4’u sığ , % 40,7’u orta sığ, geri kalan kısmı ise derin ve çok derin sınıfına girmektedir,

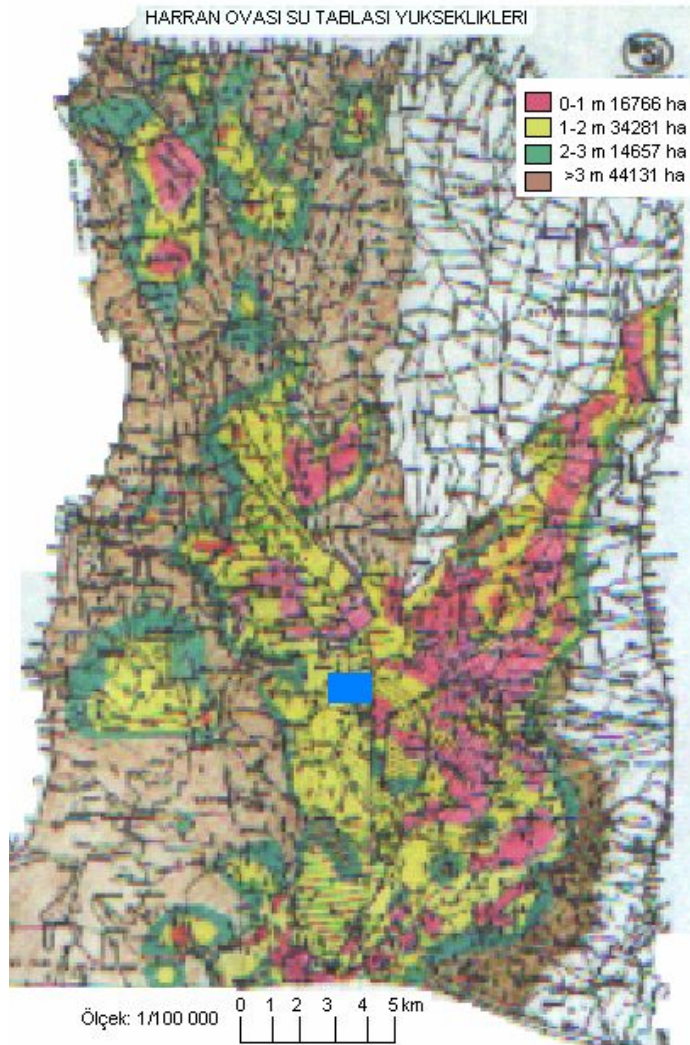
Harran Ovasında taban suyu seviyeleri sürekli değişmektedir. Ovada drenaj sorunu yağışlarla ve yatay sızmalardan sulama mevsimindeki fazla sulama suyundan kaynaklandığı. ova genelinde ve regülatörlere yakın bölgelerde taban suyu gözlem kuyu değerleri incelendiğinde bu sonuca varılabilir. Kuyu kotu yükseldikçe taban suyu düzeylerinin düştüğü. bazı kuyuların tamamen kuru olduğu görülmektedir. Özellikle kış ve ilkbahar aylarında. kotu en düşük olan 8 nolu örnekleme noktasında. yüksek taban suyu düzeyleri bu düşüncüyü desteklemektedir (Çizelge 4.3).

Tahliye imkanlarının kısıtlı ve yetersiz kalması sonucunda ovada büyük miktarda tahliye edilmeyen su taban suyuna karışarak su tablasını yükseltmektedir.

Harran Ovası Kuzey-Güney yönünde eğimli olup yaklaşık 50 kilometrelik mesafede 120 metre yükseklik farkı bulunmaktadır. Bu durum yer altı suyunun Kuzey-Güney yönünde

hareketine neden olmaktadır. Böylece kuzey kısımlarda oldukça derinlerde olan taban suyu düzeyleri. Akçakale çevresinde toprak yüzeyine yaklaşmaktadır. Nitekim 5. 6 ve 8 nolu örnekleme noktalarında taban suyu derinlikleri 1.0 m dolayında da iken kuzey kesimlerde daha derinlerdedir.

Harran Ovasında zayıf sulama yönetimi ve derine süzülme nedeniyle yükselen taban suyu ve beraberinde getirdiği tuzlanma zamanla tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini önleyecek boyutlara ulaşma eğilimindedir. DSİ Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan izleme çalışmalarına göre 16 000 hektar alanda taban suyu düzeyi 0-1 m, 34 000 hektar alanda ise 1-2 m arasındadır. Problemin kısa bir sürede 50 000 hektara ulaşma eğiliminde olduğu bildirilmektedir (DSİ, 2004). Kesin olmamakla beraber drenaj probleminin 80 000 hektara yayılacağına ilişkin tahminler de bulunmaktadır. Zaman içinde en doğru tahminlerin yapılmasına yönelik çalışmalar DSİ Bölge Müdürlüğü çalışmalarına ek olarak Ziraat Fakültesi ve GAP Bölge Kalkınma idaresinin gündemindedir.



Şekil 4 Harran Ovasında su tablasını derinliklere göre dağılımı

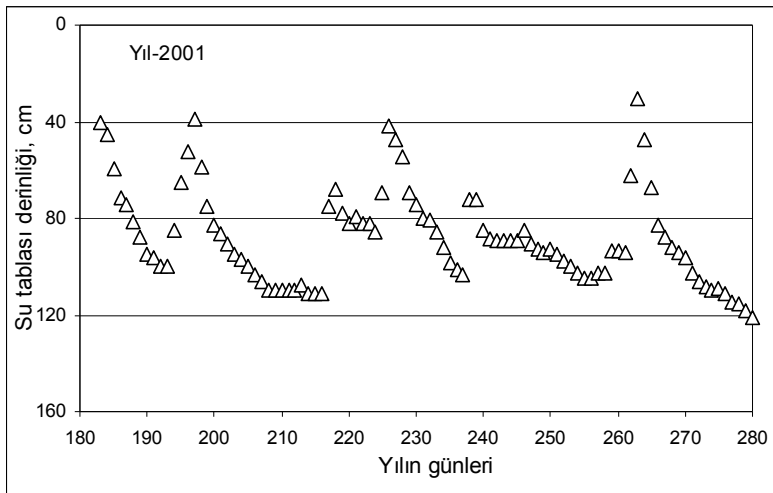
Öncelikle taban suyu düzeylerinin 1 m'nin üstüne çıktığı yerlerde drenaj önlemlerinin alınması gereklidir. Bunlardan biri yüzey altı drenaj sistemlerinin inşa edilmesidir.

Harran Ovasında drenaj sistemi kurulmadan önce ovanın doğal drenajını Culap Deresi ve Kötü Çay sağlamaktaydı. Culap Deresi ve Kötü Çay sulama projesi ile birlikte ıslah edilerek Ana Tahliye Kanalına dönüştürülmüştür. Devlet Su İşleri tarafından tesis edilen drenaj sistemleri açık kanallar şeklinde olup aynı zamanda yüzeyden dönecek sulama sularını uzaklaştırmaya yöneliktir. Drenaj kanallarının derinlikleri 1 ile 2 metre arasında olup ovanın değişik yerlerinde 5000 hektar alanı drene etmek için açık derin drenaj kanalları inşa edilmiştir. Bu kanalların ortalama derinlikleri ise 2-3 metre arasında değişmektedir. Ayrıca Köy Hizmetleri tarafından da 9000 hektar yüzey altı kapalı drenaj sistemleri inşaatı devam etmektedir.

Harran Ovasında, 1993 yılından bu yana taban suyu izleme çalışmaları yapılmaktadır. Bu amaçla ovanın muhtelif yerlerine her biri 100 hektarı örnekleyecek şekilde 1000 gözlem kuyusu açılmış, ancak bunların bir çoğu bir çok nedenden dolayı tahrip olmuştur.

Yıllık izleme çalışmalarında yaklaşık 16 000 hektar alan taban suyu seviyesinin 1 metrenin üstünde, 34 000 hektar alanda ise 1-2 m arasında olduğu belirtilmektedir.

Drenaj sistemi kurulu bir alanda dren orta noktalarında yapılan su tablası ölçümlerine ilişkin sonuçlar şekilde verilmiştir. Alan pamuk ekili olup 6 defa sulanmıştır. Sulamalardan sonra su tablası toprak yüzeyine 35-40 cm yaklaşmaktadır. Yaklaşık 100 gün alçalıp yükselme gözlenmiştir. Dren derinliğinin ortalama 1.5 m ve dren aralığının 60 m olduğu killi toprakların bulunduğu bu alanda su tablası ortalama 3-5 günde kök bölgesi altına düşmektedir. Bu veriler dünya standartlarına uygundur.



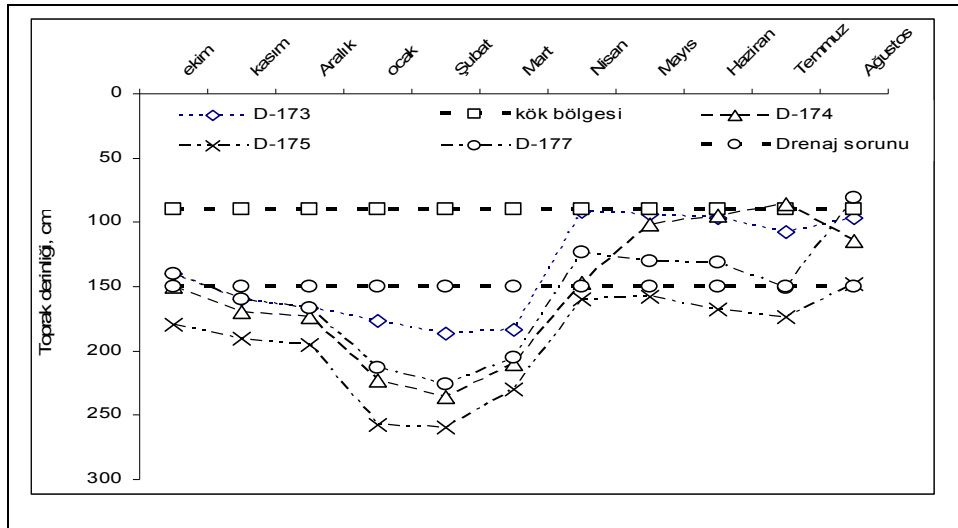
Şekil 5 Yüzealtı drenaj sistemi kurulu bir alanda sulama döneminde tabansuyu düzeylerinin dalgalanması

3.3 Taban Suyu Tuzluluğu

Taban suyunun kalitesi alansal olarak değişmekle beraber gözlenen alanların %88 inde EC: 2.5 dSm⁻¹ den daha düşüktür. Tuzluluğu 5 dSm⁻¹’den yüksek alanların oranı ise %5’ ten azdır. Sulamaların yoğun olduğu temmuz ve ağustos aylarına ait ortalama taban suyu tuzluluk değerleri alansal olarak çizelge 7’de verilmiştir. Ovanın % 88’inde taban suyunun elektriksel iletkenlikleri 2.5 dSm⁻¹ den daha düşüktür (DSİ. 2003).

Ovada yaklaşık 1000 hektarlık küçük bir alanda. taban suyu aşırı tuzludur. Fırat suyu ile sulamalar devam ettikçe taban suyunun sulama suyundan beslenme düzeyine ve yüzeyaltı drenaj sistemlerine bağlı olarak taban suyu tuz içeriğinin zamanla azalacağı söylenebilir.

Harran Ovasının uzun yıllık ortalama yağışın 365 mm olduğu göz önünde bulundurulduğunda. kış yağışlarının yıkamada daha etkili olacağı düşünülebilir. Ayrıca drenaj kanal sularının tuz içeriğinin kış aylarında yükselip. sulamanın en yoğun olduğu aylarda ise azalması tuzlanma riskini azaltmaktadır.



Şekil 5 Harran ovasında izlenen bazı kuyularda taban suyu düzeylerinin zamansal değişimleri (Kaynak, DSİ)

Topoğrafik yapı nedeniyle ovanın güney kesimlerine doğru taban suyu düzeyinin artması ve tuzlu yer altı suları ile geri dönüşüm kanal sularının sulamada kullanılması. tuzlanma riskini artırmaktadır. İzlenen noktalarda önemli tuz birikiminin olmamasına karşın. hafif tuzlu alanların yayılması tuza duyarlı bitkilerin yetiştirilmesini sınırlamaktadır.

Sonuç olarak geri dönüşüm kanal sularının sulamada kullanılması durumunda toprakta tuz birikiminin olmaması veya birikimin en aza indirilmesinin olmazsa olmaz koşulu. etkili bir drenaj sisteminin kurulmasıdır.

3.4 Drenaj Suyu ve Sulamada Kullanılması

Aşırı su kayıpları nedeniyle drenaj kanallarında biriken suların bir kısmı geri dönüşüm pompalarıyla yeniden sulama sistemine verilmesine karşın sulama suyunun yaklaşık %16 sı ($1.94 \times 10^8 \text{ m}^3$) tahliye edilmektedir. Bu büyüklükte bir su hacminin tahliye edilmesi çıkış ağzı sorunu nedeniyle ortaya çıkan zorluklar bir yana, ayrıca sulamada kullanılamaması, sulama sisteminin yeterince etkin bir şekilde yönetilemediğini göstermektedir.

Sulama yöntemini değiştirilmesi ve basınçlı sulama sistemlerine geçilmesi sulama randımanlarını artırarak drenaj ihtiyacını azaltır. Devlet tarafından desteklenen bu yaklaşım ümitvar olmasına karşın, dünyadaki ve ülkemizdeki uygulamalar daha uzun bir süre drenaj sistemlerine ihtiyaç olduğunu göstermiştir.

Ovanın bir bölümü yer altı suyundan pompaj yardımıyla, büyük bir bölümü ise Atatürk Barajından Şanlıurfa Tüneli yardımı ile ovaya aktarılan Fırat Nehri suyu ile sulanmaktadır. Harran Ovasına iki ayrı ana kanal yardımıyla su iletilmektedir.

Regülatörlerden 2001, 2002 ve 2003 yıllarından alınan su örneklerinin tuz içeriğinin 0.5 ile 3.62 dSm^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir. Sulamanın en yoğun olduğu temmuz ve ağustos aylarında drenaj kanal suyu tuzluluk değerleri 0.39 ile 0.81 dSm^{-1} arasında değişmektedir (Çizelge 5). Bazı drenaj kanallarındaki suların tuzluluk değeri sulama kanallarındaki suyun tuzluluk düzeyine çok yakındır. Drenaj suyu, tuz içeriği düşük Fırat suyu ile karıştırıldığında ise bu değerler $0.3-0.6 \text{ dSm}^{-1}$ arasına düştüğü görülmüştür. Belirtilen verilerde zaman içinde önemli bir değişme olmamıştır.

Çizelge 5 Drenaj kanalı sularının tuz içerikleri (EC, dS/m)

Regülatör	2001		2002		2003	
	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos	Temmuz	Ağustos
Köplüce	0.61	0.52	0.81	0.71	0.52	0.50
Yardımlı	0.47	0.46	0.44	0.42	0.46	0.46
Selman	0.45	0.43	0.41	0.41	0.39	0.33
Toytepe	0.58	0.71	0.50	0.48	0.51	0.53
Akçalı	0.56	0.62	0.47	0.55	0.74	0.67
Turluk	0.50	0.48	0.46	0.45	0.51	0.56
Hacıekber	0.56	0.57	0.59	0.53	0.53	0.53

Drenaj kanal sularının tuzluluğunun sulama mevsimi boyunca düşük olmasının başlıca nedeni dikkatsiz ve aşırı su kullanma eğiliminden kaynaklanan suların doğrudan drenaj kanallarına akmasıdır. Bu durumun sonunda kanallara akan suları drenaj kanallarındaki tuz

konsantrasyonu düşürmektedir. Bu bakımdan drenaj kanal sularının sulamaların yoğun olduğu aylarda sulamada kullanılmaları önemli bir sorun oluşturmamaktadır.

Kış aylarında yağıştan dolayı tuzlar yıkanmaktadır. Ancak drenaj kanal suları taban suyundan oluştuğundan kış mevsiminde drenaj kanalı sularının tuz içerikleri artmaktadır. Temmuz ve ağustos aylarında drenaj sularının elektriksel iletkenlik değerlerinin düştüğü, diğer aylarda ise yükseldiği görülmektedir. Anılan durum her üç yıl boyunca aynı şekilde yinelenmiştir.

Tüm regülatör değerleri incelendiğinde en düşük elektriksel iletkenlik değerleri Selman Regülatör'ü en yüksek değerler ise Toytepe Regülatörü'nde elde edilmiştir.

3.5 Toprakların Hidrolik Özellikleri

Toprakların hidrolik iletkenlikleri Çizelge 6'da verilmiştir. Ağır killi bir yapıya sahip olmalarına karşın hidrolik iletkenlikleri oldukça yüksektir. Aslında yüksek oranda kil içeren ova topraklarında daha düşük geçirgenliklerin olması beklenir.

Çizelge 6 Topraklarda ölçülen hidrolik iletkenlikler (m d⁻¹)

Kısım -1				Kısım - 2							
Saha GA				Saha-S							
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	
0.51	1.53	2.45	0.76	1.91	0.14	0.35	0.4	2.04	3.07	2.92	0.46
0.68	1.86	2.63	0.82	2.01	0.22	0.49	0.68	2.09	1.74	2.94	0.5
0.68	1.9	2.82	0.87	2.52	0.35	1.09	0.96		2.18	2.96	0.56
0.98	2.01	3.14	0.88	2.74	0.4	1.28	1.03		2.18	2.99	0.59
1.06	2.1	3.25	1.03		0.51		1.04		2.18	3.01	0.60
1.28	2.29	3.27	1.05		0.59		1.31		2.22	3.27	0.65
1.32	2.36	3.66	1.1		0.74		1.32		2.23	3.49	0.68
1.65	2.55	3.72	1.25		0.78		1.43		2.35	3.53	0.7
	2.58		1.39		0.85		1.88		2.36	3.72	0.81
			1.44		0.88				2.5	3.82	0.93
			1.88		0.94				2.5	4.09	0.94
					1.24				2.59	4.58	1.18
					1.33				2.71	4.84	1.2
					1.44				2.82	4.9	1.24
					1.59				2.82	5.3	1.34
					1.76				2.85	5.84	1.38
					1.9				2.87		1.42
1.02	2.13	3.12	1.13	2.30	0.92	0.80	1.12	2.07	3.16		1.29

Toprakların hidrolik iletkenliklerin yüksek olması drenaj maliyetini azaltan bir faktördür. Ayrıca bu toprakların daha kolay ıslah edilebileceğinin de bir göstergesidir. Örnek olarak verilen bu geçirgenlik değerleri projelirmede kullanılmamalıdır. Proje yapılacak alanlar için yerinde etüt ve ölçümler yapılmalıdır

3.6 Drenaj sistemi ve tuz yıkanması

Tarımsal arazilerde sulama ile ortaya çıkan tuzlanma riski kış yağlarıyla dengelenebilmekte ve sürdürülebilir sulama için uygun koşullar ortaya çıkmaktadır. Bu amaçla ovada izlediğimiz 25 hektarlık bir alanda elde edilen sonuçlar çizelge 7’de görülmektedir.

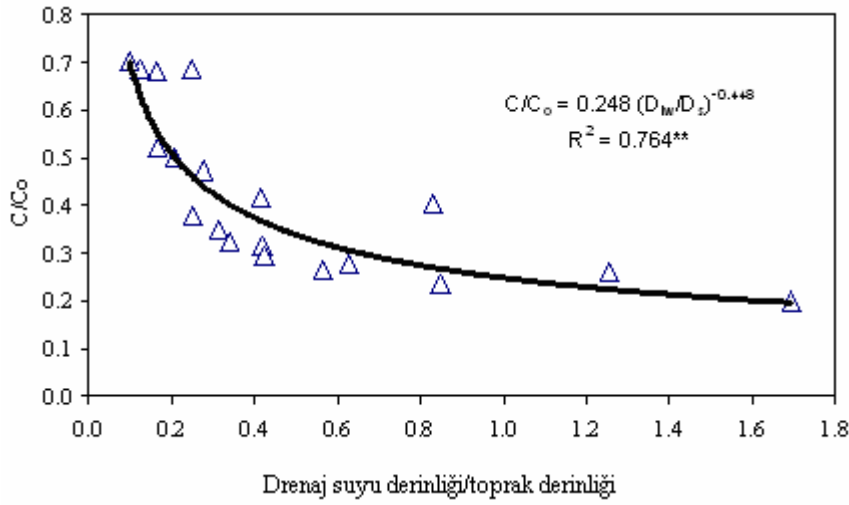
Çizelgede görüldüğü gibi kış yağışlarının tuz yıkanmasına önemli bir etkisi olmazken sulamaların tuz yıkanmasına etkisi önemlidir. Bu durum hemen bütün yıllarda ortaya çıkmıştır. Drenaj sistemi kurulu alanlarda sulamalar önemli düzeyde tuz yıkaması sağlarken kış yağışlarını etkisi yoktur. Tuz azalması profilin üst katlarında çok daha fazla olmuştur.

Çizelge 7 drenaj sistemi kurulu alanlarda Mevsimlere göre toprak profiline tuzluluğun değişimi (dS m^{-1})

Toprak derinliği	Mevsim							
	2001-i	2001-f	2002-i	2002-f	2003-i	2003-f	2004-i	2004-f
0-20	10.3	7.2	7.1	4.1	3.9	2.7	2.6	2.1
20-40	10.1	7.0	6.9	4.5	4.2	3.0	2.9	2.8
40-60	9.0	6.9	7.3	6.1	6.0	4.0	4.1	3.3
60-80	8.6	7.3	7.3	6.00	6.2	4.7	4.9	4.0
80-100	8.7	8.0	7.9	6.3	6.3	5.1	5.2	4.6
Ortalama	9.1	7.3	7.3	5.4	5.3	3.1	3.9	3.3
100-120	8.4	8.3	8.4	6.3	6.4	6.3	6.5	5.7
120-140	8.5	8.1	8.1	6.5	7.2	6.9	7.2	6.5
140-160	8.8	8.5	9.0	6.8	6.8	7.4	8.5	7.4
160-180	9.3	9.3	9.0	7.6	7.6	7.9		
180-200	10.1	10.1	9.9	8.6	8.9			
Ortalama	9.2	8.1	8.10	6.3	6.4	5.3	5.2	4.6
* $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$		0.0048*	0.925	0.001**	0.929	0.236	0.977	0.473

i=ilkbahar, f= sonbahar

Elde edilen sonuçlar yüzeyaltı drenaj sisteminin etkin bir tuz yıkanmasına neden olduğu ve herhangi bir ek işleme gerek kalmadığını göstermiştir.



Şekil 7 Drenaj suyunun toprak derinliğine oranı (D_{dw}/D_s) ile toprakta kalan tuzun başlangıç tuzluluğuna oranı arasındaki ilişkiye (C/C_0)

Ovada dren akışları sulama mevsiminde meydana gelmektedir. Dolayısıyla profilden tuz yıkanması da sulama mevsiminde oluşmaktadır.

Tuz yıkanması ile drenaj suyu arasındaki ilişki Şekil 7’de gösterilmiştir. Anılan şekilde görüldüğü gibi toprak profilindeki tuzun %70’inin yıkanması için, toprak derinliğinin yaklaşık 0.75 katı kadar drenaj suyu gereklidir.

$C/C_0 \times D_{ys}/Dt = K$ tuz yıkama eşitliğindeki K değeri drenaj suları için uyarlandığında Harran ovasında K değeri ortalama 0.2 olmaktadır. Düşük K değerleri tuz yıkanmasının kolay olduğu anlamına gelmektedir.

3.7 Su Kalitesi ve Yıkama İhtiyacı

Harran Ovasını sulayan Fırat Suyu çok iyi kaliteli bir su olup tuzluluğu ortalama $EC=0.35 \text{ dS m}^{-1}$ dolayındadır. Kılcal tuzlanmanın olmadığı koşullarda düşük bir yıkama oranı ile uygun su tuz dengesi sağlanabilecektir. Diğer taraftan randıman düşüklüğü nedeniyle sulama mevsiminde drenaj kanalları aşırı yüklenmektedir. Yılda yaklaşık 190-200 milyon m^3 su ova dışına boşaltılmaktadır (DSİ, 2003). Bu büyüklükte bir suyun depolanması veya bir başka yere boşaltılması oldukça külfetli ve sorun yaratacak bir durumdur. Aslında drenaj suları çok daha fazla olmasına karşın, bir kısmı sulamada yeniden kullanılmak üzere sistem geri pompalanmaktadır.

Ova genelinde drenaj oranı için aşağıdaki eşitlik kullanılabilir.

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

Ortalama Sulama suyu (I)= 1 300 000 000 m³ / 1300 000 da = 1000 mm/yıl ve

Yeraltı suyu =220 mm/yıl

Yağış (P) =360 mm/yıl (KHAE. 2003)

Drenaj suyu (D)= 190 000 000 m³/1 300 000 =150 mm su tahliye edilmektedir.

Kullanılabilir nem ortalama AW=100 mm olarak alınır.

$$DF= 150/(1000+220+360+100)$$

$$DF= \%9$$

Drenaj oranı %9 olmasına karşın ovaya giren sulama suyuna oranlandığında, derine süzülme de göz önüne alınır sulama suyunun yaklaşık %25-30 kadar bir kısmı kaybolmaktadır. Görüldüğü gibi ova geneline bakıldığında ve Türkiye'deki diğer sulama sistemleri ile karşılaştırıldığında çok fazla olmayan bu kayıplar, yeraltı akışı ile ovanın alçak kesimlerinde toprak yüzeyine yaklaşması ile yaklaşık 15-20 bin hektarlık bir alanda şiddetli bir drenaj sorunu yaratmıştır.

Ovaya sulama için verilen su ile drenaj suları oranlandığında sulama suyunun yaklaşık % 15-20'si toplam giren suyun ise %10'u deşarj edilmektedir. Oysa Fırat suyunun kalitesi ve ovada yaygın olarak yetiştirilen ürünler göz önüne alındığında ortalama %5'lik bir yıkama oranı ile tuz dengesi sağlanabilecektir. Harran ovasında yapılan tarla testlerinde yıkama etkinliği $F_{Lr}=0.8$ olarak bulunmuştur (Bahçeci ve Nacar. 2004).

En yaygın olarak bilinen yıkama eşitliği (ILRI. 1994) bu alan için kullanılırsa;

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

Burada, EC_{iw} sulama suyu tuzluluğunu, EC_e yörede yetiştirilen bitkilerde ürün azalmasına neden olmayan kök bölgesi tuz eşiğini (dSm⁻¹) $f=0.8$ yıkama etkinliği ovada yaptığımız model çalışmasıyla belirlenmiştir. Bu eşitlik Fırat suyu ve buğday göz önüne alınarak yıkama oranı hesaplanırsa;

$$LF= 0.35/0.8(2 \times 5-0.35) \times 100 =\%4.5 \text{ elde edilir.}$$

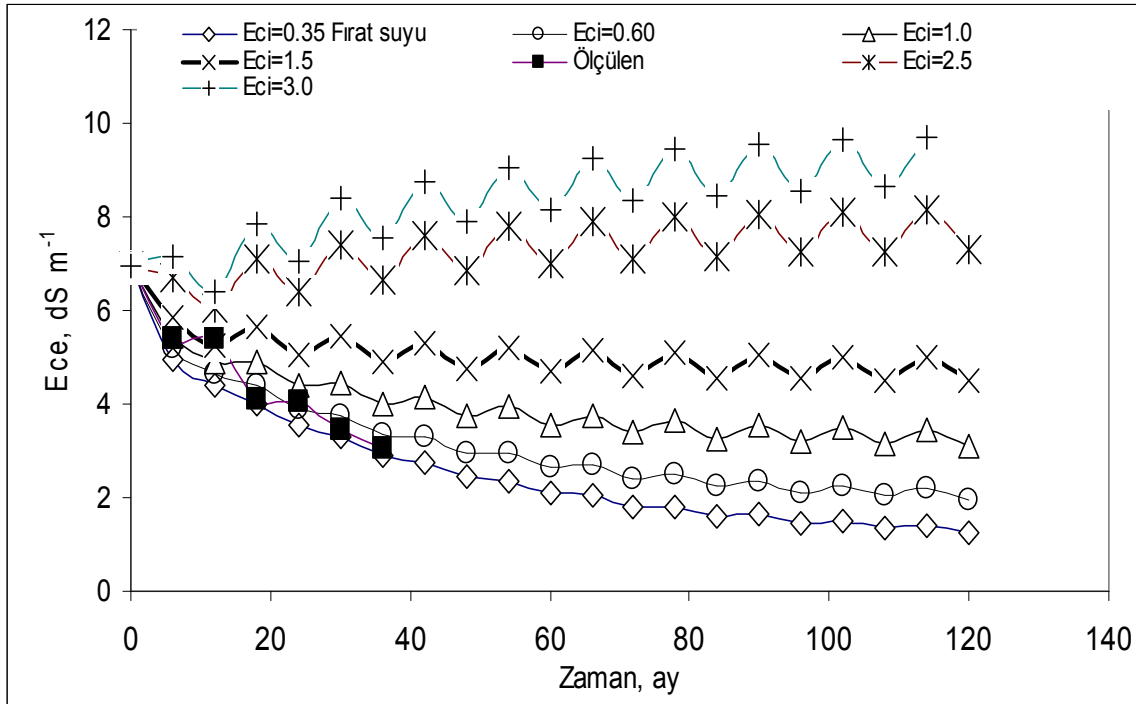
Harran Ovasında hali hazırda drenaj kanal suları ile sulama yapmak bir sulama stratejisi olarak benimsenmiştir. Bu hem sulama etkinliğini artıracak ve hem de ova dışına atılacak su miktarını azaltacaktır. Ovada yapılan bu uygulamanın toprak tuzluluğu üzerine olası etkilerini belirlemek için değişik kalitedeki sulama suları ile yapılan sulamaların kök bölgesi tuzluluğu üzerine etkileri bir modelle değerlendirilmiştir (Şekil 8).

Elde edilen sonuçlara göre mevcut sulamaların toprak tuzlanmasına etkisi Fırat suyunun etkisi ile aşağı yukarı aynıdır.

Değişik kaliteli suların sulamada kullanılması halinde eğer etkin çalışan bir drenaj sistemi varsa. ova topraklarında kök bölgesi tuzlulukları gelecek 10 yıl içinde Şekil 8’de görüldüğü gibi beklenmektedir. Tuzluluğu 1.0 dS m^{-1} ye kadar olan suların sulama suyu olarak kullanılması halinde, toprak tuzluluğu azalma eğiliminde iken tuz içeriğinin daha da artması halinde toprak tuzluluğu artma eğilimine girmektedir.

Bu durumda drenaj kanal sularının yaz dönemindeki tuz içerikleri göz önüne alınınca. bu suların etkin çalışan bir yüzeyaltı drenaj sistemi varlığında sulamada yeniden kullanılmasının toprak tuzlanması bakımından sakınca yaratmadığı. aksine sulama etkinliğini artırması bakımından yararlı bir uygulama olduğu anlaşılmaktadır.

Sulamada Fırat suyu kullanılması halinde, toprak tuzluluğu 3 yıl içinde 4 dSm^{-1} 'nin altına düşeceği hem model tarafından tahmin edilmiş ve hem de arazide ölçülmüştür. Kaldığı izlenen arazilerde zaman zaman geri dönüşüm suları da kullanılmaktadır.



Şekil 8 Farklı tuz içeriklerine sahip sularla yapılan sulamaların kök bölgesi tuz içeriği üzerine etkisi

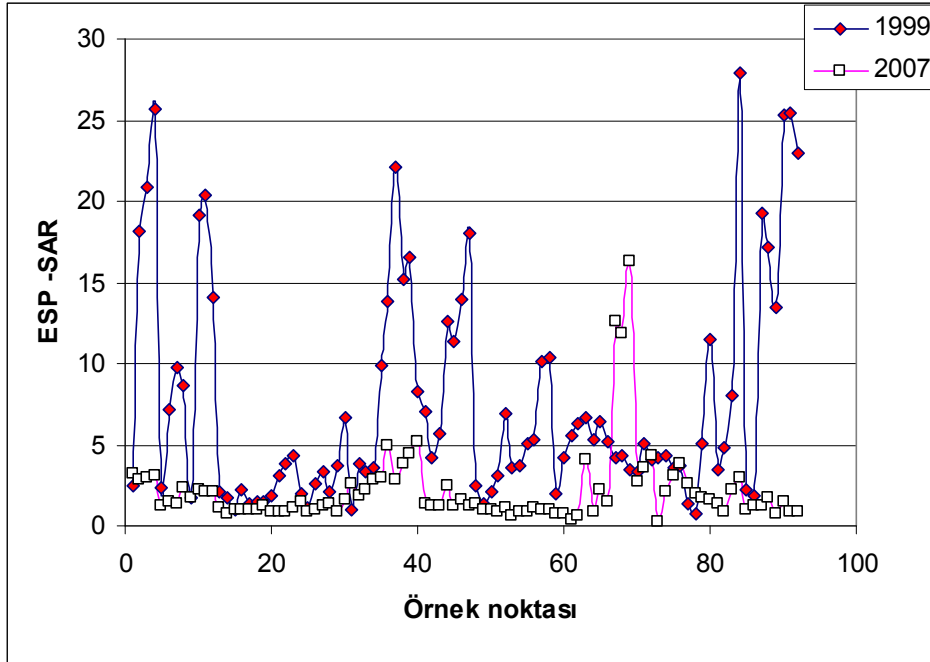
3.8 Çorak Alanların İyileştirilmesi ve Çoraklığın Önlenmesi

Bu çalışma ile elde edilen sonuçlar, ova toprakların çok yüksek oranda kil içermesine karşın hidrolik iletkenlikleri ve infiltrasyon kapasiteleri yüksek olduğunu göstermiştir. Bu özellikleri, ağır bünyelerine rağmen daha kolay ıslah edilmelerini olanaklı kılmaktadır.

Daha önce yapılan tarla denemesinde ve alınan toprak örneklerinde 15-20 dSm⁻¹ düzeyinde tuzluluklara rastlanmıştır. Bu toprakların bitki yetişebilecek duruma gelmesi için en az 60 cm derinliğinde yıkanması. bu düzeyde bir yıkama sağlamak için 150-250 cm yıkama suyu gerekmektedir. Bu ise 1500-2500 m³ da⁻¹ su anlamına gelmektedir.

Diğer taraftan değişebilir sodyum fazlalığının giderilmesi için daha önce yapılan deneme sonuçlarına göre dekara 1 ton jips veya ıslah maddesi verilmesi önerilmektedir. Ancak ova topraklarının kireç bakımından zengin olması ve şimdiye kadar sodyumluluğun çok az gelişmesi ek iyileştiricilere gerek kalmadan sodyumun giderilmesi olanaklı görünmektedir. Nitekim drenaj sistemi kurulu alanlarda son yıllarda yaptığımız çalışmalar ıslah için drenaj sistemi inşa edilmesinin yeterli olacağını göstermiştir.

Şekilde görüldüğü gibi ovada örneklenen noktalarda aşırı düzeyde bir sodyumlulaşma yoktur. Ancak yine de 1999'da ESP değerleri %25-30'lara ulaşan noktalar bulunmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9 Harran ovasında ESP ve SAR değerlerinin değişimi

Geçen zaman içinde (D-201) nolu nokta dışında sodyumlulukta önemli azalma olmuştur. Bu noktada drenaj sistemi olmadığından sorun artmıştır.

Drenaj sistemi kurulan alanlardaki ESP azalışları herhangi bir ıslah maddesine gerek duyulmadığını açıkça göstermektedir. Normal çiftçi sulamalarıyla beraber, etkili çalışan bir drenaj sistemi kurulması çoraklık sorununu çözüme yeterli bir uygulama olacaktır.

Tuzluluğun yatay dağılımı oldukça kararsızdır. Bu bakımdan ayrıntılı etütler için uygun bir örnekleme aralığının belirlenmesi gerekir. Son yıllarda sorunlu alanlara ilişkin harita şekil 10'da verilmiştir. Anılan şekilde de görüleceği gibi Ovanın güneyinde Suriye sınırına yakın düşük kotlu alanlarda tuzluluk sorunu bulunmaktadır.

Doğru bir örnekleme için hangi aralıklarla toprak alınmasına yönelik jeostatistiksel araştırmalara gerek vardır. Bu yapılmaz ve kabaca her 500 m'de bir örnek alınırsa $20.000 \text{ ha} = 200.000.000 \text{ m}^2 / 250.000 = 800$ noktadan ve toplam 800×3 derinlik = 2400 (60 cm için) adet toprak örneği alınıp tuzluluk analizleri yapılması gerekir. Böylece söz konusu arazilerde 100 cm derinlik için en az 4000 toprakta çoraklıkla ilgili analizler yapılması gerekecektir. Bu oldukça maliyetli ve külfetli bir iştir.

3.9 Islah Maddesi

Ovada toplam 20 000 ha arazide yüksek taban suyu ve çoraklık sorunundan söz edilmektedir. Bu durumda tarla deneme sonuçlarına 200 000 ton jipse ihtiyaç olduğu ortaya çıkmaktadır. Kuşkusuz verilen rakamlar genel rakamlardır. Gerçek değerler, detaylı etütler tuz ve sodyum dağılım haritaları hazırlandıktan sonra ortaya çıkacaktır.

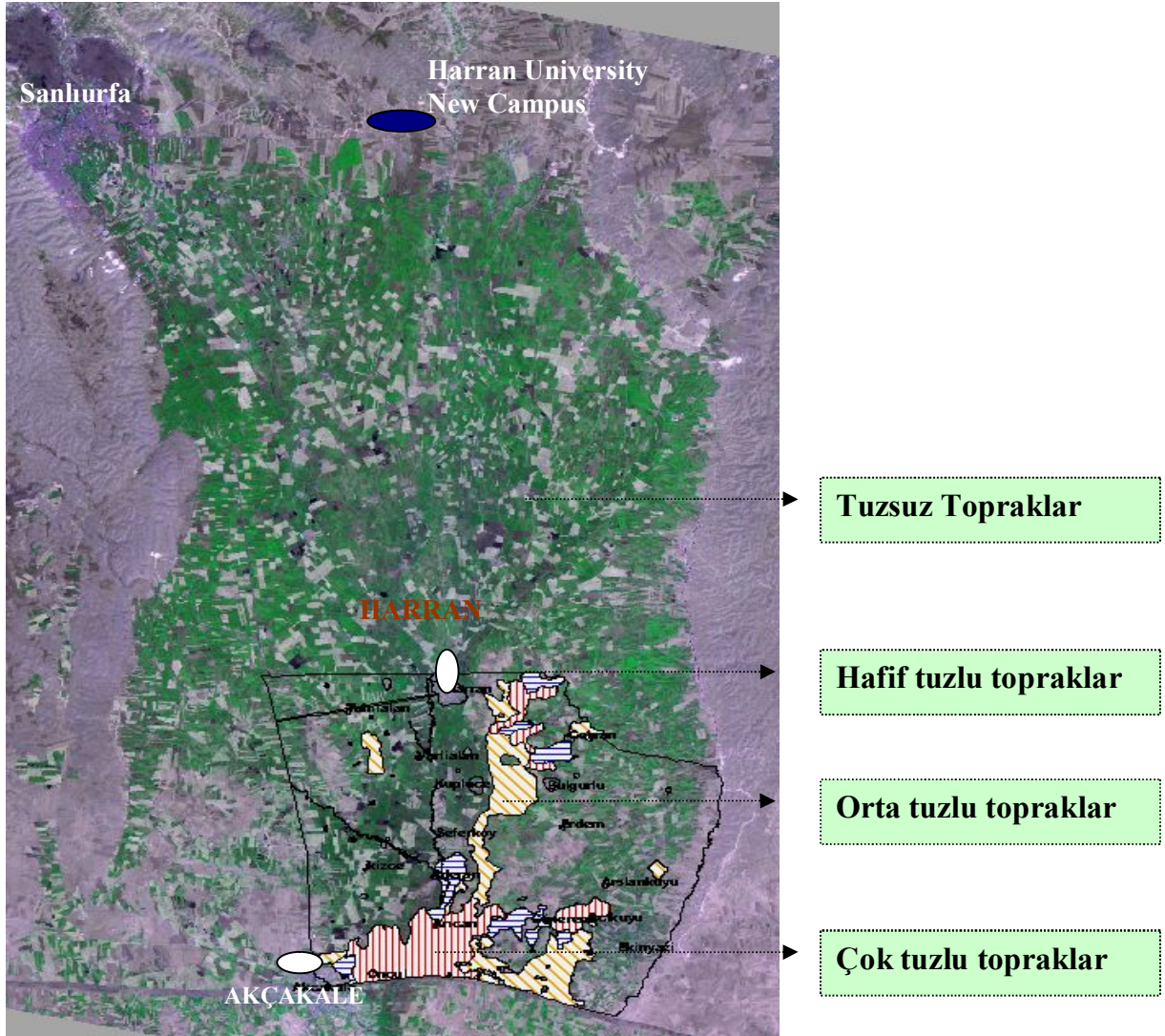
Ancak bir önceki başlık altında da görüldüğü gibi drenajla birlikte sodyumlulukta önemli bir azalma olmuştur. Bu bakımdan aşırı sodyumlu özel alanlar dışında ıslah maddesi uygulaması gerekli değildir.

3.10 Drenaj Sularının Deşarj Edilmesi

Yıllara göre deşarj olan/edilecek suların olası miktarları ve kaliteleri Harran ovası için oldukça önemlidir.(DSİ). Çünkü drenaj suları sınır aşan sular kapsamında olup bazı sorunlara neden olma potansiyeli taşımaktadır. Dolayısıyla;

- Söz konusu drenaj sularının sulamada kullanılmasıyla toprak üzerine olası etkilerinin belirlenmesine
- Deşarj alanların belirlenmesi ve depolama tesislerinin planlanıp inşa edilmesine.

- Gerekli pompaj sisteminin planlanıp projelenmesine ve inşasına, .
- Drenaj suları taşıma kanallarının güzergahının belirlenmesi. projelenmesi ve inşa edilmesine.



Şekil 10 Harran ovasında tuzluluğun yayılımı (Kay., HRÜ Ziraat Fakültesi, Toprak bölümü)

- Belirtilen inşaatlarla ilgili arazilerin kamulaştırılması ve gerekli hukuksal işlemlerin yapılmasına gerek olacaktır..

Ova dışına deşarj edilen su miktarı ortalama yılda 200 milyon m³ tür. Bu toplam sulama suyunun %15'İ kadardır. Olaya bu açıdan bakıldığında drenaj suyunun oranı çok fazla değildir. Ancak bu büyüklükteki bir suyu 5 m derinlikte bir gölette toplamak için 40 000 dekar arazi gereklidir. Eğer derinlik 10 m olursa 20 000 dekar arazi gereklidir. Ovada bu

kadar arazi bulmak neredeyse olanaksızdır. Ayrıca bu boyutta bir bent yapılması da çok maliyetli bir iştir.

Drenaj suyunun kalitesi iyi ise bunun sulamada kullanılması drenaj suyunun deşarj edilmesi fazlaca bir sorun yaratmaz. Çünkü bu su sulamada kullanılabilir. Şimdiye kadar yapılan ölçümler, özellikle yaz döneminde Ana Tahliye Kanalı suyunun sulama için uygun özellikler taşıdığını göstermiştir. Nitekim deşarj edildiği ülkeden de önemli bir şikayet alınmamıştır. Ancak gelecek içinde aynı beklenti içinde olmak yanıltıcı olabilir. Onun için, bu suyun sorun yaratma potansiyeli olduğu gözden uzak tutulmamalıdır. Şimdilik sorun olmasa bile uygulanabilir bir B planı olmalıdır.

Öncelikle drenaj suyunu azaltacak ancak kalitesini de bozmayacak uygulamaların teşvik edilmesi gerekir.

Bunlar aşağıdaki sıralamak olanaklıdır.

1-Yüksek tabansuyu olan bölgelerde biyo-drenaj uygulamaları geliştirmek,

Yüksek taban suyunun yaygın olduğu 350 m kotundan daha düşük kotlu bölgelerde bile ova topraklarının tuz içerikleri yüksek olmasına karşın bazı kültür bitkilerinin yetiştirilme olanağı vardır. Bu alanlarda yonca gibi çok su tüketen bitkilerin yetiştirilmesi, hem çiftçilerin gelirini artırır ve hem de su tablasını denetler.

Yapılan çalışmalar yoncanın ortalama mevsimlik su tüketiminin 2500 mm dolaylarında olduğunu göstermiştir. Bu miktar yüzeyaltı drenaj sistemlerinden drene olan suyun yaklaşık 10 katı kadardır. Bu 1 dekar yoncanın 10 dekar alandaki fazla suyu uzaklaştıracağı anlamına gelir. Ayrıca yonca yüksek verimlili bir bitki olup hayvancılığı geliştirilmesine önemli katkıda bulunur. Ancak su tablasının düşük olduğu bölgede su eksikliğine neden olabilir. Bu gibi yerlerde yonca ekiminden kaçınılmalıdır.

Tuzlu alanlarda kullanılan tuza dayanıklı bir takım halofit bitkilerin yaygın ve ekonomik olara yetiştirileceği alanlar ovada pek fazla yoktur.

Toprağın fiziksel yapısını etkileyecek bazı tuzcul bitkilerin ovaya uyarlanması genel bilimsel sonuçları dışında toprak ıslahına katkısı bu ova için fazlaca önem arz etmez. Çünkü ovada şimdiye kadar yapılan çalışmalar drenaj sisteminin kurulması ve normal sulama uygulamalarının ıslah için yeterli olduğunu göstermiştir.

3.11 Kontrollü Drenaj, Sığ drenler

Özellikle su isteğinin yüksek olduğu sıcak ve kurak bölgelerde taban suyunun uygun bir derinlikte tutulmaması değişik sorunlara neden olur. Taban suyunun olması gereken derinlik bitki kök bölgesindeki toprak tuzlanmasına neden olmayan ama aynı zamanda özellikle su talebinin yüksek olduğu dönemlerde aşırı su talebi yaratmayacak derinlik olarak tanımlanabilir. Sulamanın hemen arkasından arazinin değişik yerlerinde taban suyu düzeylerinde iniş ve çıkışlar. dren verdilerinde ise hızlı bir artış ve sonrasında azalma olur.

Genel kanı sulanan kurak alanlarda dren derinliğinin en az 1.80 m olması gerektiğidir. Bu aynı zamanda daha geniş dren aralığı sağlayacağından sistem maliyetlerini de azaltacaktır. Şimdiye kadar ülkemizde yapılan çalışmalarda göz önüne alınan bu genel ilkelerin çok doğru olmadı ise son zamanlarda anlaşılmıştır.

Çünkü derin drenler daha fazla suyun drene olmasına neden olurlar. Bu ise drenaj suyunun deşarj edilmesinin sorun olduğu Harran ve Konya ovası gibi yerlerde enerji masraflarını artmasına neden olur.

Geniş dren aralıklarının maliyeti azaltıcı etlisi olmasına karşın, bu tip bir sistem radyal akış nedeniyle derin toprak katlarından yüzeye su pompalanmasına neden olur. Akış hatlarının geçtiği derinliklerde tuzlu katmanların bulunması halinde drenaj suyunun kalitesinin bozulmasına neden olabilir. Arıcan Köyü yakınlarında dren aralığı 60 m olup yaklaşık 15 m derinden drenlere su akışı olmaktadır. Bu bölgede drenaj suyunun tuzluluğu, sulama suyunun yaklaşık 40 katı olarak ölçülmüştür.

Onun için derinlerde depolanmış tuzların yüzeye çıkarılarak drenaj suyunun kalitesinin bozulmasını önleyen sistemlerin tasarlanması önemlidir.

Sulanan bölgelerde derin drenaj sisteminin diğer bir istenmeyen yanı suyun topraktan hızlı bir şekilde bitkilerin alamayacağı bir derinliğe düşmesine ve bitkilerin su stresi çekmesine neden olmasıdır. Özellikle çeltik ekili alanlarda aşırı su kayıpları olmaktadır. Dünyada yapılan bir çok çalışma belli bir sulama rejiminde, hızlı düşen su tablasının ürün kayıplarına neden olduğunu göstermiştir.

Çizelge 8 Harran ovasında SaltMod ile yapılan tahminler

Drenaj control faktorü	Drenaj şiddet faktorü	1. _____ mevsim (yaz)				
		C_rA	G_d	D_w	F_rA	J_sA
0.00	0.008	2.17	0.135	1.42	0.75	0.57

0.25	0.006	2.17	0.131	1.36	0.75	0.72
0.50	0.004	2.17	0.125	1.20	0.75	0.72
0.75	0.002	3.00	0.050	1.02	0.82	0.79
1.00	0.00	4.65	0.00	0.86	0.89	0.86
<u>2. mevsim (kış)</u>						
0	0.008	2.01	0.010	1.49	0	1.0
0.25	0.006	2.01	0.013	1.49	0	1.0
0.50	0.004	2.01	0.020	1.47	0	1.0
0.75	0.002	2.78	0.026	1.41	0	1.0
1.00	0.00	4.36	0.00	0.96	0	1.0

Dren derinliği (D_d , m), toprak tuzluluğu (C_rA , dS m^{-1}), mevsimsel su tablası derinliği (D_w , m), drenaj suyu miktarı (G_d , m/mevsim), sulama randımanı (F_rA), and sulama yeterliliği (J_sA) 10. yıl.

Bu yüzden sığ drenaj fikri gelişmiştir. Ancak kılcal yükselme ile tuzlanma riski sığ drenajı pek çekici kılmamaktadır. Bunun yerine kontrollü drenaj sistemleri kurulmasının hem su kazanımı sağlayacağı ve hem de drenaj suyu miktarını azaltacağı fikri ortaya çıkmıştır.

Ekim döneminde denetlenen su tablasının önemli düzeyde su kazanımı sağladığı ve tuzlu taban suyundan bitkilerin su ihtiyacının %60'a varan bir oranda sağladığına ilişkin çalışmalar bulunmaktadır. Bu aynı zamanda sulama sistem performanslarının artmasına yardımcı olmaktadır.

Ayrıca azalan drenaj suyu nedeniyle deşarj sorunu olan bölgelerde sorunun şiddetinin azalmasında yardımcı olacaktır.

Harran ovası için yapılan bir model çalışmasında drenlerin yetiştirme döneminde %75 denetlenmesi halinde toprakta önemli bir tuzlanma olmayacağını göstermiştir. Ancak ne var ki, sulama suyu kalitesinin bozulması halinde kontrollü drenajda toprak tuzlanma riskinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

3.12 Etkin Yüzealtı Drenaj Sistemlerinin Tasarım

Yüze altı drenaj sistemlerinin tesis edildiği pilot bir alanda yapılan tarla denemeleri ile su ve tuz dengesi irdelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, verilen sulama suyunun yaklaşık %7-9'unun kök bölgesi altına süzüldüğü, kök bölgesi tuzluluğunun başlangıca göre %50-55 oranında azaldığı ve Harran Ovasında halihazır üretim deseni ve su uygulama koşullarının

gelecek yıllarda da devam edeceği varsayılarak Fırat suyu ile yapılan sulamalarla toprakta tuz dengesinin %5'lik bir yıkama oranı ile sağlanabileceği belirlenmiştir. Ayrıca drenaj kanal sularının geri dönüşüm pompaları ile sulama sistemine verilerek sulamada yeniden kullanılmasının toprakta tuz birikimine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir

3.12. 1 Drenaj katsayısı

Deneme alanının yıllara göre ekim deseni, uygulanan sulama suyu miktarları, taban suyu düzeyleri Çizelge 1 de gösterilmiştir. Anılan çizelgede görüldüğü gibi yıllık toplam dren boşalmaları 30.7-45.6 mm arasında değişmiştir. Tabansuyu düzeyleri ise yaz döneminde sulamalarla birlikte yükselmiş kış döneminde dren düzeylerini altına düşmüştür

Çizelge 9 Emici drenlerde ölçülen dren verdileri

Zaman. (gün)	Debi (m ³ /gün)	Emici uzunluğu (m)	Dren aralığı (m)	q _a . m/gün
1	28.512	300	60	1.584
2	32.832	300	60	1.824
3	38.880	300	60	2.160
4	23.328	300	60	1.296
5	22.464	300	60	1.248
6	19.872	300	60	1.104
7	6.566	300	60	0.365
8	5.702	300	60	0.317
9	21.600	250	60	1.440
10	25.056	250	60	1.670
11	17.280	250	60	1.152
12	18.144	250	60	1.210
13	16.416	250	60	1.094
14	15.552	250	60	1.037
15	8.640	250	60	0.576
16	60.480	250	60	4.032
17	12.960	250	60	0.864
18	13.824	250	60	0.922
19	16.416	250	60	1.094
20	19.008	250	60	1.267
21	17.280	250	60	1.152
22	14.688	250	60	0.979
23	6.048	250	60	0.403
24	53.568	250	60	0.357
Ortalama				1.220

Drenaj sisteminde oluşan dren verdileri 99, 67 ve 84mm olarak ölçülmüştür. Drena akışları yaklaşık ortalama 3 ay sürmektedir. Dren akışlarını ortalama 1 mm gün⁻¹ dolaylarında olduğu anlaşılmaktadır. Dren verdilerinin büyüklükleri aynı zamanda dren

derinliklerine göre değişir. Yüzlek drenlerde geri çekilme derin döşenmiş drenlerden daha hızlıdır.

Özellikle akışların pik olduğu günlerde emici drenlerde oluşan dren boşalımları (Çizelge 9) ölçülmüş ve elde edilen dren verdilerinin tasarımıla değerinden ($qt= 3.57$ mm/gün) çok düşük olduğu (Şekil 3) ve dren verdilerinin mevsimlik ortalaması 1.22 mm/gün olarak belirlenmiştir. Elde edilen verilerin normal olasılık çiziminden ortalaması 1.2 mm/gün (Şekil 3B) olup. mod ve medyan değeri ise 1.1 mm/gün olarak belirlenmiştir. Dren verdilerinin 2 mm/gün değerini aşma olasılığı %5 dolayındadır. Projede öngörülen 3.5

Çizelge 10 Denemede alanında ekim deseni. uygulanan sulama suyu miktarları ve taban suyu düzeyleri

İşlem/ yıl	2001	2002	2003
Uygulanan sulama suyu mm	656.7	584	422
Toplam dren boşalımı (mm)	99	67	84
Bitki % Pamuk	100	75	16
Buğday			84
Nadas		25	
Taban suyu derinliği (m)	0.30- 2.0	0.5- 2.0	0.75- 2

mm/gün değerine eşit ve aşma olasılığı ise %0.1 dolayındadır. Eğer hergün dren verdileri ölçülürse yaklaşık 2-3 yılda bir kez bu değerin üstünde değerlerin ölçülme olasılığı vardır.

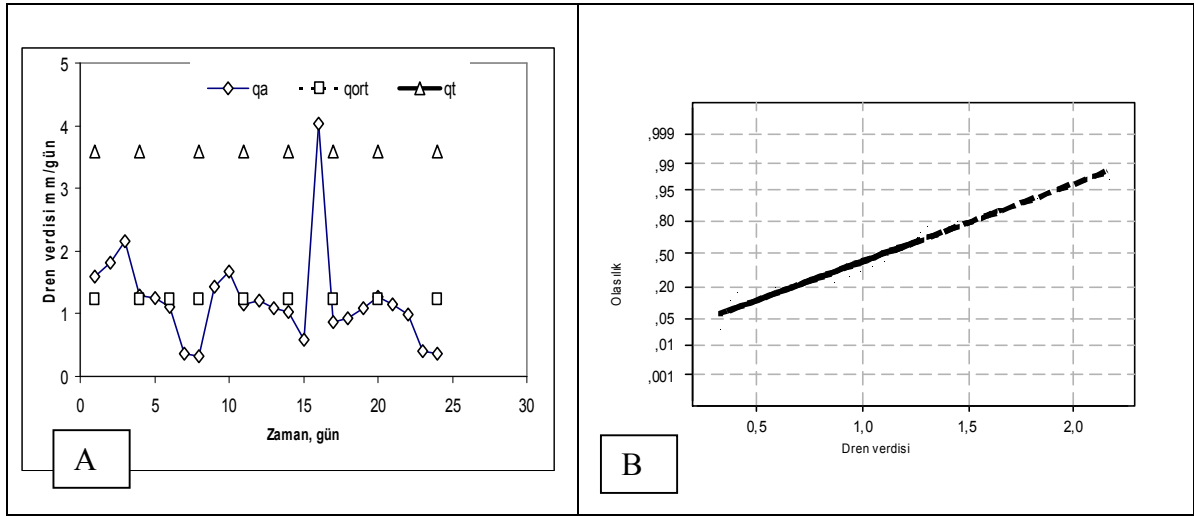
FAO. (1980) tarafından sulanan alanlar önerilen için bölgesel drenaj katsayıları düşük infiltrasyon kapasitesine sahip topraklar için < 1.5 mm/gün, entansif tarım yapılan geçirgenliği iyi olan topraklar için 1.5- 3.0 mm/gün arasında, zayıf su yönetimi, aşırı tuzlanmaya neden olan, iklim ve bitki koşullarında 3.0-4.5 mm/gün ve özel koşullar için çeltik tarımı ve aşırı geçirgen hafif bünyeli topraklar >4.5 mm/gün değerleri önerilmektedir.

3.12.2 Dren derinliği

Sulanan alanlarda su tablası. sulamaların başlamasıyla yükselir ve sulamaların arkasından düşer. Belirtilen durum Harran Ovasında da görülmüştür (Şekil 4). Dren aralıkları 60 m ve derinlikleri ortalama 1.50 m olan bir alanda Deneme alanında su tablası sulamalarla birlikte yükselmiş ve izleyen sulamaya kadar alaçlmaya devam etmiştir. Su tablasının dalgalanması toprağın 40-110 cm arasında olmuştur. Sulama döneminde su tablası 4-7 gün içinde 90 cm düzeylerine düşerken. sulama mevsiminden sonra alaçlmaya devam ederek dren düzeylerine ve ilerleyen dönemde drenlerin altına düşmüştür.

Su sıkıntısının çok yoğun bir şekilde yaşandığı Harran Ovasında fazla suyun ortaya çıkardığı drenaj ve tuzlanma sorununun giderek yayılması. sorunu önlemek için yoğun bir

baskı oluşturmaktadır. Arazi yapısının da etkisiyle özellikle Harran-Akçakale çevresinde artan sorunların çözümü için yüzeyaltı drenaj sistemlerinin inşa edilmesi kaçınılmaz bir durumdur.



Şekil 11 Harran Ovasında yüzeyaltı drenaj sistemlerinde ortalama dren verdileri ile dağılım olasılıkları

Ancak sistem uygun planlanmadığında su sıkıntısı ve aşırı drenaj suyu sorun olmaktadır. Bunu önlemek için denetlenebilir sistemlerin planlanması ve uygulanması gereklidir. Toprak yapısı ve çevre koşullarının değişkenliği, dünyadaki diğer deneyimlerin başka bölgelerde uygulanmasını kısıtlamakta ve her proje alanı için yerinde edinilmiş deneyimlerin ve veri setlerinin oluşturulması önerilmektedir

Çizelge 11 Harran ovası yüzeyaltı drenaj sistemleri için önerilen drenaj ölçütleri

Ölçüt	Planlanan ve projelenen	Önerilen
Emici derinliği Toplayıcı derinliği	1.8 m 2.0-2.3 m	1.10-1.20 m veya 1.50 + Kont. Drenaj 2.25-2.50 m
Yetişme döneminde tabansuyu derinliği	1.5 m	1.10-1.20 m
Drenaj katsayısı	3.57 mm/gün	2.0 mm gün ⁻¹
Dren borusu	Kıvrımlı pvc boru	Kıvrımlı pvc boru
Dren Zarfı	10 cm kum çakıl	Genellikle zarf gerekmez ancak temel toprak analizine göre öneri yapılması daha uygun olur.

Benzer tarımsal uygulamaların devam edeceği varsayılarak yapılan bir model simülasyonunda dren derinliğinin 1.0 m olması halinde 20 yıl sonra arazinin %80'inde kök bölgesi tuzluluğunun 4 dS m⁻¹ dolayında olacağını göstermiştir (Bahçeci ve ark., 2007).

3.12.3 Bariyer derinliği

Ovada yüzeyaltı drenaj sistemlerinin planlanması için özel olarak geçirimsiz kat derinliğine ilişkin bir çalışma yapılmamıştır. Başka amaçlarla yapılan jeolojik ve hidrojeolojik çalışmalar ortalama 50 m derinliğinde bir açık aküferin olduğunu göstermiştir.

Ancak drenaj sisteminin planlanmasında kısıtlayıcı bir faktör olan bariyer katmanı ortalama 4 m alınarak sistemler tasarlanmaktadır. Geçirimsiz katın daha derinlerde olması dren akışlarına olumlu bir şekilde etkileyeceğinden bunun oluşturacağı maliyet gözardı edilmiştir. Şimdiye kadar yapılan izleme ve değerlendirme çalışmaları sistemlerin oldukça başarılı çalıştığını doğrular niteliktedir.

3.13 Drenaj yönetimi

Kök bölgesinin tuzlanmasının ve su altında kalmasının önlenmesi için belirli planlama koşullarında gerçekleştirilen drenaj sistemleri genellikle denetimsizdir. Ancak koşullar zamanla değişir. Örneğin ekilen bitki, yağış, yeni sulama sistemi drenaj gereksinimini azaltabilir. Onun için sistemin aktif olarak yönetilebilmesi gerekir.

Sulanan alanlarda çok yıllık bitkiler için su tablasını sulamadan 7 gün sonra 1 m derinliğe düşürülmesinin yeterli olduğu varsayılmaktadır. Bu aynı zamanda sığ tabansuyu tablası ile denetlendiğinde yılda 50-200 mm drenaj suyunun uygun bir ölçüt olacağı görüşünü ortaya çıkarmaktadır. Ancak bir çok sulanan alanda iklim koşulları ve artan sulama etkinliği drenaj suyunun azalmasına yardımcı olmaktadır.

Çok yıllık bitkilerde uygulanan basınçlı sulama sistemleri yüksek standartlara ulaşan su yönetimi drenaj tasarımıyla ölçütlerini de gözden geçirilmesini gerekli kılmaktadır. Günümüzde sulama sistem dizayn ve gelişen su yönetimine bağlı olarak suya boğulmayı önlemekten daha çok tuz denetimine yönelik ve daha az su drene eden daha düşük fiyatlı drenaj istemleri tasarlanmaktadır.

Uzun dönemde tuz denetiminin temel amacına karşı yer altı suyunun kullanımının dengelenmesi ve drenaj suyunu azaltacak şekilde bütün yüzeyaltı drenaj sistemlerinin yönetimini yeniden ele almak gereklidir. Aslında horizontal olarak döşenen bir YAD nin yönetilmesi söz konusu değildir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, drenaj suyunun sulamada

kullanımının drenaj hacmini ve tuz yükünü azalttığını ve bunu daha karlı olduğunu, sulama ve drenaj sistemlerinin entegre yönetiminin toplam tuz kütlesini ve drenaj hacmini azaltacağını göstermiştir.

Drenaj suyu miktarını ve tuzluluğunu en aza indirirken, bitkileri korumak için yeni drenaj ölçütleri gereklidir. Alan dışına atılacak tuzlu drenaj suyu, sulanan alanlarda gelecekte kurulacak drenaj sistemlerini sınırlayan en önemli anahtardır. Bu zamanla çoğu sulanan alanlardaki sürdürülebilirliği tehdit eden önemli bir etken olabilir.

3.14. Sistem Tasarımında Rehber İlkeler

Yüzyaltı drenaj sistemlerini planlayıp inşa etmeden önce karar verme işlemlerinde aşağıdaki ilkeler geliştirilmesinin yararlı bir rehberlik sağlar. Amaç sistem yönetim ve dizaynı için arzu edilen hedefleri tanımlamaktır. Bunlar genel kavramlar olup YAD sistemlerinin planlama ve yönetimi için araştırmalara yön verirler. Genel durumlar için uygulanırlar ancak her zaman bu genel durumlardan farklı koşullar olabilir..

3.14.1 Kaynak yönetimi

1-Sulama ve yağıştan ileri gelen derine süzülmenin ekonomik olarak azaltıldığı ve yüksek sulama etkinliği ile, agronomik uygulamaların ve yüzey drenajın sağlandığı koşullarda eğer hala sürdürülebilir bir üretim düzeyine ulaşamıyorsa ancak o zaman yüzeyaltı drenaj kullanılmalıdır.

Sadece sulama sistemi planlaması ve yönetimi zayıftır diye YAD sistemleri uygulanmaz. YAD sistemlerini inşa etmek ve işletmek pahalıdır ve üretim için ek kaynak

gerektir. Sulama etkinliğini ve tarımsal uygulamaları geliştirerek drenaj gereksinimi en aza indirilmelidir. YAD sistemleri yüksek sulama etkinlikleri için planlanmalıdır. Yüksek sulama etkinlikleri sağlandığında sulamadan ve yağıştan ileri gelen fazla su çoğu yerde doğal drenajla uzaklaştırmak olanaklıdır.

2-YAD özel bitkileri ve ekim desenine giren tüm bitkileri korumayı amaçlamalı ve dolayısıyla özel koşulları temel almalıdır.

toplam uygulanan suyun bitki su ihtiyacının, su kalitesinin, ekim deseninin, toprak tuzluluğunun ve toprak havalanmasının bir fonksiyonudur. Bunların tümü oldukça yüksek değişkenliğe sahiptirler. Onun için drenaj gereksinimi bölgesel ortalama değerlerden daha çok özel durumları esas almalıdır.

Aşırı dizayn edilen sistemler hem daha pahalıdır ve hem de daha fazla suyun atılmasına neden olurlar. Geçmişte drenaj sistemlerinin planlanmasında özel toprak, bitki ve sulama uygulamalarını göz önüne almayan bölgesel drenaj katsayıları kullanılırdı. Böyle uygulamalar aşırı drenajla sonuçlanır.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yağışlar nadiren su altında kalmaya neden olabilirler. Bunların olagelme sıklıkları bölgesel iklim verilerinde elde edilebilir. Diğer taraftan suya boğulmayı önlemek veya en aza indirmek için diğer yönetim seçenekleri de kullanılabilir. Bunlar tohum yatağı, bitki örtüsü, bitki seçimi, sulama programları ve toprak yapısının geliştirilmesidir. Ayrıca suya duyarlı bitkilerin korunması da ihmal edilmemelidir.

3. Tuz hareketi

Kurak alanlarda YAD kök bölgesi altındaki tuz hareketini azaltarak, iyi bir su yönetimi varlığında uzun dönemde bitki kök bölgesindeki

Yüzey altı drenaj uygulamalarının çoğunda su tablasının, sığ yer altı suyundan bitki kök bölgesine tuz taşınmasını en aza indiren bir derinlikte tutulması istenir. Bunun sonucunda drenaj derinliği kök bölgesi altında bir derinlikte olacaktır. Araştırmalar drenaj derinliğinin azaltılmasının drenaj suyundaki tuz yükünü azalttığını göstermiştir. Ancak yine de iyi havalanmış bir kök bölgesi için drenlerin daha sığ döşenmemesi gerekir. Kök bölgesinden uzaklaştırılan optimum tuz yükü sulama suyu ile gelen tuz yüküdür. Daha derin toprak katlarından uzaklaştırılan tuz, kök bölgesindeki tuz dengesini doğrudan etkilemez.

Drenlerin sığ döşenmesi daha yakın drena aralığına ve dolayısıyla daha pahalı bir sisteme neden olurlar. Ancak eğer etkili bir su yönetimi ile azaltılan drenaj suyu miktarı nedeniyle bu her zaman bu şekilde olmayabilir.

YAD tuz denetimi sağlamaya yönelirken iyi bir yüzey drenaj ve sulama yönetimi suya boğulmadan kaçınmak için çok önemli rol oynar.

4. Yönetim

Drenaj sistemleri sulama sistem planlama ve yönetiminde entegre su yönetim programlarına olanak tanıyan izleme ve yönetim için gerekli fiziksel bileşenleri içermelidir.

Sulama ve drenaj sistemleri birlikte yönetilecek şekilde tasarlanmalı, bu amaca ulaşmak için hem sulama hem de drenaj sistemi kurulurken yönetim ve izleme yapıları beraber planlanmalıdır. Sistemlerin izlenmesi yönetim için uygun bilgiler sağlar. Araştırmalar entegre yönetim sonucunda hem drenaj miktarının ve hem de sulama derinliğinin azaldığını göstermiştir. İzleme kritik su tablası derinliğine sahip bölgelerde uygulanan ve drene olan suları kapsmalıdır.

Eğer çok tuzlu değilse yüzey akış ve yüzeyaltı drenaj sularının tekrar sulamada kullanımının yararları dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Bu suyun yeraltı ve yüzey suları ile karıştırılarak yeniden kullanımı dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir.

5. Drenaj Atık Suyu

Drenaj sistem tasarımı ve yönetimi kabul edilebilir bir drenaj atık suyunu içermelidir.

Havza atık sularının tuz ve diğer iyonlarla ile biyolojik konsantrasyonları bu suların sulamada kullanımları için uygun olmayabilir. Onun için buharlaşma havuzlarının tasarlanması ve yönetilmesinde drenaj atık suyunun miktarı ve niteliği önemli bir rol oynar.

6. Sorumluluk

Yüzey altı drenaj sisteminin sahipleri çiftlik drenaj sisteminin bakımından ve sistemin ortaya çıkardığı drenaj suyunun güvenli bir şekilde vönetiminden sorumlu olmalıdır.

Drenaj sulu tarımın bir parçası olup, sürdürülebilir bir tarımsal üretim için gereklidir. Ancak bu tarımsal veya tarım dışında yeni girişimcilere ek masraf yaratmamalıdır. Drenaj atık suyunun ırmak ve akarsu sistemlerine boşaltılması yaygın bir uygulamadır. Eğer atık su, tuz ve kirlilik yükü bakımından kabul edilebilir bir içerikteyse bu uygulama sorun yaratmayabilir. Ancak yine de drenaj atık suyunun etkisini minimize etmek için drenaj suyu miktarını n ve tuz yükünün azaltılması gereklidir.

4. EN İYİ YÖNETİM UYGULAMALARI (EYS)

Sulu tarım alanlarında drenaj sistemlerinin tasarımılanmasında aşağıda belirtilen EYS ilkeleri yardımcı olacaktır.

- Etkili su yönetimi
- Su tasarrufu sağlanması
- Azalan tuz boşalımı

Drenaj gereksinimi belirlendikten sonra bir seri işlem göz önüne alınarak sistemin tipi ve tasarımlama parametreleri belirlenir.

4.1.1 Drenaj Sisteminin Seçimi

Drenaj sistem tipinin belirlenmesi önemlidir. Çünkü YAD sisteminin kuyulu (düşey), derin borulu, yüzlek borulu veya mol dren olması su tablasının konumu, toprak tuz denetimi drenaj hacmi ve drenaj suyu kalitesi üzerine etkileri farklı olacaktır.

4.1.2 Sistem Seçim Ölçütleri

1-Yüzeyaltı drenaj sisteminin amaçlarını belirlenir

Amaç suya boğulma ve toprak tuzluluğunun denetimi veya tuzlu toprakların iyileştirilmesi olabilir. Çoğu drenaj sistemleri belli bir düzeyde bu amaçların hepsi için uygunsa da tasarım ve yönetim öncelikli bir amacı için etkili bir şekilde denetlemelidir.

2-Yüzeyaltı drenaj sistemi gerekli alanları ve bölgesel hidrolojik ve arazi kullanımlarını belirlenir.

Eldeki veriler ve diğer kamu kurum ve kuruluşların verileri bu amaçlar için kullanılabilir.

3. 1. ve 2 amaç için kullanılan özel koşulları belirlenir

Sulama ve yer altı suyunun kalitesi, drenaj suyunun kullanım potansiyeli, drenaj atık suyu, bitkiler ve ekim desenleri, bölgesel yer altı su akışı ve toprak tipleri ve jeolojisini belirlenmesi

3.16. Sistem tasarımı ve “en iyi tasarımlama ilkeleri”

1. Minimum yıkama oranı , minimum su tablası düşüşü ve minimum su tablası derinliği için tasarımlama ölçütlerinin geliştirilmesi

2. Sistem tasarımı, en iyi yönetim uygulamaları benimsenerek kritik bitki için seçilen sulama sisteminden oluşacak derine süzülmenin zamansal analizi ile birleştirilmelidir.

3. Sistem tasarımı, drenaj sistem boşalımı ve su tablası konumunu denetleyecek bileşenleri içermelidir. Özel veya yerel bitki ekim desenlerini, sulama sistem tipinin tasarım ve yönetimini su kalitesini ve yıkama oranlarını temel almalıdır

4. Yeni drenaj sistemleri sulama sistem planlarını içine alan yönetim birimlerini içine alacak şekilde tasarlanmalıdır.

5. Drenaj sistem tasarımı atık suyun yönetimini ve tanımlanan tuz, bitki besin element ve drenaj suyundaki diğer bileşenlerin boşalımını izleme planlarını içermelidir. Bu tasarımlama ölçütleri minimum uygun tasarımlama boşalımı sağlayacaktır.

6. Tuzlu toprakların iyileştirilmesi için tasarımılanan drenaj sistemleri aynı zamanda ıslah döneminin başlangıcından sonraki yönetimi de göz önüne alınmalıdır.

17 En İyi Yönetim Sistemi (EYS)

1-Dren akışları istenen su tablası konumunu ve yıkama oranını sürdürmek için gerektiğinde akışı önleyecek şekilde denetlenebilmeli

-böylece sulama etkinliği artar.

-bitki besin elementlerinin akışı azalır

2-Mevcut drenaj sistemleri yönetim yapılarını ve yönetim birimlerini içine alacak şekilde dönüştürülebilecek özelliklere sahip olmalı. Bu yapılar sistemin tüm kapasitesini azaltmamalı, çünkü yağışlı dönemlerde sistemin tüm kapasite ile çalışması gerekebilir.

3-Sistem sıg taban suyunun su kaynağı olarak bütün bitkilere yararını denetleyebilmeli, Dren döşeme derinliği, bitki kök derinliğine, tuza toleransa, sıg taban suyu kalitesine, toprak tipine bağlı olacaktır. Sistem kök bölgesinin su altında kalmasını ve tuzlanmasını önlemelidir.

5. Drenaj Maliyeti

Drenaj sistemlerinin maliyeti hektara 1500-2500 YTL arasında değişmektedir. Maliyet unsurları tek tek ele alındığında drenaj hendeklerin açılması, drenaj yapıları, drenaj malzemeleri (boru ve zarf malzemesi), drenaj makinaları ve etüd ve projelene giderleri gibi masraf kalemleri ortaya çıkmaktadır.

Bunlardan zarf malzemeleri ülkemizde genellikle kum çakıl materyal kullanıldığından temin edildiği ocakların uzaklığına göre sistem maliyetlerini farklı düzeylerde etkilemektedir. Ülkemizde zarf malzemesinin drenaj maliyetlerini etkileme düzeyinin %18 ile 40 arasında değiştii belirlenmiştir. Harran ovasında bu oran yaklaşık %35 dolayındadır. Çünkü kum-çakıl materyalin temin edildiği en yakın yer Birecik olup drenaj alanlarına uzaklığı 130 km dolayındadır.

Ancak dern zarflarının her zaman gerekli olmadığına iliştin elde edilen bilgiler zarfsız dren dşenebileceğini göstermiştir. Özellikle siltasyon riskinin olmadığı, strüktürel yapısı geliştmişt ağır killi topraklarda zarfa gereksinim olmadığına iliştin bir çok çalışma bulmak olanaklıdır.

Nitekim bu amaçla Harran ovasında yapılan bir master çalışmasında dren derinliği toprakları incelenmişt ve drenaj sorunu olan bölgelerde alınan 40 toprak örneğinin %85'inde belirtilen ölçütlere göre zarfa gereksinim olmadığı belirlenmiştir.

Bu sonuçlara göz önüne alınarak, uygun bir toprak etüdü ile zarf ihtiyacının olmadığı belirlenen alanlarda drenaj maliyetlerinin %30-40 oranında azalması söz konusudur. Ancak kesin sonuçlar için daha fazla araştırmalara gereksinim vardır.

Zarf olarak kullanılamama potansiyeli olan pamuk ve mısır sapı bir takım organik malzemelerin kullanılması hem bu maddeler ekonomik değer kazandıracak ve hem de drenaj maliyetini azaltacaktır.

5.1 Kaynak sağlama

Aslında büyük sulama sistemleri inşa edilirken, arazi düzenlemelerin, toplulaştırma ve drenaj sistemleri beraberce ele alınarak yollar, sulama-drenaj kanalları ve diğer bir takım tesisler için gerekli araziler kamulaştırma bedellerine gerek kalmadan sağlanabilmektedir.

Eğer böyle bir uygulama yapılmış olsa araziler düzenlenecek, tesviye edilecek, sulama etkinlikleri artacak ve hem de drenaj sistemlerine katkı sağlayacak mali kaynakların bir bölümü sağlanabilecektir.

Ancak kapsamlı bir planlama yapılmadığından bu fırsat kaçırılmış durumdadır. Dolayısıyla kaba bir hesaplama Harran ovasında yaklaşık 20 000 hektarlık bir alanda drenaj sistemi kurulması halinde mevcut sistemlerle birlikte yaklaşık 30 000 hektarda drenaj sistemi kurulmuş olacaktır. Bu boyutta bir alanda drenaj sisteminin kurulması ve artması olası sulama etkinlikleri de göz önüne alınca problemin büyük bir bölümü ortadan kalkacaktır.

Hektara 2000-2500 YTL yatırım maliyeti ile bu sistemlerin inşa edilmesi mümkündür. Görüldüğü gibi toplam maliyet 40-50 milyon YTL dolayındadır. Bu bütçe sağlanamayacak büyüklükte bir kaynak değildir. Bu kolaylıkla sağlanabilir. Sorun bu konuda **uzman bir kuruluşun ortada bulunmaması** veya görevli kuruluşun önceliklerinin **farklı** olmasıdır.

Ancak unutulmamalıdır ki sonuçta bu yatırımlar özel arazilere hizmet götürülmektedir. Drenaj sistemleri arazilerin değerini artıracaktır. Sulama birlikleri bu konuda aktif roller üstlenmelidir. Ancak bu günkü yapıları ile onların öncelikleri de bu konular değildir. Onlara göre de bu işi de devlet bir şekilde kamu bütçesinden sağlamalıdır.

Çiftçiler kaynak sağlayabilecek güçte midir? Sorusu akla gelebilir ki, bunu yanıtı bellidir. Eğer Şalurfâ ve Mardindeki çiftçiler tarafından açtırılmış binlerce yer altı suyu kuyusu göz önüne alınırsa, sorunun maddi değil, anlayış veya algılama olduğu kolayca anlaşılabilir. Gerçi drenaj sistemleri tek başına inşa edilen sistemler değildir. Ancak toplayıcı drenlerin (Kolektör) devlet tarafından yapılması halinde emici (lateral) drenlerin çiftçilerin katkısıyla yapılabileceği kolayca anlaşılır.

Drenaj nedeniyle ürün kayıpları ve yaşanan diğer sorunlar göz önüne alınca, bu giderlerin bir bölümünün arazi sahiplerince karşılanması sağlanabilir. Çünkü drenaj nedeniyle ortaya çıkan bir yıllık ürün kaybı bazı yerlerde %100'lere ulaşmaktadır.

Yatırımlara katkıda bulunan birliklerin alanlarına öncelik verilerek, çiftçiler borçlandırılarak veya faizsiz kredi olanakları sağlanarak finansal katkı sağlanabilir. Ancak bu işi yapacak uzman bir kuruluşa ve çiftçi örgütlenmelerine gerek olduğu unutulmamalıdır.

6. YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Bahçeci İ.** and Nacar A.S. 2008. Subsurface drainage and salt leaching in irrigated land in south-east Turkey. *Irrigation and Drainage* 57:1-11 (2008) DOIs (10.1002/ird.400);
- 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.** Nacar, A.S. 2005 Harran Ovasında Kurulacak Yüzeyaltı Drenaj Sistemlerinin Tasarım Ölüütleri IV. GAP Tarım Kongresi, , 21-23 Eylül 2005, 1750s, 1120-1128 Şanlıurfa
- Berekatoğlu K., **Bahçeci, İ.** 2005 Harran Ovasında Drenaj Kanal Sularının Sulamada Kullanılma Olanakları, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2005 9 (6) (43-52), Şanlıurfa, Possibilities Of Using Drainage Canal Water For Irrigation Purposes in The Harran Plain
- Bahçeci, İ. Mehmet Nur B.** 2008. Harran ovasında yüzeyaltı drenaj sistemi kurulmuş alanlarda drenaj suyu ve toprak tuzluğunun mevsimsel değişimi Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, (basımda), Şanlıurfa,
- Bahçeci, İ.** 2007 Değişik su kalitesi ve drenaj yönetimleri altında Harran Ovasında tuzluluğun SaltMod model çalışmalarıyla tahmin edilmesi. V. GAP Tarım Kongresi 2007-Şanlıurfa, 661 s:367-375
- A.S. Nacar, **Bahçeci, İ.** Bahçeci, P. 2007. Harran Ovası Yüzeyaltı Drenaj Sistemlerinde Farklı Zarf Materyallerinin Performansları Üzerine Tarla Araştırmaları. V. GAP Tarım Kongresi 2007-Şanlıurfa, 661 s:375-382
- Bahçeci, İ., Nacar, A.S., 2004. Harran ovasında su ve tuz dengesinin belirlenmesi araştırma
- Causape, J. Qui'lez, D. Aragu'e' R. 2004 s Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin level I. Irrigation quality Laboratorio de Agronomı'a y Medio Ambiente (DGA-CSIC), Centro de Investigacio'n y Tecnologi'a Agroalimentaria de Arago'n (Diputacio'n General de Arago'n), Unidad de Suelos y Riegos,Apdo. 727, 50080-Zaragoza, Spain Accepted 28 June 2004
- Christen E.V., and Ayars J.E., 2001 subsurface drainage systems design and management in irrigated Agriculture: Best management practices for reducing drainage volume and salt load. Csiro Land and water, Griffith NSV, Technical report 38/01 September 2001. s:136
- Çullu, M.A., 1999. "Tuzlulaşmada GAP Harran Ovasının Durumu". TEMA Toprak Tuzlulaşması. Danışma Toplantısı, Bildiri TEMA Vakfı Yayınları No:30 İstanbul
- Dinç, V., şenol, S., Sayın, M., Kopur, S. Ve Güzel, N., 1988. Güneydođu Anadolu Bölgesi Toprakları I.Harran Ovası. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Gúdümlü Araştırma Projesi Kesin Raporu Proje No:TOAG 534, Ankara
- DSİ, 2002. Şanlıurfa Harran Ovası Drenaj ve tuzluluk sorunları inceleme raporu, Devlet Su işleri XIV. Bölge Müdürlüğü Şanlıurfa
- DSİ, 2004. Şanlıurfa Harran Ovası sulam drenaj izleme raporu, Devlet Su işleri XIV. Bölge Müdürlüğü Şanlıurfa

- Gemalmaz, E., 1993. Drenaj Mühendisliği, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:746, Ziraat Fakültesi No: 317, Erzurum
- KHAE, 2004. Meteorolojik rasat verileri Koruklu Meteoroloji istasyonu, KHGM, Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü, Şanlıurfa
- Oosterbaan, R.J., M. Abu Senna 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.
- Oosterbaan, R.J. 1988. Agricultural drainage criteria for drainage systems analysis. *Agricultural Water management*, 14, s: 79-88.
- Namken, L.N. Weigand, C.L. and Brown, R.O 1969. Water use by cotton from low and moderately saline static watertables. *Agronomy Journal*, 61:305-310.
- Oosterbaan, R.J. and 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.
- Oosterbaan R.J. 2000. *SALTMOD, Description of Principles and Applications*, ILRI, Wageningen, The Netherlands
- Ritzema HP. 1994. *Drainage Principles and Applications*, ILRI Publication 16., International Institute of Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen, the Netherlands
- Soppe, R.W. Ayars J.E. and Grismer, M.E. 2002. Using capacitance probes to measure soil water in lysimeters with shallow saline ground water. In: Proceedings of the First International Symposium on Soil Water Measurement using Capacitance, Impedance and Time Domain Transmission (TDT). Held at the USDA-ARS Beltsville Agricultural Research Center, in Beltsville, Maryland, November 6, 7, and 8, 2002.

HARRAN OVASINDA YÜZEYALTI DRENAJ SİSTEMİ ve TUZ DİNAMIĞI

***Doç.Dr. İdris BAHÇECİ¹, Mehmet Nur BAL¹ Abdullah Suat NACAR²**

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

²GAP Toprak-Su Kaynakları A.E.,

*Email: bahceci@harran.edu.tr

ÖZET

Harran ovasının sulamaya açılmasıyla, Harran-Akçakale arasındaki düşük kotlu bölgede ortaya çıkan yüksek taban suyu sorununu çözmek için 9000 hektarlık bir alanda yüzeyaltı drenaj sistemleri kurulmuştur. Tasarımlama ölçütlerini belirlemek amacıyla Arıcan Köyü yakınındaki 25 hektarlık bir alanda kurulan bir deneme tarlasında, 2001-2003 yıllarında ölçme ve gözlemler yapılmıştır. Ayrıca, 2006 yılında 250 hektarlık bir alanda 6 toplayıcı dren izlenmiştir. Sulama mevsimi boyunca toplayıcı dren çıkışlarında drenaj suyu ile sulama mevsimi başında ve sonunda alınan toprak örneklerinin tuz içerikleri belirlenmiştir.

Sonuçlar, drenaj suyu tuzluluğunun, sulama suyunun tuzluluğundan bazı yerlerde 35-40 kat fazla olduğunu göstermiştir. Drenlerin üstündeki toprak katlarından oluşan tuz yıkanmasının, drenaj suyu tuzluluğunu bu denli yüksek düzeylere çıkarması pek olanaklı değildir. Drenaj suyu tuzluluğunda oluşan bu düzeyde bir artış, drenaj suyuna daha tuzlu yer altı sularının veya çevreden sızan suların karışmasıyla olabileceğini göstermektedir.

Drenaj sistemi ile yüzey sularına karışan tuzlu yer altı suyu, drenaj suyunun kalitesini bozarak bu suların yeniden kullanımını sınırlandıracaktır. Sulamada kullanılması halinde toprakların tuzlanmasını hızlandıracaktır. Onun için Harran ovasında drenaj sistemlerinin tasarımında çok dikkatli olunması ve belirtilen konuların göz önüne alınması gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: Harran ovası, Drenaj sistemi, Drenaj suyu tuzluluğu, Drenaj suyu kalitesi

**SUBSURFACE DRAINAGE SYSTEM AND SALT DYNAMIQUE IN HARRAN
PLAIN**

ABSTRACT

Subsurface drainage systems may cause some problems if it was not designed conveniently. Because of excessive drainage as irrigation efficiency decrease, reveal lack of water in some regions, drainage may be insufficient or salty ground water may pump to surface.

To prevent water logging and salinization, subsurface drainage system was constructed in 9000 hectares in low-lying areas between Harran and Akçakale. In 2001 a test field was set up to determine design criteria in 25 hectares areas. Besides, in 2006, six collector drains was monitored that 250 hectares area drained. Drainage water salinity was measured throughout irrigation season at collector outlets and the soil salinity was determined at the initial and finally irrigation season.

Conclusions indicated that drainage water salinity was higher 35-40 times than irrigation water salinity in some places. It is not possible increasing in the drainage water salinity with salt leaching from the top soil layers. This much increase in salinity gave our pause to think it may be salt intrusion from ground water and surrounded areas.

Mixing of salty ground water to drainage water creates the more salty drainage water. In case reuse of this water accelerates salt accumulation in soils. Because of this, ones should be carefully as designing of drainage system in Harran plain.

Key words : Harran plain, Salty ground water, Water logging,

GİRİŞ

Yüzeyaltı drenaj sistemleri uygun bir şekilde tasarımılanmazlarsa birtakım sorunlara neden olabilirler. Bunlar aşırı drenaj nedeniyle sulama randımanları düşmesi, drenaj yetersizliği, tuzlu suların drenaj suyuna karışması ve aşırı drenaj sularının deşarj edilmesi gibi sorunlardan biri veya bir kaçı olabilir.

Birçok yerde drenaj sularının uzaklaştırılması veya depolanması değişik nedenlerden ötürü sorun olmaktadır. Drenaj sistemleri, tarımsal drenaj sularının yanında yerleşim alanlarındaki evsel ve endüstriyel atıkları da boşaltan sistemlerdir. Drenaj atık suları, eğer varsa bir ırmağa, göle veya açık denizlere boşaltılırlar. Eğer çıkış ağzı yoksa sulanan arazilerin bir bölümünün drenaj atık sularını depolamak için düzenlenmesi gerekebilir.

Atık sular, her nereye boşaltılırsa boşaltılsın, uygun bir şekilde depolanmazlarsa birtakım çevre sorununa neden olabilirler. Sorunun boyutları atık suyun miktarı ve kalitesi ile ilişkilidir. Drenaj suyu miktarı azaltılabilir, ancak tamamen durdurulmaz. Onun için drenaj sularının olabildiğince kaliteli ve miktarının az olması arzu edilir. Dolayısıyla, drenaj suyu kalitesini etkileyen nedenlerin belirlenmesi gerekir.

Drenaj suyunun kalitesi, yeniden kullanım için büyük önem taşır. Yeniden kullanım deşarj edilecek drenaj suyunun miktarını azaltır, ancak kalitesini olumsuz etkiler. Drenaj sularında kalitenin bozulması, bu suların sulamada kullanılmasını sınırlar.

Drenaj suyunun tuzluluğunu etkileyen faktörlerin başında sulama suyu ve toprak tuzluluğu gelmektedir. Drenaj suyunun gerçek tuzluluğu drenlerin altında ve üstünde depolanmış tuz yüküne, dren aralığına, aküferin tuzluluğuna, yer altı su akışına ve su tablasını besleyen sulama yönetimine bağlıdır.

Birçok bölgede drenaj suyu başlangıçta tuzludur. Zamanla tuzluluk azalır. Bu durum drenaj suyunun yeniden kullanılmadan atıldığını gösterir. Eğer drenaj suyu sulamada kullanılırsa o zaman drenaj suyunun tuzluluğu artar. Bu durum drenaj suyunun sulamada kullanıldığı kuyulu drenaj sistemlerinde de görülür.

Christen and Skehan (1998) karık sulama yöntemiyle sulanan bağda sulama ve yağışlardan sonra ve su tablası yüksek iken drenaj suyu tuzluluğunun azaldığını belirlediler. Altı yıllık bir drenaj sisteminde, su tablası derinliği 80 cm den 170 cm düştüğünde drenaj suyu tuzluluğunun 10'dan 13 dSm⁻¹'ye çıktığı, 35 yıllık bir yüzeyaltı drenaj sistemde ise aynı eğilimin olmadığı belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar su tablası derinliğinin artmasının drenaj suyu tuzluluğunu artırdığını göstermiştir. Bunun nedeni düşen su tablası nedeniyle su akış yollarının değişmesidir. Su tablası düşünce su akış yolları daha derin toprak katlarından geçer. Derin toprak katları ise genellikle daha fazla tuz içerirler.

Drenaj sistemlerinde su akış yolları sadece dren derinliğinden etkilenmez, aynı zamanda dren aralığından da etkilenir. Kuramsal olarak bir drenaj sisteminde en derin su akış çizgisi, dren döşem derinliğinin altında, dren aralığını ¼' ü kadar bir derinliğe ulaşabilir. Dolayısıyla 60 m aralıklı bir drenaj sisteminde akış yolu 15 m derinliğe ulaşabilir.

Ancak drenlerin altında geçirgenliği değişmeyen bir örnek toprak profilleri nadiren bulunur. Bu durum derin toprak katlarından drenlere su akışını sınırlandırır. Eğer böyle sınırlayıcı bir kat yoksa artan dren derinliği ve dren aralığı drenaj suyunun tuzluluğunu artmasına neden olacaktır.

Drenaj sisteminde drenaj akışlarını besleyen bir diğer kaynak ise bölgesel beslenmedir. Eğimli alanlarda yamaçlardan sızan sular zamanla drenaj sistemine ulaşır. Pohl ve Guitjens (1994) yüzey altı drenaj sistemlerinde bölgesel beslenmeyi belirlemek için MODFLOW modelini kullanmışlardır. Sulamadan sonra drenlere akış yerel iken, bunun zamanla tükenmesinden sonra, akışların bölgesel bir beslenmeye dönüştüğünü belirlediler. Fio (1997)' eğimli alanlarda dren akışlarını MODFLOW ile araştırmıştır. Sonuçlar üst yamaçlardan oluşan beslenme ile drenlere akışların 25 m derinliklere kadar indiğini göstermiştir.

Eching et al. (1994) bölgesel beslenmenin toplam dren akışlarına etkisini belirlemek için tuz ve akış ilişkilerine dayanan bir yöntem geliştirdi. Killi tınlı bir toprakta 2.5 m derinlikte ve 150 m aralıklı döşenen drenlerde akışın %64'ünün bölgesel yer altı suyundan beslendiğini belirledi.

Bu çalışma Harran ovasında kurulmuş veya kurulacak yüzeyaltı drenaj sistemlerinde drenaj suyu kalitesini artıracak drenaj tasarım ölçütlerini belirlemek amacıyla ele alınmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırma Yerinin Coğrafi Konumu

Harran Ovası, kuzeyinde Şanlıurfa ve Germüş Dağları, güneyinde Türkiye-Suriye devlet sınırı, doğusunda Tektek Dağları, batısında Fatik Dağları ile sınırlandırılmıştır. (Şekil 1). Ovanın en geniş yeri güneyde 60 km, en dar yeri ortada Tektek Dağları ile Fatik Dağları arasında 30 km, uzunluğu kuzey-güney yönünde 65 km'dir. Topoğrafik yapı yönünden genel olarak düz yada düze yakın arazilerden oluşmaktadır. Genel eğim %0-2 arasında olup, yükseklik 450 metreden 335 metreye kadar düşmektedir. Ovanın toplam alanı 225109 hektar olmasına olup, proje ile öngörülen sulama alanı 151 000 hektardır (DSİ, 2002).

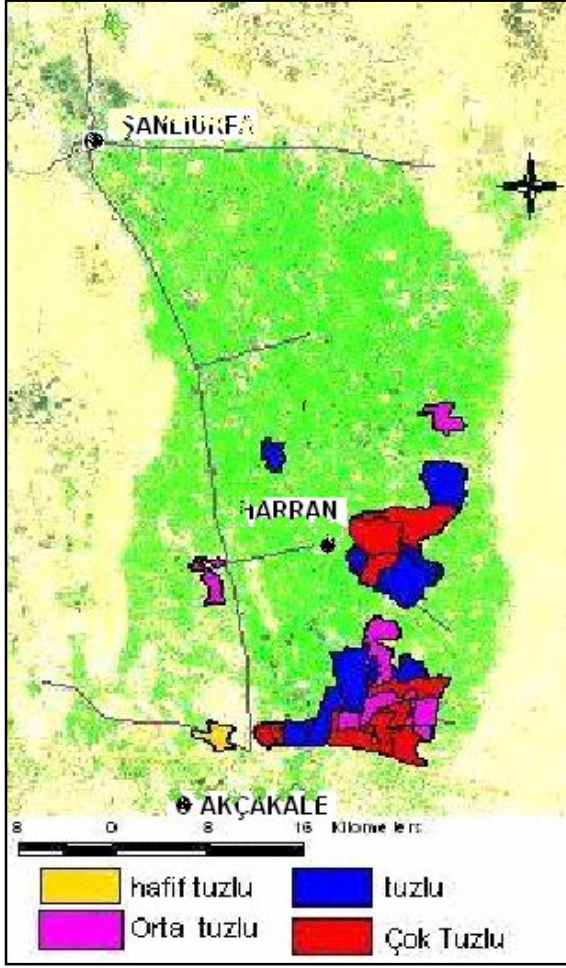
Toprak Özellikleri

Harran Ovası alüvyal materyalli düz, düze yakın eğimli, derin topraklara sahiptir. Tipik kırmızı profilleri killi bünyeli, üst toprak orta köşeli blok, sonra granüle, alt toprak kuvvetli iri prizmatik sonra kuvvetli orta köşeli blok yapıdadır. Çok kireçli olan profil derinlere doğru artan yoğunlukta sekonder kireç cepleri içermektedir. A, B ve C horizonlu olup organik madde içeriği düşük, kation değişim kapasiteleri ise yüksektir. Organik madde yüzeyden aşağılara doğru azalırken, kation değişim kapasiteleri ise kil içeriğine bağlı olarak alt katmanlara doğru artmaktadır. Harran Ovası toprakları profil boyunca genellikle ağır bünyeli olup arazi yetenek sınıflaması ve sulu tarıma uygunluk sınıflamasına göre büyük bir çoğunlukla II. sınıf araziler olarak değerlendirilmektedir (Çullu ve ark, 2004).

Hidrojeoloji

Ovada en üstte Pliyosen aküferi yer almaktadır. Kil-kum ve çakıldan oluşmuştur. Kalınlığı 60-200 m arasında değişmekte olup serbest aküfer özelliğindedir. Yer altı suyu bulundurması bakımından hazne özelliği, tabana doğru Miyosen yaşlı kil-kum-çakıllı birim ise kısmen geçirimsiz taban özelliği gösterir. Ova genelinde su akış yönü kuzey güney yönündedir.

Ovada iki ayrı aküfer olduğu, bunlardan derindeki kireç taşı aküferinde sulamadan herhangi bir etkilenme olmazken, üstteki kum çakıl aküferinde ise sulamaya bağlı olarak su düzeyi yükselmiştir



Şekil 1 Harran Ovasının genel görünümü (Çullu ve ark., 2004)

Ağır bünyeli olmasına karşın, yüksek kireç içerikleri ve gelişmiş strüktür, toprakların hidrolik iletkenliklerinin beklenenden daha yüksek olmasını sağlamaktadır.

İklim Özellikleri

Harran Ovası, Güney Doğu Anadolu Bölgesinin karasal iklim özellikleri ve Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı yüksektir. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Koruklu Talat Demirören Araştırma İstasyonunun iklim verilerine göre Harran Ovasında yıllık ortalama yağış 365 mm, yıllık ortalama sıcaklık 17.2°C ve yıllık buharlaşma 1 848 mm'dir (KHAE, 2004).

Drenaj Durumu

Harran Ovasında drenaj sistemi kurulmadan önce ovanın doğal drenajını Cullap Deresi ve Kötü Çay sağlamaktaydı. Her iki su yatağı sulama projesi ile birlikte ıslah edilerek Ana Tahliye Kanalına dönüştürülmüştür (DSİ, 2001). Ayrıca doğal su yolları bulunmayan kısımlarda Devlet Su İşleri tarafından drenaj açık drenaj kanalları inşa edilmiştir. Bunlar çevresindeki alanı drene etmekle birlikte, aynı zamanda yüzeyden dönen sulama sularını uzaklaştırmaktadırlar.

Taban suyu gözleme çalışmaları yaklaşık 16 000 hektar alanda taban suyu seviyesinin 1 metrenin üstünde, 34 000 hektar alanda ise 1-2 m arasında olduğunu göstermektedir (DSİ, 2004). Drenaj kanallarının derinlikleri ortalama 2 metre olup 50 000 hektar alanı drene edecek şekilde ortalama derinlikleri 2-3 metre arasında olan açık derin drenaj kanalları inşa edilmiştir. Ayrıca, Köy Hizmetleri tarafından da Harran ve Akçakale arasında yaklaşık 9 000 hektar alanda yüzeyaltı borulu drenaj sistemleri inşa edilmiştir.

Su kaynakları

Ovanın güney tarafındaki küçük bir bölümü yeraltı suyu, büyük bir bölümü ise Şanlıurfa Tünelleri yardımı ile ovaya aktarılan Fırat suyu ile sulanmaktadır. Fırat suyu, GAP'ın en büyük kilit yapılarından biri olan Şanlıurfa Tünelleri yaklaşık 358 000 ha yerçekimi, 118 000 ha pompajla olmak üzere 475 000 ha araziye sulayacak kapasiteye sahiptir. Sistem, her biri 7.62 metre çapında ve 26.4 km uzunluğunda iki adet dairesel kesitli beton kaplı tünelden oluşmaktadır. Tüneller tam kapasite ile çalıştığında, Atatürk Barajı Gölü'nden saniyede 328 metreküp suyun alınmasını sağlayacaktır.

Drenaj sisteminin özellikleri

Yüzeyaltı drenaj sistemleri, Harran-Akçakale arasındaki düşük kotlu bölgede inşa edilmiştir. Kararlı akış koşullarının olduğu varsayımıyla, projeleme aşamasında drenaj katsayısı 3.57 mm gün^{-1} , dren derinliği 1.80 m ve bariyer derinliği 4.0 m kabul edilerek projeleme yapılmıştır. Hidrolik iletkenlik değerleri Auger-hole yöntemi ile belirlenmiş ve dren orta noktasındaki hidrolik yük (h), 0.3 m alınarak dren aralıkları hesaplanmıştır.

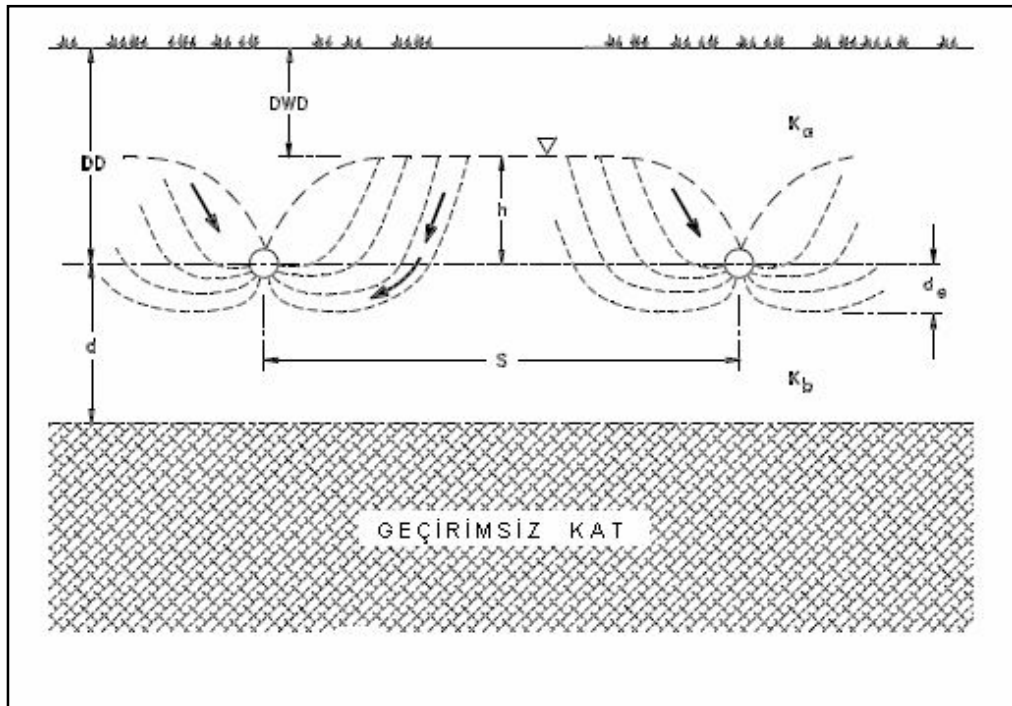
Bu çalışmada, ilk olarak, Arıcan Köyü arazisindeki DSİ II. kısım sulama alanı içerisinde tahliye kanalı kenarında 25 ha'lık bir test alanı seçilmiştir. Bu alana yüzeyaltı sisteminin döşenmesi 1999 yılında yapılmıştır. Emici (lateral) drenler 60 m aralıklarla, yaklaşık 250 m uzunlukta 100 mm çapında, 1.35–1.45 m derinliğe döşenmiştir. Deliksiz dren borularından oluşan toplayıcı hattı 160 mm çapında ve 700 m uzunluğunda olup. 160-170 cm derinliğe döşenmiştir.

İkinci izleme alanı Köy Hizmetleri Şanlıurfa Bölge Müdürlüğü tarafından inşa edilen drenaj sistemlerinde seçilmiştir. Bu sistemlerde dren derinliği ortalama 1.80 m olup, dren aralıkları 40-80 m arasında değişmektedir.

Kuramsal yaklaşım

Yüzeyaltı drenaj sistemlerinde akışın önemli bir bölümü drenlerin altındaki toprak katlarından oluşmaktadır. Su akış yollarının derinliği, dren aralığı, derinliği, boru çapı, geçirimsiz kat derinliği ve topraktaki tabakalaşmaya bağlıdır (Şekil 2).

Eğer drenaj suyunun beslendiği toprak katmanları tuz ise drenaj suyunun tuzluluğu buna bağlı olarak artmaktadır. Ancak sulanan alanlarda başlangıçta tuzlu olan drenaj sularında, zamanla tuzluluğun azalması beklenir. Çünkü dren akışları ile tuzlar yıkanılır. Eğer drenaj suyunda tuz bakımından bir azalma yoksa, drenaj sularındaki bu tuzların kaynağının daha tuzlu toprak katları olduğu düşünülür.



Şekil 2 Bir örnek toprak profilinde drenlere akış (VAN BEERS, 1979).

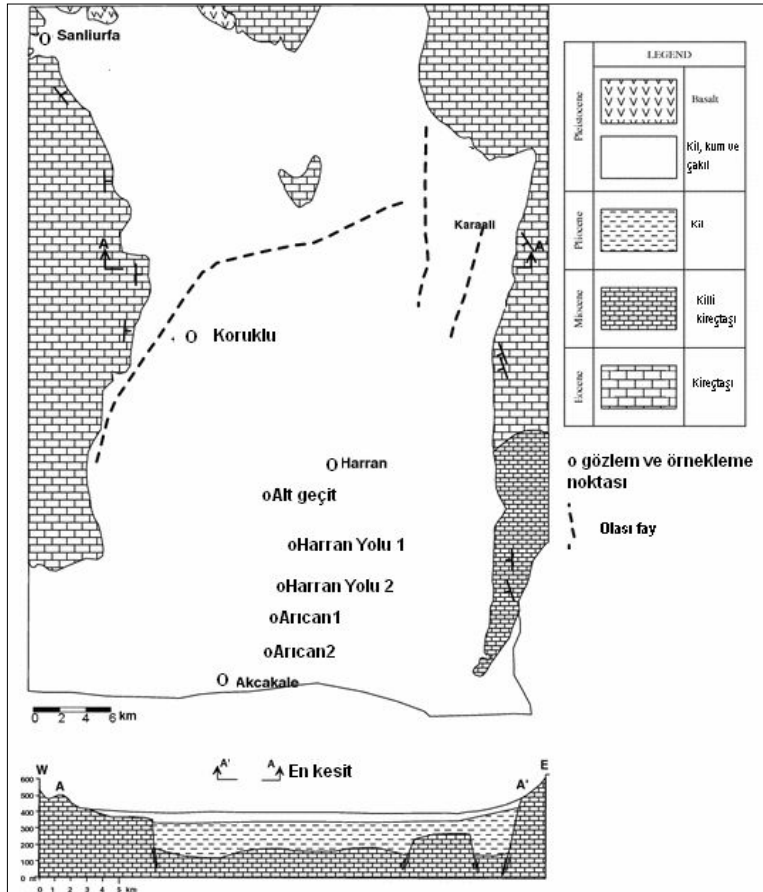
(DWD, tasarımlanan su tablası derinliği, DD, dren derinliği, d dren ile geçirimsiz kat arasındaki uzaklık, S dren aralığı, d_e eşdeğer derinlik, k_a ve k_b , hidrolik iletkenlik, $h = DD - DWD$, drenlerin üstündeki su yükü)

Yöntem

Köy Hizmetleri Bolatlar Proje Müdürlüğünce 9000 hektarlık yüzeyaltı drenaj sistemi kurulmuş olan bölümünde ise, sulama mevsiminde, 6 noktada drenaj kanallarından su örnekleri ve bu kanalların drene ettiği topraklardan mevsim başında ve sonunda toprak örnekleri alınarak tuz içerikleri belirlenmiştir. Her toprak örneği, 3 ayrı noktadan 60 cm derinliğe kadar eşit miktarda alınan toprakların karıştırılmasıyla oluşturulmuştur. İzleme çalışmasının yapıldığı Arıcan köyünde kurulan deneme alanında sulama suyu ve drenaj suyu değerleri ile bunların mevsimlik ortalamaları karşılaştırılmıştır.

Laburatuvar Analizleri

Su örnekleri EC metre ile ölçülerek dSm^{-1} olarak kaydedilmiştir. Toprak örneklerinin önce süzükleri çıkarılmış ve daha sonra bu süzüklerde EC değerleri ölçülmüştür (Richards, 1954).



Şekil 3 Harran Ovasının jeolojik yapısı (DSI, 2003; Yesilnacar ve Güllüoğlu 2007) ve gözlem noktaları

BULGULAR VE TARTIŞMASI

Kök bölgesinde tuz hareketi

Drenlerde su akışı genellikle sulama mevsiminde olmaktadır. Kış döneminde yüzeyaltı drenaj sisteminde dren akışı nadiren olmaktadır. Ovada yağışların (yıllık 350-360 mm) düşüklüğü olması nedeniyle dren akışları olmamaktadır. Nitekim Bahçeci ve Nacar (2008) tarafından yapılan bir çalışmada kış yağışları ile toprakta tuz yıkanmasının olmadığı belirlenirken, sulama mevsiminde kök bölgesinde önemli düzeyde tuz yıkanması olduğu belirlenmiştir.

Çalışmalar ovadaki yüzeyaltı drenaj sistemlerinde, sulama mevsiminde ortalama 90-100 mm suyun drene olduğunu göstermiştir. Sulanan alanlarda kabul edilebilir drenaj suyu miktarı 50-200 mm arasında değişmektedir. Bu durumda, Harran ovasında drene olan su miktarının orta düzeyde olduğu söylenebilir.

Ova genelinde tahliye edilen drenaj suyu ortalama yılda 135-140 mm'dir. Bunun 90-100 mm'si yüzeyaltı drenaj suyu olduğuna göre, yılda 40-50 mm su yüzey akışıyla boşaltım kanallarına ulaşmaktadır. Ayrıca drenaj kanal sularının önemli bir bölümü geri dönüşüm pompaları ile sulamada yeniden kullanıldığı göz önüne alındığında yüzey akış sularının daha büyük miktarlarda olduğu daha açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Sulama ve drenaj suyunun tuzlulukları arasında üst topraktaki tuzluluklara bağlı olarak başlangıçta önemli oranda farklılıklar olabilir. Ancak bu farkın zamanla azalması beklenir. Arıcan deneme alanında yapılan izleme çalışmaları üst toprakta tuzlulukta önemli azalma olmasına karşın, drenaj suyu tuzluluğunda azalma eğilimi olmadığını göstermiştir (Çizelge 1; Şekil 4). Kök bölgesi tuzluluğunda 3 yılda %65 azalma olurken, bu oranda bir azalma drenaj suyunda gözlenmemiştir.

Çizelge 1 Arıcan Köyü yakınlarında drenaj suyu ve toprak tuzluluğunun değişimi

Yıllar	2001			2002			2003		
Sulama suyu	EC=0.78 dSm ⁻¹			0.47 dSm ⁻¹			0.8 dSm ⁻¹		
Toprak tuzluluğu dSm ⁻¹	100 cm	100- 150	150- 200	100 cm	100- 150	150- 200	100 cm	100- 150	150- 200
		6.94	8.03	7.86	4.76	7.52	7.86	3.32	7.05

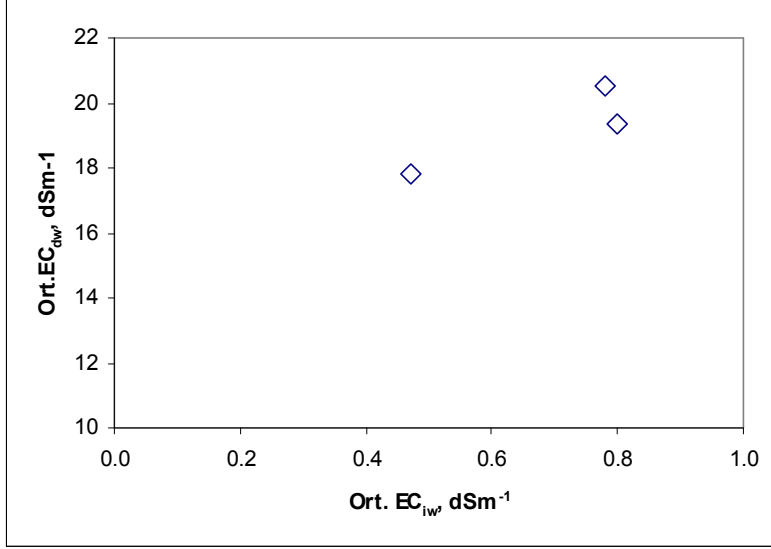
Model tahmini dSm ⁻¹	7.47-7.39		
Ölçülen ort. Drenaj suyu tuzluluğu dSm ⁻¹	20.5	17.8	19.35
EC _{dw} /EC _{iw}	26	38	24
Tabansuyu düzeyinin değişimi, m	0.30-2.0	0.48-2.0	0.5-2 m

Kök bölgesinde ortalama tuzluluk önemli bir düzeyde azalma gösterirken dren düzeyinin üstünde tuzlulukta azalma çok düşüktür. Dren düzeyinin altında ise tuzlukta bir azalma olmamıştır.

Tuzluluğunun değişimi ile ilgili yapılan model çalışmasında, drenaj sistemi kurulan SaltMod kök bölgesi tuzluluğundaki değişimi doğru bir şekilde tahmin ederken, drenaj suyu tuzluluğunu ölçülen değer yarisından daha az, 7.47-7.39 dS m⁻¹ olarak, tahmin etmiştir (Bahçeci ve Nacar 2007).

Model tahminindeki bu sapma daha tuzlu toprak katlarından veya sızmalarla karışma olabileceğini göstermektedir. Normal koşullarda drenaj suyu tuzluluğu ve sulama suyu tuzluluğu arasında 5-10 katı kadar farklılıklara rastlanması olağan kabul edilebilir. Ancak alt katlarda tuz depolanmış alanlarda bu farkın 25-45 kat olabileceğine ilişkin verilere rastlanmaktadır (Grismer, 1989)

Ovadaki üst açık aküferde derinlikle artan tuzlu bölgelerde, eğer drenaj sistemleri uygun bir şekilde tasarlanmazsa, derin toprak katlarında depolanmış tuzların yüzeye çıkma olasılığı çok yüksektir. Bu yüzden bu gibi alanlar belirlenerek, bu yerlere özgü tasarım ölçütleri geliştirilmelidir.



Şekil 4 Mevsimlik ortalama değerlere göre Arıcan deneme alanında sulama ve drenaj suyu tuzluluğunun değişimi

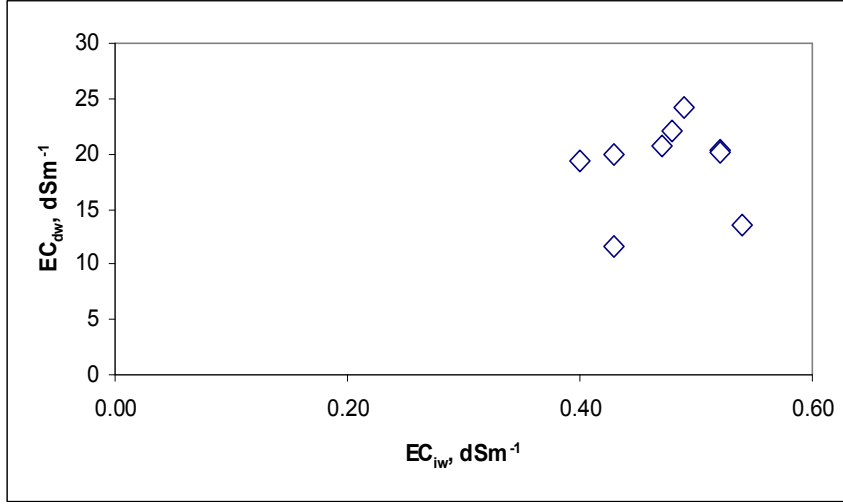
Çizelge 1'deki verilerden yararlanılarak, çizilen Şekil 5'te görüldüğü gibi, sulama suyunun tuzluluğu 0.5-0.8 dS m⁻¹ arasında değişirken, drenaj suyunun tuzluluğu 18-21 arasında değişmiştir. Bu, drenaj suyunun tuz içeriğinde 35 kat fazla bir artış demektir.

Çizelge 2 Sulama sularının mevsim içindeki analiz sonuçları

pH	Kasyonlar (me/L)				Toplam	Anyonlar (me/L)		
	EC dS/m	Na	K	Ca+Mg		HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ⁻²
7.82	0.54	2.95	0.11	2.88	5.94	1.08	1.84	3.02
8.21	0.43	2.00	0.20	2.08	4.28	1.40	1.36	1.52
7.95	0.48	1.40	0.08	2.52	4.00	1.33	1.25	2.54
7.98	0.47	2.00	0.08	2.55	4.63	1.88	1.54	1.18
7.84	0.52	2.48	0.06	2.56	5.10	1.58	1.63	1.89
7.89	0.43	2.22	0.05	1.98	4.25	1.67	1.44	1.14
7.90	0.40	2.08	0.02	1.80	3.90	1.30	1.29	1.31
8.20	0.52	2.50	0.03	2.83	5.36	1.99	1.65	1.72
7.80	0.49	2.46	0.04	2.20	4.70	2.03	1.34	1.33

Sulama mevsiminde ölçülen sulama ve drenaj suyuna ilişkin tuz ile anyon ve kasyonlara ilişkin veriler Çizelge 2 de, drenaj suyuna ilişkin veriler Çizelge 3'te verilmiştir. Sulama

suyunun sodyum içerikleri 1.40-2.95 meL⁻¹ iken drenaj suyunun 81-185 meL⁻¹ arasında değişmiştir. Sulama suyunun Ca+Mg içerikleri 1.8-2.88 iken drenaj suyunda bu değerler 45-80 me L⁻¹ değerlerine ulaşmıştır. Drenaj suyunun elektrolit konsantrasyonu beklenen değerlerin çok üstünde seyretmektedir.



Şekil 5 2001-2003 yıllarında sulama suyu ve drenaj suyu tuzluğunun değişimi

Çizelge 4'te sulama suyunun kimyasal özelliklerindeki değişimin bir ölçüsü olmak üzere drenaj suyu ile arasındaki oranlar verilmiştir. Drenaj suyunun tuzluluğundaki artış, sulama suyuna tuzluluğundan 25 ile 48 kat daha fazla iken, sodyum ve HCO₃ konsantrasyonundaki artış 72 katına kadar ulaşmıştır

Çizelge 3 Drenaj suyu analiz sonuçları

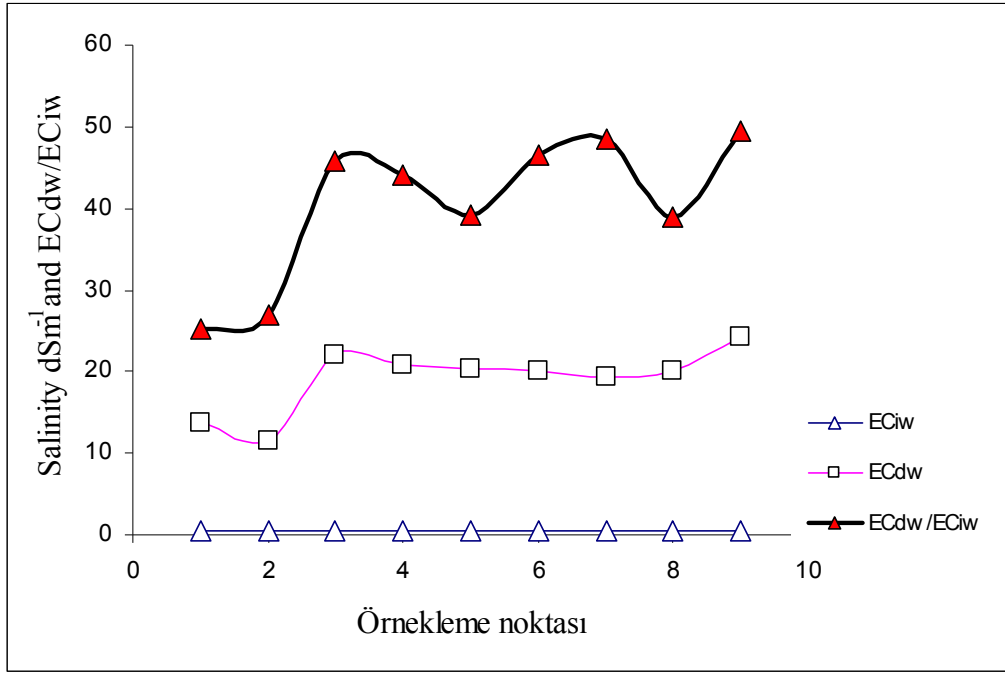
pH	EC dS m ⁻¹	Kasyonlar (me L ⁻¹)			Toplam	Anyonlar (me L ⁻¹)		
		Na	K	Ca+Mg		HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ⁻²
7.98	13.6	89	0.2	52	141.	79	41	21
7.11	11.6	81	0.1	70	152	14	94	45
7.16	22.0	160	0.2	61	221	60	76	84
7.22	20.7	129	0.2	80	209	73	66	69
7.42	20.4	150	0.1	45	195	65	70	60
7.36	20.0	144	0.1	58	202	71	60	71
7.35	19.4	151	0.1	46	197	61	63	72
7.14	20.2	136	0.2	72	208	80	59	77
7.80	24.2	185	0.3	51	236	81	70	85

Ca+Mg konsantrasyonlarındaki artış ise 25-33 arasında değişmiştir. Bu durum drenaj suyunu besleyen kaynaklarda sodyum konsantrasyonunun daha fazla olduğunu göstermektedir (Şekil 6).

Çizelge 4 Drenaj suyu ve sulama suyundaki toplam tuz ile çözünebilir katyon ve anyonların oransal değişimi

EC_{dw}/EC_{iw}	Na_{dw}/Na_{iw}	K_{dw}/K_{iw}	Ca+Mg		HCO_3	Cl	SO ₄
25.26	30.17	1.45	18.00	23.74	72.98	22.38	6.95
27.05	40.50	0.25	33.70	35.53	10.36	69.49	29.64
45.83	114.29	2.75	24.12	55.25	45.13	61.23	33.24
44.04	64.50	3.00	31.28	45.14	39.03	43.07	58.73
39.17	60.48	1.00	17.66	38.29	41.14	43.00	31.84
46.51	64.86	1.20	29.52	47.65	42.79	41.82	62.13
48.60	72.60	4.00	25.63	50.57	47.26	49.02	55.37
38.85	54.40	6.67	25.47	38.86	40.23	35.64	45.02
49.39	75.22	6.50	23.16	50.26	40.20	52.25	63.62

Arıcan Köyü yakınlarındaki test alanında, 2001-2003 yıllarında yapılan izleme çalışmalarında belirlenen drenaj suyundaki aşırı tuzluluğun, ovanın değişik yerlerinde de olup olmadığını belirlemek amacıyla 2006 yılında 5 toplayıcı dren ve etki alanları sulama mevsimi boyunca izlenmiştir.



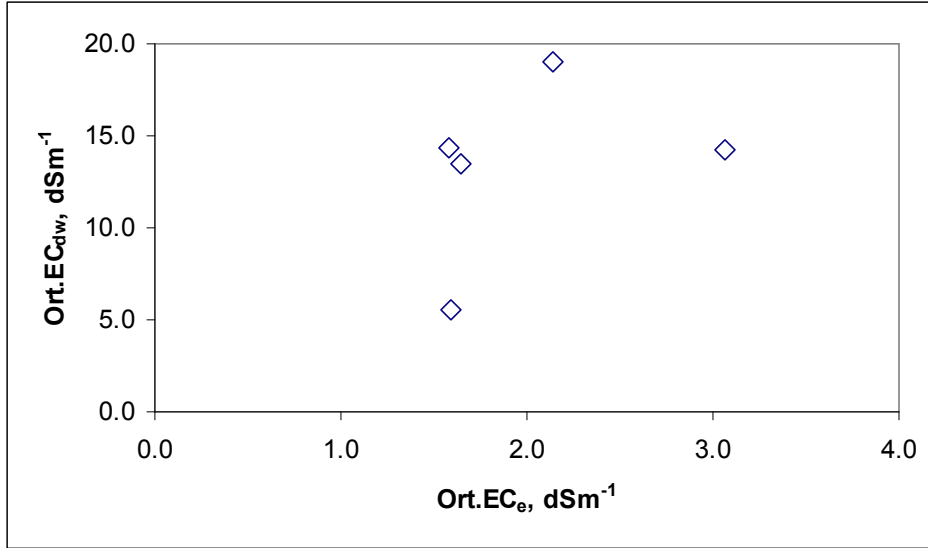
Şekil 6 Sulama ve drenaj suyu tuzluluğu ve oranları

Mevsim sonunda kök bölgesi tuzluluğunda azalmaların olduğu, drenaj suyu tuz ve sulama suyunun ise 47.5 katına (Şekil 6), toprak tuz içeriğinin ise 9 katına kadar yükseldiği belirlenmiştir (Şekil 7).

Çizelge 5 Toplayıcılarda toprak ve drenaj suyu tuzluluğunun değişimi (2006)

Örnekleme Noktası	Toprak derinliği, cm	01.07.	01.09	Ort Ece	EC _{iw}	EC _{dw}	EC _{dw} /EC _e	EC _{iw} /EC _{dw}
Alt geçit	0-60	2.30	0.88	1.59	0.4	5.58	3.51	14.0
Harran Yolu-1	0-60	2.40	0.90	1.65	0.4	13.52	8.19	33.8
Harran Yolu-2	0-60	1.47	1.70	1.59	0.4	14.33	9.04	35.8
Arıcan-1	0-60	3.56	2.57	3.07	0.4	14.20	4.63	28.4
Arıcan-2	0-60	2.35	1.93	2.14	0.4	19.00	8.88	47.5

Alt geçit örnekleme noktası Tahılalan sulama birliği alanında olup diğer örnekleme noktalarına göre daha kuzeydedir. Bu bölgedeki toplayıcı çıkışlarında yapılan ölçümler drenaj suyu tuzluluğunun 4-6 dSm⁻¹ dolaylarında olduğunu göstermiştir. Bu durum drenaj suyu tuz içeriğinin ovanın güneyine doğru arttığını ve dolayısıyla alt toprak katlarının daha tuzlu olduğunu göstermektedir.



Şekil 7 Toprak ve drenaj suyu tuzluluğu (2006)

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Harran ovası Kuzey – Güney yönünde 60 km uzunluğunda ve ortalama %0.3 eğimli ve etrafı dağlarla çevrilidir. Drenaj orunu daha çok Güneyde Akçakale – Harran arasındaki düşük kotlu alanda ortaya çıkmıştır.

Fazla suyun kaynağı aşırı sulama suları ile sızmalardır. Drenaj sistemi tasarımında dren derinliği 1.80 m ve hidrolik yük 0.30 m alınmıştır. Sulanan kurak bir bölge olması nedeniyle, kök bölgesinin kılcal yükselme ile tuzlanmasını önlemek için derin drenlerin döşenmesi tercih edilmiştir.

Bu çalışma ile elde edilen sonuçlar drenaj suyunun tuzluluğunun çok yüksek olduğunu göstermiştir. Geçen 5-6 yılda drenaj sistemi kurulmuş alanlarda önemli düzeyde tuz yıklanmasına karşın (Bahçeci ve Nacar, 2007), drenaj suyunun tuzluluğunda herhangi bir azalma olmamıştır. Bu durum drenaj suyuna drenlerin altındaki tuzlu toprak katmanlarından karışma olacağını göstermektedir.

Drenaj suyu tuzluluğunun azalması için, su akış yollarının daha üst katmanlardan geçmesini sağlayacak drenaj sistemlerinin tasarlanması gereklidir. Anılan sistemler, aynı zamanda, kök bölgesinin kılcal yükselme ile tuzlanmasını da önlemelidirler.

Böyle bir sistemin tasarımı için öncelikle kritik dren derinliğinin belirlenmesi gerekir (Smedema ve Rycroft, 1984). Değişik birçok kaynakta, ince bünyeli ağır killi topraklardaki yüksek kılcallık nedeniyle, bu derinliğin 1.80 m veya daha fazla olması önerilmektedir.

Ancak ovada Bahçeci ve Nacar (2007) tarafından yapılan tuz değişimini belirlemeye yönelik model çalışmasında, 1.20 m dren derinliğinde kök bölgesi tuzluluğunda önemli bir değişimin olmayacağı, ayrıca Bahçeci ve Ark. (2008) tarafından kontrollü drenajın tuz değişimi ve su kazanımına etkisini belirlemek için yaptıkları model çalışmasında da drenaj sistemlerinin sulama döneminde %75 oranında kontrol edilmesinin kök bölgesinde tuzlanmayı artırmayacağını göstermiştir.

Daha dar aralıklı ve daha sık drenler, örneğin 1.20 m, su akış yollarını daha üst katmanlara taşıyacağından drenaj suyu tuzluluğu azalacaktır. Fio ve Deverel (1991) 1.8 ve 2.7 m derinlikteki drenlerde su akış yollarının sırasıyla 7 ve 14 m olduğunu analiz etmişlerdir. Daha ince bir toprak katı drene edildiğinden, drene olan su miktarını da azaltacaktır. Ancak böyle bir sistemde boru uzunluğu artacağından maliyet artacaktır. Ancak boru çapı ve kazı derinliğinin küçülmesi maliyeti azaltacağından, sistem maliyetlerinde önemli bir değişim olmayacaktır.

Diğer bir seçenek ise dren derinliğini değiştirmeden, sistem üzerinde denetim yapıları inşa etmek olabilir. Sulama döneminde, pik su tüketim dönemlerinde dren akışları denetlenerek, daha yüksek bir su tablası düzeyi elde edilebilir. Böylece su akış yolları değiştirilerek daha kaliteli ve daha az su drene olması sağlanabilir. Christen ve Skhean (1998) artan su tablası derinliğinin drenaj suyu tuzluluğunu ve drene olan su miktarı artırdığını belirlemişlerdir.

Harran ovasında zamanla drenaj sorunu içeren alanlar zamanla artma eğilimi göstermektedir. Mevcut sulama sistemi ve su yönetiminin bu sorunu azaltma potansiyeli ise oldukça zayıf bir olasılıktır. Her ne kadar ovada inşa edilen drenaj sistemleri kök bölgesinden önemli ölçüde tuz yıkanması sağlasa da, alt katlardaki tuzların yüzeye çıkma olasılığının olup olmadığı ve eğer varsa sistemlerin bu durum göz önünde bulundurularak tasarlanması gereklidir. Bu çalışmanın yapıldığı bölgede aküferin altkatlarından tuzların drenaj sularına karıştığına ilişkin kuvvetli bulgulara rastlanmıştır.

Bu çalışma ile, Harran ovasında yeni tasarlanıp kurulacak drenaj sistemlerinde bu tür karışımların olup olmayacağını belirlemek için, zaman geçirilmeden daha geniş alanları

kapsayan inceleme ve araştırma çalışmalarına başlanmasının sürdürülebilir bir su yönetimi, dolayısıyla sürdürülebilir bir tarım için kaçınılmaz bir gereklilik olduğu ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- 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., Çakir R., Nacar³, A. S., Bahçeci P., 2008. Estimating the effect of controlled drainage on the soil salinity and irrigation efficiency, using SaltMod, in Harran plain. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 32: (2) 101-108
- Bahçeci İ. and Nacar A.S. 2008. Subsurface drainage and salt leaching in irrigated land in south-east Turkey. *Irrigation and Drainage* 57:1-11 (2008) DOIs (10.1002/ird.400);
- Chieng, S.T., Broughton R.S., Ami, S.R., 1981. Graphical solutions to drainage equations. *Can. Agric. Eng.* 23:91-96.
- Christen, E., Skehan, D. 1998. Subsurface drainage design and management trial to reduce salt loads from semiarid irrigation areas. Technical Report 6/99, february 1999 CSIRO Land and Water, Griffith
- Christen E.V., Ayars J.E., 2001. Subsurface drainage systems designed management irrigated agriculture: Best Management practices for reducing drainage volume and salt load. *Csiro Land and Water*, Griffith NSW, Technical Report 38/01. September 2001. P:106
- Çullu, M. A., Karakaş, S., Dinç, U., Şahin, Y., 2004. Classification of Soils of Şanlıurfa In Soil Taxonomy, FAO/UNESCO and WRB Classification Systems. International soils Congress, Erzurum, Turkey
- Çullu, M. A. Karakas, Şahin, S. Y. Aydoğdu, M. Aydemir, A., Çeliker M., 2004.Harran ovasında tuzluluğun değişimi, (Basılmamış Rapor)
- DSİ, 2001. Şanlıurfa Harran Ovası Drenaj ve tuzluluk sorunları inceleme raporu, DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa
- DSİ, 2003. Problems of drainage and salinity in the Harran Plain, Summary Report. The 15th District Directorate of the State Hydraulic Works, Sanliurfa, Turkey, pp 10 (in Turkish)
- DSİ, 2004. Şanlıurfa Harran Ovası sulama drenaj izleme raporu DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa.Eching et al. (1994)
- Fio, J.L., 1997. Geohydrologic effects on drain water quality, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 123:(3) 15-164
- Fio, J.L., and Deverel, S.J., 1991. Ground-water flow and solute movement to drain laterals, western San Joaquin Valley, California, 2, Quantitative hydrologic assessment: *Water Resources Research*, v. 27, no. 9, p. 2247-2257.
- Grismer, M.E., 1989. Drainage efficiency and drainage water quality. Pp285-290 IN: V.A. Dodd and P:M:Grace (eds) *Agricultural Engineering (Poceeding of the 11th Int. Congress on Agricultural Eng./Dubli*
- KHAE, 2004. Meteorolojik rasat verileri Koruklu Meteorolji istasyonu, KHGM, Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü, Şanlıurfa

- Pohl, G.M., Guitjens, J.C., 1994. Modeling regional flow and flow to rains. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 120 (5) 1994
- Yeşilnacar M.I., Güllüoğlu M.S., 2007. Hydrochemical characteristics and the effects of irrigation on groundwater quality in Harran Plain, GAP Project, Turkey *Environmental Geology International Journal of Geosciences* 10.1007/s00254-007-0804-
- Van Beers, W.F.J. 1979. The auger hole method. Bull. No. 1 I.L.R.I., P.O. Box 45, Wageningen, The Netherlands